Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

ENACAL
¡Una empresa del Pueblo!

REPÚBLICA DE NICARAGUA
EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Ciudad de Rivas, Departamento de Rivas"



Dirección de Preinversión PISASH
Managua, Nicaragua

ÍNDICE

1 RESUMEN EJECUTIVO 1

2 INTRODUCCIÓN 3

3 ANTECEDENTES 5

4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS DEL PROYECTO Y DEL EIA 7

4.1 Objetivo General 7
4.2 Objetivos Específicos 7

5 JUSTTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO 8

5.1 Incidencia del Proyecto en el Ámbito Local, Regional y Nacional 8
5.2 Justificación de Sitios 10
5.3 Justificación de Tecnología 10
5.4 Monto Total de la Inversión del Proyecto 11
5.4.1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 11
5.4.2 Red de Alcantarillado Sanitario 12
5.5 Generación de Empleos 13
5.6 Beneficios del Proyecto a Nivel Social, Ambiental y Económico 14

6 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL 15

7 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 29

8 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROYECTO (ALTERNATIVA SELECCIONADA) 46

8.1 Macrolocalización del Proyecto 46
8.2 Microlocalización del Proyecto y sus Componentes 47
8.3 Cronograma de Trabajo 50
8.4 Situación Actual del Área de emplazamiento 52
8.5 Área Total del Emplazamiento del Proyecto 58
8.6 Descripción de los Componentes del Proyecto 58
8.6.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario 65
8.6.2 Estaciones de Bombeo 75
8.6.3 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 81
8.6.4 Tratamiento de Lodos 112
8.6.5 Disposición Final del Efluente Tratado 118
8.6.6 Suministro de Energía Eléctrica, Obras y Equipos Auxiliares 119
8.6.7 Medidas de Seguridad del Proyecto 120
8.6.8 Caminos de Accesos 123
8.6.9 Sistema de Suministro Eléctrico 123
8.6.10 Obras de Drenaje de Control de Erosión 123
8.7 Planos de Diseño de los Componentes del Proyecto 125

9 ETAPAS DEL PROYECTO 126

9.1 Etapas de Construcción 126
9.1.1 Descripción del sistema constructivo y/o de instalación de cada una de las obras que integran el proyecto 126
9.2 Etapa de Operación 132
9.3 Etapa de Cierre 155

10 LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA 162

10.1 Área de Influencia Directa 162
10.2 Área de Influencia Indirecta 162

11 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 164

11.1 Factores Abióticos 164
11.2 Factores Bióticos 196
11.3 Factores Socioeconómicos 203

12 IDENTIFICACIÓN, PRONÓSTICO Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 215

12.1 Metodología 215
12.2 Criterios para la Valoración de los Impactos Ambientales 216
12.2.1 Identificación de Impactos Generados por el Proyecto 218

13 ANÁLISIS DE RIESGOS 228

14 PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL 242

14.1 Plan de Medidas Ambientales 243
14.2 Plan de Contingencia 249
14.3 Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos 267
14.4 Plan de Manejo de las Aguas Pluviales 274
14.5 Plan de Manejo de Hidrocarburos, Grasas, Aceites, entre otros 277
14.6 Plan de Monitoreo 281
14.7 Plan de Monitoreo de Efluente 284
14.8 Plan de Reforestación 287
14.9 Plan de Capacitación y Educación Ambiental 292

15 CONCLUSIONES 298

16 BIBLIOGRAFÍA 300

17 EQUIPO CONSULTOR 302

Nombre, Firma y Calificación de todos los miembros del equipo multidisciplinario 302

18 CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO 305

19 ANEXOS 306

19.1 Anexo 1: Memoria de Cálculos Hidráulicos Red de Alcantarillado Sanitario Rivas 307
19.2 Anexo 2: Memoria de Cálculos Hidráulicos de la Línea de Impulsión 352
19.3 Anexo 3: Memoria de Cálculos Hidráulicos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 357
19.4 Anexo 4: Memoria de Drenaje Pluvial 367
19.5 Anexo 5: Cantidades de Obras 373
19.6 Anexo 6: Manual de Operación y Mantenimiento PTAR Rivas 378
19.7 Anexo 7: Análisis de Calidad de Agua 419
19.8 Anexo 8: Estudio Hidrológico e Hidrogeológico de Rivas 425
19.9 Anexo 9: Estudios de Calidad del Aire y Análisis de Ruido 456

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Red de Alcantarillado Sanitario 1
Tabla 1-2: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 1
Tabla 5-1: Inversión PTAR 11
Tabla 5-2: Inversión Red Alcantarillado Sanitario 12
Tabla 5-3: Personal Requerido Construcción Sistema de Saneamiento Rivas 13
Tabla 7-1: Principales criterios para la selección del sitio de la PTAR 36
Tabla 7-2: Impacto medio ambiental de las tecnologías objeto de evaluación 37
Tabla 7-3: Ubicación de la PTAR propuesta (Combinación de sistemas convencionales) 43

TABLA 7-4: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE LA PTAR 45
TABLA 8-1: COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO 49
TABLA 8-2: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN 59
TABLA 8-3: DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA USO DOMICILIAR 63
TABLA 8-4: DOTACIÓN DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO NO DOMICILIAR 63
TABLA 8-5 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD POR TIPO DE MATERIAL 64
TABLA 8-6: PROYECCIONES DE CAUDAL Y CAUDAL DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE RIVAS 65
TABLA 8-7: TUBERÍAS AS PARA LA CIUDAD DE RIVAS 74
TABLA 8-8: ALCANCES POZOS DE VISITA PARA LA CIUDAD DE RIVAS 74
TABLA 8-9: ALCANCES DE OBRAS AS FASE 1 PARA LA CIUDAD DE RIVAS 74
TABLA 8-10: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MATERIAL DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN 75
TABLA 8-11: CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS- CAUDAL DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN 75
TABLA 8-12: DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN EBAR 75
TABLA 8-13: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LOS DIÁMETROS 150, 200 Y 250 MM 77
TABLA 8-14: DATOS Y RESULTADOS PARA EL CÁRCAMO DE BOMBEO- EBAR PTAR EXISTENTE 78
TABLA 8-15: CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN – EBAR PTAR EXISTENTE 80
TABLA 8-16: CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS – EBAR PTAR EXISTENTE 80
TABLA 8-17: DIMENSIONES DE LA CAJA DE BYPASS 81
TABLA 8-18: CANAL DE BYPASS - TAMICES 83
TABLA 8-19: DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA PARA LA REJILLA 83
TABLA 8-20:DATOS TÉCNICOS REJILLAS 83
TABLA 8-21: CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO REJILLA DE LIMPIEZA MANUAL 84
TABLA 8-22: CARACTERÍSTICAS DE LA REJILLA 84
TABLA 8-23: DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA DEL DESARENADOR 86
TABLA 8-24: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CLASIFICADOR 86
TABLA 8-25: CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL DESARENADOR 86
TABLA 8-26: PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE CAUDAL EN EL MEDIDOR PARSHALL 89
TABLA 8-27: DATOS TÉCNICOS REJILLAS FINAS 90
TABLA 8-28: DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA DE LOS TAMICES ROTATIVOS 90
TABLA 8-29: CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOS TAMICES ROTATIVOS 90
TABLA 8-30: DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA DE LA CAJA DE DISTRIBUCIÓN 1 91
TABLA 8-31: CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL REACTOR UASB 93
TABLA 8-32: DIMENSIONES UASB 94
TABLA 8-33: CRITERIOS DE DISEÑO PARA LAS LAGUNAS FACULTATIVAS 100
TABLA 8-34: DIMENSIONES DE LAS LAGUNAS FACULTATIVAS 100
TABLA 8-35: CRITERIOS DE DISEÑO PARA LAS LAGUNAS DE MADURACIÓN 103
TABLA 8-36: DIMENSIONES DE LAS LAGUNAS DE MADURACIÓN 103
TABLA 8-37: POBLACIÓN Y CAUDALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PTAR 103
TABLA 8-38: ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO 103
TABLA 8-39: PROYECCIONES DE CAUDAL Y CAUDAL DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE RIVAS 104
TABLA 8-40: CARGAS CONTAMINANTES PTAR RIVAS 105
TABLA 8-41: EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES VS DECRETO 21-2017 106
TABLA 8-42: NÚMERO DE COMPONENTES DE CADA PROCESO DE TRATAMIENTO PARA LAS DISTINTAS FASES 106
TABLA 8-43: NIVELES DE ARRANQUE Y PARADA DE LAS 3 BOMBAS 109
TABLA 8-44: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS BOMBAS 112
TABLA 8-45: CARACTERÍSTICAS DE TANQUES HIDRONEUMÁTICOS 112
TABLA 8-46: MEMORIA DE CÁLCULO LECHOS DE SECADO 113
TABLA 8-47: CANTIDADES DE LODO PRODUCIDAS A TRAVÉS DEL TRATAMIENTO 117
TABLA 8-48: LECHOS DE SECADO 117
TABLA 8-49: DATOS HIDRÁULICOS DE LOS CANALES DE DRENAJE PLUVIAL 123
TABLA 8-50: ÁREA TOTAL DE INSTALACIONES Y UNIDADES 125
TABLA 9-1: PRINCIPALES ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROYECTO 127
TABLA 9-2: EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 129
TABLA 9-3: FORMATO DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PTAR 135

TABLA 9-4: ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LAS OBRAS Y EQUIPOS 136
TABLA 9-5: VOLUMEN ESTIMADO A GENERARSE DE LODO CRUDO Y SECO 142
TABLA 9-6: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES EN BIOSÓLIDOS 144
TABLA 9-7: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES EN BIOSÓLIDOS 145
TABLA 9-8: LINEAMIENTOS PARA EL CIERRE O ABANDONO DE LA PTAR Y RAS 157
TABLA 9-9: PROCEDIMIENTO DE CONTINGENCIA EN CASO DE DERRUMBES/DESLIZAMIENTO 158
TABLA 9-10: PROCEDIMIENTO DE CONTINGENCIA EN CASO DE SISMO 158
TABLA 9-11: PROCEDIMIENTO DE CONTINGENCIA EN CASO DE INUNDACIONES 159
TABLA 9-12: MEDIDAS DE PREVENCIÓN RIESGOS DE ACCIDENTES LABORALES 160
TABLA 11-1: VALORES DE CUANTIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE USO DE LAS MICROCUENCAS 172
TABLA 11-2: CUANTIFICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE USO POTENCIAL EN CADA UNA DE LAS MICRO CUENCAS. 175
TABLA 11-3: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS NATURALES DE LAS MICRO CUENCAS 176
TABLA 11-4: COMPARATIVO DE RESULTADOS 177
TABLA 11-5: RESULTADOS DE INVENTARIOS DE LOS POZOS EXCAVADOS Y PERFORADOS LEVANTADOS EN CAMPO 180
TABLA 11-6: REGISTRO DE CAMPO DE PRUEBA DE INFILTRACIÓN EN CALICATA NO. 1 183
TABLA 11-7: REGISTRO DE CAMPO DE PRUEBA DE INFILTRACIÓN EN CALICATA NO. 1 184
TABLA 11-8: VELOCIDADES PERMISIBLES DE APLICACIÓN DE AGUAS NEGRAS EN SISTEMAS DE ABSORCIÓN 184
TABLA 11-9: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE INFILTRACIÓN 185
TABLA 11-10: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CAMPO DE POZOS CHATILLA 186
TABLA 11-11: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO CAMPO DE POZOS RIVAS. 187
TABLA 11-12: RESULTADOS ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS EFECTUADOS DENTRO DEL PRESENTE ESTUDIO. 189
TABLA 11-13: PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DEL MUNICIPIO DE RIVAS (MM) 193
TABLA 11-14: VALORES MENSUALES DE EVAPORACIÓN EN PANA, (MM) EN LA ESTACIÓN DE RIVAS. PERÍODO 1971-2015 193
TABLA 11-15: VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE. ESTACIÓN NUEVA RIVAS PERIODO. 1971 -2015 193
TABLA 11-16: CONCENTRACIONES DE LOS CONTAMINANTES MUESTREADOS EN EL SITIO DE RIVAS. 195
TABLA 11-17: RESULTADOS DE LA MEDICIÓN 196
TABLA 11-18: INVENTARIO DE ÁRBOLES UBICADOS EN CERCAS VIVAS, PERÍMETRO DE LA PROPIEDAD PTAR RIVAS 196
TABLA 11-19: ESPECIES DE FLORA ENCONTRADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA PTAR. 198
TABLA 11-20: AVE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA 200
TABLA 11-21: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES 201
TABLA 11-22: POBLACIÓN URBANA SEGÚN CENSO NACIONALES: 1963, 1971,1995 Y 2005 203
TABLA 11-23: CRECIMIENTO POBLACIONAL SEGÚN CENSOS NACIONALES 203
TABLA 11-24: POBLACIÓN URBANA ANUARIOS ESTADÍSTICOS INIDE 203
TABLA 11-25: TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO SEGÚN ANUARIOS ESTADÍSTICOS 204
TABLA 11-26: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN TASA DE CRECIMIENTO 204
TABLA 12-1: VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO 217
TABLA 12-2: JERARQUIZACIÓN DE LOS VALORES DE LA FUNCIÓN DETERIORO 217
TABLA 12-3: IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES IMPACTANTES (CON UNA LETRA Y EN EL ORDEN DEL ABECEDARIO) 218
TABLA 12-4: PRINCIPALES ACTIVIDADES POR ETAPAS 218
TABLA 12-5: EFECTOS IMPACTANTES DESTACADOS 218
TABLA 12-6: RESUMEN DEL FACTOR AMBIENTAL AFECTADO DE ACUERDO A LOS EFECTOS PROVOCADOS POR LAS DIFERENTES ACCIONES A REALIZARSE EN CADA ACTIVIDAD DEL PROYECTO 220
TABLA 12-7: EXPRESIÓN CUALITATIVA (MATRIZ CAUSA – EFECTO) 224
TABLA 12-8: CUANTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 225
TABLA 12-9: EXPRESIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTO AMBIENTALES 227
TABLA 13-1: AMENAZAS NATURALES DEL MUNICIPIO DE RIVAS 228
TABLA 13-2: AMENAZAS NATURALES DE ACUERDO A INETER – SINAPRED 228
TABLA 13-3: TIPO DE DAÑOS PARA LAS DIFERENTES TIPOLOGÍAS SEGÚN LOS SISMOS ESPERADOS. CASCO URBANO DE RIVAS. 231
TABLA 13-4: SITIOS CRÍTICOS DE INUNDACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 235
TABLA 13-5: HURACANES OCURRIDOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA 236
TABLA 13-6: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD GENERAL EN EL ÁREA URBANA DE RIVAS 239
TABLA 13-7: FACTORES DE VULNERABILIDAD GENERAL CONSIDERADOS EN EL MUNICIPIO 240
TABLA 14-1: MATRIZ DE MEDIDAS AMBIENTALES ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 244
TABLA 14-2: MATRIZ DE MEDIDAS AMBIENTALES. ETAPA DE OPERACIÓN 248

TABLA 14-3: TELÉFONOS DE EMERGENCIA 250
TABLA 14-4: MEDIDA DE CONTINGENCIA EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ANTE SISMOS 257
TABLA 14-5: MEDIDAS PREVENTIVAS O DE RESPUESTA ANTE INUNDACIÓN....257
TABLA 14-6: MEDIDAS PREVENTIVAS O DE RESPUESTA ANTE DESLIZAMIENTO O DERRUMBE....257
TABLA 14-7: MEDIDAS PREVENTIVAS O DE RESPUESTA ANTE INCENDIO Y/O EXPLOSIONES 258
TABLA 14-8: MEDIDAS PREVENTIVAS O DE RESPUESTA ANTE DERRAME DE COMBUSTIBLE....258
TABLA 14-9: EQUIPOS Y MATERIALES BRIGADAS 259
TABLA 14-10: MEDIDAS DE CONTINGENCIA EN LA ETAPA DE OPERACIÓN....259
TABLA 14-11: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN....264
TABLA 14-12: PLAN GENERAL DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 282
TABLA 14-13: PLAN GENERAL DE MONITOREO, SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO....283
TABLA 14-14: RANGO Y VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL EFLUENTE 284
TABLA 14-15: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Y PERIODOS DE TIEMPO 285
TABLA 14-16: RANGO Y VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS VERTIDOS A LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO....285
TABLA 14-17: FRECUENCIA DEL MONITOREO 286
TABLA 14-18: ACCIONES DE CAPACITACIÓN 288
TABLA 14-19: PRESUPUESTO DEL PLAN DE REFORESTACIÓN 291
TABLA 14-20: PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL....294
TABLA 17-1: MIEMBROS DEL EQUIPO CONSULTOR DEL EIA 302
TABLA 18-1: CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO 305
TABLA 19-1: RESULTADOS DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS POR TRAMO DE COLECTOR 307
TABLA 19-2: RESULTADOS DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS PARA POZO DE VISITA (PVS) 315
TABLA 19-3: CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE TENSIÓN DE ARRASTRE POR TRAMO....323
TABLA 19-4: DATOS DE ENTRADA - ASIGNACIÓN DE CAUDALES....331
TABLA 19-5: RESUMEN 352
TABLA 19-6: CRITERIOS DE DISEÑO LÍNEA DE IMPULSIÓN (EBAR) PTAR EXISTENTE - 2039 352
TABLA 19-7: CRITERIOS DE DISEÑO ESTACIÓN DE BOMBEO (EBAR) PTAR EXISTENTE - 2039....352
TABLA 19-8: CRITERIOS DE DISEÑO ESTACIÓN DE BOMBEO (EBAR) PTAR EXISTENTE - 2029....353
TABLA 19-9: CAUDALES RESULTANTES 353
TABLA 19-10: POZO HÚMEDO 353
TABLA 19-11: TIEMPO DE RETENCIÓN QMIN....354
TABLA 19-12: TIEMPO DE RETENCIÓN QMED....355
TABLA 19-13: TIEMPO RETENCIÓN QDIS. 356
TABLA 19-14: CALCULO HIDRÁULICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RIVAS....357
TABLA 19-15: ESTACIÓN DE BOMBEO PRINCIPAL - EB 1....362
TABLA 19-16: CANTIDADES DE OBRAS PTAR 373
TABLA 19-17: CANTIDADES DE OBRAS RAS 376
TABLA 19-18: VOLÚMENES A MANEJAR Y SISTEMA PARA USO O ELIMINACIÓN 389
TABLA 19-19: PROGRAMA DE MUESTREO EN LAGUNA FACULTATIVA 395
TABLA 19-20: PROGRAMA DE MONITOREO EN LAGUNA DE MADURACIÓN....395
TABLA 19-21: HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO 396
TABLA 19-22: MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN GENERAL 408
TABLA 19-23: EQUIPO DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES MANTENIMIENTO CORRECTIVO. – GENERALES....409
TABLA 19-24: ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN 410
TABLA 19-25: ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN.- GENERADOR ELÉCTRICO 411
TABLA 19-26: UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN UNIDADES DE ARRANQUE....412
TABLA 19-27: UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO. ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN. CENTRO DE CONTROL DE MOTORES....413
TABLA 19-28: PERSONAL NECESARIO PARA LA GESTIÓN DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN 413

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 7-1: ALTERNATIVA NO. 1 UNIDADES DE TRATAMIENTO QUE CONFORMA LA PTAR 30
FIGURA 7-2: ALTERNATIVA NO. 2 UNIDADES DE TRATAMIENTO QUE CONFORMA LA PTAR 30
FIGURA 7-3: ALTERNATIVA NO. 3 (SELECCIONADA) UNIDADES DE TRATAMIENTO QUE CONFORMA LA PTAR 30
FIGURA 7-4: SITIOS PROPUESTOS PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LA PTAR 43
FIGURA 8-1: MAPA DE MACROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RIVAS AS 46
FIGURA 8-2: MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 47
FIGURA 8-3: MAPA DE INFRAESTRUCTURA EN EL ÁREA DEL PROYECTO 48
FIGURA 8-4: CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE RIVAS 50
FIGURA 8-5: CRONOGRAMA EJECUCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE RIVAS 51
FIGURA 8-6: PLANO SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO Y ALREDEDORES 52
FIGURA 8-7: PLANO CONJUNTO DE ÁREAS DEL PROYECTO 53
FIGURA 8-8: ÁREA 1 OFICINAS, PRETRATAMIENTO Y UASB PTAR RIVAS 54
FIGURA 8-9: ÁREA 2 LECHOS DE SECADO Y EB4 54
FIGURA 8-10: ÁREA 3. LAGUNAS FASE I 55
FIGURA 8-11: ÁREA 4 LAGUNAS FASE II 55
FIGURA 8-12: PLANO CONJUNTO EBAR 1. PREDIO PTAR EXISTENTE 56
FIGURA 8-13: PLANO CONJUNTO EBAR FASE II. PREDIO VIVERO MUNICIPAL 57
FIGURA 8-14: DENSIDADES POBLACIONALES AÑO 2017 PARA LA CIUDAD DE RIVAS 61
FIGURA 8-15: DENSIDADES POBLACIONALES AÑO 2039 PARA LA CIUDAD DE RIVAS 61
FIGURA 8-16: ÁREAS DE PROYECTO AS - CIUDAD DE RIVAS 62
FIGURA 8-17: POBLACIÓN EN BLOQUES 66
FIGURA 8-18: TRAZADO DE LA RED 67
FIGURA 8-19: CUENCAS DE DRENAJE Y POBLACIÓN INCLUIDA 67
FIGURA 8-20: POBLACIÓN POR POLÍGONO Y POZO DE VISITA 68
FIGURA 8-21: MODELACIÓN EN EL SOFTWARE SEWERGEMS 69
FIGURA 8-22: EJEMPLO DE LOS PERFILES DE COLECTORES OBTENIDOS A TRAVÉS DE LA MODELACIÓN EN EL SOFTWARE STORM AND SANITARY ANALYSIS 70
FIGURA 8-23: ZONAS DE DRENAJE Y ÁREAS DE EXPANSIÓN 73
FIGURA 8-24: SECCIÓN CÁRCAMO DE BOMBEO 79
FIGURA 8-25: VISTA EN PLANTA CÁRCAMO DE BOMBEO 79
FIGURA 8-26: VISTA EN PLANTA Y PERFIL CAJA BYPASS 82
FIGURA 8-27: VISTA EN PLANTA REJILLAS 84
FIGURA 8-28: VISTA SECCIÓN REJILLAS 85
FIGURA 8-29: SECCIONES DESARENADOR 87
FIGURA 8-30: VISTA EN PLANTA DESARENADOR 88
FIGURA 8-31: PERFIL LONGITUDINAL DESARENADOR 88
FIGURA 8-32: CANAL PARSHALL 89
FIGURA 8-33: SECCIONES TAMICES ROTATIVOS 91
FIGURA 8-34: COMPONENTES DE UN UASB 92
FIGURA 8-35: TUBERÍA DE EXTRACCIÓN DE LODOS 95
FIGURA 8-36: VISTA EN PLANTA DE UASB 96
FIGURA 8-37: PERFIL UASB 97
FIGURA 8-38: DETALLES CAJA DE DISTRIBUCIÓN UASB 97
FIGURA 8-39: PERFIL LAGUNA FACULTATIVA 101
FIGURA 8-40: PERFIL LAGUNA DE MADURACIÓN 101
FIGURA 8-41: TRAZADO DE LA LÍNEA DE AP HASTA LA PTAR 111
FIGURA 8-42: CISTERNA AGUA POTABLE 112
FIGURA 8-43: VISTA EN PLANTA DE LOS LECHOS DE SECADO 115
FIGURA 8-44: CORTE ESTRUCTURAL DE LOS LECHOS DE SECADO 116
FIGURA 8-45: UBICACIÓN DE LA OBRA DE SALIDA 118
FIGURA 8-46: SECCIÓN DE CANAL DE SALIDA 118
FIGURA 8-47: OBRA DE SALIDA 119

FIGURA 8-48: PORTÓN PEATONAL PTAR RIVAS....120
FIGURA 8-49: DETALLES CERCO PERIMETRAL Y PORTÓN DE INGRESO....121
FIGURA 8-50: ELEVACIÓN PRINCIPAL OESTE EDIFICIO DE CONTROL, OPERACIÓN Y GARAJE....122
FIGURA 8-51: ELEVACIÓN LATERAL NORTE EDIFICIO DE CONTROL, OPERACIÓN Y GARAJE....122
FIGURA 8-52: PLANTA ARQUITECTÓNICA EDIFICIO DE CONTROL, OPERACIÓN Y GARAJE....122
FIGURA 8-53: DIRECCIONES DE DRENAJE PLUVIAL DE LA PTAR RIVAS....124
FIGURA 8-54: PLANO CONJUNTO PTAR RIVAS CON CURVAS DE NIVEL....125
FIGURA 9-1: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE ENACAL....132
FIGURA 9-2: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL PISASH....133
FIGURA 9-3: FLUJOGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL....134
FIGURA 9-4: OBRA DE SALIDA....138
FIGURA 9-5: DIAGRAMA DE PROCESO....141
FIGURA 9-6: ANTORCHA PARA QUEMA DE BIOGÁS....145
FIGURA 9-7: ÁREA DE QUEMA DE BIOGÁS....146
FIGURA 9-8: SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GAS EN UASB....146
FIGURA 9-9: SISTEMA DE EVACUACIÓN DEL BIOGÁS....147
FIGURA 10-1: MAPA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO DE RIVAS....163
FIGURA 11-1: MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA....165
FIGURA 11-2: FORMACIÓN GEOLÓGICA DE RIVAS....167
FIGURA 11-3: SECCIÓN GEOLÓGICA LOCAL....168
FIGURA 11-4: RELIEVE DE RIVAS....169
FIGURA 11-5: MAPA EDAFOLÓGICO DEL ÁREA DIRECTA DE RIVAS....171
FIGURA 11-6: DISTRIBUCIÓN DEL USO DE SUELO ACTUAL DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO....172
FIGURA 11-7: DISTRIBUCIÓN USO POTENCIAL DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO....174
FIGURA 11-8: RED DE DRENAJE, DELIMITACIÓN DE MICRO CUENCAS Y ÁREAS DE DRENAJES....176
FIGURA 11-9: RESULTADOS DEL CALCULO HIDRÁULICO....178
FIGURA 11-10: RESULTADOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE....178
FIGURA 11-11: UBICACIÓN POZOS INVENTARIADOS EN CAMPO....180
FIGURA 11-12: BASAMENTO HIDROGEOLÓGICO....181
FIGURA 11-13: TRANSMISIVIDAD EN M^2/DÍA....182
FIGURA 11-14: SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS....188
FIGURA 11-15: CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN KOPPEN....190
FIGURA 11-16: DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA DE LA MICROCUENCA....191
FIGURA 11-17: ESTIMACIONES MÁXIMAS DE CAUDALES EN LAS ÁREAS DE ESCURRIMIENTO DEL PROYECTO....192
FIGURA 11-18: DENSIDAD POBLACIONAL OBTENIDA DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS....205
FIGURA 11-19: REORDENAMIENTO DE BLOQUES A CUENCAS HIDRÁULICAS....205
FIGURA 11-20: TRABAJADORES SEGÚN CONDICIÓN LABORAL Y GÉNERO....206
FIGURA 11-21: MAPA DE ÁREAS DE IMPORTANCIA SOCIAL....214
FIGURA 13-1: ANÁLISIS DEL RIESGO....228
FIGURA 13-2: MULTIAMENAZAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO....229
FIGURA 13-3: ZONA DE AMENAZAS SÍSMICA DE NICARAGUA....231
FIGURA 13-4: AMENAZA POR SEQUÍA....232
FIGURA 13-5: MAPA DE AMENAZA VOLCÁNICA DEL MUNICIPIO DE RIVAS....233
FIGURA 13-6: MAPA DE AMENAZA POR INUNDACIONES....234
FIGURA 13-7: AMENAZA POR HURACANES....236
FIGURA 13-8: TRAYECTORIA DE CICLONES TROPICALES....236
FIGURA 14-1: SEÑALIZACIONES NECESARIAS....262
FIGURA 14-2: ACTIVIDADES DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS....268

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 5-1: CALLES DE RIVAS CON AGUAS RESIDUALES DRENANDO 8
FOTO 5-2: PUNTO DE DESCARGA DEL RÍO ORO EN EL LAGO COCIBOLCA....9
FOTO 7-1: TERRENO SELECCIONADO PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LA PTAR....36
FOTO 8-1: MEMORIA FOTOGRÁFICA: ZONAS PERIMETRALES Y CAMINO DE ACCESO A PTAR RIVAS....53
FOTO 8-2: MEMORIA FOTOGRÁFICA: SITIO DE DESCARGA EN RÍO ORO 53
FOTO 8-3: MEMORIA FOTOGRÁFICA: PUNTO DE DESCARGA RIO ORO EN LAGO COCIBOLCA 53
FOTO 8-4: MEMORIA FOTOGRÁFICA: PREDIO PTAR RIVAS 54
FOTO 8-5: MEMORIA FOTOGRÁFICA: EBAR FASE I....56
FOTO 8-6: MEMORIA FOTOGRÁFICA: EBAR FASE II....57
FOTO 8-7: EJEMPLO DE QUEMADOR DE BIOGÁS....95
FOTO 8-8: EJEMPLO DE BALSA FLOTANTE DE EXTRACCIÓN DE LODO....99
FOTO 8-9: SITIO DE DESCARGA RÍO ORO 118
FOTO 8-10: CAMINO DE ACCESO A PTAR EXISTENTE....123
FOTO 9-1: CAMINO DE ACCESO EXISTENTE....129
FOTO 11-1: PERFIL AFLORAMIENTO TÍPICO DE LA FORMACIÓN RIVAS....169
FOTO 11-2: USO DEL SUELO DEL ÁREA DIRECTA DE LA PTAR, AGRÍCOLA 173
FOTO 11-3: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DEL CUERPO RECEPTOR....177
FOTO 11-4: IMÁGENES PRUEBAS DE INFILTRACIÓN....183
FOTO 11-5: IMÁGENES ÁRBOLES EN CERCA VIVAS DE LA PROPIEDAD 197
FOTO 11-6: IMÁGENES DE LA FLORA EN HILERA, REPRESENTATIVA DEL SITIO DE LA PTAR 199
FOTO 11-7: ESPECIES DE AVES AVISTADAS ÁREA INFLUENCIA PROYECTO RIVAS....200
FOTO 11-8: REPTILES AVISTADOS 201
FOTO 11-9: DETERIORO DEL ECOSISTEMA DE RIVAS....202
FOTO 11-10: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DE RIVAS....209
FOTO 11-11: CONTRASTE DE SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA....210
FOTO 13-1: NIVELACIÓN DEL TERRENO PTAR RIVAS 232
FOTO 13-2: IMÁGENES DE DESECHOS SÓLIDOS....236
FOTO 13-3: IMÁGENES CORTE Y USO DE LEÑA....237
FOTO 13-4: AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA 237
FOTO 14-1: MANGOS POCHOTES COCOS....290
FOTO 19-1: VACTOR EN OPERACIÓN DE LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS 380

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 8-1: GRÁFICO DE LAS INVERSIONES VS LOS DIÁMETROS ANALIZADOS PARA LA LÍNEA DE IMPULSIÓN- EBAR RIVAS 77
GRÁFICO 11-1: ESTIMACIONES MÁXIMAS DE CAUDALES EN LAS ÁREAS DE ESCURRIMIENTO DEL PROYECTO....192
GRÁFICO 11-2: PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DEL MUNICIPIO DE RIVAS (MM) 193
GRÁFICO 11-3: VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO EN MARZO 194

1 RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Ciudad de Rivas, Departamento de Rivas", consiste en la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la Red de Alcantarillado Sanitario en las zonas que aún no cuentan con este servicio.

La PTAR ha sido diseñada considerando los límites de vertido para PTAR vigentes, correspondientes al Decreto 21-2017. La PTAR cumple a cabalidad con los límites establecidos en el mencionado Decreto.

En una primera fase, cuyo horizonte de diseño es el año 2029, el caudal promedio previsto para la PTAR es de 5,546.88 m^3/d. La ampliación de la PTAR consistirá en el equipamiento un cuarto módulo de los reactores UASB, la construcción de 1 nueva laguna facultativa y 2 nuevas lagunas de maduración. Esta segunda fase tiene un horizonte de diseño al año 2039 y está dimensionada para un caudal total promedio de 7,395.84 m^3/d.

El Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Ciudad de Rivas se desarrollará y contará con los siguientes componentes:

Tabla 1-1: Red de Alcantarillado Sanitario

RAS	Red Existente	Fase 1 (2029)	Fase 1+2 (2039)	Total
Red de recolección	33.89 km	25.45 km	10.22 km	69.56 km
Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales		1	1	2
Pozos de Visitas Sanitarios	522	465	227	1,214
Conexiones Domiciliares	7,800	2,520	1,895	12,215

Tabla 1-2: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Unidades PTAR	Fase 1 (2029)	Fase 1+2 (2039)	Total
Caja Bypass General	1		1
Rejillas gruesas	1		1
EB1	1		1
Desarenador	2		2
Tamices rotativos	2		2
Reactores UASB	2 (3 módulos)	1 módulo	2 (4 módulos)
Lagunas facultativas	2	1	3
Lagunas de maduración	4	2	6
Lechos de secado	15	4	19

De acuerdo a la normativa ambiental nacional establecida en el Decreto No.20 – 2017 "Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales", el Proyecto se clasifica en Categoría Ambiental II, administrado por el MARENA Central a través de la DGCA y se refiere a proyectos que pueden causar altos impactos ambientales potenciales, por lo que

están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Según el Arto. 15, inciso 34 de este decreto, el proyecto se cataloga como "Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal superior a los 750 m^3/día".

ENACAL, con el objetivo de identificar, analizar y evaluar los impactos potenciales significativos que podrían ocasionar las actividades a ser ejecutadas por el Proyecto, sometió solicitud al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, para la obtención de los Términos de Referencia y proceder a la realización del respectivo Estudio de Impacto Ambiental (EIA), recopilando y analizando toda la información técnica referida a los aspectos fundamentales del proyecto.

El presente documento está compuesto de diecinueve capítulos: Resumen Ejecutivo; Introducción; Antecedentes; Objetivos General y Específico del Proyecto y del EIA; Justificación Técnica, Económica, y Social del Proyecto; Marco Legal e Institucional; Análisis de Alternativas; Descripción Específica del Proyecto; Etapas del Proyecto; Límites del Área de Influencia; Caracterización Ambiental del Área de Influencia del Proyecto; Identificación, Pronóstico y Valoración de los Impactos Ambientales; Análisis de Riesgos; Programa de Gestión Ambiental (PGA); Conclusiones; Bibliografía; Anexos; Nombre, Firma y Calificaciones de los Miembros del Equipo Consultor; y Cuadro Resumen del Proyecto.

El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto permitió caracterizar el medio circundante y las actividades a ejecutar, así como identificar y evaluar sus interacciones para predecir y evaluar los posibles impactos positivos y negativos productos de estas interacciones en el área de influencia. Conforme a esta evaluación se desarrolló un Programa de Gestión Ambiental, conteniendo medidas ambientales y planes de gestión y control dirigidos a la prevención, mitigación y corrección de los efectos que ocasiones los impactos ambientales productos de la ejecución de las actividades del proyecto.

2 INTRODUCCIÓN

La República de Nicaragua tiene una población estimada de 6.3 millones de habitantes de los cuales el 56% está ubicado en áreas urbanas. Durante los últimos 20 años, el crecimiento poblacional total de Nicaragua fue del 37% mientras que el crecimiento urbano fue del 48.5%. Las aguas residuales no tratadas de los hogares y de las industrias son las fuentes principales de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, situación que es agravado por el inadecuado manejo de los desechos sólidos. Al respecto, aproximadamente el 60% de los hogares en el sector urbano no cuentan con una conexión al alcantarillado ni tratamiento de sus aguas residuales. La situación en el sector de agua y saneamiento afecta a los habitantes en su calidad de vida, impactando en su salud y finalmente agravando la pobreza.

Para el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional y desde luego para ENACAL abordar el mejoramiento integral de estos servicios es vital, lo cual se refleja tanto en el Plan Nacional de Desarrollo Humano, como en el Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano PISASH. Las políticas de aguas y saneamiento del Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH) promueven el crecimiento económico y la reducción de la pobreza mediante el uso de los recursos naturales y proteger el medio ambiente promueve el aumento de la cobertura efectiva, una mejor calidad de servicio, el uso racional de los recursos hídricos y la preservación del medio ambiente. Actualmente se ejecuta un programa nacional de inversiones de más de 350 millones de dólares cuyo fin es aumentar la cobertura del servicio de agua y saneamiento a nivel nacional.

Al 2017 Rivas contaba con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y un sistema de alcantarillado sanitario que cubre aproximadamente el 55% del caso urbano de la ciudad. Se sitúa en el este de la localidad, a escasos metros del estadio de baseball y en las proximidades del Río de Oro. Las aguas residuales son conducidas para su tratamiento a una PTAR conformada por dos módulos compuestos por 2 lagunas de estabilización cada uno. El efluente de cada laguna secundaria converge en una misma caja receptora, seguidamente el efluente descarga en un cauce pluvial de corta longitud que finalmente llega al río Oro, el que previamente atravesó la ciudad de Rivas (con mucha contaminación), quedándole un recorrido de cuatro kilómetros antes de descargar en el lago Cocibolca, en un segmento de playa en la localidad de San Jorge.

La información sobre el sistema de saneamiento de Rivas se encontró incompleta y desactualizada, considerando que ENACAL y la Alcaldía Municipal de Rivas han realizado ampliaciones de la red AS en algunos barrios, no contando con información digital ni física de las mismas, y se desconocía si toda el agua recolectada en el alcantarillado sanitario es conducida a la PTAR. Fuera de la cobertura de la red de drenaje sanitario, se hace uso de la técnica seca: sumideros y letrinas para la deposición de excretas, estimándose un total de 4,831 letrinas. A nivel municipal el déficit estimado de letrinas es de 1,200 unidades[1].

Considerando que existen zonas sin cobertura de servicio de alcantarillado, que al utilizar letrinas y sumideros comprenden fuentes de contaminación difusa por vertidos indirectos hacia el medio y que la planta de tratamiento de aguas residuales actual ya ha sobrepasado su capacidad, Rivas es uno de

[1] Plan Ambiental Municipio de Rivas 2010 – 2020. Alcaldía de Rivas. Pág. 31

los sitios a beneficiar mediante el Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Ciudad de Rivas, Departamento de Rivas".

Con la implementación de este proyecto se procura mejorar la capacidad de recolección, transporte, evacuación, tratamiento y disposición de las aguas residuales del área urbana de la ciudad de Rivas, con el fin de lograr un aumento en la calidad de vida de sus pobladores, así como la protección tanto del entorno de la ciudad como el Lago de Cocibolca, que representa la más importante reserva de agua dulce del país.

3 ANTECEDENTES

Como parte del proceso de la transformación de las empresas públicas en 1991, se inició el proceso de modernización de INAA, y en 1995 da comienzo el Programa de Reforma de las Empresas Públicas en el sector de Agua y Saneamiento. En 1997 se produce a lo interno del INAA la separación de funciones: Coordinación Sectorial, Fiscalización, Regulación y Operación de los Servicios y para 1998 deriva la aprobación y promulgación de las leyes, decretos y Reglamentos que conformarán el nuevo marco jurídico y legal del sector a partir del/98. Amparados en las reformas de la Ley Orgánica del INAA publicadas en la Gaceta Diario Oficial del 28 Enero de 1998, Leyes Nos: 275 Y 276, se prosiguió el proceso de reestructuración del sector de agua potable y alcantarillado sanitario, a fin de dar cumplimiento a estas leyes, procediendo a establecer la separación de las actividades operativas, normativas y empresariales, constituyéndose dos órganos con subordinación directa de la Presidencia de la República, el INAA Ente Regulador y ENACAL Empresa Operadora de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, ésta última se reestructura organizacionalmente para convertirse en una Empresa Operadora de los Servicios de Giro Comercial.

ENACAL tiene como objetivo principal, la prestación del servicio de agua potable, el que incluyendo el proceso de captación, producción, tratamiento, conducción, almacenamiento, distribución, comercialización y el de Alcantarillado Sanitario que incluye los procesos de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales[2].

El Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano, PISASH, es una estrategia diseñada en 2012 por el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional a fin de responder al compromiso asumido en el Plan Nacional de Desarrollo Humano e impulsar el logro de las metas nacionales establecidas para el sector en un período de 20 años. El Programa contempla la mejora y ampliación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de agua residuales en áreas urbanas y rurales; el incremento de capacidades institucionales para operación, mantenimiento, gerencia y sostenibilidad financiera; gestión integral del recurso hídrico para que la población ejerza plenamente su derecho humano al agua y saneamiento.

A través del PISASH, las delegaciones departamentales y filiales de ENACAL, incrementarán sus capacidades operativas, garantizando que los sistemas de agua y saneamiento funcionen con calidad y eficiencia, además de mejorar los niveles de sostenibilidad financiera, a través del catastro comercial, facturación, micro medición, cobranza y atención a usuarios.

La Gerencia Ambiental de ENACAL es la responsable de llevar, con apoyo de los especialistas ambientales y sociales de las Direcciones del Programa PISASH, el cumplimiento de las normativas ambientales, del monitoreo y control de la gestión ambiental de los Proyectos PISASH en sus diferentes etapas (Pre factibilidad, factibilidad, ejecución y operación). Tiene como misión asesorar a las diferentes instancias de la Institución en el cumplimiento de la normativa ambiental y sanitaria vigente en el país relacionada con el sector agua potable y saneamiento y garantizar el control de la calidad del agua de abastecimiento y de las aguas residuales domésticas e industriales descargadas en los sistemas de alcantarillado sanitario. Le corresponde planificar e integrar la gestión ambiental dentro de las

[2] Ley 276 (Ley de Creación de ENACAL)

actividades de ENACAL, para el cumplimiento de las disposiciones ambientales y sanitarias nacionales que regulan el sector agua potable y saneamiento. La Gerencia Ambiental establece las coordinaciones necesarias con el MARENA y las municipalidades para las gestiones de permisos y autorizaciones ambientales para los proyectos en operación desarrollados por la Institución.

En la ciudad de Rivas existen serios problemas de salud, principalmente por enfermedades transmitidas por el agua, como resultado de la concentración de población y la falta de un buen sistema de Alcantarillado sanitario ya que el actual sistema de tratamiento se ubica muy cercano a la población urbana y solamente cubre aproximadamente el 48% del casco urbano de la ciudad, descargando su efluente a un cauce pluvial de corta longitud que finalmente llega al Río Oro el cual desemboca en el Lago Cocibolca, no tiene la capacidad para afrontar las futuras ampliaciones del Alcantarillado, ni cuenta con un concepto operativo adecuado tanto en la funcionalidad como en el aspecto de costo de operación.

Más del 50% del casco urbano de la ciudad carece de un sistema de tratamiento de aguas residuales, y el método más común usado para eliminar las aguas residuales es en desagüe y letrinas, todos los barrio que se han asentado en la periferia de la ciudad usan las calles para las aguas residuales y utilizan letrinas seca o húmedas dependiendo de su localización y condición económica. La población de estos barrios utilizan letrina seca, algunas casas construyen zanjas y depositan las aguas residuales directamente a ellas.

La ciudad de Rivas tiene serios problemas ambientales, agua con malos olores, originando mala apariencia originada por el sistema de letrinas sanitarias. La mayoría de las casas en la ciudad discurren las aguas servidas sobre las calles.

La falta de un buen tratamiento de las aguas servidas hacia el Río Oro y al Lago Cocibolca o Lago de Nicaragua, causan degradación ambiental. El lago es importante para la producción en la agricultura y es una de mayor atracción turística del País, por concentrarse en ella una variada cantidad de especies faunísticas, consecuentemente, las aguas residuales de la ciudad de Rivas, no solo influyen en el medio ambiente dela ciudad, sino también al medio ambiente de Nicaragua.

4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS DEL PROYECTO Y DEL EIA

4.1 Objetivo General

Contribuir al desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Rivas, mediante la implementación del Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Ciudad de Rivas, de forma sostenible y amigable con el medio ambiente.

4.2 Objetivos Específicos

- Describir el medio ambiente actual y generalidades del proyecto
- Identificar el marco legal e institucional aplicable a proyectos de saneamiento
- Delimitar las áreas de influencia del proyecto, identificar y valorar los impactos ambientales, directos e indirectos, que causará la ejecución del proyecto
- Desarrollar un Programa de Gestión Ambiental para el proyecto, en donde se establecen las medidas mitigadoras y compensatorias necesarias para la minimización de estos impactos
- Definir responsabilidades en la implementación y seguimientos de las acciones de mitigación y control establecidas en este documento.

5 JUSTTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO

5.1 Incidencia del Proyecto en el Ámbito Local, Regional y Nacional

La ciudad de Rivas presenta ventajas comparativas con el resto de ciudades del departamento: posición geográfica, que permite un potencial de distribución comercial y de servicio para el resto del departamento; infraestructura vial nacional e internacional en buen estado para el traslado de carga nacional e internacional; clima sub-tropical; diversidad de suelos desde muy desarrollados y fértiles a menos fértiles; diversificación e industrialización de la producción agrícola, potencial de aguas superficiales y subterráneas; diversidad de ecosistemas; sitios históricos; pesca artesanal; diversidad de producción agrícola; presencia de infraestructura agroindustrial productiva (ganado, leche, frutas, alfarería, vestuario, etc.); producción energética amigable con el medio ambiente (Eólica); un potencial turístico de gran envergadura, dado que alberga en sus cercanías, y muchas de las playas más atrayentes y populares entre los visitantes tanto nacionales, como extranjeros. Rivas además cuenta con la presencia Institucional de las Delegaciones departamentales de Gobierno, lo que ha permitido un creciente desarrollo socioeconómico a través de una dinámica económica que influye en el resto de los municipios del departamento.

Sin embargo, el acelerado y no planificado crecimiento de la ciudad de Rivas con alta concentración en el área urbana representa un aumento en la demanda de servicios para satisfacer las necesidades básicas de la población ha ocasionado que gran parte de la población no disponga de adecuado servicios básicos, como son agua potable, alcantarillado Sanitario, centro de salud, etc., provocando que la calidad de vida de la población no sea la recomendad para garantizar la salud de los pobladores.



Foto 5-1: Calles de Rivas con aguas residuales drenando

Actualmente se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento de aguas residuales, que no cubre la ciudad de Rivas en su totalidad. Se estima solamente un 50% de la población cuenta con servicio de red de alcantarillado sanitario. Los medios utilizados comúnmente para la eliminación de las aguas residuales y excretas incluyen letrinas, sumideros, zanjas en los patios de las casas. Al no existir un adecuado sistema de recolección, las aguas residuales no

recolectadas son vertidas en las vías públicas, patios y cauces que atraviesan la ciudad, por lo que es común observar en las calles aguas jabonosas provenientes del lavado de ropa, del aseo personal y de otros quehaceres del hogar que provocan enfermedades de origen hídrico. Además de destruir, erosionar y dañar las vías deteriorando la imagen urbana de esta ciudad turística.

La baja cobertura del sistema de alcantarillado y el hecho de que la planta de tratamiento de aguas residuales municipales ha alcanzado su vida útil, provoca focos de contaminación por arrastre de aguas residuales en las calles de la ciudad, aumentando el riesgo de propagación de enfermedades trasmitidas por el agua, afectando a su vez la calidad de vida de las familias más vulnerables de la ciudad.

Las aguas residuales que corren en la ciudad de Rivas, tanto superficialmente como a través de la red de alcantarillado tienen como destino final el Río Oro, que desemboca en el Gran Lago de Nicaragua, Cocibolca, que constituye la reserva de agua dulce más importante de Nicaragua, por lo que todos los esfuerzos se enfocan en su preservación y aprovechamiento sostenible y responsable.



Foto 5-2: Punto de Descarga del Río Oro en el Lago Cocibolca

La construcción del Alcantarillado Sanitario y específicamente la rehabilitación y ampliación del Sistema de Tratamiento es una necesidad de primer orden, porque se solucionará el problema de la evaluación de las agua residuales y evitará la generación de enfermedades de origen hídrico acompañado con el deterioro de la calidad del agua del Lago Cocibolca destinado como futura fuente de abastecimiento de la ciudad.

El desarrollo del proyecto logrará satisfacer una de las grandes necesidades de la población como es el adecuado manejo y tratamiento de las agua residuales domésticas, permitiendo de esta manera mejorar sus condiciones de vida al habitar en un ambiente más saludable. Con la implementación del proyecto se disminuirá de manera considerable las afectaciones al ecosistema, a la salud. Así como, habrá un mejoramiento estético de la ciudad, lo que la volvería más atractiva al turismo, mejorando de esta manera la economía local.

5.2 Justificación de Sitios

Justificar la selección de los sitios para la construcción y operación del proyecto y sus diferentes componentes

ENACAL con el propósito de fortalecer la operación de los servicios de alcantarillado sanitario, en los estudios y diseños se ha planteado la optimización de los recursos operacionales, considerando el mínimo de requerimientos, principalmente energéticos, que puedan afectar el proceso de depuración. Por tal razón, los predios para los diferentes componentes del sistema de saneamiento, se eligieron con la intención de mantener el mínimo de bombeo, aprovechando el flujo a gravedad, el cumplimiento con los criterios de ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, además de considerar los planes de desarrollo urbano de la Municipalidad, la disponibilidad y disposición de venta de los terrenos.

El sitio seleccionado permite la ubicación de las diferentes unidades de la PTAR de acuerdo a la Norma Técnica Ambiental NTON 05 027 05, para regular los sistemas de tratamiento de aguas residuales y sus reúso. La PTAR estará ubicada a sotavento del casco urbano, de manera que el riesgo asociado a la generación de olores desagradables no genere impactos significativos a la población circundante.

5.3 Justificación de Tecnología

Justificar la selección de las tecnologías electas para el tratamiento de aguas residuales y sus obras conexas, considerando las posibles afectaciones al entorno. Disponibilidad de equipo para mantenimiento correctivo.

ENACAL procura que la tecnología a emplear sea de bajo costo, fácil manejo, bajos costos de construcción y mantenimiento, y que asegure que las aguas tratadas cumplan con los límites máximos permitidos para el vestido en los diferentes cuerpos de agua del país. La combinación del sistema UASB con lagunas aporta a reducir el requerimiento de terreno y por lo tanto conlleva menor costo en la ejecución de las obras, sin poner en riesgo la calidad del efluente, siendo estos sistemas altamente eficientes en la remoción de los contaminantes de aguas domésticas.

Sumado, a lo anterior mencionado, todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales municipales, gestionadas por ENACAL, se fundamentan en el tratamiento biológico y ENACAL cuenta con vasta experiencia y conocimiento en la gestión y operación de determinados tipos de tratamiento, principalmente: sistemas de lagunaje, ampliamente extendido en el país; reactores UASB; tanques Imhoff; y humedales artificiales. Siempre es preferible, en una determinada área de intervención, la implantación de sistemas conocidos por la institución. Desde este punto de vista, se garantiza una mejor operación y mejores resultados en la calidad del efluente como consecuencia directa.

La tecnología de tratamiento propuesta para la ciudad de Rivas también ofrece ventajas en el manejo de los lodos, debido a que el sistema permite obtener lodos ya estabilizados para su posterior deshidratación y disposición final.

En cuanto a la disponibilidad de equipos para mantenimiento, el sistema de lagunaje no demanda equipos electromecánicos. Sin embargo, en el diseño de las unidades de pretratamiento y UASB, se ha procurado que el requerimiento sea mínimo y el sistema no represente costos operativos elevados.

5.4 Monto Total de la Inversión del Proyecto

El presupuesto del proyecto asciende a US$ 11,243,980.44 de dólares americanos para la primera etapa a ejecutar.

Se calcula un monto aproximado de US$ 5,119,699.00 de dólares americanos para la segunda fase de construcción del sistema de saneamiento.

El total de la inversión asciende aproximadamente a US$ 16,363,679.44 de dólares americanos al final del período de diseño.

5.4.1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El monto de inversión para la construcción de la primer fase de la PTAR es de US$ 7,376,103.94 dólares americanos.

Tabla 5-1: Inversión PTAR

ítem	Descripción	Costo Total US$
1	Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)	**7,376,103.94**
1.1	Obras de Tratamiento Preliminar (Desarenador, Tamiz Rotativo, Caja De Distribución CD1, Lechos De Secados)	236,012.23
1.2	Obra Civil Para Caja De Bypass	23,261.67
1.3	Obras Para Rejilla	81,133.02
1.4	Estación De Bombeo EB 1	198,757.67
1.5	Obras Del Desarenador	151,525.56
1.6	Obras Del Tamiz Rotativo	226,401.78
1.7	Caja De Distribución Cd1	21,518.31
1.8	Reactor Anaeróbico Tipo UASB Nº 1 (Módulos 1-1 y 1-2)	826,445.94
1.9	Reactor Anaeróbico Tipo UASB Nº 2 (Módulo 2-1)	483,233.56
1.10	Sistema de Recolección de Gas	173,429.07
1.11	Estación de Bombeo EB 3.1	18,449.66
1.12	Estación De Bombeo EB 3.2	15,979.35
1.13	Caja de Distribución CD2	47,460.89
1.14	Lechos de Secado	298,453.26
1.15	Estación de Bombeo EB 4	21,561.67
1.16	Canal de Salida y Parshall	26,955.57
1.17	Obras de Salida	26,330.91
1.18	Lagunas Facultativas	1,079,616.89
1.19	Lagunas de Maduración	2,201,982.42
1.20	Interconexiones de las Obras (Tuberías)	36,149.25
1.21	Excavación Clasificada	4,570.59

ítem	Descripción	Costo Total US$
1.22	Relleno y Compactación	23,265.75
1.23	Tuberías	253,346.26
1.24	Pozos de Visita	43,619.19
1.25	Instalaciones Eléctricas	254,471.50
1.26	Obras Conexas	542,861.52
1.27	Sistema de Agua Potable	51,815.92
1.28	Obras Adicionales	7,494.53
	Precio Total en Dólares US $	**7,376,103.94**

5.4.2 Red de Alcantarillado Sanitario

El monto de inversión para la construcción de la primer fase de la Red de Alcantarillado es de US$ 3,687,876.50 dólares americanos.

Tabla 5-2: Inversión Red Alcantarillado Sanitario

Ítem	Descripción	Costo Total US$
1	Red de Alcantarillado	**3,448,199.47**
1.1	Excavación	167,768.15
1.2	Excavación Clasificada	509,535.33
1.3	Relleno y Compactación	515,637.04
1.4	Colectores Principales	637,014.67
1.5	Línea de Impulsión	68,614.92
1.6	Válvulas de Aire	4,752.95
1.7	Caja de Protección para Válvulas	7,446.11
1.8	Obras para Sustitución de Colectores Existentes	35,498.45
1.9	Pozos de Visita Sencillos	469,899.61
1.10	Pozos de Visita Doble Pared	134,160.96
1.11	Construcción de Caídas en Pozos de Visita	13,649.07
1.12	Conexiones Domiciliares	709,782.34
1.13	Remoción y Restauración de Superficies	174,439.87
2	Estación de Bombeo 1	**419,677.03**
2.1	Obras Civiles	122,919.73
2.2	Instalaciones Hidráulicas	98,396.22
2.3	Instalaciones Electromecánicas	51,574.19
2.4	Instalaciones Eléctricas	89,513.48
2.5	Obras Generales	57,273.41
	Precio Total en Dólares US $	**3,867,876.50**

5.5 Generación de Empleos

Para la construcción de los componentes del sistema de saneamiento se contratará mano de obra calificada y no calificada que se encuentre disponible en la zona y sus alrededores. Estarán participando: ingenieros Supervisores y residente, ingenieros de Medio Ambiente y seguridad, Técnicos Electricistas y Electromecánicos, Obreros y Auxiliares de Construcción. Se estará contratando localmente: albañiles, ayudantes de albañilería, obreros para realizar trabajos de zanjeo, limpieza de malezas, fontaneros, armadores de hierro, soldadores, etc.

Se estima que el personal requerido será de 89 trabajadores. Para la construcción de redes, serán necesarios 102 trabajadores. Se calcula la fuente de empleo indirecto en 230 trabajadores. Las edades de los trabajadores oscilarán entre los 18 y 60 años.

Tabla 5-3: Personal Requerido Construcción Sistema de Saneamiento Rivas

Personal	Redes	PTAR
Gerente de proyecto	1	1
Ingeniero residente	1	1
Control y seguimiento	-	1
Ingeniero ambientalista	-	1
Maestro de obra	4	2
Fiscal	3	1
Laboratorista	1	1
Topógrafo	1	1
Ayudante de topografía	2	-
Cadenero	-	1
Conductor liviano	2	2
Bodeguero	1	1
Operador de equipo	7	21
Ayudantes	70	36
Albañiles	4	9
Fontanero	3	-
Vigilante	2	-
Carpinteros		4
Armadores		2
Vigilantes		4
Total	102	89

Fuente: FITCHNER, 2018

ENACAL, dentro de sus políticas de contrataciones toma en cuenta lo establecido en la constitución política de la Republica de Nicaragua en su Arto. 27. Todas las personas son iguales ante la ley y tienen derecho a igual protección. No habrá discriminación por motivos de nacimientos, nacionalidad, credo político, raza, sexo, idioma, religión, opinión, origen, posición económica o condición social.” y el Arto.

48, que establece la igualdad incondicional de todos los nicaragüenses en el goce de sus derechos políticos; en el ejercicio de los mismos y en el cumplimiento de sus deberes y responsabilidades; existe igualdad absoluta entre el hombre y la mujer.

Así mismo deberá cumplir con la Ley de Igualdad de Derechos y Oportunidades y su Reglamento, Ley No. 648. Aprobada el 14 de Febrero del 2008, específicamente el Arto. 19 En las políticas de empleo, planes, programas y proyectos de inserción laboral deberán aplicar los siguientes lineamientos: 1) Incluir en las políticas de empleo las disposiciones contenidas en la presente Ley a fin de lograr la igualdad real en el ejercicio de los derechos laborales entre mujeres y hombres, el acceso al trabajo, a las relaciones laborales y a las condiciones generadas por las mismas; 2) Las mujeres y los hombres deben recibir igual salario por igual trabajo, acorde con su experiencia laboral, preparación académica, nivel de responsabilidad del cargo, así mismo gozar de los derechos laborales y beneficios sociales que les corresponde.

5) Las ofertas de empleo deberán ser formuladas sobre la base de los requisitos exigibles para su desempeño, sin que el sexo del postulante sea un criterio de elegibilidad; 8) Garantizar la protección de los derechos laborales de las mujeres trabajadoras, de conformidad a las leyes laborales vigentes e instrumentos internacionales ratificados por la República de Nicaragua en materia laboral.

5.6 Beneficios del Proyecto a Nivel Social, Ambiental y Económico

La ampliación de la red y la planta de tratamiento de aguas residuales, vendrá mejorar la calidad ambiental del entorno, y contribuirá al aumento en la plusvalía de las viviendas por contar con servicios básicos de calidad, y mejora en la calidad estética de la ciudad.

Además se espera una mejoría en la dinámica socioeconómica por la generación de empleos, prestación de servicios, ventas de insumos, entre otros, lo que representa de forma general una mejora de la calidad de vida de la población de la población rivense.

6 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Nicaragua, a partir de 1990, ha impulsado una serie de acciones que conllevan a la formulación y aprobación de leyes y reglamentos, decretos, normas, resoluciones, disposiciones y acuerdos de carácter ambiental, como instrumentos para desarrollar un proceso de gestión ambiental, encaminados hacia un desarrollo sostenible.

La legislación vigente del país en materia de medio ambiente nos brinda todas las leyes, reglamentos, normas y decretos en los cuales los nicaragüenses debemos tomar en cuenta al momento de realizar o formular un proyecto de rehabilitación, construcción, mejoramiento, etc.

A continuación, se presentan las principales leyes, reglamentos y normas que conforman el marco legal ambiental que se relacionan con el proyecto.

~ **Ley No. 854, Ley de Reforma Parcial a la Constitución Política de la República de Nicaragua. Gaceta No. 26, 10/02/2014**

En su Arto. 60 establece que: los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable, así como la obligación de su preservación y conservación. El bien común supremo y universal, condición para todos los demás bienes, es la madre tierra; ésta debe ser amada, cuidada y regenerada. El bien común de la Tierra y de la humanidad nos pide que entendamos la Tierra como viva y sujeta de dignidad. Pertenece comunitariamente a todos los que la habitan y al conjunto de los ecosistemas. La Tierra forma con la humanidad una única identidad compleja; es viva y se comporta como un único sistema autorregulado formado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos, que la hacen propicia a la producción y reproducción de la vida y que, por eso, es nuestra madre tierra y nuestro hogar común. Debemos proteger y restaurar la integridad de los ecosistemas, con especial preocupación por la diversidad biológica y por todos los procesos naturales que sustentan la vida. La nación nicaragüense debe adoptar patrones de producción y consumo que garanticen la vitalidad y la integridad de la madre tierra, la equidad social en la humanidad, el consumo responsable y solidario y el bien vivir comunitario. El Estado de Nicaragua asume y hace suyo en esta Constitución Política el texto íntegro de la Declaración Universal del Bien Común de la Tierra y de la Humanidad".

~ **Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y su Reglamento. 2/05/1996 - 9-96, 25/07/1996**

Establece las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.

~ **Ley No. 40, Ley de Municipios y su Reglamento. 22/08/1997 - 52-97, 05/09/1197**

Establece las normas y procedimientos para la gestión municipal. El Municipio es la unidad base de la división político administrativa del país. Se organiza y funciona a través de la participación popular para la gestión y defensa de los intereses de sus habitantes y de la nación.

~ **Ley No. 641, Código Penal de Nicaragua. Gaceta, No. 83, 84, 85, 86 y 87 del 5, 6, 7, 8 y 9 de Mayo del 2008**

Califica como delitos ambientales una serie de conductas que son lesivas al interés nacional y colectivo sobre el bien difuso denominado ambiente, de tal manera que en sus Artos. 21, 23 establece que son delitos o faltas las acciones u omisión dolosas o imprudentes calificadas y penadas en este código o en leyes especiales, y que los delitos o faltas pueden ser realizados por acción u omisión. Así mismo este código establece por vez primera un Titulo denominado: Construcciones prohibidas y Delitos contra la Naturaleza y el Medio Ambiente e igualmente establece un capítulo denominado faltas contra el Medio Ambiente; entre las que se encuentran conductas vinculadas a las actividades que se desarrolla en el sector saneamiento, entre las que tenemos: Delitos Contra los Recursos Naturales: Arto.365. Contaminación del suelo subsuelo: Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente, y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos, con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, será sancionado con pena de dos o cinco años de prisión y de cien a mil días multa. Las penas establecidas en este artículo se reducirán en un tercio en sus extremos mínimos y máximos, cuando el delito se realice por imprudencia temeraria; Arto.366. Contaminación de agua: Quien, directa o indirectamente, sin la debida autorización de la autoridad competente y en contravención de las normas técnicas respectivas, descargue, deposite o infiltre o permita el descargue, deposito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general, serán sancionado con pena de dos a cinco años de prisión y de cien a mil días de multa; Arto. 370. Circunstancia agravantes especiales: Los extremos mínimos y máximos de las penas establecidas en los artículos anteriores, serán aumentadas en un tercio, cuando el delito: a. Recaiga en reservorios de agua destinadas para consumo humano; b. Produzca la destrucción de manglares o se rellenen lagunas naturales o artificiales o esteros o cualquier tipo de humedales; c. Afecte los suelos y subsuelos de asentamientos poblacionales y la salud de las personas; d. Se realice dentro de las áreas protegidas y zonas de amortiguamiento; e. Destruya total o parcialmente ecosistemas costeros, marítimos, lacustres o pluviales; f. Se realice en áreas declaradas por la autoridad competente, como de especial valor biológico, ecológico, educativo, científico, histórico, cultural, recreativo, estético, arqueológico o de desarrollo económico; g. Cause daño directo o indirecto a una cuenca hidrográfica; h. Afecte recursos hidrobiológicos; Arto. 371. Violación a lo dispuesto por los estudios de impacto ambiental: El que altere, dañe o degrade el medioambiente por incumplimiento de los límites y previsiones de un estudio de impacto ambiental aprobado por la autoridad competente, será sancionado con prisión de dos a cuatro años e inhabilitación especial por el mismo periodo para el ejercicio de la actividad, oficio, profesión o arte, empleo o cargo; Arto. 555. Arrojar basura y aguas negras en lugares públicos: El que arroje, tire o bote bolsas plásticas, papeles, aguas negras o basura de cualquier clase en la vía pública, plazas, parques u otros lugares de acceso público, será sancionado de diez a treinta días multas, o trabajo en beneficio de la comunidad de diez a treinta jornada de dos horas diarias. En la misma pena incurrirá, quien omita colocar y mantener un recipiente adecuado para que sus usuarios depositen la basura, en vehículos de transporte público colectivo y selectivo.

~ **Ley No. 559, Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Gaceta No. 225, 21/11/2005**

Esta ley tiene por objeto tipificar como delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales, las acciones u omisiones que violen o alteren las disposiciones relativas a la conservación, protección, manejo, defensa y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, así como, el establecimiento de la responsabilidad civil por daños y perjuicios ocasionados por las personas naturales o jurídicas que resulten con responsabilidad comprobada.

~ **Ley No. 423, Ley General de Salud. Gaceta No. 91, 17/05/2002**

Esta ley tiene por objeto tutelar el derecho que tiene toda persona de disfrutar, conservar y recuperar su salud, en armonía con lo establecido en las disposiciones legales y normas especiales. Para tal efecto regulará: a. Los principios, derechos y obligaciones con relación a la salud; b. Las acciones de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud; c. El Saneamiento del medio ambiente; d. El Control sanitario que se ejercerá sobre los productos y servicios destinados a la salud; e. Las medidas administrativas, de seguridad y de emergencias que aplicará el Ministerio de Salud; f. La definición de las infracciones y su correspondiente sanción.

~ **Ley No. 337, Ley Creadora del Sistema Nacional para La Prevención, Mitigación y Atención de Desastres. 07/04/2000**

Tiene por objeto establecer los principios, normas, disposiciones e instrumentos generales necesarios para crear y permitir el funcionamiento de un sistema interinstitucional orientado a la reducción de riesgos por medio de las actividades de prevención, mitigación y atención de desastres, sean estos naturales o provocados. Son objetivos del SINAPRED, entre otros los siguientes: La definición de las responsabilidades y funciones de todos los organismos, sean estos públicos o privados en cada una de las diferentes fases; La integración de los esfuerzos públicos y privados requeridos en esta materia, el uso oportuno y eficiente de todos los recursos requeridos para este fin.

~ **Ley No. 863, Ley de Reforma a la Ley 337 Ley Creadora del Sistema Nacional para La Prevención, Mitigación y Atención de Desastres. Gaceta No. 70, 7/04/2000**

Refórmese el numeral 1 del artículo 3, el artículo 7, el cuarto párrafo del artículo 8, el párrafo final del artículo 13, la denominación del Capítulo III, los artículos 14 y 15 y el primer párrafo del artículo 30, de la Ley No. 337, “Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres”.

~ **Ley No. 276, Ley de Creación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL). Gaceta No. 12, 20/01/1998**

Arto. 1. Créase la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios, entidad estatal de giro comercial, con personalidad jurídica y patrimonio propio, de duración indefinida y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, que en adelante se denominará la Empresa o simplemente ENACAL.

~ **Ley No. 925, Ley de Reforma a la Ley No. 276, Ley de Creación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL). Gaceta No. 48 del 09/03/2016**

Refórmese el Arto. 3 de la Ley No. 276, Ley de Creación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), el que se leerá así: "Arto. 3 Se otorga a ENACAL, la facultad de autorizar todos los proyectos de agua potable y saneamiento, que desarrollen las personas naturales, las Alcaldías y demás personas jurídicas. Lo anterior, sin perjuicio de la observancia de todas las obligaciones que deben cumplir y que se encuentran reguladas en otras leyes aplicables a la materia. Asimismo, la Empresa tendrá como objetivo brindar servicio de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales; para tales efectos podrá realizar las actividades siguientes: 1-Captar, tratar, conducir, almacenar, distribuir y comercializar agua potable y recolectar, tratar y disponer finalmente de las aguas residuales; 2-Obtener, comprar y vender agua cruda y potable, así como comercializar los servicios de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales; 3-Tomar todas las medidas necesarias para que las descargas de los sistemas de alcantarillados sanitarios cumplan las normas de vertido establecidas por la ley; 4- Investigar, explorar, desarrollar y explotar los recursos hídricos necesarios, así como construir las obras que se requieran para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y resolver los problemas de abastecimiento y saneamiento de las aguas en las comunidades rurales del país, de conformidad a las demás leyes existentes; 5- Elaborar las políticas y planes de expansión de la Empresa a corto, mediano y largo plazo; 6- Operar los sistemas públicos de agua potable y/o alcantarillado sanitario no concesionados a otras empresas por el Ente Regulador; 7- Cualquier otra actividad necesaria para su desarrollo.

~ **Decreto No. 20, Creación del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). Gaceta No. 3, 24/08/1979**

El INAA es un ente autónomo del Estado que depende jerárquicamente de la Presidencia de la República. Fue creado mediante Decreto No. 20, publicado en La Gaceta, No. 3, 24 /08/ 1979.

~ **Decreto No. 123, Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. Gaceta No. 44, 30/10/1979**

Arto. 1. El Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados creado por Decreto No. 20 del 25 de julio de 1979, es un ente autónomo con personería jurídica, patrimonio propio y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones y su duración será indefinida. Arto. 4. El Instituto será el encargado de realizar la planificación, ejecución y control de los Sistemas Municipales y Locales que se incluyen en el Plan Nacional de Acueductos y Alcantarillados, los cuales se declaran obras de interés nacional y de utilidad pública: Arto. 5. Las aguas subterráneas o superficiales destinadas a uso público ya sean a obras de acueductos o de obras hidráulicas, pertenecen al dominio del Estado; el Instituto como organismo encargado del control y uso de las aguas y para propósito del servicio de agua; tendrá preferencia en su utilización sobre cualesquier particular. El Instituto mediante Decreto del Poder Ejecutivo, podrá declarar zonas de reserva en terrenos comunales o particulares, donde no se podrá emprender ninguna obra de exploración o explotación de aguas de cualesquier naturaleza, en beneficio de persona natural o jurídica alguna; con el objeto de garantizar la existencia de fuente de aguas suficientes para los servicios públicos de interés general que presta el Instituto. Todo lo anterior en coordinación con el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente.

~ **Ley No. 275, Ley de Reforma a la Ley Orgánica de INAA. Gaceta No. 18, 28/01/1998**

Arto 1.- Refórmese el Artículo 6 del Capítulo l, Constitución y Objeto de la Ley Orgánica del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), Decreto No. 123 del 23 de Octubre de 1979, Publicado en La Gaceta, Diario Oficial, No. 44 del 30 de Octubre de 1979, el que se leerá así: "Arto. 6.- El Instituto tendrá a su cargo la regulación, fiscalización y normación del sector de agua potable y alcantarillado sanitario del país. Para el logro de sus objetivos tendrá las siguientes funciones y atribuciones: a) Ser el Ente Regulador de la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario; b) Regular y fiscalizar la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillados sanitarios, por parte de las empresas que operen dichos servicios, todo de acuerdo a la ley sobre la materia; c) Velar por los derechos de los consumidores de agua potable y usuarios del alcantarillado sanitario estableciendo normativas y procedimiento para resolver los reclamos de los mismos, de conformidad a lo establecido en el Reglamento de la presente Ley; d) Desarrollar el proceso de adjudicación y otorgar las concesiones de servicios públicos en el sector de agua potable y alcantarillados sanitarios desde el llamado a licitación hasta la emisión del correspondiente Acuerdo de Concesión; e) Aprobar, fijar y fiscalizar las tarifas de las prestaciones de servicios, de conformidad a lo establecido en la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillados Sanitarios y el Decreto Tarifario mediante la publicación del correspondiente Acuerdo Tarifario, específico para cada concesionario; f) Dictar las Normas y especificaciones que regirán el diseño, construcción, operación, mantenimiento y administración de los sistemas de acueductos y alcantarillados sanitarios urbanos; así como las obras de agua potable y saneamiento rural y las obras de mantenimiento y disposición final de soluciones individuales; g) Fiscalizar y verificar que las obras de acueductos y/o alcantarillados se ejecuten con forme a las normas referidas en el inciso anterior y exigir según sea el caso, a los concesionarios, las ampliaciones, instalaciones, o adaptaciones necesarias a fin de asegurar el buen funcionamiento de las mismas; h) Fiscalizar y verificar que todas las obras relacionadas con el abastecimiento de agua potable y disposición de aguas servidas o desechos industriales líquidos que se viertan al sistema público de alcantarillado y la explotación de aguas subterráneas o superficiales, así como las ampliaciones y modificaciones e instalaciones necesarias que efectúen a las personas naturales o jurídicas conducentes al abastecimiento de agua potable, sean sometidas antes de su ejecución, a fiscalización y aprobación técnica del Instituto, el que podrá exigir las modificaciones estimen necesarias; i) Elaborar las normas y especificaciones técnicas inherentes a los objetivos del Instituto. Reglamentar las normas y Decretos Tarifarios nacionales sobre tarifas de los servicios públicos de acueductos y alcantarillados sanitarios; j) Fiscalizar y controlar el cumplimiento de las normas de calidad del agua para consumo humano puestas en vigencia por el Ministerio de Salud; k) Regular, fiscalizar y controlar el cumplimiento de las normas de descarga de los residuos líquidos industriales que se viertan en el sistema público de alcantarillado sanitario; l) Fiscalizar en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), el cumplimiento de las normas de protección al medio ambiente y los recursos naturales, relacionadas con la defensa y conservación de las fuentes de agua que utilizan los sistemas de abastecimiento para consumo humano y los cuerpo de agua que son utilizados como receptores del sistema público de alcantarillados; ll) Imponer sanciones pecuniarias a los que infrinjan las disposiciones y normativas relacionadas con el sector de agua potable y alcantarillado sanitario en los casos previstos por las leyes, normas, reglamentos, contratos de concesión, licencias, permisos y demás disposiciones; m) Concertar los convenios y empréstitos que sean necesarios, para el desarrollo de sus funciones y atribuciones; n) Ejecutar en relación a sus bienes inmuebles o equipos, todos los actos o contratos que fuesen necesarios o conducentes para el cumplimiento de sus finalidades; ñ) Velar por le cumplimientos

de las normas, criterios, especificaciones, reglamentos y regulaciones técnicas que regirán las actividades de reconocimiento y exploración de los recursos hídricos para la producción de agua potable y actividades de producción, conducción, distribución y comercialización de agua potable; o) Inspeccionar, fiscalizar y controlar los servicios, instalaciones, construcciones de las concesionarias así como obtener de ellas las informaciones necesarias para el debido control de sus tarifas y las estadísticas del sector; p) Otorgar, modificar, prorrogar o cancelar los permisos de exploración de cualquier fuente de agua propuesta para uso de agua potable; q) Velar por el buen funcionamiento del servicio de agua potable y alcantarillado y definir sus indicadores de calidad, confiabilidad y seguridad; r) Aplicar las sanciones y los casos previstos por las leyes, normas, reglamentos, contratos de concesión, licencias, permisos y demás disposiciones; s) Resolver las controversias entre los agentes económicos que participan en el sector de agua potable y alcantarillado según lo establecido en la ley; t) Velar por el cumplimiento de las obligaciones y el ejercicio de los derechos de los titulares de licencias, permisos y concesiones; u) Designar interventores en su caso; v) Prevenir y adoptar las medidas necesarias para impedir prácticas restrictivas de la competencia en la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado; w) Supervisar las actividades las formulación, construcción, operación y administración de los proyectos de desarrollo de agua potable y alcantarillado; x) Cualquier otra función que establezca la ley."

~ **Ley No. 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo con Reformas Incorporadas. Gaceta No. 35, 22/02/2013**

Tiene por objeto determinar la organización, competencia y procedimientos del Poder Ejecutivo. De acuerdo con el Arto. 3 de la ley, El Poder Ejecutivo está integrado por el presidente de la República, el Vice-Presidente de la República, Ministerios de Estados, Entes Gubernamentales, Bancos y Empresas Estatales y para el mejor cumplimiento de sus funciones pueden organizarse de forma descentralizada o desconcentrada.

~ **Ley No. 864, Ley de Reforma a la Ley No. 290 Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo. Gaceta No. 91, 20/05/2014**

Se reforma el Arto. 28. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales le corresponden las funciones siguientes: a) Formular, proponer y dirigir las políticas nacionales del ambiente y en coordinación con los Ministerios sectoriales respectivos, el uso sostenible de los recursos naturales; b) Formular normas de calidad ambiental y supervisar su cumplimiento. Administrar el Sistema de Evaluación de Impactos Ambientales. Garantizar la incorporación del análisis de impacto ambiental en los planes y programas de desarrollo municipal y sectorial; c) Controlar las actividades contaminantes y supervisar el registro nacional de sustancias físico químicas que afecten o dañen el medio ambiente; d) Administrar el sistema de áreas protegidas del país, con sus respectivas zonas de amortiguamiento. Formular y proponer estrategias, políticas y normas para su creación y manejo; e) Ejercer en materia de recursos naturales las siguientes funciones: 1) Formular, proponer y dirigir la normación y regulación del uso sostenible de los recursos naturales y el monitoreo, control de calidad y uso adecuado de los mismos; 2) Coordinar con el Ministerio Agropecuario y con el Instituto Nacional Forestal, la planificación sectorial y las políticas de uso sostenible de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en todo el territorio nacional; 3) Coordinar con los ministerios correspondientes, la planificación sectorial y las políticas de uso sostenible de los

recursos naturales del Estado, los que incluyen: las tierras estatales y los bosques en ellas; f) Supervisar el cumplimiento de los convenios y compromisos internacionales del país en el área ambiental. Coordinar con el Ministerio de Relaciones Exteriores los proyectos y programas internacionales de carácter ambiental, en lo referente a los intereses territoriales y fronterizos del Estado; g) Coordinar apoyo en la prevención y control de desastres, emergencias y contingencias ambientales y en la prevención de faltas y delitos contra el medio ambiente; h) Formular y proponer contenidos en los programas de educación ambiental.

~ **Ley No. 475, Ley de Participación Ciudadana. Gaceta No. 241, 19/12/2003**

Promueve el ejercicio pleno de la ciudadanía en el ámbito político, social, económico y cultural, mediante la creación y operación de mecanismos institucionales que permitan una interacción fluida entre el Estado y la sociedad nicaragüense, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la libertad y la democracia participativa y representativa establecida en la Constitución Política de la República.

~ **Decreto No. 68-2001, Creación de Unidades Ambientales de Gestión Ambiental. Gaceta No. 144, 31/07/2001**

Arto.1. El presente decreto tiene por objeto crear y organizar las Unidades de Gestión Ambiental en los Entes del Poder Ejecutivo y la Administración Pública en general, como instancias de apoyo en la toma de decisiones y el cumplimiento de las acciones de gestión ambiental en el ámbito de su competencia, todo sin perjuicio de las Unidades que crearen las Municipalidades y entidades privadas; Arto.2. Los Ministerios y otros entes del Poder Ejecutivo organizarán Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) que desempeñarán sus funciones respondiendo a la máxima autoridad de la institución. Las UGAs velarán por el cumplimiento de normas, regulaciones y otras prácticas ambientales en los programas, proyectos y actividades de la institución y monitorean la ejecución de la política ambiental en su ámbito; Arto.3. MARENA, como organismo rector de la gestión Ambiental Nacional, coordinará; la participación de los entes en los procesos de elaboración de normas, monitoreo y control de las actividades que se desarrollan en cada sector o ámbito correspondiente; Arto. 4. Los tipos de UGAs, de conformidad con el mandato de la Institución a que pertenecen, se clasifican de la manera siguiente: b) Unidades Sectoriales de Gestión Ambiental: Entendiéndose como tales las unidades creadas en los entes gubernamentales cuyo mandato contiene atribuciones y funciones de regulación sectorial; c) Unidades Municipales de Gestión Ambiental: Se podrán formar en las Alcaldías, para apoyar y asegurar la gestión Municipal en lo referente a regulaciones y políticas nacionales en el ámbito de las atribuciones propias del Municipio y de conformidad con las leyes respectivas; Arto.5. En correspondencia con el tipo de Unidad de Gestión Ambiental, las funciones de estas se orientarán de la manera siguiente: Las funciones, según el decreto 68-2001, Arto.5, d). Funciones de referencia para las Unidades de Gestión Ambiental de Programas, e Instituciones sin atribuciones regulatorias: -Brindar asistencia técnica, capacitación y asesoría para el cumplimiento de las disposiciones establecidas para la protección ambiental; Contribuir con aportes y participación en los procesos para la formulación y desarrollo de los instrumentos de gestión ambiental (normas, políticas, etc.); Contribuir a la ejecución de la normativa ambiental; Promover la incorporación de los componentes ambientales en el ciclo de proyectos y en las actividades que el ente ejecute; Proponer, promover y coordinar el sistema de gestión ambiental del ente respectivo; Proporcionar información y contribuir al desarrollo del sistema nacional de información ambiental; Todas las demás actividades ambientales que sean propias de su ámbito.

~ **Decreto No. 20-2017, Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales. Gaceta No. 228, 29/11/2017**

El objeto es establecer el Sistema de Evaluación Ambiental con las disposiciones administrativas que regulen los permisos, autorizaciones, constancias, avales, cartas de no objeción, que emite el MARENA para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales de conformidad con el actual crecimiento económico, social del país. Se establecen 5 categorías ambientales dependiendo las incidencias ambientales que tienen los proyectos. Conforme al Art.15, 34), el proyecto se clasifica en la categoría II, catalogado como Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal superior a los 750 m^3/día. Debido a esto, el proyecto está sujeto a la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental.

~ **Decreto No. 46, Ley de Derecho de Vía, Gaceta No. 223, 29/09/1952 y su Reforma Ley No. 956, Gaceta No. 139, 22/06/1964**

De acuerdo a esta Ley, se entiende por "Derecho de Vía" la anchura total que deben tener las carreteras, la cual será: para las carreteras internacionales e interoceánicas, 40 m, o sean 20 m a cada lado del eje o línea media de las mismas; para las interdepartamentales y vecinales, 20 m o sean 10 m a cada lado del eje o línea media. No podrán hacerse construcciones ni trabajos de ninguna especie en las carreteras dentro de las distancias comprendidas por el "Derecho de Vía". El "Derecho de Vía" a que se refiere esta ley, no debe afectar las edificaciones y construcciones existentes de dominio particular salvo caso de utilidad pública declarada y previa indemnización al dueño de las mismas. Se reserva al Ministerio, el derecho de hacer por su cuenta dichas obras de acuerdo con el propietario de las mismas. En los derechos de vías de carreteras se usa para las instalaciones de redes de AS objeto del proyecto.

~ **Ley No. 618, Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo. Gaceta No. 133, 13/07/2007**

Tiene por objeto establecer el conjunto de disposiciones mínimas que, en materia de higiene y seguridad del trabajo, el Estado, los empleadores y los trabajadores deberán desarrollar en los centros de trabajo, mediante la promoción, intervención, vigilancia y establecimiento de acciones para proteger a los trabajadores en el desempeño de sus labores en las distintas etapas del proyecto.

~ **Decreto No. 1142, Ley de Protección al Patrimonio Cultural. Se consideran bienes culturales. Gaceta No. 282, 02/12/1982**

a) Paleontológicos: Todos los organismos fosilizados; b) Arqueológicos: Todas las piezas, instrumentos, estructuras, restos o vestigios procedentes de culturas extinguidas; c) Históricos: Los inmuebles o parte de ellos y los bienes muebles que estén directamente vinculados a la historia política, económica y social de Nicaragua; d)Artísticos: Los bienes u objetos que, debido a su origen como producto de la actividad del hombre, constituyen verdaderos valores de las Bellas Artes o del Arte Nacional, ya sean estos plásticos, literarios, arquitectónicos, etc.; e) Conjuntos urbanos o rurales: Considerados de interés cultural, localizados en ciudades o campos de la República; El que encontrare o tuviere conocimiento de la existencia de bienes a que se refieren los incisos a) y b) del Art.1 de esta Ley, deberá dar aviso dentro del término de 24 horas, más el de la distancia, a la Junta Municipal más cercana, la que expedirá la constancia oficial del aviso e informará dentro del mismo plazo señalado anteriormente a la Dirección de Patrimonio.

~ **Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales. Gaceta No. 169, 04/09/2007**

Establece el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

~ **Decreto No. 44-2010. Reglamento de la Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales Gacetas Nos. 150 y 151 del 09 y 10/08/2010**

El Reglamento General tiene por objeto establecer el marco jurídico para la aplicación de la Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales, publicada en La Gaceta Diario Oficial No. 169 del cuatro de septiembre del año 2007, sin perjuicio de los reglamentos especiales que se dicten, al amparo de lo establecido en Arto. 3 segundo párrafo de la referida Ley. Para todos sus efectos, cuando en el presente Reglamento se refiera a la Ley, se deberá entender Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales.

~ **NTON 05 007-98, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Clasificación de los Recursos Hídricos. Gaceta No. 30, 11/02/2000**

Esta norma establece los parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo con los usos a los cuales se destinen. 2. Clasificación de los Recursos de Acuerdo a sus Usos: 2.1 Con el Objeto de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y los niveles de calidad de vertimientos tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos de cuerpos de agua: a. Tipo 1. Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Las aguas de este tipo se desagregan en 2 categorías: Categoría 1-A Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes; 1-B Aguas que pueden ser acondicionadas a través de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o coloración; b. Tipo 2. Aguas destinadas a usos agropecuarios. Estas se desagregan en 2 categorías: Categoría 2-A Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano; y 2-B Aguas destinadas para riego de cualquier otro tipo de cultivo y uso pecuario; c. Tipo 3. Aguas marinas o medios costeros destinados a la cría y explotación de moluscos para su consumo humano; d. Tipo 4. Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia. Las aguas de este Tipo se desagregan en 2 categorías: Categoría 4-A Aguas para el contacto humano total; y 4-B Aguas para el contacto humano parcial; e. Tipo 5. Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable; f. Tipo 6. Aguas destinadas a la navegación a la navegación y generación de energía

~ **Ley 297, Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Gaceta No. 123, 02/07/1998**

Tiene por objeto regular las actividades de producción de agua potable, su distribución, la recolección de aguas servidas y la disposición final de estas; Art.2. Son objetivos particulares de la presente Ley:

1. La exploración, producción y distribución de agua potable y la recolección y disposición de las aguas servidas; 2. El otorgamiento, fiscalización, caducidad y cancelación de concesiones para establecer y explotar racionalmente estos servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley; 3. La fiscalización del cumplimiento de las normas referidas a la prestación de los servicios y actividades productivas conexas y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento; 4. Las relaciones entre las concesionarias y los prestadores de servicios y de éstos con el Estado y los usuarios; 5. Los conceptos generales e información de la consideración, aprobación, fijación y fiscalización de las tarifas; 6. Dictar y supervisar el cumplimiento de las normas técnicas propias de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado. Arto. 3. Corresponde al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), como Ente Regulador, la aplicación de la presente Ley, sin perjuicio de las facultades conferidas por su ley orgánica y de las concedidas por sus respectivas leyes a los Ministerios de Salud y del Ambiente y los Recursos Naturales.

~ **Decreto No. 52-98. Reglamento de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario**

El presente Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones para la correcta aplicación de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, Ley No. 297, publicada en La Gaceta No. 123 del 2 de Julio de 1998 y que en lo sucesivo se denominará simplemente “la Ley”. En el cumplimiento de sus funciones INAA, dictará normas técnicas de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado sanitario. Podrá también gradualmente poner en vigencia por medio del método de la adopción y adaptación las normas, estándares, guías y prácticas internacionales.

~ **Ley No. 480, Ley de Reforma a la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Gaceta No. 245, 26/12/2003**

Se reforman los artículos 37, 38 y 39 del Capítulo IX, Derechos y Deberes del Estado, de la Ley 297, “Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”. El Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones para la correcta aplicación de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. En la Ley de Reforma a la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Artículo 1.- Se reforman los artículos 37, 38 y 39 del Capítulo IX, Derechos y Deberes del Estado, y Artos. 89 y 91 del Capítulo XIV Disposiciones Transitorias de la Ley 297, “Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”.

~ **Resolución No. CD-RT-011-00, Normativa General para la Regulación y Control de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillados Sanitarios. Gaceta No. 85, 08/05/2001**

Tiene por objeto desarrollar las disposiciones que regirán la regulación técnica y económica y el control correspondiente para la prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. El INAA es el organismo responsable por la Regulación y Control técnico, sanitario, ambiental y económico de las actividades asociadas a los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. En los casos de la regulación y control de carácter sanitario y ambiental, el INAA establecerá las respectivas coordinaciones con el Ministerio de la Salud y el MARENA, a fin de que aquellas funciones comunes se realicen de la manera más eficiente y conveniente a los fines de lograr una adecuada prestación del servicio

~ **Decreto No. 394, Disposiciones Sanitarias. Gaceta No. 200, 21/10/1988**

Establece las regulaciones necesarias para la organización y funcionamiento de las actividades higiénico sanitarias. En el cumplimiento de las medidas de control sanitario internacional, las autoridades competentes se ajustarán a lo establecido en el Reglamento Sanitario Internacional, así como a las disposiciones complementarias que se emitan. El Ministerio de Salud coordinará con las instituciones que estime pertinentes, todo lo necesario para el cumplimiento de la presente ley.

~ **Resolución Ministerial No. 009-99, Estrategia para Prevención y Control de la Contaminación. Gaceta No. 142, 27/07/1999**

La resolución declara la Estrategia Institucional para la Prevención y Control de la Contaminación, como el marco Institucional oficial del MARENA, para la prevención y Control de la Contaminación en Nicaragua. Arto. No. 2 Declarar esta Estrategia como prioritaria a los fines de la Institución utilizando como referencia básica en la planificación de este Ministerio

~ **NTON 05 027-05, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso. Gaceta No. 90, 10/05/2006**

Esta norma tiene por objeto establecer las disposiciones y regulaciones técnicas y ambientales para la ubicación, operación y mantenimiento, manejo y disposición final de los desechos líquidos y sólidos generados por los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias; incluyendo el reúso de las aguas tratadas.

~ **Decreto No. 21-2017, Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales. Gaceta No.229, 30/11/2017**

Este Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones en materia de regulación del Vertido de Aguas Residuales provenientes de actividades domésticas, industriales, comerciales, agroindustriales y de servicio a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario, mediante el establecimiento de límites o rangos máximos permisibles de vertidos. El efluente de la PTAR de Rivas deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en el Arto. 24, que determina el límite permisible de coliformes fecales, y el Arto. 25, rangos y valores máximos permisibles para los vertidos de las aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamiento del alcantarillado sanitario. El agua residual que se descargue al sistema de alcantarillado de la ciudad deberá cumplir con los rangos y valores máximos permisibles del Arto. 22 del decreto.

~ **Resolución Ministerial No. 122-2008, Reglamento Sanitario de los Residuos Sólidos, Peligrosos y No Peligrosos. Gaceta No. 125, 02/07/2008**

Este reglamento tiene como objetivo proteger la salud humana y contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, retomando los lineamientos de manejo integral de los residuos sólidos establecidos en la política nacional de residuos sólidos, así mismo define los requisitos sanitarios que se cumplirán en la fuente de generación (domicilio, industrias, comercio, etc.), almacenamiento (domicilio, industria, comercio, instituciones, etc.), presentación (sacos, baldes, bolsas, contenedores manuales, etc.),

recolección y transporte (mecánicos y tracción animal) y disposición final (vertedero autorizado por la autoridad sanitaria), así como las disposiciones generales para la reducción, reaprovechamiento y reciclaje (fuentes generadoras, domicilio, industrias, instituciones, comercio, etc.).

~ **Ley No. 168, Ley que Prohíbe el Tráfico de Desechos Peligrosos y Sustancias Tóxicas. Gaceta No. 102, 02/06/1994**

La Ley tiene por objeto establecer el conjunto de normas y disposiciones orientadas a prevenir la contaminación del medio ambiente y sus diversos ecosistemas y proteger la salud de la población ante el peligro de la contaminación de la atmósfera, del suelo y de las aguas, como consecuencia de la transportación, manipulación, almacenamiento y disposición final de desechos peligrosos.

~ **NTON 05 014-02, Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No-Peligrosos. Gaceta No. 96, 24/05/2002**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse, en la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente.

~ **NTON 05-12-02, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Calidad del Aire. Gaceta No. 211, 06/11/2002**

La norma tiene por objeto establecer los límites máximos permisibles de inmisión de los principales contaminantes atmosféricos en el aire ambiente sobre el territorio nicaragüense; los métodos de monitoreo para la vigilancia del cumplimiento de la norma y los plazos de revisión para la actualización de los límites máximos permisibles establecidos a través de la misma y las demás disposiciones contenidas en la presente norma técnica; con el fin de proteger el ambiente y la salud de la población nicaragüense. El alcance se limita a los siguientes contaminantes atmosféricos: Partículas Totales en Suspensión (PTS), Material Particulado menor o igual a 10 micrómetros (PM_{10} por sus siglas en inglés), Dióxido de Azufre (SO_2), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Ozono (O_3), Monóxido de Carbono (CO) y Plomo (Pb).

~ **Decreto No. 32-97, Reglamento General para el Control de Emisiones de los Vehículos Automotores. Gaceta No. 114, 09/06/1997**

Los Artos. 111 y 122 de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, establece los requisitos y condiciones que deben reunir los vehículos automotores y los procedimientos normalizados para la medición de sus emisiones, con el fin de reducir la contaminación atmosférica por ellos producida.

~ **NTON 05 032-10 Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes Usados. Gaceta No 94, 22/05/2012**

Esta norma tiene por objeto establecer los criterios técnicos y ambientales para la regulación y control de las actividades de generación, almacenamiento, recolección, transporte, reciclaje, procesamiento, tratamiento, reuso y disposición final de los aceites lubricantes usados derivados de los procesos

industriales, comerciales y domésticos (vehículos particulares), así como los lodos derivados de su uso, con la finalidad de prevenir la contaminación del medio ambiente.

~ **Ley No.730, Ley Especial Para El Uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la Infraestructura. Gaceta No. 152, 11/08/2010**

Norma el uso y aprovechamiento racional de bancos de materiales selectos o bancos de préstamos a nivel nacional, aptos para la infraestructura de interés público para el país, que no requiera más operación que las de arranque, fragmentación y clasificación. Los recursos no minerales existentes en el suelo y subsuelo del territorio nacional son patrimonio del Estado, quien ejerce sobre ellos dominio absoluto, inalienable e imprescriptible. Constituyen la Autoridad de Aplicación de la presente ley, las instituciones: 1. MEM: para el otorgamiento de las licencias o permisos correspondientes; 2. MITRAB: para la administración y supervisión de los bancos de materiales selectos; y 3. MARENA: en lo que hace a su ámbito de competencia de conformidad a las diferentes Normativas Técnicas de la materia.

~ **Decreto No. 18-2011, Reglamento de la Ley Especial para el Uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la Infraestructura Ley No. 730. Gaceta No. 66, 06/04/2011**

Tiene por objeto establecer las disposiciones reglamentarias para la aplicación de la Ley 730, en caso que el proyecto requiera del aprovechamiento de banco de materiales.

~ **NTON 05-021-02, Normativa Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de Bancos de Materiales de Préstamo para la Construcción. Gaceta No. 128, 09/07/2003**

La norma tiene por objeto, establecer los criterios y especificaciones técnicas para la protección del medio ambiente, durante el aprovechamiento de los bancos de materiales de construcción, también conocidos como bancos de préstamo.

~ **Decreto No. 45-93, Reglamento Forestal. Gaceta No. 197, 19/10/1993**

Protege el derecho de los dueños de tierra sobre el vuelo forestal de su propiedad y vela por que se respete el recurso forestal de propiedad privada o estatal.

~ **Resolución Administrativa No. CODA 22-2017, Normativa para los permisos especiales en los procesos de contratación de obra pública y obras de inversión privada que no conlleven aprovechamiento de recursos forestales. Gaceta No. 72, 18/04/2018**

Esta normativa establece, en el Arto. 1, que en los Proyectos de Inversión Pública para los procesos de Contratación de Obra Pública realizados bajos las modalidades de contratación establecidos por la Ley No.737, “Ley de Contrataciones Administrativas del Sector Público” y en base a lo establecido en Circular Administrativas con número de referencia DGCE/SP/01-2017, es obligación de las entidades contratantes solicitar los Permisos Especiales en aquellas obras públicas que requieran corte de recursos forestales para lo cual deberá cumplir con los requisitos siguientes: a) Solicitud por parte de la Entidad Contratante donde se exprese el objetivo y los alcances del Proyecto de la Contratación de Obra Pública; b) Inventario de las Especies arbóreas elaborado por un Regente Forestal autorizado por

INAFOR; c) Cancelación de los Servicios de Inspección Técnica, Impuestos por derechos de aprovechamiento conforme el volumen a aprovechar y el costo por el Registro del Permiso de Aprovechamiento Forestal conforme ley; d) Cancelación de los costos de reposición del recurso forestal conforme la Tabla de Costos para la Reposición del Recursos Forestal en Proyecto de Inversión Pública y Privada aprobada en esta Normativa; e) Informe de Inspección Técnica junto con el Acta de la Comisión Interinstitucional. Cumplidos los requisitos y elaborada la Inspección Técnica por la Comisión Interinstitucional, el INAFOR otorgará el Permiso Especial en un término de 4 días hábiles. En la resolución, de igual manera, se aprueba la Tabla de Costos para la Reposición del Recurso Forestal en Proyectos de Inversión Pública y Privada que contempla los costos totales por planta para el establecimiento y mantenimiento en un periodo de tiempo de 4 años.

~ **Resolución Administrativa No. CODA 32-2017. 22/06/2017**

Resuelve el no requerimiento del requisito del aval forestal municipal, de manera que en los requisitos para la aprobación de los Planes Generales de Manejo Forestal y los Permisos de Aprovechamiento Forestal en sus distintas modalidades incluyendo los Permisos No Comerciales, no se deberá requerir para la aprobación de los mismos, la presentación del Aval Forestal emitido por las Alcaldías Municipales alrededor del país ya que el Informe de Inspección Técnica realizado por la Comisión Interinstitucional donde indispensablemente deberá participar la Alcaldía Municipal será considerado como tal.

~ **Resolución Ministerial No. 06.02.2019, Actualizar el Sistema de Vedas período 2019. Gaceta No. 36, 22/02/2019**

Tiene por objeto actualizar el Sistema de Vedas de Especies de Vida Silvestres 2019. La autoridad de aplicación de la resolución es el MARENA, a través de las Delegaciones Territoriales, en coordinación con el INPESCA, INAFOR, los Gobiernos Municipales, Gobiernos Regionales, Ejército de Nicaragua, Policía Nacional, Procuraduría General de la República, Fiscalía General de la Republica, así como otras autoridades con competencia en la materia. Durante la ejecución del proyecto, se deberá respetar el período de veda de las especies consideradas en esta resolución.

~ **Ley de Igualdad de Derechos y Oportunidades y su Reglamento, Ley No. 648. Aprobada el 14 de Febrero del 2008**

Arto. 19 En las políticas de empleo, planes, programas y proyectos de inserción laboral deberán aplicar los siguientes lineamientos: 1) Incluir en las políticas de empleo las disposiciones contenidas en la presente Ley a fin de lograr la igualdad real en el ejercicio de los derechos laborales entre mujeres y hombres, el acceso al trabajo, a las relaciones laborales y a las condiciones generadas por las mismas; 2) Las mujeres y los hombres deben recibir igual salario por igual trabajo, acorde con su experiencia laboral, preparación académica, nivel de responsabilidad del cargo, así mismo gozar de los derechos laborales y beneficios sociales que les corresponde; 5) Las ofertas de empleo deberán ser formuladas sobre la base de los requisitos exigibles para su desempeño, sin que el sexo del postulante sea un criterio de elegibilidad; 8) Garantizar la protección de los derechos laborales de las mujeres trabajadoras, de conformidad a las leyes laborales vigentes e instrumentos internacionales ratificados por la República de Nicaragua en materia laboral.

7 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para el tratamiento de las aguas residuales domésticas y la disposición final de los efluentes tratados y lodos generados. Determinando la factibilidad técnica, ambiental y económica, y justificar la tecnología seleccionada y el sitio de disposición final de las aguas residuales y lodos. Se tomará como **criterios de evaluación**, al menos los siguientes aspectos:

a. Dependencia de Equipos Electromecánicos y Repuestos

La selección del proceso de la PTAR se consideró desde su planificación y diseño, ya que cada unidad opera en conjunto con las otras unidades. Con base a esto, se plantearon tres alternativas y un análisis cualitativo que incluye ventajas y desventajas del mismo.

Con base a la experiencia de ENACAL y los consultores, uno de los aspectos importantes considerados para la correcta selección del sistema de tratamiento ha sido la dependencia de repuestos, concluyéndose que en términos de repuestos ya sean estos locales o extranjeros, representan cierto inconveniente.

Se aclara que todas las alternativas propuestas requieren de instalaciones importadas para el país:

Alternativa No. 1: Se requieren aireadores flotantes;

Alternativa No. 2: Se requiere de bombas (para el suministro de aguas servidas sobre los Filtros Biológicos y la recirculación de efluente de la Sedimentación Secundaria).

Alternativa No. 3: Se requiere de una antorcha para quemar el biogás producido en los reactores UASB, no obstante, se advierte que dada la experiencia en la operación de otras PTAR, este tipo de sistema normalmente no supone problemas.

De manera concluyente, en términos de “Dependencia de repuestos extranjeros”, la Alternativa No. 3 es la que mayores ventajas supone frente a las otras alternativas, seguida por las equivalentes Alternativas No. 1 y No. 2.

b. Estabilidad del Sistema

A partir de los resultados obtenidos en cada uno de los estudios (topográfico, densidad, hidrodinámico, exigencia poblacional) se plantean tres alternativas destinadas al tratamiento de aguas residuales, eligiendo al final la Alternativa más viable desde el punto de vista ambiental, económico y social:

Alternativa No. 1

Sistema de lagunas aireadas compuesto de rejilla, desarenador, medidor Parshall, laguna aireada, lagunas de sedimentación y maduración, medidor Parshall y descarga.

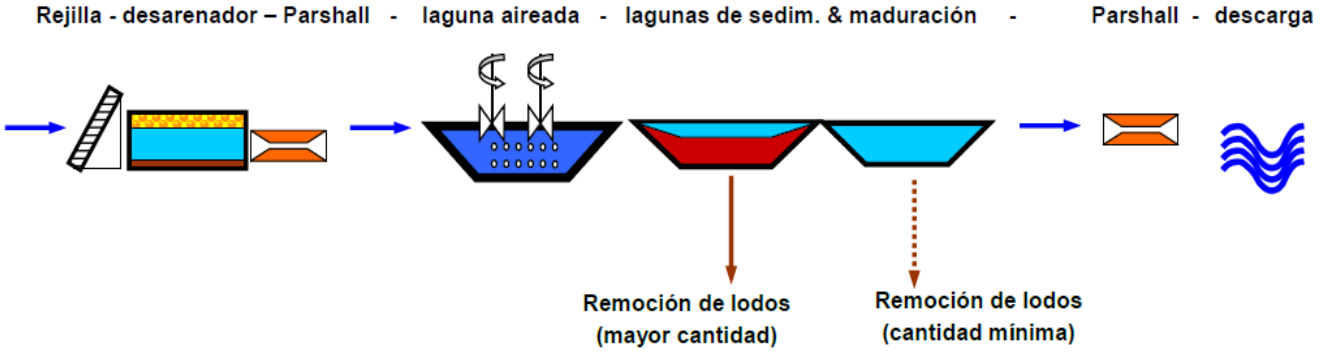


Figura 7-1: Alternativa No. 1 Unidades de Tratamiento que conforma la PTAR

Alternativa No. 2

Sistema de tanques Imhoff y filtros biológicos: compuesto de rejilla, desarenador, medidor Parshall, tanque Imhoff de sedimentación primaria y digestión de lodos, filtro biológico, tanque de sedimentación, lagunas de maduración, medidor Parshall y descarga.

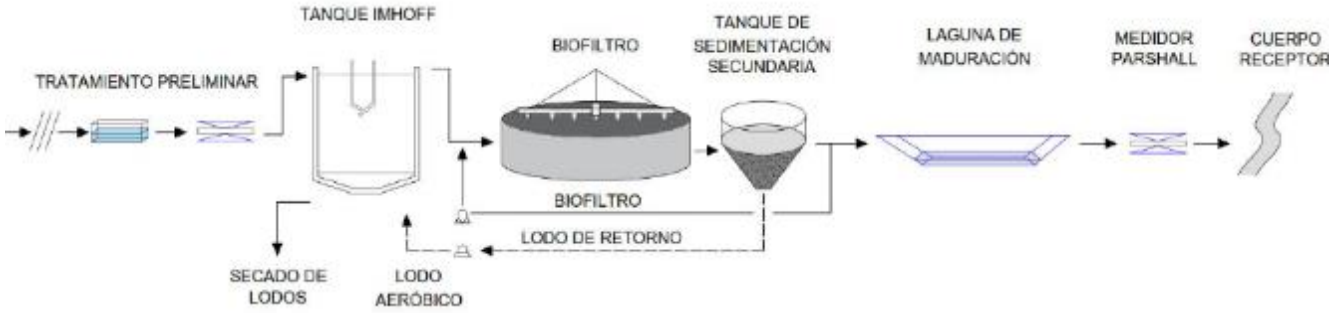


Figura 7-2: Alternativa No. 2 Unidades de Tratamiento que conforma la PTAR

Alternativa No. 3

Sistema de reactor UASB: compuesto de rejilla, desarenador, medidor Parshall, reactor UASB para la remoción de materia orgánica y digestión de lodos, lagunas facultativas y de maduración, medidor Parshall y descarga.

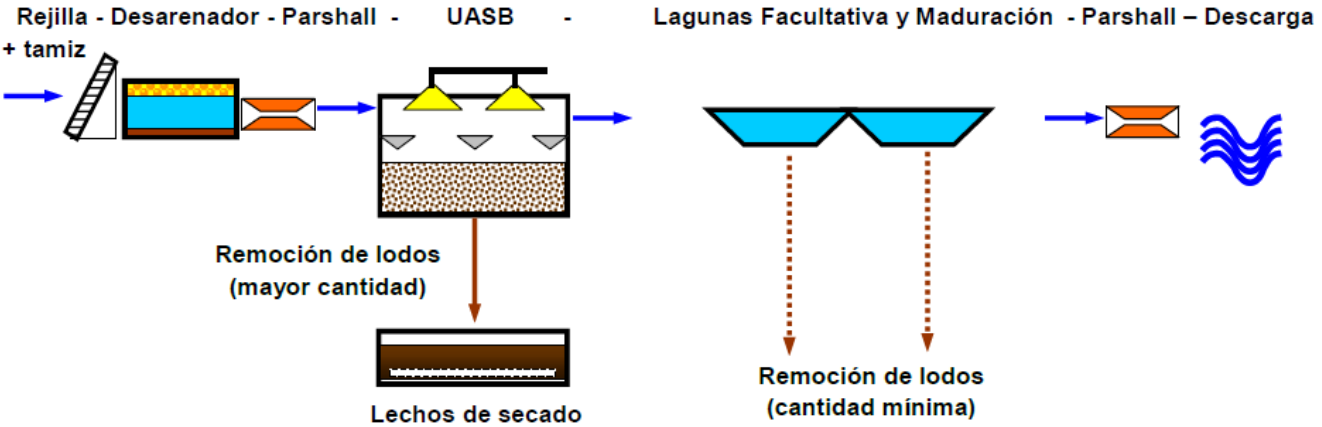


Figura 7-3: Alternativa No. 3 (seleccionada) Unidades de Tratamiento que conforma la PTAR

La estabilidad del sistema es otro de los aspectos estudiados para determinar la mejor alternativa que se adecúe no solamente a las necesidades de una población creciente, sino también a los factores hidráulicos y medioambientales que pudieran intervenir en la correcta operación de cada una de las unidades de tratamiento propuestas en la PTAR.

Es importante considerar que la interacción de condiciones hidráulicas y cinéticas en los sistemas de tratamiento, afecta positiva o negativamente el *equilibrio de ciertos factores operativos*, lo que influye directamente sobre *la estabilidad del sistema.*

Con base al cálculo del dimensionamiento y considerando lo establecido en la legislación vigente, la Alternativa No. 3 propone una serie de criterios que garantizarán la estabilidad del sistema a lo largo de su tiempo de vida útil. Entre los criterios considerados como los principales, se mencionan:

Condiciones de una población creciente:

Caudal de Aguas Residuales a ser generado: La PTAR ha sido diseñada para ser implementada en 2 fases. En una primera fase, cuyo horizonte de diseño es el año 2029, el caudal promedio previsto para la PTAR es de 64.2 L/s. La ampliación de la PTAR consistirá en el equipamiento un cuarto módulo de los reactores UASB (módulo 2-2), la construcción de una laguna facultativa (3.1) y dos lagunas de maduración (3.2 y 3.3). Esta segunda fase tiene un horizonte de diseño al año 2039 y está dimensionada para un caudal total promedio de 85.6 l/s.

Carga de contaminantes según el tipo de población y potenciales actividades económicas: La PTAR ha sido diseñada considerando los límites de vertimiento para PTAR vigentes, los cuales han sido actualizados en el nuevo Decreto 21-2017. En particular, el límite máximo permitido para los Coliformes ha sido reducido, con lo que el nivel de tratamiento requerido para cumplir con dicho valor es ahora más exigente que antes. La PTAR cumple a cabalidad con los límites establecidos en el Decreto en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales.

Condiciones hidráulicas y cinéticas

Tiempo retención hidráulica: Este criterio sirve para (i) garantizar que los microorganismos dentro de las lagunas pueden multiplicarse y para (ii) minimizar cortocircuito hidráulico. Este valor se establece en la Guía Técnica del INAA para la eliminación de nematodos. Sin embargo, se aclara que no se ha utilizado este indicador como carga bacteriológica para el diseño de las lagunas de maduración, sino los coliformes fecales, que es el parámetro regulado en el Decreto 21-2017.

El diseño se ha optimizado al considerar 2 lagunas en serie (aumentando la eficiencia en la remoción bacteriológica) y se ha asegurado el cumplimiento de los límites de vertimiento establecidos por el Decreto 21-2017; por lo que se garantizará una operación estable en las unidades de tratamiento.

Temperatura: La temperatura ambiental mínima medida en la PTAR existente es de 25.9°C para el mes enero. Dado que típicamente las temperaturas mínimas de aguas servidas se ubican ligeramente por encima de las temperaturas de aire, existe un margen de seguridad. Por lo tanto, para el desarrollo de este proyecto se propone usar una temperatura mínima de 25.9°C para el diseño de la PTAR.

Con base a experiencia en la operación de PTARs en otras ciudades, se afirma que las lagunas y el pre-tratamiento, son procesos son muy flexibles en su operación y poco susceptibles a cambios o variaciones de las condiciones, ya sea por situaciones emergencias o de rutina y sus resultados de remoción han sido satisfactorios en las condiciones normales de operación por parte del personal de ENACAL.

c. Calidad del Efluente

La PTAR ha sido diseñada considerando los límites de vertimiento para PTAR vigentes, los cuales han sido actualizados en el nuevo Decreto 21-2017. Se evaluaron tres alternativas de las últimas unidades que definirían la calidad del agua tratada (desinfección completa):

No.1: Cloración, (utilización de sustancias químicas),
No.2: Radiación ultravioleta (sustitución de radiación solar mediante equipos electromecánicos)
No.3: Sistema de lagunas de maduración (considera la remoción de los Coliformes principalmente por proceso de retención y exposición ante la radiación solar natural.

Las primeras dos alternativas consideradas, sí bien pueden reducir los costos de inversión, la repercusión ambiental o bien económica en su operación puede ser muy importante, por lo que se concluye con la implementación de un sistema de lagunas de maduración.

A continuación se justifica la selección del sistema de desinfección que definirá la calidad del efluente:

Alternativa No. 1

El problema del cloro es que no solo causa una desinfección, sino que también reacciona con otros compuestos presentes en el agua, tales como son el amoníaco y los compuestos orgánicos para formar cloraminas y compuestos organoclorados, todos estos son de alta toxicidad sobre la vida acuática, y se sospecha que causen cáncer. Otro aspecto negativo de la cloración es, que aumenta la salinidad del agua. La única posibilidad de reducir estos impactos es una decloración. Sin embargo, esta opción también oxidaría el oxígeno presente en el agua. Tanto por esta razón como por los elevados costos de la decloración, se necesitaría un control minucioso de la misma. Además de que la decloración aumenta el costo de la cloración por unos 30-50%, también significa un proceso técnicamente complicado, que no puede ser manejado fácilmente en la PTAR. Los costos de inversión serían aprox. de 14,000 US$. A lo que habría que sumar los costes de mantenimiento y operación.

Alternativa No. 2

La desinfección con radiación UV aprovecha el efecto tóxico que tiene esta radiación sobre el ADN (ácido desoxirribonucleico) de los microorganismos presentes en el agua. La gran ventaja del sistema es que no requiere de ningún agente químico. Las desventajas son el alto costo de inversión y el alto costo de O&M. Adicionalmente se depende mucho de repuestos, porque las lámparas UV no solamente son caras sino también tienen una vida útil bien limitada, que normalmente ni siquiera excede a un año.

Alternativa No. 3

Las lagunas de maduración requieren de una inversión alta. Sin embargo, una vez construidas solo implican muy bajos costos de mantenimiento. Las lagunas no dependen ni de repuestos ni de energía eléctrica, sino que aprovecha de forma ideal el clima caliente en Nicaragua. Y además también sirven como etapa final en la remoción de materia orgánica restante después del tratamiento secundario en los reactores UASB. Así mismo, en términos financieros como de O&M, todo está en favor de la propuesta de desinfección a través de lagunas de maduración.

d. Experiencia y Conocimiento en la Operación del Sistema

Todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales municipales, gestionadas por ENACAL, se fundamentan en el tratamiento biológico, que en mayoría consisten en sistemas de lagunas de estabilización con diferentes arreglos (en serie o paralelo; primarias, secundarias y de maduración).

No obstante, en los últimos años se han construidos varios sistemas conformados por Imhoff, en algunas ocasiones seguidos de lagunas de estabilización; estimándose que ENACAL tiene determinada experiencia en este tipo de tecnología. Los criterios de diseño, aspectos de operación, etc., están por tanto bien establecidos. Los reactores tipo UASB solo funcionan bien bajo temperaturas de aguas residuales por encima de los 20°C. Por lo tanto el clima de la zona del proyecto ofrece condiciones ideales para tal sistema. El sistema con reactor UASB ha implementado con éxito en Granada.

e. Necesidad de Mano de Obra Especializada

Calificación del personal: Si una alternativa requiere de personal de alta calificación se la evalúa menos favorable, pues aumenta el riesgo de una mala operación.

De las alternativas propuestas, se considera que la de mayor grado de simplicidad es la Alternativa No. 1, dado que únicamente se trataría del pretratamiento (desarenador y rejilla) y diversas etapas de lagunas en serie con lagunas paralelas en cada etapa. La primera etapa está equipada con aireadores flotantes. Los trabajos de O&M se limitarían a mantener limpio el terreno, corte de hierbas, remoción de materia flotante de las lagunas así como de los sedimentos del desarenador y de los sólidos retenidos en la rejilla. El punto más crítico será el mantenimiento regular de los aireadores.

En la Alternativa No. 2 los trabajos de O&M en las lagunas y en el pretratamiento son los mismos que en la Alternativa No. 1. Sin embargo, aunque se supone que habrá menos lagunas que en la Alternativa No. 1, existirán etapas adicionales compuestas por Tanques Imhoff, filtros biológicos y tanques de sedimentación. A pesar de que estos elementos no requieren de un mantenimiento complicado, cada uno requiere de su atención particular, que aumenta el riesgo de una mala operación en relación a la Alternativa No. 1.

La Alternativa No. 3 dispone de pretratamiento, reactores UASB y lagunas facultativas y de maduración. En cuanto a las lagunas y el pretratamiento aplican las mismas consideraciones descritas para las alternativas anteriores. Lo que podría representar un problema es la puesta en marcha de los reactores UASB, que se desarrolla relativamente despacio y requiere de una atención especial. Sin embargo,

ENACAL ya dispone de experiencia en la puesta en marcha de reactores UASB y dispone de personal calificado a tal efecto. Por lo tanto, este aspecto no se valora como una desventaja. Tras la puesta en marcha del reactor, su operación y mantenimiento no ofrece mayores dificultades. Se concluye que la alternativa más favorable es la No. 1, a la que siguen de forma equivalente la No. 2 y la No. 3.

f. Generación, Manejo y Disposición de Lodos

Alternativa No. 1

Se evalúa como la opción más desfavorable. El lodo se remueve de las lagunas en intervalos de años y, aunque éste, por el largo tiempo de detención en las lagunas, se encuentre bien digerido y con muy bajas concentraciones de patógenos, no se puede depositar directamente en un relleno sanitario ya que la concentración de SS estará muy por debajo de los valores generalmente requeridos para una deposición conjunta con desechos sólidos. La única opción de reuso es la agricultura. Aunque tal reuso, si factible, es una solución favorable, representa una limitación, si no existen alternativas para el lodo. Cabe mencionar, que la remoción de lodo de lagunas siempre requiere poner la laguna fuera de operación, reduciendo la eficacia del tratamiento de aguas servidas. Además se requiere de maquinaría apropiada y siempre existe el riesgo de dañar la tela de impermeabilización de la laguna por los trabajos con maquinaria pesada. Por último hay que destacar la temporalidad del proceso, pues la remoción sólo debe hacerse en temporada seca. En función del uso de lodo esta limitación puede causar un problema logístico al tener que almacenarse el lodo hasta que se pueda utilizar.

Alternativas No. 2 y No. 3

Producirían un lodo bien digerido, pero la diferencia principal es que estos sistemas permiten una producción constante de lodo. Por lo tanto, éste también se seca a un ritmo constante en los lechos de secado, ofreciendo varias ventajas: El volumen de lodo a manejar de una vez se reduce sustancialmente; El tratamiento y la remoción de lodo no tienen ningún impacto negativo en la eficacia de tratamiento de aguas servidas, Se puede tanto depositar el lodo en un relleno sanitario como usar el lodo en la agricultura (con limitaciones debidas a la existencia de patógenos); Por la alta concentración de sólidos, el lodo es adecuado para etapas de tratamiento adicionales, como secado solar o compostaje.

En términos de "Flexibilidad en el reuso o disposición final", las Alternativas No. 2 y No. 3 se consideran equivalentes entre sí, y superiores a la Alternativa No. 1. Habiendo analizado y seleccionado la mejor tecnología (Alternativa No. 3) para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Rivas, se aduce lo siguiente:

- **Generación de lodos**

Reactor UASB

La producción de lodo es baja en comparación a procesos aeróbicos (tal como lagunas aireadas, filtros biológicos, lodo activado, etc.) debido a la baja tasa de crecimiento celular de los microorganismos anaerobios. Además parte de la materia orgánica está convertido en biogás en vez de biomasa.

Lagunas Facultativas

En la zona anaerobia, donde también se acumula el lodo, sobre todos las bacterias son las responsables para los procesos biológicos. Allá continuamente se degrada materia orgánica y se produce dióxido de carbono así como otros gases (principalmente metano). Una laguna facultativa que funciona bien y que no está sobrecargada normalmente tiene un color verde por la alta concentración de las algas.

- **Manejo de los lodos**

Reactor UASB

La remoción de lodo se llevará a cabo en ciertos intervalos intermitentes, que serán más largos con una carga afluente baja y más cortos con una carga afluente alto. El lodo será removido mediante la apertura de una válvula situada en el lateral del reactor a nivel del manto de lodo. El lodo entra en una caja, y desde ahí es bombeado hacía los lechos de secado. Una ventaja del proceso UASB sobre otros sistemas anaeróbicos es que no es necesario un material de empaque para dar soporte a las bacterias para crecer, y así se disminuye el espacio necesario para un tratamiento biológico. Durante la puesta en marcha del reactor se desarrolla un manto de lodo anaeróbico. Para que se forme este manto de lodo a través de una acumulación del mismo es necesaria una separación de fases.

- **Sistema de Lagunas**

El lodo acumulado en las lagunas será retirado mediante balsas flotantes, las cuales servirán en varias PTAR, dado que su operación se realiza solo 1 vez al año. En el marco de la construcción de la PTAR Rivas se prevé la adquisición de una balsa de extracción de lodos, la cual podrá ser utilizada asimismo en otras PTAR de ENACAL (como por ejemplo la PTAR de Nandaime).

En general para todas las unidades generadores de lodos, se han previsto lechos convencionales de arena. En los lechos de secado convencionales de arena los lodos se extienden sobre la misma, formando una capa de 200 a 300 mm de espesor y se deja secar. Los lodos se deshidratan por drenaje a través de la masa de fango y arena, y por evaporación desde la superficie expuesta al aire. La mayor parte del agua se extrae por drenaje, razón por la cual es fundamental disponer de un sistema de drenaje adecuado. Este tipo de lechos de secado requiere menos área que los de los tipos pavimentados. Las aguas drenadas en los lechos de secado serán colectadas y dirigidas a las lagunas. Las principales ventajas de los lechos de secado son su bajo costo, el escaso mantenimiento que precisan, y el elevado contenido en sólidos del producto final, es decir su volumen es relativamente bajo.

- **Disposición final de los lodos**

Una vez secos los lodos se retirarán y se transportarán a un relleno sanitario o se podrán utilizar como abono. Es importante mencionar que el sistema propuesto (Alternativa No. 3) permite prescindir de una deshidratación mecanizada. El tiempo prolongado de residencia de los sólidos en los reactores UASB permitirá que los lodos alcancen una mineralización adecuada que facilitará su deshidratación en los lechos de secado.

g. Disponibilidad o Necesidades de Terrenos

Considerando que el sitio de la PTAR actual no cuenta con el área suficiente para el emplazamiento de las nuevas unidades de tratamiento requeridas para el crecimiento poblacional proyectado en los diseños, se hizo necesario buscar alternativas de terrenos para la construcción de la ampliación del sistema. Después de una evaluación técnica, de los cinco (5) sitios propuesto, llamados terrenos A, B, C, D y E los terrenos A, B y D resultaron no viable desde el punto de vista socio-ambiental dado que se encuentran muy cercano al casco urbano, no cumpliendo así con las restricciones estipuladas en la Norma Técnica para la ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (NTON 05-02705).

Para el caso de la alternativa del terreno E, resulta viable desde el punto de vista social y ambiental, sin embargo, desde el punto de vista económico por la ubicación con respecto a la ciudad, aproximadamente a 850 m fuera de los límites de la localidad (ver figura Sitios propuestos para el emplazamiento de la PTAR), tomándose como terreno viable el terreno C.



Foto 7-1: Terreno seleccionado para el emplazamiento de la PTAR

Para la evaluación de los terrenos, se ha tomado en cuenta criterios basados en diversas características, como son:

- Vías de acceso;
- Superficie total;
-Cercanía al cuerpo receptor;
-Topografía y volúmenes de excavación;
- Otra infraestructura alrededor del predio; Retiros mínimos a viviendas, pozos, nivel freático y linderos de propiedad, entre otros, para los elementos que conforman la PTAR, según lo establecido en el cuadro 1 de la sección 6 de la norma NTON 05 097-05;
- Posible reuso del efluente de la PTAR, como por ejemplo pastizales donde se pueda aprovechar el agua residual para riego.

Tabla 7-1: Principales criterios para la selección del sitio de la PTAR

Criterio	Terreno A	Terreno B	Terreno C (seleccionado)	Terreno D	Terreno E
Topografía del terreno	Topografía plana, uso de suelo con vocación ganadera.	Topografía Plana, suelo vocación agrícola, plantaciones de Plátanos.	Topografía plana, con uso de suelo de vocación agrícola, siembras de plátanos	Topografía Plana, suelo vocación agrícola, plantaciones de Plátanos.	Terreno semiplano, uso de suelo, vocación ganadera
Legislación vigente (NTON 05 027-05)	No cumple con los criterios ambientales	No cumple con los criterios ambientales	Cumple con los criterios ambientales	No cumple con los criterios ambientales	Cumple con los criterios ambientales

Criterio	Terreno A	Terreno B	Terreno C (seleccionado)	Terreno D	Terreno E
Cuerpo receptor	Río Oro, ubicado aproximadamente a 1200m	El sitio está en el costado sur del rio Oro (aproximadamente a 378m)	Río Oro, ubicado aproximadamente a 900m	El sitio está en el costado sur del rio Oro (aproximadamente a 350m)	Bastante retirado de la población de Rivas (aproximadamente a 1600 m), por lo tanto elevaría sus costos de construcción.
Acceso	Camino de acceso de macadán que conduce a la comunidad de Apataco	Camino de todo tiempo	Camino de acceso de todo tiempo	Camino de todo tiempo	Camino de Macadán de todo tiempo
Titularidad del terreno	Documentos en orden, y dispuestos a negociar.	Documentos en orden, y dispuestos a negociar.	Documentos en orden, y dispuestos a negociar.	Documentos en orden, y dispuestos a negociar.	Documentos en orden, pero precio muy alto.
Conclusión	Por no cumplir con la legislación vigente, esta alternativa ha sido descartada.	Por no cumplir con la legislación vigente, esta alternativa ha sido descartada.	Se considera la mejor alternativa, dado que cumple con lo dispuesto en la NTON 05 027-05, la distancia con respecto al casco urbano es aceptable por lo que no se consideran gastos extraordinarios para la red de conducción de las aguas residuales. Se realizó acuerdo a través de una Carta de Compra-Venta con el actual propietario Sr. Miguel Mora.	Por no cumplir con la legislación vigente, esta alternativa ha sido descartada.	Aunque esta alternativa cumple con los criterios de la legislación ambiental vigente, el terreno tiene un precio bastante alto, y la distancia con respecto al casco urbano aumenta los costos de la inversión dado que implicaría un mayor trayecto de la red de conducción de las aguas residuales hacia el sitio de la PTAR.

Fuente: Treminio, J. (2019)

h. Impacto Ambiental

Se realizó una valoración comparativa considerando el emplazamiento y la tecnología propuesta para las tres (3) alternativas. La alternativa que obtiene el mayor puntaje corresponde a la que menos impacto ambiental ocasiona. De allí que a ésta se le asigne el coeficiente 1 y sea la referente para obtener el peso o coeficiente para los restantes sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 7-2: Impacto medio ambiental de las tecnologías objeto de evaluación

Alternativa tecnológica	Olores	Ruidos	Insectos	Integración entorno	Riesgo salud	Efectos Suelo	Peso	Puntaje
No. 1	M (0)	PI (0.50)	PN (0)	PN (0.50)	Me (0.50)	Me (0.50)	2.00/3.75 = 0.53	5.3
No. 2	N (0.50)	PN (0.50)	PN (0.50)	PN (0.50)	Me (0.50)	Me (0.50)	3.00/3.75 = 0.8	8.0
No. 3	B (1)	PA 0.50	PN (0.50)	PN (0.50)	PA 0.75	Me (0.50)	3.75/3.75 = 1	11.0
B = Buena (1)		PI = Problema inexistente (1)				Ba = Bajo (1)		
N = Normal (0.50)		PA = Problema Atípico (0.75)				Me = Medio (0.50)		
		PN = Problema Normal (0.50)						
M = Mala (0)		PF = Problema Frecuente (0)				A = Alto (0)		

La evaluación de las tecnologías propuestas mostrada en la tabla anterior, se justifica principalmente por las siguientes razones:

- ***Riesgo de Olores e Insectos***

La Alternativa No. 1 es sin duda, la opción más problemática dado que dispone de áreas más grandes de superficie libre de agua, las cuales aumentan el riesgo de emisiones de mal olor y de la proliferación de vectores.

Para el caso de la Alternativa No. 2, ésta tiene la ventaja de no usar aireadores. Sin embargo, los filtros biológicos también representan cierto riesgo de proliferación de un particular tipo de moscas en la zona periférica de su superficie.

La Alternativa No. 3 ha sido evaluada con el puntaje más alto indicando un menor impacto ambiental y social, dado que con la unidad inicial (reactores UASB) los cuales disponen de un sistema completamente cerrado, *no permitiendo la emisión de gases*. Los gases colectados se quemarán en una antorcha sin cualquier olor restante. Por la alta eficacia de los reactores, las emisiones de mal olor causadas por el post-tratamiento en las lagunas no están consideradas como problema grave.

En conclusión, en términos de "Riesgo de mal olor y proliferación de vectores (Insectos)", la alternativa más recomendable es la No. 3, seguida de la No. 2 y finalmente la solución menos favorable la No. 1.

- ***Integración con el entorno***

Cualesquiera de las PTAR propuestas estaría ubicada en una zona retirada del centro poblacional (Terreno propuesto Alternativa C), por lo tanto no se prevén molestias a los vecinos. Las viviendas dispersas de la zona se encuentran a distancias mayores a 20 m del lindero de la propiedad de la PTAR, y a más de 200 m de viviendas y/ zonas pobladas, cumpliendo con lo establecido en la NTON 05 027-05 para sistemas UASB + sistema de lagunas. Y para el caso de la alternativa seleccionada (Alternativa C) el diseño incluye además un sistema de combustión de gases producto de la actividad biológica en los reactores por lo que no afectará al entorno inmediato.

- ***Riesgo de Salud***

Tanto la emisión de malos olores como la proliferación masiva de vectores (tales como moscas, mosquitos, zancudos, etc.) representan riesgos de salud. Por un lado pueden poner en peligro la operación del tratamiento en sí, por ejemplo, si los vecinos manifiestan que no están dispuestos aceptar estos impactos negativos del tratamiento. Y además los vectores pueden representar un grave problema de salud pública por el riesgo de la transmisión de enfermedades como malaria y dengue.

- ***Efectos Suelo***

En la etapa constructiva, el factor suelo es uno de los más afectados dado las actividades de movimientos de tierra, cortes, nivelación y relleno, sin embargo, es importante además mencionar que la construcción de las Lagunas considerará entre otros aspectos, lo siguiente:

- Impermeabilización a través de una geomembrana de PEHD, debido a que el suelo de la zona no es apropiado para su uso como dique y/o fondo de lagunas sin una impermeabilización adicional.
- Revestimiento superficial del fondo, de los taludes y de la cresta.
- En el fondo de las lagunas se protegerá la tela de impermeabilización en contra daños físicos en caso de la remoción de lodo a través de maquinaria pesada. Para este propósito se ha previsto una capa de grava. Los taludes interiores se ha previsto proteger con enrocado contra el efecto erosivo de las olas, que se desarrollan por el efecto del viento. Además, este revestimiento también sirve para proteger la tela de impermeabilización y para evitar el crecimiento de plantas acuáticas. En la cresta de las lagunas se planifica un revestimiento para permitir que maquinaria pesada pueda llegar a cualquier punto en el perímetro de las lagunas.

Una vez entre en operación la PTAR la gerencia del proyecto se compromete a cumplir con la legislación nacional y de ser preciso internacional, aceptada y reconocida por MARENA. Para evitar efectos adversos al suelo, el proyecto prevé para cualesquiera de las Alternativas propuestas, el manejo de los lodos resultantes de la depuración de aguas residuales domésticas, quedando abierta la posibilidad de aprovechamiento como abono orgánico o mejoradores de suelo dado su alto poder de nutrientes, materia orgánica y otros compuestos de valor nutricional para los cultivos, así como el mejoramiento de propiedades físicas del suelo.

i. Costo de Inversión de Operación y Mantenimiento

Los costos se definieron con base a: diseño del sistema, tecnología, eficiencia y experiencia del personal técnico.

Los costos de inversión tanto en Construcción y Operación y Mantenimiento, ha sido uno de los elementos principales y de mayor importancia para realizar la evaluación y selección de cualquier tecnología de tratamiento.

Construcción Alternativa UASB + Sistema de Lagunas (Alternativa Seleccionada): La primera fase tendrá un costo de USD 11,243,980.44, estimándose una inversión posterior de USD 5,119,699 para la segunda fase, por lo que el costo total de inversión para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en Rivas y red de alcantarillado sanitario será de USD 11,243,980.44. Dicha inversión considera un sistema de lagunas como la alternativa de desinfección del efluente.

Los costos de inversión calculados para este proyecto incluyen las condiciones propias de construcción y refleja las características particulares para la Ciudad de Rivas que incluye la implementación de dos estaciones de bombeo en la red de alcantarillado sanitario.

Las alternativas restantes presentan desventajas por el alto costo de inversión y el alto costo de O&M, tal es el caso de la alternativa con Radiación Ultravioleta, que tal como se mencionaba, éste tipo de tecnología para la desinfección del efluente depende mucho de repuestos, porque las lámparas no solo son caras sino también tienen una vida útil bien limitada, que normalmente ni siquiera excede a un año. Se ha estimado que los costos de inversión serían por lo menos de 46,500 US$, a lo que habría que sumar los costos de operación y mantenimiento (cambios de lámparas, electricidad, etc.). Así mismo, se prevén problemas especiales en caso de un corte de la corriente eléctrica, porque disminuye el

tiempo de vida útil de las lámparas y se necesitan medidas especiales para asegurar el control automático del sistema, y por supuesto no hay ninguna desinfección durante un corte de energía.

Por otro lado, la alternativa propuesta de desinfección de las aguas residuales con cloro, presenta muchas desventajas, tales como: oxidación del oxígeno presente en el agua, elevados costos de la decloración, se necesitaría un control minucioso de la misma. Además de que la decloración aumenta el costo de la cloración por unos 30-50%, también significa un proceso técnicamente complicado, que no puede ser manejado fácilmente en la PTAR. Los costos de inversión serían aprox. de 14,000 US$. A lo que habría que sumar los costes de mantenimiento y operación.

Las dos últimas alternativas planteadas tienen sus desventajas, dado que mientras que durante el proceso de la cloración se forman compuestos tóxicos y cancerígenos y su operación es riesgosa y costosa, la radiación ultravioleta es cara y depende fuertemente de repuestos.

Sin embargo, las lagunas de maduración (Alternativa No. 1), aunque también requieren de una inversión alta, una vez construidas solo implican muy bajos costos de mantenimiento. Las lagunas no dependen ni de repuestos ni de energía eléctrica, sino que se aprovecha de forma ideal el clima local. Y además también sirven como etapa final en la remoción de materia orgánica restante después del tratamiento secundario en los reactores UASB. Si se instalará una cloración o radiación ultravioleta sin lagunas, se necesitará una etapa adicional para garantizar una DBO5 < 30 mg/l en el efluente.

j. Capacidad de Instalación Requerida según el Suministro de Conexiones

Alternativa No. 1 (Cloración): *No se esperan altos consumos energéticos*, sin embargo, la decloración aumenta el costo de la cloración por unos 30-50%, también significa un proceso técnicamente complicado, que no puede ser manejado fácilmente en la PTAR. Los costos de inversión serían aprox. de 14,000 US$. A lo que habría que sumar los costes de mantenimiento y operación.

Alternativa No. 2 (Radiación ultravioleta): Aunque se supone que habrá menos lagunas que en la Alternativa No. 1, existirán etapas adicionales compuestas por Tanques Imhoff, filtros biológicos y tanques de sedimentación. A pesar de que estos elementos no requieren de un mantenimiento complicado, cada uno requiere de su atención particular, que aumenta el riesgo de una mala operación en relación a la Alternativa No. 1. Además, en el marco de una desinfección por radiación ultravioleta, las lámparas de mediana presión tienen una temperatura de operación entre 600-1,000°C, es decir se pierde gran parte de la energía y el sistema se calienta bastante. Resulta un *consumo más alto de energía y una vida útil más corta* en comparación con lámparas de baja presión. Por

La Alternativa No. 3 (Sistema de Lagunas): Las lagunas *no dependen ni de repuestos ni de energía eléctrica*, sino se aprovecha de forma ideal el clima caliente en Nicaragua. No se ha previsto instalaciones adicionales de alta potencia eléctrica. Por lo tanto, se estima suficiente una conexión a la red pública. La energía eléctrica será requerida básicamente para el funcionamiento de la estación de bombeo, las rejillas automáticas, la bomba de lodo y el alumbrado de las instalaciones y parte del terreno alrededor de las mismas.

k. Alternativas de Disposición del Efluente Tratado, Capacidad de Recepción y Autodepuración del Cuerpo Receptor. Línea de Base de la Calidad del Cuerpo Receptor

- ***Alternativas de disposición del efluente tratado***

Los sitios A, B, D, propuestos para el emplazamiento de la PTAR, no cumple con los criterios ambientales de la NTON 05 027 – 05, para la ubicación de la Planta de Tratamiento, estos se encuentran muy cercano a las áreas pobladas, de manera que no se procedió al análisis del cuerpo receptor inmediato.

Caso contrario ocurre con el sitio E, el cual se localiza a unos 2,500 m de distancia de las áreas pobladas, desde la Carretera Panamericana Rivas – La Virgen, más 1,060 m en dirección Este hacia el Lago Cocibolca, es decir que cumple al 100 % con la NTON 05 027-05, con la única desventaja que está muy retirada de la población de Rivas, por lo tanto elevaría sus costos de construcción, de manera que es una alternativa que se descarta.

Para la alternativa seleccionada (Alternativa C), por considerarse la que mejor se adapta a los alcances del proyecto y por cumplir con la legislación vigente, se ha considerador que el efluente de cada laguna secundaria converja en una caja receptora, para descargar en un cauce pluvial de corta longitud que finalmente llega al río Oro.

Es importante mencionar que en la ciudad existe un sistema parcial de drenaje pluvial conformado por cunetas que descargan las aguas en cauces que las conducen para ser dispuestas en el Río de Oro. Así mismo existen cauces naturales dentro del casco urbano que recolectan las aguas pluviales que escurren por las calles y avenidas, los que también las conducen hacia el mismo cuerpo receptor, el cual desemboca finalmente en el Lago Cocibolca.

- ***Capacidad del Sistema***

Con el objetivo de determinar la cantidad de conexiones al alcantarillado sanitario, se realizó un estudio poblacional, que determinó que a la fecha de diciembre del 2016 existen:

- 3,818 conexiones al AS de las cuales el 98% (3,746) se encuentran activas y el 2% (72) están registradas como inactivas.
- Como parte del análisis, de esta información se pudo determinar que aproximadamente 16,070 habitantes cuentan con AS.
- Asimismo tomando como base los 3,746 conexiones registradas como activas, utilizando un índice de habitante por vivienda de 4.29 hab/viv (información obtenida de las encuestas realizadas), y el consumo facturado en metros cúbicos por mes, se determinó que la PTAR actual recibe aproximadamente un caudal de 23 L/s en ambos módulos (no se determinó la cantidad que recibe cada módulo).

Con base a la información descrita anteriormente recopilada en campo, El Proyecto ha planteado que entre los alcances del mismo se mencionan las siguientes actividades: Instalación de 32.0 km de red de recolección, Instalación de 7.5 km de colectores principales, Construcción de 569 pozos de visitas sanitarios, y la *Instalación de 4,328 nuevas conexiones.*

Es importante mencionar que habiendo considerado la Alternativa No. 3 como la PTAR cuyas unidades de tratamiento lograrán satisfacer las necesidades de la población y objetivos del proyecto, se han proyectado 39.5 km redes de tuberías PVC en las áreas del sistema AS (conforme a cantidades de obra del perfil de las redes a diseñar) se proyectarán en las calles con existente cobertura de Agua Potable, adicionalmente estas *redes tendrán la capacidad de recibir el aporte de las áreas de expansión futura* que forman parte del estudio de cobertura.

- ***Línea de base***

Actualmente ENACAL lleva a cabo un monitoreo periódico. Típicamente dos veces al año, en febrero y entre septiembre-noviembre, respectivamente. El muestreo se lleva a cabo en los siguientes puntos:

- Entrada general
- Salida de la lagunas primarias
- Salida de las lagunas secundarias
- Salida general
- En el cuerpo receptor: 50 metros antes de la descarga y 100m después de la descarga.

Los parámetros monitoreados actualmente son: caudal, pH, temperatura del agua, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura ambiente, DBO, DQO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, nitrógeno total, nitrato, nitrito, nitrógeno Kjendhal, nitrógeno amoniacal, fósforo total, sustancias activas al azul de metileno y coliformes fecales.

l. Análisis de Posibilidades de Reúso del Agua Residual Tratada en Agricultura, Forestal, etc.

En cuanto a las posibilidades de reusar las aguas residuales tratadas, todas las alternativas son evaluadas equivalentes. No hay diferencias sustanciales en cuanto a los parámetros relevantes, puesto que la posibilidad de reúso dependerá del cumplimiento con las normas de descarga. No obstante, se eligió el proceso más eficiente y seguro (Alternativa No. 3 – UASB + Sistema de Lagunas) porque los efectos derivados de la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales son de larga duración.

El sistema de tratamiento tendrá la capacidad de contrarrestar la calidad del agua de descarga en el futuro y al mismo tiempo ser económicamente ventajoso. Por lo tanto, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos a fin de elegir el proceso de tratamiento más adecuado.

- Cantidad y calidad de afluente de aguas residuales
- Condiciones en el área de descarga
- Eliminación de nutrientes
- Posibilidad de tratamiento relacionado con el ambiente de las instalaciones
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Compatibilidad con las características regionales de las condiciones
- Certeza en el tratamiento y eficiencia comprobada
- Viabilidad económica en la construcción, operación, mantenimiento y otros costos relacionados
- Reducir al mínimo las posibles afectaciones y quejas de población circundante

Por otro lado, los lodos deshidratados que serán generados podrán ser dispuestos como abono o fertilizante, ya que son lodos estabilizados y no contienen malos olores ni microorganismos patógenos, por lo que no se constituyen como residuos peligrosos. Estos lodos generalmente son aplicados en suelos agrícolas; forestales y suelos erosionados, lo que permanece como una opción de aprovechamiento en la zona, previo exámenes en dependencia del uso que se considere realizar.

m. Criterios de Distancias de Conformidad a la Normativa Vigente

Una vez obtenidos los resultados de los diferentes estudios técnicos previos y habiendo definido las unidades de tratamiento que conformarán la PTAR y sus dimensiones correspondientes, el Proyecto procedió a la búsqueda de terrenos disponibles y sobre todo que cumplieran con la normativa ambiental vigente.

A continuación se muestran los cinco (5) sitios propuestos y estudiados para el emplazamiento de la PTAR propuesta:

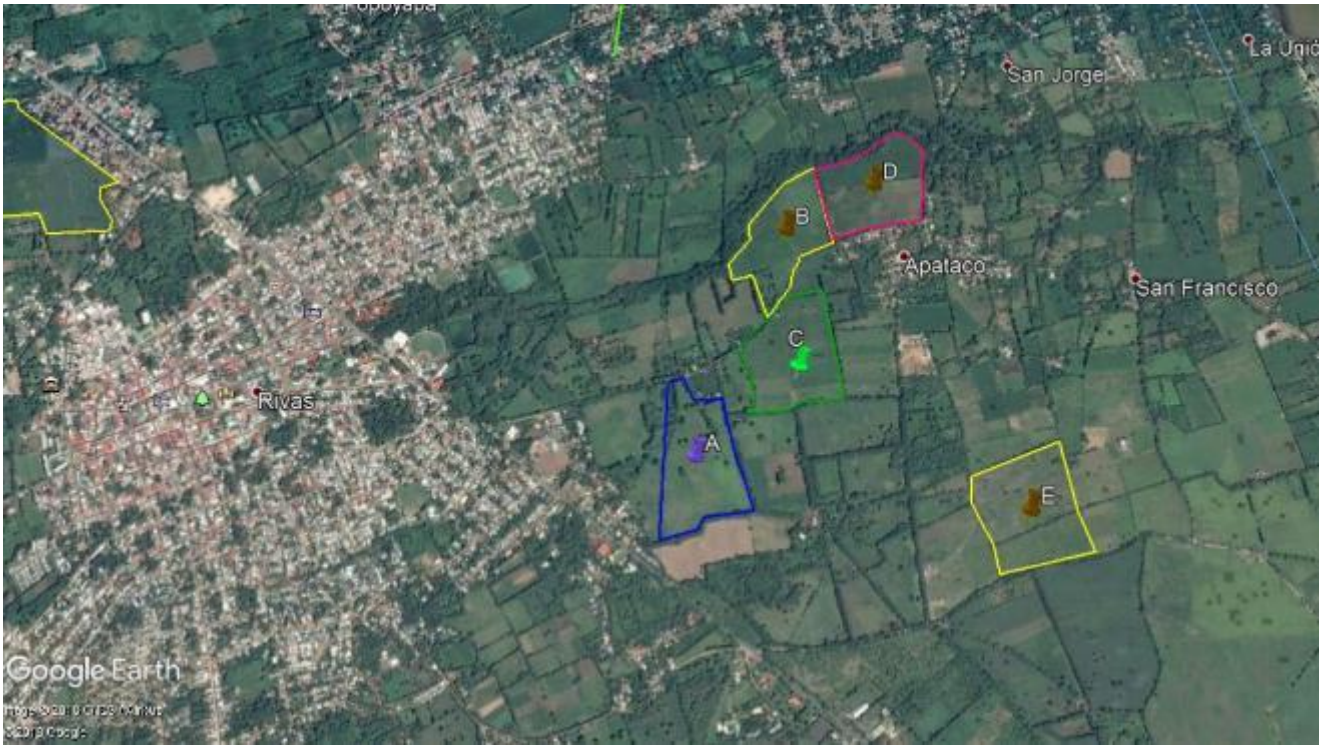


Figura 7-4: Sitios propuestos para el emplazamiento de la PTAR

Tabla 7-3: Ubicación de la PTAR propuesta (Combinación de sistemas convencionales)

Terrenos propuestos PTAR	Coordenadas UTM	Distancias NTON 05-027-05	
		Distancia real	Distancia con respecto a casas y/o Zonas Pobladas
A	629592.17E 1264444.16N	30 m de la carretera panamericana Rivas – La Virgen. En todo su borde lateral de la carretera existen viviendas, talleres e industrias.	No Cumple
B	629937.29E 1265297.76N	Se localiza contiguo a la comunidad Apataco.	No Cumple

Terrenos propuestos PTAR	Coordenadas UTM	Distancias NTON 05-027-05	
		Distancia real	Distancia con respecto a casas y/o Zonas Pobladas
C	630017.78E 1264728.37N	A unos 1.2 km aproximadamente de la carretera panamericana y unos 300 metros de la comunidad Apataco.	Cumple
D	630417.45E 1265457.60N	Se localiza contiguo a la comunidad Apataco.	No Cumple
E	630876.25E 1264291.52N	A 2,500 m de distancia, desde la Carretera Panamericana Rivas – La Virgen. A más de 1,060 m en dirección Este hacia el Lago Cocibolca por camino de Macadán de todo tiempo	Cumple

Fuente: Treminio, J. (2019)

Tal como se logra observar en la tabla anterior, de los cinco sitios estudiados, únicamente dos sitios llamados terreno C y terreno E, cumplen con la Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso (NTON 05-027-05), referente a las distancias de ubicación de las unidades de tratamiento que conformar la PTAR propuesta.

Con base a esto, se decidió que de estos dos sitios, el sitio idóneo es el terreno C, propiedad del señor Miguel Mora, con un área de 17.7 ha, ya que cumple con las exigencias de distancias que requieren las lagunas facultativas (300 m).

Conclusiones

Con base al análisis anterior, se concluye que:

El proceso más adecuado es la combinación de sistemas convencionales de:

- Pretratamiento (Rejilla gruesa manual, Tamiz, Desarenador, medidor Parshall);
- Sistema de reactores UASB (remoción principal de materia orgánica y digestión de lodos);
- Sistema de lagunas facultativas y de maduración (remoción materia orgánica y remoción de coliformes fecales); y
- Lechos de Secado de lodos

Además se considera la construcción e implementación de:

- Caseta de operadores
- Pantalla vegetal de protección perimetral

El sitio seleccionado (Alternativa C) para la implantación de la PTAR cumple con los criterios de ubicación indicados en la Norma técnica obligatoria para regular los sistemas de tratamiento de las aguas residuales y su re-uso NTON 05 027-05, respetándose los retiros mínimos de linderos de propiedad – viviendas y zonas pobladas.

La planta en su concepto general al horizonte 2039 del proyecto será un sistema modular dividido en tres trenes de tratamiento. Esta modulación también ha sido considerada para efectos de funcionalidad operativa, es decir que la primera fase de construcción incluirá:
a) el sistema completo de pretratamiento;

b) 1 reactor USAB, compuesto de 2 módulos;
c) 2 lagunas facultativas; y
d) 2 lagunas de maduración, esta modulación propuesta puede ser adaptada en la etapa de diseño final.
A continuación, para una evaluación resumida se usa un sistema de puntos.

Dentro de cada criterio analizado hay un sistema de graduación 1 – 2 – 3. Es decir, a la alternativa más favorable se la ha asignado un valor de 3, a la alternativa en segundo lugar un valor de 2, y a la alternativa menos favorable un valor de 1. En base a esto se obtienen los puntos por alternativa.

La alternativa que lleva el mayor total de puntos, se la interpreta como mejor alternativa.

Tabla 7-4: Evaluación de alternativas para el sistema de la PTAR

Criterios	Sistema de puntuación por alternativa de tratamiento		
	Lagunas Aireadas	Tanque Imhoff + Biofiltro	UASB + Lagunas Facultativas/Maduración
Dependencia de equipos electromecánicos y repuestos	2	2	3
Estabilidad del sistema	2	2	3
Calidad del efluente	3	3	3
Experiencia y conocimiento en la operación del sistema	3	3	3
Necesidad de mano de obra especializada	3	2	2
Generación, manejo y disposición de lodos	2	2	3
Disponibilidad o necesidades de terrenos	2	3	2
Impacto Ambiental	2	2	3
Costo de inversión de operación y mantenimiento	2	2	3
Capacidad de instalación requerida según el suministro de conexiones	3	2	3
Alternativas de disposición del efluente tratado, capacidad del sistema, capacidad de recepción y autodepuración del cuerpo receptor.	3	3	3
Línea de base de la calidad del agua del cuerpo receptor	3	3	3
Análisis de posibilidades de reúso del agua residual tratada en agricultura, forestal, etc.	3	3	3
Criterios de distancia de conformidad a la normativa vigente	3	3	3
Total	**36**	**35**	**40**

Fuente: Treminio, J. (2019)

De manera concluyente se alega que aunque las lagunas de maduración requieren de una alta inversión, se estima que una vez construidas solo implican costos de mantenimiento bajos, dado que las lagunas no dependen ni de repuestos ni de energía eléctrica, sino que se aprovecha de la radiación solar.

Además, las lagunas de maduración funcionan como etapa final en la remoción de materia orgánica restante después del tratamiento secundario en los reactores UASB.

8 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROYECTO (ALTERNATIVA SELECCIONADA)

8.1 Macrolocalización del Proyecto

El proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de la Ciudad de Rivas, Departamento de Rivas", estará ubicado a 113 km al sureste de Managua, Ciudad Capital.

El departamento de Rivas está ubicado entre el Océano Pacífico y el Lago de Nicaragua, situación que lo define geográficamente como istmo. Está compuesto por 10 municipios, siendo Rivas su cabecera municipal. El relieve de Rivas es plano y su topografía presenta una suave inclinación que desciende de Oeste a Este. El rango de elevación promedio de esta área se encuentra entre los 55 y 70 msnm, existiendo algunas elevaciones mayores, como en el caso del Cerro las Delicias. La altitud promedio del municipio, es de 73 msnm, la máxima en las sierras del municipio, 100 msnm y mínima al nivel del lago.

El municipio de Rivas, tiene una extensión territorial de 280.54 km^2, su posición geográfica es de 11026' Latitud Norte y 85049'. Presenta una topografía eminentemente plana, encontrándose en su territorio una amplia extensión geográfica conocida como el Valle de Rivas, llamado así por estar formado por una extensa planicie.

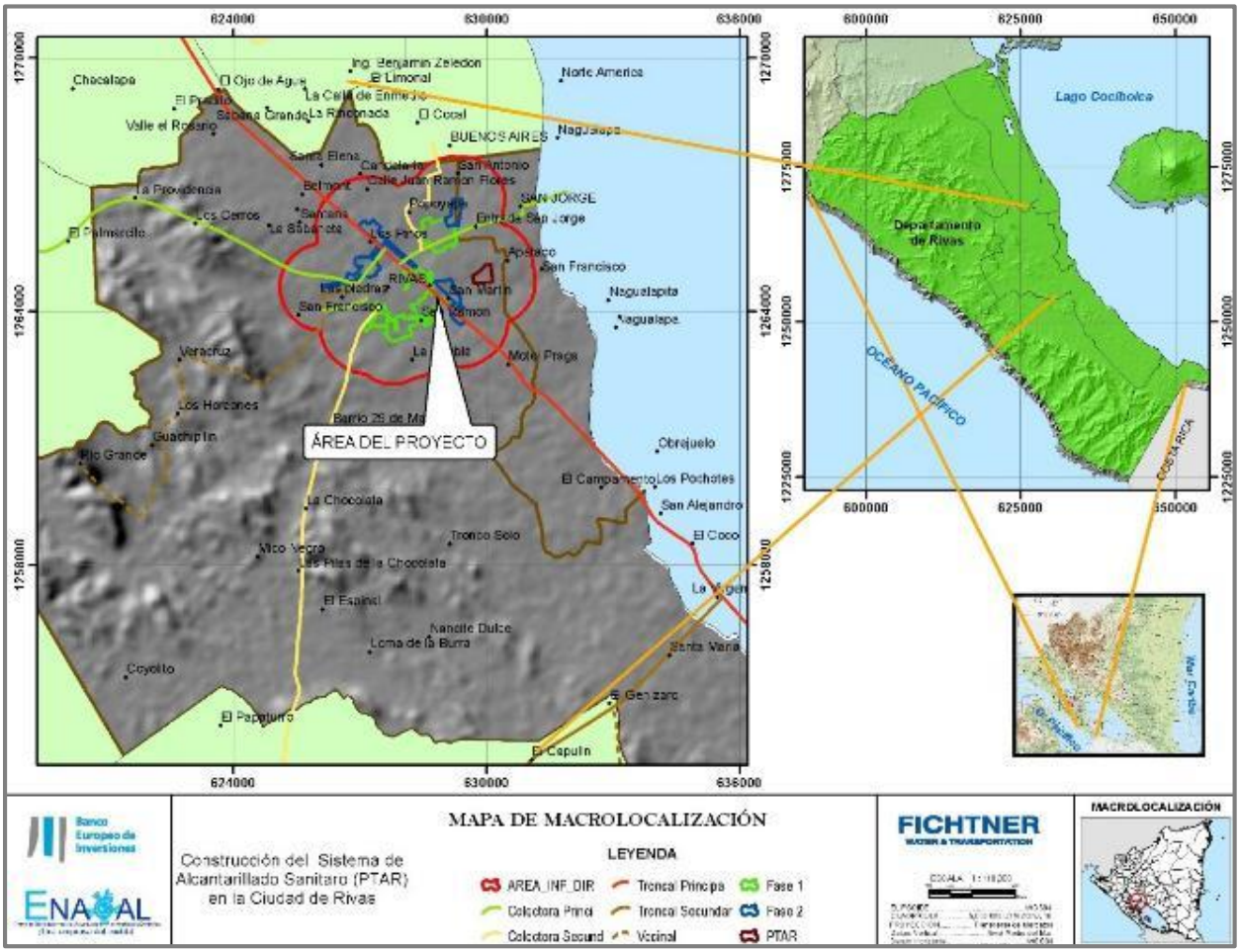


Figura 8-1: Mapa de Macrolocalización del Proyecto Rivas AS

8.2 Microlocalización del Proyecto y sus Componentes

Los componentes del proyecto se ubican en la ciudad de Rivas. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se encuentra en el camino a Apataco a 1.2 km al este de la carretera panamericana. La Estación de Bombeo de la Fase I se encuentra en el terreno de la actual Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ubicada detrás del Estadio Municipal y la Estación de Bombeo a construirse en la Fase II se ubica en el vivero municipal, de la rotonda de Rivas 500 m en dirección noroeste, 100 m suroeste.

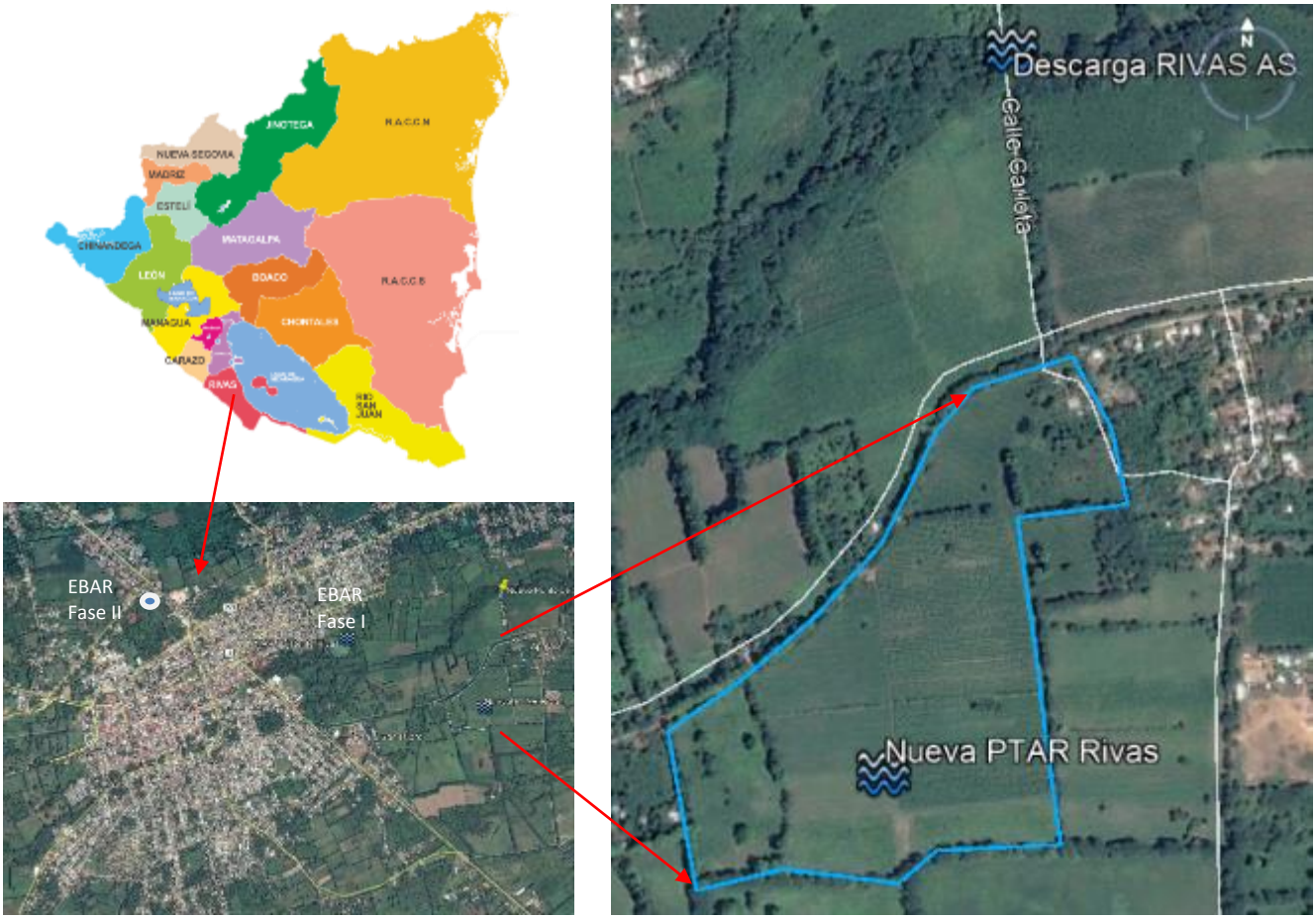
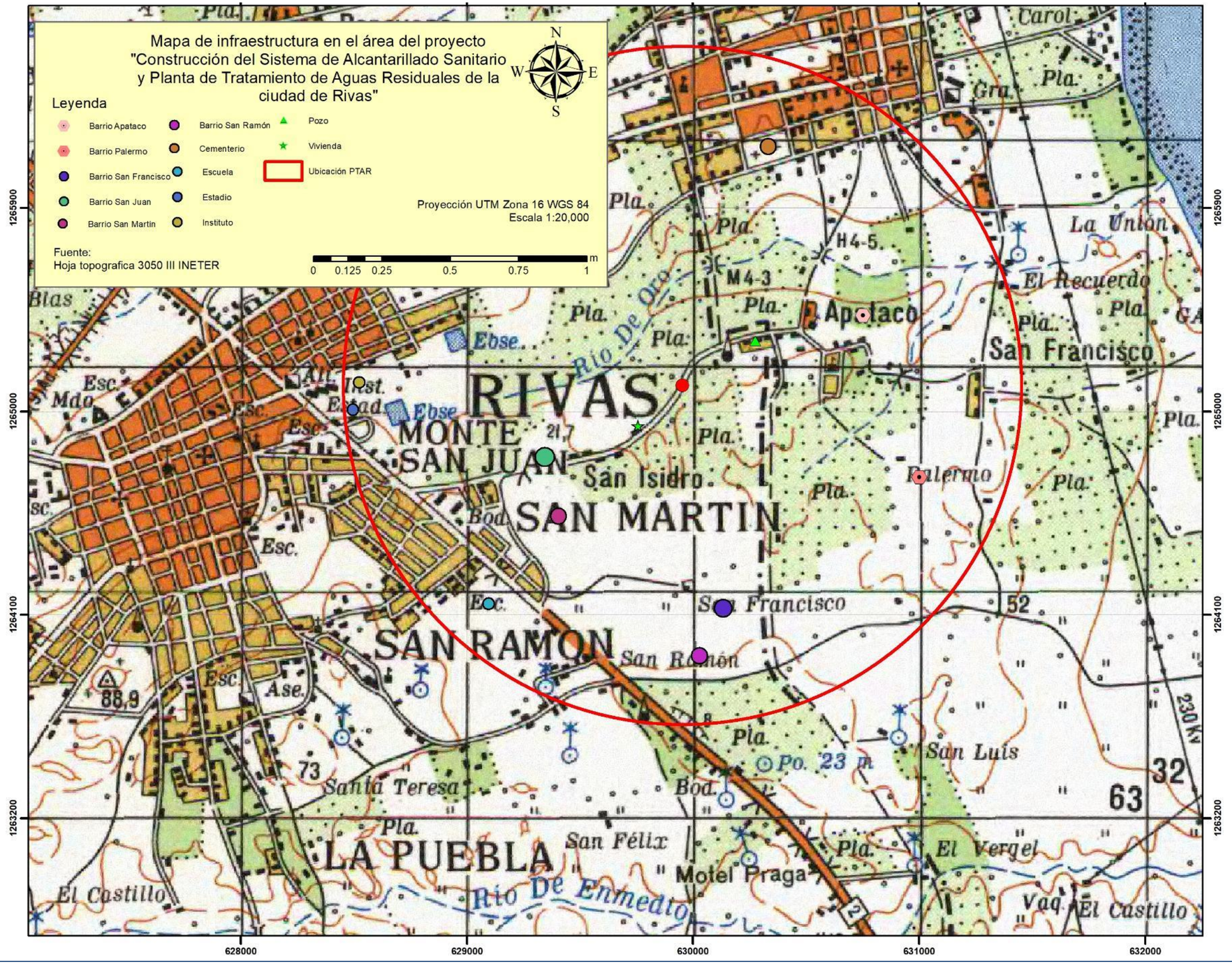


Figura 8-2: Microlocalización del Proyecto

Figura 8-3: Mapa de Infraestructura en el Área del Proyecto



Coordenadas (poligonal) de las áreas de incidencia directa de los componentes que conforman al proyecto, en coordenadas UTM WGS-84 (sistema de alcantarillado sanitario o red de tuberías de alcantarillado sanitario, estaciones de bombeo, planta de tratamiento de aguas residuales, punto de vertido y disposición final del efluente tratado, disposición final de los lodos, entre otros.

Tabla 8-1: Coordenadas de Ubicación de los Componentes del Proyecto

Sitio	Puntos	Coordenadas E	Coordenadas N
RAS		Casco Urbano Rivas	
EBAR Etapa 1		628834.11	1265281.90
EBAR Etapa 2		627572.99	1265585.94
Polígono PTAR	1	629954.04	1265115.39
	2	630236.91	1265128.60
	3	630267.04	1265001.98
	4	630136.72	1264977.65
	5	630156.96	1264700.71
	6	629974.61	1264677.13
	7	629789.45	1264659.93
	8	629758.08	1264920.12
Oficinas		629865.30	1264929.31
Caja Bypass General		629874.82	1264967.42
Rejillas gruesas		629877.50	1264966.07
Bombeo PTAR		629885.23	1264971.26
Desarenador y tamices rotativos		629907.72	1264981.65
UASB Fase I		629936.56	1264969.23
UASB Fase II		629909.88	1264965.04
Laguna Facultativa 1.1 Fase I		629949.01	1264810.20
Laguna Facultativa 2.1 Fase I		629992.83	1264820.64
Lagunas Facultativas 3.1 Fase II		630123.26	1265026.42
Laguna Maduración 1.2 Fase I		629888.70	1264793.51
Laguna Maduración 1.3 Fase I		629925.10	1264921.05
Lagunas Maduración 2.2 Fase I		630047.13	1264836.11
Lagunas Maduración 2.3 Fase I		630100.16	1264846.60
Lagunas Maduración 3.2 Fase II		630109.33	1265078.61
Lagunas Maduración 3.3 Fase II		630101.47	1265131.70
Canal Parshall		629931.31	1265008.70
Lechos de Secado Fase I		630045.15	1264966.61
Lechos de Secado Fase II		630087.63	1264973.34
Canal Descarga en Río Oro		630127.36	1265615.45
Punto de Descarga PTAR en Río Oro		630106.84	1265626.33

Fuente: M. Salazar

8.3 Cronograma de Trabajo

Se estima que este componente del proyecto tendrá una duración de dieciocho (18) meses. El cronograma de trabajo para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario se muestra en la siguiente figura.

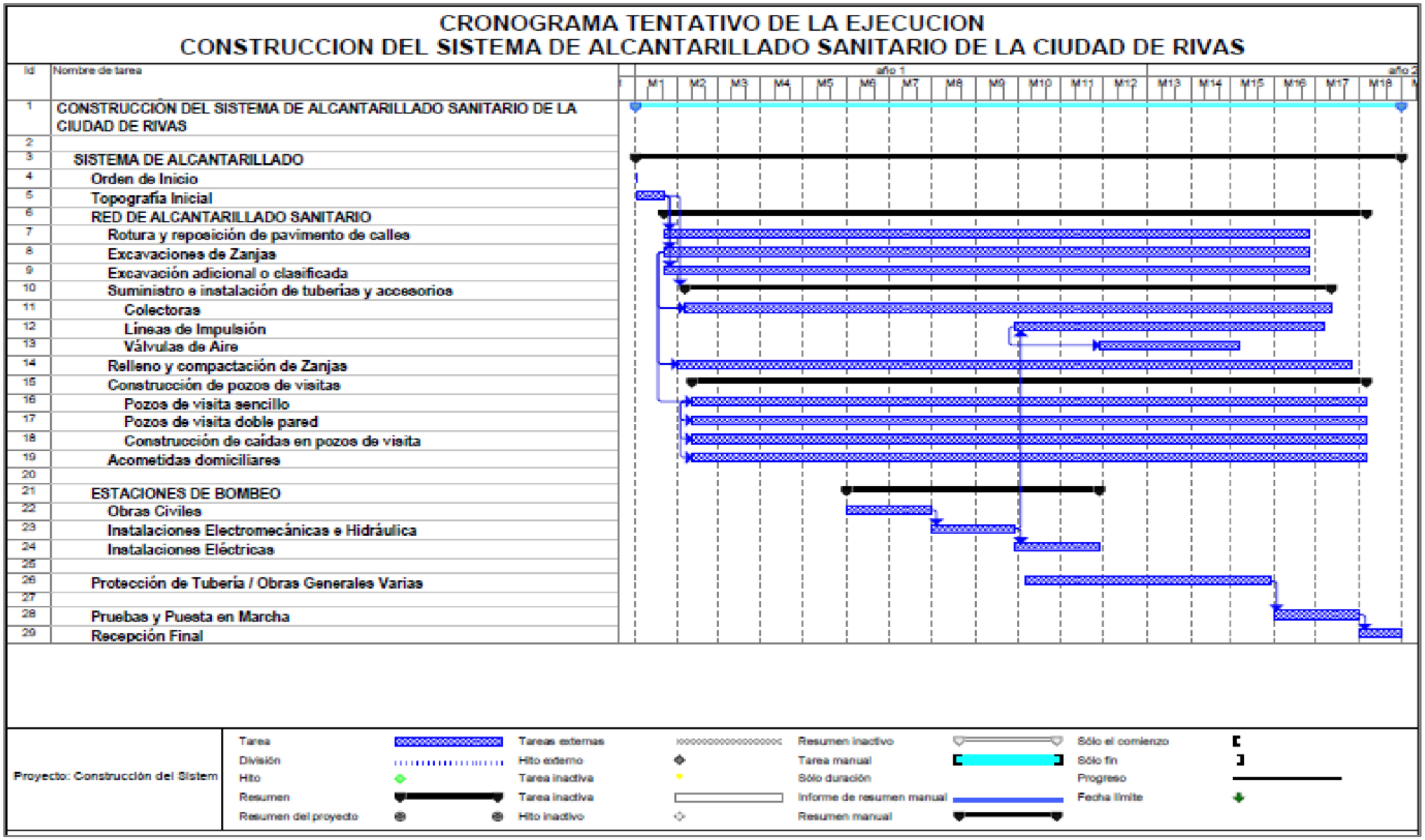


Figura 8-4: Cronograma de Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Rivas

El cronograma de ejecución de la planta de tratamiento se estima que el tiempo de ejecución sea de dieciocho (18) meses y se muestra en la figura siguiente:

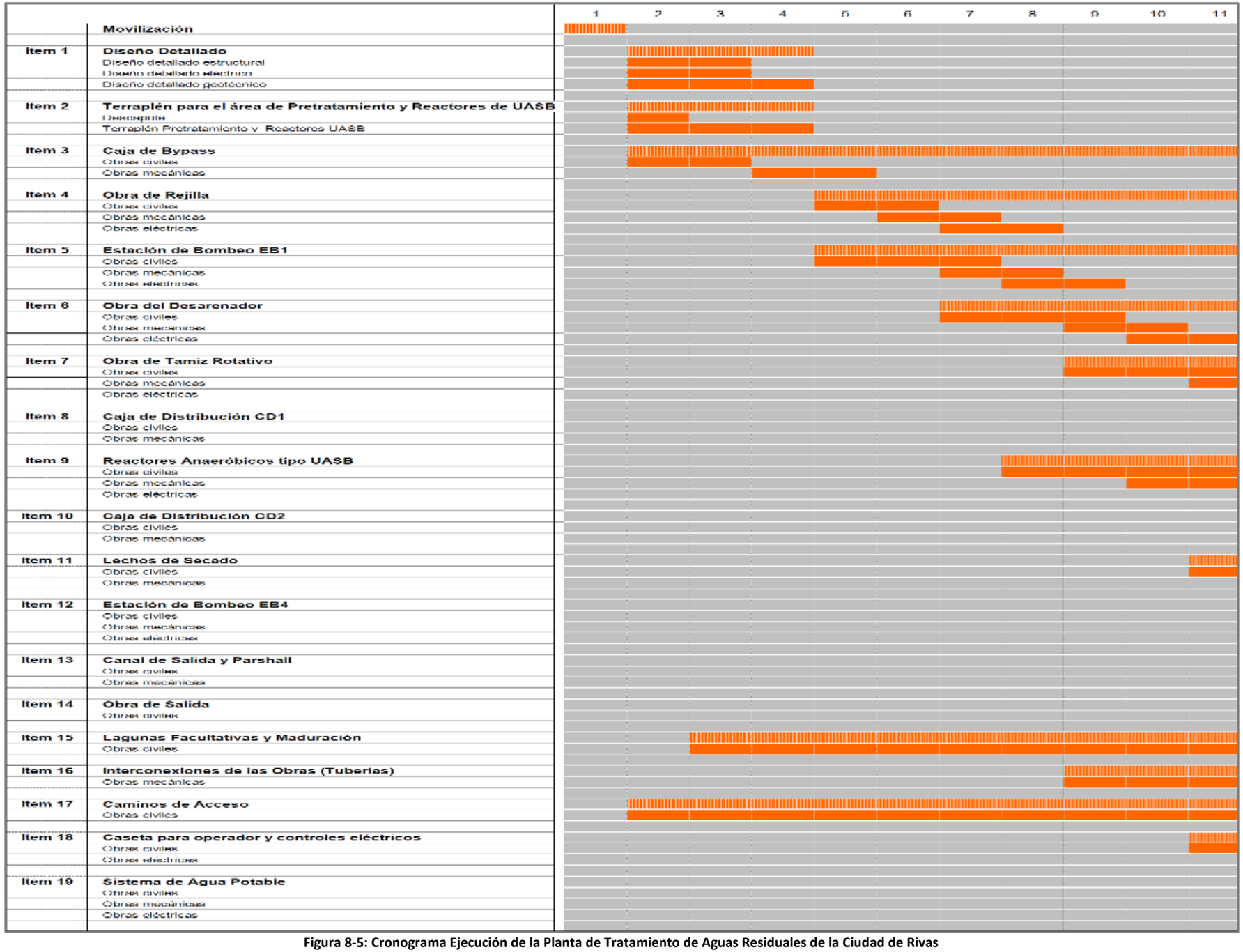


Figura 8-5: Cronograma Ejecución de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Rivas

8.4 Situación Actual del Área de emplazamiento

Las principales actividades económicas de Rivas son: la explotación agropecuaria de granos básicos y la ganadería de bovinos, porcinos y aves. La producción de carne es utilizada para el consumo local y en mayor porcentaje para la comercialización en otras regiones del país. El área de la PTAR actualmente se utiliza como plantación de plátano. Las distancias de las 4 viviendas más aledañas al proyecto se encuentran en rangos menores con lo establecido en las normativas correspondientes (NTON 05 027-05) particularmente con las lagunas, por lo que se establecieron medidas de mitigación en el Programa de Gestión Ambiental como lo es la plantación de cortinas rompevientos en el perímetro del predio. En el resto de criterios de distancias, se cumple a cabalidad con la distribución de las unidades de tratamiento, así como su ubicación con respecto a la dirección del viento, lo que reduce drásticamente el riesgo de molestias en los alrededores.

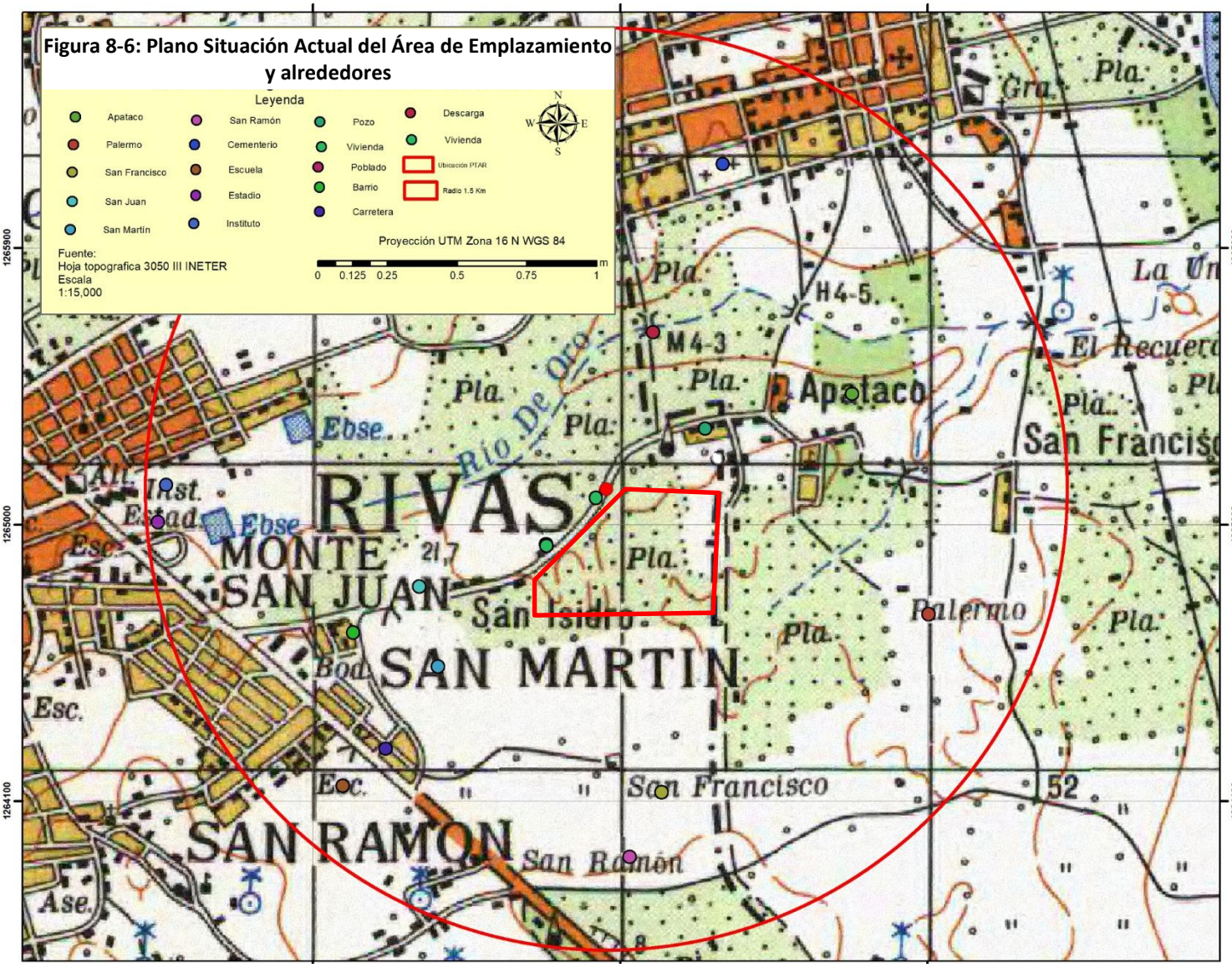


Figura 8-6: Plano Situación Actual del Área de Emplazamiento y alrededores

Figura 8-7: Plano Conjunto de Áreas del Proyecto

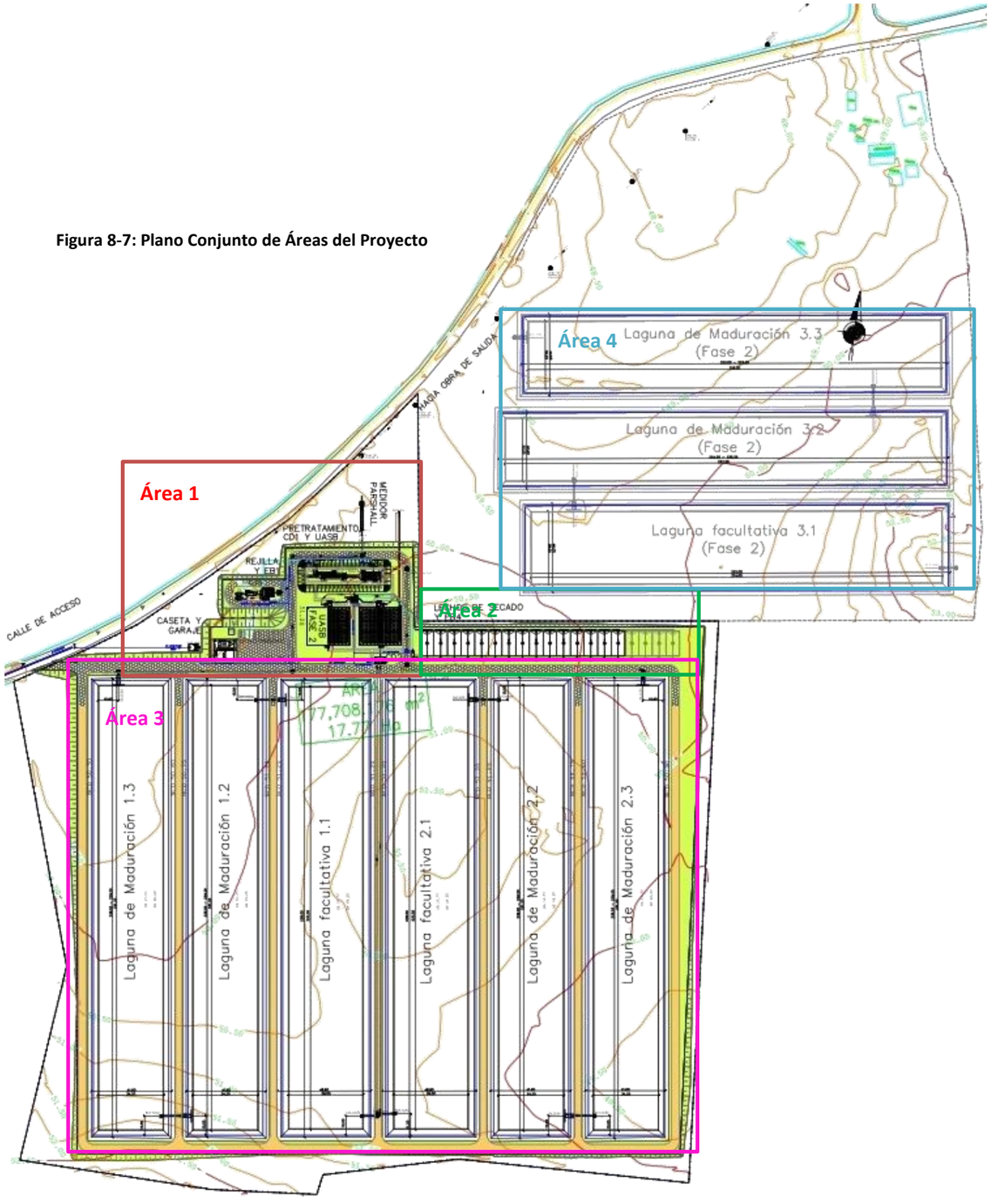


Foto 8-1: Memoria Fotográfica: Zonas perimetrales y camino de acceso a PTAR Rivas



Foto 8-2: Memoria Fotográfica: Sitio de Descarga en Río Oro



Foto 8-3: Memoria Fotográfica: Punto de Descarga Rio Oro en Lago Cocibolca



Figura 8-8: Área 1 Oficinas, Pretratamiento y UASB

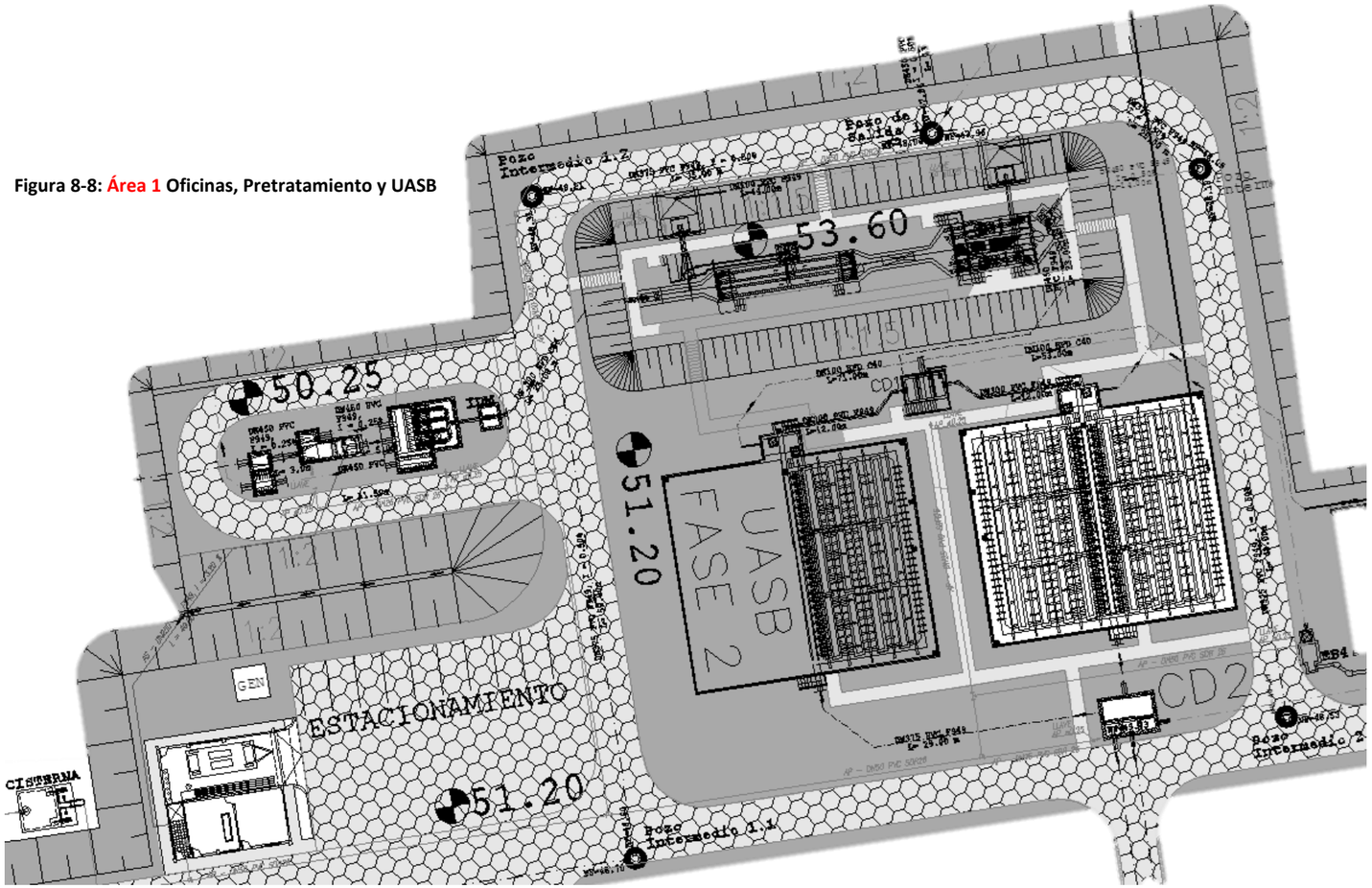


Figura 8-9: Área 2 Lechos de Secado y EB4

Foto 8-4: Memoria Fotográfica: Predio PTAR Rivas









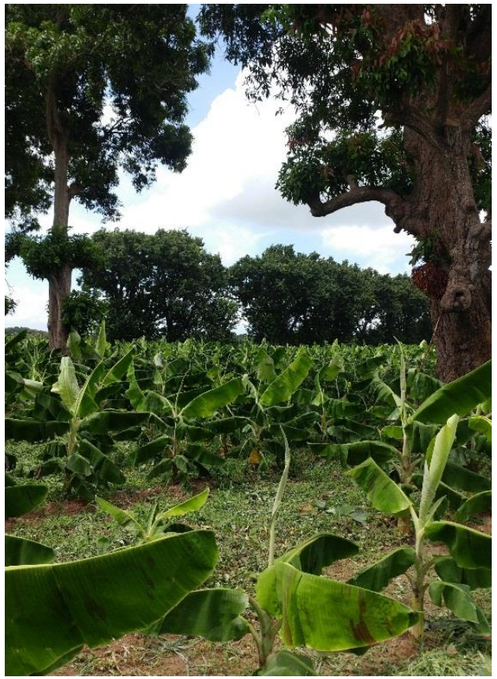
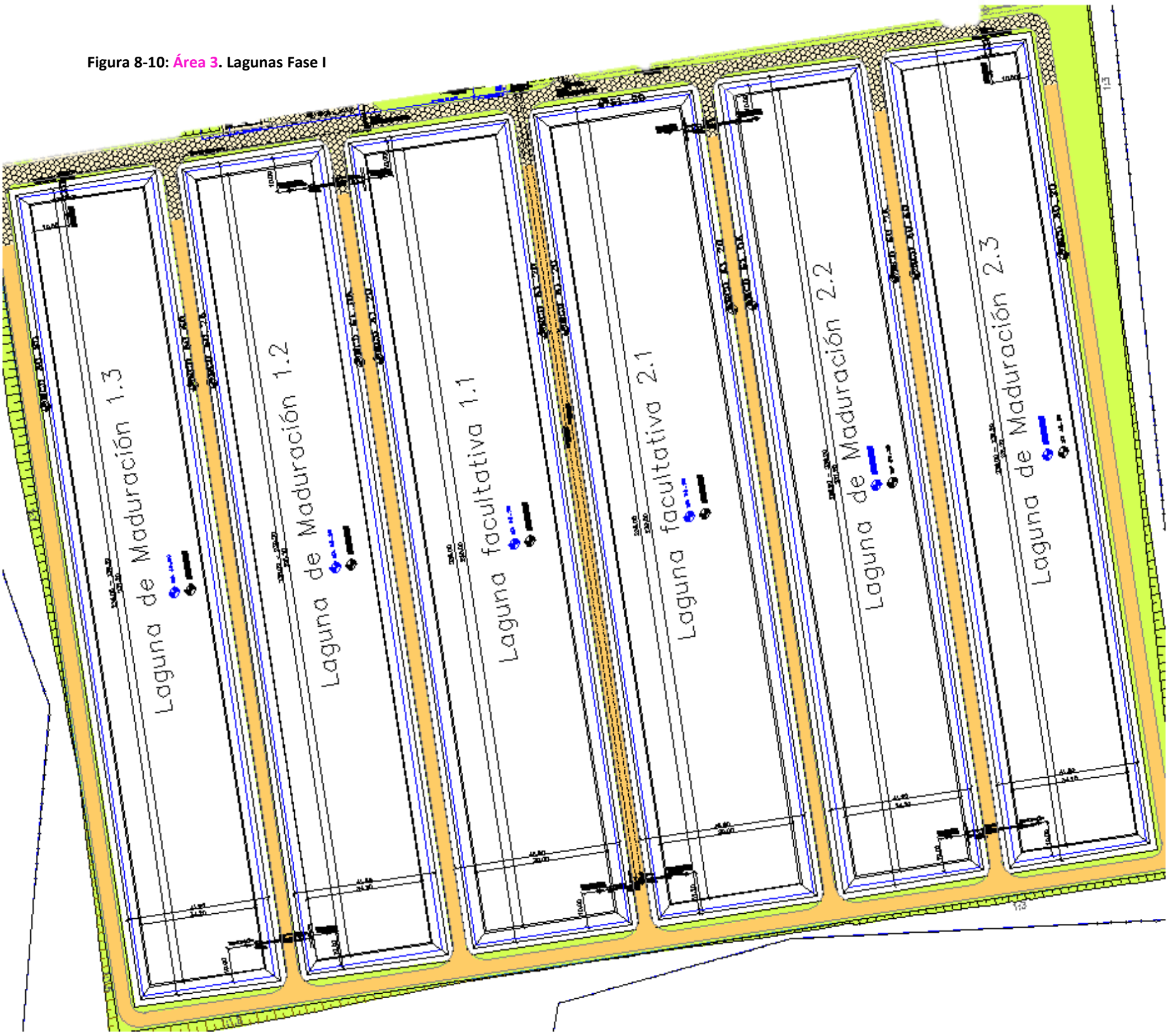






Figura 8-10: Área 3. Lagunas Fase I



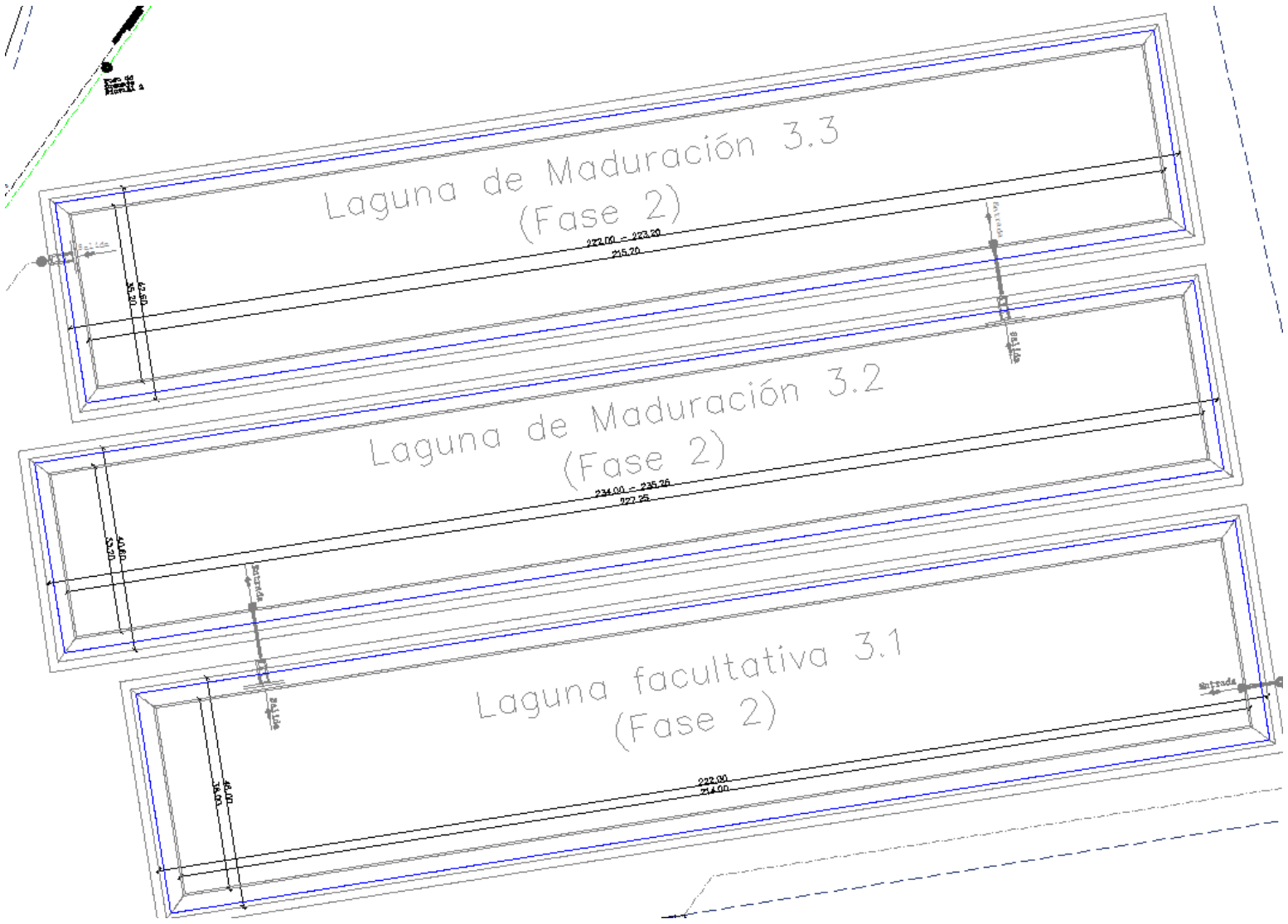


Figura 8-11: Área 4 Lagunas Fase II

Figura 8-12: Plano Conjunto EBAR 1. Predio PTAR Existente

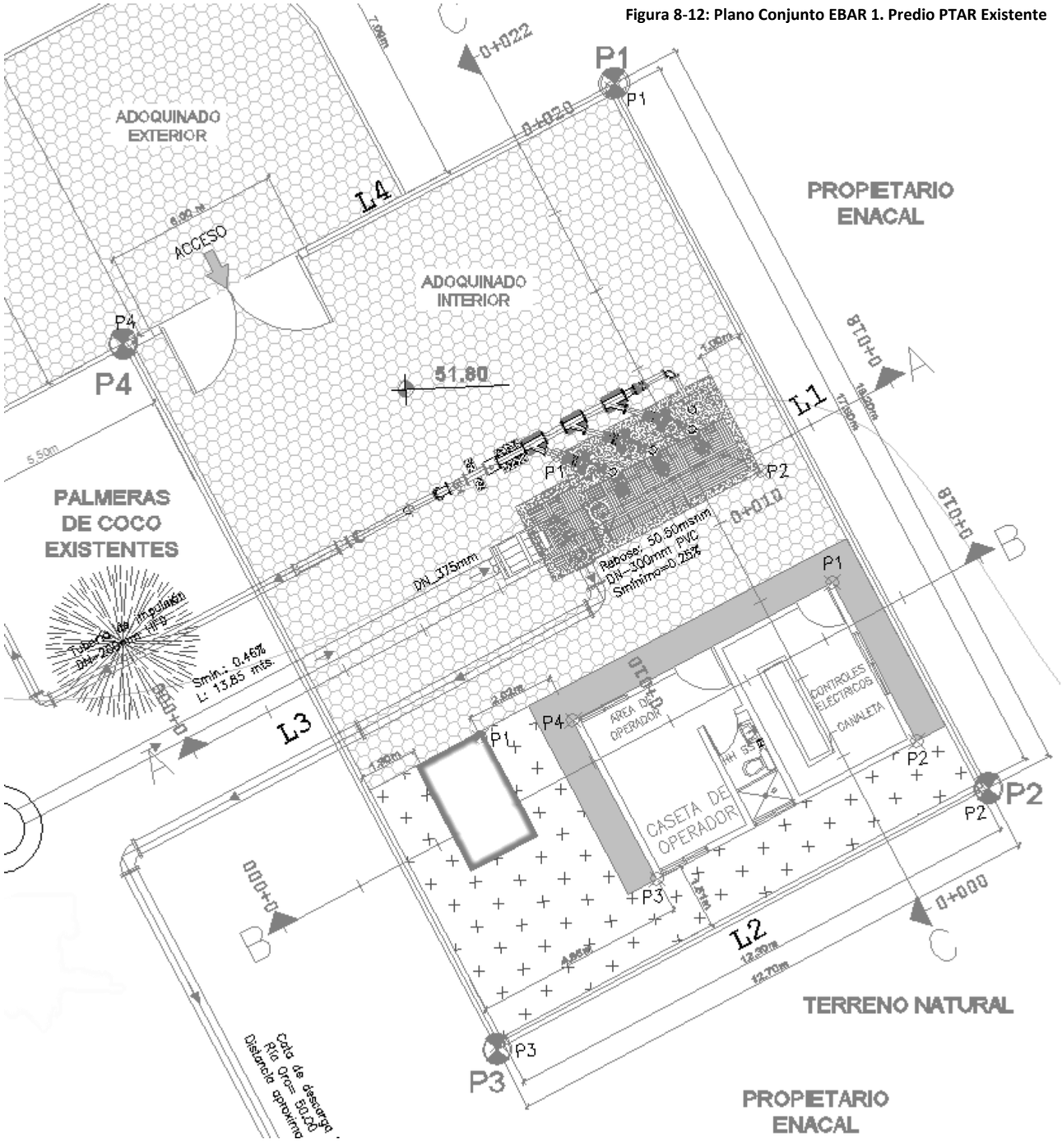


Foto 8-5: Memoria Fotográfica: EBAR Fase I







Figura 8-13: Plano Conjunto EBAR Fase II. Predio Vivero Municipal

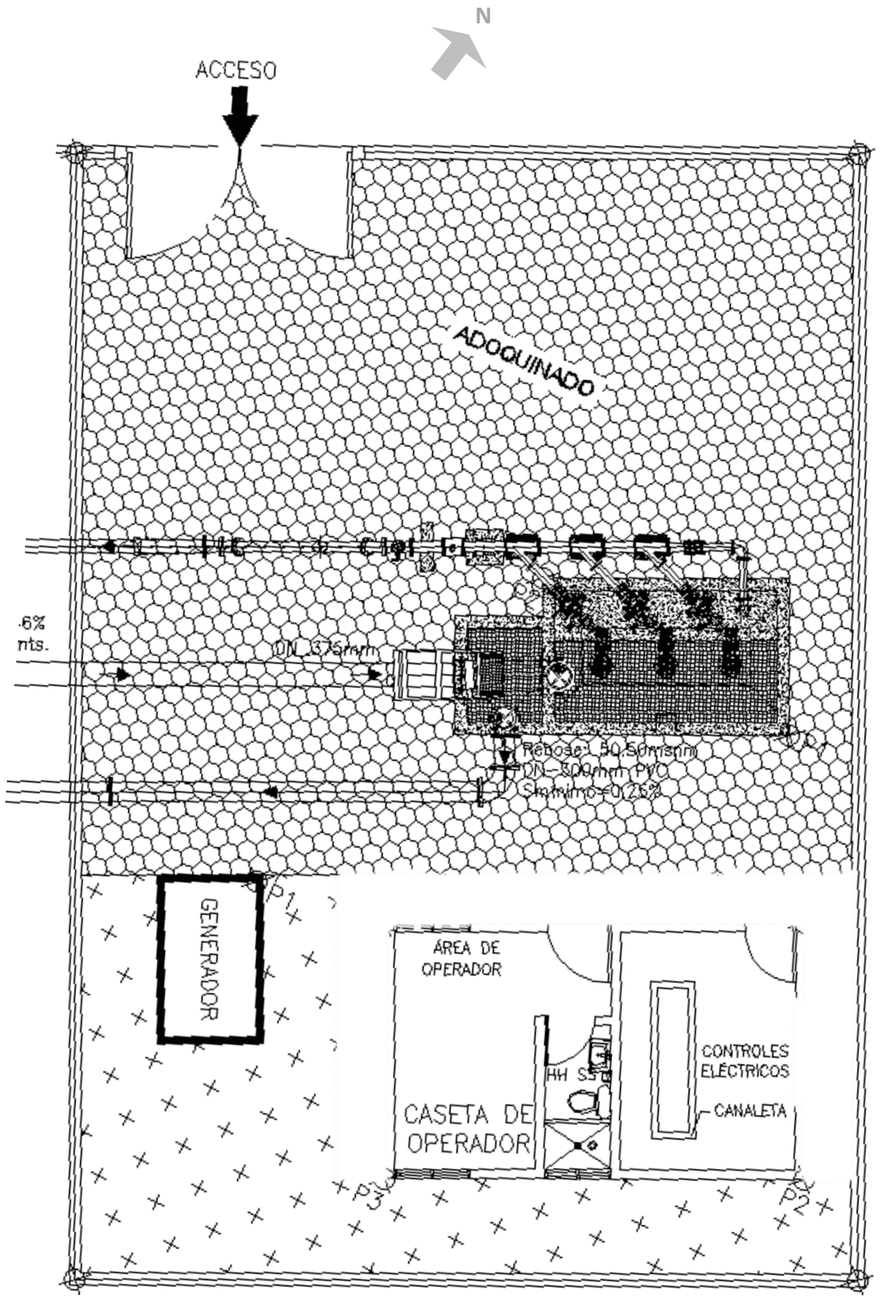


Foto 8-6: Memoria Fotográfica: EBAR Fase II









8.5 Área Total del Emplazamiento del Proyecto

Componente	Área	Unidad de Medida	% Terreno
RAS Casco Urbano Rivas	**35,670.00**	**ml**	
EBAR Etapa I	**462**	**m²**	
EBAR Etapa II	**462**	**m²**	
PTAR	**17.7**	**Ha**	
Oficinas	170.00	m²	0.10%
Caja Bypass General	9.00	m²	0.01%
Rejillas gruesas	13.00	m²	0.01%
Bombeo PTAR	40.00	m²	0.02%
Desarenador y tamices rotativos	155.00	m²	0.09%
UASB Fase I	626.64	m²	0.35%
UASB Fase II	208.88	m²	0.12%
Laguna Facultativa 1.1 Fase I	12,490.73	m²	7.06%
Laguna Facultativa 2.1 Fase I	12,491.67	m²	7.06%
Lagunas Facultativas 3.1 Fase II	9,494.50	m²	5.36%
Laguna Maduración 1.2 Fase I	11,167.23	m²	6.31%
Laguna Maduración 1.3 Fase I	11,357.87	m²	6.42%
Lagunas Maduración 2.2 Fase I	11,169.67	m²	6.31%
Lagunas Maduración 2.3 Fase I	11,442.35	m²	6.46%
Lagunas Maduración 3.2 Fase II	9,494.50	m²	5.36%
Lagunas Maduración 3.3 Fase II	9,494.50	m²	5.36%
Canal Parshall	26.00	m²	0.01%
Lechos de Secado Fase I	1,550.58	m²	0.88%
Lechos de Secado Fase II	417.00	m²	0.24%
Canal Descarga en Río Oro		m²	0.00%
Porcentaje de ocupación en relación al área total de la PTAR 57.52%			

Fuente: M. Salazar

8.6 Descripción de los Componentes del Proyecto

Describir a detalle cada elemento o componente que conforman el proyecto y sus obras asociadas:

~ Población y Demanda

Población base: En este capítulo se establecen los parámetros para la revisión y diseño de los diferentes elementos que conforman el sistema de alcantarillado sanitario para la ciudad de Rivas y su contenido es en base a la reglamentación nacional y normas internacionales. En base al Informe de Población elaborado por FWT y aprobado por ENACAL, la población base utilizada para el año 2016 es de 34,315 habitantes.

Proyección de población: Para la estimación de la población en las áreas de proyecto el consultor propone utilizar el método de tasa de crecimiento geométrico bajo las consideraciones de La "Guía técnica para el diseño de redes de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales":

$$P(n) = Pi\ (1 + Tc)^{n}$$

En donde:
P(n) = Población en el año **n**
Pi = Población inicial, en el año base 2017
Tc = tasa de crecimiento poblacional anual (constante durante el periodo de diseño)
n = número de años a partir del año base 2017

Periodo de diseño:

- Año base de diseño: 2019
- Año Final del diseño: 2039
- Diseño de colectores y redes: 20 años
- Diseño de estaciones de bombeo, obras civiles: 20 años
- Diseño de estaciones de bombeo, electromecánica: 10 años
- Diseño de PTAR: 20 años

Tabla 8-2: Proyección de la población

Año	Tasa de crecimiento	Población
2017		34,997
2018	1.99%	35,693
2019	1.99%	36,403
2020	1.99%	37,127
2021	1.99%	37,866
2022	1.99%	38,620
2023	1.99%	39,389
2024	1.99%	40,173
2025	1.99%	40,972
2026	1.99%	41,787
2027	1.99%	42,619
2028	1.99%	43,467
2029	1.99%	44,332
2030	1.99%	45,214
2031	1.99%	46,114
2032	1.99%	47,032
2033	1.99%	47,968
2034	1.99%	48,923
2035	1.99%	49,897
2036	1.99%	50,890
2037	1.99%	51,903
2038	1.99%	52,936
2039	1.99%	53,989

Estudio de la demanda: Para cuantificar el consumo de agua potable actual, se analizó la información disponible de la base de datos de ENACAL en el año 2016 para la ciudad de Rivas, la cual contiene entre otros campos la siguiente información:

- Número de conexiones totales,
- Conexiones activas,
- Conexiones activas con medidor y sin medidor,
- Conexiones activas con medidor en buen estado y con medidor en mal estado,
- Consumos totales y consumos medidos,
- Otros datos.

El objetivo de este análisis fue el de determinar el consumo promedio de agua por habitante y bajo este concepto se realizó un filtrado de la base de datos de ENACAL.

Como resultado se obtuvo un consumo promedio diario por habitante de 140 l/hab/día, este consumo se encuentra por debajo de la dotación que establece la Norma NTON 09-003-99 para poblaciones entre 30,000-50,000 habitantes (170 l/hab/día) que es en el rango en el cual se encuentra la ciudad de Rivas. En vista de lo anterior El consultor se ajustó a la norma NTON 09003-99 con las dotaciones correspondientes en función de la población.

Distribución espacial de la demanda año 2039

Con la información disponible de los planos de catastro de las áreas de estudio suministrado por la Alcaldía Municipal y ENACAL, se procedió a:

- Identificar los bloques en los límites de las áreas de estudio,
- Contabilizar el número de lotes que corresponde a cada bloque,
- Calcular la densidad de lotes por hectárea,
- Agrupar las densidades por rangos de lotes por hectárea.

Las densidades obtenidas de los lotes por hectárea fueron agrupadas en rangos con el objetivo de distribuir las 350 encuestas en cada ciudad. Se determinó la cantidad de bloques afectados por cada rango de densidad establecido, y se calculó el porcentaje que representaban estos bloques afectados respecto al total de bloques del área de estudio.

Las 350 encuestas se distribuyeron en función del porcentaje obtenido de los bloques agrupados en cada rango respecto al total de bloques en el área de cobertura del proyecto. El concepto fue realizar las encuestas por bloques cerrados. Al conocer la cantidad de encuestas a realizar por cada rango de densidad, se seleccionaron aleatoriamente bloques dentro de estos rangos que sumaran la cantidad de encuestas requeridas en el rango correspondiente.

Con el fin de estimar la población en las áreas de estudio, se consideraron los habitantes por vivienda encuestada. Se calcularon los promedios de habitantes en cada rango de densidad establecido anteriormente y, en función de las áreas de los bloques, las respectivas densidades poblacionales.

En las siguientes figuras se muestran las densidades poblacionales de la ciudad de Rivas para el año 2017 y 2019, respectivamente:

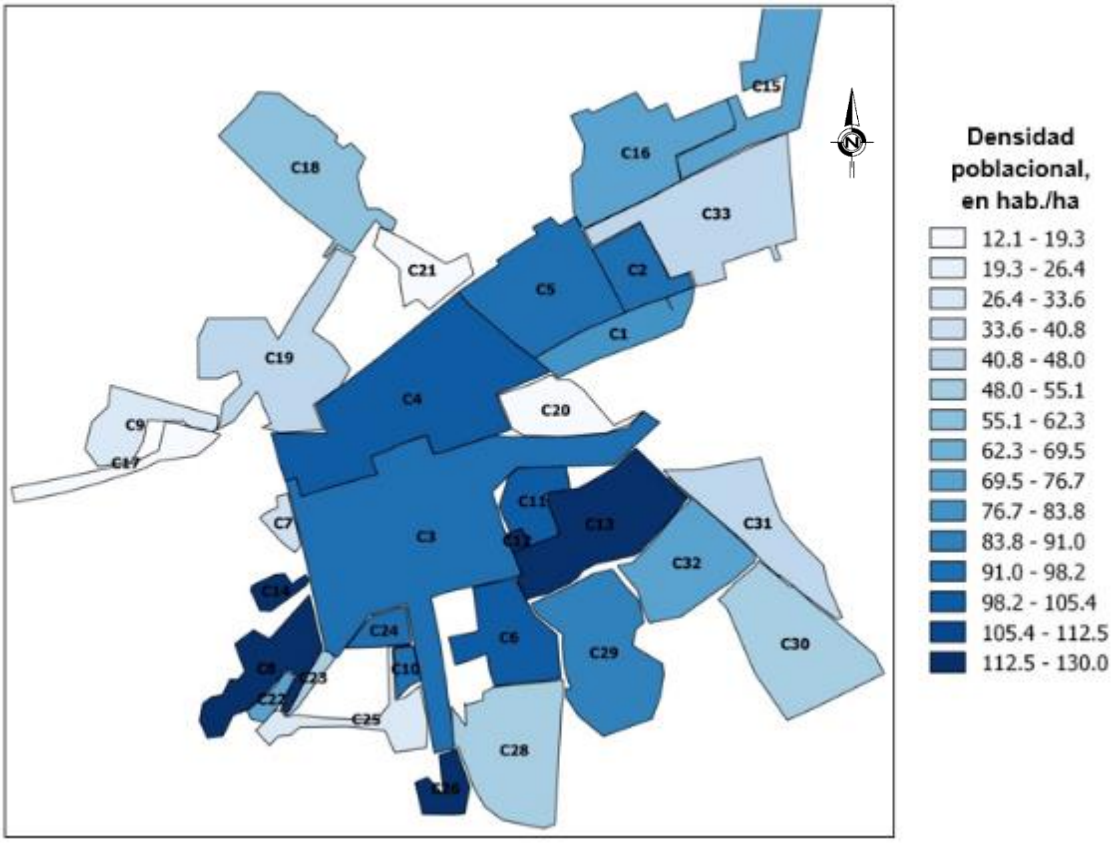


Figura 8-14: Densidades poblacionales año 2017 para la ciudad de Rivas



Figura 8-15: Densidades poblacionales año 2039 para la ciudad de Rivas

~ Criterios de Diseño

En este apartado se establecen los parámetros para la revisión y diseño de los diferentes elementos que conforman el sistema de alcantarillado sanitario para la ciudad de Rivas y su contenido se base en la reglamentación local y normas internacionales de reconocido prestigio.

o Aspectos técnicos

Nivel de Servicio: En la figura a continuación se presenta el mapa de la ciudad de Rivas con la delimitación de las siguientes áreas.

- Área de proyecto: Es el área que cuenta con diseño detallado de colectores y forma parte del actual proceso de licitación quedando definida como Fase I de construcción.
- Área de expansión: Esta área cuenta con diseño detallado de colectores, pero no forma parte del actual proceso de licitación, quedando pendiente para una segunda fase de construcción.
- Área con alcantarillado sanitario: Esta área es la que ya cuenta con alcantarillado sanitario.
- Área de PTAR: sitio donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Rivas

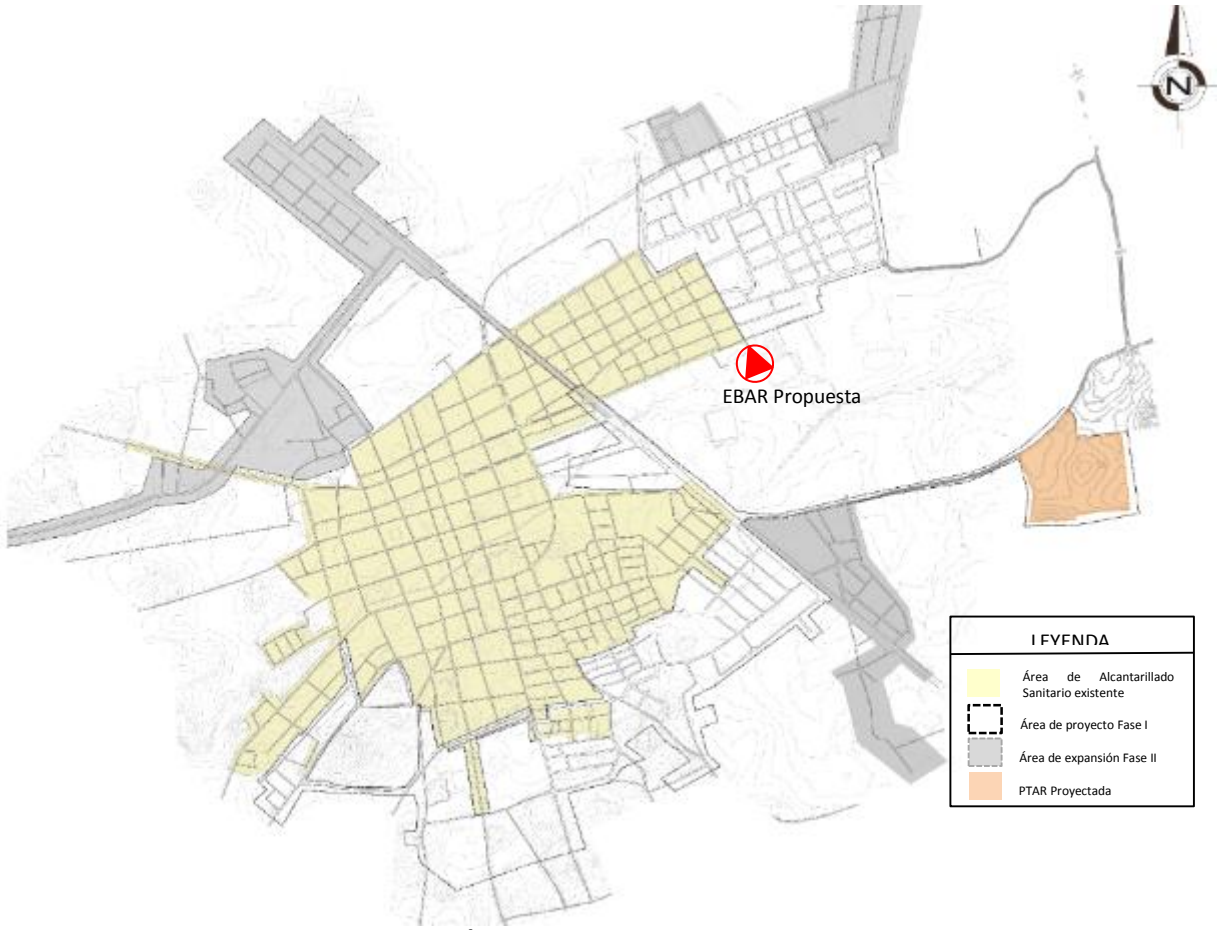


Figura 8-16: Áreas de proyecto AS - Ciudad de Rivas

Cobertura de población: Las áreas de cobertura del estudio se determinaron en forma conjunta entre las delegaciones de ENACAL, Alcaldías y el Consultor, así como las posibles zonas de expansión.

- Las áreas de proyecto del sistema AS se proyectarán en las calles con existente cobertura de AP siempre que existan las condiciones técnicas mínimas que se presten para el diseño de estas áreas, adicionalmente estas redes tendrán la capacidad de recibir el aporte de las áreas de expansión.

Dotación: Para la estimación de la dotación de agua potable se utilizaron las dotaciones establecidas en las Normas Técnicas para el Diseño de AP NTON 09003-99 debido a que los sistemas de agua potable han sido diseñados bajo esta normativa.

Tabla 8-3: Dotación de agua potable para uso domiciliar

Dotación, en litros/hab/día		
Rango de población	**NTON 09003-99 (AP*)**	**Guía Técnica de INAA (AS**)**
0-5,000	75	100
5,000-10,000	95	105
10,000-15,000	113	110
15,000-20,000	132	120
20,000-30,000	151	130
30,000-50,000	170	155
50,000-100,000 y más	189	160

*Fuente: Norma NTON 09003-99

**Fuente: Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, INAA

La fracción correspondiente a la dotación por usuarios no domiciliares se estima con base en la dotación doméstica, con los correspondientes porcentajes indicados en la siguiente tabla:

Tabla 8-4: Dotación de agua potable para consumo no domiciliar

Tipo de Consumo No Domiciliar	Porcentaje %
Comercial	7
Público - Institucional	7
Industrial	2

Fuente: Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, INAA

La dotación de agua potable total en el área de proyecto (domiciliar y no domiciliar) será igual a la suma de la dotación domiciliar y no domiciliar.

Caudal de Diseño de Aguas Residuales: Para el cálculo de los caudales de diseño se usarán las instrucciones del La "Guía técnica para el diseño de redes de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales".

Gasto medio de aguas residuales domésticas: El gasto medio a ser captado por los sistemas de alcantarillado sanitario se estimará por un factor de retorno de un 80% de la dotación total de agua potable.

Gasto mínimo de aguas residuales: El gasto mínimo a ser captado por los sistemas de alcantarillado sanitario será igual a un 20% del gasto medio.

Gasto máximo de aguas residuales domesticas: El gasto máximo domiciliar a ser captado por los sistemas de alcantarillado sanitario se calculará de la siguiente manera:

$$Qmax = [1+14/(4+P^{0.5})]\ Qm$$

En donde:

Qmax = Gasto máximo de aguas residuales domesticas
P = Población servida en miles de habitantes
Qm = Gasto medio de aguas residuales domésticas

Gasto de infiltración:

- Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día.
- Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5,000 L/ha/día.
- Para tuberías plásticas 2 L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

Gasto de diseño: El gasto de diseño hidráulico de los sistemas AS se deberá calcular de manera que permite el transporte de caudales picos, según la forma siguiente:

$$Qd = Qmax + Qinf + Qind + Qcom + Qinst$$

En donde:

Qd = Gasto de diseño
Qmax = Gasto máximo de aguas residuales domesticas
Qinf = Gasto de infiltración en los colectores
Qind = Gasto industrial
Qcom = Gasto comercial
Qinst = Gasto institucional o público

Hidráulica de las alcantarillas

Coeficiente de rugosidad: Se utilizará la fórmula de Manning y el criterio de tensión de arrastre.
Los valores n de Manning a utilizar serán los de la siguiente tabla:

Tabla 8-5 Coeficientes de rugosidad por tipo de material

Material	Coeficiente "n"
Polivinilo (PVC)	0.009
Hierro Fundido	0.012

**Fuente: Guía técnica para el diseño de Alcantarillado Sanitario Y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*

Tirante máximo

- Para tuberías menores de 375 mm: 50% del diámetro del tubo o media caña.
- Para tuberías mayores de 375 mm: 0.70% al 0.80% del diámetro del tubo

Diámetro mínimo para red de recolección: Como diámetro mínimo en la red de recolección se utilizará 150 mm

Diámetro mínimo para conexiones domiciliares: Como diámetro mínimo para conexiones se considerarán: 100 mm

Pendiente longitudinal mínima: Se determinará aplicando el criterio de la tensión de arrastre, según la siguiente ecuación:

$$F = W R S$$

En donde:

F = Tensión de arrastre en Pascal
W = Peso específico del líquido, en N/m3
R = Radio hidráulico a gasto mínimo, en metros
S = Pendiente mínima, en m/m
Se recomienda un valor mínimo de F = 1 Pa

Velocidad máxima: La velocidad máxima del Flujo deberá ser 3.00 m/s

Cobertura sobre tuberías

- 1.30 m como mínimo sobre corona de la tubería.
- De no ser posible la condición anterior, entonces de acuerdo a su resistencia estructural.

En circunstancias especiales en donde sea necesario a profundidades pequeñas, la tubería será encajonada en concreto con espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la tubería.

8.6.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario

~ Descripción y Dimensiones de la Red de Alcantarillado Sanitario (AS) de la ciudad de Rivas

Determinación del Caudal de Diseño: A continuación, se presenta la tabla de cálculos totales a partir del año base que se ha considerado 2,019 y en periodos de cada 5 años hasta el final del período de diseño en el 2,039.

Tabla 8-6: Proyecciones de caudal y caudal de diseño para la ciudad de Rivas

Parámetro	Unidad	2019	2024	2029	2034	2039
Población						
Total de población en área del estudio	hab	36,403	40,173	44,332	48,923	53,989
Tasa conexión al alcantarillado	-	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Población conectada al alcantarillado	hab	36,403	40,173	44,332	48,923	53,989
Dotación de agua potable (población conectada)						
Dotación uso domiciliar	l/hab/d	170	170	170	170	189
Caudal promedio uso domiciliar	m³/d	6,189	6,829	7,536	8,317	10,204
Caudal promedio uso domiciliar	l/s	71.6	79.0	87.2	96.3	118.1
Dotación uso no domiciliar	-	16%	16%	16%	16%	16%
Caudal promedio uso no domiciliar	m³/d	990	1,093	1,206	1,331	1,633
Caudal promedio uso no domiciliar	l/s	11.5	12.7	14.0	15.4	18.9
Dotación total	m³/d	7,179	7,922	8,742	9,648	11,837
Dotación total	l/s	83.1	91.7	101.2	111.7	137.0

Parámetro	Unidad	2019	2024	2029	2034	2039
Gasto de diseño alcantarillado, factores						
Factor de retorno	-	80%	80%	80%	80%	80%
Gasto medio alcantarillado (domiciliar)	m³/d	4,951	5,463	6,029	6,654	8,163
Gasto medio alcantarillado (domiciliar)	l/s	57.3	63.2	69.8	77.0	94.5
Factor gasto mínimo	-	20%	20%	20%	20%	20%
Gasto mínimo alcantarillado (domiciliar)	m³/d	990	1,093	1,206	1,331	1,633
Gasto mínimo alcantarillado (domiciliar)	l/s	11.5	12.6	14.0	15.4	18.9
Gasto máximo*						
Gasto máximo alcantarillado (domiciliar)	m³/d	11,859	12,861	13,948	15,127	18,234
Gasto máximo alcantarillado (domiciliar)	l/s	137.3	148.8	161.5	175.0	211.1
Gasto de infiltración, total						
Infiltración total	m³/d	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408
Infiltración total	l/s	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
Gasto de diseño alcantarillado, resultado						
Gasto de diseño alcantarillado	m³/d	14,257	15,362	16,562	17,866	21,275
Gasto de diseño alcantarillado	l/s	165.1	177.8	191.8	206.7	246.3

Distribución de los Caudales: Para la distribución de caudales por cada pozo de visita, El Consultor utilizó el método de los polígonos de Thyssen, para ello se realizaron las siguientes actividades:

Determinación de Habitantes por Bloques: Esta actividad fue el producto del levantamiento de encuestas realizadas en el marco del presente estudio. Con base a dichas encuestas se determinaron las densidades poblacionales en los bloques de las áreas de estudio por tanto en función del área de cada bloque fue posible estimar la población. La siguiente figura muestra los límites de los bloques definidos según los planos catastrales proporcionados por ENACAL y los habitantes estimados en un bloque ejemplo.



Figura 8-17: Población en Bloques

Trazado de la Red: Con la imagen satelital orto-rectificada y topografía de campo, se realizó el trazado de la red, considerándose como referencia para la ubicación de los pozos de visita las características

topográficas del terreno y las intersecciones de calle. La siguiente figura se muestra la configuración de la red.



Figura 8-18: Trazado de la Red

Definición de cuencas de drenaje y población en bloques incluidos: Las cuencas de drenaje se definieron en función de las condiciones topográficas específicas. La cantidad de habitantes en cada una de las cuencas de drenaje se estimó en función del área de los bloques incluidos en ellas y la respectiva densidad poblacional de los mismos. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de tres cuencas de drenaje con sus áreas respectivas, los totales de habitantes incluidos (suma de los bloques individuales) y las equivalentes densidades poblacionales en las cuencas de drenaje).

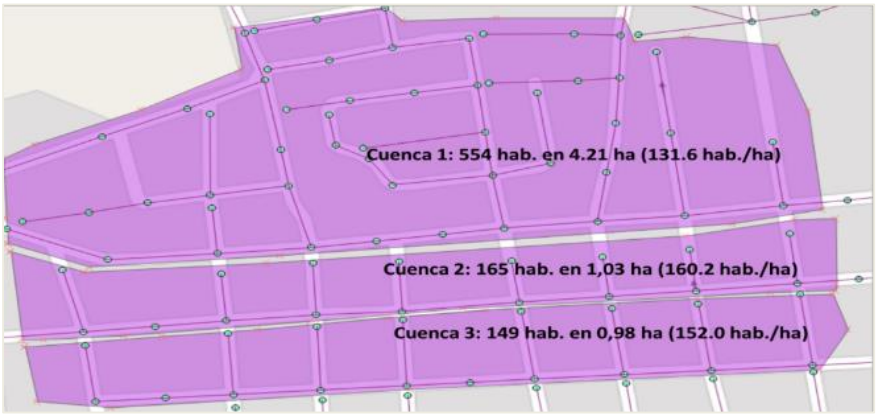


Figura 8-19: Cuencas de drenaje y población incluida

Una vez definidas las cuencas y las poblaciones incluidas se aplicó el método de los polígonos de Thyssen para el cálculo de área tributaria correspondiente a cada pozo de visita. El método de Thyssen es el método más utilizado para determinar el área de influencia nodal a partir de trazos rectos entre cada nodo y en los cuales se dibujan las mediatrices perpendiculares a las líneas de trazo. Los puntos de cruce o intersección entre las mediatrices representan los puntos del polígono cuya superficie constituye el área de influencia del nodo que queda dentro de dicho polígono. Finalmente, la población conectada a cada uno de los pozos de visita se calculó en función del área del respectivo polígono y la densidad poblacional en la cuenca de drenaje correspondiente.

$$Popi = Ai * D$$

Donde
Popi = Población en el polígono i
Ai= Área del polígono i en ha.
D= Densidad poblacional en cuencas de drenaje en hab/ha

La siguiente figura muestra la configuración geométrica resultado de la aplicación del método de los polígonos de Thyssen para un polígono ejemplar, de un área de 0.084 ha. La población conectada al pozo de visita del polígono se calcula con 11.05 hab.

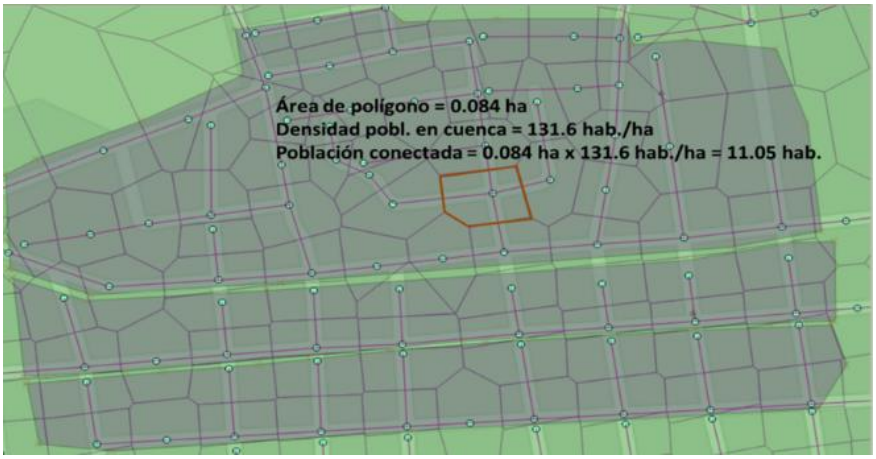


Figura 8-20: Población por polígono y pozo de visita

Con la información obtenida de la población conectada a cada pozo de visita fue posible calcular los caudales relacionados a cada pozo; considerando las dotaciones de agua potable per cápita, el factor de retorno, el consumo de agua del tipo no domiciliar, factores picos y la infiltración en los tramos de tubería.

Generación del modelo hidráulico: El dimensionamiento y la modelación hidráulica de la red de recolección y sistema de tratamiento de aguas residuales se realizó con el programa especializado Autodesk® Storm and Sanitary Analysis, lo cual permite compartir fácilmente los datos con otras aplicaciones relevantes (p.ej. Autodesk® AutoCAD® Civil 3D® y Autodesk® AutoCAD® Map 3D).

El modelo hidráulico fue luego transferido al programa SewerGEMS para la facilidad de manejo por parte de ENACAL. Al programa se introdujeron las informaciones obtenidas del modelo digital de elevaciones y los conceptos de redes de alcantarillado sanitario a ser comprobados por la modelación. Como método de enrutamiento de enlace se aplicó un método hidrodinámico. El enrutamiento hidrodinámico es un método sofisticado que resuelve las ecuaciones completas unidimensionales del flujo de Saint Venant para producir resultados más exactos. Las ecuaciones de Saint Venant consisten en ecuaciones de continuidad y momento para las tuberías, y una ecuación de continuidad de volumen en los nodos. El enrutamiento hidrodinámico puede representar el almacenamiento de canales, el retroceso, las pérdidas de entrada, las pérdidas de salida, la inversión del flujo y el flujo presurizado. Debido a que combina la solución tanto para los niveles de agua en los nodos y el flujo en las tuberías que se pueden aplicar a cualquier disposición de la red general, incluso los que contienen múltiples derivaciones aguas abajo y bucles. Este es un método eficaz para sistemas sometidos a efectos de restricciones de flujo aguas abajo y con regulación de flujo a través de vertederos y orificios.

En la siguiente figura se muestra una captura de pantalla del programa de modelación.

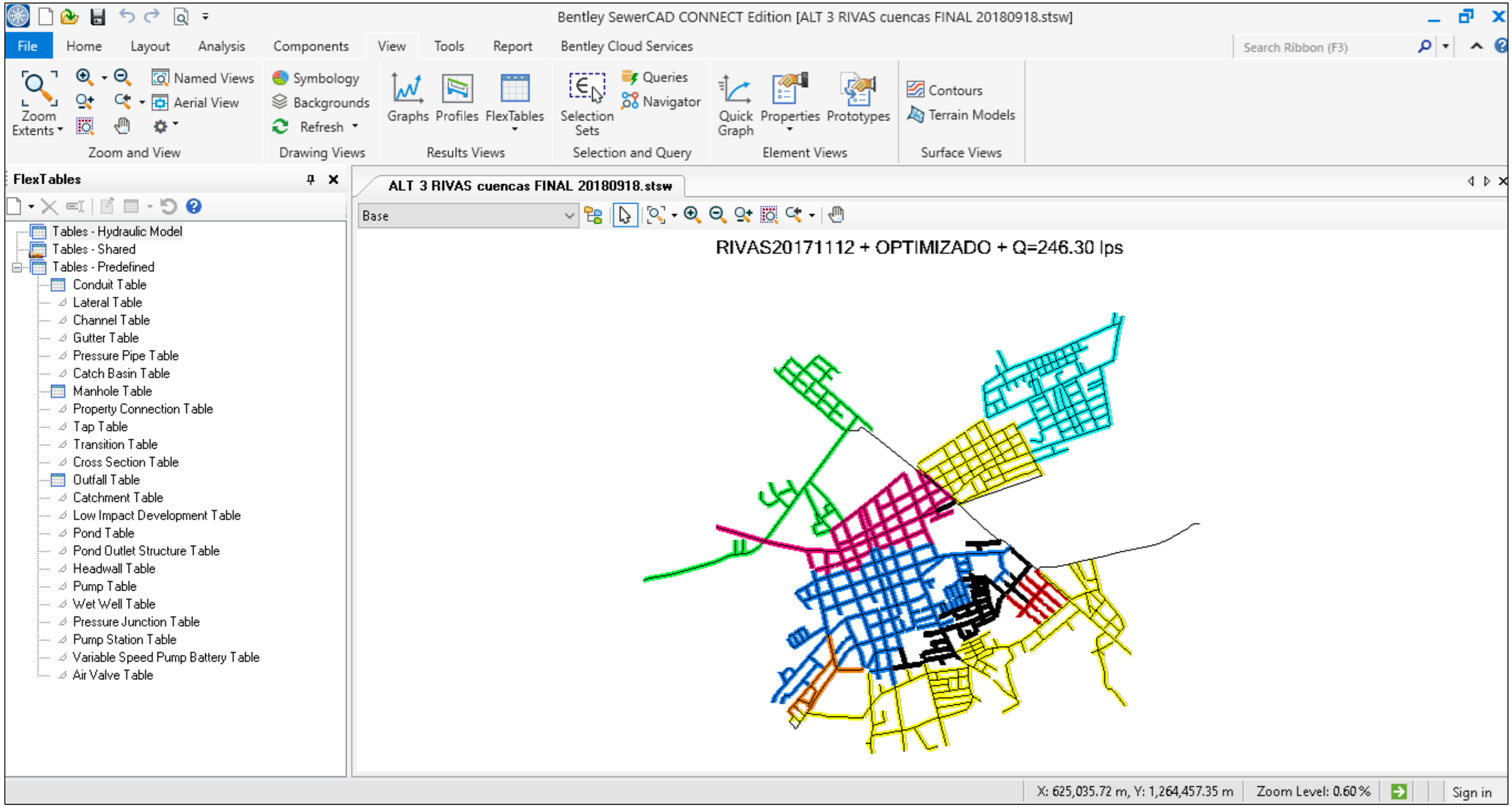


Figura 8-21: Modelación en el Software SewerGEMS

Del software aplicado se generaron las hojas del perfil de los colectores. El software proporciona entre otros datos los siguientes:

- Línea de energía y gradiente hidráulico
- Profundidad crítica
- Descarga máxima
- Profundidad de flujo máxima
- Velocidad máxima de flujo
- Dimensiones de tubería (tamaños, cotas de fondo, etc.)
- Cubierta mínima del tubo
- Elevaciones del pozo de visita sanitario y del borde

La siguiente figura da un ejemplo de una hoja de perfil de un colector con los datos obtenidos por la modelación hidráulica.

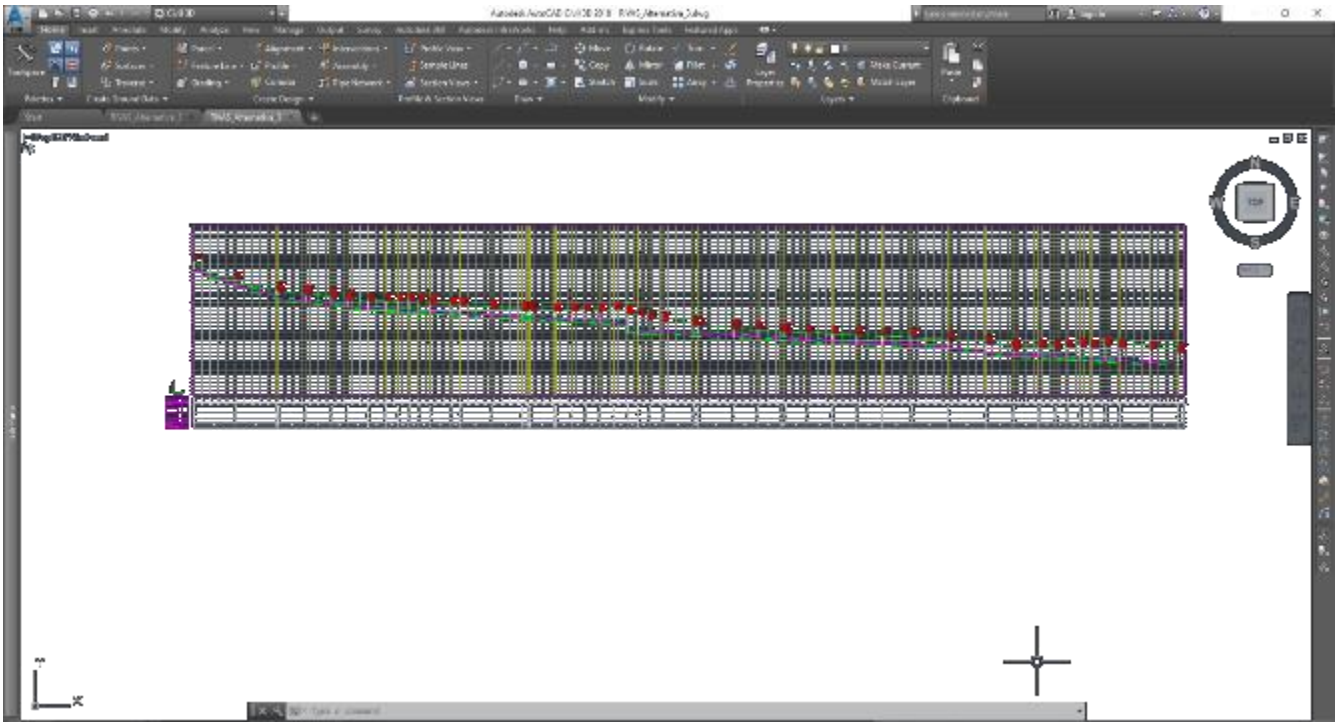


Figura 8-22: Ejemplo de los perfiles de colectores obtenidos a través de la modelación en el software Storm and Sanitary Analysis

Modelización y resultados

Mediante la modelación hidráulica se obtuvo la red de alcantarillado sanitario propuesta para la ciudad de Rivas tomando en cuenta la captación (recolección) y la ubicación de la PTAR.

En el área de cobertura del proyecto se han identificado 2 zonas de drenaje, la zona 1 formada por las cuencas 1+2 que drenaran hacia la EBAR propuesta en el sitio donde actualmente se encuentra la PTAR; de la cuenca 3 hasta la cuenca 9 forman una sola área de drenaje que sale por el emisor sur.

~ Memoria de cálculos hidráulicos

Red de alcantarillado sanitario proyectado para la ciudad de Rivas

Resultados de la simulación hidráulica con el programa SewerGems

La modelación hidráulica llevada a cabo con el programa SewerGems ha generado los resultados para los tramos de colectores de toda la red analizada así como para la totalidad de los pozos de visitas dentro de la red. Para la red de colectores se han calculado y definido, entre otros, los siguientes parámetros:

- Tramo de red
- Pozo de entrada y pozo de salida
- Longitud del tramo
- Elevación de Invert de entrada
- Elevación de Invert de salida
- Caída total
- Pendiente
- Caudal de diseño
- Velocidad de diseño
- Tirante normal
- Porcentaje de tubo lleno
- Tensión tractiva

Para los pozos de visita el programa SewerGems proporciona entre otros datos los listados a continuación:

- Coordenadas x, y
- Elevación de fondo
- Elevación de tapa
- Profundidad del PVS
- Caudal tributario
- Caudal de entrada
- Caudal de salida
- Gradiente hidráulico
- Tirante máximo

Se aclara que existen tramos de colectores que tienen un caudal de diseño menor a 1.5 l/s y el modelo los calcula con su caudal de diseño resultando una tensión de arrastre menor a 1Pa. El Consultor ha elaborado una tabla en Excel que para los tramos que poseen un caudal menor a 1.5 l/s se sustituye el valor que tiene por 1.5 l/s y calcula la tensión de arrastre, en la que todas las tensiones de arrastre son iguales o mayores a 1Pa. El caudal de 1.5 l/s que se ha utilizado para la revisión de la tensión de arrastre es el equivalente a una descarga de un sanitario. Ver Anexo 1: Memoria de Cálculos Hidráulicos Red de Alcantarillado Sanitario Rivas.

~ **Red de Alcantarillado Sanitario**

Las áreas proyectadas para la red de AS se determinaron sobre la base de un análisis de varios aspectos, siendo estos:

- Área de cobertura actual del agua potable y posibles zonas de expansión,
- Aspectos ambientales, considerando la situación actual con la descarga de aguas grises en las calles, cauces, ríos, etc.
- Desarrollo futuro de la ciudad, lo cual fue resultado de las discusiones realizadas entre El Consultor, la Delegación Departamental de ENACAL y la Municipalidad.

La dotación aplicada para estimar el caudal de agua residual se hizo de acuerdo a la NTON 09003-99, Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas.

Para determinar la población 2016 se tomaron las proyecciones realizada por el INIDE, la proyección fue comparada y actualizada según resultado de campo que se obtuvo del levantamiento de una encuesta propia; con base en las encuestas realizadas por El Consultor.

Se estimó una población para el año 2016 en 34,315 habitantes en el área de estudio, y utilizando una tasa de crecimiento poblacional de 1.99% a partir del año 2016, la población actual para el año 2017 en el área de estudio se considera de 34,997 habitantes y de 53,989 al final del período de diseño en el año 2039.

Como resultado del estudio realizado en la ciudad de Rivas se definieron 9 zonas de drenajes: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 y C9.

Las cuencas C1 y C2 convergen en la estación de bombeo “PTAR Existente” desde donde se lleva el agua residual por medio de una línea de impulsión hasta el pozo de visita ES_4308 perteneciente al emisor sur.

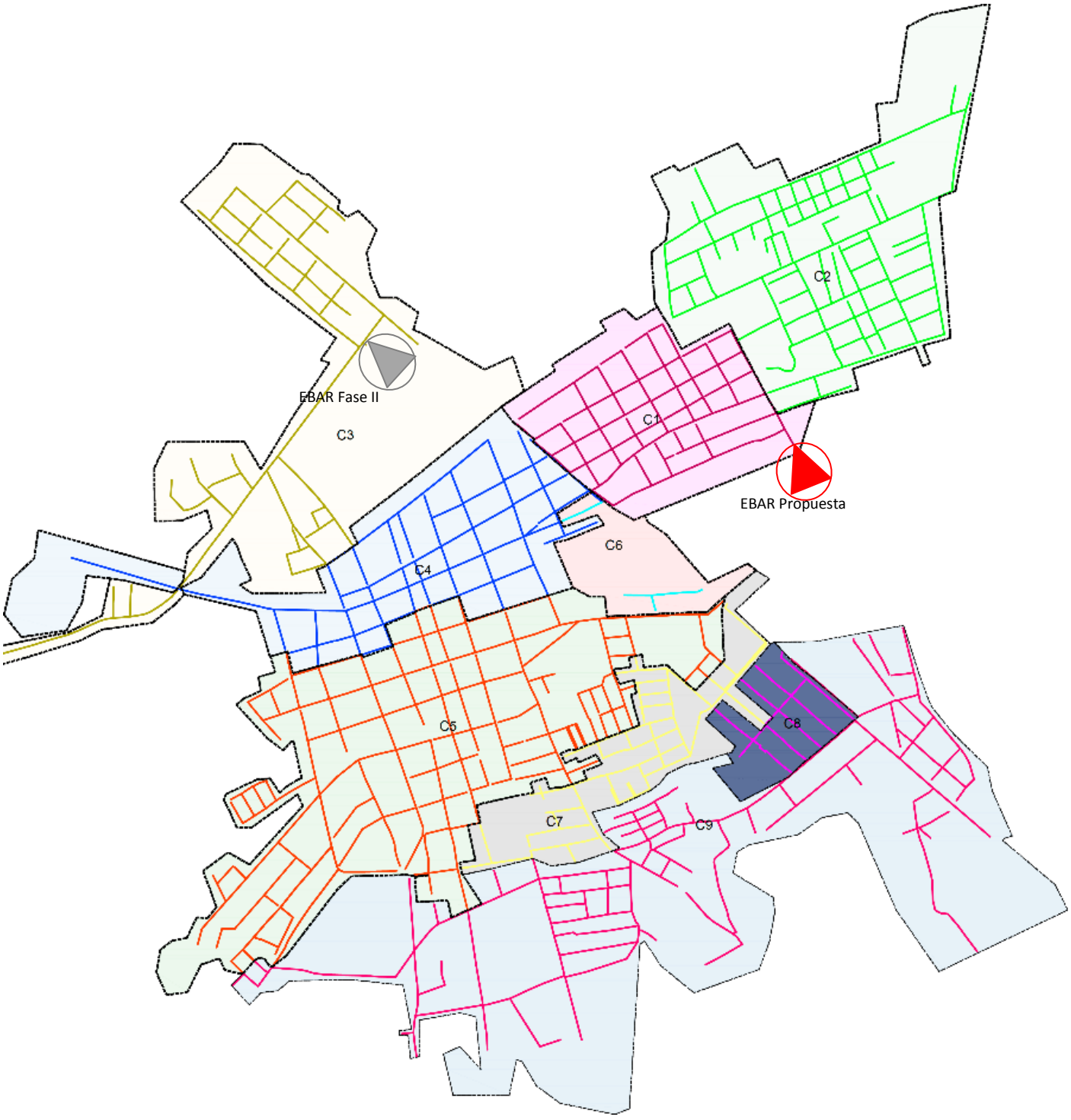
La cuenca C3 converge en la estación de bombeo “El Vivero” y se incorpora al emisor sur, por medio de una línea de impulsión, en el pozo de visita de la red existente PO_EX_9.

El resto de cuencas transportan las aguas residuales por gravedad y se van incorporando consecutivamente al emisor sur que llega hasta la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Rivas.

Para la primera fase de construcción se ha considero únicamente la estación de bombeo “PTAR Existente” quedando la estación de bombeo “El Vivero” para una segunda fase.

En la figura a continuación se muestran las zonas de drenaje en que se ha subdividido el sistema de la ciudad de Rivas.

Figura 8-23: Zonas de Drenaje y Áreas de expansión



Las cantidades de tuberías de red de alcantarillado sanitario y pozos de visita sanitarios necesarios para dar servicio a toda la población incluida en el área de estudio son las siguientes:

Tabla 8-7: Tuberías AS para la ciudad de Rivas

Descripción	Unidad	Cantidad
Tubería P.V.C de 150 mm	ml	27,867.38
Tubería P.V.C de 200 mm	ml	2,319.82
Tubería P.V.C de 250 mm	ml	584.48
Tubería P.V.C de 300 mm	ml	2,229.30
Tubería P.V.C de 375 mm	ml	1,297.81
Tubería P.V.C de 450 mm	ml	551.94
Tubería P.V.C de 525 mm	ml	813.81
Total Red de recolección	**ml**	**35,664.51**

Tabla 8-8: Alcances pozos de visita para la ciudad de Rivas

Descripción	Unidad	Cantidad
Profundidad igual o inferior a 2.50 m.	uni	517
Profundidad desde 2.51 hasta 3.70 m.	uni	102
Profundidad mayor a 3.71 m.	uni	73
Total	**uni**	**692**

Se ha planteado la realización del proyecto en dos fases como una estrategia de optimizar los recursos disponibles para la inversión, de esta manera en la primera fase de la construcción se han establecido los siguientes alcances de obras:

Tabla 8-9: Alcances de obras AS Fase 1 para la ciudad de Rivas

Descripción	Unidad	Cantidad
Tuberías		
Tubería P.V.C de 150 mm	ml	19,037.00
Tubería P.V.C de 200 mm	ml	1,307.00
Tubería P.V.C de 250 mm	ml	472.00
Tubería P.V.C de 300 mm	ml	1,880.00
Tubería P.V.C de 375 mm	ml	1,154.00
Tubería P.V.C de 450 mm	ml	580.00
Tubería P.V.C de 525 mm	ml	855.00
Total Red de recolección	**ml**	**25,285.00**
Pozos de visita sanitarios		
Profundidad igual o inferior a 2.50 m.	uni	340
Profundidad desde 2.51 hasta 3.70 m.	uni	83
Profundidad mayor a 3.71 m.	uni	46
Total	**uni**	**469**

8.6.2 Estaciones de Bombeo

Para la línea de impulsión de la EBAR se utilizará una tubería de Hierro Fundido Dúctil. La longitud de la línea de impulsión es de 650 m y una diferencia geométrica de 10.03 m. El caudal de bombeo para el final del período de diseño en el año 2039 es de 57.78 l/s.

Las velocidades máximas y mínimas permisibles para el caudal de bombeo en el año 2039 son de 1 y 2 m/s respectivamente, mismas que han sido establecidas en conjunto con ENACAL para el análisis económico de las impulsiones.

El horizonte de diseño de la línea de impulsión ha sido calculado en base a 20 años y la tasa de interés aplicada para la determinación de las anualidades ha sido de 5%.

Para la selección del diámetro de una línea de impulsión se deben analizar varias alternativas y en consecuencia considerar todos los factores que condicionan el buen funcionamiento y operación desde el punto de vista técnico, pero además las inversiones necesarias para la construcción de la línea que justifiquen, para el período de diseño, su instalación.

~ **Datos Básicos**

Las principales características consideradas fueron:

Tabla 8-10: Características geométricas y material de la línea de impulsión			
Longitud [m]	650	Carga estática [m]	10.03
Nivel de partida	43.97	Material	HFD
Nivel de descarga	54.00		

~ **Características Hidráulicas**

En este caso representado como el caudal al final del período de diseño en el año 2039 y las velocidades mínimas y máximas consideradas para dicho caudal.

Tabla 8-11: Características hidráulicas- Caudal de bombeo y parámetros hidráulicos de la línea de impulsión	
CHW	130.00
Caudal [l/s]	57.78
Vmin Qmin [m/s]	0.60
Vmin Qmax [m/s]	1.00
Vmax Qmax [m/s]	2.00

~ **Características de la Instalación**

Donde se consideraron principalmente los siguientes parámetros:

- años de servicio
- tasa de interés
- precio de la energía en kWh.

Tabla 8-12: Datos generales de la instalación de la línea de impulsión EBAR	
Costo de energía [US$/KWh]	0.1364
Horizonte de diseño [años]	20.00
Tasa de interés [%]	5%

~ **Metodología de Cálculo**

El método utilizado en el presente documento para la determinación del diámetro económico se detalla a continuación:

Cálculos hidráulicos

Se escogió un rango de 3 diámetros que permitan a la instalación funcionar entre 1 m/s y 2 m/s, se procedió a calcular las pérdidas de carga totales que se producen en cada uno de ellos.

~ **Costos de inversión**

Los costos de inversión del sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, han sido estimados en función de precios de mercado de proyectos de la misma naturaleza anteriormente realizadas en Nicaragua. Estos precios unitarios han sido ajustados según la tasa de inflación del Banco Central de Nicaragua y proyectadas por el consultor al año 2021, fecha en que se prevé la finalización de la construcción del sistema.

Inversión en tubería

Se tomó el precio para cada diámetro de la lista de actividades de ENACAL en US$/ml los cuales son costos directos que incluyen el suministro e instalación de la tubería.

Inversión en sarta

Se calcularon los costos de suministro e instalación para la tabla de materiales de la sarta de bombeo y los diferentes diámetros analizados. La sarta de bombeo incluye todos los elementos hidráulicos necesarios para un funcionamiento adecuado que incluye: válvulas de aire, válvula check, uniones autoportantes, reducciones concéntricas, manómetro y niples, todos los elementos en HFD.

Inversión en bombeo

Con la altura manométrica de la impulsión (geométrica + pérdidas) podemos estimar las potencias necesarias de los equipos y con esta información, obtener los precios de equipos por catálogo y así, estimar los costes del panel eléctrico, banco de transformadores, variadores de frecuencia y la acometida.

Coste de inversión total

El coste de la inversión total es el resultado de la suma de las inversiones en tuberías, inversiones en sarta e inversiones en bombeo.

Costes anuales

Son los correspondientes a los costos fijos y variables:

- Costes fijos: son los relativos a la amortización anual de la inversión, a lo largo 20 años y aplicando una tasa de interés anual del 5%.
- Costes variables: el mantenimiento de la instalación estimados en 2% para la línea de impulsión, 5% para los equipos de bombeo y 1% para las obras civiles y adicionalmente el costo energético anual.

Selección del diámetro económico

Es el que ha resultado de la suma de los costos totales y los costos anuales para los 3 diámetros analizados en esta estación de bombeo.

~ **Resultados**

En la siguiente tabla y gráfico se muestran los resultados del análisis descrito en la metodología aplicada para la determinación del diámetro más económico para la línea de impulsión de la EBAR RIVAS.

Tabla 8-13: Resultados del análisis económico para los diámetros 150, 200 y 250 mm

Diámetro	150	200	250
Inversiones totales [US$]	222,292.30	222,303.20	225,670.99
Inversiones anuales [US$]	50,352.82	36,293.52	33,820.21
Total [US$]	272,645.12	258,596.72	259,491.20

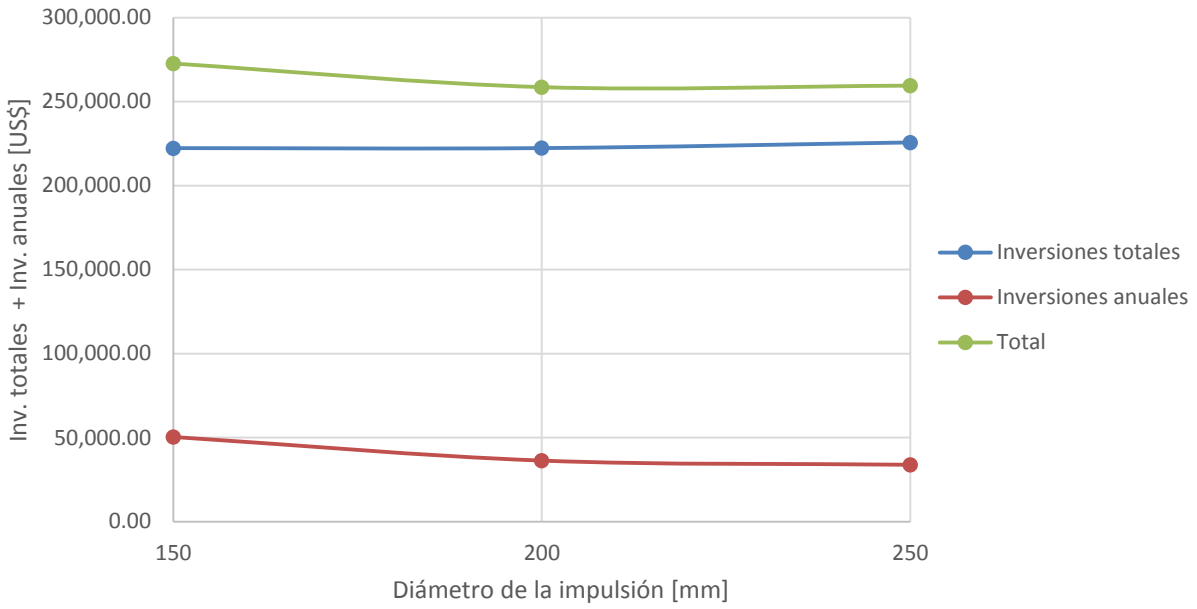


Gráfico 8-1: Gráfico de las inversiones vs los diámetros analizados para la línea de impulsión- EBAR RIVAS

~ **Conclusiones y recomendaciones**

El diámetro resultante del análisis económico para la línea de impulsión de la EBAR RIVAS es de 200 mm. El Consultor recomienda la utilización de un diámetro de 200 mm debido a:

- Cumple con el rango de velocidades entre 1 y 2 m/s para el caudal máximo de bombeo
- Desde el punto de vista operativo y especialmente para la primera fase del proyecto cuando el caudal es menor que el del final del período de diseño, un diámetro de 200 mm permitirá un mejor funcionamiento con las velocidades y consecuentemente evitará la sedimentación de la línea.
- El diámetro de 150 mm no cumple técnicamente con el rango de velocidades máximo de 2 m/s

~ Cárcamo de bombeo

Diseño del volumen del cárcamo

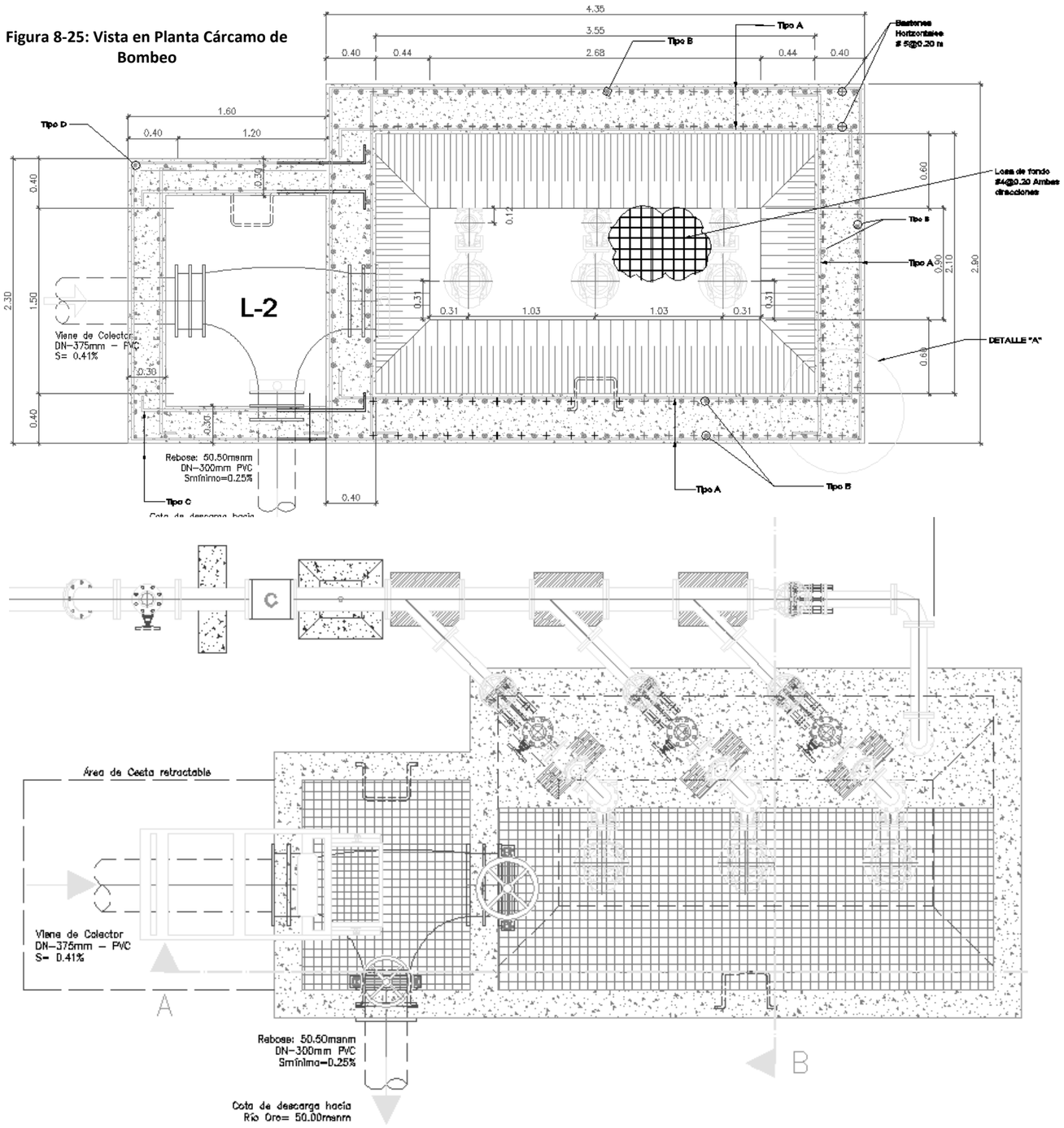
Pozos divididos: donde sea necesaria la continuidad del servicio de la estación de bombeo, los pozos de succión deberán dividirse en dos celdas debidamente conectadas para facilitar las reparaciones y limpieza.

Tamaño: la capacidad efectiva del pozo de succión bajo el tubo de entrada deberá evitar períodos de retención mayores de 10 minutos para la descarga media de diseño y de 30 minutos para la descarga mínima. En la siguiente tabla se observan los parámetros y los resultados para el dimensionamiento del cárcamo de bombeo de la EBAR PTAR Existente en la ciudad de Rivas:

Tabla 8-14: Datos y resultados para el cárcamo de bombeo- EBAR PTAR EXISTENTE

Cárcamo de bombeo					**Volumen del cárcamo**				
Caudal mínimo 2039 de la red ($Q_{min\ 2039}$)	l/s	4.98	4.98	4.98	Caudal mínimo de bombeo con velocidad mínima de 0.6 m/s	l/s	10.60	18.85	29.45
Caudal medio 2039 de la red ($Q_{med\ 2039}$)	l/s	24.91	24.91	24.91					
Caudal de diseño 2039 de la red ($Q_{dis.\ 2039}$)	l/s	57.78	57.78	57.78	Volumen del cárcamo TR 10 mín (Q_{med})	m^3	14.94	14.94	14.94
Caudal de bombeo (2039) = $Q_{dis\ 2039}$	l/s	57.78	57.78	57.78	Volumen del cárcamo TR 15 mín (Q_{bom})	m^3	52.00	52.00	52.00
Diámetro comercial	mm	150	200	250					
Velocidad mínima de flujo	m/s	0.60	0.60	0.60	Volumen del cárcamo TR 30 mín (Q_{min})	m^3	8.97	8.97	8.97
Velocidad máxima de flujo (Q_b)	m/s	3.27	1.84	1.18					
Según análisis realizados se recomienda utilizar un cárcamo de 9 m^3, el cual con un caudal mínimo de ingreso de la red 4.98 l/s y un caudal de bombeo de 18.85 l/s en una tubería de 200 mm a una velocidad de 0.6 m/s(mínima), se tiene un tiempo de retención de 30 minutos y un ciclo de bombeo de 40.9 minutos.									
Para el caudal medio de ingreso de la red de 24.91 l/s y un caudal de bombeo de 24.91 l/s en tubería de 200 mm a una velocidad de 0.79 m/s se mantienen las dos bombas en operación constante.									
Para el caudal máximo de ingreso de la red 57.78 l/s, y un caudal de bombeo 57.78 l/s, en una tubería de 200 mm y velocidad de 1.84 m/s, se tiene un tiempo de llenado de 2.6 minutos con los equipos de bombeo en operación constante.									

Figura 8-25: Vista en Planta Cárcamo de Bombeo



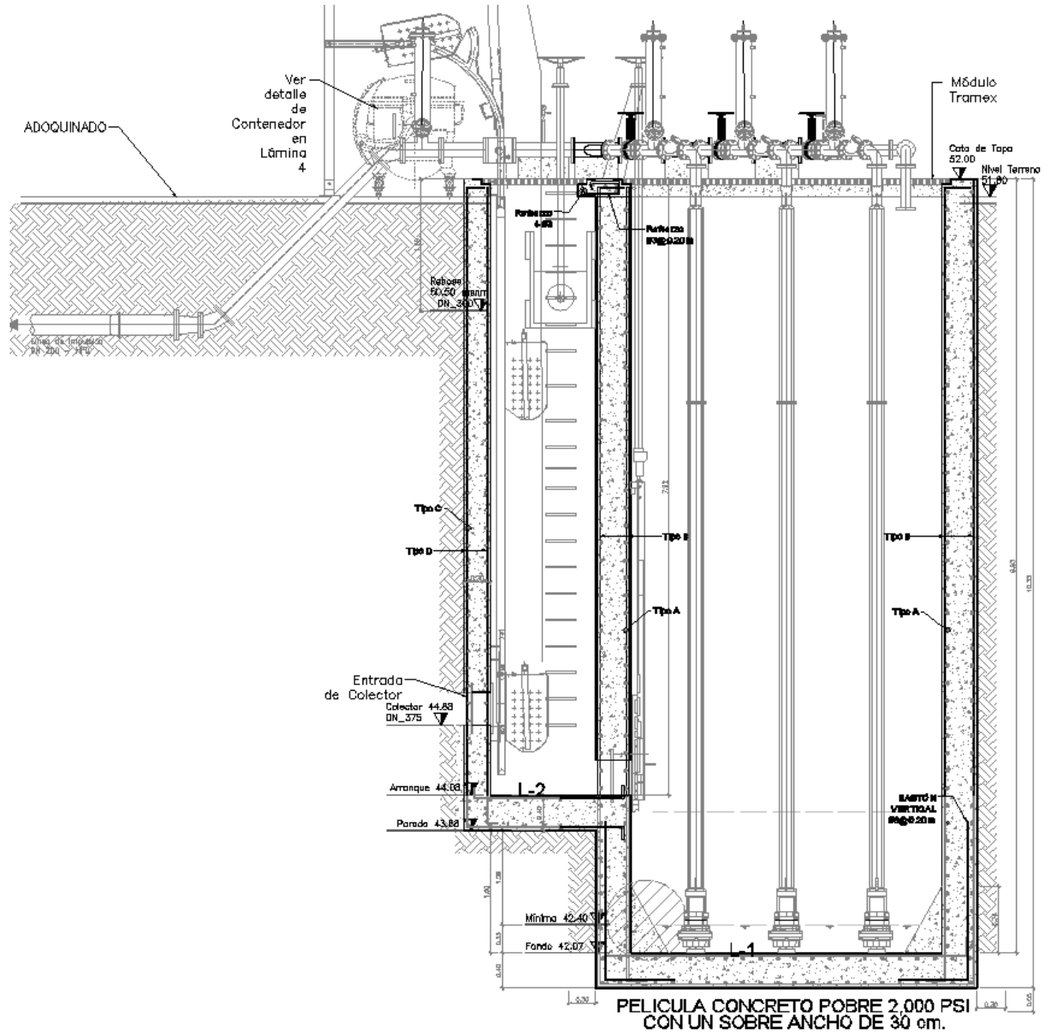
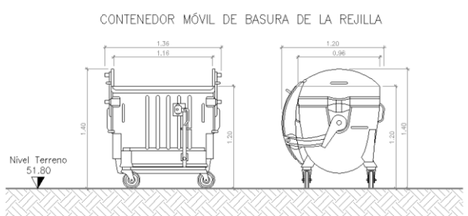


Figura 8-24: Sección Cárcamo de Bombeo



~ Tubería de impulsión EBAR PTAR Existente

Tuberías de impulsión: El diámetro mínimo con el que se diseñarán las tuberías de impulsión será de 75 mm. El caudal de diseño de la tubería de impulsión será igual al caudal de diseño del alcantarillado sanitario que llegue a la EBAR al final del período de diseño en el año 2039.

La velocidad mínima en las tuberías de impulsión es de 0.60 m/s conforme lo estipulado en la Guía de diseño. La velocidad máxima en las tuberías de impulsión se fija en el entre 1.00 m/s hasta 2.00 m/s.

Datos básicos: En la siguiente tabla se resumen las características hidráulicas principales de la línea de impulsión para la EBAR_6.

Tabla 8-15: Características hidráulicas de la línea de impulsión – EBAR PTAR Existente

Características de la línea de impulsión PTAR Existente	
Longitud [m]	668.00
Material	HFD
Diámetro [mm]	200
Qbombeo mínimo [l/s]	18.85
Qbombeo máximo [l/s]	57.78
Velocidad mínima [m/s]	0.60
Velocidad máxima [m/s]	1.84
CTD [m]	19.4

Ver detalles en Anexo 2: Cálculos hidráulicos de la línea de impulsión.

~ Cálculos eléctricos EBAR PTAR Existente

En la tabla se resumen las características de los equipos eléctricos que se instalarán en la EBAR PTAR Existente.

Tabla 8-16: Características de los equipos eléctricos – EBAR PTAR existente

Sistema de voltaje	480v/240v/ 3f-4h 60 hz
KVA total	45.00 Kva
KVA demandados	33.47 Kva
Corriente de la linea	59.10 Amperios
Interruptor principal	70 Amperios
Alimentador principal	3No6 thhn awg + 1No6 thhn awg+1No 8 thhn awg 600V
Ducto eléctrico	Conduit 1 ¼”
Motobombas	3x10hp/3f/480v/60hz
Transformadores	1x10Kva/480-240v
Polipasto	1x1½ hp/3f/480v/60hz

Equipos de Bombeo: Entre las principales características del diseño de las Estaciones de Bombeo tenemos las siguientes:

- La operación se ha considerado totalmente a prueba de fallas.
- Se ha previsto la instalación en el cárcamo de bombeo, de indicadores de niveles de agua del tipo hidrostático como sistema de control y protección principal, también se han provistos boyas herméticas como una protección de respaldo.
- Se ha tenido en consideración que cuando se presenta una falla de cualquier dispositivo o componente de los controles de secuencia, o el disparo de cualquier dispositivo de protección, no interrumpirá el funcionamiento de más de una bomba mientras se mantenga el suministro de energía eléctrica para accionar los arrancadores de los motores de las bombas.
- Las unidades de bombeo serán instaladas totalmente independientes cada una de las otras, para asegurar una efectiva protección de reserva. Los circuitos de control para cada bomba se han

considerado también totalmente aislados e independientes, de tal manera que la falla de cualquier dispositivo individual, o el disparo de cualquier dispositivo de protección individual interrumpa únicamente el funcionamiento de la unidad de bombeo afectada.

En relación al tipo de equipo de bombeo se ha seleccionado para el diseño de estas estaciones de bombeo Bombas Centrifugas del tipo sumergible inatascable ubicadas en cárcamo (pozo húmedo). Para los diseños de las estaciones de bombeo se instalarán siempre más de dos bombas, por tanto, se ha considerado en el suministro de las bombas que sus capacidades deberán ser tales que estando una fuera de servicio las otras puedan bombear el caudal máximo.

En general, ninguna bomba debe funcionar menos de 15 minutos y el período de retención en el pozo no debe exceder los 30 minutos. Las bombas deberán ser capaces de dejar pasar sólidos de hasta 75 mm de diámetro.

8.6.3 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

8.6.3.1 Descripción de la Unidades de la PTAR

~ **Obras de Pretratamiento**

Las obras de pre-tratamiento se han planificado en la zona oeste de la parcela. El agua residual llega a la PTAR por un colector por gravedad. Las primeras estructuras serán la caja de bypass general, las rejillas gruesas y la estación de bombeo principal EB1. La EB1 eleva el caudal total de agua residual a una cota desde la cual todo el resto del tratamiento se realizará por gravedad. El desarenador y los tamices, al ser las primeras etapas y requerir la mayor altura, han sido planificados sobre un terraplén a un nivel de +53.60 msnm, cuya altura es de 2.4 m sobre el nivel del terreno para el resto de estructuras.

- **Caja de Bypass**

La primera obra de la PTAR será la caja de bypass general, la cual dispone de una compuerta y un aliviadero que permiten, en caso de emergencia o en caso que haya que aislar las instalaciones inmediatamente posteriores (rejillas gruesas y EB1), cerrar el flujo de entrada de agua residual a la PTAR y desviar dicho caudal directamente hacia la obra de salida.

Tabla 8-17: Dimensiones de la caja de bypass

Longitud	m	2.10
Anchura	m	3.90
Altura	m	6.16

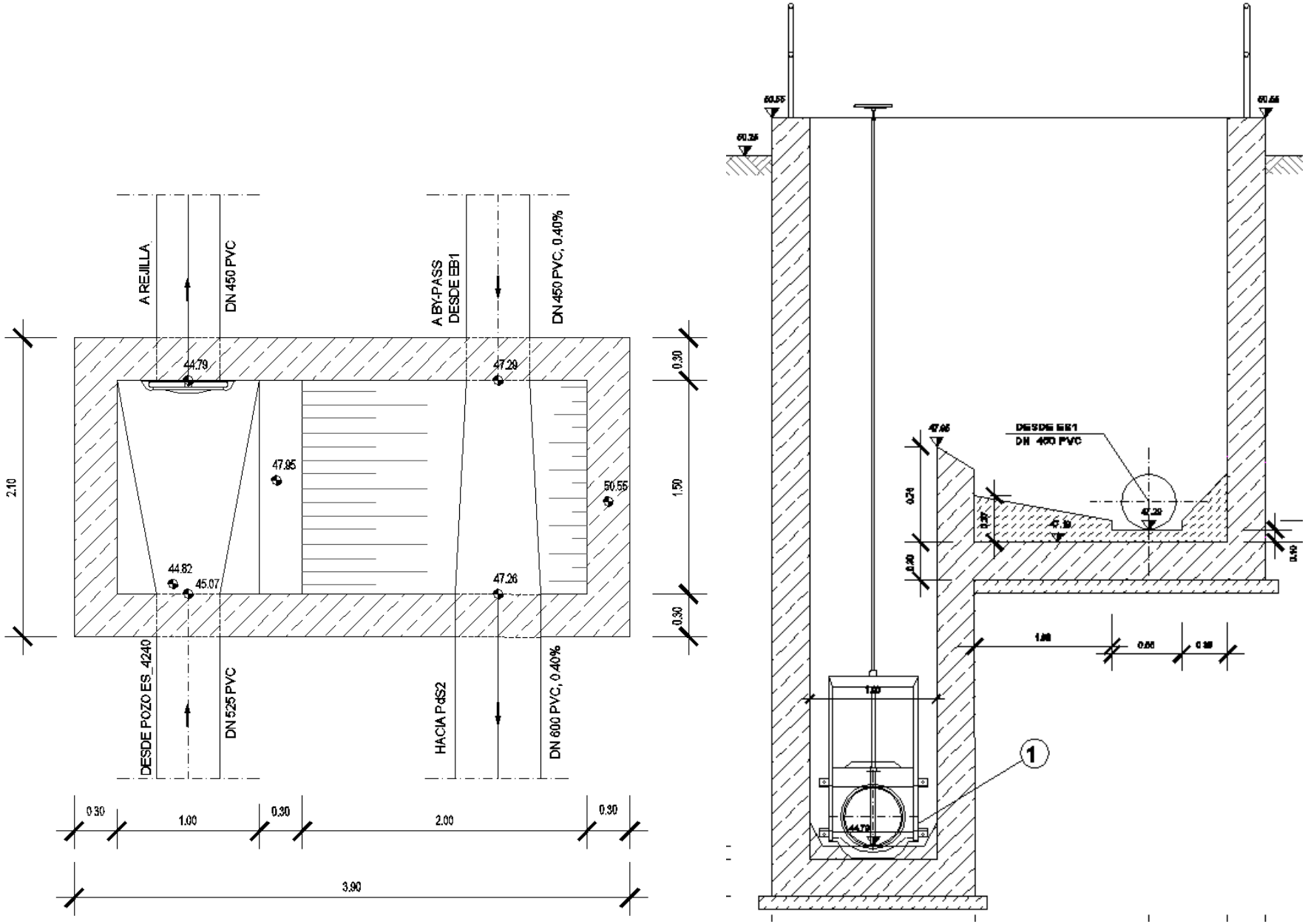


Figura 8-26: Vista en Planta y Perfil Caja Bypass

Tabla 8-18: Canal de bypass - Tamices

Criterio de Diseño	Unidad	Criterio Aplicado	
Ancho del fondo	m	0.80	
Talud izquierdo	1/n	0.00	
Talud derecho	1/n	0.00	
Talud promedio	1/n	0.00	
Cantidad	n	1	
		Fase 1	**Fase 1+2**
Caudal	m^3/s	0.148	0.197
Caudal cada unidad	m^3/s	0.148	0.197
Profundidad	m	0.14	0.18
Área	m^2	0.11	0.14
Radio hidráulico	m	0.28	0.36
Pendiente	%	0.20	0.20
Coeficiente Strickler	k	55	55
Velocidad	m/s	1.34	1.34
Caudal de control	m^3/s	0.150	0.192
Valor Froude	-	0.67	0.67

- **Rejilla gruesa de limpieza automática**

Tras la caja de Bypass general se encuentran las rejillas gruesas, con una luz de 20 mm. Los sólidos gruesos contenidos en el agua residual son retenidos en este elemento para proteger las motobombas en la estación EB 1, para lo cual está prevista la instalación de una reja de barras de limpieza automática con abertura de 20 mm. La rejilla está equipada con un sistema automático de retiro de los materiales retenidos en la rejilla mediante un sistema de cadena rotativa. La rejilla y bypass han sido diseñada para la capacidad de la PTAR en el año 2039 (100% de la capacidad).

Tabla 8-19: Dimensiones de la estructura para la rejilla

Longitud	m	4.30
Anchura	m	3.00
Altura	m	6.17

La caja de las rejillas dispone de un aliviadero (nivel: +45.84) en dirección a la EB1. En caso de sobrecarga de la rejilla (p.ej.: mal funcionamiento del sistema automático de retirada de residuos), el incremento de nivel de aguas arriba de la rejilla resultaría en el desvío del caudal por encima del aliviadero en dirección a la EB1, sin ocasionar desperfectos en la rejilla. Este bypass no está conectado con el bypass general proveniente de la caja de bypass, presentado en el acápite anterior. Los residuos de las rejillas descargan directamente a un contenedor para luego ser transportados a un relleno sanitario.

Tabla 8-20:Datos técnicos Rejillas

Caudal de diseño	Qh,máx = 198 l/s
Caudal promedio	Qm24= 86 l/s
Sección de la barra	6 mm (ancho) x 12 mm (profunidad)
Luz de paso	e = 20 mm
Ancho del canal	C = 1300 mm
Altura de barras	t = 1000 mm
Ángulo de instalación	α = 80°

La EB1 es la estación de bombeo principal de la PTAR y bombea todo el caudal que llega a la misma desde la red de alcantarillado hacia el desarenador, desde donde el resto del proceso de tratamiento se realizará por gravedad. La EB1 está equipada con 4 bombas y dimensionada para poder bombear

mediante la operación simultánea de 3 bombas el caudal máximo, el cual para la Fase 1 es de 148 l/s. La cuarta bomba actuará como bomba de reserva. Para la Fase 2 se prevé la sustitución de los equipos de bombeo por bombas de mayor capacidad que permitan el bombeo del caudal máximo previsto (198 l/s), con la misma configuración 3+1.

Tabla 8-21: Criterios de Dimensionamiento Rejilla de Limpieza Manual

Criterio de Diseño	Criterio Aplicado	Unidad
Ancho de la barra	10	mm
Separación entre barras	20 - 50	mm
Pendiente en relación a la vertical	30 - 40	°
Velocidad de aproximación	0,3 - 0,6	m/s

Tabla 8-22: Características de la Rejilla

Criterio de Diseño	Símbolo	Criterio Aplicado	Unidad
Ancho del canal	b	1.00	m
Ancho de la barra	s	0.01	m
Separación entre barras	e	0.025	m
Factor de forma de la rejilla	ß	2.24	
Pendiente en relación a la vertical		40	°
Cantidad de barras	n=(b-e)/(s+e)	28	

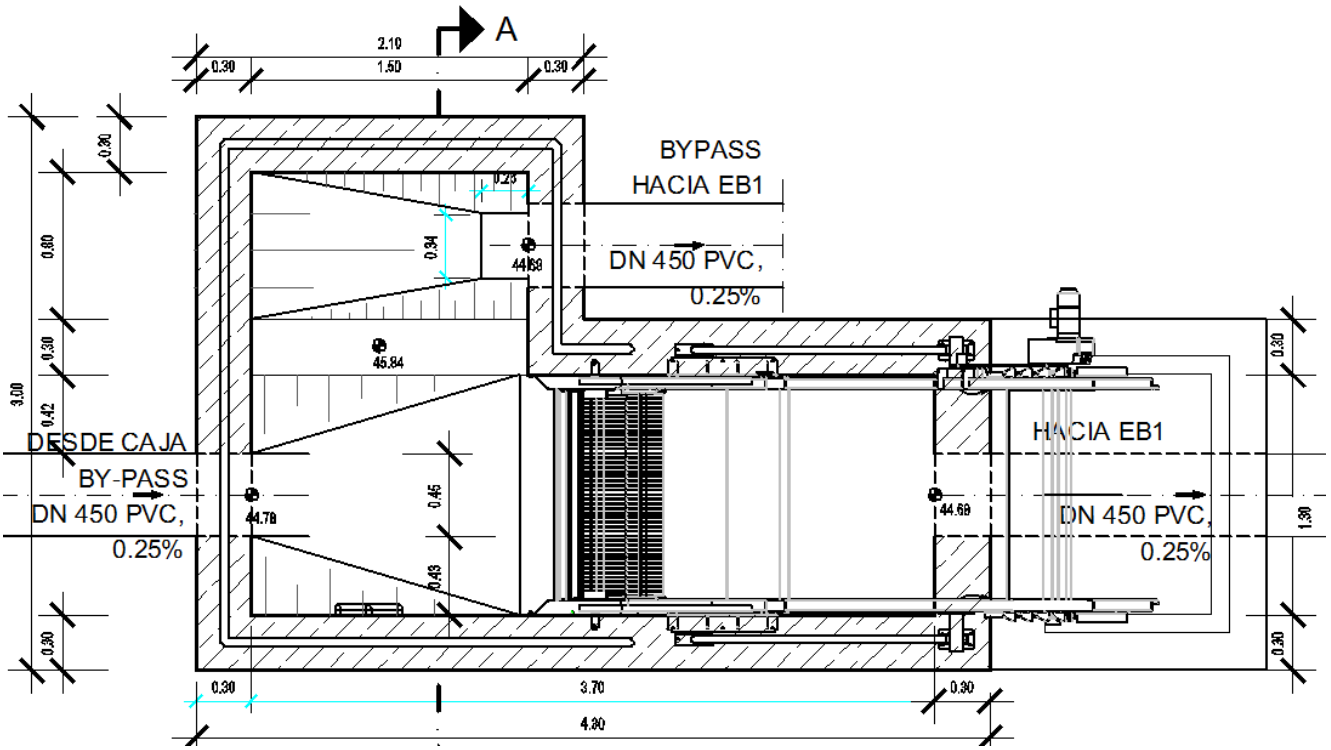


Figura 8-27: Vista en Planta Rejillas

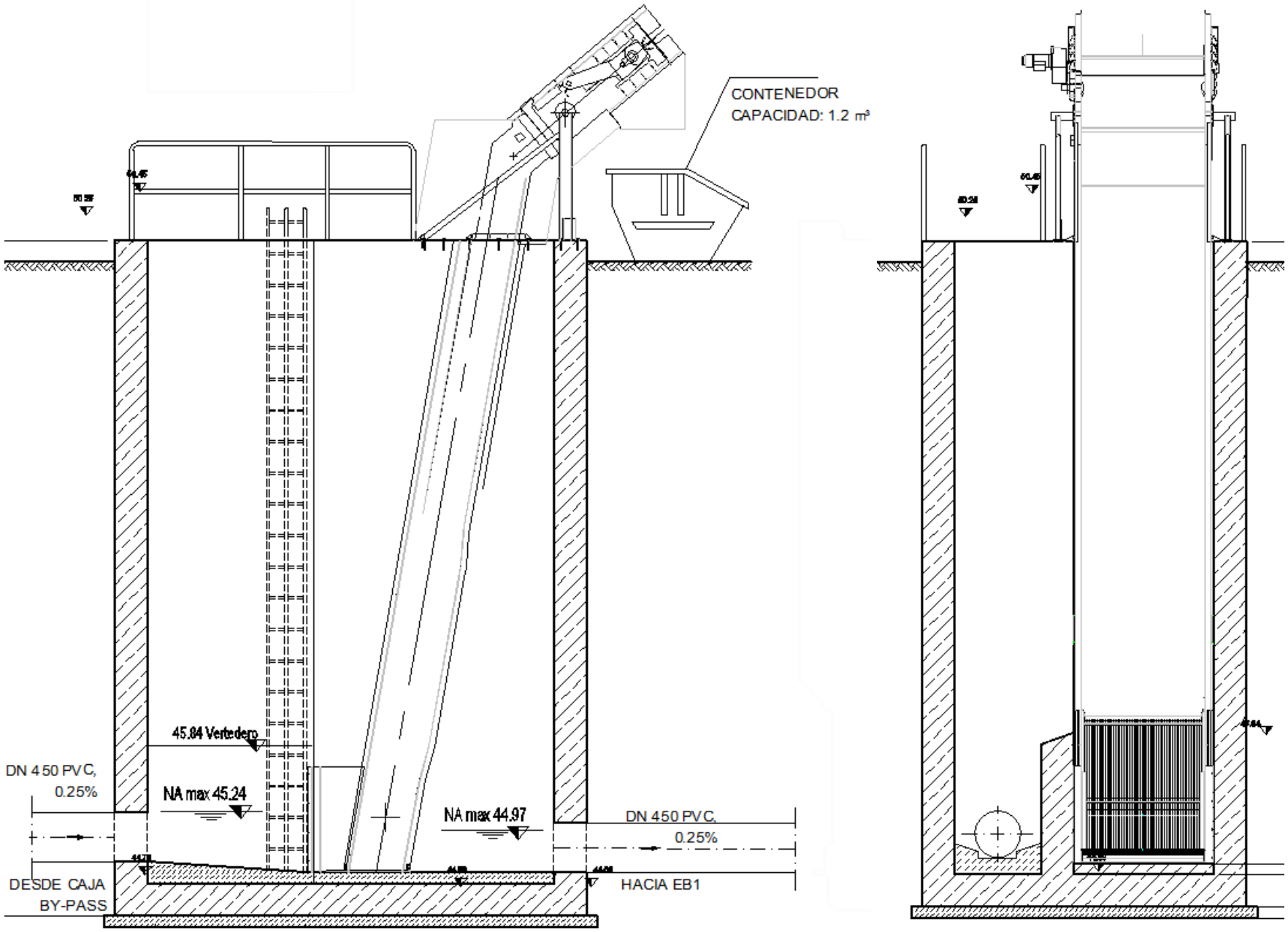


Figura 8-28: Vista Sección Rejillas

- **Desarenador**

La obra de desarenador y medidor Parshall consta de 2 unidades: el desarenador, que elimina parte de arena del agua y el medidor Parshall que conduce el agua hacia la obra de las rejillas finas (tambores rotativos). La función del desarenador consiste en: proteger los elementos mecánicos móviles de la abrasión y el excesivo desgaste producido por arena y otros sólidos sedimentables; reducción de la formación de depósitos pesados en el interior de las tuberías, canales, conducciones y UASB; reducción de la frecuencia de limpieza de las lagunas provocada por una excesiva acumulación de arenas.

Esta unidad se proyecta en concreto armado del tipo desarenador de flujo horizontal de modo que se mantenga una velocidad máxima por debajo de los 0.3 m/s, y que proporcione suficiente tiempo de residencia como para que sedimenten en el fondo del canal las partículas de arena. La velocidad de diseño indicada permite la circulación a través de la unidad de la mayor parte de la materia orgánica y de la puesta en suspensión de todas aquellas partículas orgánicas que hayan sedimentado, pero permite también la sedimentación de la arena pesada. Los desarenadores se diseñan de tal forma que, bajo las condiciones más adversas posibles, las partículas de arena más ligeras alcancen el fondo del canal antes de llegar al extremo del mismo. La longitud del canal vendrá dada por la profundidad que requiere la velocidad de sedimentación, y el área de la sección transversal vendrá impuesta por la velocidad horizontal recomendada en la Guía Técnica del INAA (30 cm/s) y el número de canales. En este caso, la longitud del canal de desarenador es de 12.0 m.

Se prevén 2 canales, diseñados para el caudal máximo considerando la capacidad final de la PTAR (2039). De este modo, en los momentos en que se cierre un canal para la extracción de la arena sedimentada, el otro canal podrá tratar todo el caudal completo. La extracción de las arenas de los desarenadores se llevará a cabo por medios mecánicos. Una vez cerradas las compuertas al inicio y final del canal que se va a limpiar, se abrirá la compuerta del tubo de vaciado correspondiente. La arena empieza a fluir hacia el cárcamo de bombeo adyacente, donde una bomba impulsará la arena al clasificador de arena.

Tabla 8-23: Dimensiones de la estructura del desarenador

Longitud (incl. medidor Parshall)	m	24.66
Anchura máxima	m	2.90
Altura máxima	m	2.53

El clasificador de arena separa la fracción sólida de la mezcla arena/agua. La eliminación de las arenas provenientes del clasificador se deberá llevar a cabo de acuerdo con las normas medioambientales adecuadas.

Tabla 8-24: Características técnicas del clasificador

Capacidad	l/s	10
Eliminación de arena	%	> 95
para tamaño de grano	mm	0,2

Los criterios de diseño utilizados para el desarenador han sido los siguientes:

Tabla 8-25: Criterios de diseño para el desarenador

Criterio de Diseño	Símbolo	Unidad	Guía INAA	Criterio Aplicado
Carga hidráulica media	Qm	m/d	700	480
Carga hidráulica máxima	Qmax	m/h	1,600	1,200
Velocidad máxima horizontal	Vmax	m/s	0.24-0.40	0.3
Tiempo de retención	tH	min	0.75 – 1.5	> 3

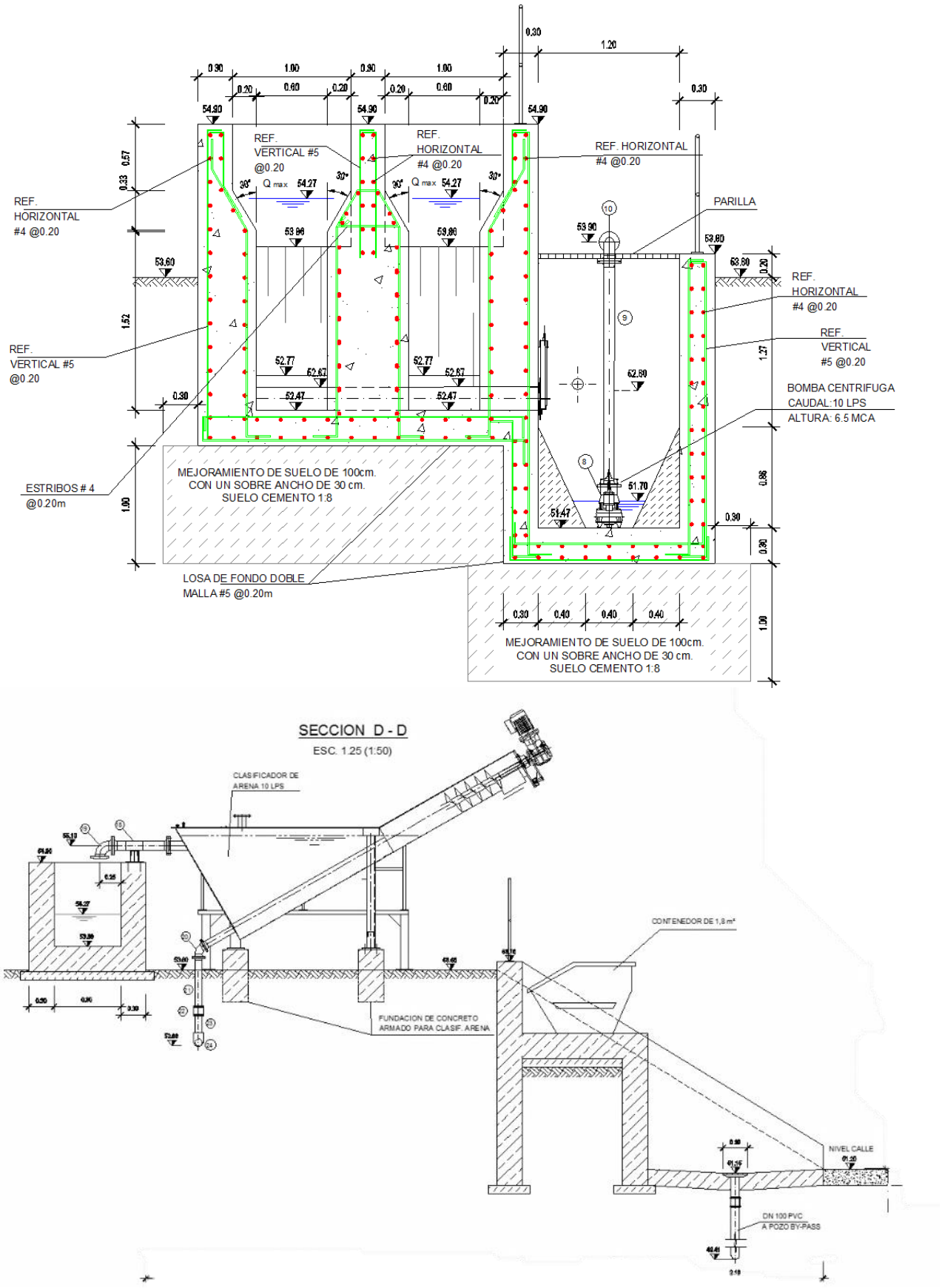


Figura 8-29: Secciones Desarenador

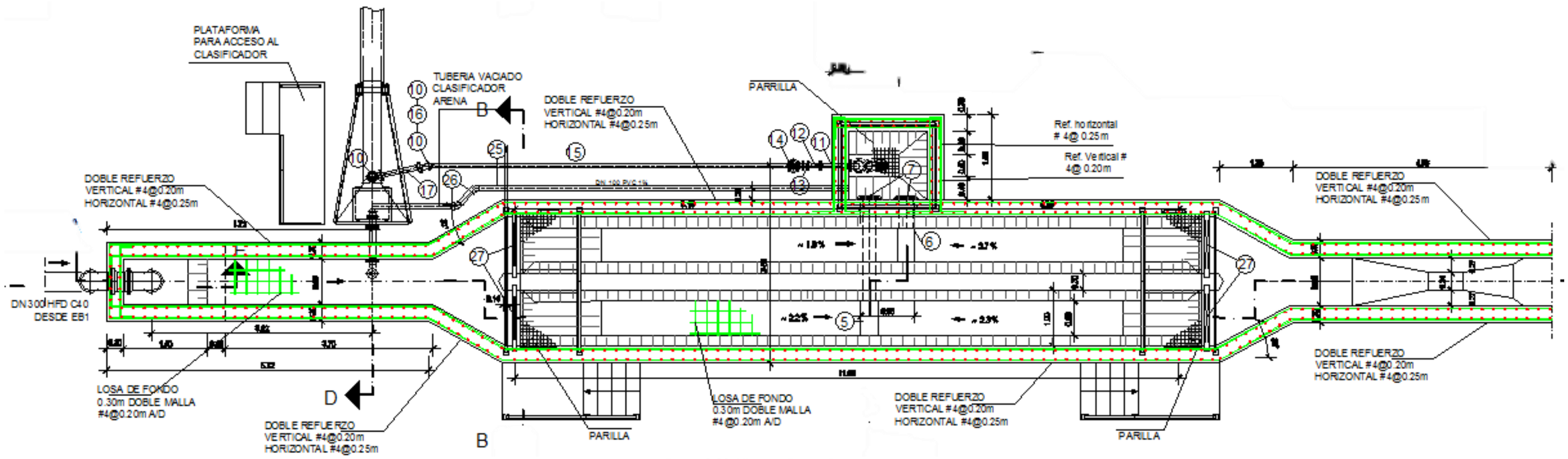


Figura 8-30: Vista en Planta Desarenador

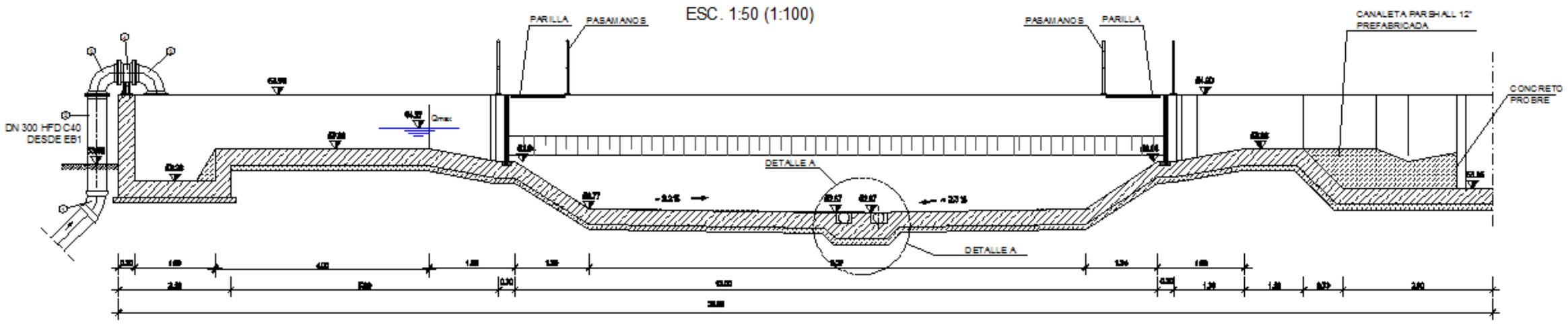


Figura 8-31: Perfil Longitudinal Desarenador

- **Canal Parshall**

El Canal Parshall permitirá la medición de la cantidad del afluente y es un elemento importante para el funcionamiento hidráulico del desarenador, ya que éste establece el tirante de agua en el desarenador y así la velocidad en el mismo. Se ha considerado la instalación de un canal Parshall con un ancho de garganta de 12 pulgadas, previsto para un rango de caudales de entre 3 y 456 l/s. El canal Parshall previsto consiste en una formaleta prefabricada en PRFV, la cual irá embebida en el concreto.

Tabla 8-26: Parámetros para el cálculo de caudal en el medidor Parshall	
W	0.305
K	0.690
N	1.522

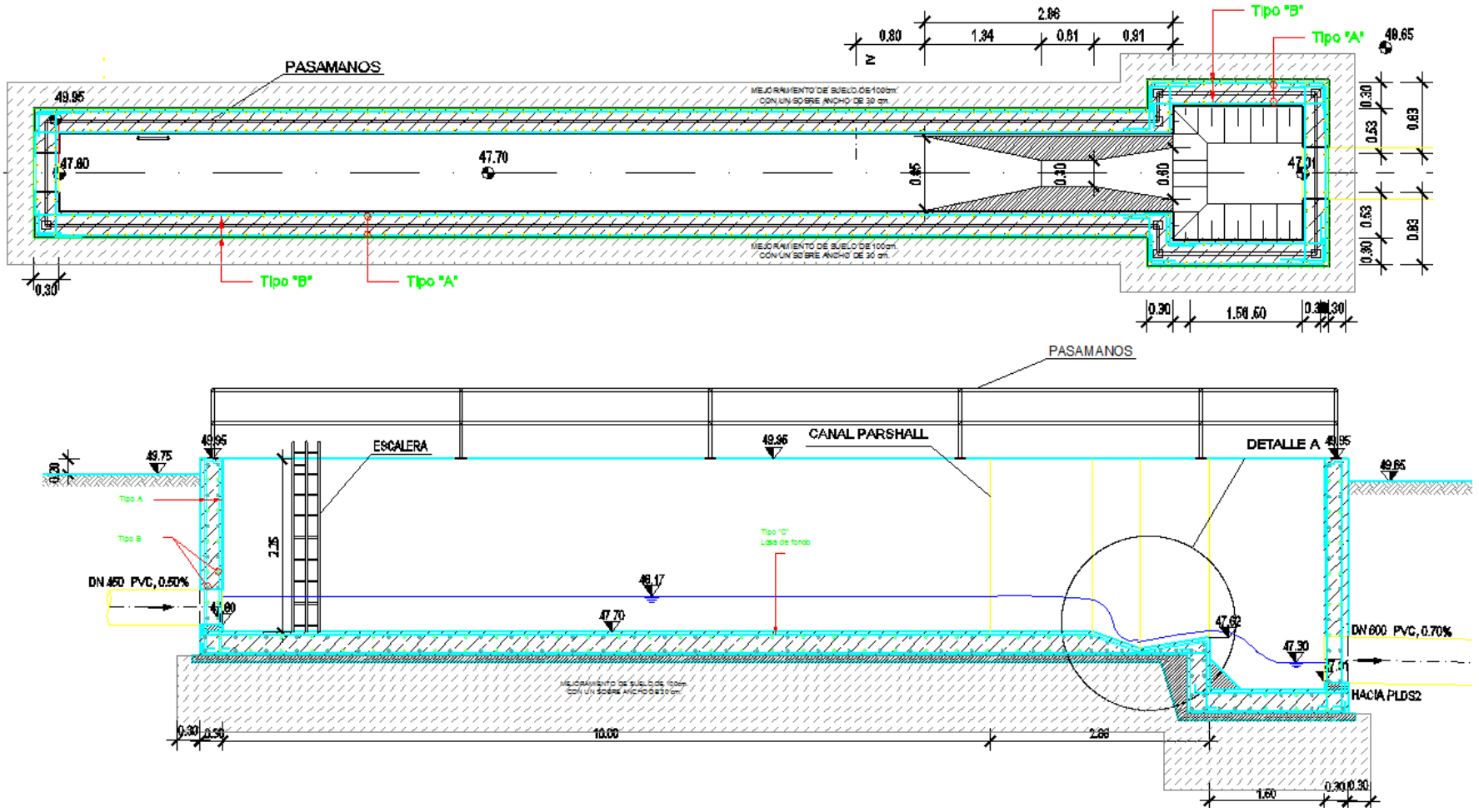


Figura 8-32: Canal Parshall

- **Tamices Rotativos**

Las rejillas finas son muy importantes para garantizar un buen funcionamiento del tratamiento posterior, específicamente los UASB. Por razones de redundancia son previstos dos tamices rotativos en paralelo, cada uno para el caudal de 100 l/s. Eso permite que una sola reja pueda tratar más que el caudal Q_{m24}. En el caso de Q_{max}, los 2 tamices deberán estar en funcionamiento.

Tabla 8-27: Datos técnicos Rejillas Finas	
Caudal de diseño nominal (cada rejilla)	Q_{m24} = 100 l/s
Caudal máximo dos rejas en función	$Q_{máx}$ = 200 l/s (Fase 1+2)
Luz de orificio	e = 3 mm
Ancho del canal	C = 1,010 mm
Profundidad del canal	h = 1,820 mm
Ángulo de instalación	α = 35°

Entre los 2 tamices será construido un canal de bypass con una rejilla de barras de limpieza manual con abertura de 10 mm, para su uso en casos de emergencia. El diseño del bypass está previsto para 100% del caudal máximo. En condiciones normales de funcionamiento, el flujo a través del canal de bypass no es posible, debido a que el nivel de fondo del canal bypass es más alto que el nivel máximo de agua en los canales de los tamices rotativos más una reserva apropiada.

Tabla 8-28: Dimensiones de la estructura de los tamices rotativos		
Longitud	m	12.40
Anchura máxima	m	4.65
Altura máxima	m	1.90

Para transportar el material extraído por los tamices, se utilizará un transportador helicoidal sin eje central, ya que este sistema presenta considerables ventajas en comparación con dispositivos convencionales de transporte. Gracias a la espiral sin eje se evitan aglomeraciones de materias fibrosas. El transporte de materiales de diferentes tamaños no causa problemas; el mantenimiento y las reparaciones son reducidos a un mínimo. Los residuos extraídos por el mecanismo de limpieza se descargan directamente a un contenedor para luego ser transportados a un relleno sanitario.

Tabla 8-29: Criterios de diseño para los tamices rotativos

Criterio de diseño	Símbolo	Unidad	Guía INAA	Criterio Aplicado
Abertura	e	mm	0.2 - 6	3
Diámetro	D	m	0.9 – 1.5	1.01
Longitud	L	m	1.2 – 3.7	3.7
Pérdida de carga	Δh	mca	0.8 – 1.4	0.33
Ancho del canal	b	m		1.00
Orificio	o	mm		3
Pendiente en relación a la vertical		°		35
Eliminación de grasa y oleos a través de tamiz	n	%		50

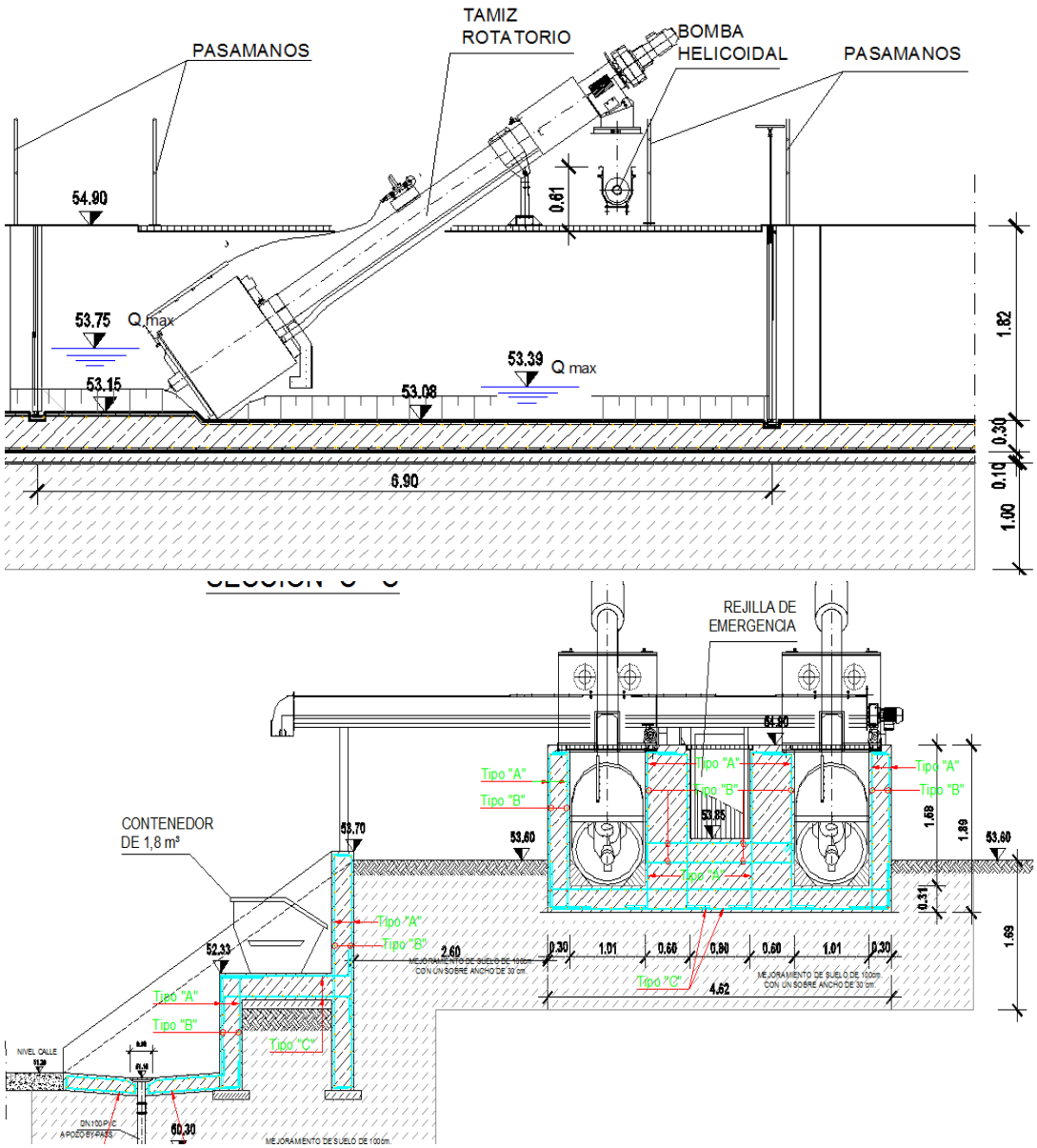


Figura 8-33: Secciones Tamices Rotativos

- **Caja de distribución 1**

La caja de distribución 1 es un elemento importante para garantizar una repartición uniforme del caudal llegando a la planta hacia los 2 reactores UASB. La obra será realizada con 2 vertederos, cada uno equipado con una placa metálica móvil, para dar al operador la posibilidad de regular el caudal manualmente hacia cada de los reactores. A través de los dos vertederos serán alimentados los 2 reactores UASB, con 2 módulos cada uno, para un total de 4 módulos. En cada una de las dos cajas de salida del CD1 se instalará una compuerta. De este modo, en caso que sea necesario aislar un reactor UASB se podrá hacer cerrando la compuerta. En ese momento, el nivel de agua de la caja de salida aumentará hasta llegar al nivel aguas arriba del vertedero. De este modo, todo el caudal de agua irá a parar a la otra caja de salida.

Tabla 8-30: Dimensiones de la estructura de la Caja de Distribución 1

Longitud	m	2.60
Anchura	m	4.00
Altura	m	4.15

- **UASB**

El Reactor Anaeróbico es la primera fase del tratamiento biológico. En el reactor ocurre la degradación de las materias orgánicas en diferentes fases: Hidrólisis, Degradación de materias suspendidas, proteínas, carbohidratos y lípidos a través de las enzimas de bacterias fermentativas en aminoácidos, azúcar y grasa ácida; Fermentación ácida, Transformación de aminoácidos, azúcar y grasa ácida en ácido acético o hidrógeno; y Metanogénesis, Degradación de ácido acético o hidrógeno en metano.

Importante para el proceso anaeróbico es el lodo que se acumula en el fondo del reactor. Las aguas negras llegan al fondo del reactor a través de las tuberías de alimentación y así están obligadas atravesar este manto de lodo, donde se degrada en las tres fases descritas anteriormente. Las tres fases ocurren simultáneamente. El manto de lodo queda en suspensión gracias a la corriente del afluente y a las burbujas de biogás que suben en el agua después de ser formadas a través de la metanogénesis.

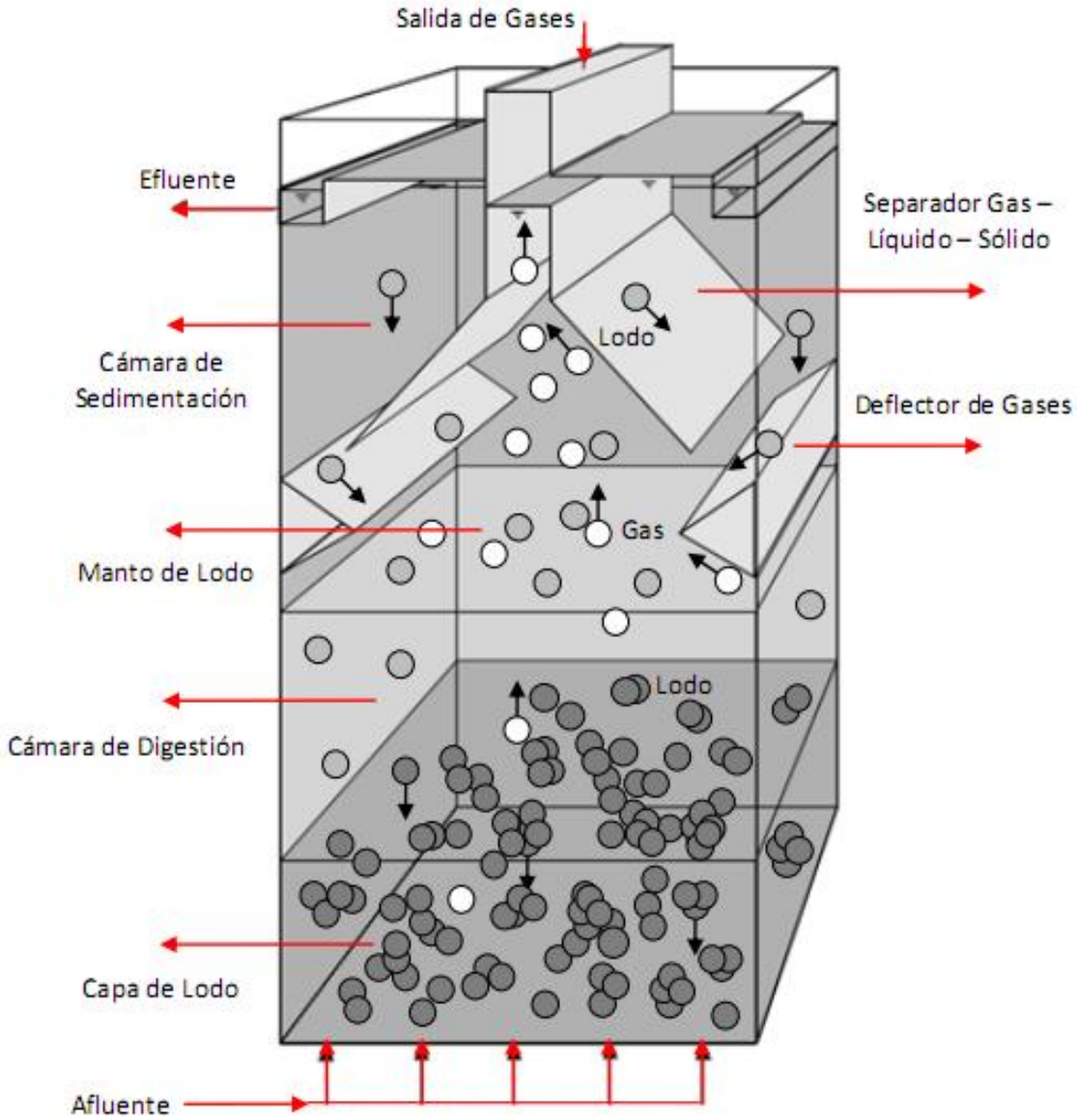


Figura 8-34: Componentes de un UASB

Tabla 8-31: Criterios de diseño para el reactor UASB

Criterio de diseño	Símbolo	Unidad	Guía INAA	Criterio Aplicado
Tiempo retención hidráulica	tH	h	> 6	> 9.0
Altura zona de sedimentación	hSed	m	1.5 – 2.0	1.7
Inclinación separadores	α	°	50 – 60	60
Tasa de carga superficial	Qh	m/h	0.7	0.77
Velocidad retorno lodos	vlod	m/h	< 5	3.7

- **Concepción del reactor**

El caudal a tratar proveniente de la CD1 llega a través de una tubería de alimentación hasta la caja de entrada de cada uno de los dos tanques anaeróbico, lo cual alimenta un canal de distribución central. A lo largo de todo el canal de distribución hay a cada lado diversas cajas de distribución, que alimentan los dos módulos del reactor. El canal de distribución tiene la tarea de distribuir a cada caja el mismo caudal de aguas. Esta tarea se cumple a través de vertederos rectangulares que son dispuestos antes de cada caja de distribución. Estos vertederos ofrecen la posibilidad de distribuir caudales pequeños, así como también caudales grandes y tienen la ventaja de definir este caudal fácilmente y exactamente sobre la altura de cresta. Los vertederos son móviles y se pueden calibrar en un rango de algunos centímetros. Eso es importante porque sin la posibilidad de calibración, siempre saldrá más agua a los primeros vertederos y menos agua a los últimos vertederos del canal de distribución. Entonces antes de la puesta en marcha del reactor tiene que realizarse esta calibración para asegurar que todos los vertederos en total tienen la misma altura de cresta y así cada uno distribuye el mismo caudal a las cajas. De cada caja de distribución salen las tuberías de alimentación de agua al reactor. Cada tubería alimenta una cierta área en el reactor. El tramo vertical sumergido en el agua, pasa al lado del muro central del reactor y continúa por la parte horizontal hasta 10 cm sobre el fondo del reactor.

Cuando hay una obstrucción en la tubería debido a la baja velocidad en la misma, es posible observarlo en las cajas de distribución: En el caso de un buen funcionamiento, en todas las cajas existe el mismo nivel de agua, porque en todas las cajas existen las mismas condiciones. Cuando hay una obstrucción en una tubería de alimentación, la obstrucción causa un incremento del nivel de agua tanto en la respectiva caja de distribución más elevada, como en las otras. En caso que suceda una obstrucción se pueden limpiar las tuberías verticales sobre las aberturas del tubo en la caja de distribución. Después de salir de las tuberías de alimentación, el agua fluye en sentido ascendente a través de un manto de lodo, que se desarrolla durante la puesta en marcha. Este manto está constituido por gránulos y partículas formadas biológicamente. El reactor está lleno de agua en su funcionamiento normal. El nivel de agua al respecto del caudal máximo es indicado en el plano respectivo. El tiempo de retención promedio previsto para cada uno de los reactores es de 9.5 h.

En suma se han previsto 2 reactores, cada uno con 2 módulos, es decir un total de cuatro (4) módulos UASB, los cuales siempre reciben el mismo volumen de aguas servidas. Las dos obras están denominadas como UASB 1 y UASB 2. En la Fase 1 se construirán los 2 reactores (UASB 1 y UASB 2), pero solo se equiparán 3 de los 4 módulos (1-1, 1-2 y 2-1).

A todo lo largo del reactor se ubican numerosas tuberías de salida que evacuan el agua a unos pocos cm debajo del nivel de agua en el reactor. Estas tuberías atraviesan el muro del reactor para conducir el agua hacia el canal de salida. Cuando hay una obstrucción en una tubería de salida, el efluente se distribuye a las tuberías que quedan. Comparando el nivel de agua de cada tubería de salida se puede observar donde sale más y donde sale menos agua. La tubería donde sale menos se tiene que limpiar para garantizar una salida regular sobre todas las tuberías.

Para optimizar el efluente del reactor se pone adicionalmente tres tuberías de salida secundarias a todo lo largo del reactor para cada módulo. Estas tuberías secundarias tienen orificios en la parte de arriba, a través de los cuales entra el agua a las mismas y luego se conduce al canal de salida de la misma manera que las tuberías de salida primarias. El agua proveniente de las tuberías de salida fluye rumbo a la caja de distribución CD 2, donde será repartida a las lagunas facultativas 1.1, 2.1 (Fase 1) y 3.1 (Fase 2) para el tratamiento aeróbico secundario.

Tabla 8-32: Dimensiones UASB

Descripción	Unidad	Cantidad
Longitud total	m	19.80
Ancho total	m	22.20
Longitud interior (cada módulo)	m	17.00
Ancho interior (cada módulo)	m	9.50
Volumen (módulo)	m^3	727
Volumen total (Fase 1+2)	m^3	2,181
Altura de la zona de sedimentación	m	1.70
Altura total	m	4.50
Número de reactores (Fase 1)	ud	2
Número de módulos (Fase 1)	ud	3
Número de módulos (Fase 1+2)	ud	4

- **Manto de Lodo**

Una ventaja del proceso UASB sobre otros sistemas anaeróbicos es que no es necesario un material de empaque para dar soporte a las bacterias para crecer, y así se disminuye el espacio necesario para un tratamiento biológico. Durante la puesta en marcha del reactor se desarrolla un manto de lodo anaeróbico. Para que se forme este manto de lodo a través de una acumulación del mismo es necesaria una separación de fases.

La remoción de lodo se lleva a cabo en ciertos intervalos intermitentes, que serán más largos con una carga afluente baja y más cortos con una carga afluente alta. El lodo será removido a través de una válvula al lado del reactor a nivel del manto de lodo. El lodo fluye a un cárcamo desde donde será bombeado hacía los lechos de secado.

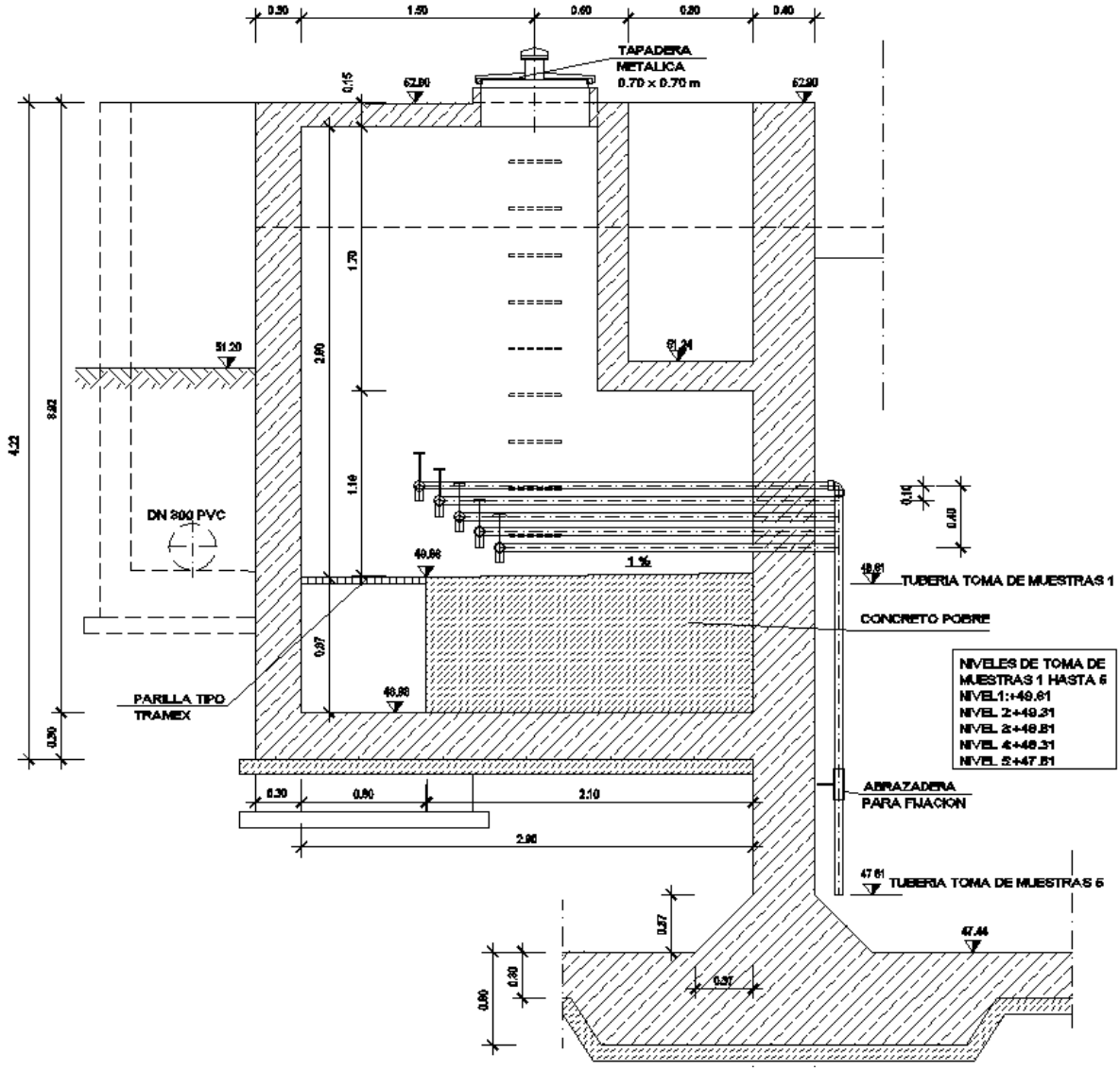


Figura 8-35: Tubería de Extracción de Lodos

- **Biogás**

El biogás producido en el interior de los reactores UASB asciende hacía la parte superior. Con unos deflectores degasificadores en esta zona se separa el gas adherido a las partículas del lodo, el cual vuelve a sedimentar y ser absorbido por el manto de lodos, mientras que el biogás continua subiendo hasta llegar a los colectores de gas. Estos colectores están conectados con un sistema de tuberías que lleva el biogás hasta el quemador, donde será quemado con seguridad. Por el sistema empleado, no existe la posibilidad de que el biogás pueda escapar al aire libre. Por lo tanto, no hay ningún peligro de emisiones de mal olor.



Foto 8-7: Ejemplo de Quemador de Biogás

Figura 8-36: Vista en Planta de UASB



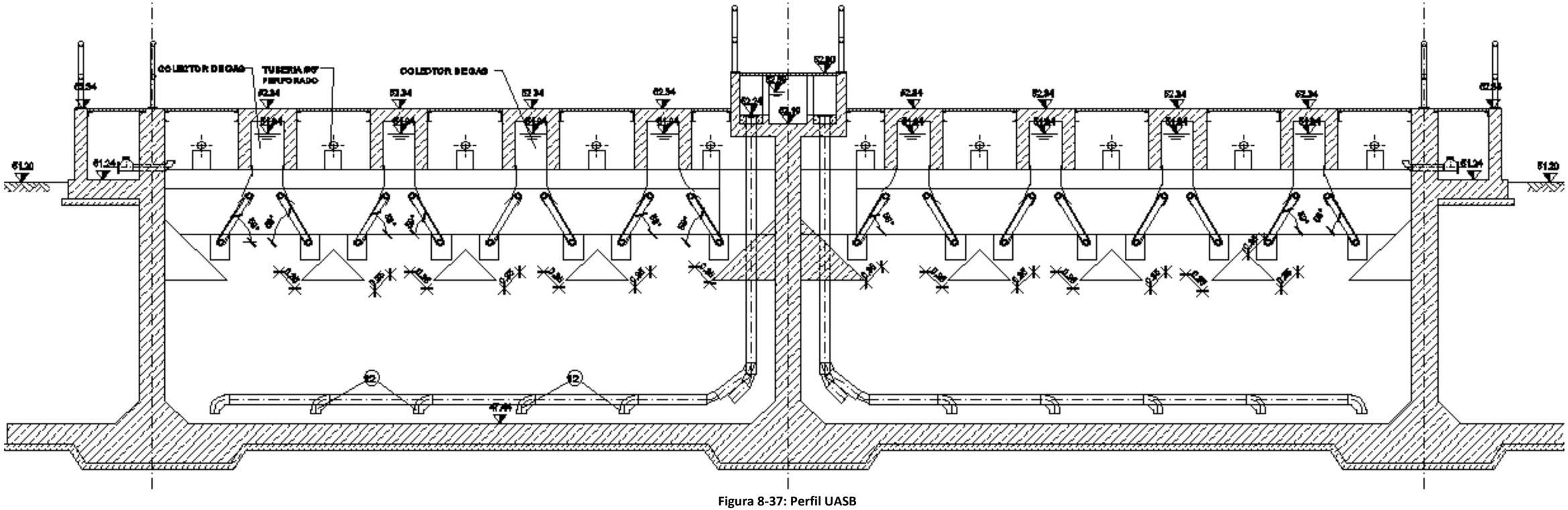


Figura 8-37: Perfil UASB

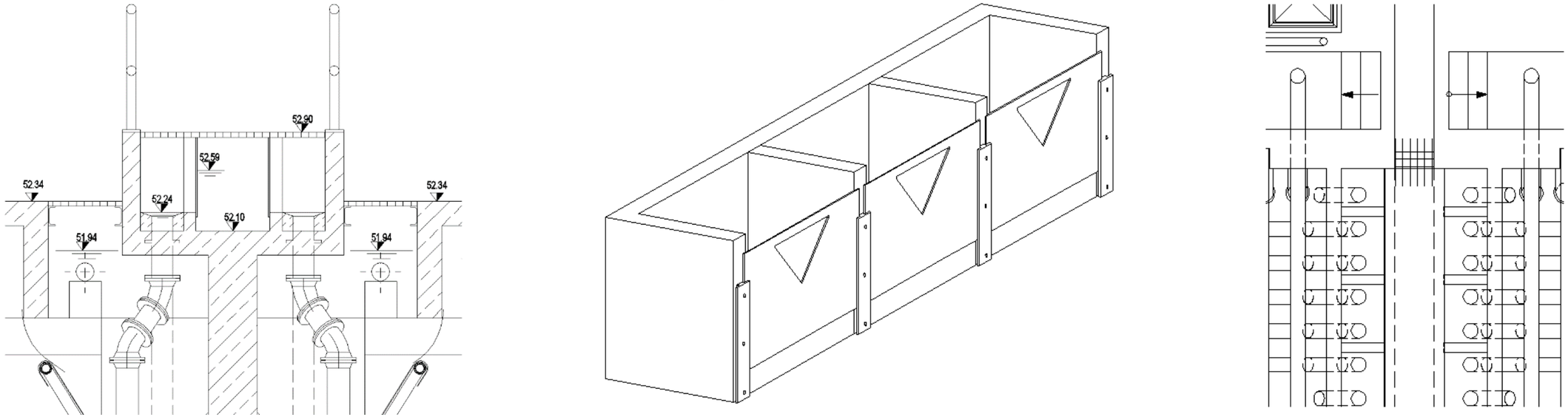


Figura 8-38: Detalles Caja de Distribución UASB

- **Lagunas Facultativas**

Las lagunas facultativas son instalaciones de grandes extensiones, cuya profundidad de agua es relativamente baja. Las lagunas facultativas tienen la tarea de remover la materia orgánica remanente (medido como DBO_5, DQO, SS, etc.) del efluente de los reactores UASB. Además contribuyen a la desinfección de las aguas residuales y la reducción de su concentración de patógenos.

Las lagunas facultativas se caracterizan por tener dos zonas bien distintas: una zona aeróbica en el estrato superior y una zona anaerobia en el fondo. El oxígeno en la zona aeróbica, el agua está introducida por dos mecanismos: la fotosíntesis, llevada a cabo por las algas de la zona superior, y la reaireación a través de la acción del viento de la superficie. Los procesos biológicos en la zona superior son complicados y múltiples. Simplificando la situación a los procesos más dominantes, se trata de una simbiosis entre algas y bacterias. Durante el día las algas flotantes de la zona superior llevan a cabo fotosíntesis, es decir utilizan el dióxido de carbono y la radiación solar para producir oxígeno. Las bacterias a continuación utilizan el oxígeno para la oxidación de materia orgánica presente en el agua. Durante este proceso las bacterias producen otra vez dióxido de carbono, lo cual sirve para la fotosíntesis de las algas.

Dado que la actividad biológica de las algas suele ser superior a la de las bacterias, los niveles de dióxido de carbono suelen descender durante el día. De este modo, el pH del agua sube. Por el contrario, durante la noche, se termina la actividad fotosintética de las algas por la falta de radiación solar, mientras continúa la actividad de las bacterias. Así pues aumenta la concentración de dióxido de carbono y el pH baja. Mientras que así se puede explicar fácilmente la degradación de materia orgánica, el efecto de desinfección es más diverso. Interaccionan el efecto de tiempo y temperatura, el efecto tóxico de los rayos ultravioleta de la radiación solar en combinación con altas concentraciones de oxígeno, resultando en la foto - oxidación de los patógenos, el efecto tóxico de un pH alto (pH > 9 mata a patógenos). Todos estos efectos (dejando aparte el tiempo) entonces tienen en común que dependen del sol: (i) el sol aumenta la temperatura del agua, (ii) el sol promueve la fotosíntesis de las algas y (iii) las algas (cuyas existencia depende del sol) causan tanto la subida del pH como de la concentración de oxígeno.

En la zona anaerobia, donde también se acumula el lodo, sobre todos las bacterias son las responsables para los procesos biológicos. Allá continuamente se degrada materia orgánica y se produce dióxido de carbono así como otros gases (principalmente metano).

Una laguna facultativa que funciona bien y que no está sobrecargada normalmente tiene un color verde por la alta concentración de las algas. Las algas, por su dependencia de la radiación solar, típicamente se ubican solo dentro de un estrato de aprox. 50 cm por debajo de la superficie de agua. En función de la intensidad de la radiación suben y bajan paulatinamente durante el día. Por lo tanto, si la descarga se realiza dentro de este estrato de 50 cm, cambia mucho la calidad del efluente, sobre todo en cuanto a DBO_5 y SS.

Otro aspecto que hay que considerar en el diseño de lagunas facultativas es un tiempo mínimo de retención, normalmente dentro de un rango de 3 – 5 días. Este criterio sirve para: (i) garantizar que los microorganismos dentro de las lagunas pueden multiplicarse y para (ii) minimizar cortocircuito

hidráulico. Si el tiempo para reproducirse (p.ej. 4 días) es más alto que el tiempo promedio de detención hidráulica (p.ej. 2 días) no se establece una población suficiente para el tratamiento de las aguas. – Bajo las circunstancias específicas de Rivas, a saber las temperaturas elevadas en el agua dentro de un rango entre aprox. 25-30°C, se definió el tiempo mínimo de detención hidráulica en 3 días, lo cual se presentó ya en el Informe de bases de diseño entregados con anterioridad.

El lodo acumulado en las lagunas será retirado mediante balsas flotantes, las cuales servirán en varias PTAR, dado que su operación se realiza solo 1 vez al año. En el marco de la construcción de la PTAR Rivas se prevé la adquisición de una balsa de extracción de lodos, la cual podrá ser utilizada asimismo en otras PTAR de ENACAL (como por ejemplo la PTAR de Nandaime).



Foto 8-8: Ejemplo de Balsa flotante de extracción de lodo

En la construcción de las Lagunas hay que considerar ciertos aspectos relevantes:

- Impermeabilización a través de una geomembrana de PEHD. El suelo de la zona no es apropiado para su uso como dique y/o fondo de lagunas sin una impermeabilización adicional.
- Revestimiento superficial del fondo, de los taludes y de la cresta. En el fondo de las lagunas hay que proteger la tela de impermeabilización en contra daños físicos en caso de la remoción de lodo a través de maquinaria pesada. Para este propósito se ha previsto una capa de grava. Los taludes

interiores se ha previsto proteger con enrocado contra el efecto erosivo de las olas, que se desarrollan por el efecto del viento. Además, este revestimiento también sirve para proteger la tela de impermeabilización y para evitar el crecimiento de plantas acuáticas. En la cresta de las lagunas se planifica un revestimiento para permitir que maquinaria pesada pueda llegar a cualquier punto en el perímetro de las lagunas, si hay la necesidad.

- Entrada a las lagunas. Para evitar cortocircuito hidráulico y minimizar zonas muertas en las lagunas, se han previsto utilizar dispositivos sumergidos. Un número alto de entradas no trae un mejoramiento adicional. Más bien, lo que importa realmente es (i) que la entrada y la salida se ubiquen en posiciones diagonales, y (ii) que la dirección del flujo a lo largo de esta diagonal sea en el sentido opuesto de la dirección predominante de los vientos.
- Salida de las lagunas. En las salidas es previsto de incluir una pantalla (hasta llegar una profundidad máxima de 60 cm) para retener las algas flotantes en la zona superior de las lagunas.
- No son previstas rampas de acceso para facilitar el acceso al fondo de las lagunas, dado que se prevé la extracción del lodo acumulado en el fondo de la laguna mediante una balsa específicamente diseñada para ello. En consecuencia no es necesario ningún acceso al fondo de la laguna.

Tabla 8-33: Criterios de diseño para las lagunas facultativas

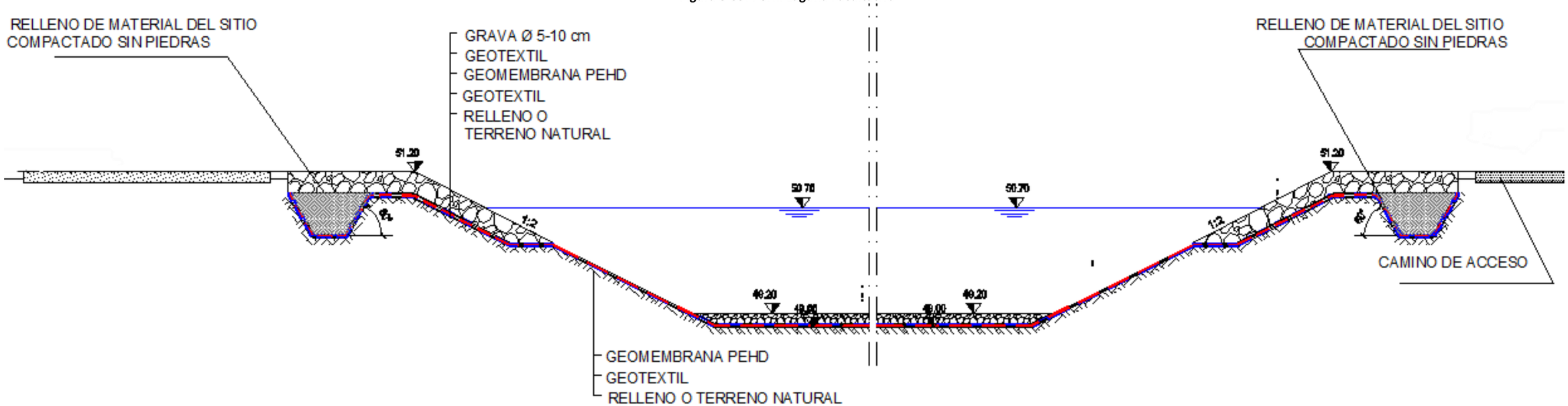
Criterio de diseño	Símbolo	Unidad	Guía INAA	Criterio aplicado
Tiempo retención hidráulica	tH	d	5 -30	3*
Profundidad	h	m	1.50 – 2.50	1.50
Temperatura	T	°C	-	25.9

* Este valor de retención hidráulica fue utilizado en el informe de bases de diseño. El tiempo de retención hidráulica efectivo en las lagunas facultativas diseñadas es de 6.0 d.

Tabla 8-34: Dimensiones de las Lagunas Facultativas

Descripción	Unidad	Cantidad
Longitud al nivel de agua (cada una)	m	236.0
Ancho al nivel de agua (cada una)	m	45.0
Profundidad	m	1.50
Superficie agua (cada una)	m^2	10,620
Volumen agua (cada una)	m^3	14,153
Número unidades : Fase 1 Fase 1+2	ud	2 3

Figura 8-39: Perfil Laguna Facultativa



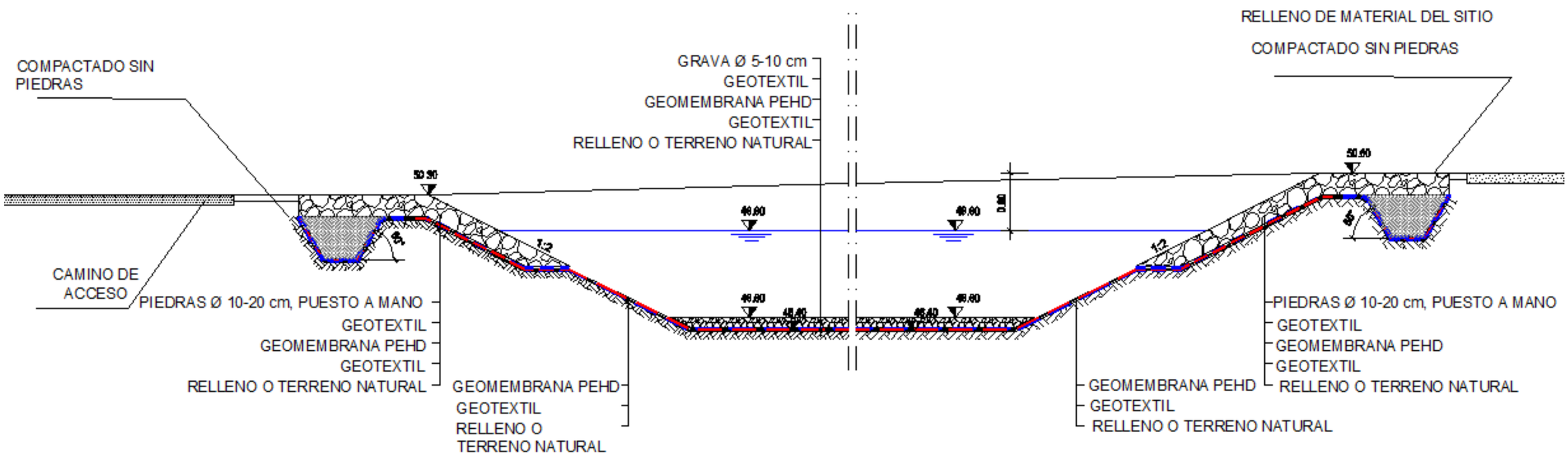


Figura 8-40: Perfil Laguna de Maduración

- **Lagunas de maduración**

Las lagunas propuestas para la PTAR cumplen dos tareas:

· Remover aún más de la poca materia orgánica restante (medido como DBO_5, DQO, SS, etc.) en los efluentes del tratamiento a través de las lagunas facultativas.
· Mejorar la calidad higiénica de las aguas tratadas en la salida general.

Las lagunas de maduración se caracterizan por tener dos zonas bien distintas: una zona aeróbica en el estrato superior y una zona anaerobia en el fondo, pero tienen menos profundidad que las lagunas facultativas. La función en principio es la misma que la de las lagunas facultativas, solamente debido a la profundidad reducido, la zona anaeróbica es más reducida que en las lagunas facultativas.
Las lagunas de maduración se caracterizan por una carga por debajo de la carga superficial DBO_5 de las lagunas facultativas. Mientras las lagunas facultativas típicamente se encuentran dentro de un rango de 100 – 400 $kgDBO_5/ha/d$, las aeróbicas están caracterizadas por una carga aprox. < 100 $kgDBO_5/ha/d$.

Otro aspecto que hay que considerar en el diseño de lagunas de maduración es un tiempo mínimo de detención, normalmente dentro de un rango de 3 – 5 días. Este criterio sirve para (i) garantizar que los microorganismos dentro de las lagunas pueden multiplicarse y para (ii) minimizar cortocircuito hidráulico. Si el tiempo para reproducirse (p.ej. 4 días) es más alto que el tiempo promedio de detención hidráulica (p.ej. 2 días) no se establece una población suficiente para el tratamiento de las aguas. Bajo las circunstancias específicas de Rivas, a saber las temperaturas elevadas en el agua dentro de un rango entre 25-30°C, se definió el tiempo mínimo de detención hidráulica en 3 días.

En la construcción de las Lagunas de Maduración hay que considerar unos aspectos relevantes:

· Impermeabilización a través de una geomembrana de PEHD. El suelo de la zona no es apropiado para su uso como dique y/o fondo de lagunas sin una impermeabilización adicional.
· Revestimiento superficial del fondo, de los taludes y de la cresta. En el fondo de las lagunas hay que proteger la tela de impermeabilización en contra daños físicos en caso de la remoción de lodo a través de maquinaria pesada. Para este propósito se ha previsto una capa de grava. Los taludes interiores se ha previsto proteger con enrocado contra el efecto erosivo de las olas, que se desarrollan por el efecto del viento. Además, este revestimiento también sirve para proteger la tela de impermeabilización y para evitar el crecimiento de plantas acuáticas. En la cresta de las lagunas se planifica un revestimiento para permitir que maquinaria pesada pueda llegar a cualquier punto en el perímetro de las lagunas, si hay la necesidad.
· Entrada a las lagunas. Para evitar cortocircuito hidráulico y minimizar zonas muertas en las lagunas, se han previsto utilizar dispositivos sumergidos. Un número alto de entradas no trae un mejoramiento adicional. Más bien, lo que importa realmente es (i) que la entrada y la salida se ubiquen en posiciones diagonales, y (ii) que la dirección del flujo a lo largo de esta diagonal sea en el sentido opuesto de la dirección predominante de los vientos.
· Salida de las lagunas. En las salidas es previsto de incluir una pantalla (hasta llegar una profundidad máxima de 60 cm) para retener las algas flotantes en la zona superior de las lagunas.

Tabla 8-35: Criterios de diseño para las lagunas de maduración

Criterio de diseño	Símbolo	Unidad	Guía INAA	Criterio aplicado
Tiempo retención hidráulica	tH	h	> 10**	3***
Profundidad	h	m	0.90 - 1.50	1.20
Temperatura	T	°C	-	25.9

** Este valor se establece en la Guía Técnica del INAA para la eliminación de nemátodos. No se ha utilizado este indicador como carga bacteriológica para el diseño de las lagunas de maduración, sino los coliformes fecales, que es el parámetro regulado en el Decreto 21-2017. El diseño se ha optimizado al considerar 2 lagunas en serie (aumentando la eficiencia en la remoción bacteriológica) y se ha asegurado el cumplimiento de los límites de vertimiento establecidos por el mencionado decreto.
*** Este valor de retención hidráulica fue utilizado en el informe de bases de diseño. El tiempo de retención hidráulica efectivo en las lagunas de maduración diseñadas es de 4.16 d. Además, en el presente proyecto se construirán 2 lagunas de maduración en serie, con lo cual el tiempo de retención total en las lagunas de maduración es de 8.32 d.

Tabla 8-36: Dimensiones de las Lagunas de Maduración

Descripción	Unidad	Cantidad
Longitud al nivel de agua (cada una)	m	236.0
Anchura al nivel de agua (cada una)	m	39.0
Profundidad	m	1.20
Superfície agua (cada una)	m^2	9,204
Volumen agua (cada una)	m^3	10,174
Número unidades Fase 1 Fase 1+2	ud	 4 6

8.6.3.2 Caudal y Calidad del Agua Residual para el Diseño de la PTAR

~ Determinación del caudal de Diseño

Para la estimación de la población en el horizonte de diseño (2039) se acordó con ENACAL y el BEI considerar una tasa de población servida por la PTAR del 80%. Adicionalmente, la PTAR se ha concebido de manera modular, con una Fase 1 que supone una capacidad del 75% de la capacidad total de la PTAR, mientras que con la Fase 2 se lograría el 100% de capacidad. La población servida y los caudales de tratamiento estimados para cada una de las Fases son los siguientes:

Tabla 8-37: Población y caudales para el dimensionamiento de la PTAR

Parámetro	Unidad	Fase 1 (2029)	Fase 1+2 (2039)
$P_{T,serv}$	hab	32,393	43,191
Q_m	m^3/d	5,546.9	7,395.8
Q_m	l/s	64.2	85.6
$Qs_{máx}$	l/s	147.8	197.0

(1) 75% de la población servida en 2039
(2) 80% de la población total estimada para Rivas en 2039

Tabla 8-38: Estimación de los Caudales de Diseño

Población [Habitantes]			Q_{med} PTAR Conectividad 100% [l/s]			$Q_{máx}$ PTAR Conectividad 100% [l/s]			Fase 1			Capacidad PTAR 2039			Capacidad PTAR 2039		
									Horizonte Año 2029			Fase 1 con una conectividad del 80%			Fase 2 con una conectividad del 80%		
Años																	
2019	2029	2039	2019	2029	2039	2019	2029	2039	% de Población	Población	Caudal	Población	Q_{med} (l/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	Población	Q_{med}	$Q_{máx}$
36,403	44,332	53,989	63	78	107	118	146	246	70%	31,032	54.74	32,393	64.20	147.78	10,798	21.40	49.26

El caudal estimado para la PTAR en la Fase 1, representa 3/4 del caudal esperado al año 2039 con una conectividad del 80%.

Tabla 8-39: Proyecciones de caudal y caudal de diseño para la ciudad de Rivas

Parámetro	Unidad	2017	2019	2024	2029	2034	2039	Q de Diseño
Población								
Total de Población en Área del Estudio	hab	34,997	36,403	40,173	44,332	48,923	53,989	53,989
Tasa conexión al alcantarillado	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Población conectada al alcantarillado	hab	34,997	36,403	40,173	44,332	48,923	53,989	53,989
Dotación de agua potable (población conectada)			24,754		32,806		43,191	43,191
Dotación Uso Domiciliar	l/hab/d	170	170	170	170	170	189	189
Caudal Promedio Uso Domiciliar	m3/d	5,949	6,189	6,829	7,536	8,317	10,204	10,204
Caudal Promedio Uso Domiciliar	l/s	68.9	71.6	79.0	87.2	96.3	118.1	118.1
Dotación Uso No Domiciliar	-	16%	16%	16%	16%	16%	16%	16%
Caudal Promedio Uso No Domiciliar	m3/d	952	990	1,093	1,206	1,331	1,633	1,633
Caudal Promedio Uso No Domiciliar	l/s	11.0	11.5	12.7	14.0	15.4	18.9	18.9
Dotación total	m3/d	6,901	7,179	7,922	8,742	9,648	11,837	11,837
Dotación total	l/s	79.9	83.1	91.7	101.2	111.0	137.0	137.0
Gasto de diseño alcantarillado, factores								
Factor de retorno	-	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Gasto medio alcantarillado (domiciliar)	m3/d	4,759	4,951	5,463	6,029	6,654	8,163	8,163
Gasto medio alcantarillado (domiciliar)	l/s	55.1	57.3	63.2	69.8	77.0	94.5	94.5
Factor gasto mínimo	-	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Gasto mínimo alcantarillado (domiciliar)	m3/d	952	990	1,093	1,206	1,331	1,633	1,633
Gasto mínimo alcantarillado (domiciliar)	l/s	11.0	11.5	12.6	14.0	15.4	18.9	18.9
Gasto máximo*								
Gasto máximo alcantarillado (domiciliar)	m3/d	11,478	11,859	12,861	13,948	15,127	18,234	18,234
Gasto máximo alcantarillado (domiciliar)	l/s	132.9	137.3	148.8	161.5	175.0	211.1	211.1
Gasto máximo / gasto medio	-	241.2%	239.6%	235.4%	231.4%	227.3%	223.4%	223.4%
Gasto de Infiltración, tuberías HF y AC								
Área conectada al sistema de AS	hab	124.2	124.2	124.2	124.2	124.2	124.2	124.2
Porcentaje tuberías, juntas mortero	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Infiltración, juntas mortero	m3/d	1,242	1,242	1,242	1,242	1,242	1,242	1,242
Infiltración, juntas mortero	l/s	14	14	14	14	14	14	14
Porcentaje tuberías, juntas flexibles	-							
Infiltración, juntas flexibles	m3/d	0	0	0	0	0	0	0
Infiltración, juntas flexibles	l/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasto de infiltración, tuberías plásticas								
Longitud total tuberías plásticas	km	12.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1
Porcentaje de tubería plástica, DN 100	2.02	17.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 150	36.03	56.0%	73.0%	73.0%	73.0%	73.0%	73.0%	73.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 200	4.85	23.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 250	1.23	1.0%	2.5%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 300	2.44	1.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 375	1.41	2.0%	2.9%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%

Parámetro	Unidad	2017	2019	2024	2029	2034	2039	Q de Diseño
Porcentaje de tubería plástica, DN 450	0.71	0.7%	1.5%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 525	0.39	0%	0.8%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Porcentaje de tubería plástica, DN 600	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Infiltración, tuberías plásticas	m3/d	38	166	166	166	166	166	166
Infiltración, tuberías plásticas	l/s	0.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Gasto de infiltración, total								0
Infiltración total	m3/d	1,279	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408
Infiltración total	l/s	14.8	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
Gasto de diseño alcantarillado, resultado								
Gasto de diseño alcantarillado	m3/d	13,709	14,257	15,362	16,562	17,866	21,275	21,275
Gasto de diseño alcantarillado	l/s	158.7	165.1	177.8	191.8	206.7	246.3	**246.3**

~ Concentración de contaminantes para el diseño de la PTAR

Las cargas contaminantes en el afluente para la Fase 1 han sido calculadas en base a la población servida presentada en el Capítulo anterior y los valores específicos mencionados en el presente numeral:

Tabla 8-40: Cargas contaminantes PTAR Rivas

Parámetro	Unidad de Medida	Fase 1	Fase 1+2
PT serv	hab	32,393	43,191
Carga de DBO_5	g/hab/d	47.00	47.00
	kg/d	1,522	2,030
Carga de DQO	g/hab/d	94	94
	kg/d	3,045	4,060
Carga MS	g/hab/d	56	56
	kg/d	1,827	2,436
Carga N	g/hab/d	7	7
	kg/d	227	302
Carga P	g/hab/d	1.6	1.6
	kg/d	52	69
Concentración DBO_5	mg/l	274	274
Concentración DQO	mg/l	549	549
Concentración MS	mg/l	329	329
Concentración N	mg/l	41	41
Concentración P	mg/l	9	9
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	5.00E+07	5.00E+07
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg SAAM/l	9	9
Concentración Aceites y Grasas AyG	mg AyG/l	50	50

~ **Eficiencia del Sistema de Tratamiento Propuesto**

Tabla 8-41: Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales vs Decreto 21-2017

Parámetro	Afluente	Pretratamiento		UASB		Laguna Facultativa		Laguna Maduración		Efluente [mg/l]	Decreto 21-2017	Eficiencia STAR
	[Conc.]	Eficiencia	[Conc.]	Eficiencia	[Conc.]	Eficiencia	[Conc.]	Eficiencia	[Conc.]			
DBO_5 [mg/l]	374	5.0%	355.3	60.0%	142.1	60.0%	56.8	30.0%	39.8	39.8	110	89%
DQO [mg/l]	549	5.0%	521.6	55.0%	234.7	55.0%	105.6	30.0%	73.9	73.9	220	87%
SST [mg/l]	329	2.0%	322.4	65.0%	112.8	50.0%	56.4	40.0%	33.9	33.9	100	90%
Colif. Fec. [NMP]	5.00E+07	5.0%	4.75E+07	80.0%	9.50E+06	70.0%	2.85E+06	99.99%	2.85E+02	2.85E+02	1.00E+03	100%
G&A [mg/l]	50	70.0%	15.0	0.0%	15.0		15.0		15.0	15.0	20	70%
N_T [mg/l]	41	0.0%	41.0	10.0%	36.9	30.0%	25.8	35.0%	16.8	16.8	45	59%
P_T [mg/l]	9	0.0%	9.0	10.0%	8.1	20.0%	6.5	30.0%	4.5	4.5	15	50%

Los criterios de calidad a la descarga según el actual Decreto 21-2017 se cumplen en ambas fases.

8.6.3.3 Fases de inversión y modulación para la PTAR

La PTAR se implementará en dos fases: La primera fase hasta un horizonte 2029 y la segunda fase hasta un horizonte 2039. Para la ampliación de la segunda fase se puede tomar una decisión por adelantado tan pronto como la planta existente se acerque a los límites de su capacidad. La planta fue diseñada para los volúmenes de agua y la carga para la expansión final en 2039. En base a este diseño máximo, el número de unidades para cada etapa de proceso se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8-42: Número de componentes de cada proceso de tratamiento para las distintas Fases

Unidad	Fase 1 (2029)	Fase 1+2 (2039)
Caja Bypass General	1	1
Rejillas gruesas	1	1
EB1	1	1
Desarenador	2	2
Tamices rotativos	2	2
Reactores UASB	2 (3 módulos)	2 (4 módulos)
Lagunas facultativas	2	3
Lagunas de maduración	4	6
Lechos de secado	15	19

Como se observa en la tabla, todo el pretratamiento, que incluye la caja bypass, las rejillas gruesas, la estación de bombeo EB1, el desarenador y los tamices rotativos, será dimensionado para el horizonte de diseño de 2039 (Fase 1+2).

Para los reactores UASB se han previsto 2 líneas de tratamiento, siendo construidos ambos en la primera Fase. Sin embargo, en el UASB 2 solo se equipará uno de los 2 módulos. El segundo módulo será equipado en la Fase 2, disponiéndose entonces de un total de 4 módulos operativos. En cuanto a las lagunas facultativas y de maduración, se han previsto 3 líneas de tratamiento, consistentes cada una de ellas en una laguna facultativa y 2 lagunas de maduración en serie. Dos de estas líneas serán construidas en la Fase 1.

Para la Fase 2 se ha considerado la construcción de la tercera línea. Su construcción se prevé en el sector noreste del lote de la PTAR, sin embargo la ubicación definitiva de las mismas deberá ser definida por ENACAL antes de su construcción.

8.6.3.4 Funcionamiento del sistema de tratamiento en diferentes estados

~ **Funcionamiento en estado normal**

En estado normal, el agua entra al desarenador y el medidor Parshall, las rejillas finas rumbo al reactor anaeróbico, y finalmente hacía la lagunas facultativas y luego las lagunas de maduración. Del medidor Parshall en la salida de la PTAR el agua tratada continúa hasta la obra de salida y el vertido a la quebrada.

~ **Funcionamiento durante la temporada lluviosa**

En caso de una sobrecarga hidráulica del sistema de alcantarillado con un caudal superior a Qmax, el nivel de agua iría incrementado en la EB1 paulatinamente (de acuerdo a la diferencia entre el caudal de llegada y el caudal bombeado hacia el desarenador) hasta llegar al nivel del vertedero. (+48.00). A partir de ahí, el agua sería evacuada a través del bypass directamente hacia el río. De este modo, el resto de componentes de la PTAR quedan protegidos frente a sobrecargas hidráulicas, pues el caudal máximo viene regulado por la capacidad de bombeo máxima de la EB1.

~ **Funcionamiento en estado de falla del reactor anaeróbico debido a sustancias tóxicas**

Existen ciertos interrogantes sobre el funcionamiento del reactor anaeróbico cuando se desechan sustancias tóxicas (hidrocarburo, etc.) en el alcantarillado, de tal forma que se ve afectado el tratamiento anaeróbico o que este falle completamente.

Existen ya en todo el mundo muchos reactores anaeróbicos del tipo previsto en este proyecto que trabajan bajo las mismas condiciones ambientales y características de cuenca de las PTAR sin conocerse comentarios negativos respecto a una falla en los reactores de tratamiento de aguas residuales por causa de sustancias tóxicas.

Antes del reactor se ha previsto un deflector en la obra de repartición para retener las materias flotantes del reactor y así facilitan de retener las sustancias tóxicas. También se evita problemas durante el funcionamiento en estado normal por causa de hidrocarburo u otras sustancias tóxicas porque ya sean retiradas en la obra de repartición. Además, en el caso muy improbable de una falla completa del UASB por una carga de muy alta toxicidad, todavía existen las Lagunas de Maduración, que por su volumen enorme facilitan una dilución de los tóxicos. De tal manera, en caso peor, se sigue

esperando un funcionamiento del tratamiento, aunque reducido. Y con tiempo, el sistema después de tal incidente se recuperará.

~ **Funcionamiento en estado bypass**

- **Bypass planta de tratamiento**

Cuando se cierra la compuerta en la caja de bypass general al inicio de la PTAR, toda el agua será desviada a través del aliviadero hacia la salida de la PTAR sin ser tratada en la planta de tratamiento.

- **Bypass desarenador**

Están previstos dos canales de desarenado, de tal manera que uno siempre pueda funcionar durante el tiempo en el que se realizan labores de mantenimiento en el otro canal.

- **Bypass reactor anaeróbico**

Ubicado al final de la estructura de los tamices rotativos y antes de la caja de distribución CD 1, se ha colocado un aliviadero que conduce el agua directamente hacia el canal de salida de la PTAR (medidor Parshall). El agua, tras haber pasado el desarenador y los tamices finos, es desviada (bien por sobrecarga hidráulica, bien por qué se hayan cerrado las 2 compuertas en la CD1 para tareas de mantenimiento de los UASB) a través de un aliviadero directamente hacia el canal de salida de la PTAR.

- **Bypass Lagunas**

Las lagunas están distribuidas en 2 líneas, las cuales no están interconectadas. En suma existen las siguientes posibilidades de bypass de lagunas:

- Bypass de las laguna 1.1 hasta 1.3
  Cerrar la compuerta en la caja CD 2 que corresponde a esta fila: El caudal se reparte al vertedero restante, hacia la línea 2
- Bypass de las laguna 2.1 hasta 2.3
  Cerrar la compuerta en la caja CD 2 que corresponde a esta fila: El caudal se reparte al vertedero restante, hacia la línea 1

- **Funcionamiento en estado de saturación de la capacidad**

La planta de tratamiento está calculada en base a una estimación del desarrollo de la población en Rivas hasta el año 2029. Cuando las cosas se desarrollan como previsto, la planta llegará a un estado de saturación respecto a la carga hidráulica y biológica solo después del año 2029. En este caso, es decir cuando entre más carga a la planta que la definida en el diseño, se disminuye el rendimiento de la planta. Para el funcionamiento del reactor anaeróbico existe además el problema que un aumento de la carga hidráulica, lo que implica que más lodo será descargado a través del efluente UASB. Al mismo tiempo también se reduce el tiempo de retención en las lagunas. Tan pronto como el tiempo se reduzca bajo 3 días, el buen funcionamiento de las lagunas ya no está garantizado.

Cuando aumente la carga hidráulica y biológica más allá del diseño se disminuye el rendimiento del tratamiento. Eso no significa que el valor máximo de DQO y DBO_5 aumente de forma abrupta, sino va a cambiar solo paulatinamente. Por lo tanto, será necesario un monitoreo regular del rendimiento de la planta. En base a estos resultados se pueden definir / prever el momento oportuno para una ampliación / adaptación del proceso de la planta.

8.6.3.5 Estaciones de Bombeo de la PTAR

~ Estación de bombeo EB1

La estación de bombeo EB 1 bombea las aguas residuales procedentes de las rejillas gruesas en dirección al desarenador. La estación de bombeo consta de cuatro bombas con una capacidad de 53 l/s cada una. Para el caudal máximo previsto de la Fase 1 ($Q_{max;1}$ = 148 l/s), tres de las cuatro bombas estarán en operación, quedando la cuarta como reserva.

Para la Fase 2 la idea del Consultor es la de substituir las cuatro bombas por otras de mayor capacidad, con un caudal nominal de aprox. Q = 70 l/s, de modo en el caso de $Q_{max;1+2}$ (198 l/s) la operación simultánea de las 3 bombas pueda absorber el caudal afluente, quedando siempre una bomba en reserva. La EB1 operará de forma automática mediante sensores de nivel de tipo boya. El cárcamo de bombeo tendrá un ancho de 4.0 m y una longitud de 3.0 m. La fluctuación de nivel entre el arranque de la bomba y su parada para el caudal promedio será de 0.5 m. Los niveles de arranque y parada de las 3 bombas operativas serán los siguientes:

Tabla 8-43: Niveles de arranque y parada de las 3 bombas

Bombas	Nivel Encendido	Nivel Apagado
B1	43.97	43.47
B2	44.47	43.97
B3	44.97	44.47

En cuanto el agua alcance el Nivel 1 (+43.97) se encenderá una bomba (el arranque de las bombas será alternativo para homogeneizar las horas de operación). En caso que el nivel siguiera aumentando, a pesar de estar la primera bomba en operación, una segunda bomba se encendería al alcanzar el Nivel 2 (+44.7). Si a pesar de la operación de las 2 bombas el caudal siguiera aumentando, la tercera bomba se encendería al alcanzar el agua el Nivel 3 (+44.97). En ese momento, el caudal total bombeado sería mayor que el caudal máximo de diseño, de modo que el nivel de agua debería empezar a bajar. Las bombas se irán apagando secuencialmente una vez se alcancen los niveles de apagado indicados.

De este modo, la altura máxima útil de agua en el cárcamo de bombeo será de 1.5 m, lo cual corresponde a un volumen de 18.0 m^3.

Este resultado está de acuerdo con la Guía INAA, donde se establece que el tiempo de residencia debe ser menor de 10 min para el caudal promedio ($V_{cárcamo}$ = 51.36 m^3) y menor de 30 min para el caudal mínimo ($V_{cárcamo}$ = 30.82 m^3).

En el caso que las cuatro bombas dejaran de bombear por razones técnicas (corte de corriente, etc.), el nivel de agua en la EB1 se elevaría hasta el nivel del aliviadero, el cual se encuentra a +48.00 msnm. El agua vertida sobre el aliviadero fluye directamente a la salida PTAR a través de una tubería de bypass que discurre primero hacia la caja de bypass general y finaliza en el pozo de salida de la PTAR.

Asimismo, en caso que sea necesario realizar alguna reparación en el cárcamo de bombeo, la EB1 puede ser aislada cerrando la compuerta de la Caja de By-Pass, lo cual desviaría todo el afluente a la PTAR directamente al río, a través de la línea general de by-pass.

Datos técnicos (Fase 1):	Caudal de diseño nominal (cada bomba)	Q_m = 53.0 l/s
	Caudal máximo (tres bombas en paralelo)	$Q_{max;}$ = 150.0 l/s
	CDT	14.50 m

En la línea de impelencia se instalará un medidor de caudal inductivo DN 300, para medir el afluente con una alta exactitud.

~ **Estación de bombeo Desarenador**

La estación de bombeo Desarenador se encuentra adyacente a la estructura del desarenador. Dicha estación está prevista para el bombeo de la mezcla de agua y arena del vaciado de cada canal desarenador hacia el interior del equipo clasificador de arena.

Datos técnicos:	Caudal de diseño nominal	Q = 10 l/s
	CDT	6.5 m

~ **Estación de bombeo EB 3.1/ EB 3.2**

Dichas estaciones bombean los lodos extraídos del cada reactor hacia los lechos de secado. Cada estación de bombeo está equipada con una bomba con un caudal nominal de 10 l/s. Esta bomba solo operará cuando se abran las válvulas de extracción de lodos de los UASB.

Datos técnicos:	Caudal de diseño nominal	Q = 10 l/s
	CDT	9.0 m

~ **Estación de bombeo EB 4**

La estación de bombeo EB 4 se encuentra junto a los lechos de secado. Dicha estación está prevista para el bombeo del agua de drenaje recogida de los lechos hacia la caja de distribución CD1.

Datos técnicos:	Caudal de diseño nominal	Q = 10 l/s
	CDT	8.0 m

8.6.3.6 Memoria de cálculos hidráulicos

Ver Anexo 3: Memoria de Cálculos Hidráulicos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

8.6.3.7 Sistema de Agua Potable para la PTAR

El sistema de agua potable para la PTAR consistirá en los siguientes componentes:

1) Conexión a la red AP existente
2) Cisterna de concreto armado de 12 m³
3) Red de distribución en tubería PVC
4) Sistema de protección de bombeo mediante medición de nivel con electrodos en la cisterna

La PTAR se proveerá de agua potable a partir de red de agua potable de la ciudad de Rivas. El punto de conexión a la red está ubicado a unos 900 m al oeste de la PTAR.

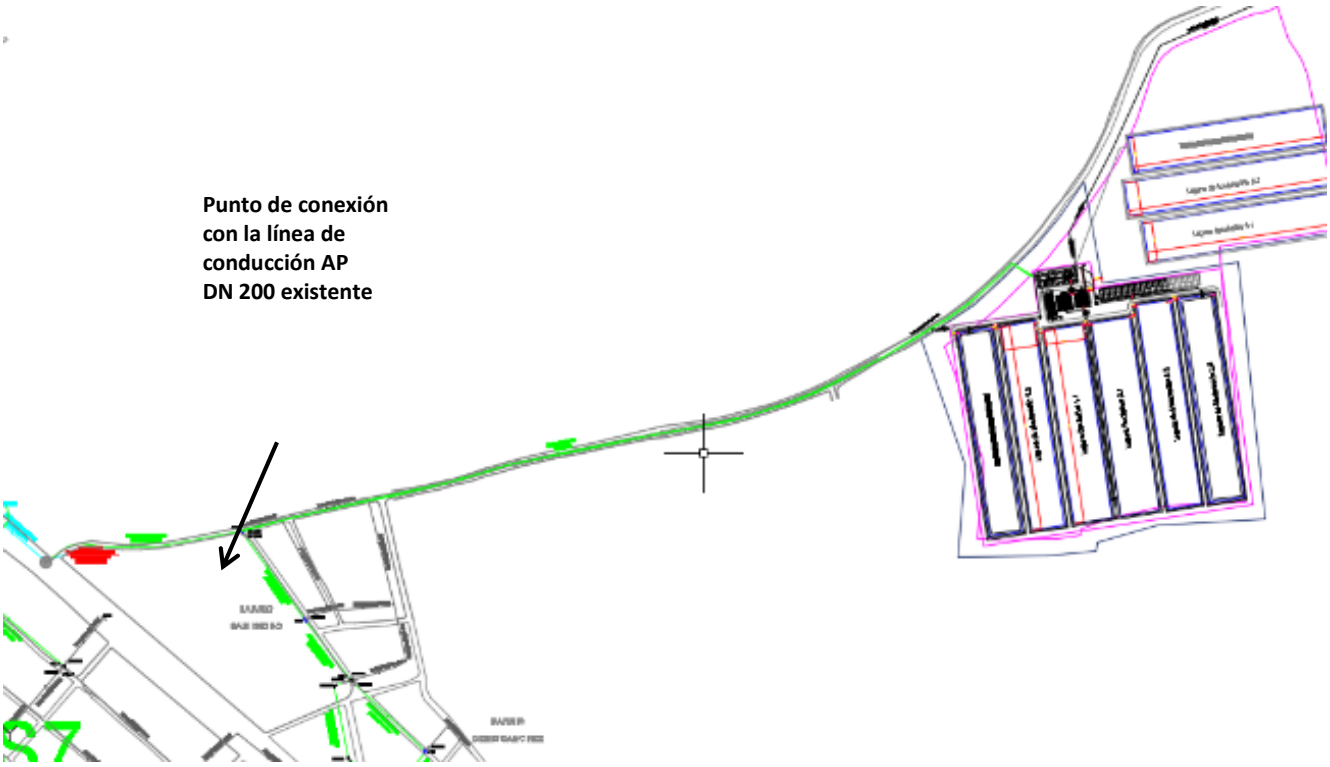


Figura 8-41: Trazado de la línea de AP hasta la PTAR

Desde esa línea de conducción se instalará una tubería de PVC DN 100 SDR 26 en paralelo a la calle de acceso al lote de la PTAR, con una longitud aproximada de 895 m. Esta línea alimentará la cisterna, que abastecerá de agua potable los sistemas de la PTAR. En esta línea se instalará un macromedidor.

La cisterna tendrá una capacidad útil de 12 m³ con unas dimensiones exteriores de 3.00 x 3.30 x 2.50 m y contará con una válvula de boya para cerrar la entrada de agua a la misma.

Dos equipos de bombeo succionarán el agua de la cisterna para alimentar la red de abastecimiento de agua potable, cuya principal función, además de proveer agua a la caseta de operación, será suministrar el agua de lavado a los tamices rotativos.

El equipo de bombeo será complementado con 2 tanques hidroneumáticos para asegurar una presión de unos 7 bar en el sistema. Las características técnicas de las bombas y los tanques hidroneumáticos son las siguientes:

Tabla 8-44: Características técnicas de las bombas		
Bombas	**Unidad**	**Valor**
Caudal	l/s	2
CDT	mca	70
Potencia	HP	7.5

Tabla 8-45: Características de tanques hidroneumáticos		
Tanques hidroneumáticos	**Unidad**	**Valor**
Volumen	gal	80
Presión de operación	Psi	90-100

La red consistirá en tubería de PVC DN 50 SDR 26, y proveerá servicio en los siguientes puntos de la PTAR:

- Caseta de operación
- Rejillas gruesas
- EB1
- Tamices rotativos
- Zona contenedor desarenador
- Zona contenedor tamices rotativos
- CD1
- CD2
- EB 3.1 y EB 3.2
- EB4

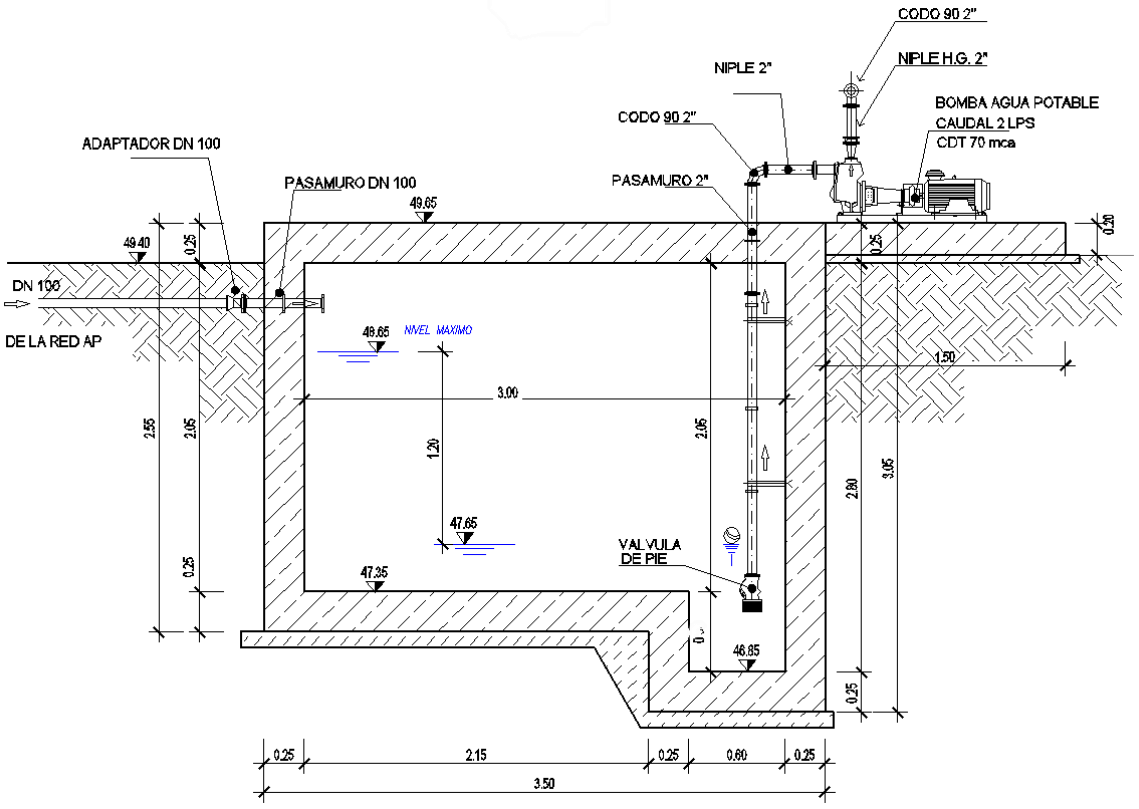


Figura 8-42: Cisterna Agua Potable

8.6.4 Tratamiento de Lodos

Durante la puesta en marcha se dejará que se acumule el lodo en el reactor, hasta que la materia sólida salga por el afluente del reactor. Después de la fase de puesta en marcha, se deberá remover diariamente el lodo en exceso, a fin de evitar que éste sea transportado hacia las lagunas facultativas.

Debido a que el tiempo de retención del lodo en los reactores anaeróbicos es alto, este lodo está lo suficientemente estabilizado como para evacuarlo directamente hacia los lechos de secado, sin un tratamiento adicional. El lodo en exceso deberá ser evacuado de la parte superior del reactor, donde la alfombra de lodo está aún mejor estabilizado.

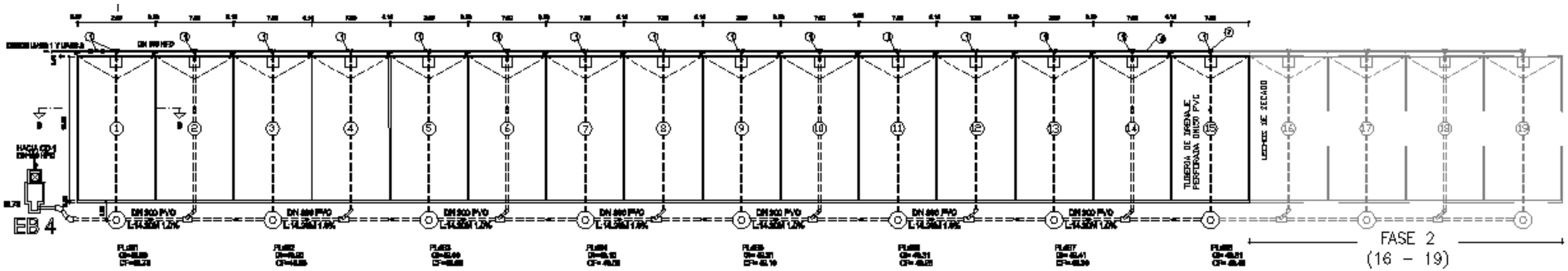
Para cada cámara del reactor anaeróbico hay dos tuberías de evacuación del lodo de exceso, a través de las cuales se conduce el lodo de la parte inferior del reactor hacia un cárcamo de bombeo adyacente al reactor UASB (EB 3.1 y EB 3.2). Las tuberías terminan en distintas profundidades del reactor, para dar al operador la posibilidad de adaptarse a las condiciones variables en el reactor.

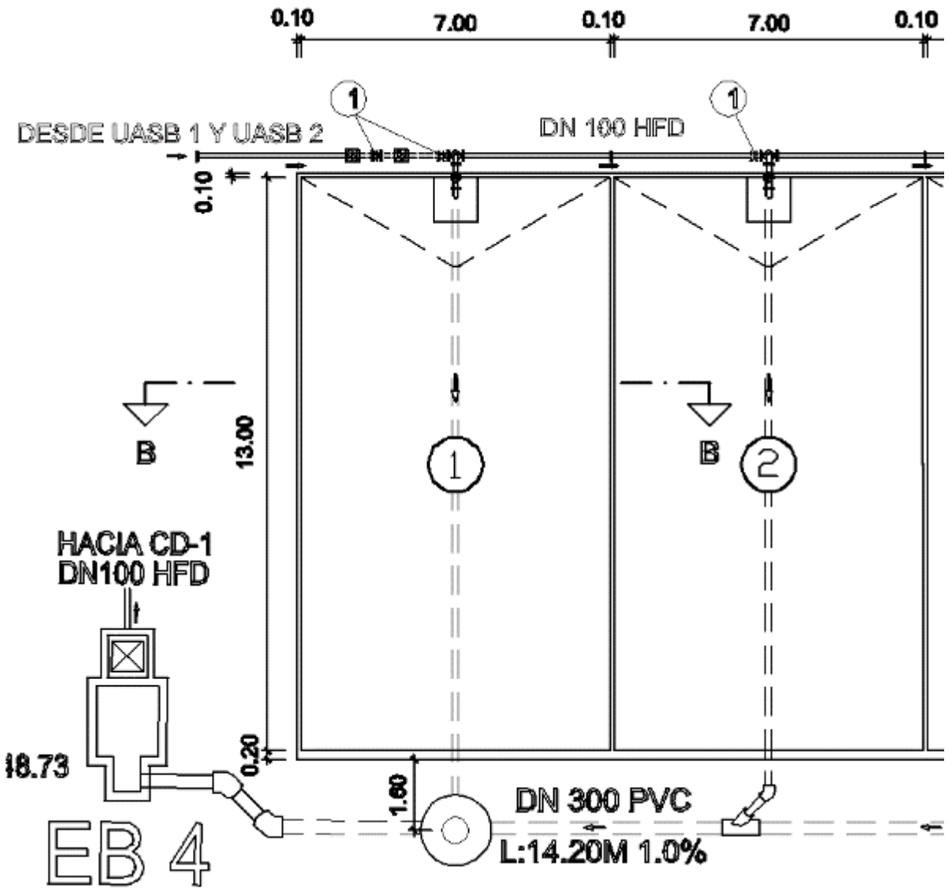
A la EB 3.1 y 3.2 también llegan 5 tuberías para la toma de muestras. Estas tuberías comienzan a diferentes profundidades en el interior del reactor para controlar el desarrollo y la actividad del lodo a diferentes niveles y así obtener una imagen clara del comportamiento del reactor.

Tabla 8-46: Memoria de Cálculo Lechos de Secado

Descripción	Unidad	Fase 1	Fase 1+2
Cantidad de materia sólida UASB	kg/d	457	609
	kg/a	166,712.6	222,283.5
Cantidad de lodos UASB	m^3/d	13.0	17.4
	m^3/a	4,763.2	6,351.0
Lagunaje facultativo + maduración	m^3/a	1,295.7	1,727.6
Cantidad de materia sólida lagunas	kg/a	74,504.8	99,339.8
Cantidad total (UASB + lagunas)	m^3/a	6,059.0	8,078.6
	kg/a	241,217.5	321,623.3
Por UASB			
Temporada seca	d/a	183	183
Temporada lluviosa	d/a	182	182
Producción de lodo en la temporada seca	m^3	2,388	3,184
Producción de lodo en la temporada lluviosa	m^3	2,375	3,167
Tiempo de secado en temporada seca	d	14	14
Tiempo de secado en temporada lluviosa	d	30	30
Dimensionamiento para UASB:			
Número de lechos	no.	10	12
Longitud escogida por lecho	m	13	13
Ancho escogido por lecho	m	7.0	7.0
Profundidad media de lodo escogida por lecho	m	0.4	0.4
Área escogida por lecho	m^2	91	91

Descripción	Unidad	Fase 1	Fase 1+2
Volumen escogido por lecho	m^3	36	36
Área total escogida de lechos	m^2	910	1,092
Volumen total escogido de lechos	m^3	364	437
Volumen de lodo secable por temporada seca	m^3/año	4,758	5,710
Volumen de lodo secable por temporada lluviosa	m^3/año	2,208	2,650
Volumen total disponible por secado		6,966	8,360
Cantidad de materia seca	kg/d	456.7	609.0
Contenido de materia seca	kg MS/m^3	300	300
Cantidad de lodos a disponer	m^3/d	1.52	2.03
	m^2/año	556	741
Dimensionamiento para Lagunas:			
Dimensiones:			
Número de lechos	no.	5	7
Longitud escogida por lecho	m	13	13
Ancho escogido por lecho	m	7.0	7.0
Profundidad media de lodo escogida por lecho	m	0.4	0.4
Área escogida por lecho	m^2	91	91
Volumen escogido por lecho	m^3	36	36
Área total escogida de lechos	m^2	455	637
Volumen total escogido de lechos	m^3	182	255
Volumen de lodo secable por temporada seca	m^3/año	2,379	3,331
Volumen de lodo secable por temporada lluviosa	m^3/año	1,104	1,546
Volumen total disponible por secado		3,483	4,876
Contenido de materia seca lodos deshidratados	kg MS/kg	700	700
Cantidad total de lodos a disponer	to	345	459
Densidad lodos deshidratados	kg/m^3	1,250	1,250
Volumen total de lodos	m^3	276	368





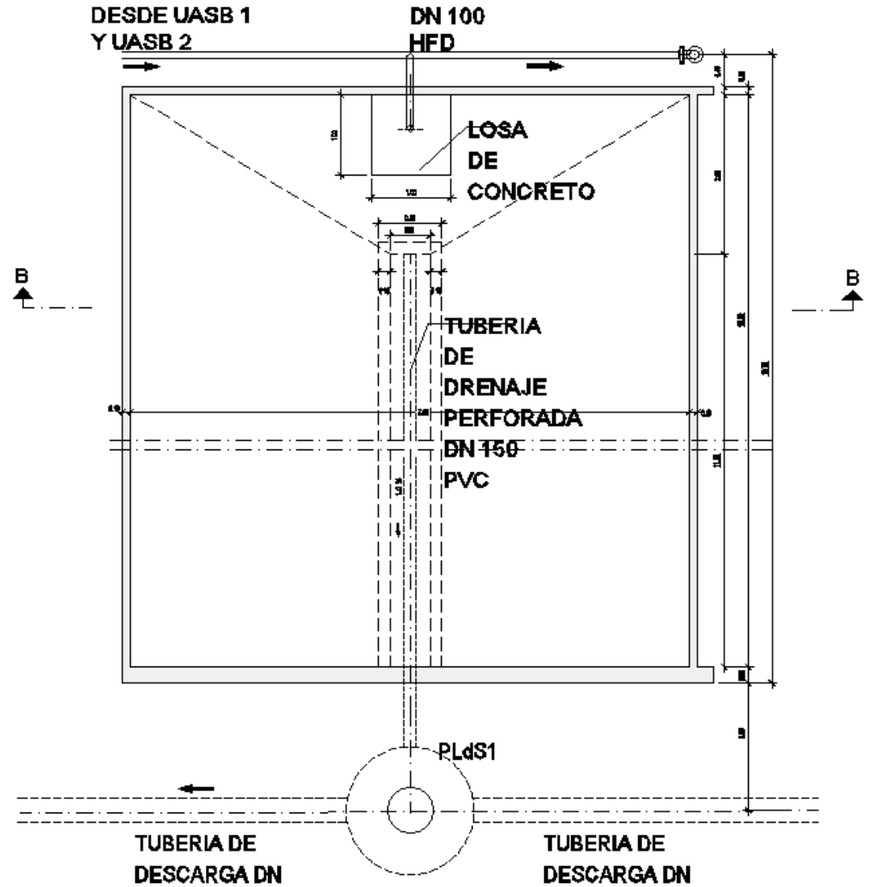


Figura 8-43: Vista en Planta de los Lechos de Secado

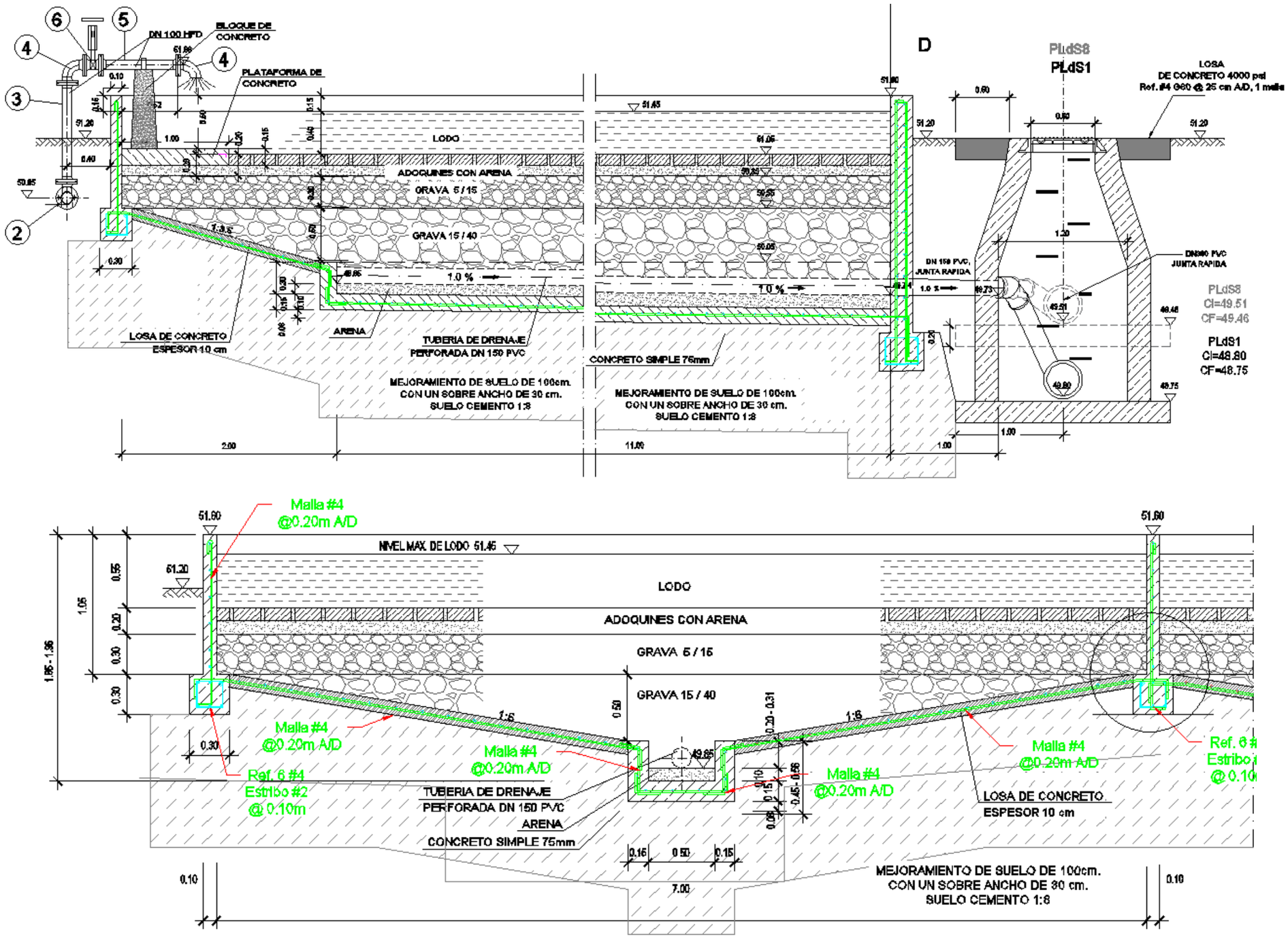


Figura 8-44: Corte Estructural de los Lechos de Secado

- **Producción de Lodo**

En resumen, las cantidades de lodo producidas a través del tratamiento, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 8-47: Cantidades de lodo producidas a través del tratamiento

	2029		2039
Origen de Lodo	Kg SS/a	m^3/a	
Lodo Crudo			
Lodo producido en reactor anaeróbico	166,712	4,763	6,351.0
Lodo producido en las lagunas (facultativas y maduración)	74,505	1,296	1,727.6
Producción total de Lodo en UASB+ Lagunas 1 y 2	241,218	6,059	8,079
Lodo Seco			
Cantidad total de lodo secado	345 to/a	276 m^3/a	368 m^3/a

- **Deshidratación de Lodos**

El lodo estabilizado todavía contiene mucha humedad al momento de la evacuación del reactor anaeróbico y tiene una constitución líquida. Sin embargo, es fácil de secar y no emite malos olores.

El lodo proveniente de las estaciones de bombeo EB 3.1 y EB 3.2 llegan a los lechos de secado a través una tubería de impulsión DN 100 en HFD. Las unidades de secado se llenan independientemente por medio de válvulas. El lodo sale a los lechos a una altura de 40 cm sobre la losa de drenaje.

El lodo proveniente de las Lagunas de maduración será extraído con balsas transportables, equipados de dispositivos de agitación y aspiración de los lodos. Los lodos serán bombeados o sobre los lechos de secado o a contenedores intermedios donde permanecerán hasta su bombeo y transporte posterior.

El agua de infiltración del lecho fluye desde los lechos hasta la estación de bombeo EB4. Esta agua es bombeada de vuelta al CD1, para su tratamiento posterior a través de los reactores UASB.

Las dimensiones de los lechos de secado son las siguientes:

Tabla 8-48: Lechos de Secado

Descripción	Unidad	Fase 1	Fase 1+2
Longitud	m	13.0	
Anchura (cada lecho)	m	7.0	
Anchura (total)	m	106.6	135.0
Profundidad	m	2.25	
Superficie (cada lecho)	m^2	91	
Superficie (total)	m^2	1,365	1,729
Número unidades	ud	15	19

- **Disposición Final de Lodos**

Los lodos deshidratados serán dispuestos en el Vertedero Municipal de Rivas, sin embargo, estarán a disposición para ser utilizados por la municipalidad como mejoradores de suelo o

8.6.5 Disposición Final del Efluente Tratado

La obra de salida se ubica en el lado este de la Calle Carlota, la cual discurre desde el norte del lote de la PTAR en dirección norte hacia el Barrio Carlota, cruzando el río de Oro sobre una caja puente. La obra de salida se encuentra al sur del cauce del río, a unos 40-45 m del mismo.



Foto 8-9: Sitio de Descarga Río Oro

~ **Componentes para la salida de la PTAR**

- **Canal de Salida**

El efluente de las lagunas de maduración es recogido por la tubería de salida que conduce el agua al canal de salida, donde se ubica un medidor Parshall. El medidor tiene la doble función de permitir el control del caudal a la salida de la PTAR y como lugar para la toma de muestras del agua residual tratada.

El medidor Parshall estará equipado con una escala visual para medida directa del caudal instantáneo. La medición será manual y presencial. La finalidad de dicha medición será la evaluación de la diferencia entre el caudal de entrada a la PTAR y el caudal de salida, la cual podrá ser indicativa del grado de evaporación de agua en las lagunas, así como de posibles infiltraciones en las mismas en caso de desperfectos. El canal de salida tiene unas dimensiones de 14.95 m de longitud, 1.45 m de anchura y una profundidad de 2.55 m. El canal finaliza en una caja (tras el canal Parshall) de dimensiones interiores 1.50 x 1.50 m.

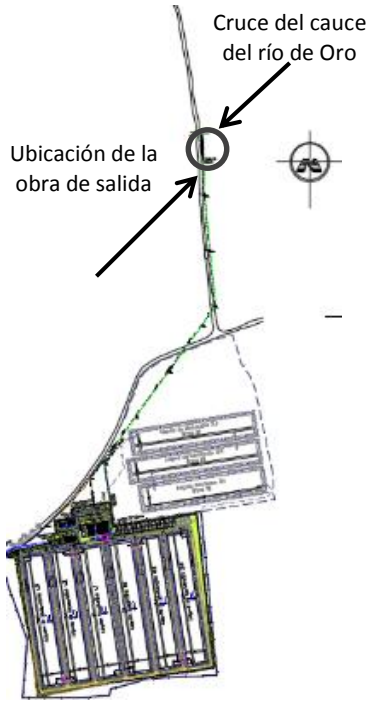


Figura 8-45: Ubicación de la obra de salida

- **Obra de Salida**

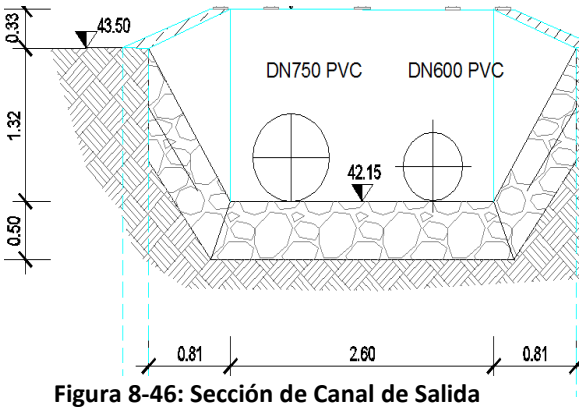


Figura 8-46: Sección de Canal de Salida

La obra de salida es el último componente de la PTAR, consiste en 3 secciones verticales de muros de concreto armado de 2.45m de altura. Las 2 secciones laterales están colocadas en un ángulo de 45° respecto al tramo central. A la estructura de la obra de salida llegan 2 tuberías: la tubería DN 600 PVC F-949 proveniente del Canal de Salida que transporta el efluente tratado de la PTAR y la tubería DN 750 PVC F-949, la cual transporta las aguas de lluvia recogidas en el terreno de la PTAR. Ambas tuberías desembocan a través de la sección central sobre un canal de concreto ciclópeo de sección trapezoidal, con

pendiente de 0.70%, el cual tiene una longitud de unos 45 m hasta el cauce del río de Oro, donde se verterá el agua, con un desnivel total de 0.35 m.

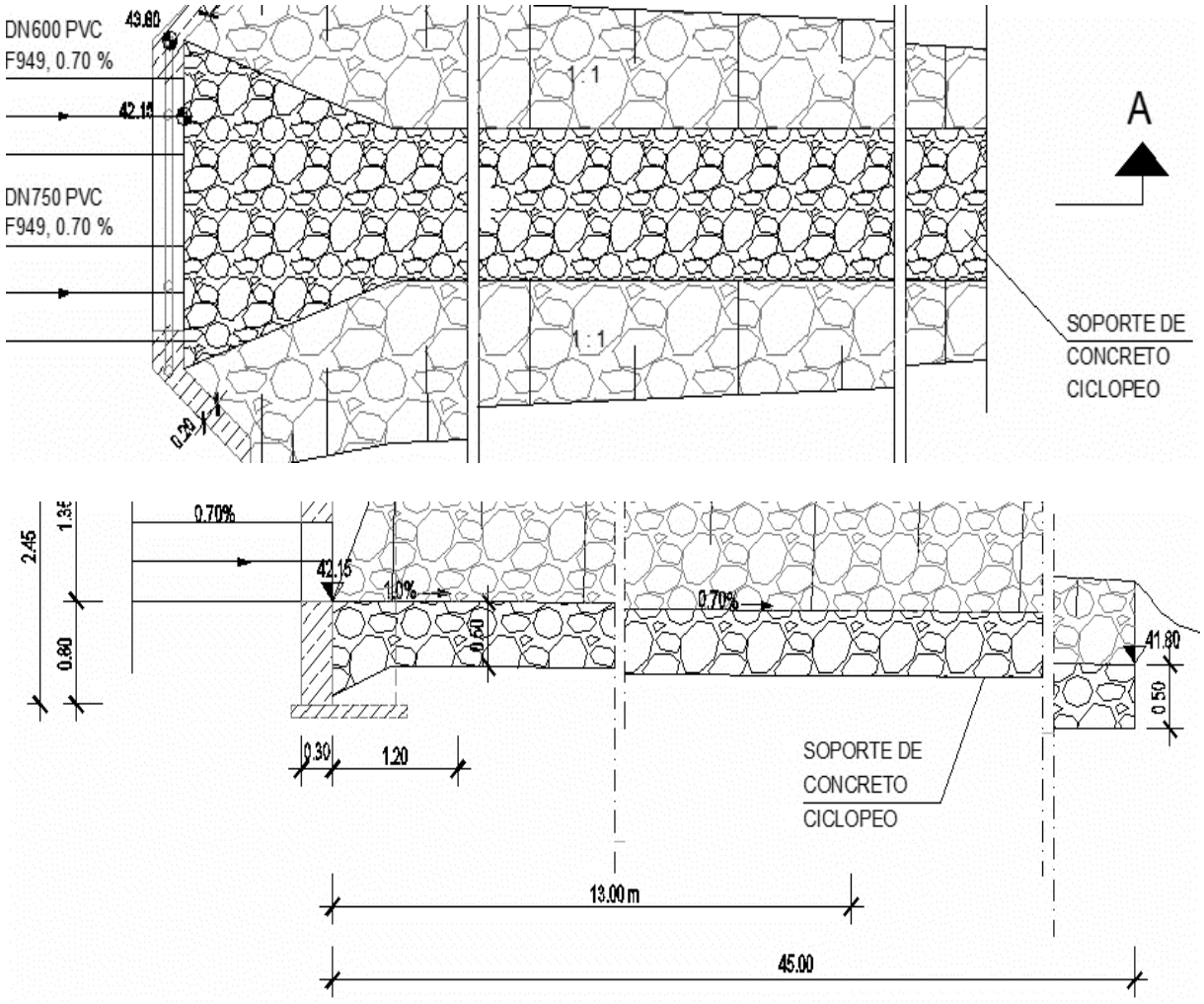


Figura 8-47: Obra de Salida

8.6.6 Suministro de Energía Eléctrica, Obras y Equipos Auxiliares

8.6.6.1 PTAR

Para la línea de media tensión primaria en todo la PTAR, se hará conversión de línea primaria monofásica 14.4kv, 2 hilos a línea primaria trifásica 14.4/24.9kv para alimentar banco de transformadores 3x37.5kva 14.4/24.9 en el primario y 240/480voltios en el secundario. Los cálculos abarcaron el diseño del transformador para acometer la carga principal proyectada en esta PTAR consistente en veinte y dos (22) equipos trifásicos 480v 60HZ.

8.6.6.2 EBAR

Para el suministro de energía de la EBAR, el diseño se consideró dos fuentes independientes de suministro de energía una mediante la red pública de la Empresa Distribuidora y la otra mediante un Generador de Energía dentro del predio de la Estación de Bombeo.

Entre las principales características de diseño tenemos las siguientes:

· La operación se ha considerado totalmente a prueba de fallas.
· Se ha previsto la instalación en el cárcamo de bombeo, de indicadores de niveles de agua del tipo hidrostático como sistema de control y protección principal, también se han provistos boyas herméticas como una protección de respaldo.
· Se ha tenido en consideración que cuando se presenta una falla de cualquier dispositivo o componente de los controles de secuencia, o el disparo de cualquier dispositivo de protección, no interrumpirá el funcionamiento de más de una bomba mientras se mantenga el suministro de energía eléctrica para accionar los arrancadores de los motores de las bombas.
· Las unidades de bombeo serán instaladas totalmente independientes cada una de las otras, para asegurar una efectiva protección de reserva. Los circuitos de control para cada bomba se han considerado también totalmente aislados e independientes, de tal manera que la falla de cualquier dispositivo individual, o el disparo de cualquier dispositivo de protección individual interrumpa únicamente el funcionamiento de la unidad de bombeo afectada.
· En relación al tipo de equipo de bombeo se ha seleccionado para el diseño de estas estaciones de bombeo, Bombas Centrifugas del tipo sumergible inatascable ubicadas en cárcamo (pozo húmedo). En nuestro caso se instalarán más de dos bombas, por tanto, se ha considerado en el suministro de las bombas que sus capacidades deberán ser tales que estando una fuera de servicio las otras puedan bombear el caudal máximo.

~ **Planta de Emergencia**

La selección del generador para la alimentación de la carga con motores tienen algunas particularidades que deben considerarse, ya que el generador es una fuente limitada de potencia, el motor de combustión y el generador tienen limitaciones. Para el cálculo se procede de la siguiente manera:
· Cálculo de la corriente a rotor bloqueado (LRA) para motor de mayor capacidad.
· LRA = Motor (HP) x Valor de la letra de código (KVA/HP) x 1000 / (480 x1.73)
· Cálculo de la capacidad del generador
· KW = 1.73 x V x (LRA + Amperio resto motores + otros Amperios) x coseno ϕ /1000

8.6.7 Medidas de Seguridad del Proyecto

La PTAR dispone para el funcionamiento correcto y seguridad de la planta de cercado perimetral, un edificio de control, operación y garaje, así como la correspondiente instalación eléctrica.

~ **Cercado Perimetral**

Se construirá un cerco de 1,437 m lineales de malla ciclón No. 12 con tubería de acero galvanizado y 5 hiladas de alambre de púas calibre 13 alrededor de toda la PTAR y un portón de ingreso vehicular de 6 m de ancho y un portón de ingreso peatonal de 0.8m de ancho sobre base de concreto.

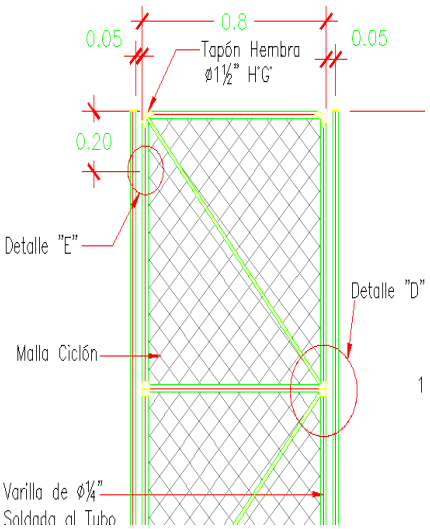


Figura 8-48: Portón Peatonal PTAR Rivas

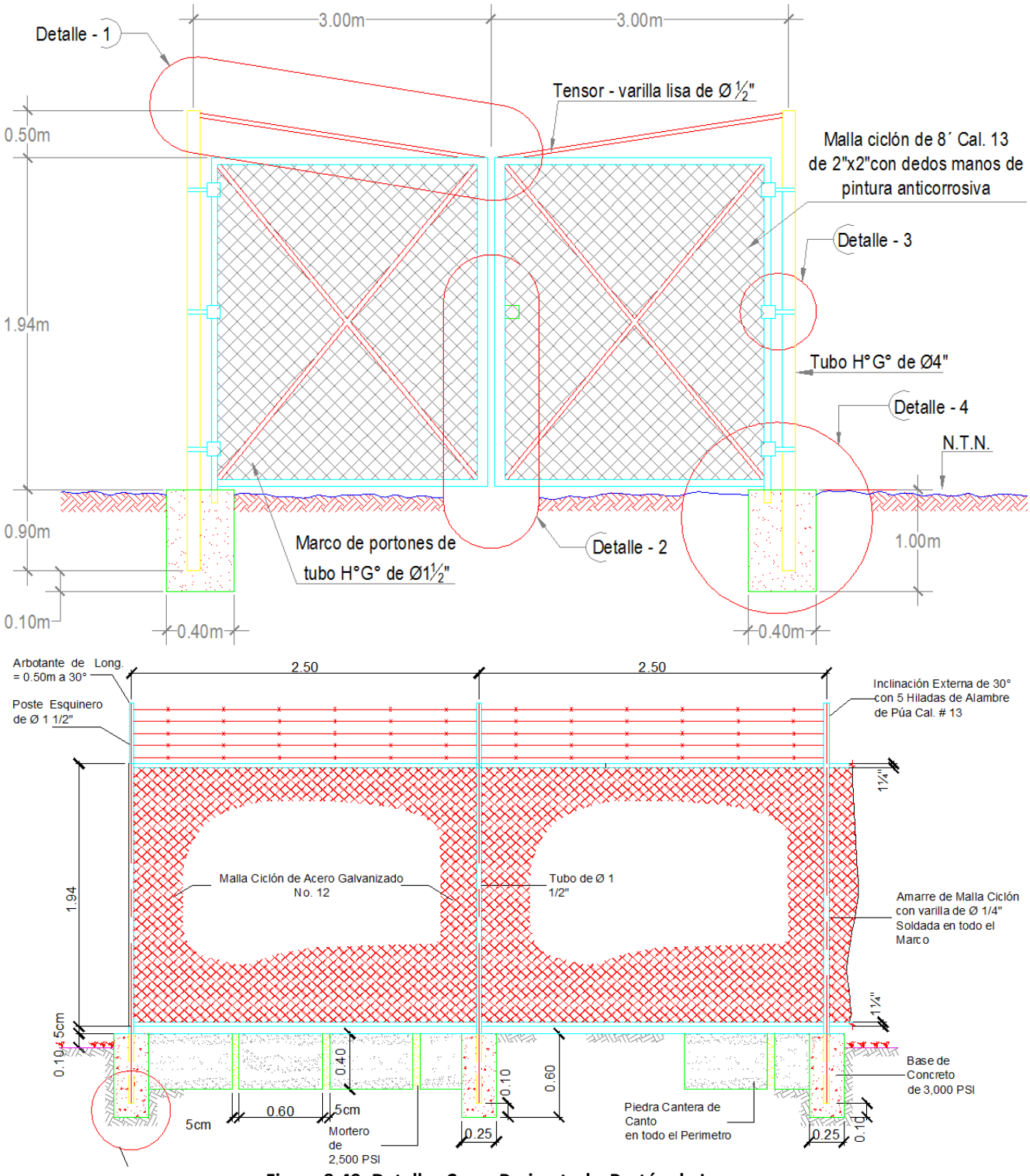
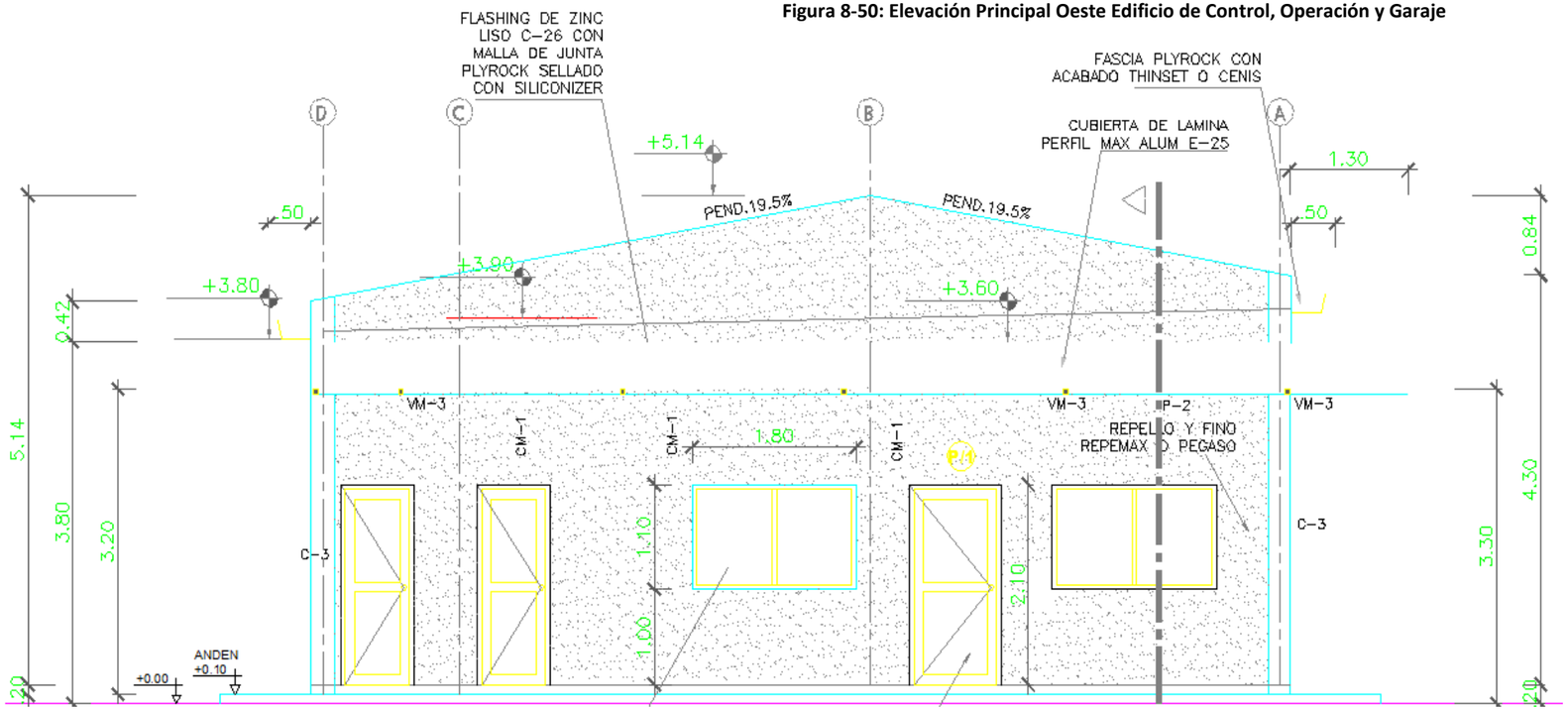


Figura 8-49: Detalles Cerco Perimetral y Portón de Ingreso

~ Edificio de Control, Operación y Garaje

El Edificio de Control, Operación y Garaje cuenta con ambientes distribuidos de la siguiente manera: un área de paneles eléctricos, área de operador, garaje, un baño completo y un andén perimetral. Con un área total construida de 110 m^2.

Figura 8-50: Elevación Principal Oeste Edificio de Control, Operación y Garaje



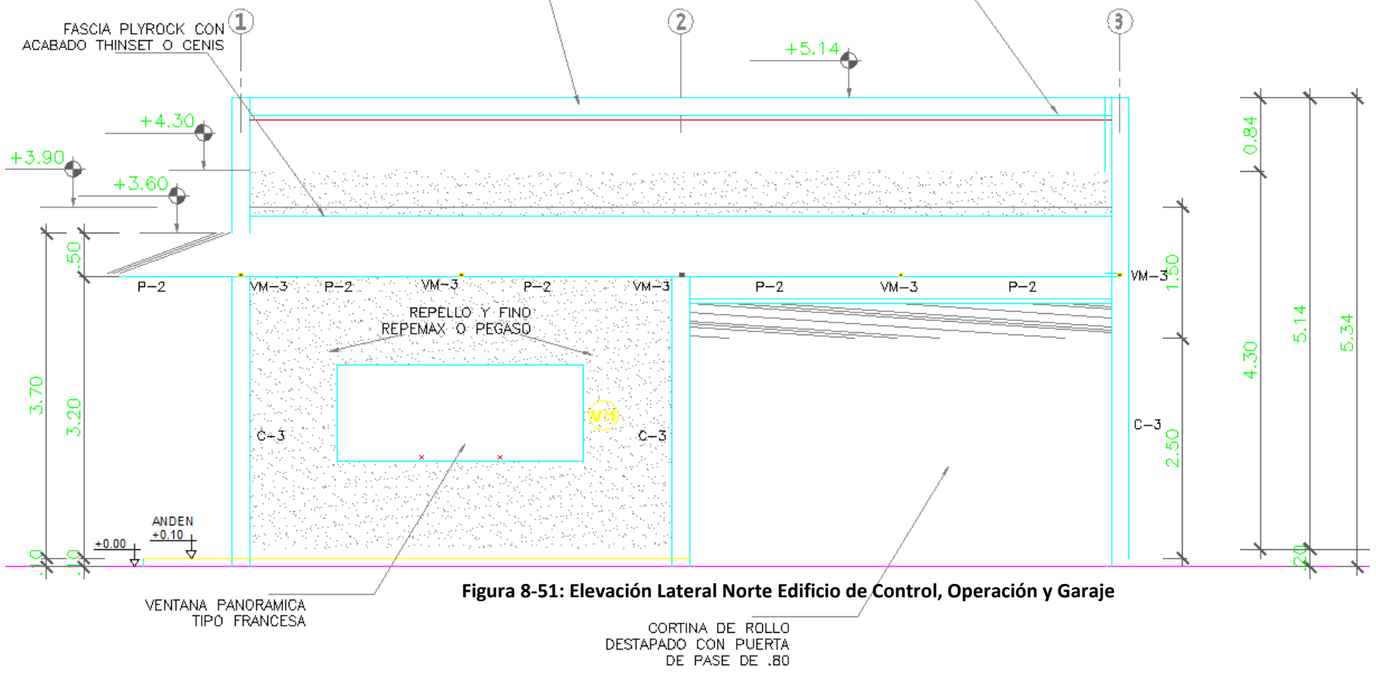


Figura 8-51: Elevación Lateral Norte Edificio de Control, Operación y Garaje

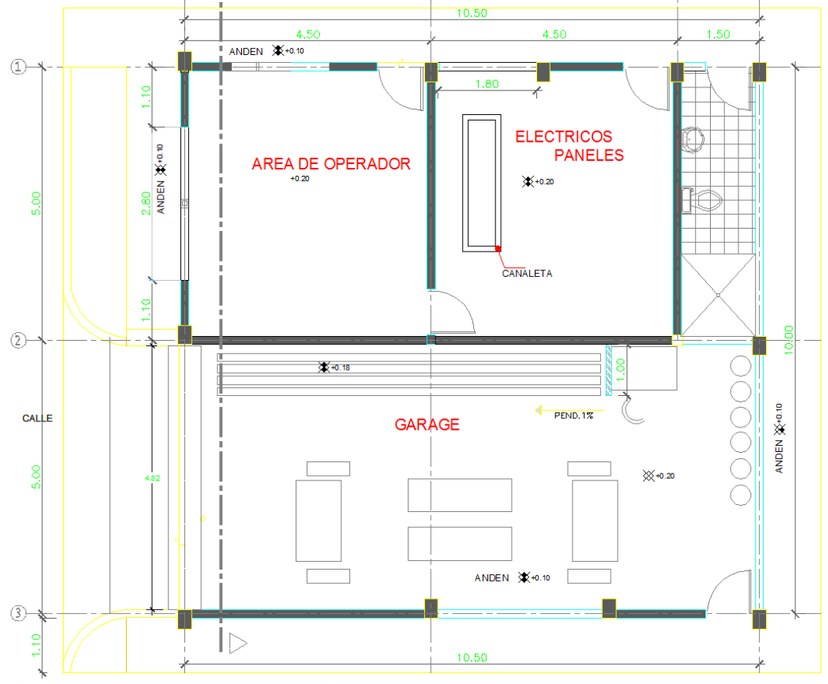


Figura 8-52: Planta Arquitectónica Edificio de Control, Operación y Garaje

8.6.8 Caminos de Accesos



El proyecto no contempla la construcción de un camino de acceso nuevo, porque ya existe un camino de macadán en buen estado que conduce a la PTAR y a la comunidad de Apataco.

Foto 8-10: Camino de acceso a PTAR existente

8.6.9 Sistema de Suministro Eléctrico

El suministro eléctrico para el funcionamiento de la PTAR y las EBAR se realizará a través de conectividad a la Red Nacional. La factibilidad y alcance de obras para la alimentación eléctrica de línea de media tensión para la PTAR Rivas, son óptimas ya que del punto de entronque que se escogió para la construcción de la PTAR, pasa la línea de media tensión primaria en todo la PTAR, por lo que se hará conversión de línea primaria monofásica 14.4kv 2 hilos a línea primaria trifásica 14.4/24.9kv para alimentar banco de transformadores 3x37.5kva 14.4/24.9 en el primario y 240/480voltios en el secundario. La factibilidad y alcance de obras para la alimentación eléctrica de línea de media tensión para esta estación EBAR RIVAS, son favorables ya que aproximadamente a 124 m del punto proyectado para construir la EBAR se encuentra el final de una línea de media tensión monofásica en voltaje 14.4 KV, se tendrá que convertir la línea monofásica existente en línea trifásica en una longitud de 450 m y se construirán 124 m de línea trifásica nueva en voltaje 14.4/24.9 KV. Los cálculos abarcaron el diseño del Banco de transformadores para acometer la carga principal proyectada en esta EBAR consistente en 2 equipos de bombeos activos cada uno de 10 HP, trifásico, 460V, 60Hz, un polipasto con motor de 1.5 HP trifásico 460V, 60Hz, más la carga secundaria de iluminación y tomacorrientes en el interior de la caseta de controles eléctricos y la carga de iluminación exterior del predio donde se ubica esta estación de bombeo. También se consideró dentro del cálculo los dispositivos de protección y los calibres y canalizaciones de conductores eléctricos adecuados para la acometida principal y para cada circuito ramal de la carga proyectada; y el diseño de la capacidad de un Generador de emergencia para mantener la continuidad de operación de esta estación de bombeo.

8.6.10 Obras de Drenaje de Control de Erosión

La PTAR drenará el agua de lluvia en 5 canales principales, ubicados en el perímetro del lote. Desde la esquina suroeste, donde se encuentra el punto más elevado del lote, discurrirá el Canal 2 hacia el este y el 1 hacia el norte, que confluirá con el 5, que discurre hacia el este en dirección a la salida de la PTAR. Eel Canal 2 termina en el 3, que fluye hacia el norte y este, a su vez, en el 4, que discurre en dirección oeste hacia la salida de la PTAR. Los canales 4 y 5 se unen en un punto común, al noreste de la zona de pretratamiento. Desde ahí parte una tubería corrugada de PVC F-949 DN 750, que discurrirá en paralelo a la línea de salida del efluente hasta la obra de salida. En la siguiente tabla se presentan los caudales, áreas de escorrentía drenadas por cada canal, así como sus longitudes y pendientes consideradas.

Tabla 8-49: Datos hidráulicos de los canales de drenaje pluvial

	Ancho (W) (m)	Altura (H) (m)	Área de drenaje (m²)	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Pendiente
Canal 1	0.30	0.30	6,106.05	138.4	256	5.0
Canal 2	0.35	0.35	7,634.00	173.0	317	6.4
Canal 3	0.55	0.55	4,600.13	277.3	276	1.0

	Ancho (W) (m)	Altura (H) (m)	Área de drenaje (m²)	Caudal (l/s)	Longitud (m)	Pendiente
Canal 4	0.60	0.60	3,665.43	533.4	192	2.0
Canal 5	0.50	0.50	2,749.02	62.3	260	1.0
Tubería de salida	DN 750		-	734.1	676	7.0

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 4: Memoria de Drenaje Pluvial se presentan los cálculos hidráulicos del dimensionamiento de los canales de drenaje pluvial y la tubería de salida.

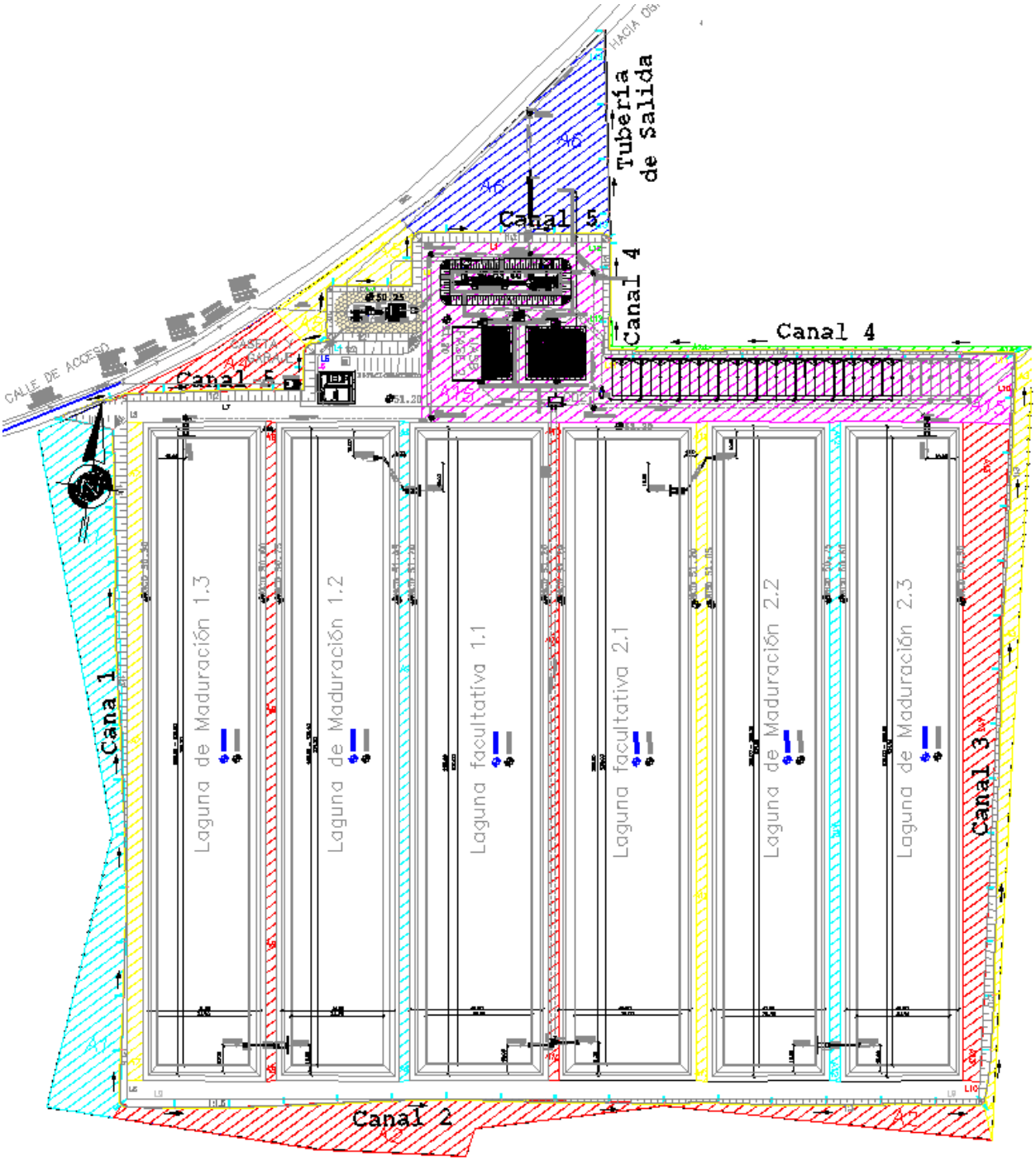


Figura 8-53: Direcciones de drenaje pluvial de la PTAR Rivas

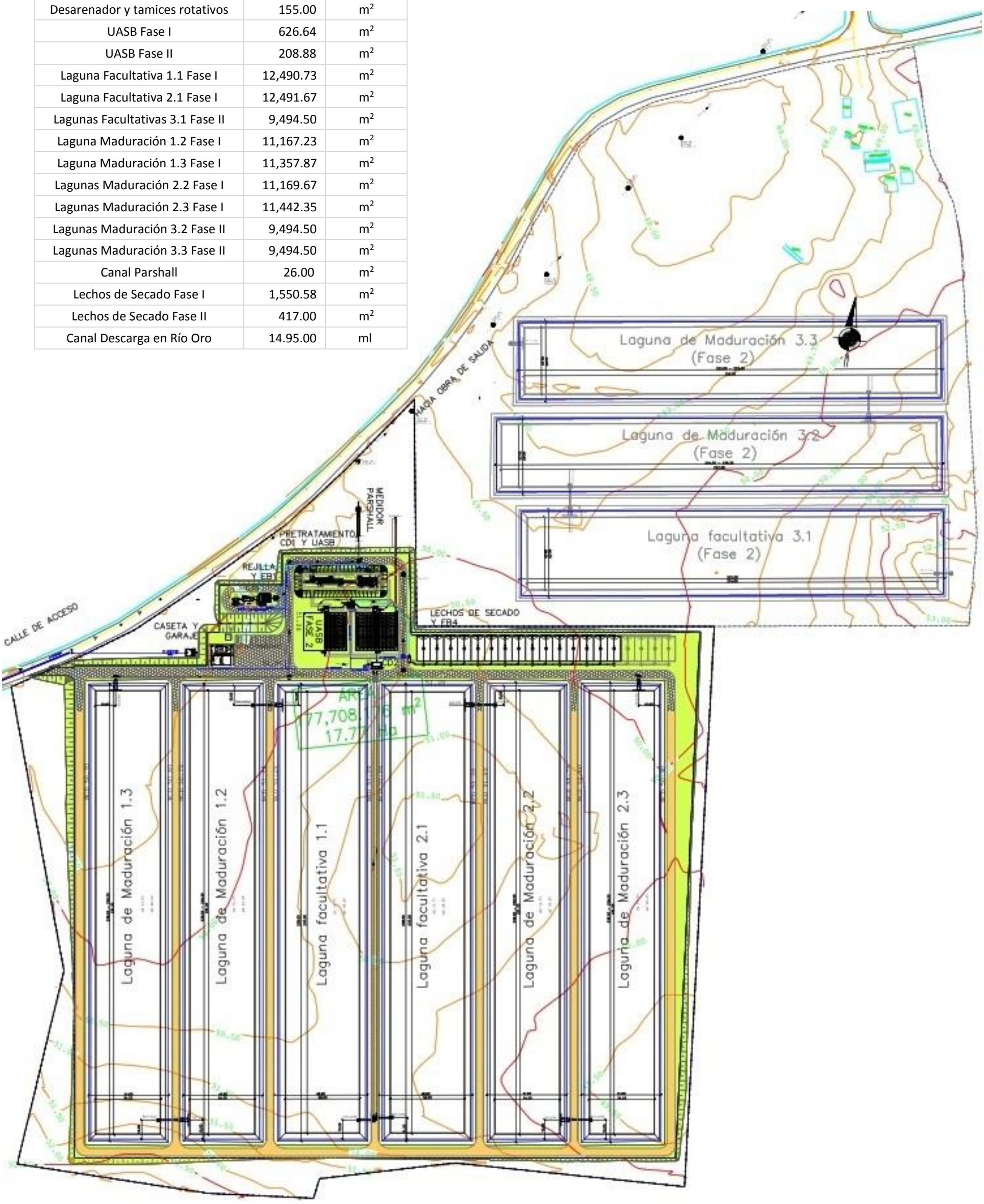
8.7 Planos de Diseño de los Componentes del Proyecto

En el plano a continuación se visualizan las unidades de tratamiento y las curvas de nivel cada 0.5m. El diseño cumple con la Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso (NTON 05-027-05), referente a las distancias de ubicación de las unidades de tratamiento que conformar la PTAR propuesta, así como con toda la normativa de diseño aplicable.

Tabla 8-50: Área Total de Instalaciones y Unidades

Sitio	Área	Unidad
PTAR	17.70	Ha
Oficinas	170.00	m^2
Caja Bypass General	9.00	m^2
Rejillas gruesas	13.00	m^2
Bombeo PTAR	40.00	m^2
Desarenador y tamices rotativos	155.00	m^2
UASB Fase I	626.64	m^2
UASB Fase II	208.88	m^2
Laguna Facultativa 1.1 Fase I	12,490.73	m^2
Laguna Facultativa 2.1 Fase I	12,491.67	m^2
Lagunas Facultativas 3.1 Fase II	9,494.50	m^2
Laguna Maduración 1.2 Fase I	11,167.23	m^2
Laguna Maduración 1.3 Fase I	11,357.87	m^2
Lagunas Maduración 2.2 Fase I	11,169.67	m^2
Lagunas Maduración 2.3 Fase I	11,442.35	m^2
Lagunas Maduración 3.2 Fase II	9,494.50	m^2
Lagunas Maduración 3.3 Fase II	9,494.50	m^2
Canal Parshall	26.00	m^2
Lechos de Secado Fase I	1,550.58	m^2
Lechos de Secado Fase II	417.00	m^2
Canal Descarga en Río Oro	14.95.00	ml

Figura 8-54: Plano Conjunto PTAR Rivas con Curvas de Nivel



9 ETAPAS DEL PROYECTO

9.1 Etapas de Construcción

9.1.1 Descripción del sistema constructivo y/o de instalación de cada una de las obras que integran el proyecto

En la Etapa de Construcción de los componentes del Proyecto de Saneamiento de Rivas, se prevé la ejecución de las siguientes obras:

- Instalación de Obras provisionales (Campamento, Almacén, otras)
- Construcción de Redes de Alcantarillado Sanitario
- Construcción de Estaciones de Bombeo
- Construcción de Planta de Tratamiento

En esta fase se procederá con la limpieza de las áreas de trabajo que requerirán el desarrollo de obras civiles, tales como el zanjeo de las calles de la ciudad para la colocación de la tubería de alcantarillado sanitario, y excavaciones para la construcción del sistema de tratamiento. Los trabajos previstos serán desarrollados por el contratista que logre adjudicarse la construcción de las obras, con los siguientes alcances:

- Instalación de tubería
- Realización de conexiones domiciliares de alcantarillado sanitario
- Instalación de colectores – Redes Principales
- Construcción de pozos de visita sanitarios
- Remoción y restauración de pavimento
- Cabezal de descarga y canal de aproximación
- Construcción de las unidades de tratamiento
- Obras de vertido y disposición final de efluentes tratados
- Construcción de obras accesorias para la operación y mantenimiento del sistema

La construcción de la PTAR se realizará en un área de 17.7 Ha que es utilizada para siembra de musáceas. Se estima que sus alrededores se conserven intactos, sin verse afectados ni por la construcción ni por la operación del sistema.

En la construcción del sistema de tratamiento se harán obras preliminares (limpieza y desbroce, trazo y nivelación, corte, relleno y compactación), obras de pretratamiento y canales de distribución (caja de entrada, canal de aproximación, canales de distribución de flujo), medidor de caudal y tubería de descarga.

Las actividades generales a realizar en el proyecto incluyen:

- La Instalación y Operación de Planteles Temporales: Se pretende contratar mano de obra local y supervisión constante del personal técnico de ENACAL central y filial Rivas. En los planteles se

deberá proveer a los trabajadores las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas en cumplimiento con las leyes de seguridad e higiene ocupacional vigentes en el país.

- Transporte y Almacenamiento de materiales de construcción: éstos deberán ser colocados de manera que mantengan su calidad al momento de su uso, teniendo presente el no apilar materiales fuera de la cerca de protección del almacén. Instalar iluminación adecuada en el interior y exterior del depósito, podar la hierba que quede o nazca dentro del área cercana al almacén. El transporte de materiales consiste en la operación de movimientos de los materiales necesarios para la construcción de la obra, y de los materiales sobrantes de excavación o limpieza.
- Requerimiento de Materiales: En base a las cantidades de obras que se señalan para el desarrollo del proyecto, se requerirá de materiales de construcción para cada tipo de obra. En lo general estos materiales como el concreto, madera, acero estructural, tuberías, etc., serán provistos por proveedores especializados. Sin embargo, todo el material granular para la construcción de la infraestructura de tratamiento, para rellenos, terraplenes, obras de protección, etc. será provisto por los bancos de materiales existente, previa autorización de las autoridades correspondientes, tramitadas por los contratistas encargados de la ejecución del proyecto.
- Limpieza y Desmonte: Esta actividad consiste en la remoción y disposición de toda la vegetación que será afectada por la ejecución del proyecto. El desmonte tiene que ver con la tala de árboles estrictamente necesarios para desarrollar esta obra. La operación de limpieza y desarraigue consiste en la remoción de todos los troncos y raíces hasta una profundidad de 15 centímetros por debajo del terreno natural; además de toda la vegetación herbácea que está localizada dentro de la zona de este proyecto. Estos trabajos incluyen la debida protección a toda la vegetación destinada a preservarse.
- Trazo y Nivelación, Zanjeo y Excavaciones: El zanjeo se realiza con la finalidad de instalar la tubería de alcantarillado sanitario, tanto de las redes condominiales, convencionales, redes principales de recolección y colector principal.
- Instalación de las tuberías en toda la ciudad de Rivas hasta conectar con la Planta de Tratamiento
- Relleno y Compactación: Para las actividades de relleno se realizará nivelación, conformación y compactación del terreno, de acuerdo con las especificaciones necesarias para el proyecto.
- Rotura y Restauración de Carpeta de Rodamiento: Para el caso de instalación de la tubería de alcantarillado sanitario se estima la remoción de la carpeta de rodamiento, y una vez finalizada la reposición de la misma, requiriéndose la entrega de sitios restaurados con el mismo material y calidad del que estaban construidos antes de ser intervenidos.

a. Principales actividades a desarrollar por el Proyecto

Tabla 9-1: Principales Actividades a Desarrollar por el Proyecto

Componente	Actividades
Construcción de Alcantarillado	· Limpieza general y preparación de sitios (remoción de cobertura vegetal)
	· Remoción de carpeta de rodamiento
	· Excavación
	· Relleno, compactación y nivelación del terreno
	· Extracción y traslado de material de préstamo
	· Colocación de cama de arena para tuberías
	· Instalación de tuberías

Componente	Actividades
	· Construcción de pozos de visita
	· Acoples de tuberías en pozos de visita
	· Reinstalación de carpeta de rodamiento
Construcción de Estaciones de Bombeo	· Limpieza general y preparación de sitios de obras (remoción de cobertura vegetal)
	· Instalación de infraestructura provisional (campamentos y almacenamiento de materiales y equipos)
	· Movimiento de tierra, relleno, compactación y nivelación del terreno
	· Explotación de banco de préstamos
	· Construcción de estaciones de bombeo manhole
	· Construcción de pozos húmedos
	· Construcción de caseta de estaciones de bombeo
	· Instalación de tuberías
	· Instalación de losa y techos
	· Instalación de conexiones eléctricas e instalación de equipos de bombeo y controles
	· Instalación de tuberías de entrada con todos sus accesorios
	· Instalación de tuberías de salida con todos sus accesorios
	· Instalación de tuberías de rebose y limpieza con todos sus accesorios
	· Instalación de válvulas y accesorios y acabados de paredes, pintura
	· Instalación de cercas y portones
	· Construcción de drenajes pluviales y demás obras conexas
Construcción de PTAR	· Limpieza general y preparación de sitios (remoción de cobertura vegetal)
	· Construcción de campamento y almacenamiento de materiales
	· Movimiento de tierra, relleno, compactación y nivelación del terreno
	· Excavación, Zanjeos
	· Construcción de unidades de tratamiento
	· Construcción de edificios administrativos, taller, eléctrico
	· Construcción de drenajes pluviales y demás obras conexas
	· Construcción de andenes
	· Instalación de conexiones eléctricas
	· Instalación de tuberías de entrada con todos sus accesorios
	· Instalación de tuberías de salida con todos sus accesorios
	· Instalación de tuberías de rebose y limpieza con todos sus accesorios
	· Instalación de válvulas y accesorios
	· Impermeabilización de paredes internas de tanque con pintura epóxica
	· Instalación de cercas y portones
	· Construcción de canal y obra de salida para descarga de aguas residuales



b. Detallar los accesos a las áreas del proyecto, estado de los caminos existentes

El acceso al proyecto es la misma calle existente de macadán que conduce a la comunidad de Apataco, por lo tanto no se estará realizando construcción de nuevos caminos.

Foto 9-1: Camino de Acceso Existente

c. Indicar los Insumos a Utilizar en Esta Etapa

~ Descripción los materiales, los equipos y maquinarias a utilizarse para la preparación y construcción de infraestructura y obras asociadas

Los materiales a utilizar serán responsabilidad de la empresa contratista constructora, entre los requerimientos de materiales se espera utilizar: cemento, arena, piedra triturada, asfalto, adoquines, hormigón, material selecto, piedra bolón, piedra triturada, maderas, material selecto (conformación de terraza, rasante, sub base, etc.), clavos, perlines pinturas, tubería PVC, válvulas, abrazaderas, bridas, codos, cables eléctricos, Breaker, diluyentes, pintura anticorrosiva, tapa eléctrico, rodo, brochas, acero de refuerzos, zinc, Plycem, ladrillos, hierro dúctil, escalera de acero, señales verticales, combustibles y lubricantes, soldaduras, llantas y repuesto. El origen de los materiales a utilizar en las diferentes etapas del proyecto serán desde Managua y Rivas hacia los diferentes sitios de emplazamiento del proyecto, estos serán trasladados vía terrestre. Los volúmenes y cantidades se pueden ver visualizar en el Anexo 5: Cantidades de Obras.

En la siguiente tabla se muestra lista de los insumos a requerir para las obras civiles, mecánicas y eléctricas en la construcción.

Tabla 9-2: Equipos requeridos para la construcción del proyecto

Equipos	Redes	Equipos	PTAR
Retro excavadora	3	Tractor D6	2
Mini cargador	2	Excavadora 320	2
Camión volquete	3	Motonivelador 120H	3
Cisterna rodante de 2000 gl	2	Vibro compactadora	2
Cisterna estacionaria de 500 gl	2	Cargador frontal	1
Camión de 3 ton	1	Retroexcavadora 420	1
Camioneta	1	Retroexcavadora 416	1
Estación total	1	Camión cisterna 5000 gl	1
Cortadora de piso	2	Camión cisterna 2000 gl	1

Equipos	Redes	Equipos	PTAR
Densímetro nuclear	1	Cisterna estacionaria 500 gl	1
Planta eléctrica	1	Camión volquete	6
Bomba achicadora de 2´´	2	Camión de 3 ton	1
Bomba eléctrica para prueba	2	Camioneta	1
Bomba achicadora de 3´´	1	Estación total	1
Rodillo compactador doble	2	Densímetro nuclear	1
Trompo mezclador 2 sacos	4	Generador eléctrico	1
Brinquina	8	Bomba succión de 4´´	1
		Mezclador de 2 sacos	1
		Apisonadora (brinquina)	3

Fuente: FITCHNER, 2018

~ **Fuente, demanda estimada y distancia del recurso hídrico requerido a ser utilizado durante esta etapa, tanto para la construcción de los componentes, como para el consumo humano de los trabajadores**

- **Agua para las obras de construcción**

El suministro de agua para la construcción de cada uno de elementos que conforman el proyecto, El Proyecto exigirá al contratista través de cláusulas contractuales, la responsabilidad de suplir agua con calidad comprobada para la construcción, se propone tomar el agua de tanques existentes y administrados por ENACAL, hidrantes o de cualquier otro punto de la red de distribución, para lo cual deberá realizar un contrato previo. El consumo estimado es de 10,000 Gal/semana.

- **Agua para consumo humano**

El agua para consumo de los trabajadores será adquirida a empresas distribuidoras de agua potable o bien de la red de suministro de agua de ENACAL, ya que en el sitio propuesto para el desarrollo del proyecto, se cuenta con cobertura de abastecimiento de agua.

El contratista dotará cada uno de los frentes de trabajo con agua potable con el fin de garantizar condiciones mínimas de salud e higiénicas para los trabajadores. Se estima una demanda de 22.92 m^3/mes, considerando una dotación de 764 L/d para el total de trabajadores previstos (191 trabajadores en la etapa constructiva).

Para efectos de suspensión del servicio por mantenimiento del sistema, o porque el mismo proyecto lo amerite, se dispondrá de termos y/o bidones de 25 galones.

El Proyecto advertirá a El Contratista a través de cláusulas contractuales, que no podrá manipular o poner en operación ni cerrar el sistema de Agua Potable de cualquier zona, sector o micro sector de Rivas. Esto sólo podrá hacerlo el personal autorizado de la Dirección de Operación y Mantenimiento de ENACAL con previo aviso a la población.

~ **Fuente, procedencia y demanda de energía a ser utilizada en esta etapa y disponibilidad de suministro**

Demanda de energía en la etapa de Construcción

La demanda de energía durante la etapa de construcción asciende a 61,728W/61.728KW mediante la instalación de un medidor provisional que el contratista deberá solicitar ante DISNORTE/DISSUR en la filiar que atiende la ciudad de Rivas.

~ **En caso de que se utilicen recursos de la zona como bancos de materiales para las actividades del proyecto (relleno, vías de acceso), indicar las cantidades demandas, tipo de material, ubicación del banco. El banco utilizado debe estar Autorizado por MARENA y NEM. Adjuntar copia de las Autorizaciones o Avales, en Anexos.**

En el caso del aprovechamiento de materiales, este correrá a cargo del Contratista en dependencia del requerimiento y calidad del material, así como las distancias a los frentes de trabajo, y las autorizaciones correspondientes.

El Contratista deberá presentar un Plan de Manejo a aprobación de ENACAL, MEM y MARENA, en el que se deberá cumplir con toda la legislación correspondiente a estas prácticas.

En la elaboración del presente estudio se identificaron los siguientes bancos, facilitados por la Alcaldía de Rivas:

- Belmont. Barrio El Rosario, km 108 carretera Panamericana. Ubicado al norte del Municipio de Rivas
- Pedro Quintanilla. Barrio El Rosario. Ubicado al norte del Municipio de Rivas
- Cory. Barrio 29 de Mayo. Km 111, en el centro sur del Municipio de Rivas.

~ **En caso de manejar hidrocarburos y aceites para el mantenimiento de equipos y maquinaria, indicar el o los tipos de hidrocarburos y derivados a utilizar, forma de almacenamiento temporal (especificando la capacidad del recipiente o tanque de almacenamiento), formas de transporte y suministro interno, y medidas de seguridad**

Para la etapa de construcción se tiene previsto el uso de combustibles, para realización de actividades como excavaciones, relleno, compactación, movimientos de tierra, con un requerimiento aproximado de 14,960 galones de diesel y aproximadamente 750 galones de gasolina.

Más detalles sobre el manejo de los hidrocarburos en el proyecto en el Plan de Manejo de Hidrocarburos, Grasas, Aceites, entre otros, en el Programa de Gestión Ambiental para el Proyecto de Saneamiento de la Ciudad de Rivas.

9.2 Etapa de Operación

a. Describir las Formas de Operación del Proyecto

Formas de Operación Gerencial, Administrativo y de Gestión Ambiental

~ **Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL)**

El organismo ejecutor del Proyecto será ENACAL, a través del Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano de Nicaragua (PISASH), quien será el responsable de implementar el Programa y las acciones necesarias para cumplir las condiciones contractuales con los organismos financieros. Las delegaciones municipales de ENACAL, brindarán apoyo a la Unidad Ejecutora del Programa (UEP) del PISASH a través de sus Direcciones sustantivas. La UEP de PISASH depende directamente de la Gerencia de Proyectos e Inversiones y ésta a su vez, de la Gerencia General de ENACAL.

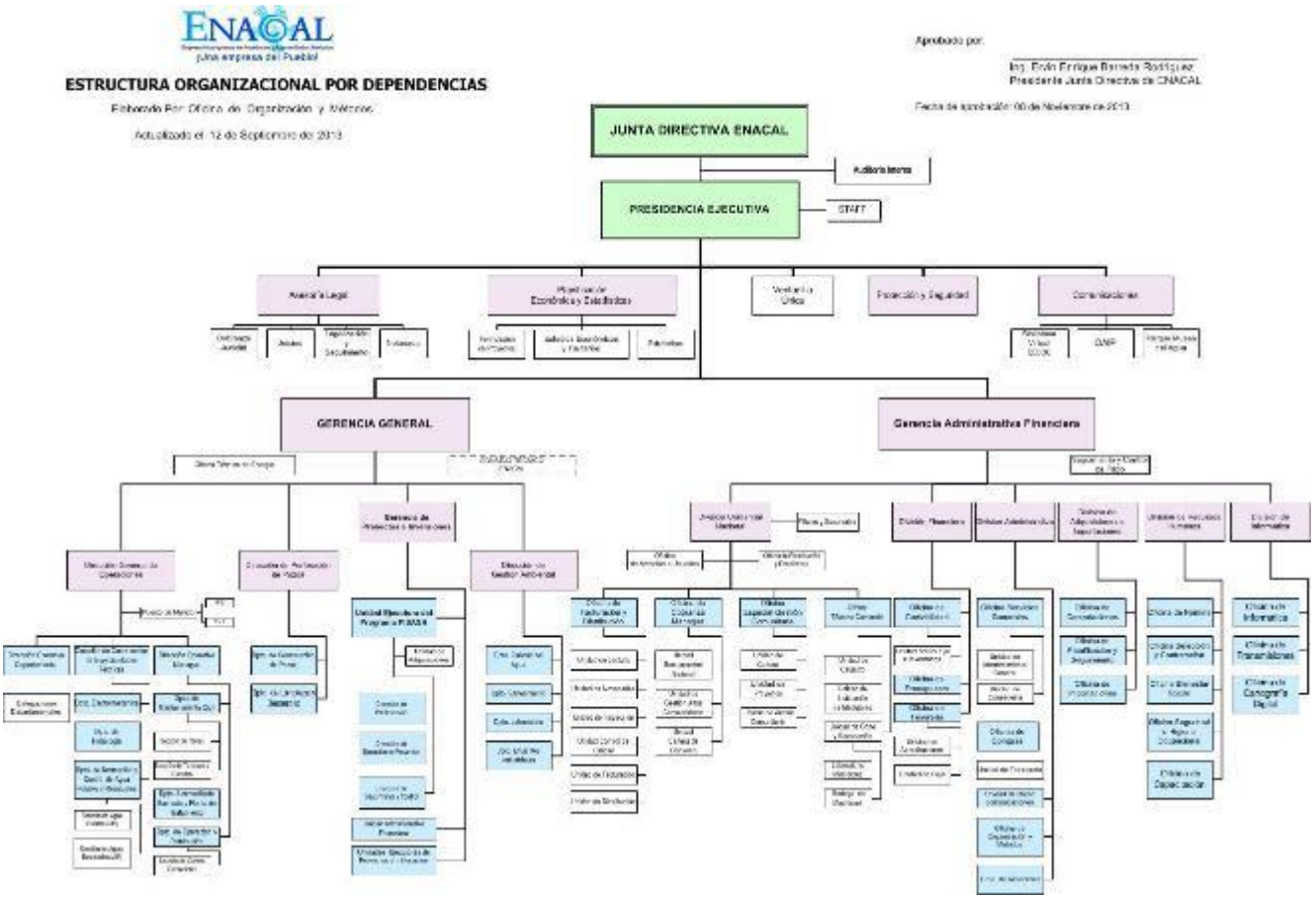


Figura 9-1: Estructura Organizativa de ENACAL

~ **Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano /PISASH**

El PISASH, fue creado en el año 2012 y corresponde a una estrategia del Gobierno, a fin de dar respuesta a los objeticos del Plan Nacional de Desarrollo, en impulsar el cumplimiento de las metas nacionales correspondientes al sector agua y saneamiento. En ese sentido, el PISASH será el ejecutor del Proyecto

de Mejora y Gestión Sostenible de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Urbanas y Periurbanas. El Programa contempla la mejora y ampliación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de agua residuales en áreas urbanas y rurales; el incremento de capacidades institucionales para operación, mantenimiento, gerencia y sostenibilidad financiera; gestión integral del recurso hídrico para que la población ejerza plenamente su derecho humano al agua y saneamiento.

Con el apoyo del PISASH, las delegaciones departamentales y filiales de ENACAL, incrementarán sus capacidades operativas, garantizando que los sistemas de agua y saneamiento funcionen con calidad y eficiencia, además de mejorar los niveles de sostenibilidad financiera, a través del catastro comercial, facturación, micro medición, cobranza y atención a usuarios.

La Unidad Ejecutora del Programa está conformada por tres direcciones sustantivas: Dirección de Preinversión; Dirección de Ejecución de Proyectos y Dirección de Seguimiento y Control.

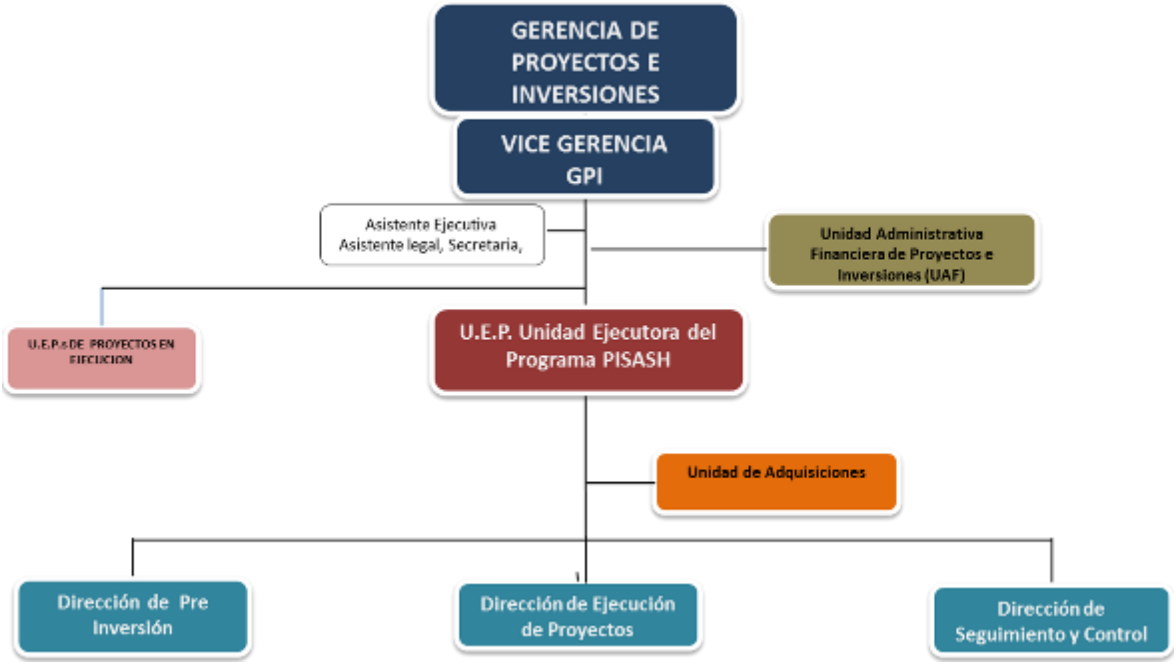


Figura 9-2: Estructura Organizativa del PISASH

- **Unidad Ambiental de ENACAL**

La Unidad Ambiental, es parte de la Gerencia de Operaciones de ENACAL y es la responsable de llevar a cabo el cumplimiento de las normativas ambientales, del monitoreo y control de la gestión ambiental del Proyecto en la etapa de operación y mantenimiento de los sistemas implementados.

Tiene como misión asesorar a las diferentes instancias institucionales, en el cumplimiento de la normativa ambiental y sanitaria vigente en el país relacionado con el sector agua potable y saneamiento, así como garantizar el control de la calidad del agua de abastecimiento y de las aguas residuales domésticas e industriales descargadas en los sistemas de alcantarillado sanitario. Así también le corresponde planificar e integrar la gestión ambiental dentro de las actividades de ENACAL,

para el cumplimiento de las disposiciones ambientales y sanitarias nacionales que regulan el sector agua potable y saneamiento. Es esta instancia que realiza las coordinaciones necesarias con el MARENA y las municipalidades, para gestionar los monitoreos, control y seguimiento, e informes de cumplimiento de los proyectos que la institución ejecuta.

- **Alcaldías Municipales de Rivas y San Jorge**

Dada la importancia que tienen las Alcaldías Municipales, en la ejecución del proyecto, en cuanto al apoyo en la adquisición de terreno, apoyo en la coordinación y organización local, la Gerencia de Proyectos e Inversiones, ha hecho coordinaciones con las instituciones involucradas, para orientar el apoyo a fin de que las acciones del proyecto, sean priorizadas en el accionar municipal. El enlace entre el PISASH y las Alcaldías municipales son las Unidades de Gestión Ambiental Municipales, quienes han participado en las gestiones y estudios preliminares y de diseño y apoyarán en la garantía de ejecución del Proyecto.

Mecanismos de regulación a implementar

La Dirección de Seguimiento y Control (DSC), es la responsable de la planificación, seguimiento y control del plan estratégico de inversión a largo plazo; de los programas y proyectos de la Gerencia de Proyectos e Inversiones (GPI); del Plan Operativo General (POG) del programa, Plan Operativo Anual – POA-, Plan de Inversión Pública anual – PIP, Marco Presupuestario de Mediano Plazo – MPMP, y Plan Anual de Adquisiciones – PAC, entre otros. También es responsable de la implementación de los sistemas de calidad, gestión de riesgo, gestión de indicadores, administración de la Biblioteca Virtual de la GPI. A continuación se muestra el flujograma de los involucrados para brindar el monitoreo y seguimiento de las medidas ambientales tanto su etapa constructiva como operativa, que a su vez, tienen su base en la legislación ambiental y formatos internos de la empresa.

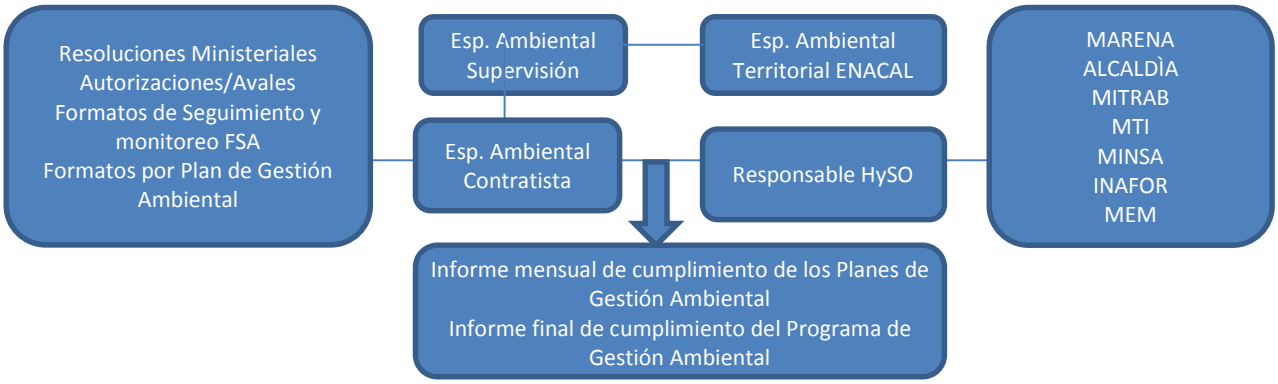


Figura 9-3: Flujograma de monitoreo y seguimiento ambiental
Fuente: PISASH - ENACAL – Departamento de Seguimiento de Proyectos (2018)

La Ley 276 Ley de Creación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios, en su Arto. 1, crea a la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), y establece que ésta será la entidad estatal del servicio público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, de duración indefinida y plena capacidad para adquirir derechos y obligaciones.

Entre los mecanismos que ENACAL ejercerá para garantizar una adecuada administración del proyecto y para garantizar que se cumplan con las medidas ambientales presentadas en el EIA a formularse para el proyecto, se mencionan:

- ✓ Seguimiento y Control a través de la Unidad Ambiental

ENACAL cuenta con una Unidad Ambiental, la cual es parte de la Gerencia de Operaciones, y es la responsable de llevar a cabo el cumplimiento de las normativas ambientales, del monitoreo y control de la gestión ambiental del Proyecto en la etapa de operación y mantenimiento de los sistemas implementados, ante esto, El Proyecto contará con formatos de monitoreo, los cuales podrán ser actualizados y/o modificados de acuerdo a la experiencia especifica del Sistema de Tratamiento propuesto. A continuación se muestran algunos formatos de seguimiento que serán empleados en la operatividad del proyecto:

Tabla 9-3: Formato de seguimiento y monitoreo para el funcionamiento de la PTAR

Componente Ambiental	Monitoreos	Variables propuestas	Firma del Responsable	Medio de Verificación / Indicador
Agua tratada	Muestreos compuestos puntuales, y semestrales (Entrada y Salida de la PTAR) de Q y pH.	Q, pH, SST, SS, Grasas y Aceites, DBO5, DQO, NT, PT y Coliformes.	Analista – Laboratorio Gerencia Ambiental	Decreto 21:2017
Lodos estabilizados	Muestreos compuestos, anuales (provenientes de los lechos de secado)	Perfil de profundidad	Analista – Laboratorio Gerencia Ambiental	NTON 11-044-14
Atmósfera	Inspección visual de todos los equipos y verificación con el sentido del olfato (en los sitios UASB, Sistema de Lagunas y Lechos de Secado)	Percepción de malos olores	Gerencia Ambiental Operador de la PTAR	Recepción de quejas y Sugerencias de la población

- ✓ Supervisión constante a las pequeñas, medianas y grandes industrias, de las descargas de aguas residuales y llevar un registro de los nuevos usuarios e inspeccionar el tipo de sistema preliminar a la descarga al Alcantarillado Sanitario.

Se deberá garantizar lo siguiente:

- Ningún nuevo usuario del servicio de alcantarillado sanitario podrá descargar sus aguas residuales a la red de alcantarillado, mientras no haya adecuado las instalaciones e implantado los procedimientos para la prevención de las descargas accidentales.
- Es importante mencionar que para lograr una exitosa operación del sistema, es necesaria la participación de la Alcaldía Municipal, y de los beneficiarios inmediatos (población en general), dado que al tratarse de un proyecto de gran envergadura, el cumplimiento de las medidas ambientales y de lo que mandatan las Leyes y Reglamentos, se pretende articularlo con el desarrollo municipal.

✓ Llevar a cabo el Plan de Mantenimiento propuesto en el presente estudio.

- Se tomarán todas las medidas necesarias para que las descargas de los sistemas de alcantarillados sanitarios cumplan las normas de vertidos establecidas por el Decreto 21-2017.
- El mantenimiento será responsabilidad de ENACAL, la que se compromete en mantener todo el sistema de saneamiento opere de manera segura y de manera óptima y que el valor del activo se conserve. Evidentemente, resulta necesaria la aplicación de acciones correctivas y mecanismos de mantenimiento y control propuestos, que permitan mejorar las condiciones,

funcionamiento de la maquinaria, infraestructura y procesos biológicos, para prevenir y reducir la contaminación que se pudiera estar generando en los factores bióticos y abióticos.

- ✓ ENACAL mantendrá participación y comunicación constante con los actores locales, siendo responsables de brindar capacitaciones al personal laboral, brindar charlas a los beneficiarios del proyecto de manera que se garantice un adecuado tiempo de vida útil del proyecto, además, brindará asistencia técnica
  - Se fomentará la consolidación de sinergias interinstitucionales entre entidades de carácter público y privado mediante la gestión pública local y mecanismos de participación efectiva de los actores locales.

Indicar bajo qué figura de personería jurídica se operará el sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento con sus obras conexas

ENACAL fue creada a través del Decreto 27-95, publicado en La Gaceta No 118 del 26 de junio 1995, y por la Ley No. 276 "Ley de Creación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), publicada en La Gaceta No. 12 del 20 de enero de 1998, es la entidad pública que debe implementar la política de aguas para el consumo humano y el alcantarillado sanitario, el uso eficiente y racional de las fuentes de agua subterráneas y superficiales, destinadas al agua potable que beneficiarán a la sociedad en su conjunto.

La Empresa ENACAL tiene como objetivo principal, del servicio de Alcantarillado Sanitario que incluye los procesos de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales. Conforme al artículo 2 de su Ley Creadora, ENACAL debe tomar las medidas necesarias para que las descargas de los sistemas de alcantarillados sanitarios cumplan las normas de vertido establecidas por la Ley.

b. Actividades de Operación y Mantenimiento que se les dará a cada una de las obras y equipos del proyecto

~ Actividades de O&M, Frecuencias de Operación y Mantenimiento preventivo y correctivo

Las principales actividades en la etapa de operación:

Tabla 9-4: Actividades de operación y mantenimiento para las obras y equipos

Componentes	Principales Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Operación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales y las EBARs	Controlar la velocidad de paso en el desarenador, en la medida de lo posible se debe regular la velocidad de paso cerca de 0.30 m/s para lograr separar gran cantidad de arena sin permitir la deposición de materia orgánica.	Diario
	Registrar diariamente tres mediciones de los caudales (inicio, a la mitad y final de la jornada) y una vez al mes se debe registrar el caudal por 24 horas, lo que se debe coordinar con el jefe.	Diariamente tres mediciones
	Llevar un registro diario de los caudales para determinar las cargas orgánicas y el tiempo de detención hidráulica, y como resultado final, la eficiencia del sistema de tratamiento y su capacidad.	Diario
	Mantener limpio de acumulación de residuos en los canales, tuberías de aguas residuales y unidades de tratamiento, para asegurar el funcionamiento de éstas, de manera que se evite la obstrucción por basura, algas, resto de grasas, etc.	Una vez cada quince días
	Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos electromecánicos de las EBAR	Cuando amerite
	Mantenimiento y operación de tuberías y bombas	Semanal
Tratamiento y	El lodo acumulado en las lagunas será retirado mediante balsas flotantes.	Una vez al año

Componentes	Principales Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
disposición de lodos	Durante la puesta en marcha del reactor anaerobio, se dejará que se acumule el lodo en el reactor, hasta que la materia sólida salga por el afluente del reactor.	Puesta en marcha de la PTAR
	Se deberá remover diariamente el lodo en exceso, a fin de evitar que éste sea transportado hacia las lagunas facultativas.	Diario
	Debido a que el lodo estará lo suficientemente estabilizado como para evacuarlo directamente hacia los lechos de secado, sin un tratamiento adicional. El lodo en exceso deberá ser evacuado de la parte superior del reactor, donde la alfombra de lodo está aún mejor estabilizado.	Cuando amerite
	El lodo estabilizado todavía contiene mucha humedad al momento de la evacuación del reactor anaeróbico y tiene una constitución líquida, por lo que deberá ser depositado en los lechos a una altura de 40 cm sobre la losa de drenaje.	Cuando amerite
	Los lodos provenientes de los lechos de secado se pueden depositar en un lugar dispuesto para relleno o se pueden depositar como fertilizante en el campo.	Cuando se amerite
	Se propone realizar un análisis del lodo para determinar las opciones de rehúso deposición	Una vez al año
Vertido de aguas residuales tratadas	Monitoreo de la calidad del efluente trimestralmente en cumplimiento al Decreto 21-2017	Trimestral
	Cumplir con los rangos establecidos de remoción de vertidos en el Decreto 21-2017 y de la NTON 05 027-05.	Permanente
	Se propone que los muestreos se realicen en la entrada y salida del STAR con el propósito de conocer la eficiencia de remoción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Los parámetros a analizar deberán cumplir con el Decreto 21-2017.	Trimestral
	Cuando se llegase a identificar alguna industria vertiendo sin tratamiento sus efluentes al alcantarillado, ENACAL en conjunto con las entidades reguladoras deberán tomar las medidas pertinentes.	Cuando se amerite
Actividades para los componentes en general	Cumplir con los planes preventivos de mantenimiento de equipos electromecánicos, medidas de seguridad para la manipulación de sustancias toxicas, etc.	Permanente
	Mantenimiento de zonas verdes, cerco y edificios	Mensual
	Limpieza de techos y canales	Semestral
	Mantenimiento de cercas	Anual
	Vigilancia durante la noche	Diario
	Calendarización del programa de Operación y Mantenimiento	Semanal
	Elaboración del programa de turnos de personal	Semanal
	Elaboración de inventarios y adquisición de materiales	Mensual
	Formación y/o capacitación del personal	Semestral
	- Elaboración de informes de cumplimiento de las medidas ambientales propuestas	Mensual

Fuente: Treminio, J. (2019)

Obras de disposición final del efluente

Canal de Salida

El efluente de las lagunas de maduración es recogido por la tubería de salida que conduce el agua al canal de salida, donde se ubica un medidor Parshall. El medidor tiene la doble función de permitir el control del caudal a la salida de la PTAR y como lugar para la toma de muestras del agua residual tratada.

El medidor Parshall estará equipado con una escala visual para medida directa del caudal instantáneo. La medición será manual y presencial. La finalidad de dicha medición será la evaluación de la diferencia entre el caudal de entrada a la PTAR y el caudal de salida, la cual podrá ser indicativa del grado de evaporación de agua en las lagunas, así como de posibles infiltraciones en las mismas en caso de desperfectos.

El canal de salida tiene unas dimensiones de 14.95 m de longitud, 1.45 m de anchura y una profundidad de 2.55 m. El canal finaliza en una caja (tras el canal Parshall) de dimensiones interiores 1.50 x 1.50 m.

Obra de Salida

La obra de salida es el último componente de la PTAR. La obra consistirá en 3 secciones verticales de muros de concreto armado, de 2.45 m de altura. Las 2 secciones laterales están colocadas en un ángulo de 45° respecto al tramo central. A la estructura de la obra de salida llegan 2 tuberías: la tubería DN 600 PVC F-949 proveniente del Canal de Salida que transporta el efluente tratado de la PTAR y la tubería DN 750 PVC F-949, la cual transportará las aguas de lluvia recogidas en el terreno de la PTAR. Ambas tuberías desembocarán a través de la sección central sobre un canal de concreto ciclópeo de sección trapezoidal, con pendiente de 0.70%, el cual tiene una longitud de unos 45 m hasta el cauce del río de Oro, donde se verterá el agua, con un desnivel total de 0.35 m.

La obra de salida se ubicará en el lado Este de la Calle Carlota, la cual discurre desde el Norte del lote de la PTAR en dirección Norte hacia el Barrio Carlota, cruzando el río de Oro sobre una caja puente. La obra de salida se encuentra al sur del cauce del río, a unos 40-45 m del mismo.

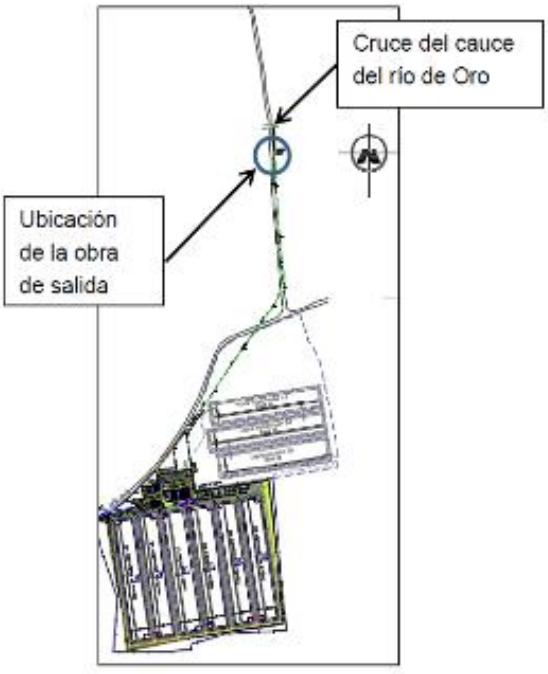


Figura 9-4: Obra de Salida

Unidades de tratamiento de lodos: Lechos de Secado

El lodo proveniente de las estaciones de bombeo EB 3.1 y EB 3.2 llegarán a los lechos de secado a través una tubería de impulsión DN 100 en HFD.

Las unidades de secado se llenan independientemente por medio de válvulas, el lodo sale a los lechos a una altura de 40 cm sobre la losa de drenaje. El lodo estabilizado todavía contiene mucha humedad al momento de la evacuación del reactor anaeróbico y tiene una constitución líquida. Sin embargo, es fácil de secar y no emite malos olores. El agua de infiltración del lecho fluye desde los lechos hasta la estación de bombeo EB4, esta agua será bombeada de vuelta al CD1, para su tratamiento posterior a través de los reactores UASB.

Los lodos provenientes de los lechos de secado se podrán depositar en un lugar dispuesto para relleno o se pueden depositar como fertilizante en el campo. Debe tenerse en cuenta que la digestión de lodos es suficiente para su estabilización orgánica, sin embargo no es suficiente para producir una buena calidad higiénica. Se propone realizar un análisis del lodo para determinar las opciones de rehúso o deposición. El lodo proveniente de las lagunas de maduración será extraído con balsas transportables, equipados de dispositivos de agitación y aspiración de los lodos. Los lodos serán bombeados o sobre

los lechos de secado o a contenedores intermedios donde permanecerán hasta su bombeo y transporte posterior.

Equipos de suministro eléctrico

Se han considerado dos fuentes independientes de suministro de energía, una mediante la red pública de la Empresa Distribuidora y la otra mediante un Generador de Energía dentro del predio de la Estación de Bombeo, dicho generador será utilizado en casos de fallas de energía. Cabe destacar que no se han previsto instalaciones adicionales de alta potencia eléctrica. Por lo tanto, se estima suficiente una conexión a la red pública. La energía eléctrica será requerida básicamente para el funcionamiento de la estación de bombeo, las rejillas automáticas, la bomba de lodo y el alumbrado de las instalaciones y parte del terreno alrededor de las mismas.

Es importante mencionar que todos los materiales, equipos y mano de obra cumplirán con las normas del Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN-1996), aprobado por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE), Normas del American National Standard Institute (ANSI), Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), National Electrical Manufacturers Association (NEMA) y el National Electrical Code, (NEC); todos en su última edición.

Calles o accesos

Durante la etapa de operación, cuando se llegasen a presentar situaciones de emergencia o bien actividades correctivas por obstrucciones en las tuberías ubicadas en las aceras y calles, se requerirá de la participación de una o varias cuadrillas compuestas de tres o cuatro personas cada una. Sin embargo, se advierte que al igual que durante la etapa constructiva, ENACAL asegurará la restauración de las áreas disturbadas y buscará devolver dichas áreas a una condición lo más parecida a su condición original. En aquellos casos que los problemas por obstrucciones sean mayores, y ameriten de romper determinada área de las calles, camino o carreteras, preferiblemente, ENACAL deberá coordinarse con la municipalidad y garantizar lo más pronto posible se realicen los trabajos de reparación y/o pavimentación de calles, a fin de evitar que causen daños a las mismas tuberías de alcantarillado, y que puedan llegar a provocar derrames de aguas negras. Tal como se mencionó, las áreas de proyecto del sistema AS se proyectarán en las calles con existente cobertura de AP siempre que existan las condiciones técnicas mínimas que se presten para el diseño de estas áreas.

~ **Presentar Manual de Operación y Mantenimiento**

Ver Anexo 6: Manual de Operación y Mantenimiento

c. Presenta el Flujograma de las Actividades de Operación y Mantenimiento de todas las obras y equipos de cada uno de los componentes del proyecto

La PTAR de Rivas se ubica al sureste de la ciudad y tiene como objeto el tratamiento de las aguas residuales recogidas en la red de alcantarillado. El proceso de tratamiento previsto para la PTAR consta de un pre tratamiento mecánico mediante desarenador y tamices finos. Posteriormente el agua residual es tratada mediante procesos biológicos anaerobios (reactores UASB) y aerobios (lagunas

facultativas). Finalmente, las lagunas de maduración contribuyen a la eliminación de patógenos y el agua tratada será vertida al Río Oro.

La PTAR ha sido diseñada para ser implementada en 2 fases. En una primera fase, cuyo horizonte de diseño es el año 2029, el caudal promedio previsto para la PTAR es de 64.2 l/s. La ampliación de la PTAR consistirá en el equipamiento un cuarto módulo de los reactores UASB (módulo 2-2), la construcción de una nueva laguna facultativa (3.1) y dos nuevas lagunas de maduración (3.2 y 3.3).

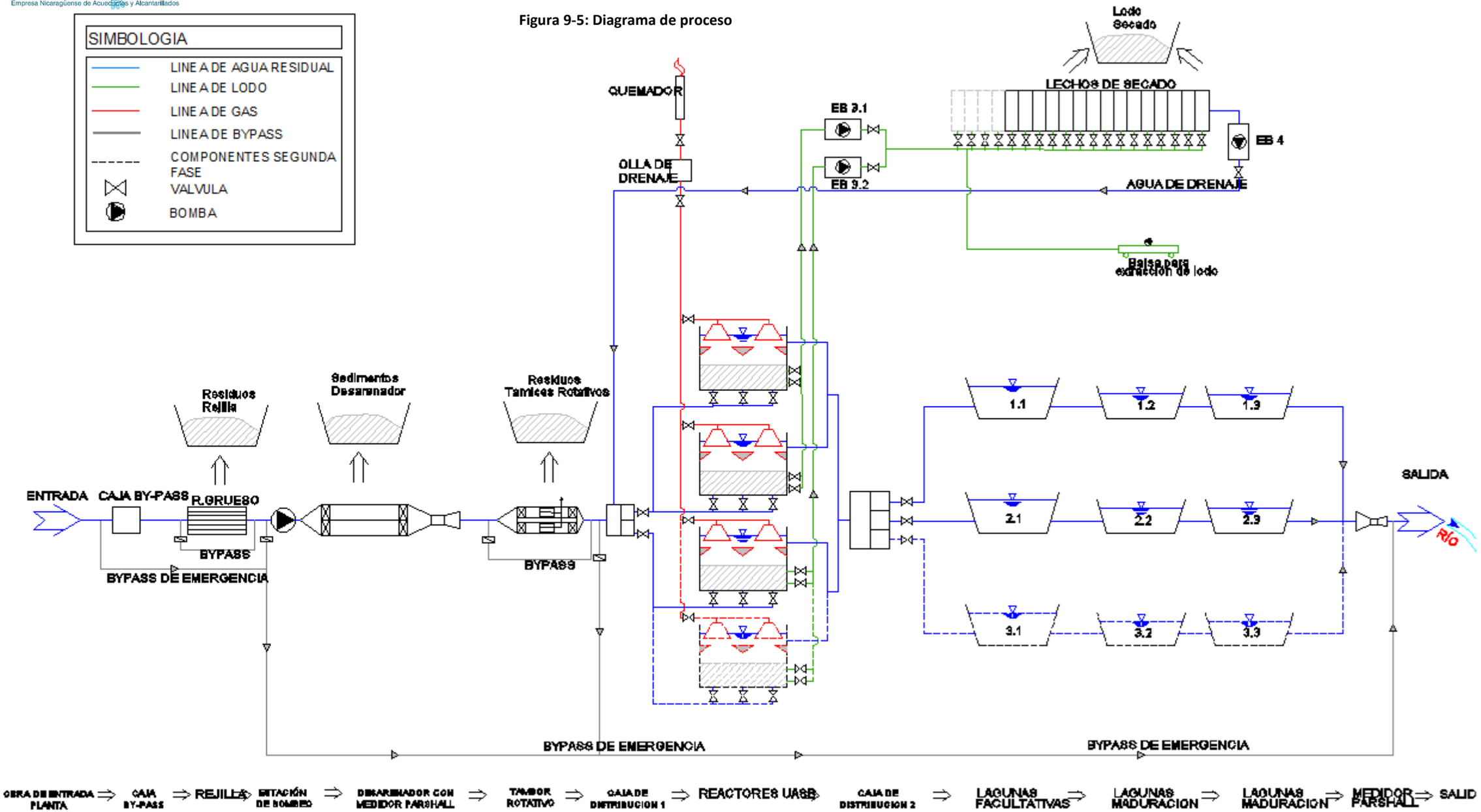
Esta segunda fase tiene un horizonte de diseño al año 2039 y está dimensionada para un caudal total promedio de 85.6 l/s. La PTAR ha sido diseñada considerando los límites de vertimiento para PTAR vigentes, los cuales han sido actualizados en el nuevo Decreto 21-2017. En particular, el límite máximo permitido para los Coliformes ha sido reducido, con lo que el nivel de tratamiento requerido para cumplir con dicho valor es ahora más exigente que antes. La PTAR cumple a cabalidad con los límites establecidos en el mencionado Decreto.

Considerando la utilización de sistemas sencillos de tratamiento, de bajos costos operativos y conocidos y utilizados por el ENACAL (UASB, Filtros Percoladores y Sistemas lagunares o la combinación de estos), se consideró la utilización de un sistema convencional de:

1. Pre tratamiento (Rejilla gruesa automática, Desarenador, medidor Parshall, Tamiz);
2. Sistema de reactores UASB (remoción principal de materia orgánica y digestión de lodos);
3. Sistema de lagunas facultativas y de maduración (remoción materia orgánica y remoción de Coliformes fecales);
4. Lechos de Secado de lodos.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo del proceso.

Figura 9-5: Diagrama de proceso



d. Manejo de Lodos generados de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

~ Manejo de lodos generados

El manejo que se les brinde a los lodos tendrá una especial importancia para su aprovechamiento o disposición final con el fin de evitar o reducir los efectos contaminantes al medio ambiente. A continuación se describe el proceso para la remoción de los lodos:

La remoción de lodo se llevará a cabo en ciertos intervalos intermitentes, que serán más largos con una carga afluente baja y más cortos con una carga afluente alta. El lodo será removido a través de una válvula al lado del reactor a nivel del manto de lodo. El lodo fluirá a un cárcamo desde donde será bombeado hacía los lechos de secado. El sistema de biogás estará equipado con todos los componentes que aseguren un quemado seguro y efectivo del mismo.

Una vez que lodos ya han sido estabilizados y deshidratados en los lechos de secado, en principio, el sitio de disposición final será en el relleno sanitario municipal, previa tramitación de los respectivos permisos de manejo y disposición ante la Municipalidad. Así mismo, como parte de la disposición final de los lodos deshidratados, se propone que éstos sean dispuestos como abono o fertilizante, ya que son lodos estabilizados y no contienen malos olores ni microorganismos patógenos, por lo que no se constituyen como residuos peligrosos. Estos lodos generalmente son aplicados en suelos agrícolas; forestales y suelos erosionados, lo que permanece como una opción de aprovechamiento en la zona, previo exámenes en dependencia del uso que se considere adoptar.

~ Volúmenes estimados a generarse

Las cantidades de lodo producidas a través del proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9-5: Volumen estimado a generarse de lodo crudo y seco
Fuente: Memoria Técnica PTAR Rivas. PISASH - ENACAL

Origen de Lodo	2029	
	Kg SS/a	m^3/a
Lodo Crudo		
Lodo producido en reactor anaeróbico	166,712	4,763
Lodo producido en las lagunas (facultativas y maduración)	74,505	1,296
Producción total de Lodo en UASB+ Lagunas 1 y 2	241,218	6,059
Lodo Secado		
Cantidad total de lodo secado	345 to/a	276

~ Procesos de tratamiento y estabilización

o Tratamiento y Estabilización en el Sistema UASB

Durante la puesta en marcha del Reactor UASB se dejará que se acumule el lodo en el reactor, hasta que la materia sólida salga por el afluente del reactor. Después de la fase de puesta en marcha, se deberá remover diariamente el lodo en exceso, a fin de evitar que éste sea transportado hacia las lagunas facultativas.

Debido a que el tiempo de retención del lodo en los reactores anaeróbicos es alto, este lodo está lo *suficientemente estabilizado* como para evacuarlo directamente hacia los lechos de secado, sin un

tratamiento adicional. El lodo en exceso será evacuado de la parte superior del reactor, donde la alfombra de lodo está aún mejor estabilizado.

Para cada cámara del reactor anaeróbico habrá dos tuberías de evacuación del lodo de exceso, a través de las cuales se conduce el lodo de la parte inferior del reactor hacia un cárcamo de bombeo adyacente al reactor UASB (EB 3.1 y EB 3.2).

Las tuberías terminan en distintas profundidades del reactor, para dar al operador la posibilidad de adaptarse a las condiciones variables en el reactor.

- **Lechos de secado**

El lodo proveniente de las estaciones de bombeo EB 3.1 y EB 3.2 llegan a los lechos de secado a través una tubería de impulsión DN 100 en HFD.

El lodo estabilizado todavía contiene mucha humedad al momento de la evacuación del reactor anaeróbico y tiene una constitución líquida. Sin embargo, es fácil de secar y no emite malos olores.

Los lodos provenientes de los lechos de secado se pueden depositar en un lugar dispuesto para relleno o se pueden depositar como fertilizante en el campo. Sin embargo, se recomienda realizar una caracterización del mismo para asegurar una buena calidad higiénica.

~ **Composición**

Se espera que las concentraciones y composición de las aguas correspondan a cargas típicas domiciliares con las mismas características analizadas para el presente estudio por el Laboratorio Certificado (Ver Anexo 7: Análisis de Calidad de Agua) para mayor información de tipo de aguas a generarse.

Con base a lo anterior, se espera que el principal desecho sólido a generarse por el sistema de tratamiento de aguas residuales de la PTAR, corresponda a los lodos generados en el UASB y sistema de lagunas, los cuales se encuentran estabilizados.

Aunque no se cuenta con análisis de la calidad de lodos a generarse, con base a los resultados de Análisis de Calidad de Aguas Residuales Domésticas, se espera que los lodos de aguas residuales contengan alta concentración de materiales orgánicos y nutrientes tales como nitrógeno y fósforo y alto contenido de agua de 95% - 99 %.

Considerando que los lodos a generarse tendrán un alto contenido de agua, estos serán deshidratados en la planta de tratamiento, por medio de lechos de secado. Se espera que el lodo presente una estabilidad biológica y un contenido significativo de nutrientes que lo hará viable para su aprovechamiento como mejorador de la fertilidad del suelo, por lo que ENACAL facilita esta alternativa, quedando abierta y a entera disposición a las personas interesadas en el subproducto.

~ **Tipo de transporte a utilizar para el traslado**

Para transportar el material extraído por los tamices, se utilizará un transportador helicoidal sin eje central, ya que este sistema presenta considerables ventajas en comparación con dispositivos convencionales de transporte. Gracias a la espiral sin eje se evitarán aglomeraciones de materias fibrosas. Los residuos extraídos por el mecanismo de limpieza se descargarán directamente a un contenedor para luego ser transportados a un relleno sanitario.

El lodo proveniente de las lagunas de maduración será extraído con balsas transportables, equipados de dispositivos de agitación y aspiración de los lodos. Los lodos serán bombeados o sobre los lechos de secado o a contenedores intermedios donde permanecerán hasta su bombeo y transporte posterior, dicho transporte será utilizado exclusivamente para esta actividad.

~ **Medidas de seguridad**

· Los trabajadores recibirán charlas para conocer el Reglamento Interno de Seguridad e Higiene Laboral de ENACAL.
· Se capacitará al personal laboral en temas ambientales, de seguridad industrial y salud, incluidos la prevención de accidentes, prácticas seguras, uso de equipos de protección personal, primeros auxilios y el mantenimiento de equipos y facilidades.
· Todos los trabajadores contarán con equipos de protección personal, como mínimo, contarán con botas de seguridad, lentes de seguridad, guantes y ropa de trabajo.
· Se registrarán los eventos ambientales significativos, incluyendo datos de monitoreo, accidentes ambientales e incidentes ambientales en casos que llegaran a ocurrir, así mismo, se registrarán los datos de seguridad industrial y salud ocupacional como, enfermedades ocupacionales, entre otros que sean catalogados como emergencias.
· Se sensibilizará a los trabajadores con la colocación de señales referidas al uso obligatorio de los equipos de protección personal.
· Estará prohibido el ingreso de personas ajenas al área del proyecto sin el debido permiso de ENACAL.

~ **Calidad esperada del lodo estabilizado**

Los lodos que se generen en la PTAR y que pueden ser aprovechados para usarse en la agricultura y/o como mejoradores de suelo, estarán regulados por la NTON 11 044-14 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense sobre requisitos y niveles máximos permisibles de biosólidos para uso en la producción agropecuaria y forestal, es decir que ENACAL desarrollará un muestreo anual de los lodos generados, y utilizará las siguientes referencias para caracterizar y justificar la clasificación de lodos no peligrosos:

Contaminante	Concentraciones Máximas (mg/kg) en base de peso seco
Arsénico	75
Cadmio	85
Cromo total	3,000
Cobre	4,300
Plomo	840
Mercurio	57
Níquel	420
Zinc	7,500
Molibdeno	75
Selenio	100

Tabla 9-6: Límites máximos permisibles de metales en biosólidos
Fuente: NTON 11 044-14

Límites máximos permisibles de concentraciones microbiológicos

Tabla 9-7: Límites máximos permisibles de metales en biosólidos

Microoganismo	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Coliformes fecales NMP/gr en base de peso seco	Nmp/gr.	<1000
Salmonella sp NMP/gr en base de peso seco	UFC/25gr.	<3
Huevos de Helmintos/gr en base de peso seco	u/30gr.	<10

Fuente: NTON 11 044-14

Se espera que los lodos generados, tratados y estabilizados en la Planta de Tratamiento estén bajo los rangos máximos permisibles establecidos en las NTON 11 044-14.

e. Manejo de Biogás del Sistema

Volúmenes a manejar y sistema para uso o eliminación

El biogás producido en el interior de los reactores UASB asciende hacia la parte superior.

Se espera una producción de biogás de 0.012 m^3 gas/hab/d para una población total servida de 25,375 y 33,833 para la fase 1 y fase 2 respectivamente. Por lo tanto, la cantidad de biogás producido será de 304 m^3/d en la fase 1 y 406 m^3/d en la fase 2.
Con unos deflectores degasificadores en esta zona (reactor) se separa el gas adherido a las partículas de lodo, el cual vuelve a sedimentar y ser absorbido por el manto de lodos, mientras que el biogás continua subiendo hasta llegar a los colectores de gas. Estos colectores están conectados con un sistema de tuberías que lleva el biogás hasta el quemador, donde será quemado con seguridad. Por el sistema empleado, no existe la posibilidad que el biogás pueda escapar al aire libre. Por lo tanto, no hay ningún peligro de emisiones de mal olor.

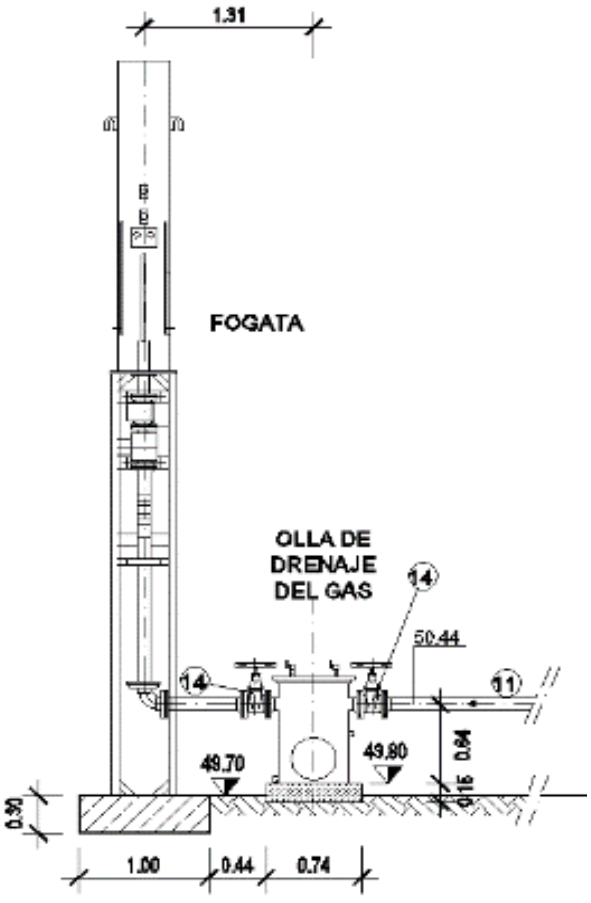


Figura 9-6: Antorcha para Quema de Biogás

El sistema de biogás estará equipado con todos los componentes que aseguren un quemado seguro y efectivo del mismo:

- Olla de drenaje para tratamiento de biogás
- Pilotos de control de ignición
- Válvula anti-retorno de llama
- Válvula de purgas/seguridad
- Manómetro de presión diferencial

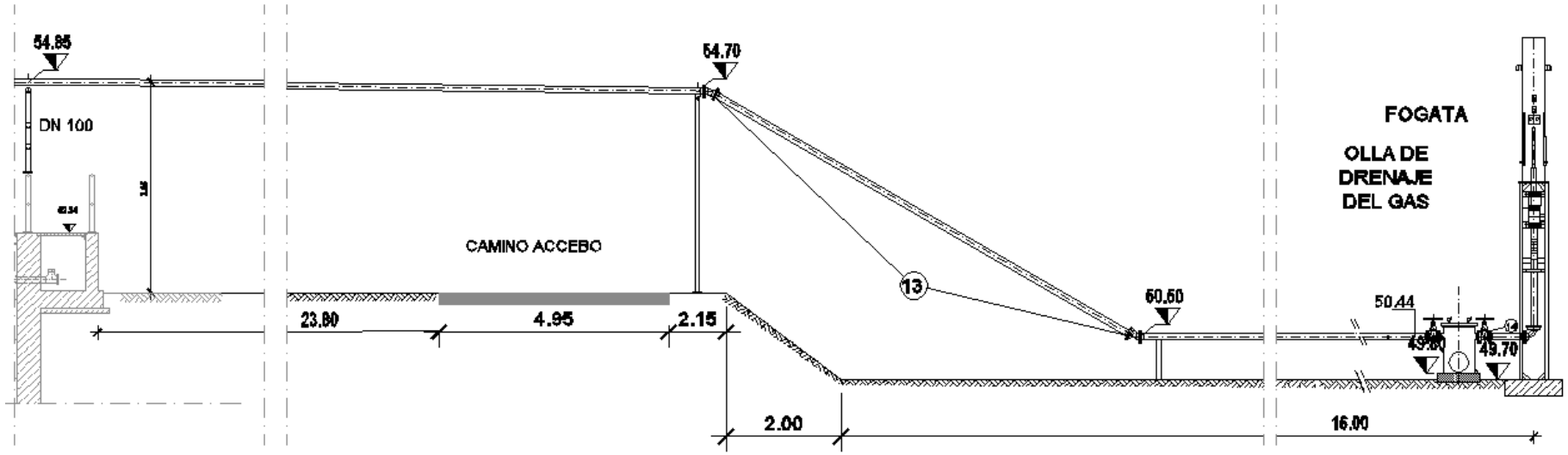


Figura 9-7: Área de Quema de Biogás

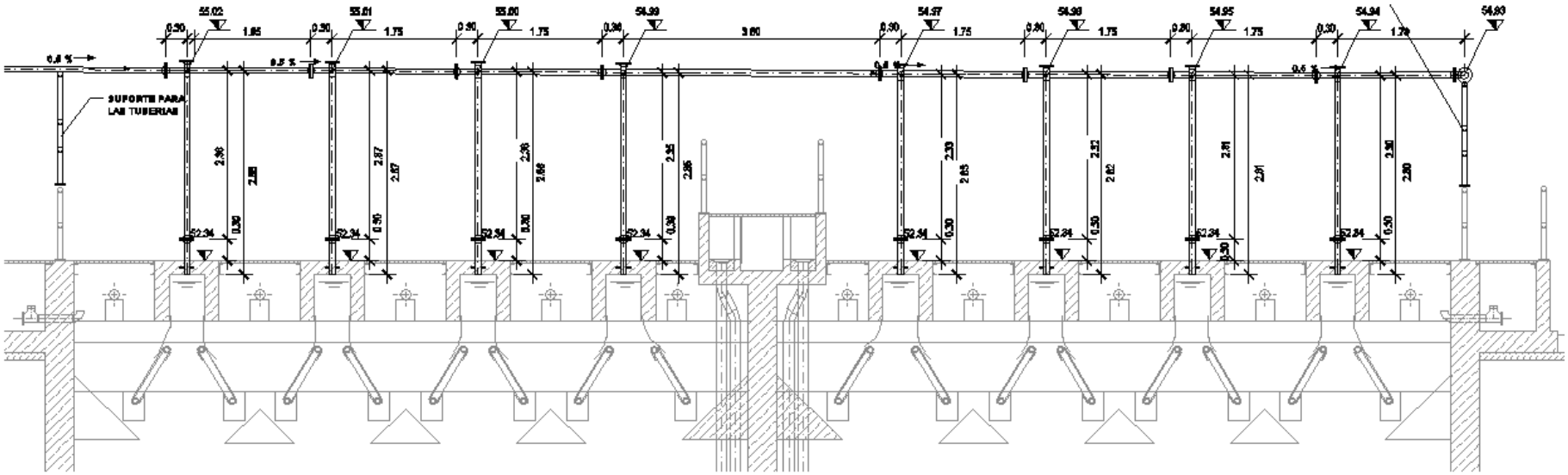


Figura 9-8: Sistema de Extracción de Gas en UASB

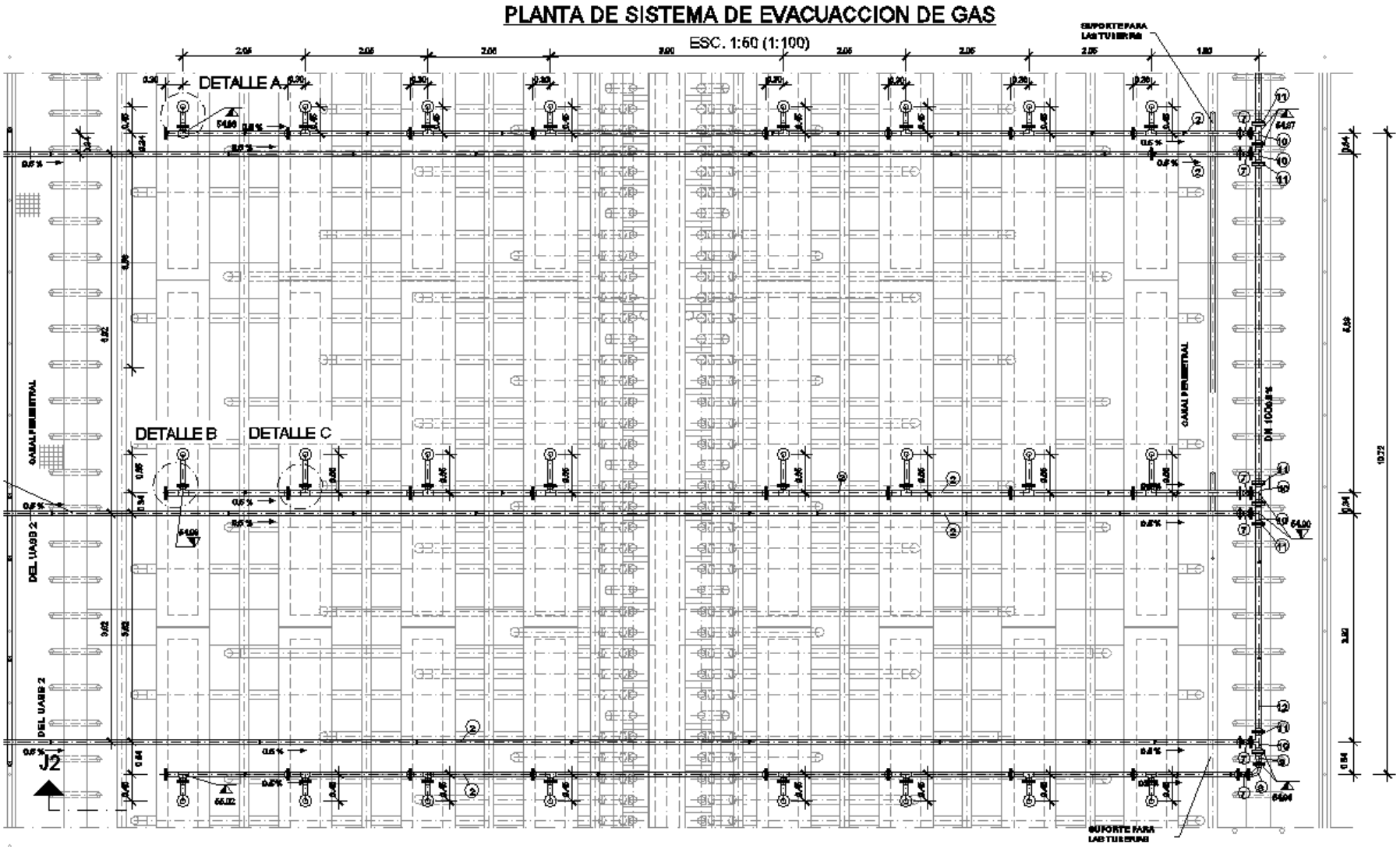


Figura 9-9: Sistema de Evacuación del Biogás

f. Indicar los insumos a utilizar en esta etapa

~ Tipos de equipos e insumos

Equipos de Protección Personal

El recurso más importante para garantizar la operatividad exitosa del proyecto y para responder a posibles contingencias es el personal laboral, por tal razón, es imperativo proporcionarles el equipo de protección personal (EPP) apropiado para cumplir su misión, y además satisfacer las necesidades de capacitación, información.

Equipo de protección personal EPP (Mascarilla con filtro, guantes de polietileno, guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos lentes de seguridad, botas de seguridad contra riesgos mecánicos, botas de hule, ropa impermeable al agua para tiempo lluvioso, entre otros); Botiquín de primeros auxilios (Gasas, vendas, algodón, analgésicos y sedantes, Agua oxigenada, alcohol y agua esterilizada, Ungüentos y pomadas rehidratantes para quemaduras); Extinguidores. Además, es importante considerar que habiendo realizado el análisis de riesgos, El Proyecto también velará por la existencia de equipos de comunicación interna y externa para casos de emergencia (Radio y celular); Material absorbente para casos de accidentes por derrames de combustibles almacenados para el funcionamiento de la planta de emergencia.

Equipos para mantenimientos en el Sistema de Redes y PVS:

Se deberá considerar un equipo hidroneumático “vactor” para eliminar obstrucciones, para la limpieza y reparación de ramales y colectores principales, limpieza y reparación de pozos de visita, que excedan la capacidad local de mantenimiento. Para aquellos donde se tenga que brindar mantenimientos correctivos en los sistemas de redes, es recomendable un camión debidamente acondicionado para el transporte de arena, piedra, ladrillos, cemento, un tanque pequeño de agua y las herramientas necesarias.

Herramientas para mantenimientos en el Sistema de Redes y PVS:

La oficina de mantenimiento estará debidamente dotada de las herramientas necesarias para la limpieza de los PVS, cajas de registro y tuberías PVC. Entre las herramientas básicas con que deberá contar el personal de mantenimiento se mencionan: Llaves de acoplamiento, Palancas, Puntas de lanza, Acoples para repuesto, Pala cuadrada, Balde, Piocha, Lámpara de carburo, Rastrillo de gancho grande, Focos de mano, Barra de uña, Machete, Escalera de aluminio, entre otros.

~ Fuente, calidad y demanda del recurso de agua

Durante las actividades operativas del proyecto se espera tener el suministro de agua proveniente de los pozos existentes y administrados por ENACAL que se ubican dentro de la ciudad. Así mismo, como parte del control interno y como una medida para regular el consumo del recurso agua, se llevará el control del consumo diario con el objetivo de monitorear la demanda de agua, que permitirá identificar fácilmente soluciones de ahorro y/o mantenimientos correctivos en caso de fugas del mismo, ante esto,

el Proyecto garantizará como parte de su Plan de Mantenimiento, mantenimientos a los equipos para evitar pérdidas innecesarias de agua. El agua potable para consumo interno, será conducida a través de tuberías y su uso será para cubrir todas las actividades diarias del proyecto, incluyendo riego para las instalaciones. Se estima un consumo de agua de 0.7 m^3/semana ≈ 2.8 m^3/mes considerando una dotación de 5L/d para un aproximado de 20 trabajadores. Para efectos de suspensión del servicio por mantenimiento del sistema, se dispondrá de un tanque plástico para mantener reservas del vital líquido, la capacidad de este depósito será preferiblemente de 1m^3.

~ Fuente y Demanda de Energía

El servicio de energía eléctrica en Rivas es administrado por UNION FENOSA, con sede en Rivas. Es alimentada por la Subestación Rivas, contando con 7 circuitos distribución, 5 en Rivas y 2 en la Isla de Ometepe. Se estima que el circuito está compuesto por 110 km de red de media tensión (línea primaria o red de distribución), con 250 centros de transformación, 50 de éstos son trifásicos (3 transformadores), el resto son monofásicos (1 transformador). Cuenta con un total de 1,004 luminarias públicas. Están registradas 3,550 conexiones domiciliares urbanas y rurales, para una cobertura del 95% del área toral.

○ Demanda de energía en la etapa de Operación - *PTAR*

La factibilidad y alcance de obras para la alimentación eléctrica de línea de media tensión para la PTAR Rivas, son óptimas ya que del punto de entronque que se escogió para la construcción de la PTAR, pasa la línea de media tensión primaria en todo la PTAR, por lo que se hará conversión de línea primaria monofásica 14.4 kv 2 hilos a línea primaria trifásica 14.4/24.9 kv para alimentar banco de transformadores 3x37.5kva 14.4/24.9 en el primario y 240/480voltios en el secundario. Los cálculos abarcaron el diseño del transformador para acometer la carga principal proyectada en esta PTAR consistente en veinte y dos (22) equipos trifásicos 480v 60HZ.

1-2HP 240V 60HZ Rejilla de grueso, alimentado del centro control motores 2 (CCM2).
1-2.5HP 240V 60HZ Desarenador, alimentado del centro control motores 3 (CCM3).
1-1.5HP 240V 60HZ Clasificador de arena, alimentado del centro control motores 4 (CCM4).
2-1.5HP 240V 60HZ (1+1) Tamiz rotativo, alimentado del centro control motores 5 (CCM5).
1-3HP 240V 60HZ Bomba sumergible, alimentado del centro control motores 6 (CCM6.1).
1-3HP 240V 60HZ Bomba sumergible, alimentado del centro control motores 6 (CCM6.2).
1-2.5HP 240V 60HZ Bomba sumergible EB3, alimentado del centro control motores 8(CCM8)
1-5HP 240V 60HZ Bomba del pozo (abastecimiento cisterna), alimentado del centro control motores 9(CCM9.1).
1-7.5HP 240V 60HZ Bomba agua hidroneumático (sistema de presión constante), alimentado del centro control motores 9(CCM9.1).
1-7.5HP 240V 60HZ Bomba agua control hidroneumático (sistema de presión constante), alimentado del centro control motores 9(CCM9.2).
Equipos alimentado del centro control motores 1(CCM1)
4-15HP 60hz (3+1) Todos los centros de control de motores del 1 al 9 derivan del centro control de motores 1.

Más la carga secundaria de iluminación y tomacorrientes en el interior de la caseta de controles eléctricos y la carga de iluminación exterior del predio donde se ubicará la PTAR. También se consideró dentro del cálculo los dispositivos de protección y los calibres y canalizaciones de conductores eléctricos

adecuados para la acometida principal y para cada uno de los circuitos ramales de la carga proyectada. Se ha previsto la instalación de una planta de emergencia de 135kw Diésel 480v trifásico, como una protección de respaldo de energía cuando se presente una interrupción de la misma para toda la planta de tratamiento.

Las unidades de bombeo serán instaladas totalmente independientes cada una de las otras, para asegurar una efectiva protección de reserva. Los circuitos de control para cada bomba se han considerado también totalmente aislados e independientes, de tal manera que la falla de cualquier dispositivo individual, o el disparo de cualquier dispositivo de protección individual interrumpa únicamente el funcionamiento de la unidad de bombeo afectada.

La alimentación eléctrica en baja tensión para la PTAR será proporcionada por medio de un banco de transformadores trifásico de 3xs37.5 KVA, con niveles de voltaje en el primario de 14.4/724.9kv y en el secundario 240/480V, montados en poste de concreto de 40' 500dAN y que serán alimentados mediante una línea trifásica, para alimentar la carga proyectada en la PTAR.

En la caseta, se emplearán luminarias fluorescentes a base de lámparas de 1x40W/120V, incandescentes de 100W/120V, tomacorrientes dobles polarizados 15 Amperios /120 V, la energía que se emplea para este fin proviene de una fuente de alimentación (transformador tipo poste) con voltaje 14.4/24.9kvkv en el primario y voltaje 240/480V ,60Hz, en el secundario.

Alumbrado exterior: En alumbrado exterior se emplearán luminarias tipo cobra de 150w /240v alto vapor de sodio (HPS), montaje en poste de concreto.

Distribución de fuerza: Será mediante cable con aislamiento THHN AWG 600V, para ambientes secos o húmedos a temperatura máxima en el conductor de 75°C.

Red de fuerza: Los elementos básicos que componen la red de fuerza en baja tensión son interconexión entre acometida eléctrica del transformador al panel principal por medio de cable THHN AWG 600v (acometida soterrada).

Red a Tierra: Los elementos básicos para protección de los equipos consisten en una red a tierra (malla de 4mtsx 4 m) que alimenta a la barra equipotencial ubicada en el centro control de motores alimentado con cable 2/0 desnudo. De la barra equipotencial se derivan a cada una de los equipos y su centro control de motores con cable 2/0,1/0 y No 2 desnudo.

- **Descripción de la instalación eléctrica EBAR**

Acometida eléctrica: La alimentación eléctrica en baja tensión para la estación de bombeo de aguas residuales será proporcionada por medio de un banco de transformadores trifásico de 45 KVA compuesto de tres transformadores monofásicos de 15 KVA formando un Banco de 3 x 15 KVA cada uno ,con niveles de voltaje en el primario de 14.4/24.9kv y en el secundario 240/480V, montados en poste de concreto y que serán alimentados mediante una línea trifásica de media tensión 14.4/24.9KV, para alimentar la carga proyectada en las estaciones EBAR RIVAS .

Alumbrado interior: En la caseta, se emplean luminarias fluorescentes a base de lámparas de 1x40W/120V, incandescentes de 100W/120V, reflectores de 150W/120V y tomacorrientes dobles polarizados 15Amperios/120V, la energía que se emplea para este fin proviene de una fuente de alimentación (transformador seco) con voltaje 480 V en el primario y voltaje 240/120V ,60Hz, en el secundario.

Alumbrado exterior: Se emplearán luminarias tipo cobra de 150w/240v alto vapor de sodio (HPS), montaje en poste de concreto.

Distribución de fuerza: Será mediante cable con aislamiento THHN AWG 600V, para ambientes secos o húmedos a temperatura máxima en el conductor de 75°C.

Red de fuerza: Los elementos básicos que la componen en baja tensión son interconexión entre acometida eléctrica del transformador al panel principal por medio de cable THHN AWG 600v (soterrada).

Selección de voltaje y cálculo eléctrico: Debido a que el sistema en voltaje 480v, presenta menores pérdidas eléctricas, así como menor caída de voltaje, será el voltaje de alimentación en baja tensión utilizada para la estación de bombeo. Las tablas y secciones a las que se hace referencia en el presente capítulo para los cálculos de los diferentes componentes del sistema corresponden a las contenidas dentro del *National Electric Code 2008.*

Cálculo de los circuitos derivados para las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales: La estación de bombeo está compuesta de la siguiente manera: EBAR RIVAS: Tres bombas de 10HP/3F/480V/60HZ, más la carga por iluminación exterior del predio, iluminación interior y tomacorrientes de la caseta de controles eléctricos. De acuerdo a Tabla 430.250 Corriente de plena carga de motores trifásicos de corriente alterna. NEC edición 2008. Los siguientes valores de corriente de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con tensión de 480v.

Motor de 10 HP (tres bombas, dos activas y una en reserva, para el cálculo se considerarán solo la cantidad de bombas activas)
Voltaje Trifásico: 480 Voltios
Frecuencia: 60 HZ.
Amperaje: 14 Amperios

Cálculo para dispositivo de protección principal más otras cargas: De acuerdo con la tabla 430.52. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado de acuerdo con los valores dados en tabla 430.52.

Interruptor Termo Magnético Principal IP: Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra de los circuitos ramales de motores deben cumplir lo establecido en las secciones 430.52 (B) y 430.52(C) o (D), según sea el caso. Para todos los motores, el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal del motor, deben ser capaz de

conducir la corriente de arranque del motor. De acuerdo con la tabla 430.52. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado de acuerdo con valores dados en tabla 430.52. La capacidad del interruptor Termo Magnético Principal para toda la carga que incluye los motores eléctricos más las otras cargas se calcula de la siguiente manera:

EBAR RIVAS: 10HP (2 motobombas activas más 1 en reserva)
IP = IPC (Motor Mayor) x 175% + IPC (del resto de la carga) + IPC (Futuro)
IP = Capacidad del interruptor Principal en Amperios.
IP = 14 Amp X 1.75 + (1 x 14 Amp) + 21 Amp (Carga del transformador seco 480-120/240v monofásico) + 2.6 Amp (polipasto motorizado)
IP =14 X 1.75 + 37.6 Amp
Ip =24.5 Amp + 34.6 Amp
Ip = 59.10 Amp

Se selecciona un interruptor Terma magnético Principal de 3x 70 Amp.

Cálculo del calibre del alimentador principal más otras cargas: Los conductores que alimentan un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no inferior al 125% del valor nominal de corriente de plena carga. Articulo 430.22 NEC edición 2008. Ipc = 1.25 x IPC (Motor Mayor) +∑IPC (Otras cargas) + IPC (Futuro); IPC = Capacidad del Alimentador en Amp. El calibre del conductor para la corriente calculada se busca en la tabla 310.16 NEC edición 2008 y se escoge el valor exacto o el inmediato superior por margen de seguridad. Para el calibre del conductor principal del banco de transformadores al panel principal será:

EBAR RIVAS (dos motobombas de 10 HP): Para el calibre del conductor principal del banco de transformadores al panel principal será:
IPC = 1.25 X 14 Amp x2 + 21 Amp (carga transformador seco 480-120/240v monofásico) + 2.6 Amp (polipasto motorizado)
IPC = 35 Amp + 23.60 Amp
IPC = 58.60 Amp

Se selecciona un conductor de acuerdo al interruptor principal 3x 70Amp, cable 3No6AWG + 1No6 AWG+1No 8 THHN AWG 600V, con capacidad en amperaje de 75 Amperios a 75°C. Los conductores que alimentan un solo motor usando en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no inferior al 125% del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en la sección 430.6 (A) (1) NEC edición 2008.

Cálculo para dispositivo de protección para circuito individual de motores

Interruptor Termo magnético para el circuito de cada motor: Todos los motores, el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito ramal del motor, deben ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado. Se calcula la capacidad del interruptor Termomagnético para protección de cada motor para toda la carga:

EBAR RIVAS (Dos motobombas de 10 HP)
IP = IPC (Motor Mayor) x 175%
IP = Capacidad del interruptor Principal en Amperios.
IP = 14 Amp X 1.75
Ip = 24.50 Amp

Se selecciona un interruptor Terma magnético de 3x 30Amp. Nota: Para el motor del Polipasto se selecciona interruptor Terma magnético de 3x 15Amp.

Cálculo del calibre del Alimentador para circuito individual de motores: Los conductores que alimentan un solo motor utilizado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no inferior al 125% del valor nominal de corriente de plena carga. Artículo 430.22 NEC edición 2008. Ipc = 1.25 x IPC (Motor Mayor); IPC = Capacidad del Alimentador en Amp. El calibre del conductor para la corriente calculada se busca en la tabla 310.16 NEC edición 2008 y se selecciona el valor exacto o el inmediato superior por margen de seguridad. Para el calibre del conductor principal del panel principal al panel de control y del panel de control a las bombas se procede de la siguiente manera:

EBAR RIVAS (Dos motobombas de 10 HP)
IPC = 1.25 X 14 Amp
IPC = 17.5 Amp
Se selecciona un conductor de acuerdo al interruptor principal 3x 30 Amp, pero para evitar mucha caída de tensión seleccionamos cable 3No10 + 1No10 +1No 10 THHN AWG 600V, con capacidad en amperaje de 40 Amperios a 75°C. Los conductores que alimentan un solo motor utilizado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no inferior al 125% del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en la sección 430.6 (A) (1) NEC edición 2008.

Cálculo del Banco de Transformadores

EBAR RIVAS (Dos motobombas de 10 HP) KVA Trifásico
∑I = (14 Amp X 2) + 2.6 (Carga del motor del polipasto)
I = 28 Amp + 2.6 Amp
I = 30.6 Amp
KVA = I x E x 1.73 /1000
KVA = 30.6 x 480 x 1.73 /1000
KVA = 25.41
Más los KVA Monofásico calculados el punto 4.7 nos da un total de: 25.41 + 8.06 = 33.47 KVA
Se selecciona un banco de transformadores: 3 x15kva 14.4/24.9kv 240/480v

Transformador seco para la estación EBAR

KVA Monofásico
KVA = (I X E) /1000
PCE (Control Eléctrico), este panel asume carga de la caseta de controles eléctricos y la iluminación exterior del predio. La carga del panel es de 16.80 Amperios por fase, sistema de voltaje 120/240v monofásico. KVA = 16.80 X 480 /1000; KVA = 8.06 KVA
Se selecciona un transformador seco 10kva 480-120/240v monofásico.

Caída de Voltaje de los Conductores: La aplicación de la fórmula nos dará caída de voltaje tomado como referencia el conductor propuesto., Amperaje demandado.

E% = (2 x 1.73 x L x I)/ (S x V)
I = Amperios
S =Área sección Transversal mm²
In = Corriente nominal
L = Distancia mts
V = Voltaje

Del Banco transformadores al panel Principal

EBAR RIVAS (Acometida Principal)

E% = (2 x 1.73 x 20 x 58.6) / (13.30 x 480)
S = 13.30 mm² para cable # 6 THHN AWG
L = 20mts
E% = 0.63
E% = 0.63 Por tanto el conductor es el adecuado. La caída de tensión permisible en un circuito derivado es del 3%, teniendo un global entre circuito alimentador y circuito derivado de 5%.

Del Panel Principal al Panel de Control y Panel de Control al Motor

EBAR RIVAS (Acometida a Motores de 10 HP)

S = 5.26 mm² para cable # 10 THHN AWG
L = 30mts
E% = 2 x 1.73 x 30 x 14 /(5.26 x 480)
E% = 2 x 1.73 x 30 x 14 /2524.8
E% = 0.58

Por tanto el conductor es el adecuado .La caída de tensión permisible en un circuito derivado es del 3%, teniendo un global entre circuito alimentador y circuito derivado de 5%.

~ **Consumo de Hidrocarburos y Aceites**

Consumo de Hidrocarburos y Aceites: Para el desarrollo de las actividades durante la etapa de operación del proyecto, será necesario emplear ciertos insumos que por sus características requerirán un manejo cuidadoso que permita controlar y minimizar los potenciales riesgos que estos presentan, ante esto, en el presente sub-acápite se mencionan ciertas particularidades que el proyecto considerará, no obstante, mayores detalles son mencionados en el Plan de Medidas Ambientales.

Tipo, Volúmenes y Uso: En la etapa de operación, la empresa de ENACAL almacenará únicamente 15 galones de diésel que podrá ser almacenado en tres bidones plásticos de 5 galones cada uno, para el abastecimiento del generador eléctrico que será utilizado exclusivamente para casos de emergencia por ausencia de energía eléctrica. Lo envases vacíos podrán ser reutilizados, y serán rellenados en las estaciones de servicio más cercana al sitio del proyecto. En caso que se llegase a identificar abolladuras o golpes en los recipientes, estos serán descartados para evitar accidentes como derrame de combustible al momento de su transporte o abastecimiento al generador eléctrico.

Tipo de recipientes para su almacenamiento: Los aceites se almacenarán en su recipiente de procedencia, preferiblemente de material hermético y seguro. Para el caso del hidrocarburo (diésel de la planta de emergencia), será almacenado en bidones plásticos. Para ambos recipientes, se advierte que antes de proceder a rellenar su contenido, se deberá revisar cada recipiente. Además, es importante mencionar que parte de las medidas a considerar para el almacenamiento de los recipientes conteniendo hidrocarburos, es que éstos deberán ser rotulados con su respectivo contenido y tipo de riesgo que representa.

Por otro lado, previo a la disposición final, los aceites usados se almacenarán en recipientes herméticos y seguros, también, los lubricantes se trasladarán en barriles metálicos herméticamente cerrados, y no se permitirá el uso de barriles que presenten averías. Una vez agotado el tiempo de vida útil de los recipientes ya sea de hidrocarburos y/o aceites, estos deberán ser entregados a una empresa especializada en el manejo de residuos sólidos peligrosos, o bien, ENACAL podrá comunicarle a Servicios Municipales, y evaluar la posibilidad de que éstos se encarguen del tratamiento final de dichos residuos peligrosos, se advierte que esta última acción de depositar en el Vertedero Municipal y/o espacio especial para este tipo de residuos, será posible únicamente con la autorización de la Alcaldía.

Formas de transporte y suministro interno: El transporte del hidrocarburo se realizará en recipiente herméticamente cerrado, en caso que el traslado sea en barriles o bidones, estos deben tener boquilla para el descargue posterior. Se comprará aceites y grasas solamente, cuando se realicen los cambios de aceite y grasa para las Estaciones de bombeo, y generador eléctrico, todo el subproducto será resguardado en recipiente hermético en el área de almacenamiento.

El suministro de combustible para los vehículos livianos se realizará por la estación de servicio más cercana al proyecto. Se propone comprar bidones de diésel con capacidad de 5 galones cada uno, o bien, según presentación disponible en el mercado, el volumen de diésel a comprar será únicamente el que abastezca la planta de emergencia previendo la ausencia de energía eléctrica.

9.3 Etapa de Cierre

a. Describir todas las actividades que se realizarán en la etapa de cierre (Plan de Cierre), ya sea temporal o definitivo

~ Plan de cierre durante la construcción

El plan de cierre o abandono deberá establecer las actividades necesarias para el retiro de las instalaciones que fueron construidas temporalmente durante la etapa de construcción. Para lo cual se deberá r0estaurar las áreas ocupadas por las obras provisionales, alcanzando en lo posible las condiciones originales del entorno y evitando la generación de nuevos problemas ambientales.

~ Objetivos

- Restaurar las áreas ocupadas por las obras provisionales.
- Alcanzar en lo posible las condiciones originales del entorno.
- Evitar la generación de nuevos problemas ambientales.

~ **Implementación**

El plan de cierre de la obra estará bajo la responsabilidad de profesionales de la empresa Contratista, bajo la Supervisión constante de ENACAL.

- **Cierre en la etapa de construcción**

· Los lugares de emplazamiento del campamento, deberán ser reacondicionados de acuerdo a su entorno.
· Los materiales reciclables podrán entregados a Empresas Autorizadas por la Autoridad competente, para su manejo y disposición final.
· El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc. Los residuos generados en la obra se dispondrán en el vertedero municipal previa autorización de la municipalidad.
· En caso de generarse residuos peligrosos deberán ser entregados a las Empresas Especializadas para su manejo y disposición final.

- **Proceso de abandono al finalizar la construcción**

El proceso de abandono al concluir la construcción es bastante simple, ya que se cuentan con instalaciones provisionales o temporales para uso de los contratistas. Los componentes del abandono en esta etapa comprenden:
· Las instalaciones utilizadas como oficinas administrativas
· El área de almacenamiento de equipos, materiales e insumos.
· El retiro de baños portátiles.
· Equipos y maquinarias pesada utilizada en la obra.
· Personal de obra.
· Residuos sólidos.

Luego de cada una de las labores específicas del abandono se retirarán los materiales obtenidos, de tal forma que en la superficie resultante no queden restos remanentes como materiales de construcción, maquinaria y productos químicos. Se separarán los residuos comunes de los peligrosos, donde estos últimos deberán gestionarse a través de los criterios establecidos en la Norma Técnica de Residuos Peligrosos y No Peligrosos.

- **Plan de cierre durante la etapa de operación**

El presente plan tiene como propósito establecer los lineamientos necesarios acerca de las medidas adecuadas para el cierre o abandono de las áreas de operación del proyecto. En estos se incorporan las medidas orientadas a restituir el ambiente en su estado original, en la medida que la factibilidad técnica lo permita. Los objetivos específicos del Plan son:

· Describir acciones de manejo ambiental para el cierre o abandono de actividades;
· Establecer acciones de recuperación física de las infraestructuras desarrolladas para el proyecto;
· Restablecer las condiciones naturales del área del proyecto.

Lineamientos necesarios para el cierre o abandono

Los lineamientos para el cierre o abandono de la Planta de Tratamiento y Sistema de Alcantarillado Sanitario se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9-8: Lineamientos para el cierre o abandono de la PTAR y RAS

Lineamientos	Medio de Verificación
Planificación ordenada del desmantelamiento	Registro fotográfico. Inventario y registro de horas de funcionamiento de maquinarias y equipos. Registro del volumen de desechos generados. Número de veces al día que se realiza el riego. Suelo reconformado Programación del desmontaje de las maquinarias, el retiro de las estructuras y equipos, la demolición y remoción de las obras civiles.
Desconexión del abastecimiento de energía eléctrica a la PTAR y Estaciones de Bombeo	
Limpieza de desechos y disposición de los mismos en sitios previamente acordados con la Alcaldía Municipal de Rivas	
Separación de los elementos que pueden ser sujetos a reuso o reciclables de los desechos trasladados al relleno sanitario	
Delimitar y señalizar el área de trabajo y zonas de riesgos para evitar el ingreso de personal ajeno.	
Transporte de escombros de camiones protegidos por carpas o lonas, evitando la dispersión de polvo.	
Cumplimiento del uso de equipos de protección personal (EPP)	
Mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria a utilizar para el desmantelamiento de infraestructuras	
Riego con agua durante la mañana y la tarde para evitar emanaciones de polvo	
Las labores de desmantelamiento y demolición serán realizadas en un horario de trabajo diurno, entre las 7:00 am y 5:00pm, para evitar afectaciones a la población aledaña.	
Las depresiones serán rellenadas y la superficie reconstruida, de tal manera que los contornos y el sistema de drenaje sea compatible con las áreas aledañas.	
Los suelos en las áreas intervenidas serán reconformados y descompactados.	
Reconformación morfológica de las áreas. Taludes estabilizados y revegetados (para evitar erosión)	
Revegetación con especies nativas de la zona.	
Limpieza y remoción de lodos y aguas crudas (sin tratamiento) previo a la desmantelamiento de infraestructura.	
Sustitución del sistema de tratamiento.	
Específicas: Instalación de pre tratamiento: retiro y desmantelamiento reconstitución del terreno. Instalaciones auxiliares: retiro y desmantelamiento reconstitución del terreno sistema de lagunas: revegetación en áreas remanentes. Emisor descarga: retiro y desmantelamiento Reconstitución del terreno: Instalaciones eléctricas: retiro y desmantelamiento reconstitución del terreno	Registro fotográfico Programación del desmontaje de las maquinarias, el retiro de las estructuras y equipos, la demolición y remoción de las obras civiles. Cronograma de trabajo.

Responsable

Para el cierre o abandono de la PTAR y redes de alcantarillado sanitario, será responsable ENACAL y las instituciones del estado serán quienes garantizaran el cumplimiento de las medidas ambientales para mitigar los posibles impactos por cierre.

- **Cierre de planta de tratamiento existente (628944E, 1265293 N)**

Lineamientos necesarios a considerar para el cierre de la PTAR existente

· Se tomará en cuenta los mismos lineamientos planteados en la tabla anterior.

- Previo al desmantelamiento de infraestructura, se deberá de realizar la gestión coordinada con MARENA para la ejecución de un plan de reubicación de tortugas Trachemys sp y cocodrilo Crocodylus acutus (en caso de encontrarse hacer énfasis en este, dado que es una especie protegida) considerando lo siguiente:
  - Colecta, captura e identificación de individuos
  - Traslado y reubicación de las especies rescatadas en un área ecológicamente que presente las condiciones necesarias para la sobrevivencia y el desarrollo. Que se encuentre a una distancia cercana con el fin de disminuir el estrés de los organismos.

b. Describir las acciones a implementar en caso de cierre de emergencia antropogénica, climática, derrumbes, sísmica, entre otros

Tabla 9-9: Procedimiento de contingencia en caso de derrumbes/deslizamiento

Antes del deslizamiento	Durante el deslizamiento	Después del deslizamiento
· Revise el Plan de Ordenamiento territorial. · Identificar las zonas de los barrios susceptibles a deslizamientos. · Solicitar al personal caminar con precaución y evitar pendientes o terrenos resbalosos (tierra suelta, grava, etc.) · Exigir el uso de calzado adecuado (botas de hule o batas de cuero) · Identificar las zonas susceptibles a deslizamiento y establecer las zonas de seguridad · Evitar la deforestación en lugares donde es posible un deslizamiento. · Se dispondrá de una zona segura para el personal que se destine para vigilar las instalaciones. Este personal deberá ser provisto de un botiquín de medicamentos, agua potable, alimentos, radios linternas con baterías.	· En caso de derrumbes se impedirá el paso de personas por la zona afectada, mediante la delimitación y señalización de peligro. · Reportar a las autoridades (MARENA, Bomberos y Municipalidad) competente sobre la emergencia. · Realizar un conteo del personal que labora en las excavaciones para identificar al personal. · Establecer si existen heridos en el personal observado, comunicar a SINAPRED la ocurrencia del accidente. · No permanecer en el área de las amenazas. · Evacuar a sitios de seguridad indicada. · Observar y evaluar el estado de los taludes de zanjas, pozos etc. · Coordinar con el responsable general, acerca del movimiento de tierras para evaluar la zona y prevenir cualquier evento similar antes de iniciar la limpieza del área afectada · Infunda serenidad y ayude a los demás, especialmente niños, ancianos, discapacitados y personas en pánicos · Llegue a un punto de encuentro ya establecido.	· Solicitar una inspección meticulosa de los equipos y maquinarías. Las instalaciones serán revisadas con ayuda de los planos de las instalaciones. · No ingresar a la zona afectada · Reubicar a zonas de mayor seguridad · Manténgase alejado del área del deslizamiento, puede haber peligro de nuevos deslizamientos · Revisar si hay personas heridas o atrapadas cerca del área del deslizamiento · Aplicar medidas de mitigación dadas por los organismos responsables · Estar atento a las recomendaciones de los organismos competentes · Preparar un informe de la ocurrencia, indicada causas y condiciones bajo las cuales ocurrió el deslizamiento, tipo de terreno afectado, incluyendo nombres de propietarios(s) en caso que estos existan · Se procederá a la extracción de lodos acumulados producto de la inundación, especialmente en: sitios de excavación, plantel, infraestructuras temporales. · Terminada la limpieza se procederá a reconformar los taludes o cualquier componente dañado en el deslizamiento.

Tabla 9-10: Procedimiento de Contingencia en Caso de Sismo

Antes de que ocurra un sismo	Durante el evento	Después del evento
· El coordinador general establecerá comunicaciones con las agencias y entidades de apoyo externo para recibir ayuda. · El coordinador general revisará este plan por lo menos una vez al año y coordinará charlas y conferencias sobre el tema. · El personal designado, se asegurara que las áreas de trabajo se mantengan ordenadas y seguras, Se tomaran las siguientes medidas: · En cada edificio se deben identificar los riesgos en el área que puedan provocar un accidente o crear otra situación de	· Mantener la calma en todo momento y no correr desordenadamente. · Activar la brigada de evacuación. Trasladarse ordenadamente a la zona de evacuación, garantizando que todo el personal en el área afectado sea movilizado. · En caso de cualquier anomalía al momento de la evacuación, se deberá notificar a la brigada.	· Impedir el ingreso de personas no autorizadas al área afectada. · Garantizar la atención médica al personal afectado. En caso de haber heridos se activará la brigada de primeros auxilios. De acuerdo al grado de urgencia, estos deberán ser trasladados y atendidos en los centros de atención médica más cercanos. · Se deberá prestar atención especial a las personas con algún impedimento físico o necesidad especial. · Se deberá estar alerta a las réplicas. Estos sismos de menor intensidad y magnitud que siguen a un terremoto pueden causar daños derrumbando objetos sueltos y estructuras

Antes de que ocurra un sismo	Durante el evento	Después del evento
emergencia. · Deben identificarse anticipadamente los lugares más seguros dentro del área de trabajo, así como los lugares más frecuentados por el personal. · Asegurar que todos los empleados conozcan este plan de emergencia, así como también las instrucciones a seguir. · Este debe ser conocido por todos los empleados del área. Se debe indicar también cuáles serán las personas encargadas para atender la situación e impartir instrucciones al personal. · Efectuar las siguientes medidas (teniendo en cuenta que la mayoría de las lesiones y accidentes pasan al caer objetos pesados de lugares más altos): · Asegurar los archivos, tabillas y muebles altos a las paredes. Los objetos pesados colocados sobre personas deberán ser reubicados en lugares más bajos o más seguros (gavetas, gabinetes con puertas, etc.) · Asegurar y sujetar bien los objetos colgados en el techo, como por ejemplo las lámparas, adornos, etc. · Coordinar y llevar a cabo simulacros de emergencia en caso de terremoto con todos los empleados, al menos una vez por año. · Tener a manos suficientes suministros de emergencia.	· Se suspenderán las labores y se valorará la situación del entorno. · El sitio de reunión final deberá estar libre de riesgos, tendido eléctrico y edificaciones. · En el caso de presentarse un riesgo inminente al momento de la evacuación, se desviará el tráfico de personas a otras rutas, garantizando que las personas no se verán afectadas en su integridad por el evento. · Mantenerse en la zona de evacuación y no regresas a las áreas de trabajo hasta nueva orden. El personal deberá permanecer en esta área por un tiempo razonable en caso de réplicas. · Extinga los fuegos con los extintores apropiados. · Esperar instrucciones del coordinador general. · Alejarse de las líneas eléctricas, líneas de gas o de agua, postes de alumbrado eléctrico, arboles, edificios y muros; si es posible dirigirse a un lugar abierto, libre de riesgos.	ya debilitadas. · Las réplicas se pueden seguir sintiendo por meses, aunque la frecuencia y tamaño tiende a disminuir con el paso del tiempo. · Proceder a la evaluación de los daños y peligrosos en la zona de trabajo, especialmente en: sitios de excavaciones, sitios cercanos a infraestructura que presenten fisuras, roturas de tuberías construidas, daños a equipos y maquinarias, daños a infraestructura temporales, daños en equipos electromecánicos, paneles eléctricos, transformadores y otros equipos que no se encuentren debidamente anclados. · Posteriormente se elaborará un informe en el que se detalle la cuantificación de los daños materiales, económicos y humanos. · Si se percibe el olor a gas o de alguna sustancia química se hará lo siguiente: · Abrir las ventanas para que circule el aire. · Tratar de cerrar la válvula principal de gas. · No encender ni apagar luces o equipos. · Proceder con el desalojo del área y salir al aire libre. · Informar sobre la situación del área a su supervisor. · El personal deberá cooperar con las autoridades y con el personal de las Brigadas, estos deberán esperar instrucciones y prestar la ayuda que esté a su alcance, pero no podrán entrar a las áreas afectadas a menos que las autoridades soliciten ayuda. · Reanudar las actividades según lo indique la supervisión, de acuerdo a los hallazgos del reporte de daños y según el estado de equipos y maquinarías que requieran ser utilizados.

Tabla 9-11: Procedimiento de contingencia en caso de inundaciones

Antes de la inundación	Durante la inundación	Después de la inundación
· Mantenerse informado de los avisos sobre una posible inundación, a través de radios u otros medios de comunicación. · Se deberá comunicar al personal sobre la presencia de un huracán o tormenta tropical que pueda afectar el normal desarrollo de las actividades de los proyectos. La comunicación será a través de una circular donde se especifique el grado y magnitud del evento, al igual que las medidas que deberán ser implementadas tanto para el recurso humano como para el económico. · Cuando se conoce la futura ocurrencia de un evento de esta naturaleza, debe colocarse cinta adhesiva ancha en puertas y ventanas, e implementar medidas para reforzar los techos. · Se desconectarán los equipos eléctricos que sean necesarios, con el fin de proteger y evitar incendios o corto circuito. · Ubicar en sitios altos y seguros aquellos equipos, herramientas y maquinarias que se encuentran en planteles o sitios de construcción, que puedan dañarse en contacto con el agua y sean vulnerables a este tipo de eventos. · Se dispondrá de una zona segura para el personal que se destine para vigilar las instalaciones. Este personal deberá ser provisto de un botiquín de medicamentos, agua potable, alimentos, radios y linternas con baterías. · Inmovilizar todos los equipos, herramientas y maquinarías que sean	· Si la situación así lo amerita o las autoridades lo indican, evacuar lo antes posible. · Alejarse de las zonas de inundación, hacia lugares altos y seguro, previamente seleccionada. · Prestar atención a la señal de alarma convenida. · No acercarse a cables ni postes de luz. · Desconectar todos los equipos generadores de energía eléctrica. · No intentar cruzar cauces de ríos, pues el agua lleva muchas cosas como tronco u objetos que pueden golpear fuertemente. · Reunirse con todos los trabajadores y si está entrenado colaborar en las tareas de rescate. · El uso de vehículos y maquinarias	· Efectuar una previa inspección a la zona inundada, por si hubiera riesgos de derrumbe. · No tocar ni pisar cables eléctricos caídos. · No tomar alimentos ni comida que haya sido mojada por el agua de inundación. · Se procederá a la extracción de lodos acumulados producto de la inundación especialmente, en: sitios de excavaciones, plantel, infraestructuras temporales. · En casi de derrames de sustancias tóxicas, inflamables, medicamentos u otros materiales, proceder a la limpieza

Antes de la inundación	Durante la inundación	Después de la inundación
susceptibles al arrastre por corrientes, provocadas por lluvias intensas. · Inmovilizar y mantener sellados recipientes o depósitos de almacenamiento que puedan llegar a ocasionar derrames. · Llenar recipientes con agua limpia, en caso de que el agua de la llave se contamine. · Mover a un lugar alto los elementos de más valor · Identificar una ruta de evacuación, y otras vías alternativas y estar preparado para evacuar · Tener a mano el botiquín de emergencia. · Colocar documentos importantes en una bolsa de plástico para que no se destruyan con el agua. · Tener a mano linterna y asegurarse de que tenga pilas. · Tener un radio para estar informado acerca de la emergencia y posible instrucciones. · Cortar la luz, agua y gas y evacuar si la situación lo amerita o si las autoridades así lo indican.	no estará permitido, a menos que sea indispensable. · En caso que un vehículo o maquinaria llegará a quedar atrapado en una corriente, se instruirá al personal que salga de él y busque un refugio en un lugar alto, hasta que pueda ser rescatado. · El personal debe permanecer informado a través de la radio y otros medios de comunicación, del pronóstico meteorológico y el estado de la situación.	cuidadosa de estos y disponer como residuos peligrosos. · Beber únicamente agua hervida. · Eliminar los desechos y la basura para evitar epidemias. · Ayudar en la reprogramación de las actividades para reducir las pérdidas e interrupciones causadas por las inundaciones.

Tabla 9-12: Medidas de prevención Riesgos de Accidentes Laborales

Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
· Realizar delimitación de zona de seguridad. · Brindar charla de inducción en seguridad, salud ocupacional y ambiental. · Realizar inspecciones de seguridad, salud ocupacional y ambiental. · Capacitar a los contratistas conjuntamente con personal de la empresa, en procedimientos de actuación ante emergencia, medidas de prevención de accidentes, enfermedades ocupacionales y prevención de la contaminación ambiental. · La empresa contratista deberá contar con los registros actualizados de exámenes, seguros de vida, atención médica y seguro complementario de trabajo de riesgo, de todo su personal. · Se capacitara a todo el personal empleado en la construcción del proyecto en primeros auxilios. · El mantenimiento de los vehículos, maquinarias y equipos debe realizarse constantemente. · El personal de obra está obligado a utilizar los equipos de protección personal y a cumplir los procedimientos de seguridad. · Señalizar las zonas de peligro. · En ausencia total o parcial de luz solar, se suministrará iluminación artificial suficiente en todos los sitios de trabajo. · Realizar simulacros de emergencia con todo el personal tanto de las empresas contratistas y subcontratistas el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de higiene y seguridad de trabajo. En caso contrario se hace responsable solidario por los daños que se produzcan por el incumplimiento de esta obligación · Todo incidente se investigará tanto por parte del responsable del proyecto por la empresa complementándolo con la investigación de la empresa contratista.	· Acontecido el accidente la persona lesionada será auxiliada por sus compañeros de trabajo. · Se dará parte al supervisor del frente de trabajo, el cual informara inmediatamente vía radial al supervisor principal y lo mantendrá informado mientras se acerca el supervisor principal al lugar de la emergencia. · De no restablecerse el lesionado, al ser informado el supervisor principal activara el Plan de Emergencia. · La brigada general se aproximara al lugar de la emergencia para auxiliar al lesionado de estar enterrado aprisionado por cualquier elemento pesado, procederán a retirarlo para ponerlo en buen recaudo. · La brigada de seguridad física apoyara en las labores de rescate según las circunstancias como se encuentre el lesionado. · La brigada de primeros auxilios con todo su equipamiento proporcionara la asistencia médica. · Luego el lesionado será trasladado, según las circunstancias con apoyo de la brigada general, al tópico donde según su gravedad el encargado del tópico decidirá su evacuación a cualquiera de los municipios donde se brinde atención médica o a hospital más cercano. · Evaluación de la situación y atención preliminar de los afectados. · Traslado del personal afectado a centros asistenciales.	· Se desarrollará la respectiva investigación, para determinar las causas del accidente, por pate del supervisor principal, recibiendo además la investigación del supervisor del contratista. · Se tomarán las acciones correctivas, las cuales se harán llegar mediante una charla a los responsables del frente de trabajo e involucrados en la ocurrencia del accidente. · Se reforzarán las capacitaciones en los temas que estén relacionados con la ocurrencia del accidente y demás. · Informe de la emergencia, incluyendo causas, personas afectadas, manejo y consecuencia del evento al personal directivo de la Empresa Contratista. · Tomar acciones inmediatas con medidas correctivas. · Notificar a la compañía de seguro.

c. Obras de rehabilitación que se ejecutarán (restituciones de flora, restauración de suelos y otros)

Entre algunas de las obras de rehabilitación que se estarán ejecutando, están:

- Se restaurarán las zonas con especies nativas de la zona para el mejoramiento paisajístico y la recuperación de la flora y fauna del lugar.
- Se restaurarán las zonas afectadas con especies rastreras de rápido crecimiento, para evitar la erosión y propiciar la infiltración de las aguas superficiales.
- El material rico en materia orgánico que sea removido será utilizados en las labores de reforestación.
- Recuperar y restaurar las áreas intervenidas, una vez finalizada las actividades de demolición, deben retirarse todos los materiales y residuos provocados por el trabajo.

d. Medidas compensatorias y de restitución del Sitio

La correcta aplicación de las medidas, ayudarán a reducir y mitigar los impactos ambientales que se podrían generar durante esta fase.

- Se notificará al MARENA y a la municipalidad de Rivas la decisión de cierre con 60 días hábiles de anticipación. De igual manera se preparara un plan detallado de cierre o abandono para la aprobación de la autoridad, de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reuso.
- Delimitación previa de las áreas de trabajo.
- Planificación ordenada del desmantelamiento.
- Mantenimiento de equipos en buenas condiciones.
- Limpieza y remoción de lodos y aguas crudas (sin tratamiento). Sustitución del sistema de tratamiento.
- Utilización de silenciadores a fin de disminuir el ruido.
- Con la implementación de un plan de reforestación se alcanzan las siguientes medidas compensatorias: proteger localidades de la acción del viento, protección de la acción del ruido, mejora la estabilidad, protección de los procesos erosivos, mejora la calidad del suelo.
- Riego con agua en la mañana y en la tarde para mitigar el polvo.
- Dotación de equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores que laboran en el cierre de la PTAR.
- Colocación de señales que avisan a la población que circula por la vía que se realizarán obras de desmantelamiento.
- Evitar la entrada de personal ajeno a las labores, cercando el sitio de trabajo y haciendo uso de señales de advertencia.
- Todos los escombros de las infraestructuras serán dispuestos en el vertedero previa autorización de la Alcaldía municipal.
- Los residuos peligrosos será entregados a una empresa especializada para su manejo que cuente con la autorización correspondiente.
- ENACAL, se compromete en manejar adecuadamente todos los residuos y desechos sólidos, líquidos, peligrosos y no peligrosos, con el objetivo de evitar los pasivos ambientales.

10 LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA LÍMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia de un proyecto, se refiere a todo el espacio geográfico, incluyendo todos los factores ambientales dentro de él, que pudieran sufrir cambios cuantitativos o cualitativos en su calidad debido a las acciones en la ejecución de un proyecto, obra, industria o actividad. Los límites del área de influencia, por ende, están determinados por los efectos potenciales derivados de las actividades del proyecto y no se restringe a los terrenos directamente ocupados por las instalaciones, sino también al área de afectación de los posibles impactos de la construcción y operación del proyecto.

La importancia de una adecuada definición del área de influencia, radica en lograr analizar el entorno para predecir los probables impactos directos e indirectos sobre el medio natural y social. Una vez determinada la alternativa analizada en detalle a partir de su definición técnica y replanteo en el terreno mediante planos de diseño, los terrenos necesarios para el desarrollo del proyecto son directamente identificables por la ocupación requerida para la construcción de las instalaciones.

Conocer el área de influencia permite establecer medidas de control y manejo de impactos para la protección, tanto del ambiente, como del proyecto, asegurando un ciclo de vida, operación optimo e incluso actividades de cierre sin comprometer el entorno.

10.1 Área de Influencia Directa

El área afectada directamente contempla el espacio utilizado para la construcción de todas las infraestructuras necesarias para la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Rivas, lo que supone un área de influencia directa (AID) del proyecto es de 3,735.60 ha, como se puede observar en el siguiente mapa, el área abarca el casco urbano de la ciudad de Rivas (Rigoberto López Perez, El Palenque, Eduardo Alvarado, Juan Bautista Rivera, Buena Vista Norte y Buena Vista Sur, Ramón Gonzales, Santa Ana, Obreo, El Calvario, Fátima, Pedro Joaquín Chamorro, Jose Alberto Galeano, Denis Sánchez, San Isidro, San Ramón, Monte San Juan, Reparto Carlos Aguilar, La Puebla (Plaza San Pedro), La Bolsa, San Antonio, Popoyuapa (Ciudadela San Carlos, Noel Selva, Cristo Rey, Nicarao Calli (María Auxiliadora), Gaspar Garcia Laviana, 19 de Julio, Anibal Espinales), tres urbanizaciones: El Roble, Puertas del Sol, Loti Nica (Villa Valparaiso y Marsella) línea de conducción y terreno donde se localizará la planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

10.2 Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta, además del espacio más cercano a la zona de influencia directa al proyecto que podría recibir impactos indirectos tanto de forma positiva como negativa como consecuencia de la ejecución de las obras. El área de influencia indirecta está asociada a las áreas adyacentes a las redes y PTAR, línea de conducción y a las posibles incidencias socioeconómicas en el ámbito municipal que se den con la operación del proyecto en estudio. De igual manera, el área de influencia indirecta se define como el are sujeta a los impactos ambientales indirectos del proyecto, y abarcar una región geográfica más extensa cuyas poblaciones, actividades económicas y servicios sociales y de infraestructuras serán impactados por el proyecto. Para ello se considera el área del municipio de Rivas.

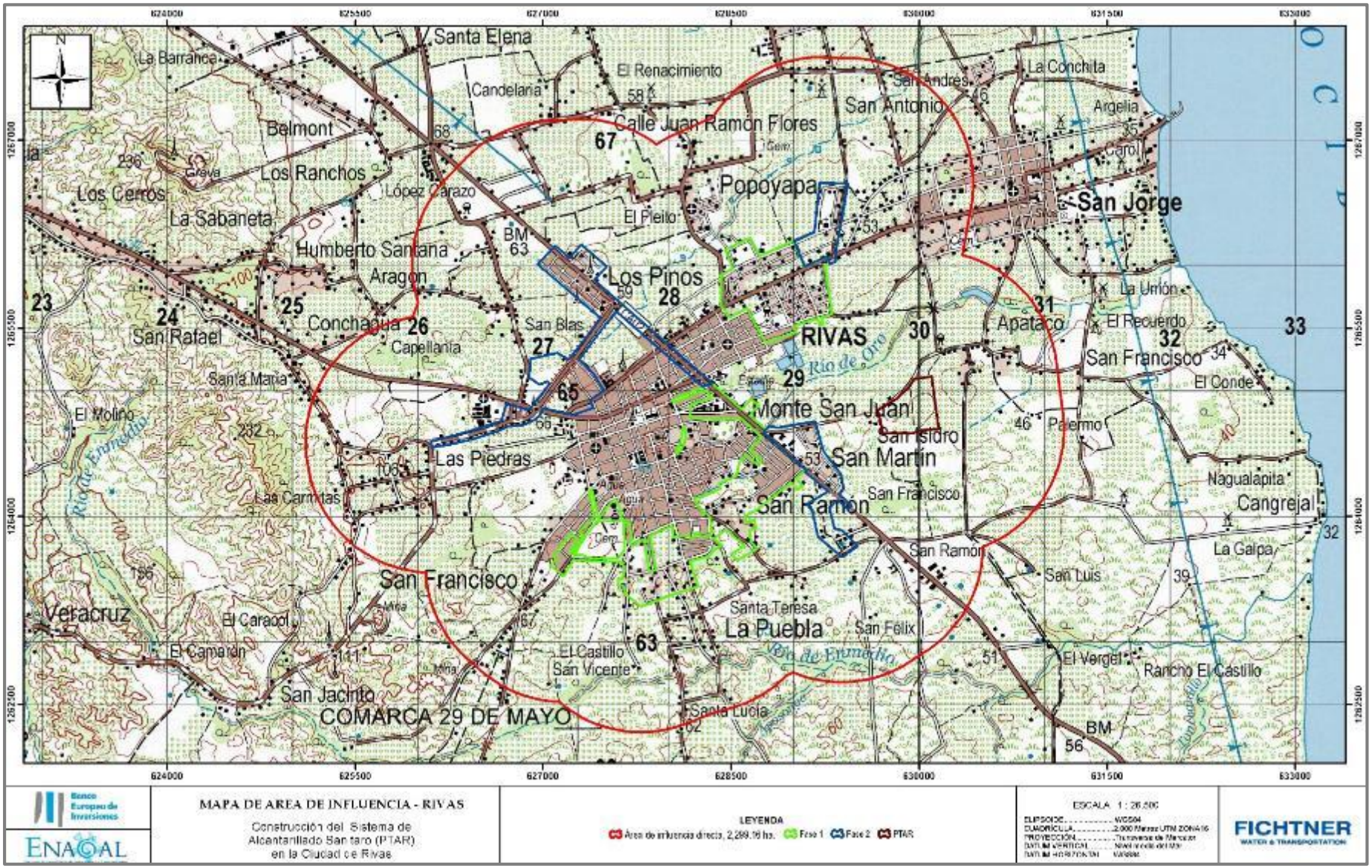


Figura 10-1: Mapa de Influencia directa del proyecto de Rivas

11 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área de influencia directa considera los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos de las zonas a implantar con la realización del Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Ciudad de Rivas, Departamento de Rivas".

11.1 Factores Abióticos

a) Geología

El casco urbano de Rivas se localiza en la provincia geológica del pacifico, el 70% del are del proyecto al Norte de la ciudad se encuentra asentada en la formación denominada Suelos Sedimentarios, antiguo y recientes (QIII – IV), perteneciente al Sistema Cuaternario de la Serie Pleistoceno – Holoceno.

Al sur de la Ciudad, el 30% del área de intervención del proyecto se encuentra asentada sobre la formación Rivas (Kr), del sistema Cretácico serie superior las rocas que la conforman son arcosas, areniscas calcáreas, lutitas y andesitas. Su litología se conforma de rocas sedimentarias, volcánicas y piroclásticos.

En la parte sur del área, se emplaza una falla geológica determinada de aproximadamente dos kilómetros de longitud y que atraviesa la ciudad en 780 m.

La falla más importante, es la que pasa por el caserío de San Jacinto I (extremo suroeste del área); esta falla sigue hacia la equina noreste de la ciudad de Rivas y termina en las cercanías del a hacienda Nagualapa, a orillas del Lago de Nicaragua.

La falla corta el eje del anticlinal de Rivas y parecer ser la causante del hundimiento de la Formación Rivas en el sector Central y Norte del Área (Estudio Geotécnico, 2018). Ver mapa Geológico del área de influencia directa.

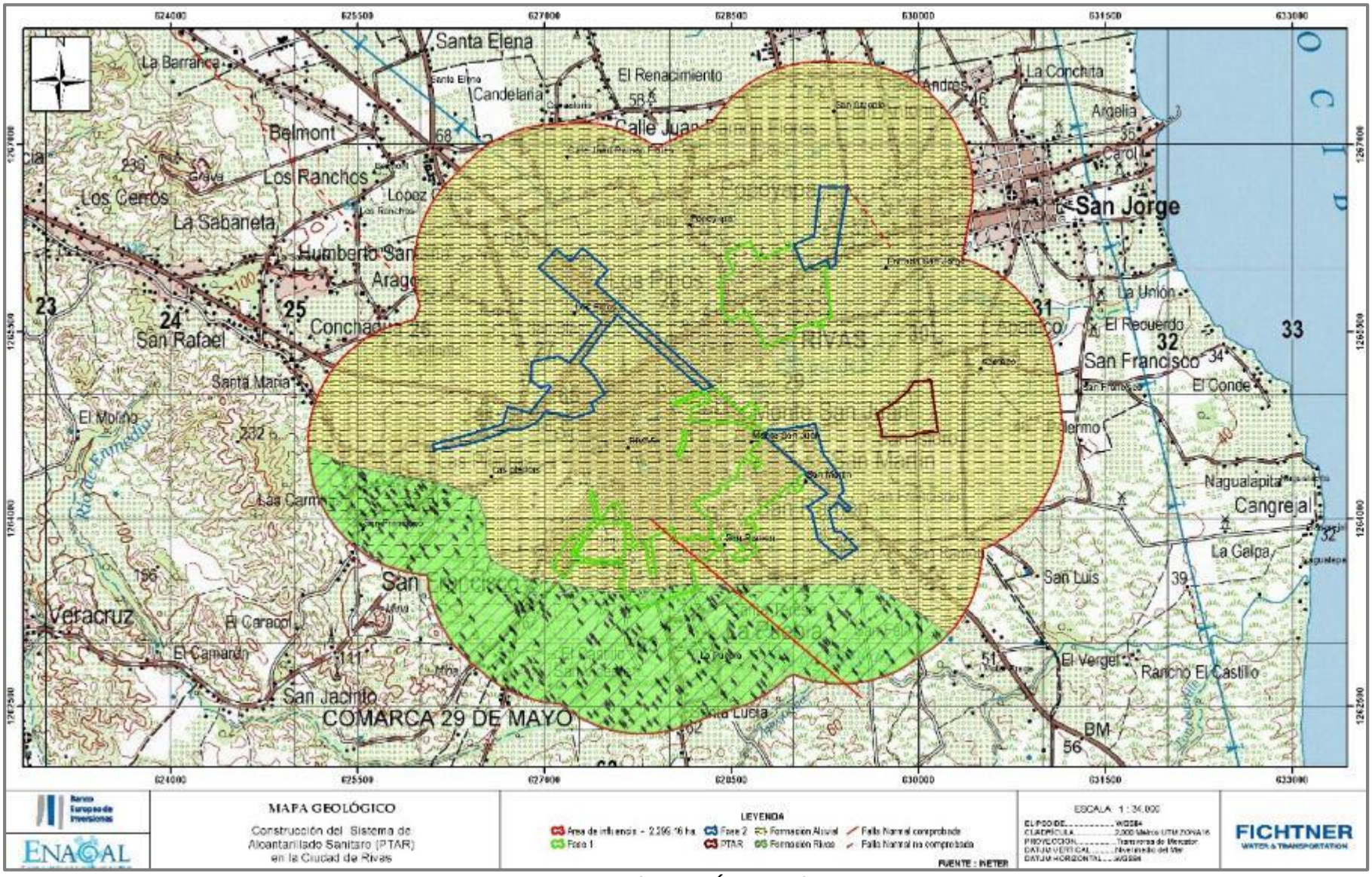


Figura 11-1: Mapa Geológico del Área de Influencia Directa

~ **Resultados del Estudio Geotécnico (2017): Redes de Alcantarillado**

La ciudad de Rivas está emplazada sobre una unidad geomorfológica conocida como planicie aluvial y la parte suroccidental sobre la planicie coluvio-aluvial. El subsuelo investigado forma parte de los suelos residuales, con espesor variado y proveniente de la descomposición de la formación Rivas. El espesor de la capa de suelo residual disminuye hacia el suroeste aflorando la formación Rivas en el extremo suroeste de la ciudad, en los puntos auscultados se encontró espesor mínimo de 2.55 a 1.50 m. Según el análisis del laboratorio las muestras clasificadas como ML, MH principalmente y en menor proporción como CL y con poca frecuencia GM, GC; Los suelos MH no se consideran aptos para fundación de estructuras y/u obras civiles sin tratamiento previo. Los suelos MH, ML y CL pueden ser reutilizados en el relleno y compactación de zanjas siempre cuando no tengan exceso de agua o hayan sido saturados. Las excavaciones donde se encuentren estos suelos se deben proteger en el periodo de inviernos. Estos suelos suelen tener una contracción y expansión significativa al ser alteradas las condiciones naturales de humedad.

En 4 sondeos de los 15 realizados para las redes de AS, se encontró evidencia del nivel freático, variando la profundidad entre 1.90 m a 4.5 m de profundidad. La profundidad del agua es variable y se midió únicamente al terminar el sondeo, este nivel puede variar y se midió en época de lluvia. Para conocer la profundidad real y la oscilación de los niveles freáticos se deben construir e instalar piezómetros. Se debe tomar en cuenta esta condición de presencia de agua al momento de diseñar y ejecutar obras civiles en estos puntos y sus cercanías; Las condiciones de fundación se deben analizar por cada caso en dependencia del tipo de obra y las cargas que se van a transmitir al subsuelo. La consistencia media del suelo es rígida a muy rígida y se puede cimentar bajo criterio de la supervisión. La formación Rivas es la que subyace a estos suelos investigados, puede presentar buenas condiciones para fundación de las obras, pero se deben extraer muestras para determinar sus características mecánicas reales en este sitio; La formación por debajo de los suelos investigados es de consistencia variable desde deleznable con la fricción de la mano, la zona meteorizada, hasta durísima y puede presentar un grado de dificultad grande para ser excavados por medios manuales. Se debe extraer muestras para analizar densidad y dureza de la misma.

~ **Resultados del estudio geotécnico (2017) y (2018): PTAR**

Según el análisis en laboratorio las muestras clasifican como ML y MH para los sitios de las estaciones de bombeo. En los sitios de la PTAR existente (sitio para EBAR) predominan los suelos tipo ML seguidos de los MH y esporádicamente SM y GC; Los suelos MH no se consideran aptos para fundación de estructuras y/u obras civiles sin haber sido mejorados por algún tratamiento físico para reducir la plasticidad y la sensibilidad al agua; Los suelos ML, MH pueden ser reutilizados en el relleno y compactación de zanjas y en el relleno y compactación de terrazas NO estructurales, sobre la cual no se construirá obras cuyo colapso exponga la vida humana; y deberán ser manipulados en estado seco sin exceso de agua o hayan sido saturados. Las excavaciones donde se encuentren estos suelos se deben proteger en el periodo de invierno; Según el análisis en laboratorio las muestras clasifican como ML, MH y GM para sitio de la PTAR propuesta predominan los suelos tipo MH, seguido de GM y ML; Se identificaron suelos limos con baja compresibilidad con poca arena, limos con alta compresibilidad y arena, grava y limos con poca arena. En el sondeo #3 de 3.6 a 4.5 m por gravas y limos ligeramente arenosos con muestras de color amarillento y café claro.

b) Geomorfología

El Municipio de Rivas, se caracteriza por la presencia de 3 formaciones geológicas: Formación Rivas; Depósitos Sedimentarios; y en menor proporción la Formación Brito. Las Características de estas formaciones geológicas se presentan a continuación:

- Formación Rivas: se caracteriza por constituir una planicie costanera emergente del relieve bajo plano, con pendientes inferiores al 15% formada en su mayoría por deposiciones de materiales lacustres y aluviales, presenta sedimentos tobáceos, areniscas, limonitas, lutitas y algunos aglomerados con intercalación de calizas y grauvacas, de formación sedimentaria más antigua, correspondiente al periodo del creático Superior, cuyas superficies se encuentra contaminada por piroclastos del cuaternario volcánico. En el sector sur, ésta se encuentra sobre la formación del cretáceo Rivas, ligeramente inclinada. El límite con la Cordillera de Brito, es una divisoria de drenaje marcada pero una prominente falla y escarpa. Los ríos corren hace el este con patrón dendrítico de textura media y desembocan al Atlántico Vía lago de Nicaragua.
- Depósitos Sedimentarios Recientes: Está constituida por deposiciones aluviales y fluviales recientes.
- Cordillera de Brito: Está constituida por sedimentos cretácicos y del terciario inferior (Eoceno), el patrón de drenaje es enrejado con pequeñas variaciones angulares causadas por fallas y fracturas, constituida por areniscas tobáceas, conglomerados calizos gruesos, grauvacas, limonitas y lutitas tobáceas presentan un línea de emersión.

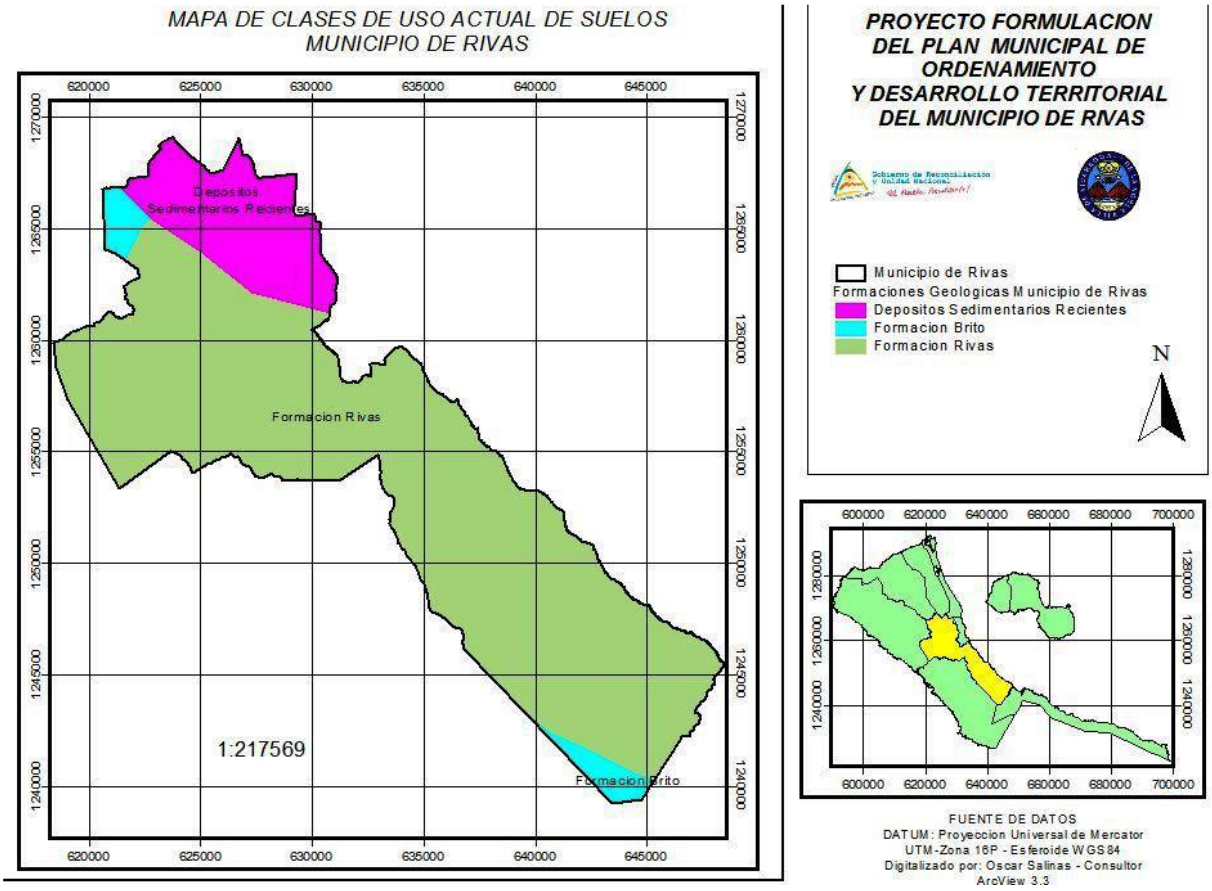


Figura 11-2: Formación Geológica de Rivas

Fuente: Primera aproximación del Plan Municipal del Ordenamiento y Desarrollo Territorial, del Municipio de Rivas.

El territorio del municipio de Rivas se localiza en la región fisiográfica de la Llanura del Pacifico, presenta una topografía plana, (según el mapa de relieve del municipio de Rivas elaborado por la municipalidad) con elevaciones de entre los 0 y 175 msnm y pendientes menores del 4%. Geológicamente el territorio del municipio se encuentra dentro de la provincia de la Costa del Pacífico, en la denominada Formación Rivas, la edad se extiende desde el Cenomaniano hasta el Plioceno, se encuentran las rocas más antiguas de la formación de Rivas (Cretacico superior). Esta formación sedimentaria la constituyen areniscas compactas intercaladas con sedimentos tobaceos, limolita, lutita, margas, ocasionalmente areniscas calcáreas, conglomerados y capas de aglomerados y flujos de rocas volcánicas básicas y material andestico. El porcentaje de material volcánico aumenta con la profundidad bajo grado de metamorfismo (facies zeolitica) en la parte inferior de la formación (ver figura siguiente)

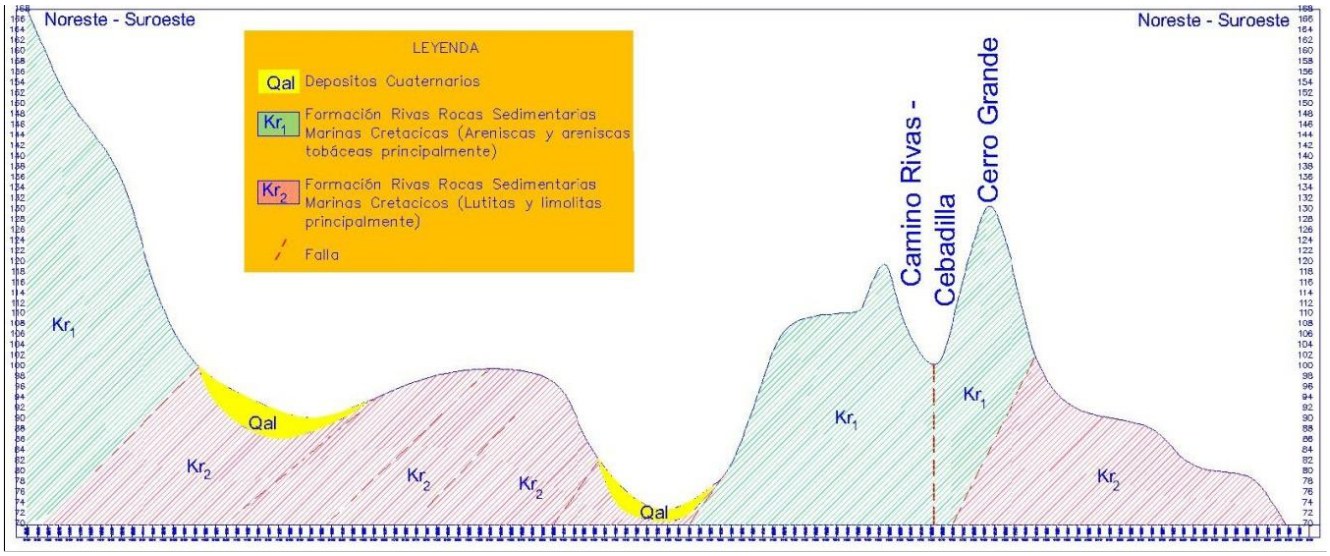


Figura 11-3: Sección Geológica Local
Fuente: Estudio Reconocimiento Geológico y Geotécnico elaborado por ROCHE

La presencia de fallas se podría originar principalmente, por la interacción tectónica del plano de inclinación sub-vertical de la Placas de Cocos y Caribe en subducción, debido también al cinturón volcánico que bordea la zona.

Según el mapa de provincias geo-estructurales de Nicaragua (INETER, 2004), se encuentra ubicado dentro de la depresión nicaragüense, que se caracteriza por formas de relieve planas o casi planas (INETER – OIEA, 2009). De acuerdo a la hoja topográfica 3050-III, presenta una pendiente aproximada de 1.9% con elevaciones entre 50-60 msnm y su máxima elevación en la zona suroeste de la ciudad con 88.9 msnm (Cementerio de Rivas).

De acuerdo con el estudio geotécnico (2017), el área estudiada se ubica en la porción suroccidental de la provincia geomorfológica Depresión (Graben o Fosa Tectónica) nicaragüense, precisamente está en la Subprovincia geomorfológica Planicies de Rivas. Las Planicies de Rivas ocupan una faja de terreno con orientación noroeste-sureste; al noroeste alcanza las estribaciones orientales de la Subprovincia geomorfológica Cuesta de Diriamba; al norte llega al pie de las laderas (faldas) de la Subprovincia geomorfológica Cordillera Volcánica Cuaternaria del Pacífico (sector oriental); al este alcanza las costas

occidentales del lago Cocibolca y al sur y oeste se extiende hasta la zona montañosa de colinas y serranías bajas de Brito. Presenta rasgos geomorfológicos de planicies coluvial aluvial.

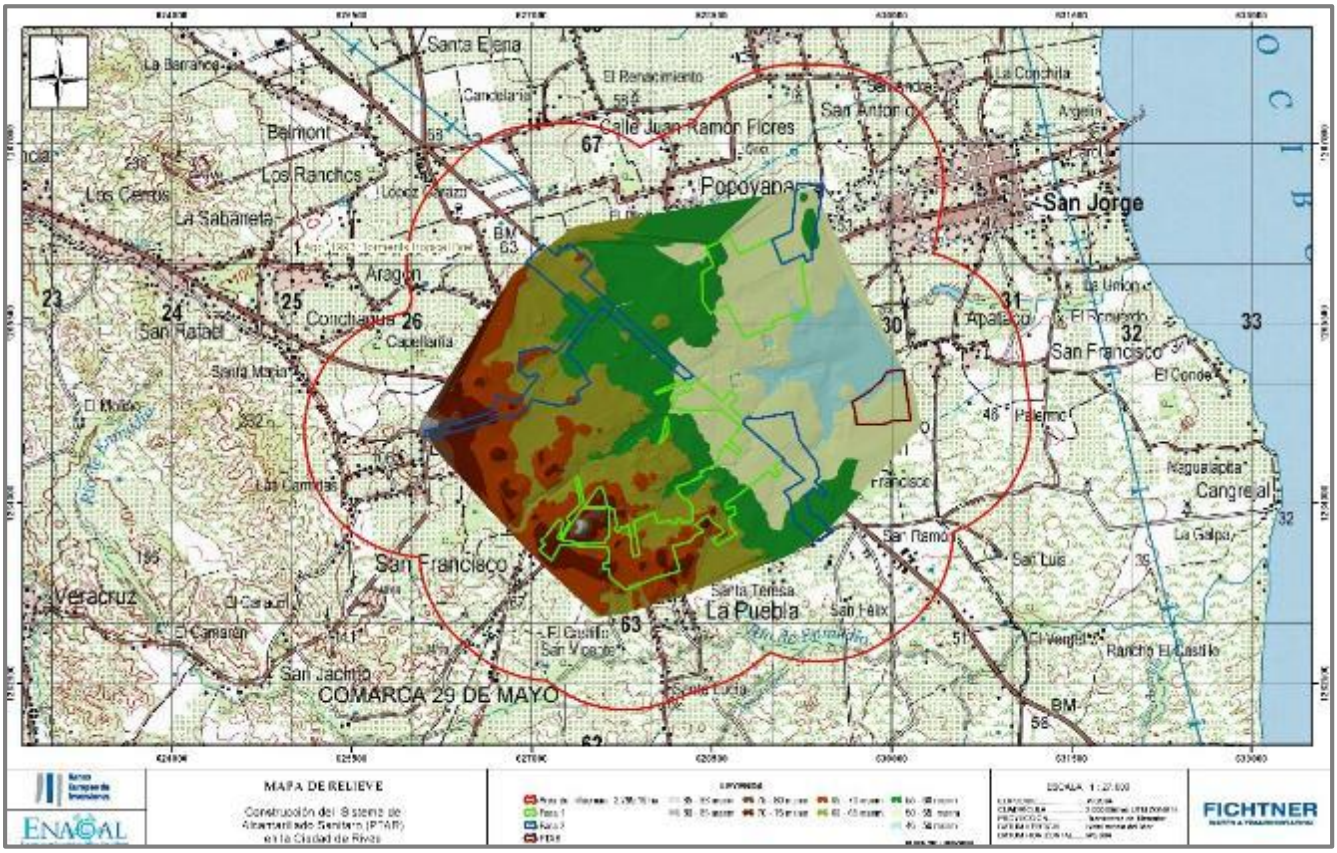


Figura 11-4: Relieve de Rivas

c) Suelos

El área de influencia del proyecto está conformada por suelos francos, franco arcilloso y franco arenoso, con limitaciones de drenaje interno y erosiones hídricas moderadas. La taxonomía del suelo la conformación: suelo vertisoles, Suelos Alfisoles, Suelos Inceptisoles, pertenecientes generalmente a la Serie Rivas (RS), formados a partir de lutita tobáceas, areniscas o limolita, en un relieve de serranía escarpada y colinada con pendiente de 2 a más de 45% en una zona de vida de Bosque Seco Tropical. Tienen PH ligeramente acido, contenido medio de materia orgánica, son pobres en fósforo, altos a medio en potasio disponible, CIC y saturación de base alta. Están asociados con los suelos Verticos y Vertisoles, que se han desarrollados en las depresiones y bajuras, extendiéndose desde San Francisco ($11^0$36'N. $85^0$56'W) en una dirección sureste paralela a la carretera Panamericana, hasta cerca del frontera con Costa Rica. En general se caracterizan por ser suelos pardos oscuros con subsuelos pardo rojizo, franco arcillosos a arcillosos, profundo (60 a más de 90 cm) a moderadamente superficiales (40 a 60 cm), bien drenados, permeabilidad moderada a moderadamente lenta, capacidad de humedad disponible moderada, de moderada a severamente erosionados. Ver foto.



Foto 11-1: Perfil afloramiento típico de la formación Rivas

Las profundidades de los suelos varían de 25 a más de 90 cm, pero son más comunes las profundidades de 40 a 60 cm. Estos suelos están asociados con los suelos bien drenados de Buenos Aires y con algún suelos Verticos y Vertisoles moderadamente bien drenados, limitan con los suelos ondulados y escarpados de San Rafael.

Los suelos de Rivas tienen permeabilidad moderadamente lenta, capacidad de humedad disponible moderada y zona radicular moderadamente profunda. El contenido de materia orgánico en la superficie y el subsuelo moderado. Los suelos están bien provistos de bases y saturación de bases en el subsuelo es más de 80 por ciento. El contenido de potasio asimilable es medio, pero son deficiente en fosforo. Los suelos de Rivas están en la zona de vida Bosque Tropical Seco y su transmisión a Húmedo y se usan principalmente para pastos.

En los sitios en los que se prevé establecer obras del proyecto se realizaron investigaciones geotécnicas con el propósito de determinar la capacidad soporte del subsuelo como parámetro necesario para el diseño de fundaciones de las obras de las estaciones de bombeo y planta de tratamiento de aguas residuales. Así mismo, evaluar los suelos superficiales de la ciudad donde se prevé la apertura de zanjas y la instalación de tuberías, también se incluyen dentro de los trabajos geotécnicos la identificación de fuentes de materiales aledaños con el propósito de ser utilizados para el mejoramiento de las características mecánicas del subsuelo donde se compruebe la existencia de suelos inconsistentes e inestable en los sitios de emplazamiento de las obras mencionadas. Para estos propósitos se realizaron sondeos manuales y sondeos de penetración Estándar (SPT).

Estos estudios evidencian que, en general, desde la línea proyectada de tuberías que parte del sector de la zona de las obras hasta la ciudad de Rivas, así como también en los accesos viales, se encuentran de manera general superficialmente, arcilla y/o limos de alta plasticidad con mezclas con arena a y gravilla. Bajo estos suelos se encuentran yacimientos de rocas (areniscas) o rocas fragmentadas y diseminadas en todo el sector. En algunos lugares se observan estratos rocosos de manera más superficial (entre los 20 cm) y otras un poco más profundas. La ciudad de Rivas, los suelos superficiales son conformados en forma general por arcilla y/o limos de consistencias blandas y media y que subyace de este un manto rocoso de origen sedimentario (areniscas) que en algunos casos se encuentran más superficiales y como producto de la meteorización esta roca se ha fragmentado convirtiéndose en bolones de diferentes tamaños diseminados en todo el sector. También se encuentran en el subsuelo arcillas con arena (CL) consolidadas en el subsuelo en el sector sur también de alta resistencia a la penetración.

Es de consideración el tipo de suelos donde se asentaran las obras. En un sentido son arcillas inestables con límite líquido por el orden del 35% y sí mismo, sus características mecánicas sometidas a presión constante son inconsistentes con la presencia de humedad mayor del 26%. En este sentido, es necesario la sustitución del mismo por un material seleccionado.

En el sitio seleccionado para la construcción de las obras de la Estación de Bombeo – Relevo, los suelos prevalecientes son arcillosos inorgánicos (CH) de altea plasticidad, además de esto, tiene el agravante de aguas estática a un metro de profundidad. En ese sentido es necesario la sustitución del material subsuelo con material seleccionado.

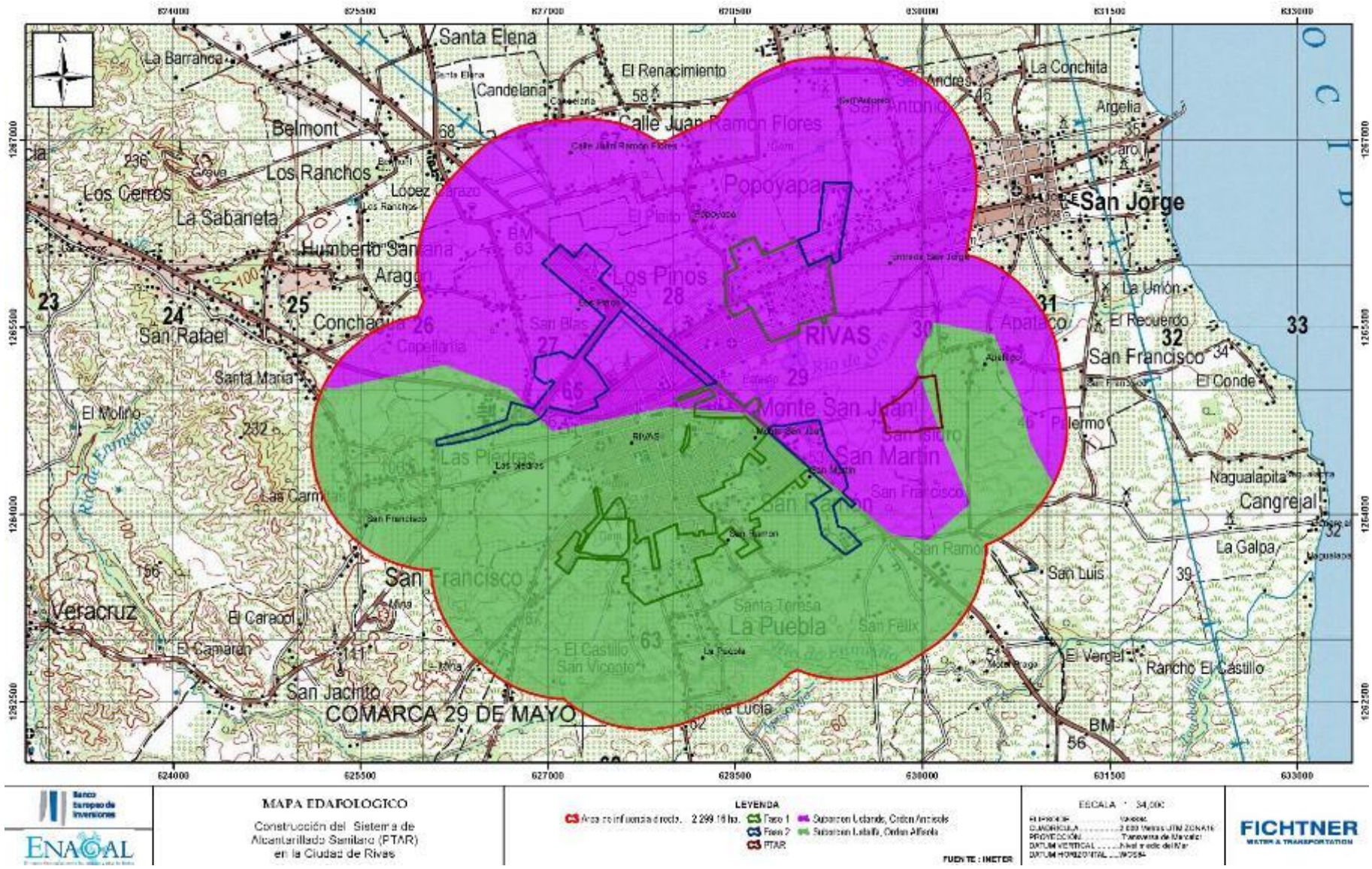


Figura 11-5: Mapa Edafológico del área directa de Rivas

~ Uso de Suelos

El departamento de Rivas posee una diversidad de suelos que va desde el segundo más fértil de mundo (de origen volcánico) hasta el aluvial, que es producto del arrastre de sedimentos desde puntos altos a puntos bajos. Al igual que en la mayoría de localidades de América Latina, en Rivas, el suelo se ha utilizado principalmente en función de dos propósitos: agropecuario y forestal. Actualmente están siendo usados con propósitos turísticos, al menos en los municipios de Moyogalpa, Altagracia, Tola, San Juan del Sur, San Jorge y Rivas, debido a que poseen costas lacustres y marítimas. El uso actual del suelo, fue delimitado y calculado a partir de la verificación de campo, imágenes satelitales y los mapas últimos actualizados de uso actual del suelo a nivel nacional, elaborados por la dirección de Ordenamiento territorial del INETER.

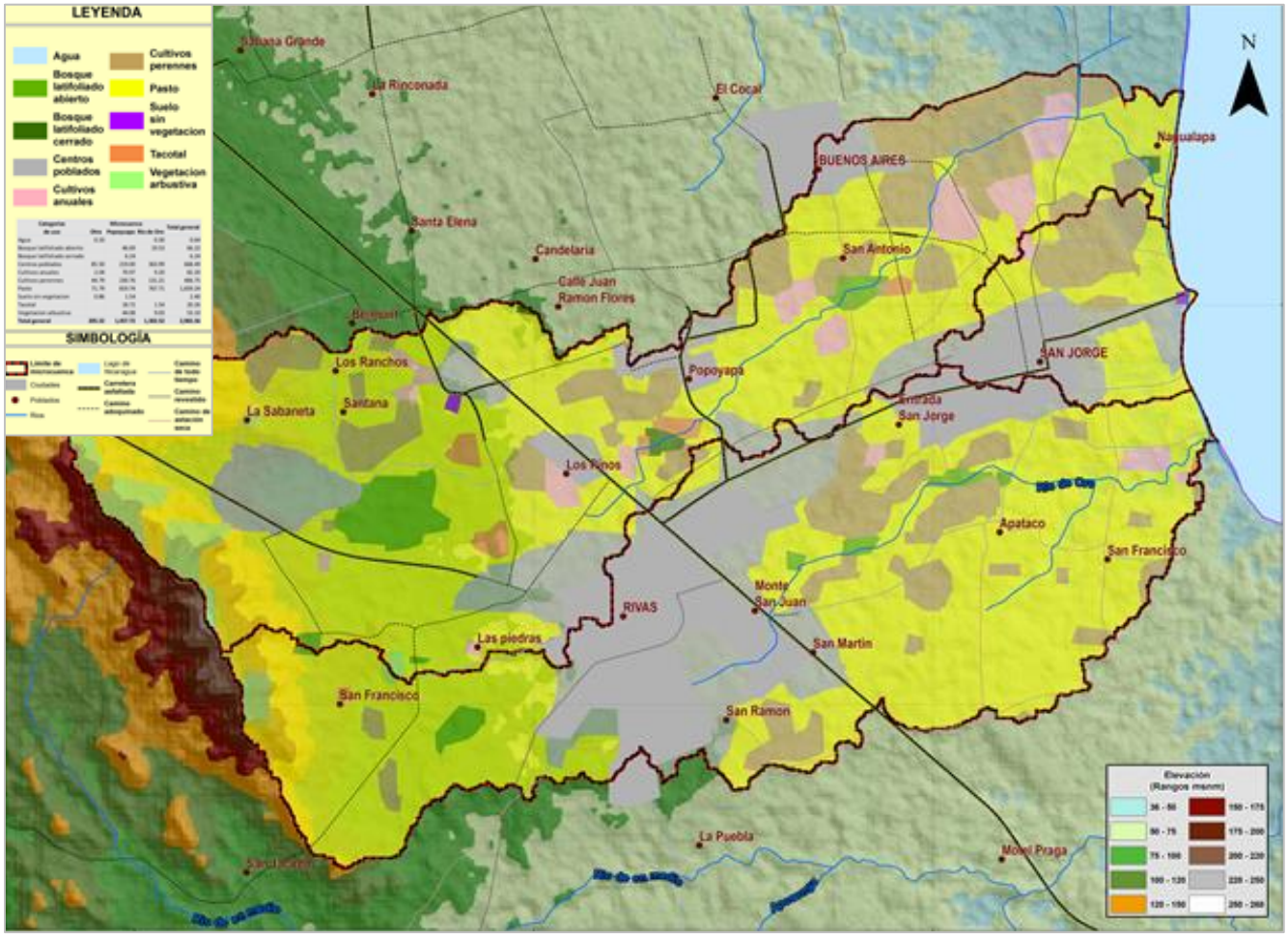


Figura 11-6: Distribución del uso de suelo actual de suelo en el área de Estudio

Tabla 11-1: Valores de Cuantificación de las categorías de uso de las microcuencas

Categorías de Uso	Otra Microcuenca	Microcuenca Popoyuapa	Microcuenca Rio Oro	Total General
Agua	033		0.30	0.64
Bosque latifoliado abierto		46.69	19.53	66.22
Bosque latifoliado cerrado		6.24		6.24

Categorías de Uso	Otra Microcuenca	Microcuenca Popoyuapa	Microcuenca Rio Oro	Total General
Centros Poblados	85.50	219.00	363.99	668.49
Cultivos Anuales	2.04	70.97	9.20	82.20
Cultivo Perennes	44.79	230.76	131.21	406.75
Pastos	71.79	819.74	767.71	1,659.24
Suelos sin vegetación	0.86	1.54		2.40
Tacotal		18.72	1.54	20.26
Vegetación Arbustiva		44.08	9.03	53.10
Total General	205.32	1,457.72	1,302.52	2,965.56

El uso actual predominante en el municipio de Rivas, está representado por pastos manejado el 49.06% de la superficie territorial. Este tiene varios fines y se utiliza para crianza y engorde de ganado.

Los usos de pasto con Maleza y arboles seguido de los cultivos de Musáceas son los usos que ocupan el tercer y cuarto lugar respectivamente con unos porcentajes de 19.43% y 12.45% del área territorial, propiamente donde se construirá la planta de tratamiento es utilizado en la siembra de musáceas (Plátanos), intercalado con árboles frutales de mango liso, cocos y árboles de pochote.



Foto 11-2: Uso del suelo del área directa de la PTAR, Agrícola

~ Uso Potencial del Suelo

El uso potencial del suelo, fue delimitado y calculado a partir de los mapas últimos actualizados de uso potencial del suelo a nivel Nacional, elaborados por la dirección de Ordenamiento Territorial del INETER.

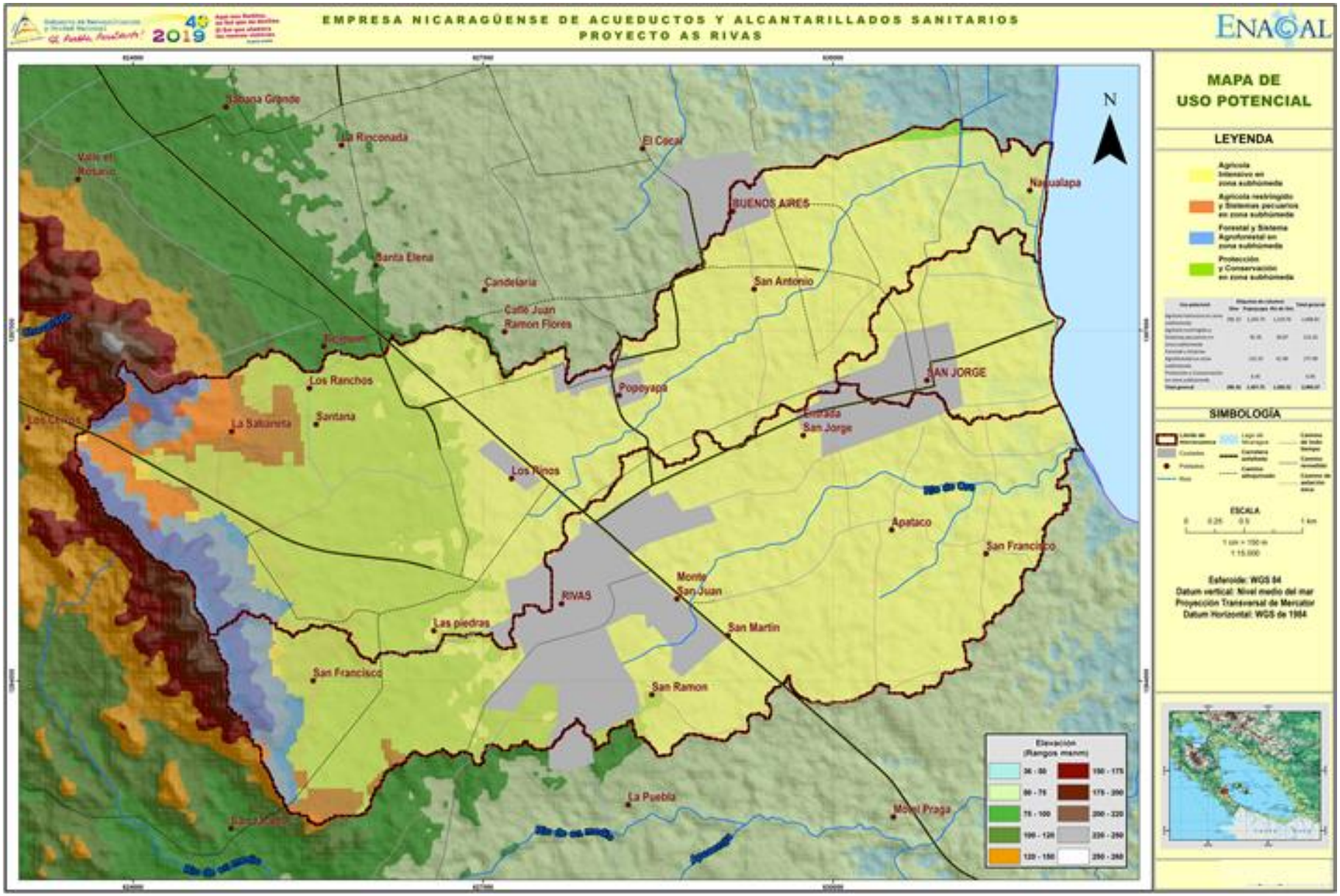


Figura 11-7: Distribución Uso Potencial del suelo en el área de Estudio

Tabla 11-2: Cuantificación de las Categorías de uso Potencial en cada una de las Micro cuencas.

Uso Potencial	Otra Microcuenca	Microcuenca Popoyuapa	Microcuenca Rio Oro	Total General
Agrícola intensiva en zona sub húmeda	205.32	1,243.74	1,219.76	2,668.81
Agrícola restringido y sistema pecuario en zona subhúmeda		92.35	20.87	113.22
Forestal y Sistema Agroforestal en zona Sub húmeda		115.19	61.90	177.09
Protección y Conservación en zona Sub húmeda		6.45		6.45
Total General	205.32	1,457.72	1,302.52	2,965.57

El Uso potencial del suelo del municipio de Rivas por predominancia se distingue para las siguientes actividades productivas: Agricultura Intensiva en zona húmeda, Agrícola restringida y Sistema Pecuario en zona sub húmeda, Forestal y Sistema Agroforestal en zona Sub húmeda, Protección y Conservación en zona sub húmeda.

El uso para agrícola intensiva en zona sub húmeda con manejo es el más predominante en el municipio. Seguido por el uso forestal y sistema agroforestal en zona sub húmeda.
El uso potencial del suelo que se presenta en el sitio del proyecto donde se establecerá la PTAR tiene uso agrícola con la siembra de musáceas.

~ **Suelos en el área del proyecto**

De acuerdo a los estudios edafológicos realizados en el municipio de Rivas, por el MAGFOR 2005, se identificaron los siguientes ordenes de suelos: Alfisoles, Inceptisoles, Vertisoles y Molisoles. Siendo el orden delos alfisoles el más predominante y extendido en el municipio de Rivas con 71.82% de la superficie territorial.

Le sigue el orden de los inceptisoles con el 13.46% del área total.

En el área de estudio se determinó un tipo de suelo del orden alfisol del subgrupo Haplustalfs; estos suelos identificados en el área de influencia directa del proyecto se clasifican en la serie Buenos Aires que consisten en suelo francos a francos arcillosos, en pendientes entre 0 a 8%, profundos, bien drenados, con permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderadamente alta y una zona radicular profunda; se derivan de ceniza volcánicas recientes que descansan sobre sedimentos más viejos. Tienen pH neutro, son pobres a medios en materia orgánica y fósforo, ricos en potasio disponible, con una capacidad de intercambio de cationes (CIC), de media a alta y saturación de bases alta. Están siendo usados con plátano, frutales, granos básicos.

d) Hidrología

El área de influencia directa del proyecto, está compuesta, por dos micro cuencas hidrográficas, nombradas como micro cuenca Popoyuapa con un área de 14.57 km^2, micro cuenca Rio de Oro con un área de 13.02 km^2, que contienen vaguadas y cauces de drenaje de flujo intermitente y permanentes que drena tanto en periodos lluviosos como en periodos secos, de Oeste a Este, que drenan sus aguas a través d dos cauces principales que desembocan en la costa del Lago de Nicaragua.

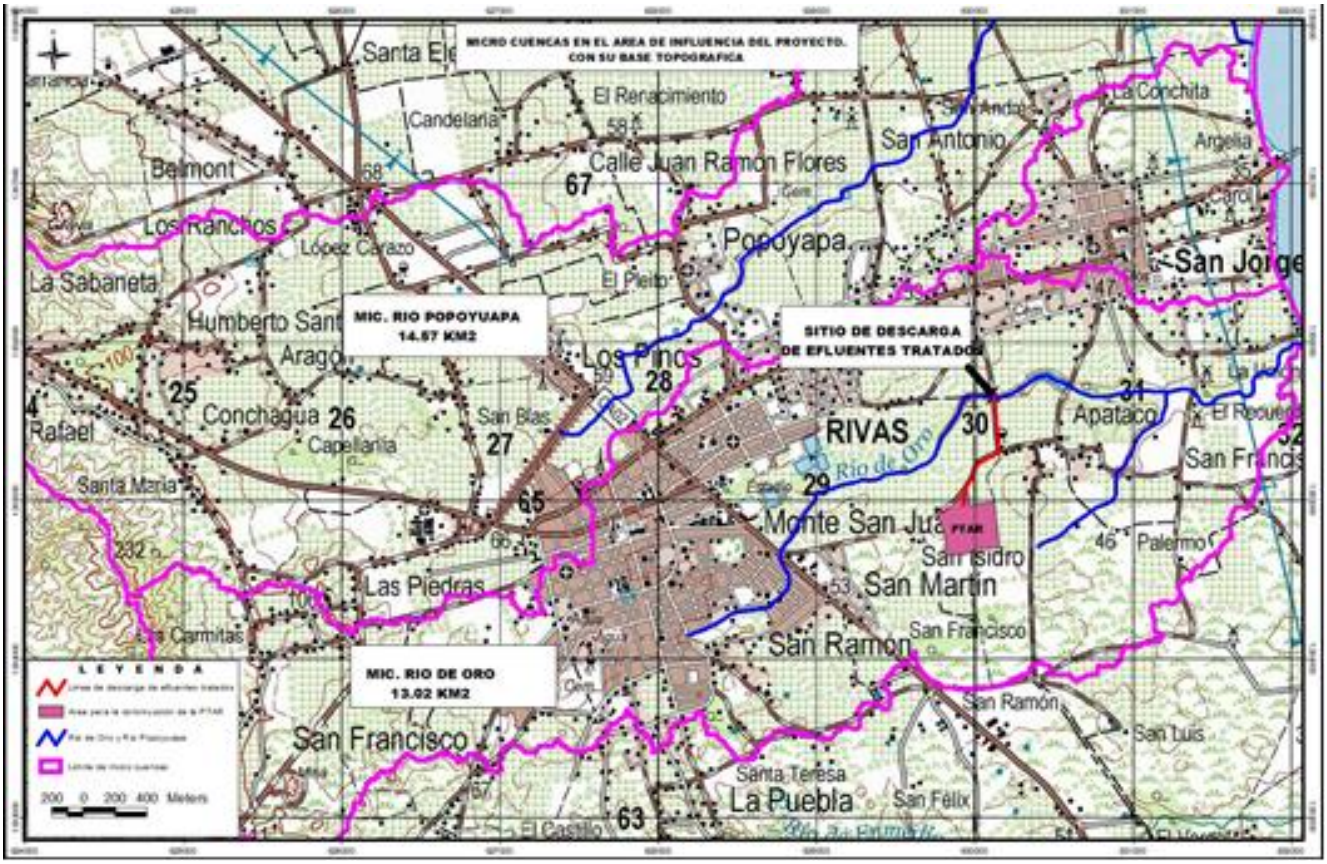


Figura 11-8: Red de drenaje, delimitación de Micro Cuencas y áreas de drenajes

Tabla 11-3: Características físicas Naturales de las Micro cuencas

Cuenca Hidrográfica	ClvRgn	Rio Popoyuapa	Rio de Oro
Área de la cuenca	A_Km2	14.57	13.02
Perímetro de la cuenca	P_ km	34.254	30.206
Elevacion media	Em_m	47.5	50
Pendiente Media	Pm_ m/m	0.003852	0.005788
Coeficiente de Compacidad (Gravelius)	Kc	2.8	3.1
Relación Circular	Rci	0.77	0.82
Relación Hipsometrica	Rh	1.36	1.23
Longitud del eje del rio principal	Lc_km	6.489	5.182
Coeficiente de sinuosidad hidráulica	Sh	1.13	1.13
Altitud máxima inicial	Emx_msnmm	60	65
Altitud minima final	Emn_msnmm	35	35
Pendiente promedio del rio principal	Sc _%	0.38	0.57
Tiempo de concentracion Kirpich	Tc_Kirpich_h	1.25	0.9
Indice de forma Horton	Tc_CHPW_h	1.35	1.49
Relacion de Elongacion	Re	0.92	0.95

La relación de elongación varía entre 0.60 y 1.00 para una amplia variedad de climas y geológicas, además está fuertemente correlacionada con el relieve de la cuenca, de manera que valores cercanos a la unidad son típicos de regiones con relieve bajo, en cambio donde varia de 0.60 a 0.80 se trata de fuerte relieves y pendientes pronunciados del terreno.

Para estimar los caudales Máximos dentro de las áreas de drenaje delimitadas, se ha aplicado el Método Racional Americano modificado, el cual incorpora los parámetros de Área (A), Intensidad de las lluvias (I) y coeficiente de Escorrentía (C). Este método se ha aplicado a las micro cuencas, como una comprobación, debido a sus características de uniformidad en lo que respecta al uso de suelo, pendientes y tipo de suelo, lo cual también se ha comprobado y calculado también por el método del SCS, Servicios de Conservación de Suelo, donde se toma en cuenta el número de Curva CN, que está basado en el Uso actual del suelo, clasificación de los tipos de suelos, capacidad hidrológica, pendiente y condiciones de humedad antecedente, información que se ha tomado de cada uno delos mapas elaborados ya descritos anteriormente y su cálculo de áreas mediante el procesamiento con el uso de la herramienta del SIG, programa ARGIS,10.2.

Tabla 11-4: Comparativo de Resultados

Método Racional modificado					Método SCS			
M. Cuenca	T=25	T=50	T=100		M. Cuenca	T=25	T=50	T=100
Popoyuapa	44.52	48.96	54.91		Popoyuapa	40.50	48.24	59.08
Rio de Oro	23.87	26.25	29.44		Rio de Oro	31.01	37.41	46.46
Total	68.40	75.21	84.35		Total	71.51	85.65	105.54

En este caso, por ser micro cuencas con áreas mayores a los 5 km2, retomamos los caudales para un Tr=100 años obtenidos por el método del servicio de Conservación de Suelos SCS. Para la Micro cuenca Popoyuapa 59.09 m^3/seg., y para la Micro cuenca Rio de Oro 46.46 m^3/seg. Ver anexo 8: Estudio Hidrológico e Hidrogeológico de Rivas.

~ Calculo Hidráulico en el Cuerpo Receptor

Como parte de las verificaciones de campo, durante la visita se verificaron las características físicas, de la sección transversal y longitudinal del cuerpo receptor, para estimar la capacidad de drenaje y características hidráulicas del mismo.



Foto 11-3: Características físicas de la sección transversal y longitudinal del cuerpo receptor

~ Características del Sitio Preseleccionado para la descarga

Tipo de obra: Caja Puente de Alcantarilla de Concreto Ciclópeo con aletones
Tipo de Sección: Rectangular
Dimensiones de la entrada: Largo 2.9 m, alto 1.0m
Dimensiones de la salida: Largo 2.75 m, alto 1.0 m
Dimensiones medias para calculo: Largo 2.825 m, alto 1.0 m, pendiente de fondo 0.05 m/m
Caudal máximo a drenar, para un periodo de retorno de Tr =100 años hasta el punto de cierre, se estima en = 33.45 m^3/seg.

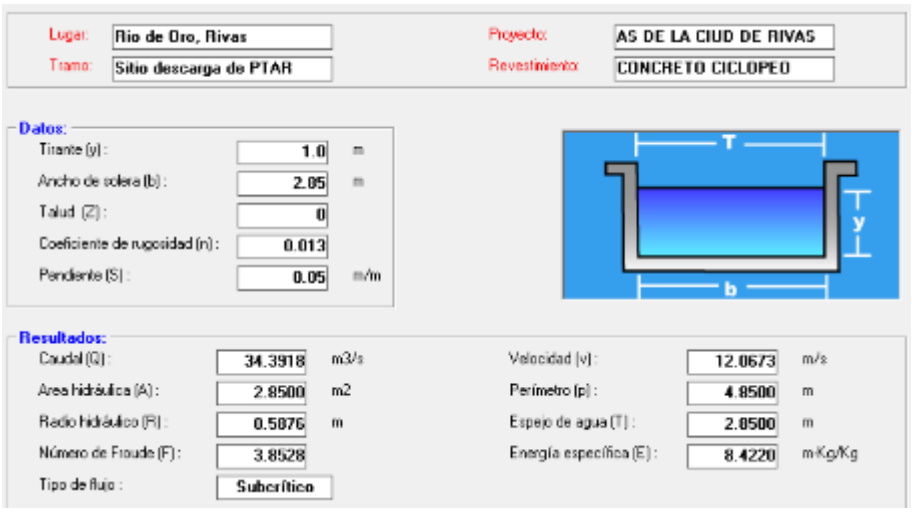


Figura 11-9: Resultados del Calculo Hidráulico

~ Sección del Cauce de Rio Aguas Abajo del Sitio de Descarga

Tipo de Sección: del suelo Natural
Dimensiones de la entrada: Largo 5 m, alto 1.5 m
Caudal Máximo a drenar, para un periodo de retorno de Tr=100 años = 33.45 m^3/seg.

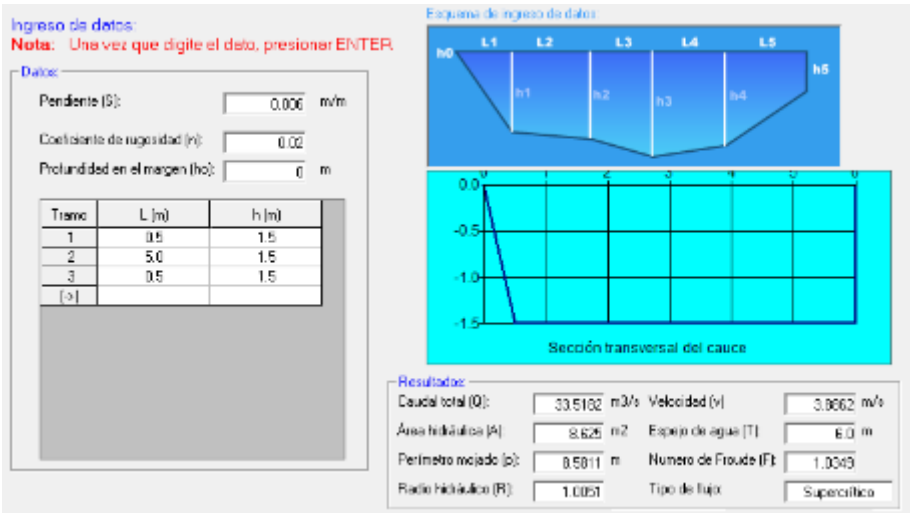


Figura 11-10: Resultados de la sección transversal del cauce

~ **Análisis Conclusivo de la Evaluación de la Capacidad Hidráulica del Cuerpo Receptor**

Según resultado del cauce tiene capacidad de drenar en este tramo 33.5 m^3/seg, y el caudal calculado máximo para un periodo de retorno de 100 años hasta este sitio de cierre de la micro cuenca (Rio de Oro) con un área de aporte de 9.37 km^2, su caudal estimado es de 33.45 m3/seg, lo cual es ligeramente menor que la capacidad calculada. Por tanto el riesgo de desborde es de moderado a bajo, por las condiciones de sección del cauce y la obra de pase existente en el sitio, el nivel de inver inferior del tubo de descarga en el sitio, debe estar como mínimo a una altura de 1.5 m por encima del fondo del lecho del cauce existente y con su ángulo de descarga en la dirección del flujo aguas abajo a fin de evitar taponamiento hidráulico en la descarga.

e) Hidrogeología

Rivas se localiza en la Sub-Provincia hidrogeológica Planicie Nandaime – Rivas. En la superficie y en el sub-suelo de ella, están presentes rocas sedimentarias marinas plegadas de edad Cretácica cubiertas por depósitos coluviales – aluviales Cuaternarios.

Los estudios hidrogeológicos de la planicie referida, confirman la existencia, a lo largo y ancho de ella, de un reservorio (acuífero o depósitos) subterráneo regional de potencial apreciable. El acuífero de la planicie de Rivas, al Oeste y Sur, se extiende hasta el pie de la sub provincia colinas de Rivas. Dichas colinas están conformadas por rocas sedimentarias marinas Eocénicas de la Formación Rivas. Tales rocas se presentan masivas y fracturadas por lo que tienen de moderada a ligera capacidad para almacenar y transmitir aguas; por lo tanto, pueden considerarse semipermeable, al Norte, se expande más allá del rio Ochomogo y al Este alcanza el Lago de Nicaragua (Cocibolca).

El acuífero principal se encuentra en las capas de arenas finas a muy gruesas sueltas y en las areniscas que descansan sobre las rocas sedimentarias marinas de la formación Rivas. El espesor del acuífero varía de acuerdo con la profundidad a la cual se encuentra el basamento hidrogeológico, constituido por las rocas sedimentarias marinas mencionadas. La revisión de la columna geológica de los distintos pozos perforados permitió la elaboración de la figura 2.5 que muestra la configuración del basamento hidrogeológico. Según tal figura la profundidad menor del basamento se encuentran en las inmediaciones de los bordes Oeste y Sur y las mayores en la vecindad del agua.

La recarga del reservorio proviene de las lluvias que caen sobre la subprovincia Serranía de Brito y de las aguas lluvias que se precipitan directamente en la planicie fluvio Coluvial aluvial Cuaternaria. También alimentan al acuífero las aguas de exceso de riego. En el caso de la zona acuífero donde están emplazados los pozos de Chatilla, es probable que se produzcan recarga proveniente del lago inducida por el bombeo de dicho pozo.

Durante la visita de campo, se verifico el funcionamiento de un pozo excavado que abastece la comunidad de Pataco, que abastecen un número considerable de familias.

Con el propósito de verificar y actualizar las características hidráulicas de los pozos, también se realizó un inventario de los pozos excavados existentes que en la mayoría eran de uso privado, y con fines de uso domésticos y de labores de industria de fabricación de ladrillos cuarterón.

Tabla 11-5: Resultados de inventarios de los Pozos excavados y perforados levantados en campo

ID	X	Y	NT	Prof. (m)	Alt. Brocal (m)	Diám. Brocal (m)	Propietarios	observaciones
Exc 1	630150	1265253	58	7.4	0.75	0.9	Don Miguel	Sin Uso
Exc 2	630353	1265336	50	8.9	0.75	1.3	Brígida Romero	Sin Uso
Exc 3	630321	1265315	48	9	0.8	1	Ramona Pasos	Sin Uso
Exc 4	630374	1265271	40	8.9	0.7	1.1	Ana A. López	Para fabricación de ladrillos
Exc 5	630434	1265213	51	10.4	0.75	1.05	Juan A Morales	Para lavar ropa
Exc 6	630457	1265152	53	9.36	0.5	1.3	Jacinto Morales	Industria de ladrillos
Exc 7	630329	1264967	61	12.5	0.65	1	Lucrecia	Sin uso
Exc 8	630463	1264091	65	12	0.7	1.4	Finca Palermo	Bebedero vacuno
Exc 9	629545	1263876	116	8.7	0.7	1.25	Qta San Ramón	Baño y uso particular
Exc 10	630505	1265316	53	7.75	0.74	1.4	Marcos Duarte	Sin uso
Exc 11	630776	1265348	54	7.5	0.8	1.4	Gregorio Miranda	Uso doméstico
Exc 12	631261	1265177	52	9.6	0.6	0.85	Reyes Rojas	Uso doméstico
Exc 13	631630	1264079	51	5.7	0.7	1.15	Maria Fonseca	Abrevadero de ganado
Perf 1	630216	1265302	57	11.29	0	0.15	Comunidad de Apataco	Abastecimiento de Apataco

Exc: Pozo Excavados. Perf: Pozo Perforados

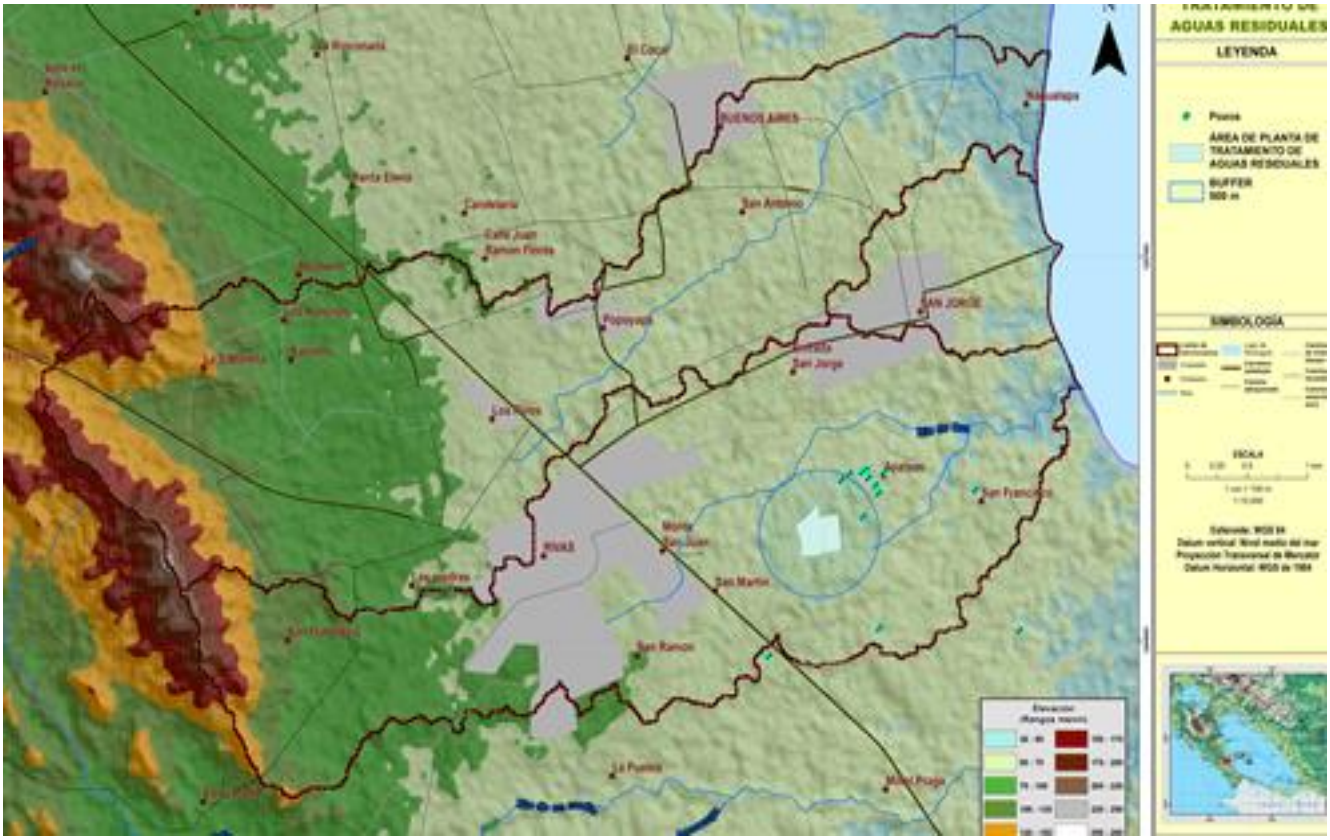


Figura 11-11: Ubicación Pozos inventariados en campo

Las aguas subterráneas inician su recorrido desde las cimas y laderas de la Serranía de Brito (Oeste), que una vez infiltrada, se mueven subterráneamente y alimentan a la planicie, la atraviesan subterráneamente y finalmente descargan en el Lago Cocibolca (Este).

El agua subterránea, en general, sale de la planicie bajo un gradiente hidráulico variando entre 0.0040 y 0.0047. El agua subterránea, en el campo de pozo chatilla y sus vecindades inmediatas, se encuentran a profundidades oscilando ente 3.78 m (Chatilla 5) y 6.43 m (Chatilla 4).

Área del proyecto, profundidades varía entre 12.5 y 7.0 m de profundidad.

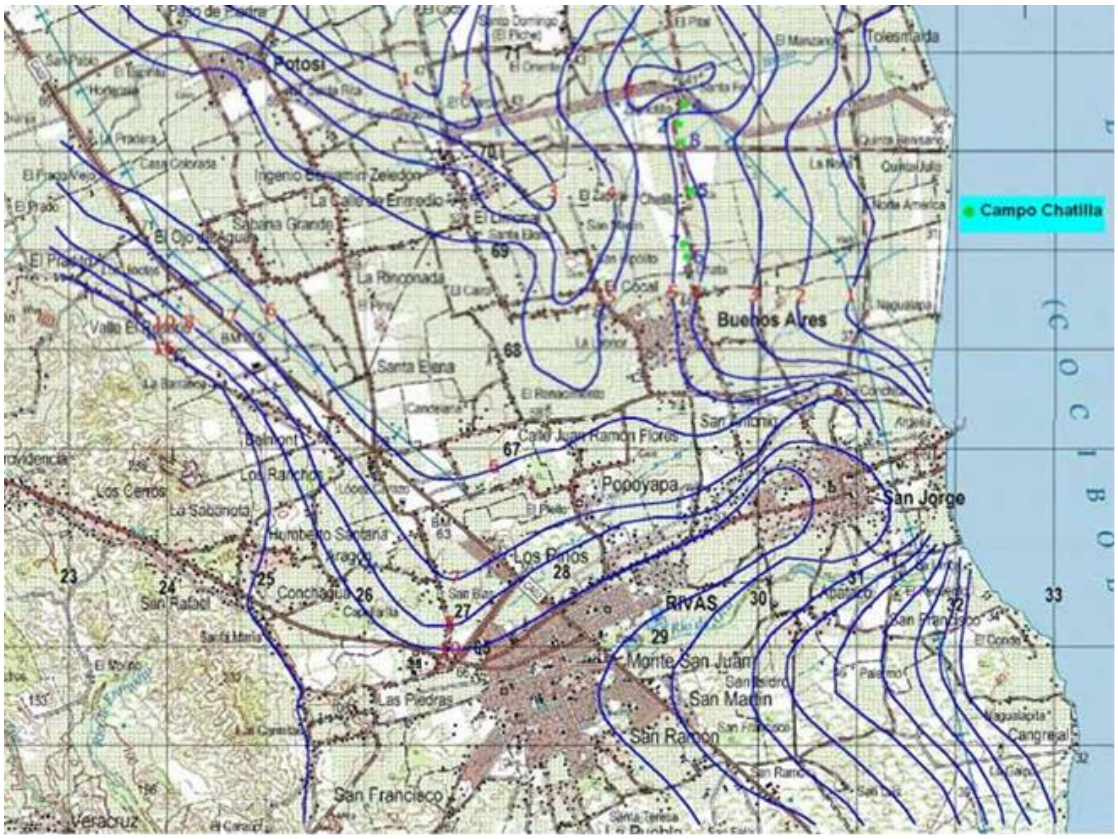


Figura 11-12: Basamento Hidrogeológico

La superficie freática en los alrededores del campo de pozos Chatilla, ha experimentado ascensos regionales de 2.01 m (chatilla 5) y 2.78 m (chatilla 6) en el transcurso del tiempo, mientras que los pozos Chatila 2,4 y 7 presentan descensos regionales oscilando entre 0.15 y 0.25 m/año, debido a la explotación intensiva y extensiva del acuífero (deposito o reservorio). El descenso promedio regional es de 0.20 m/año.

El coeficiente de almacenamiento (S) anda entre $1x10^{-3}$, siendo 2.48×10^{-2} el valor promedio. La eficiencia de los pozos (capacidad especifica o caudal especifico) se encuentra entre 2.85 $m^3/h/m$ y 27.39 $m^3/h/m$ siendo 10.35 $m^3/h/m$ y 11.04 $m^3/h/m$, las cifras promedios y mediana correspondiente.

La transmisividad (T) del material acuífero se encuentra entre 181 m^2/día y 762 m^2/día, siendo 405 m^2/día y 362.5 m^2/día los valores promedio y mediana, respectivamente. (Ver mapa siguiente).

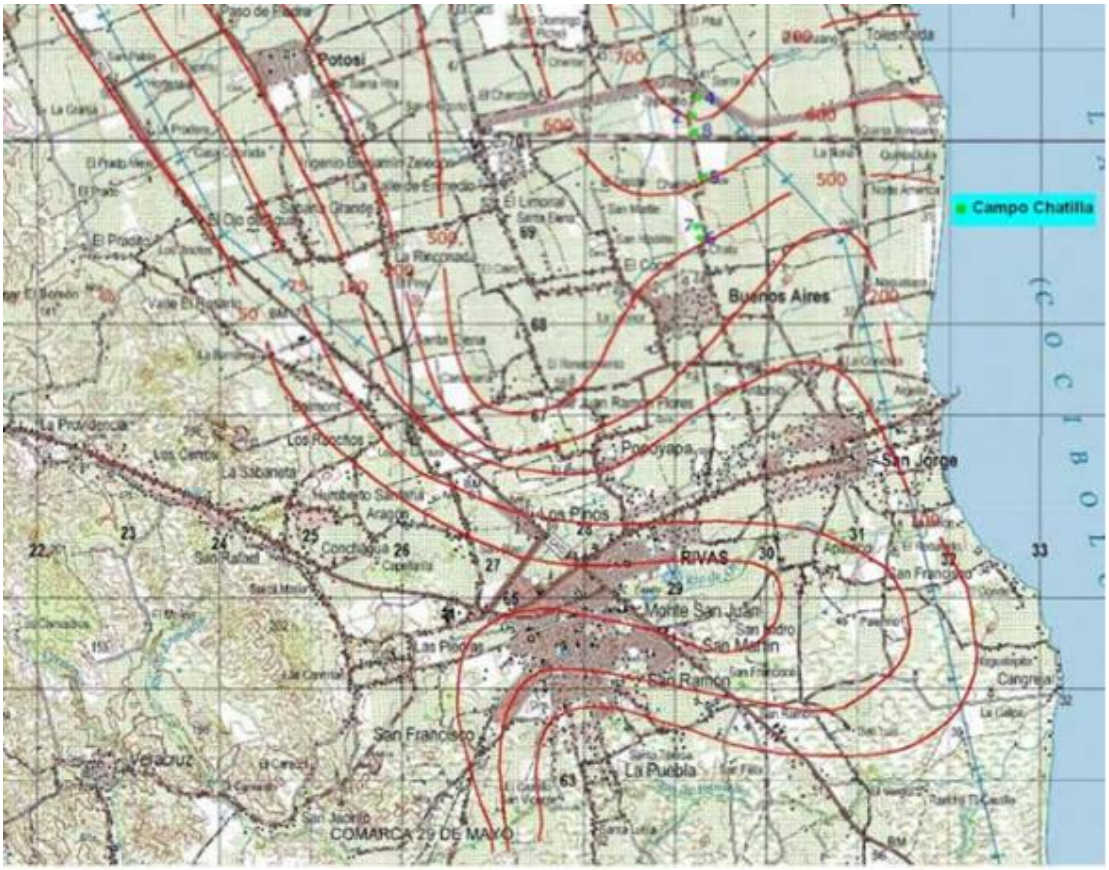


Figura 11-13: Transmisividad en m^2/día

~ Características Hidráulicas del Material Acuífero

Los estudios hidrogeológicos de la planicie referida, confirman la existencia, a lo largo y ancho de ella, de un reservorio (acuífero o depósitos) subterráneo regional de potencial apreciable. El acuífero de la planicie de Rivas, al Oeste y Sur se extiende hasta el pie de la sub provincia colinas de Rivas. Dichas Colinas están conformadas por rocas sedimentarias marinas Eocenicas de la formación Rivas. tales rocas se presentan masivas y fracturadas por lo que tienen de moderada a ligera capacidad para almacenar y transmitir agua; por lo tanto, pueden considerarse semipermeable; al Norte, se expande más allá del rio Ochomogo, y al Este, alcanza el Lago de Nicaragua (Cocibolca).

El acuífero principal se encuentra en las capas de arenas finas a muy gruesas sueltas y en las areniscas que descansan sobre las rocas sedimentarias marinas de la Formación Rivas.

~ Capacidad de Infiltración de los suelos

En el mes de septiembre del 2018, en el sitio de estudio, específicamente en el área seleccionada, para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, se realizaron dos pruebas de infiltración, para tener una valoración de la capacidad de infiltración de los suelos existentes.
Las pruebas de infiltración se realizaron en dos calicatas con medidas de 1 m x 1 m x 0.9 m de profundidad, al fondo de esta se perforo un agujero con diámetro de 0.42 m y 0.47m de profundidad, donde se realizó directamente la prueba de infiltración. El agujero fue saturado previamente con agua

hasta su nivel máximo, y luego se midió el rebajamiento con intervalo de 15 minutos durante un periodo de dos horas, para un total de 8 lecturas en cada pozo de infiltración.



Foto 11-4: Imágenes pruebas de infiltración

~ **Características del subsuelo**

En general en los puntos donde se realizaron las infiltraciones se encuentra compuesto por limos y arcillas de alta compresibilidad tipo MH y suelos francos arcillosos. De color amarillento a oscuro.

~ **Registro de Campo**

- **Registro de Campo de Prueba de infiltración en calicata No. 1**

Calicata No. 1. Sector PTAR – Rivas

Coordenadas de ubicación:	Norte 1265003, Oeste 629932, altura 52 msnm
Dimensiones de la recamara:	1mx1mx1m.
Dimensiones del pozo de infiltración.	Prof. 0.47m, Diámetro: 0.42m
Características del suelo:	Franco arcilloso, color café oscuro, espesor 1.47 m

Tabla 11-6: Registro de Campo de Prueba de infiltración en calicata No. 1

Medición	Hora inicio (pm)	Hora final (pm)	Lectura Inicial (cm)	Lectura final (cm)	Rebajamiento (cm)	Observaciones
1	01: 35	01:50	14	25	11	
2	01: 50	02:05	25	35	8	
3	02: 05	02:20	33	36	3	
4	02: 20	02:35	36	37	1	
5	02: 40	02:55	12	28	16	Se volvió a rellenar
6	02: 55	03:10	28	32	4	
7	03: 10	03:25	32	36	4	
8	03: 25	03:40	36	38	2	
Rebajamiento total en cm					49	
Rebajamiento promedio total en cm/min					0.41	

- **Registro de Campo de Pruebas de Infiltración en calicata No. 2**

Calicata No. 2. Sector PTAR – Rivas.
Coordenadas de ubicación: Norte 1265103, Oeste 629982, altura 61 msnm
Dimensiones de la recamara: 1.2 mx1.35 mx 0.9m.
Dimensiones del pozo de infiltración: Prof. 0.38 m, Diámetro: 0.45m
Características del suelo: Franco limo-arcilloso, color café claro, espesor 1.48 m

Tabla 11-7: Registro de Campo de Prueba de infiltración en calicata No. 1

Medición	Hora inicio (Pm)	Hora final (Pm)	Lectura Inicial (cm)	Lectura final (cm)	Rebajamiento (cm)	Observaciones
1	01: 50	02:50	10	20.4	10.4	
2	02: 05	02:25	20.4	25.2	4.8	
3	02: 25	02:40	12.5	24.3	11.8	Se volvió a rellenar
4	02: 40	02:55	24.3	28	3.7	
5	02: 55	03:10	28	32.4	4.4	
6	03: 10	03:25	32.4	35.5	3.1	
7	03: 25	03:40	35.5	38	2.5	
8	03: 40	03:55	38	40	2	
Rebajamiento total en cm					42.7	
Rebajamiento promedio total en cm/min					0.356	

Coeficiente de Permeabilidad, K
Para el cálculo del Coeficiente de Permeabilidad K, se utilizó la siguiente formula:

$$k = \frac{Q}{Pe} * \frac{\alpha w}{C}, cm/seg \qquad C = (2\pi D)\frac{\sqrt{\frac{L^2}{D} - 1}}{Ln\left(\frac{L}{D} + \sqrt{\frac{L^2}{D} - 1}\right)}, cm$$

Donde:
Q = Agua absorbida (cm^3/s)
Pe = Presión efectiva (g/cm^2)
Aw = Densidad del agua (g/cm^3)
C = Coeficiente de forma, dado por.
D = Diámetro del barreno (cm)
L = Longitud del tramo de prueba (cm)

La fórmula para determinar la tasa de percolación en litros/m^2 x días:

$$V_f = \frac{115}{\sqrt{t}}$$

Donde:
t = tasa de infiltración (min/cm)
Vf = Velocidad máxima de aplicación de aguas negras (litros/m^2 x día)

Tabla 11-8: Velocidades permisibles de aplicación de aguas negras en sistemas de absorción

Tasa de infiltración min/cm	Litros/m^2x día
0.40	182.00
0.80	129.00
1.20	105.00
1.60	91.00
2.00	81.00
4.00	58.00
6.00	47.00
12.00	33.00
18.00	27.00
24.00	23.00

Fuente: Código de instalaciones hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica. Edición 2010.

Tabla 11-9: Resultados de la Prueba de Infiltración

Sondeo	Profundidad (m)	Prueba No.	Tasa de percolación L/m2 x día	Tasa de percolación Recomendada L/m2 x día	Coeficiente de Permeabilidad K Cm/seg
Calicata No. 1	1.0 – 1.42	INF – 1	102.51	110	5.39 X 10-4
Calicata No. 2	0.9 – 1.28	INF - 2	97.36	100	4.375 X 10-5

De acuerdo a los resultados obtenidos, los suelos existentes, son de baja a moderada permeabilidad, característica de suelos franco-arcilloso y franco-limo arenosos.

~ **Calidad del agua subterránea en el área de influencia del proyecto**

La calidad mineral de las aguas subterráneas del área estudiada, se conoce a partir de diecisiete (17) análisis físico-químico. Los análisis más antiguos son de fecha 24/04/2008 y los más recientes, 11/02/2011. Los análisis señalados fueron realizados en los laboratorios Central de ENACAL y en el Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA).

En vista que en las zonas circundantes al campo de pozos chatilla, se desarrolla una actividad agrícola intensa y extensiva, donde se hace uso de plaguicidas en cantidades apreciables, se consideró prudente investigar la presencia o no de plaguicidas en las agua subterráneas de la zona.

Se investigaron los tipos de plaguicidas carbonatos, órganos clorados y órganos fosforados. En total se muestran cinco (5) pozos de los cuales cuatro (4) pozos son perforados y pertenecen al campo de pozos de ENACAL y uno (1) pozo excavado ubicado dentro de la zona seleccionada para desarrollo futuro.

Los análisis de plaguicidas se hicieron en los laboratorios de Centro de Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA - UNAN).

La calidad bacteriológica de las mismas aguas, se sabe a partir de tres (3) análisis efectuados el 11/02/2011 en los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA).

Para establecer la adecuabilidad mineral para bebida, y la calidad bacteriológica de las aguas para el uso de consumo humano, se hizo uso de las Normas de Calidad de las Aguas para Consumo Humano del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993).

El grado de toxicidad de los plaguicidas se determinó empleando las normas United States Envirnmental Protection Agency (2006). National Primary Drinking Water Regulations (USEPA), Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993) y la Organización Mundial de la Salud (2004). Guías para la Calidad de Agua Potable, 3era edición, Ginebra. (OMS).

Ver siguiente cuadro análisis físico químico. Campo de pozos Chatilla. La determinación de metales pesados fue realizada en el Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA).

Tabla 11-10: Análisis Físico químico campo de pozos Chatilla

Descripción/ Propiedades	U.M	Rivas resultados						Norma CAPRE	
		No. 2	No. 2	No. 4	No. 4	No. 4	No. 5	Valor Recomendado	Valor máx. admisible
Color	UC	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<1.0	ND	15	
Aspecto		Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara		
Turbidez	UNT	0.0	<LDM	0.0	<LDM	0.034	<LDM	5	
Solidos sueltos	mg/l	291	276	256	263	252	257		
Temperatura	oC	28.6	28.6	28.9	28.7	29.2	28.8	18-32	32
pH		7.23	8.03	7.09	7.98	7.76	7.18	6.5-8.5	
Conductividad eléctrica	µS/cm	580	562	488	488	459	469	400	
Dureza total	mg/l	207.1	218.9	198.4	212.7	188.56	211.1	400	
Dureza cálcica						106.96			
Alcalinidad total	mg/l	260.4	220.0	204.1	206.1	210.4	197.3		
Sodio (Na+)	mg/l	23.7	23.7	27.2	27.2	15.1	20.8	25	200
Potasio (K)	mg/l	4.8	6.5	7.3	4.6	2.79	5	10	
Calcio (Ca+++)	mg/l	45.3	43.8	37.6	37.6	42.87	43	100	
Magnesio (Mg)	mg/l	22.8	26.6	25.4	28.9	19.82	25.2	30	50
Hierro (Fe – tct)	mg/l	0.069	<LDM	<LDM	<LDM	0.041	<LDM	0.3	
Magnesio						0.02			
Cloruro	mg/l	22.9	27.3	18.1	27.3	21.5	30.8	25	250
No2 (Nitritos)	mg/l	0.015	0.008	0.016	<LDM	<0.009	0.006	0.1	
NO3 (Nitratos)	mg/l	5.05	5.09	10.07	11.80	1.98	8.9	25	45
SO4 (Sulfato)	mg/l	10.13	<LDM	<LDM	<LDM	5.96	<LDM	25	250
F (Fluoruro)	mg/l	0.37	0.37	0.40	0.40	0.392	0.30	0.7-1.5	
HCO_3 (bicarbonato)	mg/l	317.5	268.2	248.8	251.3	210.4	240.6		
CO_3 (Carbonato)	mg/l	0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0		
Arsénico	mg/l	3.18		<LDM		<0.002	<LDM	0.010	
Cadmio	mg/l					0.00021		0.05	
Cromo total	mg/l					0.00176		0.05	
Cobre	mg/l					0.00613		2	
Plomo	mg/l					<0.00464		0.01	
Colif. Totales	UFC/100ml					7.8		Neg	Neg
Colif. Fecales	UFC/100ml					Neg		Neg	Neg
Toma						09/02/11			
Análisis		24/03/09	24/04/08	24/03/09	24/04/08	11/02/11	24/03/09		

CIEMA: Centro de Investigación y Estudio en Medio Ambiente

Tabla 11-11: Análisis Físico químico campo de pozos Rivas.

Descripción / Propiedades	U.M	Rivas resultados											Norma CAPRE	
		No. 5	No. 6	No. 6	No. 7	No. 7	No. 7	No. 8	No. 8	No. 8	Finca san Silvestre	Buenos Aires	Valor Recomendado	Valor máximo admisible
Color	UC	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	< 1.00	<LDM	<LDM	< 1.00	< 1.00	< 1.00	15	
Aspecto		Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara		
Turbidez	UNT	<LDM	0.0	<LDM	0.39	<LDM	0.035	0.74	<LDM	0.029	0.048	0.037	5	
Solidos sueltos	mg/l	266	277	275	251	222	264	290	273	286	285.00	421.00		
T°	oC	28.8	29.8	28.8	30.9	31.20	31.8	29.8	30	29.1	27.8	29.1	18-32	32
pH		8.0	7.56	7.98	7.62	8.03	7.91	7.7	7.72	7.86	7.43	7.15	6.5-8.5	
Cond. eléctrica	µS/cm	505	535	533	501	485	480	542	561	521	517	767	400	
Dureza total	mg/l	222.1	205.4	240.8	184.5	175.2	205.36	222.8	209.0	218.48	216.24	337.28	400	
Dureza cálcica							122			128.8	114	203.2		
Alcalinidad total	mg/l	216.0	221.6	204.1	215.7		222.6	244.9	225.2	242.8		243.4		
Sodio (Na+)	mg/l	20.8	20.6	20.6	20.3	20.3	15.3	26	26	19.8	18.8	16.2	25	200
Potasio (K)	mg/l	5.7	5.3	5.4	6.1	5.4	1.85	6.8	6.7	2.6	2.4	8.86	10	
Calcio (Ca+++)	mg/l	33.8	46.7	30.1	43.2	37.6	48.9	45.3	45.7	51.62	45.68	81.44	100	
Magnesio (Mg)	mg/l	33.4	21.6	40.3	18.6	19.7	20.26	26.6	23	21.79	24.84	32.58	30	50
Hierro (Fe – tct)	mg/l	<LDM	<LDM	0.353	<LDM	0.136	0.091	0.118	0.56	0.032	0.032	0.032	0.3	
Magnesio							<0.020			0.021	0.021	0.023		
Fosfato	mg/l													
Cloruro	mg/l	22.9	22.9	30.0	18.1	21.2	19.6	20.0	22.9	26.1	23.1	85	25	250
NO_2 (Nitritos)	mg/l	0.011	0.016	0.013	0.017	0.009	<0.009	0.016	0.007	0.022	<0.009	<0.009	0.1	
NO3 (Nitratos)	mg/l	11.70	16.73	21.10	8.15	10.80	2.28	9.42	10.07	2.51	2.63	9.26	25	45
SO4 (Sulfato)	mg/l	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	<LDM	5.91	<LDM	<LDM	3.45	25.96	19.77	25	250
F (Fluoruro)	mg/l	0.30	0.32	0.32	0.31	0.31	0.342	0.38	0.38	0.379	0.400	0.263	0.7-1.5	
HCO_3 (bicarbonato)	mg/l	263.4	270.1	241.6	263.1	207.8	222.6	298.6	260.7	242.8	225.2	243.4		
CO3 (Carbonato)	mg/l	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	
Arsénico	mg/l		1.8		1.91		<0.002	2.97		<0.002	<0.002	<0.002	0.010	
Cadmio	mg/l						<0.00015			0.00028	0.00017	<0.00015	0.05	
Cromo total	mg/l						0.00296			<0.00071	0.00215	<0.00071	0.05	
Cobre	mg/l						0.00977			0.00369	0.00816	0.00425	2	
Plomo	mg/l						<0.00977			<0.00464	<0.00464	<0.00464	0.01	
Colif. Totales	UFC/100ml						4.5			2.0			Neg	Neg
Colif. Fecales	UFC/100ml						Neg			Neg			Neg	Neg
Toma							09/02/11			09/02/11	09/02/11	09/02/11		
Análisis		24/04/08	24/03/09	24/04/08	24/03/09	24/04/08	11/02/11	24/03/09	09/02/19	11/02/11	11/02/11	11/02/11		
Lab.		ENACAL					CIEMA	ENACAL		CIEMA				

~ Calidad Mineral del Agua Subterránea

El carácter químico de las aguas subterráneas, es bicarbonato cloro, calcio sódico. De acuerdo a los valores reportados de conductividad eléctrica (459-767 ohmios/m), sólidos totales disueltos (222-421 mg/l), pH (7.09-8.03) y dureza (175.2-337.28 mg/l), las aguas subterráneas del área estudiada por su conductividad y solidos totales disueltos son dulces: por su pH, se encuentran entre ligeramente alcalinas y por su dureza, son duras (ver tabla anterior). La observación de la figura siguiente demuestra que los contenidos de sólidos disueltos van disminuyendo en la medida que el agua subterránea se mueve desde el pie de las colinas de Rivas hacia el Lago de Nicaragua; pero ante de alcanzar al lago, ellos vuelven a incrementarse. La disminución de las concentraciones pueden deberse a la recarga de lluvia que recibe el acuífero y los incrementos observados pueden estar relacionados con las concentraciones de sales que se producen en los sectores costeros debido a la evaporación de las aguas superficiales que quedan encharcadas en la zonas planas y bajas de la planicie.

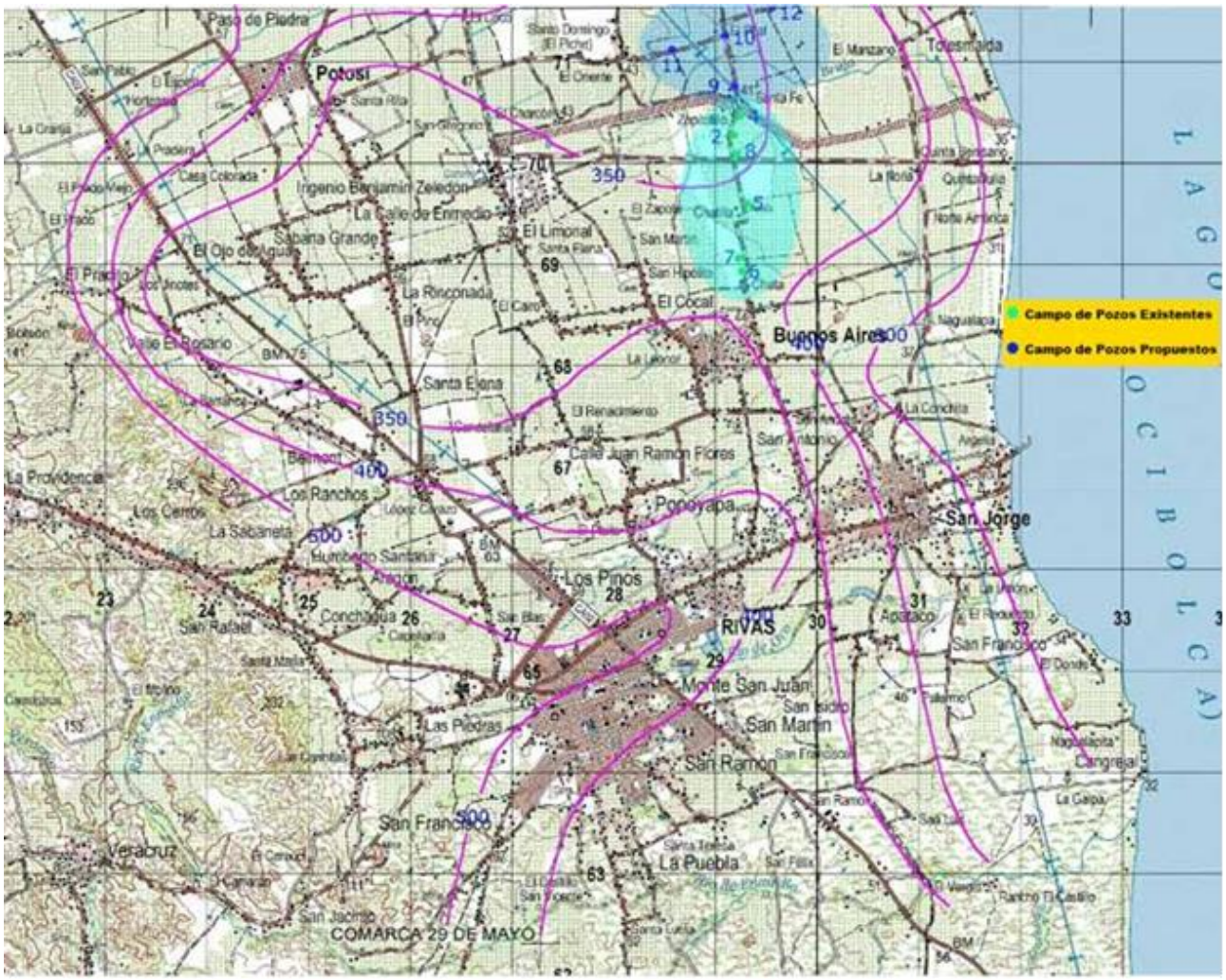


Figura 11-14: Sólidos Totales disueltos

Los contenidos de calcio y cloruros se encuentran muy por debajo de limite recomendado, es excepción las aguas del pozo Buenos Aires cuyas concentraciones de calcio (81.44 ppm) y cloruro (85 ppm) que están entre los límites recomendados y tolerables.

Las cifras de sodio, potasio, nitrito, nitratos, sulfatos y fluoruro están muy por debajo del límite recomendado. Los valores de magnesio están muy por debajo del límite recomendado se exceptúan las aguas del pozo Chatilla 6 con una concentración de 40.3 ppm la cual está cerca del límite máximo tolerable. Los metales pesados Arsénico, Cadmio, Cromo total, cobre y Plomo en las aguas subterráneas del área, siempre están en concentraciones muy por debajo a las señaladas en la Norma CAPRE.

Los contenidos de sustancias inorgánicas (minerales) reportados en los análisis, se presentan en concentraciones extremadamente bajas no perjudiciales para la salud. Por lo tanto, las aguas subterráneas del área, desde el punto de vista de calidad mineral o inorgánica, son de buena calidad mineral y adecuada por bebida.

~ **Calidad Bacteriológica del Agua Subterránea**

El Método utilizado para la detección y el recuento de agentes patógenos, es de los tubos múltiples (Numero más probable).

Según el método mencionado en una muestra de 100 ml de cualquier agua de bebida no debe detectarse ninguna bacteria, tampoco ningún coliformes termo resistente.

Los pozos Chatilla No. 4, 7 y 8 muestran presencia de Coliformes totales y por lo tanto, la posible presencia de patógenos intestinales.

Tabla 11-12: Resultados Análisis Bacteriológicos efectuados dentro del presente estudio.

No. en el Plano	Propietario	Lugar	Coliformes	
			Totales MMP/100ml	Fecales MMP/100ml
4	ENACAL	Chatilla	7.8	Negativo
7	ENACAL	Chatilla	4.5	Negativo
8	ENACAL	Chatilla	2.0	Negativo

f) Clima

Condiciones climáticas de la zona, tomando en cuenta datos históricos representativos estadísticamente documentados sobre precipitación (relación intensidad – duración – frecuencia, tormentas y escurrimiento), humedad relativa, temperatura máxima y mínima mensual y anual, velocidad y dirección de los vientos predominantes. Considerando cambios debido al efecto del Niño y la Niña (ENOS), y eventos climáticos como huracanes. Los datos utilizados en el análisis deben ser tomados de estaciones meteorológicas y/o pluviométricas teniendo en cuenta que deben ser representativas al área de estudio. Determinar si el clima tendrá incidencia en el tratamiento de las aguas residuales y en la capacidad de autodepuración del cuerpo receptor.

El área de influencia directa del proyecto, se caracteriza por tener un clima tropical seco y cálido; con lluvias aleatorias de verano, el promedio de las estaciones pluviométricas para la zona, presentan una precipitación promedio de 1,600 mm/año con mínimos de 1,000 mm/año y un poco más de 1800 mm/año.

En base a los criterios de la clasificación Climática de Köppen (temperatura – precipitación), podemos afirmar que el clima predominante es el de Sábana Tropical (Aw) que se caracteriza por presentar una marcada estación seca que dura de 4 a 6 meses. Basados en la metodología de Köppen modificado, se determinó que en el área de influencia del proyecto, existe un solo sub-tipo climático dominante: Aw_o (w) igw, Cálido Sub- húmedo de menor humedad, con período canicular

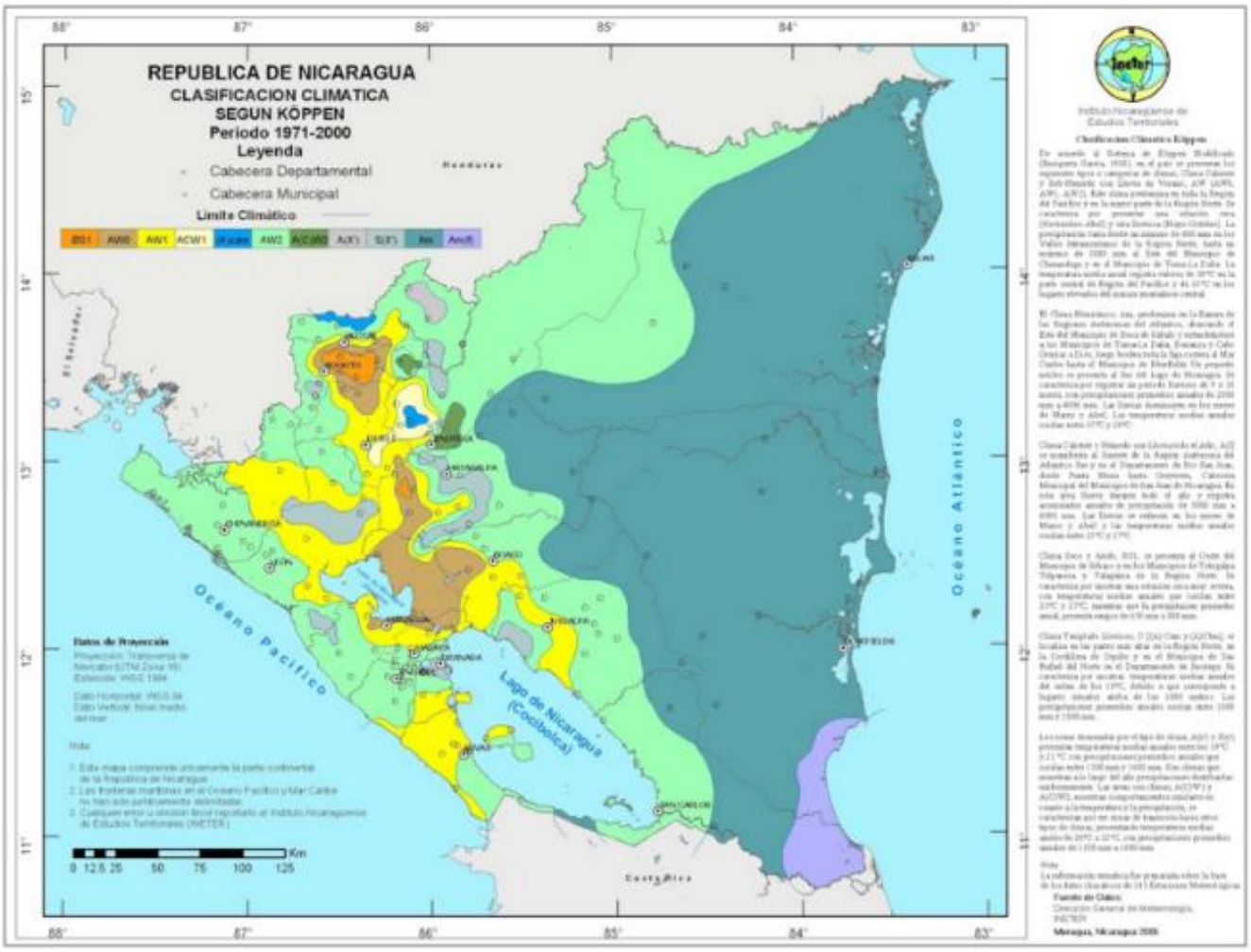


Figura 11-15: Clasificación climática según Koppen

~ Precipitación

En la Micro Cuenca de Rivas el drenaje aumenta paulatinamente a medida que nos desplazamos hacia el oeste de las dos microcuencas y en general del municipio.

o Precipitación Máxima Diaria

Es importante conocer el comportamiento del régimen de precipitación, la cantidad máxima ocurrida en las 24 horas; para determinar la intensidad de lluvia que cae en el área de influencia del proyecto.

Las precipitaciones máximas en el municipio de Rivas, son producto de las consistentes precipitaciones provocadas por los diferentes sistemas generadores de lluvias (ondas Tropicales, Vaguadas, Tormentas, Huracanes, etc.), que a lo largo del periodo lluvioso se han registrados acumulados de precipitaciones máximas mensuales de 948.7 mm, en la estación de Rivas.

Estos sucesos extremos de precipitación máxima diaria, pueden producir graves daños a la infraestructura, la economía y a la población los cuales hay que preverlo y estar preparados con medidas de mitigación.

Las precipitaciones máximas diarias, que se pueden esperar en diferentes periodos, es un elemento imprescindible en el diseño de los sistemas de drenajes pluviales, así como para el manejo y protección de las cuencas hidrográficas.

El comportamiento de las precipitaciones máximas diarias, deben ser considerados en los planes y programas para reducir y controlar los riesgos a los fenómenos hidrometeorológicos propios del área de influencia del proyecto para contribuir a la mitigación y prevención de los desastres.

Para el cálculo y estimaciones de los máximos caudales en las diferentes áreas de escurrimiento del proyecto, se han utilizado las curvas IDF, (Intensidad, Duración, frecuencia) de la estación hidrometeorológicos principal de Rivas. Cuyos datos se describen en las siguientes tablas y gráficos, provenientes de los datos oficiales del INETER.

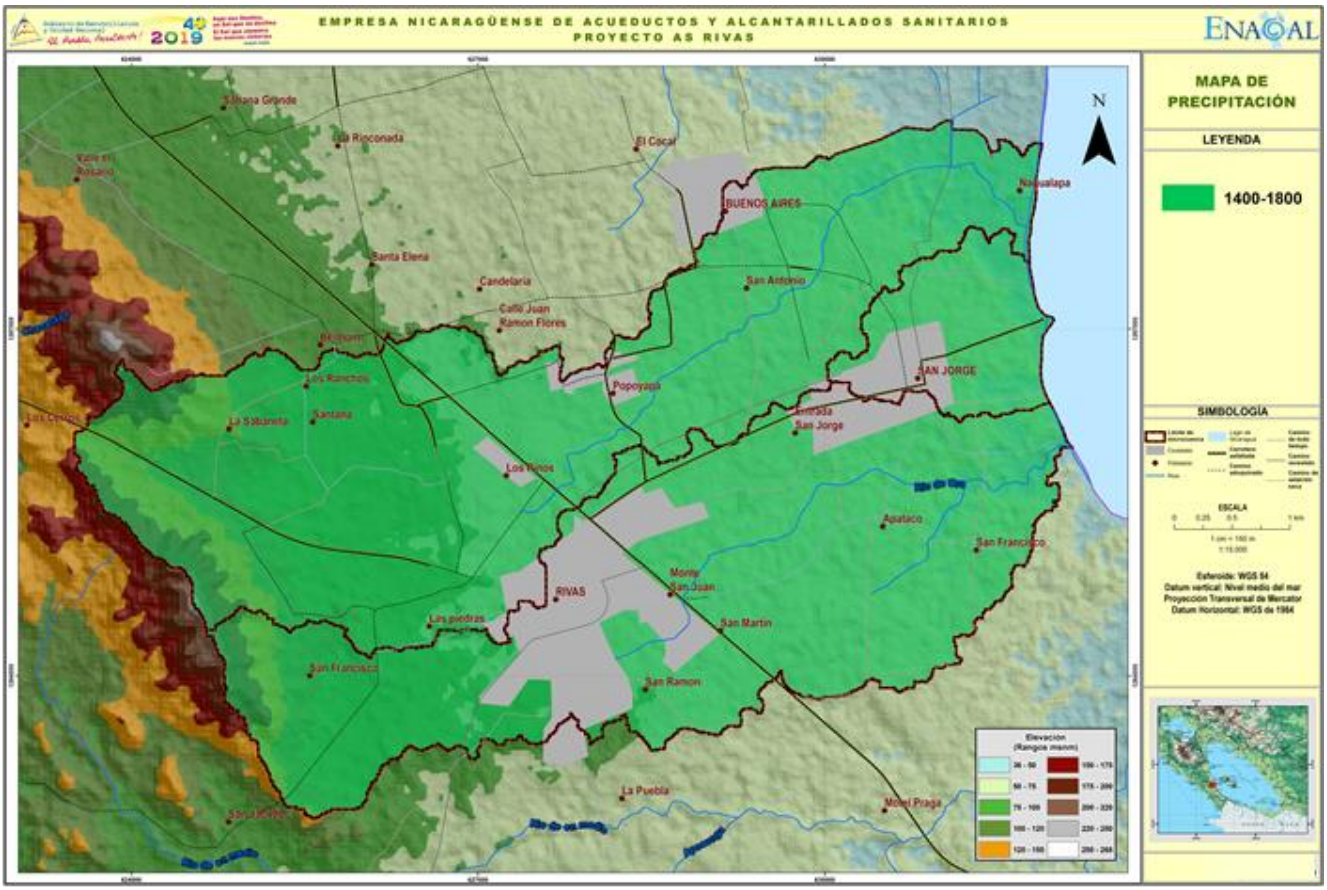


Figura 11-16: Distribución de Precipitación en el área de la Microcuenca

COMPARACIONES ENTRE DESV. MAXIMA Y EL VALOR CRITICO DE KOLGOMOROV(KV) PARA EL AJUSTE ANALITICO A LA DISTRIBUCION DE GUMBELL TIPO I

DURACION MINUTOS	DESV. MAXIMA DM	KV	OBSV.
5	0.225	0.231	SAJ
10	0.065	0.231	SAJ
15	0.095	0.231	SAJ
30	0.057	0.231	SAJ
60	0.049	0.231	SAJ
120	0.096	0.231	SAJ
360	0.076	0.231	SAJ

SE ACEPTA EL AJUSTE (SAJ), SI DM < KV, CON UN NIVEL DE SIGNIFICACION DE 0.05
*NO SE ACEPTA EL AJUSTE (SAJ), SI DM > KV

INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO Y OBTENIDAS A TRAVES DEL AJUSTE ANALITICO

	5	10	15	30	60	120	360
1.5 años	122.3	104.1	90.3	65.6	43.1	26.2	10.9
2 años	136.6	111.2	97.2	71.0	48.5	29.6	12.3
5 años	172.0	128.4	114.4	84.3	61.8	38.2	15.8
10 años	195.4	139.9	125.7	93.1	70.6	43.9	18.1
15 años	208.5	146.3	132.1	98.0	75.5	47.1	19.5
25 años	224.9	154.3	140.0	104.2	81.7	51.0	21.1
50 años	246.8	165.0	150.7	112.4	89.9	56.3	23.3
100años	268.6	175.6	161.2	120.6	98.1	61.6	25.4

PARAMETROS DE LAS ECUACIONES DE LA FORMA:
I = A/(t+d)b

T: Años	r	A	d	b
1.5	-0.9996	1396.3	14	0.815
2	-0.9993	1341.0	13	0.785
5	-0.9976	1366.5	12	0.743
10	-0.9953	1165.5	9	0.689
15	-0.9955	1849.1	15	0.760
25	-0.9941	1567.8	12	0.716
50	-0.9927	1771.7	13	0.720
100	-0.9910	2910.1	20	0.792

INTENSIDADES (mm/h) OBTENIDAS DE LAS ECUACIONES DE AJUSTE

Periodo	Tiempo en Minuto						
Retorno (Tr)	5	10	15	30	60	120	360
1.5 años	126.8	104.8	89.8	64.0	41.9	25.8	11.2
2 años	138.6	114.3	98.0	69.9	46.2	28.8	12.8
5 años	166.4	137.4	118.0	85.0	56.9	36.3	16.8
10 años	189.0	153.1	130.3	93.3	62.9	40.9	19.8
15 años	189.7	160.1	139.4	102.4	69.4	44.4	20.4
25 años	206.2	171.4	148.0	107.9	73.3	47.5	22.6
50 años	220.9	185.1	160.7	118.0	80.6	52.3	24.9
100años	227.2	196.7	174.1	131.2	90.4	58.0	26.3

Figura 11-17: Estimaciones Máximas de Caudales en las áreas de escurrimiento del Proyecto

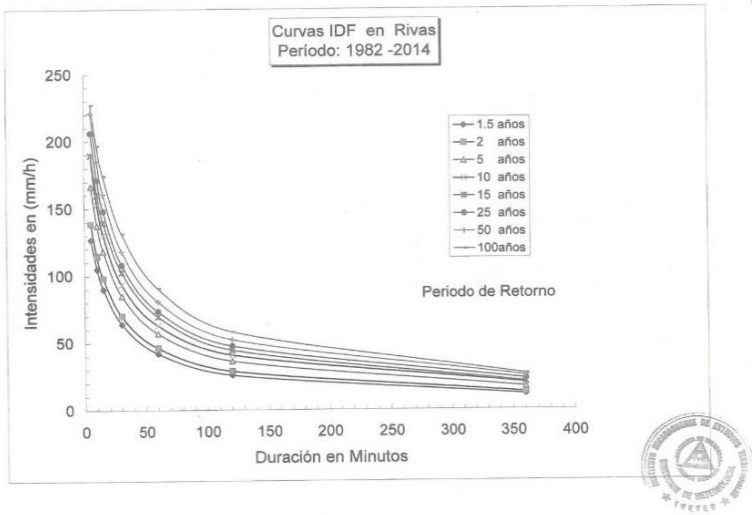


Gráfico 11-1: Estimaciones Máximas de Caudales en las áreas de escurrimiento del Proyecto

- **Acumulado de Precipitación Media Mensual**

En el periodo de febrero a abril, se puede observar una disminución significativa de las lluvias con acumulados promedios de 3.8 mm a 9.5 mm. El promedio de febrero a abril es de 16.9 mm de precipitación, equivalente al 1.13% de las lluvias anuales. Coincidiendo con el periodo seco que se presenta en estos meses, en el resto de las regiones del país.

Tabla 11-13: Precipitación Media Anual del Municipio de Rivas (mm)

Meses	Precipitación (mm)	Meses	Precipitación (mm)
1	11.2	7	148.2
2	4.1	8	191.4
3	2.5	9	292.9
4	10	10	260.7
5	161.8	11	95.5
6	242.2	12	29.4

La precipitación media anual es de 1485 mm, equivalente al 98.9% de la precipitación anual. El periodo lluvioso dura seis meses desde mayo hasta octubre, los mayores acumulados se registran en los meses de junio, septiembre y octubre, con un comportamiento mensual superior a los 200 mmm, siendo septiembre el mes con mayor acumulado de precipitación media (288.1 mm), estas lluvias copiosas en algunos casos se deben a la influencia de las vaguadas, al paso de perturbaciones tropicales (Ondas Tropicales, Depresiones, Tormentas Eléctricas o Huracanes) y los vientos que soplan del Este, que al paso por el mar Caribe se cargan de humedad.

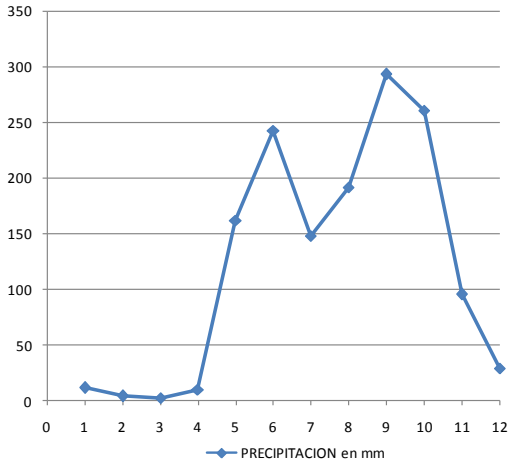


Gráfico 11-2: Precipitación Media Anual del Municipio de Rivas (mm)

- **Evaporación en Pana**

Este término se usa para calcular la evapotranspiración y mediante esta describir los distintos procesos físicos por los cuales el agua líquida se convierte en vapor de agua.

Tabla 11-14: Valores Mensuales de Evaporación en Pana, (mm) en la estación de Rivas. Período 1971-2015

EN	FE	MA	AB	MY	JU	JL	AG	SE	OC	NO	DI	Anual
146	160	207	202	181	124	114	119	113	118	117	126	1,727

- **Temperatura**

Tabla 11-15: Valores promedio de Temperatura Media del Aire. Estación Nueva Rivas Periodo. 1971 -2015

Meses	Temperatura en °C	Meses	Temperatura en °C
1	26.1	7	26.9
2	26.5	8	27
3	27.6	9	26.7
4	28.5	10	26.7
5	28.4	11	26.6
6	27.3	12	26.2
Promedio		**27.0**	

La distribución espacial de la temperatura media anual en el sector de Rivas es de 27 °C al Oeste en la depresión del pacifico, la cual aumenta hasta alcanzar los 28.5 °C en el mes de Mayo.

- **Vientos**

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en Rivas tiene variaciones estacionales extremadas en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 5 meses, del 21 de noviembre al 22 de abril, con velocidades promedios del viento de más de 22.2 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 30 de enero, con una velocidad promedio del viento de 29 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 7 meses, del 22 de abril al 21 de noviembre. El día más calmado del año es el 2 de octubre, con una velocidad promedio del viento de 15.4 kilómetros por hora.

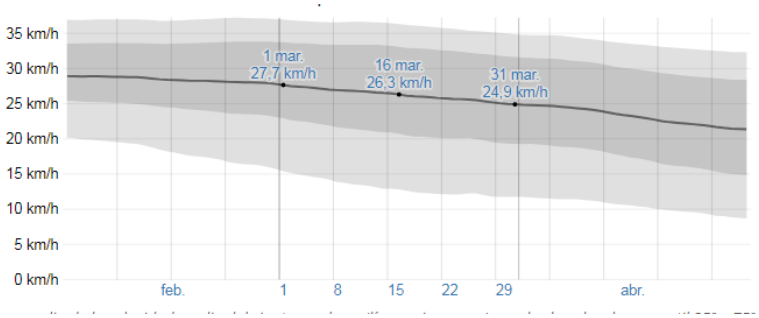


Gráfico 11-3: Velocidad promedio del Viento en Marzo

El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25˚ a 75° y 10° a 90°. La dirección promedio del viento por hora en Rivas en marzo es predominante del este, con una proporción máxima del 95% del 1 de marzo.

g) Calidad del Aire

Describir la calidad del aire, identificar las fuentes puntuales y difusas de contaminación de aire (por ruido, emisiones y olores) en el área de influencia directa y sus alrededores. Determinar si el proyecto tendrá afectación a la calidad del aire y por consiguiente a la salud humana. Se realizaron estudios de calidad de aire propiamente carretera Panamericana, camino a comunidad Apataco 1.2 kilómetro Rivas con coordenadas 16 P0629910E, 1264973N. Los contaminantes medidos fueron los siguientes: Partículas Totales en suspensión (PST), Partículas menores de 10 Micras (PM_{10}), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Dióxido de Azufre (SO_2) y Monóxido de Carbono (CO).

~ **Metodología**

Para la medición de las partículas Totales Suspendidas (PTS) y Partículas menores de 10 micrones (PM_{10}) en el sitio señalado, se utilizó un equipo EPAM 5000-Haz Dust Particulate Monitors de la Marca EDC, el cual succiona un flujo de aire de 4 L/min a través de un litro de PoliTratrfluor eteno. El resultado de muestreo a humedad constante en el laboratorio. La diferencia de peso es debido a la precipitación de partículas. La medición en el sitio de muestreo se realizó durante un periodo de 24 horas. Referencia del método: PST y Pmio; Medidor de bajo volumen y análisis gravimétrico- 40CFR53 (US EPA)-EPAM 5000 – Haz Dust Particulate Monitors, Sensor Óptico Infrarrojo.

Para la medición de los gases: NO_2, SO_2 y CO se utilizó un equipo de la marca Aeroqual modelo Series 500, el cual posee una tecnología de sensores electroquímicos, los cuales funcionan basándose en el principio de la valoración potencio métrica sensible a los iones. Los sensores están rellenos con un

electrolito acuoso, específico para la tarea, en el que están dispuestos tres electrodos, igualmente combinados específicamente, entre los que hay un campo eléctrico. Los sensores están sellados del exterior mediante membranas permeables al gas. Las moléculas del contaminante pasan a través de la membrana permeable al gas, al electrodo de trabajo donde se forman iones 11+ como consecuencia de una reacción química. Estos emigran en el campo eléctrico al contra electrodo, donde se genera un flujo de corriente en el circuito externo mediante otra reacción química desencadenada por el oxígeno (O_2) del aire puro, también aportado. El tercer electrodo (electrodo de referencia) sirve para estabilizar la señal del sensor. La caída de tensión desarrollada en una resistencia situada en el círculo sirve luego como señal de medición que se utiliza para el procesado electrónico posterior y determinar la concentración del gas a monitorear. Este equipo cuenta con un sensor para cada uno de los gases que se midieron. El muestreo de los gases NO_2 y SO_2 se realizó por un periodo de 24 horas.

~ Resultado y Análisis de las Mediciones

Tabla 11-16: Concentraciones de los contaminantes muestreados en el sitio de Rivas

Tipo de Contaminantes	Concentración promedio	Valor límite permisible NTON 05012-02
Partículas Totales Suspendidas (PST)	72.50 µg/m3	260 µg/m3/día
Partículas Menores de 10 micras (PM_{10})	34.18 µg/m3	150 µg/m3/día
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	0.087 ppm	0.21 ppm/hora
Dióxido de Azufre (SO_2)	0.03 ppm	0.14 ppm/24 hora
Monoxido de Carbono (CO)	1.03 ppm	9.0 ppm/8 hora

µg/m^3: Microgramos por metro cúbico; ppm: Partes por millón ND: No Detectable.

~ Análisis de Resultados

Las concentraciones de material particulado en sus formas de Partículas Totales Suspendidas (PTS) y de Partículas Menores de 10 micras (PM 10) medidas en este sitio de muestreo, no superan los límites máximos permisibles establecidos por la NTON 05012-02. Las concentraciones encontradas pueden ser el resultado principalmente del tráfico vehicular que circula por la carretera no pavimentada que conduce hacia la comunidad de Apataco, la cual presenta suelos erosionados, ocasionando difusión de material particulado al ambiente; otra fuente significativa de material particulado fue la erosión eólica de los suelos en el terreno en el cual se instalaron los equipos de medición. En menor grado se podría mencionar el aporte de las emisiones de partículas generadas en las casas de habitación en los alrededores del sitio de muestreo, provenientes de la combustión de leña para cocinar los alimentos.

La concentración promedio del gas Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono obtenidas en este sitio de muestreo está por debajo del límite máximo permisible que establece la NTON 05012-02 para cada uno de estos tipos de contaminantes atmosféricos. Su presencia se podría deber a las emisiones provenientes de los motores de los vehículos que circulan en el camino de tierra que conduce hacia la comunidad de Apataco y a las emisiones provenientes de las casas de habitación en los alrededores del sitio de muestreo, en donde se utiliza leña para cocinar los alimentos.

Las concentraciones promedios de PTS y PM10 obtenidas en el sitio de muestreo, no superaron los valores límites permisibles que para estas formas de material particulado establece la NTON 05012-02, los cuales son 260pg/m3 y 150 pg/m3 respectivamente, para muestreo de 24 horas. Las

concentraciones promedios de Dióxido de Nitrógeno detectadas en el sitios de muestreo no superan el valor límite permisible que la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Calidad del Aire (NTON 05012-02) establece para este contaminante que es de 0.21 ppm para una hora de muestreo. La presencia de Dióxido de Azufre, fue detectada en el sitio, pero su concentración no superó el límite de 0.14 ppm, establecido por la NTON 05012-02 para un muestreo de 24 horas. La presencia de Monóxido de Carbono fue detectado en el sitio de muestreo, pero su concentración no superó el límite de 9.0 ppm, establecidos por la NTON 05012-02 para muestreo de 8 horas.

~ Análisis de Ruido

Se realizaron análisis del ruido en el sitio de la PTAR en las coordenadas 0629910 E, 1264973 N, Tipo de medición estable, con un régimen de funcionamiento de 24 horas/días, 7 días/semanas.

Tabla 11-17: Resultados de la medición

NPSeqv. (db)	NPSeqv. Valor guía OMS
52.88	70.0

Los resultados que aparecen en el cuadro de medición se realizaron durante el día y la noche, se logró determinar durante el muestreo que las mediciones obtenidas se deben a fuentes antropogénicas tales como el tráfico vehicular y casas de habitación en la cercanías al mismo, en este sitio se obtuvo el mayor valor de nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeqv) en este estudio, pero este no supera el valor guía establecido por la OMS que es de 70.0 dB. Ver Anexo 9: Estudios de Calidad del Aire y Análisis de Ruido, Realizado por el Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (PIENSA), UNI.

11.2 Factores Bióticos

a) Flora

De acuerdo al mapa de zonificación de la vegetación de Nicaragua, el área de estudio pertenece a las formaciones vegetales zonales del trópico, donde se logra encontrar especies remanentes de bosques medianos o bajos sub-caducifolios de zonas cálidas. Cabe señalar que la cobertura vegetal predominante de la zona de estudio, es de especies herbáceas, flora menor emergentes de épocas lluviosas, matorrales y árboles dispersos que se localizan principalmente en límites de calles, patios de viviendas y lotes abandonados. Existe abundancia en el área de estudio de las siguientes especies: Mango (manguifera indica), Marañón (Anacardium occidentale), Jocote Dulce (Spondia urpurea), Grapefruit (C- Paradisi), Naranja dulce (C. sinesis), Chilamate (F. colubrinae) y Musáceas. En el sitio de la PTAR se pudo observar especies variadas que se ubica en las cercas vivas que se mantendrán en su estado natural que serán conservadas, entre ellas encontramos:

Tabla 11-18: Inventario de árboles ubicados en cercas vivas, perímetro de la propiedad PTAR Rivas

No.	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia	No.	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia
01	Tigüilote	34	Cordia Dentata	Boraginaceae	24	Jocote Jobo	44	Spondias Mombin	Anacardiaceae
02	Quebracho	45	Schinopsis Balansa	Anacardiaceae	25	Jocote Jobo	60	Spondias Mombin	Anacardiaceae
03	Tigüilote	34	Cordia Dentata	Boraginaceae	26	Jocote Jobo	38	Spondias Mombin	Anacardiaceae
04	Jocote Jobo	45	Spondias Mombin	Anacardiaceae	27	Laurel	45	Cordia Alliodora	Boraginaceae
05	Quebracho	44	Schinopsis	Anacardiaceae	28	Tigüilote	53	Cordia Dentata	Boraginaceae

No.	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia	No.	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia
			Balansa						
06	Tigüilote	42	Cordia Dentata	Boraginaceae	29	Laurel	70	Cordia Alliodora	Boraginaceae
07	Tigüilote	36	Cordia Dentata	Boraginaceae	30	Laurel	58	Cordia Alliodora	Boraginaceae
08	Jiñocuabo	36	Bursera Simaruba	Burseaceae	31	Jocote Jobo	54	Spondias Mombin	Anacardiaceae
09	Laurel	49	Cordia Alliodora	Boraginaceae	32	Tigüilote	30	Cordia Dentata	Boraginaceae
10	Tigüilote	42	Cordia Dentata	Boraginaceae	33	Tigüilote	45	Cordia Dentata	Boraginaceae
11	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	34	Jocote Jobo	110	Spondias Mombin	Anacardiaceae
12	Tigüilote	34	Cordia Dentata	Boraginaceae	35	Neem	40	Azadirachta Indica	Meliaceae
13	Jiñocuabo	36	Bursera Simaruba	Burseaceae	36	Neem	17	Azadirachta Indica	Meliaceae
14	Laurel	64	Cordia Alliodora	Boraginaceae	37	Roble	30	Tabebuia Rosea	Bignoniaceae
15	Jocote Jobo	62	Spondias Mombin	Anacardiaceae	38	Pochote	51	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
16	Pochote	58	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	39	Pochote	38	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
17	Acetuno	54	Simarouba Glauca DC	Simaroubaceae	40	Tigüilote	70	Cordia Dentata	Boraginaceae
18	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	41	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
19	Pochote	49	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	42	Aguacate	25	Persea Americana	Lauraceae
20	Tigüilote	52	Cordia Dentata	Boraginaceae	43	Tigüilote	114	Cordia Dentata	Boraginaceae
21	Tigüilote	33	Cordia Dentata	Boraginaceae	44	Tigüilote	42	Cordia Dentata	Boraginaceae
22	Tigüilote	70	Cordia Dentata	Boraginaceae	45	Chaperno	38	Lonchocarpus Atropurpureas	Fabaceae
23	Jiñocuabo	60	Bursera Simaruba	Burseaceae	46	Espino de Playa	20	Pithecellobium Oblongum	Mimosaceae



Foto 11-5: Imágenes árboles en cerca vivas de la propiedad

Considerando lo establecido en la Ley 585, Ley de veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal, se conservará todos los árboles que están en la cerca viva, y todo aquel que este fuera del área de infraestructura de la PTAR, sin embargo todo árbol que será cortado, se estará solicitando el permiso de INAFOR para su corte. El sitio donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales se pudo observar que existen hileras de árboles de Pochote, mango liso, cocos, unos dos cedros, 2 laurel, también se pudo observar aguacate, árboles frutales de guaba, todas esta especies de diferentes dimensiones, la cuales podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla 11-19: Especies de Flora encontrada en el área de influencia de la PTAR.

No	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia	No	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia	No	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia	No	Nombre Común	DAP (cm)	Nombre Científico	Familia
01	Pochote	80	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	51	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	101	Pochote	44	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	151	Pochote	54	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
02	Pochote	91	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	52	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	102	Pochote	32	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	152	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
03	Pochote	87	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	53	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	103	Pochote	55	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	153	Pochote	66	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
04	Pochote	54	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	54	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	104	Pochote	33	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	154	Mango	63	Mangifera Indica	Anacardiaceae
05	Pochote	70	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	55	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	105	Pochote	43	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	155	Mango	85	Mangifera Indica	Anacardiaceae
06	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	56	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	106	Neem	20	Azadirachta Indica	Meliaceae	156	Mango	60	Mangifera Indica	Anacardiaceae
07	Pochote	55	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	57	Neem	40	Azadirachta Indica	Meliaceae	107	Pochote	42	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	157	Mango	76	Mangifera Indica	Anacardiaceae
08	Pochote	57	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	58	Neem	17	Azadirachta Indica	Meliaceae	108	Pochote	38	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	158	Mango	185	Mangifera Indica	Anacardiaceae
09	Pochote	46	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	59	Roble	30	Tabebuia Rosea	Bignoniaceae	109	Mango	66	Mangifera Indica	Anacardiaceae	159	Mango	75	Mangifera Indica	Anacardiaceae
10	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	60	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	110	Mango	80	Mangifera Indica	Anacardiaceae	160	Mango	60	Mangifera Indica	Anacardiaceae
11	Pochote	64	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	61	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	111	Mango	78	Mangifera Indica	Anacardiaceae	161	Mango	56	Mangifera Indica	Anacardiaceae
12	Pochote	53	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	62	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	112	Mango	110	Mangifera Indica	Anacardiaceae	162	Pochote	68	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
13	Pochote	61	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	63	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	113	Aguacate	23	Persea Americana	Lauraceae	163	Pochote	90	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
14	Pochote	58	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	64	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	114	Mango	98	Mangifera Indica	Anacardiaceae	164	Mango	54	Mangifera Indica	Anacardiaceae
15	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	65	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	115	Mango	63	Mangifera Indica	Anacardiaceae	165	Mango	80	Mangifera Indica	Anacardiaceae
16	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	66	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	116	Guava	30	Inga Hintonii	Mimosaceae	166	Mango	85	Mangifera Indica	Anacardiaceae
17	Pochote	46	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	67	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	117	Cedro	83	Cedrela Odorota	Meliaceae	167	Mango	58	Mangifera Indica	Anacardiaceae
18	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	68	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	118	Madero	32	Gliricidia Sepium	Fabaceae	168	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
19	Pochote	63	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	69	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	119	Cedro	58	Cedrela Odorota	Meliaceae	169	Pochote	38	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
20	Pochote	46	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	70	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	120	Pochote	70	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	170	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
21	Pochote	32	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	71	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	121	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	171	Pochote	52	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
22	Pochote	54	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	72	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	122	Guava	35	Inga Hintonii	Mimosaceae	172	Pochote	31	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
23	Pochote	63	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	73	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	123	Aguacate	52	Persea Americana	Lauraceae	173	Pochote	42	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
24	Pochote	72	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	74	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	124	Pochote	34	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	174	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
25	Pochote	51	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	75	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	125	Pochote	33	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	175	Pochote	38	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
26	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	76	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	126	Pochote	25	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	176	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
27	Pochote	43	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	77	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	127	Pochote	33	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	177	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
28	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	78	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	128	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	178	Pochote	38	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
29	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	79	Pochote	35	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	129	Pochote	52	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	179	Pochote	44	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
30	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	80	Pochote	37	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	130	Pochote	43	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	180	Pochote	42	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
31	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	81	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	131	Nancite	20	Clethra lanata	Clethraceae	181	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
32	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	82	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	132	Pochote	35	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	182	Pochote	35	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
33	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	83	Tigüilote	70	Cordia Dentata	Boraginaceae	133	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	183	Pochote	32	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
34	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	84	Pochote	43	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	134	Pochote	36	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	184	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
35	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	85	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	135	Pochote	23	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	185	Pochote	55	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
36	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	86	Pochote	38	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	136	Pochote	40	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	186	Pochote	46	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
37	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	87	Pochote	43	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	137	Pochote	33	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	187	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
38	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	88	Pochote	49	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	138	Pochote	39	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	188	Pochote	54	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
39	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	89	Pochote	42	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	139	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	189	Pochote	70	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
40	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	90	Pochote	33	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	140	Pochote	70	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	190	Pochote	36	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
41	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	91	Pochote	52	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	141	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	191	Pochote	51	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
42	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	92	Pochote	30	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	142	Laurel	29	Cordia Alliodora	Boraginaceae	192	Pochote	46	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
43	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	93	Pochote	52	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	143	Pochote	58	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	193	Pochote	39	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
44	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	94	Pochote	54	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	144	Pochote	60	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	194	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
45	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	95	Pochote	56	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	145	Laurel	30	Cordia Alliodora	Boraginaceae	195	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
46	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	96	Pochote	54	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	146	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	196	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae
47	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	97	Pochote	44	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	147	Pochote	50	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	197	Chaperno	38	Lonchocarpus Atropurpureas	Fabaceae
48	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	98	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	148	Pochote	48	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	198	Espino de Playa	20	Pithecellobium Oblongum	Mimosaceae
49	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	99	Pochote	42	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	149	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	199	Acetuno	36	Simarouba Glauca DC	Simaroubaceae
50	Coco Cocotero		Cocos Nucifera	Arecaceae	100	Pochote	45	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	150	Pochote	64	Bombacopsis Quinatum	Malvaceae	200	Cedro	90	Cedrela Odorota	Meliaceae



Foto 11-6: Imágenes de la flora en hilera, representativa del sitio de la PTAR

b) Fauna

En el área del proyecto se encuentran diferentes especies de animales, entre ellos: Aves, Mamíferos y reptiles, predominando por el tipo de ecosistema (urbano) las especies de aves. En el área del casco urbano de Rivas, es común encontrar especies de aves como: Zanate mayor (Quiscolus mexicanus), paloma alas blancas (Zenaida asiática), tórtola rojiza (Columbina talpacoti) y tortolita azulada (Claralis pretiosa).

En las instalaciones de la PTAR – Rivas, de acuerdo con trabajadores, pobladores aledaños e inspección en campo; las especies comunes en el área son: Zanate mayor (Quiscolus mexicanus), paloma alas blancas (Zenaida asiática), Golondrina Común (Hirundo rustico), cierto Guis (Pitangus sulphuratus), zopilote común (Caragyps atratus), Guardabarranco (Eumomota Superciliosa), Oropendula mayor (Psaroculius montezuma), Garceta Patiamarilla (Egretta thula), Cigueñuela cuelinegra (Himantopus mexicanus), Cocodrilo (Crocodylus acutus), Garrobo (Ctenosura similis), Tortuga resbaladora (Trachemys sp), Falso Coral (Lampropeltis triangulum), ratonera (Conophis concolor).

Foto 11-7: Especies de Aves avistadas Área Influencia Proyecto Rivas



Himantopus mexicanus



Egretta thula



Psarocolius montezuma



Quiscalus mexicanus



Butorides capiverde



Coragyps atratus





Zenaida asiatica

De las especies de aves avistadas en el terreno de la PTAR, algunas como Himantopus mexicanus y la Egretta thula son especies características abundantes en la zona del pacifico y tienden a encontrarse en humedales (H), lo que explicaría su presencia en la planta de trtamiento por ser un sistema de lagunas y dado su estatus de residente y/o migratoria (R,M) el área es un sitio preferible por su cercanía al Lago Cocibolca. Especies como Pitangus sulphuratus, Coragyps atratus, Zenaida asiática y Quiscalus mexicanus; son especies que se pueden contrar tanto en humedales como zonas urbanizadas o áreas intervenidas y con matorrales o agropuecuarias. En la siguiente tabla se resumen el estatus, hábitat y tipo de abundancia de acuerdo a las especies de aves:

Tabla 11-20: Ave en el área de influencia directa

Nombre Común	Nombre Científico	Estatus	Hábitat	Abundancia en el pacifico
Zopilote común	Coragyps atratus	R	AG, BB, H, Z	Abundante
Golondrina Común	Hirundo rustica	P	AG, BB, BH, BD,H, U	Abundante
Cierto Guiz	Pitangus sulphuratus	R	AG, BB, BH, BD,H, U	Abundante
Zanate grande	Quiscalus Mexicanus	R	AG, BB, H,U, Z	Abundante

Nombre Común	Nombre Científico	Estatus	Hábitat	Abundancia en el pacifico
Guardabarranco	Eumomota Superciliosa	R	AG, BB, BS, H, U	Abundante
Paloma ala blanca	Zenaida asiatica	R, M	AG, BB, BS, H, U	Abundante
Oropéndola Mayor	Psarocolius montezuma	R	BB, BH,BN, BS.	Común local
Garceta patiamarilla	Egretta thula	R, M	H	Abundante
Cigueñela cuelinegra	Himantopus mexicanus	R, M	H	Abundante
Garcilla Capiverde	Butorides capiverde	R	H	Abundante
Chocoyo	Aratinga canicularis	R, M	AG, BB, BS,H, U	Abundante
Urraca Copetona	Calocitta Formosa	R	BB, BH, BN, BS.	Común local

Fuente: Lista de patrón de aves de Nicaragua, 2007

Además de aves, se observó en el terreno de la PTAR actual, gran cantidad de tortuga (Trachemys sp)

Foto 11-8: Reptiles avistados



Trachemys sp.



Crocodylus acutus similis



Nido de Ctenosura

En la siguiente tabla se ilustra las especies y su estado de conservación tomando en consideración la lista CITES y las vedas de acuerdo a la legislación vigente en el país. En esta se puede apreciar que las especies protegidas corresponde a los reptiles, tales como: Cocodrilo, garrobo y falso coral.

Tabla 11-21: Estado de Conservación de las Especies

Tipo	Nombre común	Nombre científico	CITES	VEDA
Aves	Golondrina común	Hirundo rustica	-	-
	Cierto Guis	Pitangus sulphuratus	-	-
	Zanate mayor	Quiscalus mexicanus	-	-
	Zopilote común	Coragyps atratus	-	-
	Guardabarranco	Eumomota Superciliosa	-	-
	Paloma ala blanca	Zenaida asiática	-	-
	Oropéndola mayor	Psarocolius montezuma	-	-
	Garceta Patiamarilla	Egretta thula	-	-
	Garcilla capiverde	Butorides capiverde	-	-
	Cigueñuela cuelinegra	Himantopus mexicanus	-	-
Reptiles	Cocodrilo	Crocodylus acutus	I	VNI
	Garrobo	Ctenosura similis	-	VNP
	Falso coral	Lampropeltis triangulum	-	VNP
	Ratonera	Conophis concolor	-	-
	Tortuga resbaladora	Trachemys sp.	-	-

Vedas: Resolución Ministerial No. 02.01.2017, VNI: Veda Nacional Indefinida, VNP: Veda Nacional Parcial.

c) Ecosistemas

En Nicaragua, la pérdida de la biodiversidad es mayoritariamente consecuencia de la deforestación (Martinez et al. 2001). El estudio de los ecosistemas, de los seres vivos y el ambiente, nos permite evaluar y corregir nuestro impacto sobre la naturaleza y lograr una relación más sostenible con la Tierra, cualquier acción irracional que se produzca en el medio biológico trae como consecuencia verdaderas reacciones en cadena. Una vez iniciada el proceso destructivo del ambiente resulta muy difícil detenerlo.

Tomando en cuenta la clasificación contenida en el estudio de Ecosistema, el municipio de Rivas posee un ecosistema de bosque seco tropical, presentando en el área de influencia directa un ecosistema fragmentado, debido al avance de la frontera agrícola, la extracción de madera y la quema en las áreas de cultivo. Esta fragmentación y deforestación alteran intensamente la estructura de los suelos exponiéndola a la erosión eólica e hídrica, así como la alteración a las comunidades de las especies de aves en las que provocan cambios. Sumado a estos cambios se encuentran las actividades urbanísticas en la que sus aguas residuales sin ningún tratamiento provocan contaminación a las aguas superficiales y subterráneas.

En las tierra bajas del municipio de Rivas, el 90% del bosque tropical primario ha desaparecido. Las áreas con cobertura forestal natural remanente se reducen rápidamente y con ellos desaparecen especies vegetales y hábitat de numerosos especies de fauna.

El paisaje que se puede ver en el municipio de Rivas, son grandes llanuras de pastizales en la crianza de ganado de manera intensiva, el avance de la frontera agrícola con la variedad de miembros de caña de azúcar, musáceas, papayas, etc. ha reducido el ecosistema natural de bosque.

Bajo un nuevo enfoque hacia el desarrollo sostenible se han incorporado en la cuenca actividades de servicios ambientales, en la reforestación de áreas de sus propiedades por 5 años de indemnización de los impuestos municipales, la extracción de sustancias medicinales, el ecoturismo y la implantación de zoo criaderos de especies de fauna nativa. El potencial para el desarrollo que abre la desvinculación de la realidad social prevaleciente en el área.



Foto 11-9: Deterioro del Ecosistema de Rivas

11.3 Factores Socioeconómicos

a) Población

~ Cantidad, tendencia de crecimiento

En los estudios y diseños se analizó la información de la población urbana del año 2005, del VIII Censo de Población y IV de Vivienda. Población urbana Total (censo 2005): 27,650. La información descrita incluye tota el área urbana de Rivas, por lo que se ajustaron los cálculos de la siguiente forma: Incluyendo todos los habitantes del área urbana de Rivas, y Excluyendo aquellas áreas que no forman parte del área de estudio, siendo estos los barrios Popoyuapa y 29 de Mayo con un total de 1,186 habitantes para el año 2005. Utilizando los datos históricos de los Censos de Población de los años 1963, 1971 y 2005, el consultor cálculo las tasas de crecimiento geométrico de la población. Además para este cálculo de la tasas se ha incluido las proyecciones de las tasas de crecimiento poblacional del INIDE del 2005, para el periodo de 2005 -2020.

Tabla 11-22: Población urbana según Censo Nacionales: 1963, 1971,1995 y 2005

Año	Población urbana	Fuente
1963	7,721	Censos Nacionales 1963 Población por Municipio
1971	10,007	
1995	20,868	
2005	27,650	VIII Censos de Población y IV de Vivienda 2005 Población por Municipio.

Tabla 11-23: Crecimiento Poblacional según Censos Nacionales

Periodo	Tasa	Fuente	Periodo	Tasa	Fuente
1963 – 1971	3.3 %	Censos Nacionales de Población por Municipios	Proyecciones 2005 -2020		
1971 – 1995	3.1%		2005 – 2010	0.8%	Rivas en Cifras, INIDE 2008 (Proyección)
1995 - 2005	2.9%		2010 – 2015	0.6%	
			2015 – 2020	0.6%	

~ Anuario Estadísticos INIDE

El consultor revisó y analizó la información de los Anuarios Estadísticos del INIDE de los años 2006 al 2015 de la población total urbana por Departamento y Municipios de Rivas. Ver tabla Siguiente.

Tabla 11-24: Población Urbana Anuarios Estadísticos INIDE

Año	Población urbana total	Fuente	Año	Población urbana total	Fuente
2006	29,254	Anuario estadístico INIDE	2012	33,424	Anuario estadístico INIDE
2007	29,476		2013	33,673	
2008	29,694		2014	33,917	
2009	29,860		2015	34,157	
2010	30,067		2016	34,357	Anuario estadístico INIDE 2015
2011	33,102				

FUENTE: Anuarios Estadísticos, INIDE

De la tabla anterior se realizó un análisis de las tasas anuales equivalentes de crecimiento geométrico poblacional, para determinar estas tasas de crecimiento se utilizó la población descrita en los anuarios del INIDE con la población del Censo Oficial del año 2005, y como último análisis se determinó la tasa de crecimiento poblacional utilizando como base la población obtenida en la encuesta realizada por el consultor con la población del Censo Oficial del año 2005, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11-25: Tasa de crecimiento Geométrico Según Anuarios Estadísticos

Año	INIDE ANUARIOS. Tasa de crecimiento	INIDE ANUARIOS. Población	Año	INIDE ANUARIOS. Tasa de crecimiento	INIDE ANUARIOS. Población
2005	Censo	27,650	2005 - 2012	2.75%	33,424
2005 - 2006	5.80%	29,254	2005 - 2013	2.49%	33,673
2005 - 2007	3.25%	29,476	2005 - 2014	2.30%	33,917
2005 - 2008	2.41%	29,694	2005 - 2015	2.14%	34,157
2005 - 2009	1.94%	29,860	2005 - 2016	1.99%	34,357
2005 - 2010	1.69%	30,067	Censo 2005- encuesta FWT 2016	1.98%	34,315
2005 - 2011	3.04%	33,102			

El consultor analizó en conjunto con ENACAL el comportamiento de las tasas de crecimiento aplicadas por INIDE a través de los años, se observó que las tasas mostraban una tendencia decreciente. Así mismo se analizó la tasa de crecimiento entre la población del área de estudio obtenido por FWT en las encuestas y la población del CENSO del 2005, y se determinó que esta tasa era similar a la utilizada por INIDE en el año 2016.

Tabla 11-26: Análisis de información Tasa de Crecimiento

Año	Tasa Crecimiento	Población	Fuentes de información
2005		27,650	Población Censo 2005
2005 -2016	1.99%	34,357	Población Anuario Estadístico
2005 - 2016	1.98%	34,315	Población Encuestas de FWT

De ambas tasas obtenidas se realizó un promedio y se obtuvo una tasa de crecimiento poblacional para Rivas de 1.99% propuesta por el conductor.

~ Rango de Edades

Los grupos de edades comprendidos entre los 0 y 19 años, son los que concentran los mayores índice de población, en los primeros cuatro segmentos, se encuentra el 51.11% de la población total de municipio (23,086 personas), de estos 10,023 son varones y 11,063 mujeres.

Los grupos etarios que comprenden personas de 20 a 54 años de edad concentran el 30.57% (13,809 personas) de la población total, de estos 5,882 son varones y 7,927 son mujeres. Los grupos de edades después de los 54 años, son los segmentos poblacionales que ocupan los más bajos porcentajes en relación a la población total municipal. Concentra 8,274 personas constituyendo el 18.32% del total, de los cuales 4,228 son varones y 4,046 son mujeres.

~ Densidades Poblacionales

Además de población total en el área de estudio se consideraron las densidades poblacionales para el dimensionamiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, para los años 2016 y 2039. Las densidades poblacionales actuales se obtuvieron de la extrapolación de los resultados de las encuestas realizadas por el diseñador, las densidades poblacionales actuales se visualizan en la siguiente figura.

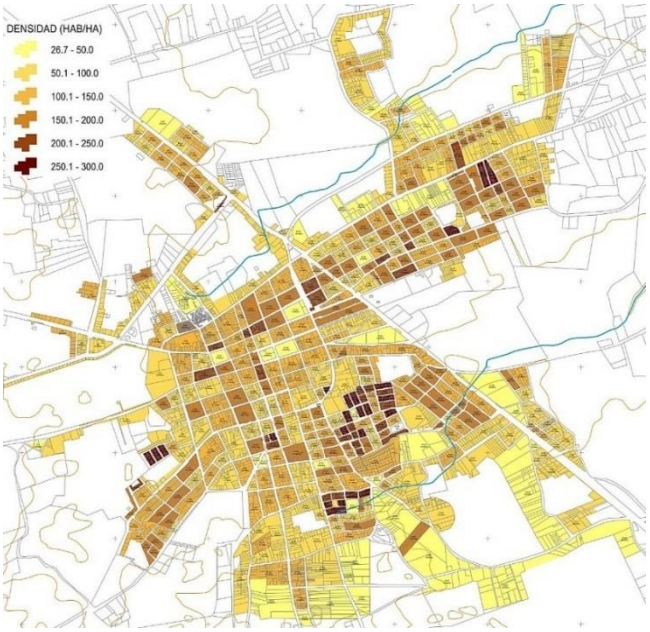


Figura 11-18: Densidad poblacional obtenida de las encuestas realizadas

Para el dimensionamiento de las redes fueron necesario las densidades poblacionales obtenidas de las encuestas al modelo hidráulico. Los resultados de las encuestas mostraban las densidades poblacionales por bloques. Sin embargo, para la aplicación al modelo fue necesario un reordenamiento de las densidades en función de cuencas hidráulicas del sistema de AS, dependiendo de las condiciones topográficas del área de estudio. La transformación se realizó en función de la totalidad de habitantes de los bloques reordenados a las cuencas hidráulicas, resultando en densidades poblacionales homogenizadas sobre a las cuencas hidráulicas. La metodología aplicada se esquematiza en la figura siguiente:

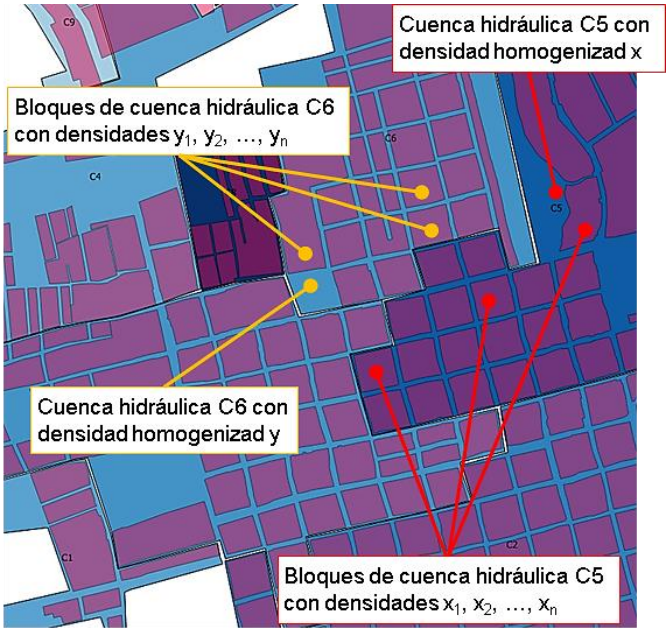


Figura 11-19: Reordenamiento de Bloques a cuencas hidráulicas

~ Nivel de Escolaridad

En el departamento de Rivas según cifras oficiales del Ministerio de Educación existe un 34% de analfabetismo y 66% de alfabetismo en la población. Existen un total de 196 Centros Educativos, de los cuales 171 son de educación primaria, 15 de educación secundaria, y 10 Centros Escolares de ambos

educación (primaria y secundaria). Dentro la Políticas del Ministerio de Educación se encuentra la descentralización educativa actualmente existen 6 centros educativos Autónomos Primarios, 7 secundarios, y 3 Primarios y Secundarios. Además existen escuelas Técnicas Privadas en las que se imparten cursos de inglés, Computación, Costura, Belleza, también se cuenta con la Escuela internacional de Agricultura y Ganadería a nivel Técnico Superior actualmente se realizan gestiones para que se una escuela de enseñanza Superior. Se cuenta también con la Universidad UPOLI, donde se ofertan licenciaturas en Derecho, Administración, Enfermería, Ingles, Contabilidad, etc.

~ Empleo e Ingreso Familiar

Los establecimientos económicos generan 5,907 puestos de trabajos, de los cuales 3,074 (52%) son ocupados por mujeres y 2,833 (48%) por hombres. Condición Laboral por género: En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la ciudad de Rivas es permanente (56.9%), seguido por los trabajadores por cuenta propia (22.8%), los patrones (13.5&), los trabajadores no renumerados (4.8%) y los trabajadores registrados como temporales (2.0). Los trabajadores no renumerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios.

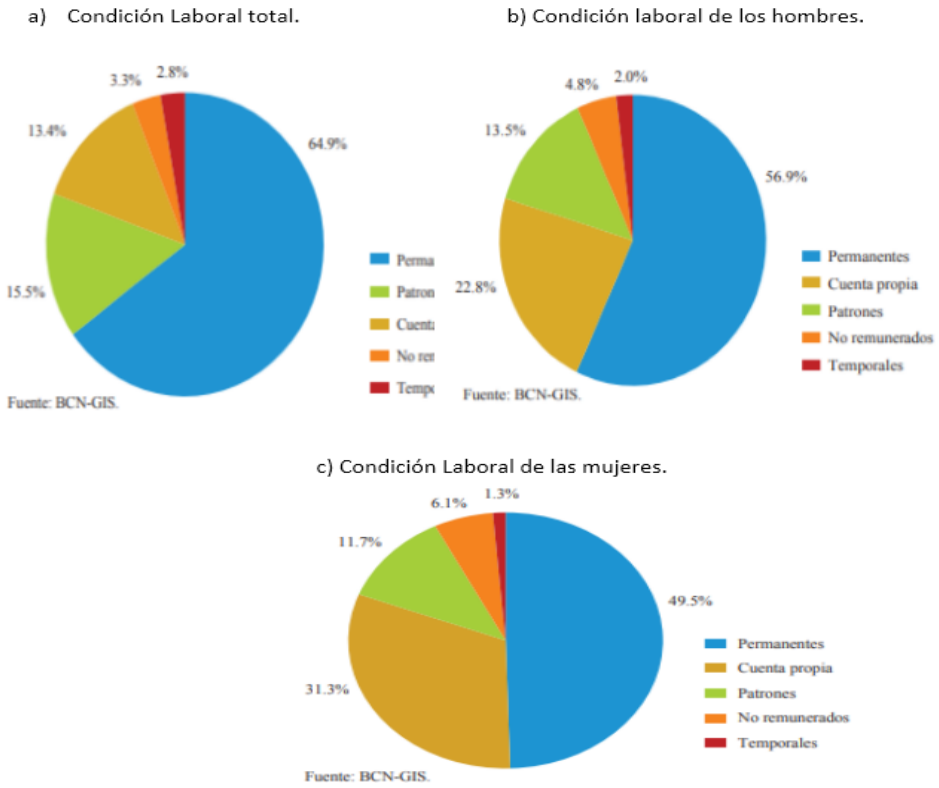


Figura 11-20: Trabajadores según condición laboral y género

Al analizar la condición laboral por género, los hombres se emplean en un 64.9% como permanente, 15.5% como patrones, 13.4% como cuenta propia, 3.3% como no renumerados y 2.8% como temporales.

Las mujeres por su parte, se emplean en un 49.5% como permanente, 31.3% como cuenta propia, 11.7% son patronas, el 6.1% no renumeradas y el 1.3 % como trabajadores permanentes. El ingreso promedio de las familias en el Municipio de Rivas está entre C$ 2, 713.26 a C$ 3,000.00 córdobas.

b) Desarrollo Económico y Social

~ **Caracterización de las actividades económicas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.**

Rivas en su totalidad se dedica a los rubros de la Agricultura, Ganadería y Pesca Artesanal. Produciendo principalmente granos básicos (Arroz, Frijoles, maíz, trigo, caña de azúcar, plátanos) y perecederos. Existen un ingenio Azucarero, dos fábricas productores de cal, y dos de sal. El turismo ha tomado mucho auge en los últimos años por las bellezas naturales que existen a lo largo de todo el departamento.

La principal actividad económica en el sector Primario es la agricultura y la ganadería. Una parte de estos se desarrolla en comarcas rurales que pertenecen al Municipio de Rivas y otras en las que además de ganado para leche se cultivan granos básicos y hortalizas. Existen siembras de importantes de áreas de frutas, plátanos y caña de azúcar que se comercializan como materia prima en el mercado local y nacional.

En el sector secundario, este es extremadamente reducido, se limita a mataderos, talleres y aserríos. La industria local está compuesta de panaderías, herrerías, molinos y otros que pueden ser considerados como artesanías. Sector Terciario, el peso de la actividad comercial genera la mayor parte de empleos urbanos en establecimientos como farmacia, carpinterías, comedores, pulperías, molinos, hostales y pensiones, bares y cantinas.

El área donde se desea establecer la planta de tratamiento es zona agrícola dedicada al cultivo de musáceas (Plátanos), y en su contorno también cultivan caña de azúcar, papaya, sorgo, maíz, arroz y hortalizas.





~ **Población económicamente activa**

La población económicamente Activa (PEA) ocupada representa el 35.6% de la población del departamento en edad de trabajar (PET) y se encuentra inserta fundamentalmente en el sector

primario, a quien corresponde la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. El segundo porcentaje más alto se ocupa en el sector terciario, que está asociado al comercio y los servicios, en tanto que el sector secundario se observa deprimido desarrollándose principalmente en la industria manufacturera , vinculada a las empresas de azúcar y a una pequeña y mediana industria que esa centrada en la artesanía.

En general, la ocupación por sexo en las actividades económicas se ven diferenciadas, los porcentajes de integración de los hombres son mayores en el sector agropecuario, 61.8% y el de las mujeres en el sector terciario, 73.6%. El comportamiento por área de residencia, indica que hombres y mujeres del área urbana están preferentemente ocupados en el sector terciario, en el área rural existen diferencias en cuanto a la ocupación de los sexos, siendo los hombres los integrados mayoritariamente en el sector primario, en tanto que por encima del 50.0% las mujeres se ocupan en el sector terciario.

La población en edad de trabajar del departamento se contabilizó en 98,881 personas, esto es el 70.4% de la población total, porcentaje que tiene relación con la estructura joven de la población ya que el 29.6% es menor de 10 años y cada vez entran mayor cantidad de personas a la edad activa. El nivel de participación medio de la tasa de actividad refinada es de 46.2 personas integradas a la PEA por cada persona en edad de trabajar. La población ocupada total sobrepasa el 77.0%. La cantidad de ocupados es ligeramente mayor en el área urbana que en el área rural, en este sentido, la desocupación es mayor en el área rural con respecto al área urbana.

~ **Tenencia y valores de la tierra**

En el análisis tenencia de la tierra es importante destacar los siguientes elementos:
· El 1.94% de los productores tienen el 13.5 de las tierras en categoría de 100 a 200 Mz.
· El 8% de los productores tienen el 0.14% en categoría de menos de 0.5 Mz.
· Los productores minifundistas tienen 1,429.91 Mz o sea el 4.81% de la tierras y son el 49.89% de los productores es decir prácticamente el 50% en rango de 0.5 a 5 Mz.
· El 29.74% de la tierra la poseen el 26.78% de los productores en un rango de 10 a 50 Mz.
· El 27.69% de la tierra es decir prácticamente el 30% la poseen solamente el 6.49% de los productores en rango de 50 Mz a más.

~ **Relación del proyecto con los planes del uso del suelo o planes de desarrollo rural del Municipio**

El proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de la Ciudad de Rivas” está inmerso en el Marco de la formulación del Plan Ambiental Municipal y Plan de Ordenamiento Municipal, que vienen a sentar las bases del desarrollo del Municipio. De igual forma vinculado con los proyectos que están previstos en el área de influencia directa e indirecta a como son:

· Manejo integral de los residuos sólidos domiciliares.
· Ampliación de la red de Alcantarillados.
· Mejoramiento en el tratamiento de las aguas grises urbanas y rurales.
· Restauración y protección de las especies representativas de Rivas.
· Beneficios a los incentivos ambientales.

· Desarrollo educativo con los niños/as de primaria para enseñarles la importancia de Medio Ambiente.
· Campaña masiva para la sensibilización de la población.

c) Servicios e Infraestructura Existente

Identificar y describir los servicios básicos e infraestructura de servicio social existentes en el ara de influencia (directa e indirecta), tales como; agua, luz, alcantarillado, telecomunicación, centros educativos, centros de salud, cementerios, edificios públicos, parques, transporte, así como sitios del patrimonio cultural (áreas de interés científico, sitios, natura, cultural, arqueológico), entre otros.

~ Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Existente

El sistema de Agua Potable de la ciudad de Rivas es abastecido por la Delegación Departamental de ENACAL de Rivas y opera bajo el esquema de Pozo – Red – tanque. La fuente de abastecimiento es el acuífero de la zona, captado mediante seis (6) pozos perforados y una impulsora, que operan entre 18 y 24 horas/día; se encuentran localizados dentro de la cuenca de drenaje de agua subterránea, produciendo un total de 1,561 gal/min de agua (la impulsora los Pocitos produce 400 gal/min.).

El sistema de distribución de Rivas está conformado por 5 tanques, dos son de acero sobre torre, uno con capacidad de 130,000 galones localizados en el Barrio La Puebla y el otro de 20,000 galones en La Virgen. Dos tanques de acero sobre suelo, uno con capacidad de 130,000 galones localizados también en el Barrio La Puebla y el otro con capacidad de 250,000 galones ubicados en los Pocitos y un último tanque de mampostería con capacidad de 10,000 galones también ubicados en la Virgen.



Foto 11-10: Tanques de almacenamiento de agua Potable de Rivas

~ Alcantarillado Sanitario

Actualmente la ciudad de Rivas cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario que cubre aproximadamente el 48% del casco urbano de la unidad, según la base de datos comercial de la Delegación de ENACAL de Rivas del mes de diciembre del 2016, tiene registradas un total de 7,985 cuentas de las cuales 3,818 indican conexión con fecha de alta al AS. Las aguas residuales son conducidas para su tratamiento a un PTAR conformada por dos módulos compuestos por 2 lagunas de estabilización cada uno.

~ **Luz**

El servicio de Energía Eléctrica en Rivas es administrado por UNION FENOSA, con sede en Rivas. Es alimentada por la Subestación Rivas, contando con 7 circuitos distribución, 5 en Rivas y 2 en la Isla de Ometepe. Se estima que el circuito está compuesto por 110 Km de red de media tensión (línea primaria o red de distribución), con 250 centros de transformación, 50 de estos son trifásicos (tres transformadores), el resto son monofásicos (un transformador). Cuenta con un total de 1,004 luminarias públicas. Están registradas 3,550 conexiones domiciliares urbanas y rurales, para una cobertura del 95% del área total.



Foto 11-11: Contraste de Servicio de Energía Eléctrica

~ **Telecomunicaciones**

ENITEL es la institución encargada de la administración del servicio de telecomunicación en Rivas, con una central digital localizada en la Ciudad de Rivas, cuya capacidad es de 10,000 abonados. El area urbana cuenta con 2,430 cuñas telefónicas. La cobertura del servicio es de 36.86% sobre el total de edificaciones existentes en el área de Rivas. Pero También se tiene acceso a la telefonía celular con una amplia cobertura. El servicio de cable en el casco urbano de Rivas está siendo brindado por la empresa Claro y la empresa ESTESA.

~ **Centro Educativos**

El Municipio de Rivas cuenta con 41 centros educativos, 19 ubicados en el área urbana y 22 localizados el área rural. Cabe destacar que los 22 centros rurales presentan accesibilidad a la educación tanto en caminos como en cobertura ya que cuentan con primaria completa desde educación inicial hasta sexto grado.

Según datos suministrados por Alcaldía Municipal, se cuenta con una población estudiantil promedio de 12,938, estudiantes, distribuidos en las diferentes modalidades. Los centros educativos están conformados por:

· La población estudiantil es atendida por 318 maestros: 180 en educación secundaria, 103 en educación primaria regular / multigrado y 35 en educación preescolar formal;

- 4 institutos con modalidad de secundaria (el Instituto Nacional Rosendo López imparte tres turnos diurnos, nocturno y sabatino a distancia) y 3 con modalidad de secundaria sabatina a distancia (José Dolores Rivera, Rubén Darío y San Martin);
- 9 centros con modalidad de secundaria diurna;
- 23 de primaria con modalidad regular;
- 20 centros con preescolar formal, el resto de los centros imparten la modalidad de primaria multigrado combinado con preescolar comunitario;
- Centro de Educación Especial llamado Sor María Romero, cuenta con el siguiente personal: una fisioterapeuta, 13 profesores de educación especial y dos instructores;
- En cuanto a las instalaciones físicas se cuentan con un total de 312 aulas físicas distribuidos en: 113 en educación secundaria, 166 en educación primaria regular / multigrado y 33 en educación preescolar formal;
- El Ministerio de Educación ha implemento en todos los centros urbanos y rurales un Modelo de Calidad Educativa, compuesto por 3 componentes: Nuclearización, Nuevo Currículo y los TEPCES (talleres de evaluación y planificación);
- Existe en el Municipio de Rivas cuatro universidades privadas con títulos otorgados en licenciaturas e Ingenierías (5 años), con modalidades de estudios regular y encuentro;
- Universidad Politécnica de Nicaragua UPOLI, cuenta con 50 docentes; oferta las carreras de: Administración Turística y Hotelera, Banca y Finanza, Licenciatura en Enfermería Complementaria y Técnico Superior en Enfermería, Ingeniería en Sistema de Información, Administración de Empresas, Contaduría Pública y Finanza y Licenciatura en Derecho;
- Universidad Hispanoamericana UHISPAM oferta las carreras de: Ingeniería de Sistema, Licenciatura en Administración de Empresas, Licenciatura en Contaduría Pública y Finanza, Licenciatura en Banca y Finanzas, Licenciatura en Administración Turística y Hotelera y Licenciatura en Derecho;
- Universidad Internacional Antonio Valdivieso antes Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería EIAG, con título otorgado en técnico Superior (3 años) y licenciatura con modalidades de estudios regular y por encuentro;
- Universidad Popular de Nicaragua: PONIC).

En el municipio existe la Escuela Taller Rivas, su funcionamiento fue a partir del año 2008, este proyecto surgió a través de un convenio con INATEC y la Cooperación Española, con el objetivo de capacitar a personas de escasos recursos en diferentes especialidades. Los diplomas entregados son del nivel de auxiliares y técnicos. Las especialidades impartidas son: Carpintería, Albañilería, Soldadura, Electricidad, existe un coordinador de obra, un instructor y un auxiliar por cada especialidad. Además, en el municipio se tiene contabilizada 19 librerías privadas para la venta de material y útiles escolares.

~ Centro de Salud

La red de servicio de salud en el Municipio de Rivas, está conformada por 556 personas laborando en el Ministerio de Salud, distribuidos en 262 médicos, enfermeras y laboratoristas, 49 en servicios sociales, 188 en personal de apoyo y administrativo más 57 en otro personal. Se disgregan en:

- El hospital Gaspar García Laviana, es general departamental tiene contemplado 7 áreas de atención con 16 especialidades y 7 referencias a los 10 Municipios del departamento. Dentro de los servicios

brindados se encuentran los ambulatorios, internamiento y promoción en salud y en los servicios de apoyo están imagenología y laboratorio clínico;
- un Centro de salud sin camas con turno las 24 horas, llamado Maning Renner Reyes, se encuentra en buen estado físico, ubicado en el barrio Eduardo Alvarado; tiene 16 años de funcionamiento, en la que se desarrollan los diferentes programas como son las Inmunizaciones, dispensarizados (Pacientes crónicos), Tuberculosis, Todos con Vos, y Amor con los más Chiquitos;
- 6 puestos de salud localizados en los barrios Pedro Joaquín Chamorro y Gaspar García Laviana, Popoyuapa, La Chocolata, Veracruz y La Virgen. El sector salud está conformado por 78 personas tanto médico, paramédicos, personal de apoyo y administrativos;
- Una Clínica Médica Previsional o IPSS;
- Ocho Clínicas Privadas;
- Diez Casas Bases;
- 277 Agentes Comunitarios, distribuido de la siguiente manera: 180 Brigadistas de Salud, 4 Parteras, 33 Colaboradores Voluntarios, 60 Lideres GPC-CFSV.

Además, en el municipio existen 76 establecimientos privados distribuidos:

- 30 ofrecen diversos servicios a la población tanto de medicina general como de especialidades;
- 9 clínicas odontológicas;
- 23 farmacias privadas;
- 4 centros de diagnóstico clínico;
- uno de (Rayo X) en clínica San Ana;
- 3 clínicas de ultrasonidos (PROFAMILIA, San Andrés, Dr. Chávez) y;
- 10 laboratorios privados.

El Equipamiento existente en cada Unidad de Salud son: Normas y protocolos, Doppler tensiómetro, estetoscopio, termómetro, camilla, soporte, equipo de cirugía menor, pesa, cinta obstétrica, guantes, gestograma, espátula y lubricantes.

~ Cementerios

Dispone de 5 cementerios, uno de carácter urbano localizado en el Barrio La Puebla (parte suroeste de la Ciudad) y el resto rural, localizados en las comunidades de Popoyuapa, La Virgen, Veracruz y Rio Grande.

El cementerio Urbano “San Pedro” tiene una capilla principal, vías internas adoquinadas, muro perimetral de piedra cantera con fachada tipo colonial, un acceso principal y dos secundarios, energía eléctrica en el pasillo principal, agua potable.

~ Edificios Públicos

Los actores locales en el Municipio de Rivas, fomentan potencialidades locales, aportando a una mejora integral de calidad de Vida de la población en los temas políticos, económico social, ambiental y cultural, forman parte de la historia y son portadores de alternativas en procesos de desarrollo.

- AMUR: Desarrollo de capacidades en técnicos municipales, elaboración de estudios territoriales, coordinación intermunicipal.
- FDL: Brinda prestamos con bajos intereses para que los productores accedan a financiamiento para el mejoramiento de sus fincas y cosechas.
- MARENA: Encargada de la conservación, protección y el uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente. Actualmente lleva el proyecto Gobernabilidad local financiado por la Unión Europea.
- MINSA: Programa de Salud, atención médica.
- Policía Nacional: Aplica las leyes, apoya actividades de regulación y control forestal.

~ Parques

A nivel municipal se cuenta con 3 parques, dos localizados en el área urbana y uno en el área suburbana de Popoyuapa.

- El Parque Central Evaristo Carazo cuenta con un kiosco, una fuente, 50 bancas de hierro, tiene alrededor de 50 faroles, de los que 30 están funcionando, juegos infantiles, agua potable, 8 canastas para basura y regular arborización;
- El Parque Emmanuel Mongalo cuenta con juegos infantiles, tiene energía eléctrica, un monumento iluminado con un reflector, 14 bancas de concreto con sentadero a ambos lados, agua potable y regular arborización;
- El Parque de Popoyuapa tiene 15 bancas de concreto, agua potable, energía eléctrica, juegos infantiles y regular arborización.

También existen dos plazas: la Plaza Central de Rivas Evaristo Carazo, localizada en el costado norte del Parque Central con 2,457.71 m2 de terreno y un área construida de 387.04 m2 y la Plaza San Pedro, ubicada en el Barrio La Puebla con un área de terreno de 441.14 m2.

~ Transporte

La población de Rivas se moviliza por medio de la red de caminos, vías y carreteras existentes en todo el municipio. Una parte de la población urbana hace uso de Taxis, ciclo taxis (caponeras) y/o coches que circulan dentro de la ciudad.

El servicio de transporte colectivo está compuesto por una flota vehicular de 1,018 unidades, que incluye autobuses (56), microbuses (9), taxis (226), ciclo taxis o caponeras (753) y coches (20), funciona en modalidad ordinaria y expresa, 9 de ellas son ordinarias y 3 expresas. El servicio de transporte colectivo, en ésta se estacionan las unidades que van con destino a Managua, San Juan del Sur, Jinotepe, Granada, Cárdenas/Peñas Blancas, Tola y Belén.

Se cuenta con terminal de transporte con un área de 4,613.84 m2, localizada dentro del área del Mercado Municipal de Rivas. La Terminal es de una sola planta, piso con recubrimiento de adoquín, tiene área con bancas para los pasajeros, oficina de intendencia del mercado y un ambiente que funciona para venta.

~ **Patrimonio Cultural**

Existe un museo de Antropología e Historia donde se exhiben objetos indígenas. Dentro de sus instalaciones funciona un centro cultural donde se realizan exposiciones artísticas, pinturas, danzas, cantos, entre otras.

Cuenta con una biblioteca municipal ubicada en el Centro Escolar Humberto Méndez, biblioteca del Club de Leones, Biblioteca Infantil Santo Domingo, esta última localizada el frente de la Escuela Internacional de Agricultura.

d) Mapa de las Áreas de Importancia Social

Medios y Vías de Comunicación: Rivas tiene comunicación con los departamentos de Granada, Rio San Juan, Masaya, Carazo, Costa Rica. Hay servicios de transporte público a todos los municipios, el cual fluye con bastante regularidad, y de la misma forma hay fluidez de transporte hacia la capital. Actualmente existe también transporte privados que viajan hacia la capital. Hay comunicación telefónica hacia todo el país y resto del mundo, esto funciona de forma permanente de la misma forma los servicios de telefax, correos, telegramas. El gobierno saliente construyó carreteras en comunidades de déficit acceso geográfico como es Tola, Cárdenas, Colon. Reconstruyendo dos puentes importantes para el transporte Panamericano como son el Puente del Rio Ochomogo, y Puente Gil Gonzales.



Figura 11-21: Mapa de Áreas de Importancia Social

12 IDENTIFICACIÓN, PRONÓSTICO Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impacto ambiental es un proceso sistemático técnico-administrativo que examina las consecuencias ambientales de los proyectos, programas, planes y políticas orientadas a prevenir, corregir o mitigar los efectos y/o impactos ambientales que se ocasionen sobre el entorno. Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. Hay que hacer constar que el termino impacto no implica negatividad ya que éstos pueden ser tanto Positivo como Negativo.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación.

12.1 Metodología

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales, con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculos sofisticados, de carácter estático unos, dinámicos, etc. Hay que destacar que la mayoría de estos métodos fueron elaborados para proyectos concretos, resultando por ello complicada su generalización, aunque resultan válidos para otros proyectos similares a los que dieron origen al medio en cuestión.

Se hará uso de la guía metodológica, V. Conesa Fdez – Vitora, este método consiste en un cuadro de doble entrada-matriz en el que se disponen como filas los factores ambientales, que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos. Este método consiste en un cuadro de doble entrada-matriz en el que se disponen como filas los factores ambientales, que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos. Este método se fijan como número de acciones posibles 100 y 80 el número de factores ambientales, con lo que el número de interacciones posibles será de 88x100, aunque conviene destacar que, de estas, son pocas las realmente importantes, pudiendo construir posteriormente una matriz reducida con las interacciones más relevantes, con lo cual resultara más cómodo operar ya que no suelen pasar de 50 (Guía metodológica para la evaluación de impacto Ambiental, V. Conesa Fdez-Vitora 2 da Edición.).

La valoración ambiental se calcula como una suma ponderada de los valores de los indicadores: Intensidad, Extensión, Sinergia, Persistencia, Efecto, Momento, Acumulación, Recuperabilidad, Reversibilidad, Periocidad e importancia. El valor ambiental permite determinar las actividades con mayor impacto. Inicialmente se analizan todas las actividades en conjunto, incluyendo las fases de Construcción y Funcionamiento. A cada actividad se le asigna un valor por cada indicador basado en el grado de incidencia sobre el factor Ambiental.

12.2 Criterios para la Valoración de los Impactos Ambientales

Carácter del Impacto (CI): Se refiere al efecto beneficioso o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados. Se clasifican en:

- ***Impactos Negativo:*** El que se traduce en pérdidas de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad económica, o en aumento de los perjuicios derivados de las contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales, en discordancia con la estructura ecológica-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.
- ***Impactos Positivos:*** Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos, y de las externalidades de la actuación contemplada. Los impactos positivos, dada la propia esencia del proyecto, se valoran de modo global, por entender que emanan de la solución proyectada para una problemática concreta. En función de los objetivos del presente EIA, solo se caracterizaran de forma más detallada los impactos negativos.

Intensidad del Impacto (IP): Expresa el grado de incidencia de la acción que produce el impacto sobre el factor ambiental considerando, en el ámbito específico en el que actúa. Es decir, indica la significancia del cambio producido por el proyecto sobre el factor ambiental que se está considerando. Se clasifica del baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) y total (12). El valor 1 corresponde a la afectación mínima y el 12 a la destrucción total. Los demás valores son intermedios.

Extensión (Ex): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Se clasifica: Puntual (1): la acción causa en efecto muy localizado; Parcial (2): el efecto supone una incidencia apreciable en el medio; Extenso (4): el efecto se detecta en una gran parte del medio considerado; Total (8): el efecto se manifiesta de forma generalizada en todo el entorno.

Sinergia (SI): Contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado. Se clasifica de No Sinérgico (1); cuando la acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre el mismo factor, sinérgico (2), presenta sinergismo moderado, Muy Sinérgico (4); el impacto es altamente sinérgico.

Persistencia (PE): Refleja el tiempo en que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones previas a la acción por medios naturales o por la introducción de medidas correctivas. Se clasifica de fugaz (1); el efecto dura menos de un año, Temporal (2), el efecto persiste entre 1 y 10 años, Permanente (4); el efecto dura más de 10 años.

Efecto (EF): Representa la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo expresa la relación Causa – Efecto. Se clasifica: Directo (D), su efecto tiene incidencia inmediata; Indirecto (I), su manifestación no es consecuencia directa de la acción sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

Momento (MO): Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Se clasifica de largo plazo (1); el efecto demora en manifestarse más de 5 años, Mediano Plazo (2); el periodo del tiempo varia de 1 a 5 años, Corto Plazo (4); el tiempo entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es menor de 1 año, Critico (+4); si concurre alguna circunstancia critica en el momento del impacto de le adicionan 4 unidades.

Acumulación (AC): Incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Se clasifica de Simple (1), el impacto se manifiesta sobre un factor ambiental, sin posibilidad de sinergia ni acumulación, Acumulativo (4), efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor incrementa progresivamente.

Recuperabilidad (MC): Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se clasifica de Recuperable de inmediato (1), Recuperable a mediano Plazo (2), Mitigable (4), el efecto puede recuperarse parcialmente, irrecuperable (8); alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural como por la humana.

Reversibilidad (RV): Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Se clasifica de corto plazo (1); retorno a las condiciones iniciales en menos de un año, Mediano Plazo (2); retorno a las condiciones iniciales entre 1 y 10 años, Irreversible (4); imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones iniciales, o de hacerlo en un periodo mayor de 10 años.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto de forma impredecible, de manera cíclica o recurrente o constante en el tiempo. Se clasifica de irregular (1); el efecto se manifiesta de forma impredecible, periódica (2); el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente, continua (4); el efecto es constante en el tiempo.

Importancia (MI): Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los diferentes criterios anteriores y se representa como IM=± [3(1) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR].

Clasificación del Impacto: Se hace partiendo del análisis del rango de variación de la importancia del efecto (IM). Se clasifico como: Compatible (CO): ≤ 25; Moderado (M): 25< IM ≤ 25; Severo (S): 50 < IM ≤ 75; Critico (C): IM > 75.

Tabla 12-1: Valoración Cuantitativa de la Importancia del Impacto

Criterio	Valoración		Criterio	Valoración		Criterio	Valoración	
Naturaleza	Beneficioso Perjudicial	(+) (-)	**Recuperabilidad (MC)**	Recuperable inmediato Recuperable Medio Plazo Mitigable o Compensable Irrecuperable	1 2 4 8	**Periocidad (PR)**	Irregular/discontinuo Periódico Continuo	1 2 4
Extensión (EX)	Puntual Parcial Extenso Total Crítica	1 2 4 8 +4	**Momento (MO)**	Largo Plazo Medio Plazo Corto Plazo (inmediato) Crítico	1 2 4 +4	**Intensidad (I)**	Baja Media Alta Muy Alto Total	1 2 4 8 12
Reversible (RV)	Corto Plazo Medio Plazo Irreversible	1 2 4	**Sinergia (SI)**	Sin sinergismo. Simple Sinérgico Muy Sinérgico	1 2 4	**Persistencia (PE)**	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4
Efecto (EF)	Indirecto (secundario) Directo	1 4	**IM =± [3(1)+2(EX)+SI+PE+EF+MO+AC+MC+ RV+PR]**			**Acumulativo (AC)**	Simple Acumulativo	1 4

Para la jerarquización de los efectos evaluados se agruparan los valores, en cuatro clases uniformes cuyo rango se presentan a continuación:

Tabla 12-2: Jerarquización de los Valores de la Función Deterioro

Valor de importancia		Relevancia del Impacto	Valor de importancia		Relevancia del Impacto
< 25		Irrelevantes de acuerdo con el reglamento: Compatible	50<I<75		Severos
25<I<50		Moderado	I>75		Críticos

~ Pasos para Realizar la Valoración de Impactos

Tabla 12-3: Identificación de actividades impactantes (con una letra y en el orden del abecedario)

No.	Actividad	No.	Actividad
1	Identificación del medio o factor impactado	4	Identificar la actividad más impactante.
2	Identificación y descripción de los impactos ambientales (asignado un número en orden ascendente)	5	Identificar el medio o factor más impactado.
3	Elaboración de Matriz cuantitativa de Impactos Ambientales	6	Interpretación de resultados (propuestas de medidas de mitigación)

12.2.1 Identificación de Impactos Generados por el Proyecto

~ Identificación de Actividades del proyecto

La identificación de las actividades del proyecto nos ayudará a conocer el proceso de las acciones que se van a realizar durante la fases del mismo. Ello va a permitir conocer o determinar qué consecuencias o efectos ocasionarán la construcción y operación del proyecto sobre los parámetros medioambientales y sus consecuencias posteriores sobre los diferentes factores afectados.

Tabla 12-4: Principales Actividades por Etapas

No.	Actividades	No.	Actividades	Componente
Etapa de Construcción				
A	Tráfico de maquinaria	C	Abra y destronque	Actividades comunes
B	Instalación de Campamento	D	Movimiento de tierra	
E	Excavaciones de zanjas	H	Conexiones	Redes
F	Instalación de tuberías y accesorios	I	Suministros y otras obras secundarias	
G	Construcción de PVS	J	Estación de Bombeo	
K	Estación de bombeo y elementos de pretratamiento	N	Sistema de Lagunas Facultativas y de maduración – Parshall - descarga	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
L	Suministro de materiales y aprovechamiento de agua	Ñ	Lecho de lodos	
M	Sistema de Reactores UASB	O	Obras complementarias	
Actividades en la etapa de Operación, Mantenimiento, Cierre				
P	Funcionamiento del Sistema de Alcantarillado sanitario (Incluido redes y PTAR)	R	Tratamiento y disposición de lodos	Operación
Q	Reforestación del área directa de la PTAR y áreas colindantes	S	Tratamiento de Biogás	
T	Mantenimiento rutinario de las obras			Mantenimiento
U	Demolición de las estructuras	X	Restauración de las zonas ocupadas con la reforestación	Cierre o abandono
V	Labores de limpieza general del predio			

~ Efectos Impactantes Destacados

Tabla 12-5: Efectos Impactantes Destacados

No.	Efecto
1.	Pérdida del suelo por erosión eólica e hídrica

No.	Efecto
2.	Compactación del suelo
3.	Cambio en la escorrentía superficial
4.	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo
5.	Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos
6.	Contaminación del suelo por desechos sólidos y líquidos
7.	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos (diésel, grasas y aceites)
8.	Contaminación del suelo ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR
9.	Contaminación del suelo por mal manejo de los lodos
10.	Mejorar la calidad de los suelos con biosólidos formados en el tratamiento de lodos
11.	Aumentar la capacidad de infiltración del suelo
12.	Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos
13.	Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de las aguas lodosas
14.	Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos
15.	Disminución del acuífero por mayor demanda de uso de agua en la etapa de construcción y operación
16.	Mejorar la calidad del aguas y hábitat acuática del Río oro y del Lago Cocibolca
17.	Mejorar la infiltración de las aguas pluviales con la reforestación y ornamentación
18.	Contaminación del aire por la generación de ruido de maquinarias
19.	Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})
20.	Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles
21.	Contaminación del aire por malos olores ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR
22.	Contaminación del aire por mal manejo de los lodos
23.	Mejorar la calidad del aire por la diminución de las aguas residuales crudas vertidas en los predios, calles y cauces
24.	Mejorar la calidad del aire, con la captación de gases de invernaderos con la reforestación
25.	Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo
26.	Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado
27.	Riesgo en la salud de los trabajadores al estar expuestos a los malos olores y contacto con los lodos
28.	Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados en el proceso de quema de biogás
29.	Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras de mantenimiento
30.	Disminución de enfermedades por eliminar los focos de contaminación de aguas residuales en patio, calles y cauces
31.	Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos
32.	Afectación a la flora y fauna
33.	Recuperación de la flora y fauna del área directa e indirecta
34.	Alteración al paisaje por la corta de árboles en el área directa
35.	Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de alcantarillado sanitario
36.	Alteración del paisaje por las actividades de construcción de la PTAR
37.	Mejorar la calidad paisajística con la reforestación y ornamentación

~ Identificación del Medio impactado

1. Suelo 2. Agua 3. Socioeconómico 4. Aire 5. Flora y fauna 6. Paisaje

Tabla 12-6: Resumen del factor ambiental afectado de acuerdo a los efectos provocados por las diferentes acciones a realizarse en cada actividad del proyecto

Actividad/Acciones		Efecto	Factor
Etapa de Construcción			
Tráfico de Maquinarias	Transporte de Materiales	Pérdida de suelo por erosión eólica	Suelo
		Compactación del suelo	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación aire por la generación de ruido vehicular	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado (PM_{10})	
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	Agua
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	Socioeconómico
		Mejorar las condiciones de vida de la población por la generación de empleo	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y fauna
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
Abra y destronque	Desbroce y limpieza del terreno por medios mecánicos Relleno extendido, apisonado de tierras aportadas a cielo abierto, por medios mecánicos	Pérdida de suelo por erosión eólica	Suelo
		Cambio de escorrentía superficial	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	
		Contaminación del aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	Socioeconómico
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje por la corta de árboles en el área directa	Paisaje
Excavaciones de Zanjas	Movimiento de tierra Operación de equipos Trasporte de Material	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica	Suelo
		Cambio en la escorrentía superficial	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	
		Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	Socioeconómico
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de Alcantarillado sanitario	
Instalación de campamento	Limpieza del área y excavaciones para las bases Instalación de letrinas móviles	Pérdida de suelo por erosión eólica	Suelo
		Compactación del suelo	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Cambio de escorrentía superficial	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado (PM_{10})	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastres de sedimentos	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	Socioeconómico
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y fauna
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
Movimiento de Tierra	Operación de equipo Regado del suelo y refino de Taludes	Pérdida de suelo por erosión eólica	Suelo
		Cambio en la escorrentía superficial	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	
		Contaminación del aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	Socioeconómico
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje por la corta de árboles en el área directa	Paisaje
Construcción de PVS	Movimiento de tierra Operación de equipos Trasporte de Material	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica	Suelo
		Compactación del suelo	
		Cambio en la escorrentía superficial	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})	Aire
		Contaminación del aire por la generación de ruido	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases	Socioeconómico
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	

Actividad/Acciones		Efecto	Factor
Instalación de tuberías y accesorios.	Operación de equipos Trasporte de Material	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica	Suelo
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Cambio de escorrentía superficial	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Aguas
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	
		Contaminación del aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases	Socioeconómico
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de Alcantarillado sanitario	Paisaje
Suministros y otras obras secundarias	Operación de equipos Reparación de calles y andenes	Perdida del suelo por erosión eólica e hídrica	Suelo
		Compactación del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	Agua
		Contaminación del aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO2, NO, etc.) y material particulado (PM10)	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases	Socioeconómico
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de Alcantarillado sanitario	
Estación de bombeo y elementos de Pre tratamiento.	Operación de equipos Instalación de infraestructura	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica.	Suelo
		Compactación del suelo.	
		Cambio en la escorrentía superficial.	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos.	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites).	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación.	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases.	Socioeconómico
Conexiones	Movimiento de tierra Operación de equipos Trasporte de Material	Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	
		Afectación a la flora y fauna	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de Alcantarillado sanitario	
		Pérdida de suelo por erosión hídrica	Suelo
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Contaminación del aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases	Socioeconómico
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de Alcantarillado sanitario	Paisaje
Estación de Bombeo	Operación de equipos Instalación de infraestructura	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica	Suelo
		Compactación del suelo	
		Cambio en la escorrentía superficial	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua	
		Contaminación del aire por la generación de ruido	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10})	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases	Socioeconómico
		Afectación a la flora y fauna	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la red de Alcantarillado sanitario	Paisaje
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	
Suministro de materiales y aprovechamiento de agua	Instalación de infraestructura Mescla de cemento	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica.	Suelo
		Compactación del suelo.	
		Cambio en la escorrentía superficial.	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos.	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites).	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación.	Agua
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Disminución del acuífero por el uso de agua para la construcción.	
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.	
		Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases.	Socioeconómico

Actividad/Acciones		Efecto	Factor	Actividad/Acciones		Efecto	Factor
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.				Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.	
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.				Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.	
		Afectación a la flora y fauna.	Flora y fauna			Afectación a la flora y fauna.	Flora y fauna
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la PTAR	Paisaje			Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la PTAR	Paisaje
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta				Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	
Sistema de Reactores UASB	Operación de equipos y maquinarias Cambio de piezas en mal estado	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica.	Suelo	Sistema de Lagunas facultativas y de maduración – Parshall – Descarga	Operación de equipos y maquinarias Cambio de piezas en mal estado	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica.	Suelo
		Compactación del suelo.				Compactación del suelo.	
		Cambio en la escorrentía superficial.				Cambio en la escorrentía superficial.	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo				Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos.				Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos.	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites).				Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites).	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.				Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación.	Agua			Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos.	Agua
		Disminución del acuífero por el uso de agua para la construcción.				Disminución del acuífero por el uso de agua para la construcción.	
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.				Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.				Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire			Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).				Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles				Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases.	Socioeconómico			Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases.	Socioeconómico
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.				Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.	
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.				Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.	
		Afectación a la flora y fauna.	Flora y fauna			Afectación a la flora y fauna.	Flora y fauna
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la PTAR	Paisaje			Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la PTAR	Paisaje
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta				Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	
Etapa de Operación							
Lecho de Lodos	Cumplimiento con el Decreto 21-2017	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica.	Suelo	Obras Complementarias	Rehabilitación de andenes y calles. Reparación de Calles con adoquines, concreto hidráulico o asfalto.	Pérdida de suelo por erosión eólica e hídrica.	Suelo
		Compactación del suelo.				Compactación del suelo.	
		Cambio en la escorrentía superficial.				Cambio en la escorrentía superficial.	
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo				Disminución de la capacidad de infiltración del suelo	
		Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos.				Contaminación del suelo por desechos sólidos peligrosos.	
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites).				Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites).	
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.				Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.	
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación.	Agua			Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentación.	Agua
		Disminución del acuífero por el uso de agua para la construcción.				Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.	
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.				Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.				Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire
		Contaminación del aire por la generación de ruido.	Aire			Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles	
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).				Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).	
		Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas móviles				Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases.	Socioeconómico
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y emisiones de gases.	Socioeconómico			Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.				Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.	
		Afectación a la flora y fauna.	Flora y fauna			Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la PTAR	Flora y fauna
		Alteración al paisaje por las actividades en la construcción de la PTAR	Paisaje			Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta					

Actividad/Acciones		Efecto	Factor
Funcionamiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario (incluidos Redes y PTAR)	Demanda de mayor consumo de agua Demanda de mayor consumo de energía	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo.	Suelo
		Riesgo de contaminación del suelo ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.	
		Riesgo de contaminación del aire por malos olores ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.	Aire
		Mejora en la calidad del aire de la ciudad de Rivas, por la disminución de olores provenientes de las aguas residuales crudas vertidas en los predios, calles y cauces.	
		Contaminación del aire por mal manejo de los lodos	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	Agua
		Mejorar la infiltración de las aguas pluviales con la reforestación y ornamentación.	
		Mejorar la calidad del agua superficial del rio Oro y del Lago Cocibolca.	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo.	Socioeconómico
		Disminución de enfermedades por eliminar los focos de contaminación, de aguas residuales en patios, calles, cauces.	
		Riesgo en la salud de los trabajadores al estar expuestos a los malos olores y contacto con los lodos.	
		Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados en el proceso de quema del gas.	
		Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras de mantenimiento.	
		Recuperación de la flora y fauna del área directa e indirecta	Flora y Fauna
		Mejorar la calidad del paisaje con la reforestación y ornamentación.	Paisaje
Reforestación del área directa de la PTAR	Hoyado Riego Siembra	Aumentar la capacidad de infiltración del suelo	Suelo
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	Agua
		Mejorar la calidad del agua superficial del rio Oro y del Lago Cocibolca.	
		Mejorar la infiltración de las aguas pluviales con la reforestación y ornamentación.	
		Mejorar la calidad del aire, con la captación de gases de invernaderos con la reforestación	Aire
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	Socioeconómico
		Disminución de enfermedades por eliminar los focos de contaminación, de aguas residuales en patios, calles, cauces.	
		Recuperar la flora y fauna en el área directa e indirecta	Flora y fauna
		Mejorar la calidad paisajística de la zona con la reforestación y ornamentación.	Paisaje

Actividad/Acciones		Efecto	Factor
Tratamiento y Disposición de Lodos	Volteo de lodos en lechos de secado	Riesgo de contaminación del suelo ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.	Suelo
		Contaminación del suelo por mal manejo de los lodos.	
		Mejorar la calidad de los suelos con biosólidos formado en el tratamiento.	
		Contaminación del aire por efectos de los olores de lodos.	Aire
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de aguas lodosas.	Agua
		Mejorar la calidad del agua superficial del rio Oro y del Lago Cocibolca.	
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Mejorar la infiltración de las aguas pluviales con la reforestación.	
		Riesgo en la salud de los trabajadores al estar expuestos a los malos olores y contacto con los lodos.	Socioeconómico
		Disminución de enfermedades por eliminar los focos de contaminación, de aguas residuales en patios, calles, cauces.	
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	
		Recuperar la flora y fauna en el área directa e indirecta	Flora y fauna
		Mejorar la calidad del paisaje con la reforestación y ornamentación	Paisaje
Tratamiento de Biogás	Medición de gas Quema de gas	Riesgo de contaminación del suelo eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.	Suelo
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	Agua
		Contaminación del aire por mal manejo de los lodos.	Aire
		Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados en el proceso de quema del gas.	Socioeconómico
		Disminución de enfermedades por eliminar los focos de contaminación de aguas residuales	
		Recuperar la flora y fauna en el área directa e indirecta	Flora y Fauna
		Mejorar la calidad del paisaje con la reforestación y ornamentación	Paisaje
Mantenimiento rutinarias de las obras	Uso de maquinaria Purga de Lodos Cambio de piezas en mal estado	Riesgo de contaminación del suelo ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.	Suelo
		Contaminación del suelo por sustancias peligrosas y no peligrosas.	
		Contaminación al suelo por generación de desechos líquidos y sólidos.	
		Contaminación al suelo por mal manejo de los lodos.	
		Contaminación del aire por emisiones de gases.	Aire
		Contaminación del aire por mal manejo de los lodos.	
		Contaminación de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.	Agua
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Mejorar la calidad del agua superficial del rio Oro y del Lago Cocibolca.	
		Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras de mantenimiento.	Socioeconómico
		Disminución de enfermedades por eliminar los focos de contaminación, de aguas residuales en patios, calles, cauces.	
		Recuperar la flora y fauna en el área directa e indirecta	Flora y Fauna
		Mejorar la calidad del paisaje con la reforestación y ornamentación	Paisaje

Etapa de Cierre O Abandono

Demolición de las estructuras o edificaciones	Uso de maquinaria	Pérdida del suelo	Suelo
		Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y líquidos.	
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y (PM_{10}).	Aire
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo (diésel, grasas y aceites)	Suelo
		Contaminación del agua superficial por derrame de hidrocarburos (gasolina, diésel, grasas y aceites).	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastres de sedimentos	
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado (PM_{10}).	Aire
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.	Socioeconómico
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	
		Afectación a la flora y fauna.	Flora y Fauna
		Alteración al paisaje con la corta de árboles en el área directa e indirecta	Paisaje
Labores de limpieza general del predio	Uso de maquinaria Transporte de residuos	Pérdida del suelo	Suelo
		Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburo.	
		Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión (CO, SO_2, NO, etc.) y material particulado	Aire
		Contaminación del agua superficial por trazas de hidrocarburos.	Agua
		Contaminación de las aguas superficiales por arrastres de sedimentos	
		Presión sobre la red vial por un alto despliegue de vehículos.	Socioeconómico
		Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado.	
		Afectación a la flora y fauna.	Flora y Fauna
Restauración de las zonas	Reforestación	Recuperación de la flora y fauna del área directa e indirecta.	Flora y Fauna
		Mejorar la calidad del aire, con la captación de gases de invernaderos con la reforestación	Aire
		Mejorar la infiltración de las aguas pluviales con la reforestación y ornamentación.	Agua
		Disminución del acuífero por mayor demanda de consumo de agua.	
		Mejorar las condiciones del Paisaje con la reforestación y la ornamentación.	Paisaje
		Recuperar la flora y fauna en el área directa e indirecta	Flora y Fauna

Tabla 12-7: Expresión Cualitativa (Matriz Causa – Efecto)

	Efectos impactantes.	Factor Ambiental Impactado	ETAPA DE CONSTRUCCION															OPERACIÓN					CIERRE		
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	X
1	Perdida de suelo por erosion eolica e hidrica	SUELO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
2	compactacion del suelo		2	2				2	2		2	2	2	2	2	2	2	2								
3	cambio en la escorrentia superficial			3	3	3	3	3	3			3	3	3	3	3	3	3								
4	Disminucion de la capacidad de infiltracion del suelo			4	4	4	4		4			4	4		4	4	4	4	4							
5	contaminacion del suelo por desechso solidos peligrosos.				5	5	5	5	5		5	5	5	5	5	5	5	5								
6	contaminacion del suelo por desechos solidos y liquidos			6			6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6								
7	Contaminacion del suelo por derrame de hidrocarburos (diesel, grasas y aceites).		7		7	7	7	7	7		7	7	7	7	7	7	7	7								
8	Contaminacion del suelo ante eventuales fallas de la RAS, PTAR Y EBAR																		8		8	8	8			
9	Contaminacion del suelo por mal manejo de los lodos.																				9		9			
10	Mejorar la calidad de los suelos con biosolidos formados en el tratamiento de lodos.																		10	10	10	10	10			
11	Aumentar la capacidad de infiltracion de los suelo																			11						
12	Contaminacion del aire por la generacion de ruidos de maquinarias livianas y pesadas.	AIRE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12								
13	Contaminacion del aire por emisiones de gases de combusition (CO, SO2, NO, etc) y material particulado PM10		13	13	13	13	13	13	13		13	13	13	13	13	13	13	13								
14	Contaminacion del aire por la generacion de malos olores en el mal manejo de las letrinas moviles.						14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14								
15	Contaminacion del aire por malos olores ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.																		15		15	15	15			
16	Conaminacion del aire por mal manejo de los lodos.																		16		16	16	16			
17	Mejorar la calidad del aire por la disminucion de las aguas residuales crudas vertida en los predios, calles y cauces.																		17		17	17	17			
18	Mejorar la calidad del aire con la captacion de los gasees de invernaderos con la reforestacion.																			18	18	18	18			
19	Contaminacion de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos.	AGUA		19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19						19		19
20	Contaminacion de las aguas superficiales por arrastre de aguas lodosas.																		20		20	20	20			
21	Contaminacion de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21					21	21		21
22	Disminucion del acuifero por mayor demanda de uso de agua en la etapa de contruccion y operación.				22	22	22	22	22		22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22			22
23	Mejorar la calidad del agua y habitat acuatica del Rio Oro y del Lago Cocibolca.																		23	23	23		23			
24	Mejorar la infiltracion de las aguas Pluviales con la Reforestacion y ornamentacion.																		24	24	24					24
25	Mejorar la condiciones de vida de la poblacion de Rivas, por la generacion de empleo.	SOCIOECONOMICO	25		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25						
26	Afectacion a la salud de la poblacion por la generacion de polvo y material particulado.		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26		26				26	26	
27	Riesgo en la salud de los trabajadores al estar expuesto a los malos olores y contacto con los lodos.																		27		27					
28	Aumento en el nivel de Riesgo por accidentes ocasionados en el proceso de quema de biogas.																		28			28				
29	Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocacionados por las obras de mantenimiento.																		29				29			
30	Disminucion de enfermedades por eliminar los focos de contaminacion de aguas residuales en patios, calles y cuaces.																		30	30	30	30	30			
31	Presion sobre la red vial por una alto despliegue de vehiculos.		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31		31								
32	Afectacion a la flora y fauna	FLORA Y FAUNA	32	32	32	32	32		32		32	32	32	32	32	32	32	32						32	32	
33	Recuperacion de la flora y fauna del area directa e indirecta																		33	33	33	33	33			33
34	Alteracion al paisaje por la corta de arboles en el area directa	PAISAJE	34	34	34	34	34		34		34	34	34	34	34	34	34	34						34	34	
35	Alteracion del paisaje por las actividades en la construccion de la red de alcantarillado sanitario.						35	35	35	35	35	35														
36	Alteracion del Paisaje por las actividades de construccion de la PTAR.												36	36	36	36	36	36								
37	Mejorar la calidad del Paisaje con la reforestacion y ornamentacion																		37	37	37	37	37			37

Tabla 12-8: Cuantificación de Impactos Ambientales

	Cuantificacion de Impacto Ambientales.															
		Carácter del impacto	Intensidad del Impacto	Extension	Sinergia	Persistencia	Efecto	Momento	Acumulacion	Recuperabilidad	Reversibilidad	Periodicidad	Importancia		
	Efecto del Impacto	CI	IP	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	MI	Clasificacion	MI
1	Perdida del suelo por erosion eolica e hidrica	-1	3	1	1	1	1	4	1	4	2	1	-26	Moderado	-26
2	compactacion del suelo	-1	8	1	2	4	4	2	4	4	4	4	-54	Severo	-54
3	Cambio en la escorrentia superficial	-1	4	2	2	1	4	4	1	2	2	2	-34	Moderado	-34
4	Disminucion de la capacidad de infiltracion del suelo	-1	4	1	2	4	4	4	4	4	4	2	-42	Moderado	-42
5	Contaminacion del suelo por desechos solidos peligrosos	-1	2	1	1	2	1	2	1	4	2	1	-22	Irrelevante	-22
6	Contaminacion de suelo por desechos solidos y liquidos.	-1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1	-20	Irrelevante	-20
7	Contaminacion del suelo por derrame de hidrocarburo.	-1	2	1	2	2	1	2	1	4	2	1	-23	Irrelevante	-23
8	Contaminacion del suelo ante eventuales fallas de la RAS, PTAR y EBAR.	-1	2	1	2	4	1	1	1	4	2	1	-24	Irrelevante	-24
9	Contaminacion del suelo por mal manejo de los lodos.	-1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	-19	Irrelevante	-19
10	Mejorar la calidad de los suelo con biosolidos formados en el tratamiento de lodos.	1	8	4	4	4	4	1	4	4	4	4	61	Severo	61
11	Aumentar la capacidad de infiltracion del suelo.	1	8	4	4	4	1	1	1	4	2	2	51	Severo	51
12	Contaminación del aire por la generación de ruido de maquinarias.	-1	2	2	2	1	4	4	1	2	1	1	-26	Moderado	-26
13	Contaminacion del aire por emisiones de gases de combustion (CO, SO2,NO, etc) y material particulado (PM 10).	-1	2	2	4	1	4	4	1	2	1	1	-28	Moderado	-28
14	Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de las letrinas moviles.	-1	2	1	2	1	1	4	1	2	1	1	-21	Irrelevante	-21
15	Contaminación del aire por malos olores ante eventuales fallas de la RAS, PTAR Y EBAR.	-1	2	1	2	4	1	2	1	4	2	1	-25	Moderado	-25
16	Contaminación del aire por mal manejo de los lodos.	-1	2	1	4	1	4	1	1	4	1	1	-25	Moderado	-25
17	Mejorar la calidad del aire por la disminución de las aguas residuales crudas vertidas en predios, calles y cauces.	1	8	4	4	4	4	2	4	2	4	2	58	Severo	58
18	Mejorar la calidad del aire, con la captacion de gases de invernaderos con la reforestación.	1	8	4	4	4	1	4	1	4	4	2	56	Severo	56
19	Contaminacion de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos.	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-23	Irrelevante	-23
20	Contaminacion de las aguas superficiales por arrastre de aguas lodosas.	-1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-23	Irrelevante	-23
21	Contaminacion de las aguas superficiales por trazas de hidrocarburos.	-1	2	1	4	2	1	2	1	4	2	1	-25	Moderado	-25
22	Disminucion del acuifero por mayor demanda de uso de agua en la etapa de construcción y operación.	-1	2	1	4	4	4	1	4	4	2	2	-33	Moderado	-33
23	Mejorar la calidad del agua y habitat acuatica del rio Oro y del Lago Cocibolca.	1	8	4	4	4	4	1	4	4	2	4	59	Severo	59
24	Mejorar la infiltracion de las aguas pluviales con la reforestacion y ornamentacion.	1	4	4	2	4	4	1	1	4	4	2	42	Moderado	42
25	Mejorar las condiciones de vidad de la poblacion por la generacion de empleo.	1	8	4	4	2	4	4	4	2	2	1	55	Severo	55
26	Afectacion a la salud de la población por la generacion de polvo y material particulado	-1	2	1	4	1	4	4	1	1	1	1	-25	Moderado	-25
27	Riesgo en la salud de los trabajadores al estar expuesto a los malos olores y contacto con los lodos.	-1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	-17	Irrelevante	-17
28	Aumento en el nivel de riesgo por accidentes ocacionados en el proceso de quema de biogas.	-1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	-15	Irrelevante	-15
29	Aumento del nivel de riesgo por accidente ocacionados por las obras de mantenimiento	-1	2	1	2	1	4	4	1	1	1	1	-23	Irrelevante	-23
30	Disminucion de enfermedades por eliminar los focos de contaminación de aguas residuales en patios calles y cauces.	1	8	4	4	4	4	2	4	4	4	2	60	Severo	60
31	Presion sobre la red vial por un alto despliegue de vehiculos	-1	4	2	2	2	4	4	4	2	1	1	-36	Moderado	-36
32	Afectacion a la flora y fauna	-1	8	4	4	2	4	4	4	4	2	2	-58	Severo	-58
33	Recuperacion de Flora y Fauna del area directa e indirecta	1	4	4	4	4	1	1	4	4	2	2	42	Moderado	42
34	Alteracion del Paisaje por la corta de arboles en el area directa	-1	8	4	4	4	4	4	4	4	2	1	-59	Severo	-59
35	Alteracion al Paisaje por las actividades en la construccion de la red de Alcantarillado.	-1	2	2	2	2	4	4	1	1	1	1	-26	Moderado	-26
36	Alteracion del Paisaje por las actividades de construccion de la PTAR.	-1	4	2	4	4	4	4	1	4	2	2	-41	Moderado	-41
37	Mejorar la calidad del paisaje con la reforestacion y ornamentacion.	1	2	4	4	4	1	1	4	4	2	2	36	Moderado	36

Una vez evaluados los impactos posibles por el proyecto se pudo encontrar que únicamente existen impactos de carácter irrelevante, Moderado y severo, no resultando ningún impacto crítico, por lo que podemos apreciar que el proyecto no representará un riesgo para el medio ambiente. Aunque la mayoría de los impactos reflejan que son moderados y severos, efectos cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo; el proyecto contempla unas series de medidas correctoras que serán de estricto cumplimiento.

Aunque se presenten impacto severo negativo en la etapa de construcción como la compactación del suelo, afectación a la flora y Fauna y alteración del paisaje, su retorno al estado inicial del medioambiente no requiere un largo espacio de tiempo, ya que cada una de ellas serán mitigadas con medidas correctoras propuestas en el presente Estudio de Impacto Ambiental, sin embargo se presentan impactos beneficiosos de naturaleza positiva en la que existe una mejoras en cuanto a las condiciones de vida de la población por la generación de empleo, disminución de las enfermedades con el desarrollo del proyecto, mejorar la calidad de las aguas superficiales del rio Oro y del Lago Cocibolca, mejorar la calidad del aire con la captación del dióxido de carbono con la reforestación y recuperación de la flora y fauna.

Sin embargo a la hora de valorar la expresión cuantitativa de impactos ambientales el factor suelo, agua, aire y paisaje son los que reflejan ser más impactados por las diferentes actividades o acciones tales como:

- Tráfico de maquinaria pesada
- Instalación de campamento
- Abra y destronque
- Movimiento de Tierra
- Construcción de pozos de visitas
- Construcción de la red de alcantarillado
- Construcción de EBAR
- Sistema de lagunas facultativas y de maduración

Causando los siguientes efectos:

- Pérdida y compactación del suelo
- Contaminación del aire por la generación de ruido
- Alteración a la calidad del aire por ruido, emisiones de gases, partículas en suspensión
- Contaminación del suelo, aguas superficiales por la generación de desechos sólidos y materiales de construcción
- Afectación a la flora y fauna
- Alteración al paisaje por la corta de árboles y por la construcción de infraestructura

Tabla 12-9: Expresión Cuantitativa de Impacto Ambientales

Expresion Cuantitativa de Impactos Ambientales.																										
	Etapa de Construccion											Etapa de Operación					Etapa de Cierre									
Factor ambiental	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Total	
SUELO	-27	-27	-27	-27	-27		-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27				-27	-27	-27			-513	
	-50	-50					-50		-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50				-50	-50	-50			-750	
		-34	-34	-34	-34		-34			-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34				-34	-34	-34			-544	
		-39	-39	-39	-39		-39			-39	-39		-39	-39	-39	-39	-39		-39	-39		-39			-585	
			-22	-22	-22	-22	-22		-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22	-22				-22	-22	-22	-22		-397	
		-20			-20	-20	-20		-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20				-20	-20	-20	-20		-320	
	-23		-23	-23	-23	-23	-23		-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23				-23	-23	-23	-23		-414	
																	-24		-24	-24	-24				-96	
																			-19		-19				-38	
																	61	61	61	61	61				305	
																		51							51	
																									-3301	Sumatoria
AIRE	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26	-26									-462	
	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28		-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28									-462	
					-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21									-252	
																	-25		-25	-25	-25				-100	
																	-25		-25	-25	-25				-100	
																	58		58	58	58				232	
																		56	56	56	56				224	
																									-920	Sumatoria
AGUA		-23	-23	-23		-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23	-23						-23		-23	-391	
																	-23		-23	-23	-23				-92	
	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25					-25	-25		-25	-475	
			-33	-33	-33	-33	-33		-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33	-33			-33	-627	
																	59	59	59		59				236	
																	42	42	42					42	168	
																									-1349	
SOCIOECONOMICO	55		55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55							906	Sumatoria
	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25		-25				-25	-25		-496	
																	-17		-17						-34	
																	-15			-15					-30	
																	-23				-23				-46	
																	60	60	60	60	60				300	
	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36		-36									-569	
																										Sumatoria
FLORA Y FAUNA	-58	-58	-58	-58	-58		-58		-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58	-58						-58	-58		-928	
																	42	42	42	42	42			42	252	
																									-676	Sumatoria
PAISAJE	-59	-59	-59	-59	-59		-59		-59	-59	-59	-59	-59	-59	-59	-59						-59	-59		-965	
					-26	-26	-26	-26	-26	-26															-114	
											-41	-41	-41	-41	-41	-41									-288	
																	36	36	36	36	36			36	216	
																									-1151	Sumatoria
TOTAL	-302	-450	-403	-403		-253	-520	-154	-447	-520	-535	-496	-535	-535	-499	-535	189	404	209	-47	-1	-405	-207	39	-6793	
	Trafico de maquinaria pesada	Instalacion de campamento	Abra y Destronque	Movimiento de tierra	Excavaciones de Zanjas	Instalacion de Tuberias y accesorios.	Construccion de PVS	Conexiones	Suministros y otras obras secundarias	Estacion de bombeo	Estacion de bombeo y elementos de pretratamiento	Suministro de materiales y aprobechamiento de agua.	Sistema de Reactores UASB	Sistema de Laguna Facultativa y de maduracion	Lecho de lodos	Obras Complementarias	Funcionamiento del STAR (Redes y PTAR)	Reforestacion	Tratamiento y Disposicion de lodos	Tratamiento de Biogas	Mantenimiento rutinarios de las obras	Demolicion de las estructuras	Labores de limpieza general del medio	Restauracion de la zona con la Reforestacion		

13 ANÁLISIS DE RIESGOS

Nicaragua es uno de los países más vulnerables frente a fenómenos naturales de origen geológico e hidrometeorológicos; su condición socioeconómica, los efectos del cambio climático y la degradación de los recursos naturales aumenta su vulnerabilidad, en particular en comunidades rurales. El incremento de los daños provocados va en ascenso repercutiendo negativamente en la calidad de vida de la población.

El riesgo ante desastres es el resultado de intervenciones y procesos de desarrollo inadecuados, que en el marco de la intervención en infraestructura, genera tanto la inseguridad de las personas, como la pérdida de infraestructura y la afectación de sus entornos.

En este acápite se aborda el análisis de riesgo del proyecto **"Construcción del Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Rivas"**, para la cual se consideran las amenazas, tanto naturales como Antropogénicas y la vulnerabilidad del sitio de emplazamiento del proyecto, tomando en cuenta la información base y recopilación en campo. El análisis de riesgo sigue la siguiente ecuación:



Figura 13-1: Análisis del Riesgo

De acuerdo con el inventario de Amenazas Naturales de Nicaragua, efectuado por INETER en 2001, a nivel municipal se presentan las siguientes amenazas:

Tabla 13-1: Amenazas Naturales del Municipio de Rivas

Sismo	Huracán	Sequía	Inundación	Volcán	Deslizamiento	Tsunami	Total	Total Ponderado
(1)	(1)	(1)	(1)	(0.5)	(0.5)	(0.5)		5.5
8	5	7	6	5	4	3	38	6

Fuente: INETER

La principal amenaza del municipio, de acuerdo a INETER (2001), son los sismos y la sequía. En menor medida, el municipio es amenazado por huracanes e inundaciones. En menor importancia se consideran amenazas por deslizamiento y Tsunami.

De acuerdo con los mapas interactivos de gestión de riesgo de INETER – SINAPRED (2017), el área donde se emplaza el proyecto presenta los siguientes estados de amenazas:

Tabla 13-2: Amenazas Naturales de Acuerdo a INETER – SINAPRED

Sismos	Sequia	Inundación	Volanticas	Deslizamiento	Tsunami
Alta	Alta	Moderada	Moderada	Baja	Baja

Fuente: INETER – SINAPRED (2017)

Para el análisis de las amenazas que pueden presentarse en el Área de influencia del proyecto, se ha elaborado un mapa Multiamenaza.

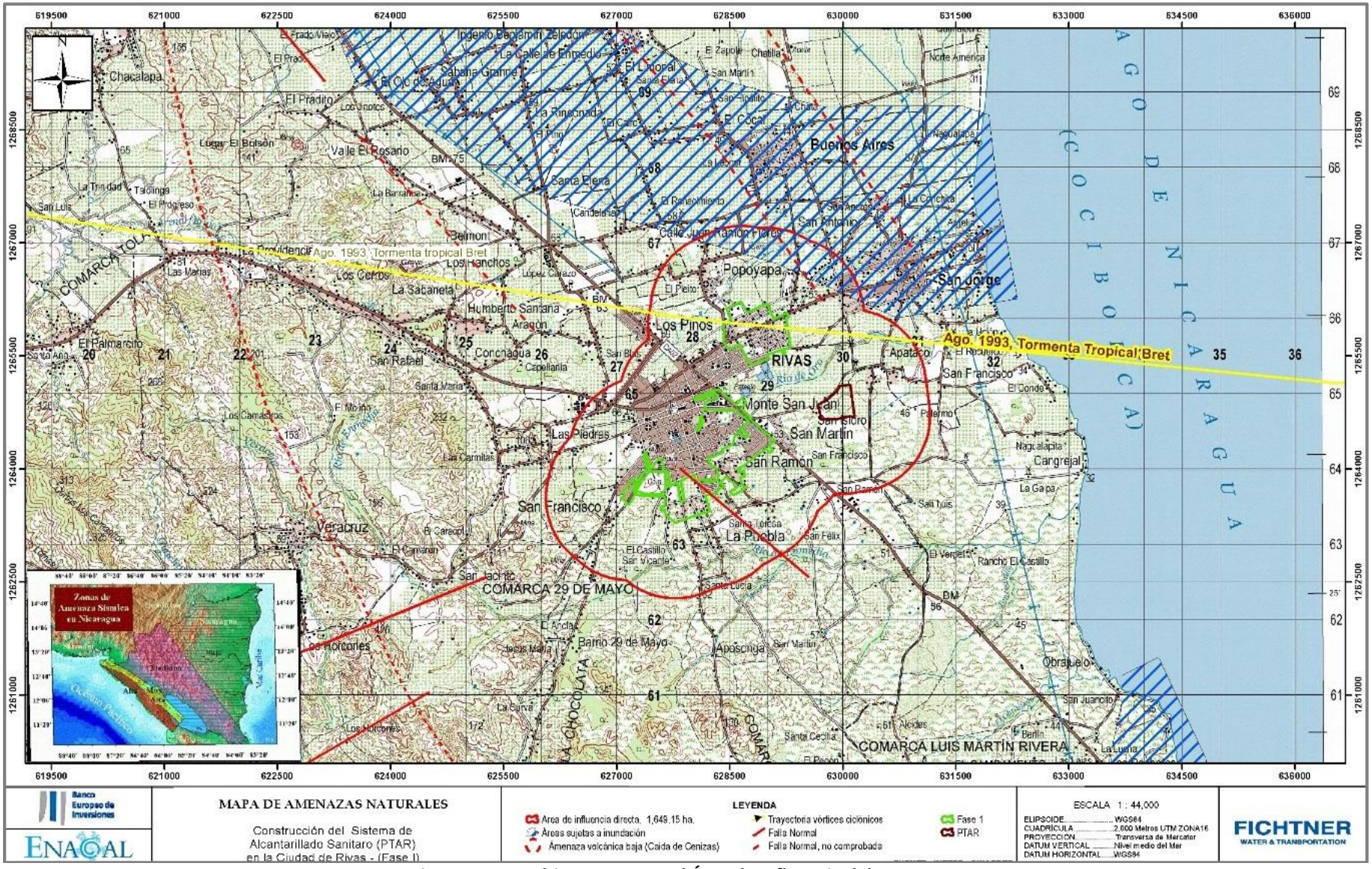


Figura 13-2: Multiamenazas en el Área de Influencia del proyecto

~ Descripción de las Amenazas del sitio del Proyecto

Las características que presenta cada amenaza en los sitios previsto para la ejecución de las obras del proyecto, se describen a continuación:

o Sismos

La cadena volcánica del Pacifico Nicaragüense es una zona que concentra sismos superficiales, coincidente con el de la cadena volcánica que es una zona de fallas regionales que limitan el Graben de Nicaragua por su borde suroccidental. De acuerdo a INETER (2001), se le otorga a esta región un grado 8 de amenaza sísmica, ya que la Isla de Ometepe, forma parte del eje de la cadena volcánica. Considerando lo anterior, se estima que el nivel de amenaza por actividad sísmica es alto en el Área de influencia del proyecto. Según se observa en el mapa de multiamenazas Naturales, se encuentra una falla sísmica comprobada en la parte sur del casco urbano de Rivas.

Según SINAPRED (2005), como antecedentes se puede citar un temblor en el año 1921, y violentos movimientos sísmicos en 1951 y 1952. En 1996 se detectaron señales de movimientos del terreno en la estación sísmica ubicadas en San Jose del Sur. En diciembre de 1999 se determinó un incremento en la actividad sísmica en las adyacentes del volcán.

También es de destacar que fallas locales reconocidas al sur del volcán Concepción, poseen un desplazamiento muy lento, que podría acelerarse con un sismo de magnitud mayor a 4 en la escala Richter (Van Wyk de Vries, 1993). También, se han definido una serie de fracturas menores, con rumbo norte- sur en la cima del volcán, a las cuales se asocian pequeños escarpes de deslizamientos.

Toda esta región del sur de Nicaragua, podría ser afectada por una fuente sismo genética relacionada a la península de Nicoya, en territorio costarricense. En caso de ocurrir este evento, se espera una situación similar a la que afecto a El Salvador en el año 2001, y podría llegar a afectar a los volcanes de la isla, reactivando potencialmente todas las amenazas que los mismos muestran.

Las fuentes sismo genéticas que afectan a esta región están relacionadas principalmente a la actividad magmática y las escasas fallas locales definidas, cuya actividad es inducida por la actividad convergente de las placas Cocos y del Caribe en la zona de subducción ubicada en forma paralela y alejada de la costa del Pacifico (SINAPRED, 2005).

Según los modelos de evaluación de amenazas utilizados en el casco urbano de Rivas, realizados por SINAPRED (2005), se esperan para los tres tiempos de retorno de 500, 100 y 50 años los valores de aceleración máxima de los suelos reportados en la tabla siguiente, junto con las estimaciones de los daños que se pueden producir en las diferentes tipologías constructivas consideradas. Se recuerda que los valores reportados se refieren a las aceleraciones en roca (PGA), no considerándose los posibles efectos de ampliación local por características específicas de los sitios como presencia de suelos blandos o de accidentes topográficos. Por lo tanto, estos valores se tienen que considerar siempre como puramente indicativos, funcionales a los análisis generales del estudio.

De acuerdo a INETER (2001), se le otorga a esta región un grado 8 de amenaza sísmica, ya que la isla de Ometepe, forma parte del eje de la cadena volcánica.

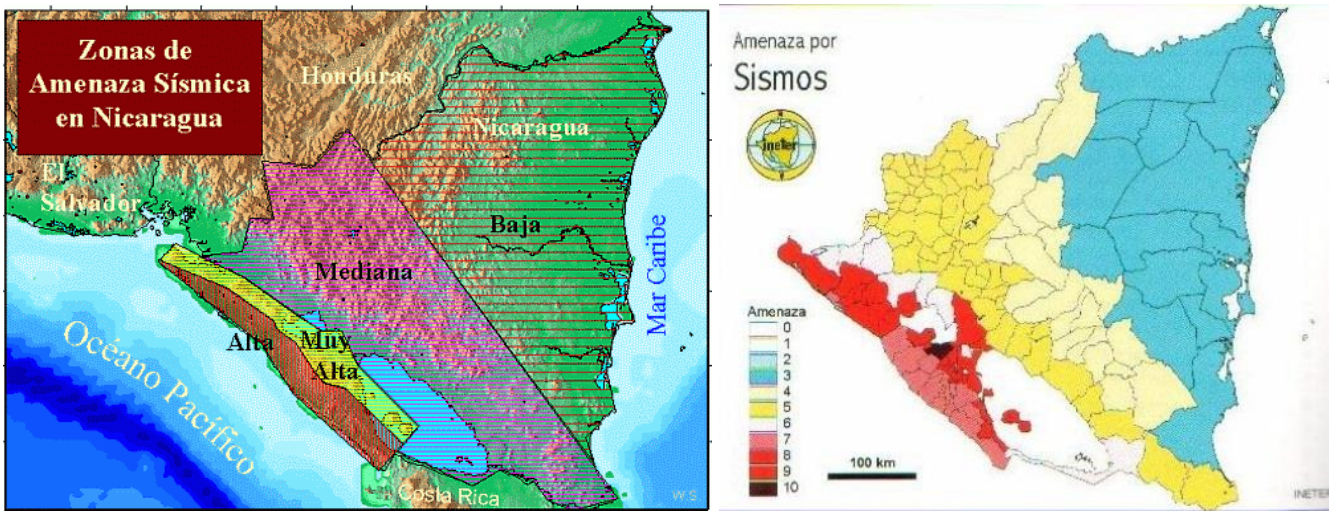


Figura 13-3: Zona de amenazas sísmica de Nicaragua

Tabla 13-3: Tipo de daños para las diferentes tipologías según los sismos esperados. Casco Urbano de Rivas.

Tiempo de retorno	A Max. Esperada en m/s2	Probabilidad de ocurrencia en 20 años	Probabilidad de ocurrencia en 50 años	Daños estimados para las diferentes tipología constructiva
500 Años	3.12	4%	10%	Clase A= Daños Menores Clase B=Daños Mayores Clase C=Daños extremos
100 Años	2.21	18%	40%	Clase A= Daños Menores Clase B=Daños Menores Clase C=Daños extremos
50 Años	1.87	33%	64%	Clase A= Daños Menores Clase B=Daños Menores Clase C=Daños Mayores

Fuente: SINAPRED (2005)

De acuerdo al análisis indicativo efectuado por SINAPRED (2005), el 63% de las manzanas se clasifican en los últimos dos rangos, de vulnerabilidad entre media y alta, con un estimado de 18,909 habitantes expuestos mientras que el 20% de las manzanas se clasifican de vulnerabilidad media y el 17% en rango de vulnerabilidad entre media y baja. Esto implica que en la ocurrencia del peor de los eventos esperados, el 55% de las manzanas son susceptibles de sufrir daños extremos, situando en riesgo la vida de un estimado de 16,630 personas.

Para el evento sísmico esperado en 100 años, el 11% de las manzanas, donde se estiman 3,208 residentes podría sufrir daños extremos y el 47% (14,266 residentes) daños mayores. En el escenario de un evento menor como lo que se espera en 50 años, todavía el 32% de las manzanas podrían sufrir daños mayores, involucrando un estimado de 10,299 habitantes. Considerando el índice de 6 habitantes por viviendas que generalmente se asume a nivel nacional, se pueden calcular las dimensiones indicativas que deberían asumir los programas de recuperación habitacional: las acciones deberían involucrar un estimado de 2,772 viviendas, de las cuales se deberían considerar prioritarias un total de 1,111 viviendas de más alta vulnerabilidad.

- **Amenaza por Deslizamiento de Masa de Tierra**

La Amenaza por inestabilidad de laderas aplica en este municipio, a pesar de ser una región Plana y de muy bajas pendientes. El análisis de áreas potencialmente inestables por pendientes (análisis de la susceptibilidad) indica zonas con niveles medio y alto al deslizamiento. Se logró verificar entre la zona del rio Grande y Guachipilín, la existencia de áreas inestables con movimientos de laderas históricas y recientes de actividad frecuente y posibilidad de reactivación de procesos, así como también numerosas texturas de reptación en las lomas de baja altura que se presentan en el sector noroeste del municipio. Estos procesos de reptación se deben al espesor de los suelos desarrollados y a las altas pendientes que tienen las lomas de crestas agudas que configuran el paisaje en esta región. Con respecto a la posición de la PTAR, no existe incidencia de deslizamiento ya que es una zona baja con pendientes suaves, lo que facilita el movimiento de las escorrentía tomar su curso hacia el lago de Nicaragua.

El Nivel de amenaza otorgado por INETER (2001), indica un grado 4 de amenaza para el municipio en una escala de 1 a 10. Esa cuantificación se basa en la elevación con respecto al nivel del mar, datos históricos y datos posteriores al huracán Mitch.



Foto 13-1: Nivelación del Terreno PTAR Rivas

- **Sequía**

La sequía es producto de la disminución de las lluvias como consecuencia del cambio climático, que trae como consecuencia la afectación de las cosechas y la disminución de rendimientos de los cultivos, así como en la calidad y cantidad de los recursos hídricos (AMUR, 2010). De acuerdo a la Alcaldía Municipal de Rivas (2012), el municipio se encuentra en una zona afectada por la sequía, lo es asociado a factores antropogénicos, por lo cual algunos suelos están en procesos de degradación por su mal uso, deforestación y quema de los bosques con fines agrícolas, generando la desertificación de la zona, especialmente en la zona denominada como El Valle de Rivas.

Se manifiesta una sequía estacional que abarca de noviembre a abril y otra intraestacional, llamada canícula que se da en el período del 15 de julio al 15 de agosto; durante el período lluvioso se producen lapsos de varios días consecutivos en los que hay precipitaciones denominados períodos caniculares errantes. Esto ocurre por la influencia dominante de los sistemas de altas presiones en un área, lo que origina una inhibición de los sistemas productores de lluvia (Alcaldía Municipal de Rivas, 2012). Considerando la anterior, se estima que el nivel de amenaza por sequía en el área de estudio es alta.

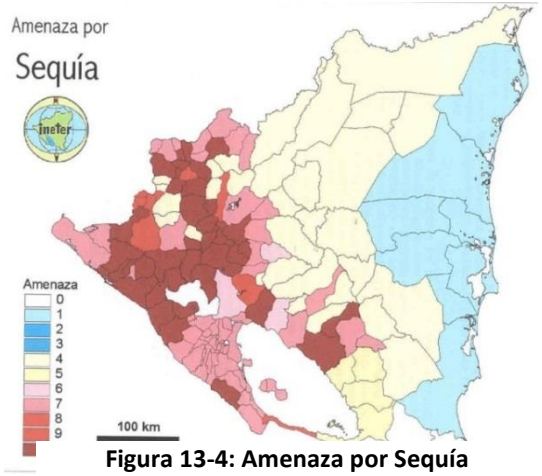


Figura 13-4: Amenaza por Sequía

- **Volcánico**

El volcán Concepción representa una amenaza para el municipio de Rivas, debido a su constante actividad y ubicación de esta región en una zona cercana al mismo. Las poblaciones y comunidades que se asientan en las adyacencias de la costa serían las más afectadas por una reactivación eruptiva (SINAPRED, 2005). La estructura del volcán es considerada según su forma, como un estrato-cono compuesto, y el tipo de erupción es estromboliana a freatomagmática. Las actividades volcánicas pueden ocasionar tres tipos de fenómenos: (1) episodios eruptivos que pueden provocar la caída de cenizas, flujos de lava, flujos piroclásticos y afectación por gases volcánicos; (2) eventos sísmicos vinculados a los principales volcanes activos; y (3) lahares, deslizamientos y derrumbes provocados por movimientos sísmicos, colapsos de estructuras volcánicas agrietadas o saturación de suelo en épocas de intensas lluvias. Los flujos de lava que se presentan en forma predominante en la parte sur, este y norte del volcán, correspondientes a erupciones antiguas, muestran que las lavas pueden alcanzar hasta 6 km. de extensión y que en el pasado han llegado a penetrar en el lago hasta una distancia de 3 kilómetros. Las caídas de cenizas, por efecto de los vientos predominantes en la región, afectarían a las comunidades emplazadas en esa dirección en ambas orillas del lago.

A nivel municipal, Rivas presenta un nivel de afectación de bajo a medio por la actividad del volcán Concepción ubicado en el municipio de Moyogalpa y presenta una altura de 1,600 m que a lo largo de su historia ha presentado efusiones desde sub-plinianas a lávicas con procesos estrombolianos (expulsión de balísticos). El volcán Concepción, es una estructura considerada activa y uno de los centros eruptivos que mayor amenaza representa dentro de toda la cadena volcánica de Nicaragua. La altura de este edificio volcánico (1,600 metros), le permite poseer un amplio radio de cobertura que hace probable la afectación del municipio de Rivas por lluvia de cenizas.

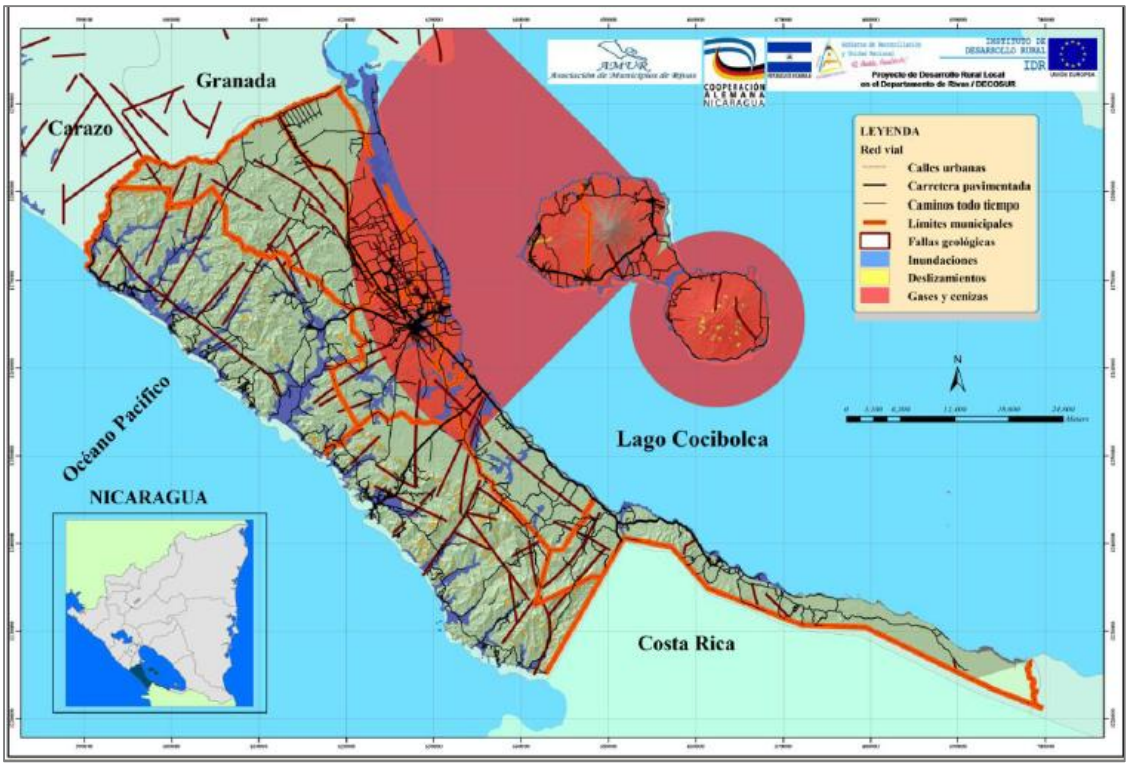


Figura 13-5: Mapa de Amenaza Volcánica del Municipio de Rivas

Este volcán manifiesta actividad desde el año 1883, con más de 25 erupciones en 125 años. Las erupciones principales se han manifestado a través del cráter principal del volcán. Entre la actividad más impactante de este volcán se puede señalar que ha producido violentas erupciones con eyección de piedras ardientes y llamaradas además de erupciones de cenizas a fines del siglo XIX. A principios de la década de 1950, violentos sismos afectaron la isla por procesos eruptivos y unos pocos años después produjo una erupción de lava con lluvia de cenizas que llegaron hasta Rivas. Columnas de cenizas de más de 2,000 metros de altura se produjeron en 1945 y 1954.

En el año 1957 manifestó una violenta actividad, con ríos de lava que corrieron a una velocidad de 15 km / hora, llamaradas de 15 metros de altura y lluvia de cenizas que alcanzó la ciudad de Rivas. Las lavas destruyeron enormes cantidades de plantíos y posteriormente lanzó grandes cantidades de cenizas y gases que volvieron a cubrir gran parte del municipio de Rivas.

- **Inundación**

El municipio de Rivas se caracteriza por presentar dentro de sus límites un terreno esencialmente plano. De acuerdo a SINAPRED (2005) los fenómenos por inundaciones es una de las mayores amenazas de carácter natural que afecta a este municipio. Es provocado fundamentalmente por las características planas del terreno y por intensas precipitaciones. El municipio se ve expuesto a inundaciones originadas por el desborde de ríos y cauces en períodos de precipitaciones intensas debido a la acción de fenómenos hidrometeorológicos tales como huracanes, tormentas, ondas tropicales o períodos lluviosos de invierno. De igual manera, inundaciones pueden ocurrir por un manejo inadecuado de sistemas de drenaje pluvial, por el estancamiento de agua en las calles y el rebose de cauces.

El municipio de Rivas se caracteriza por encontrarse en la planicie conocida como Valle de Rivas y es atravesado por cursos fluviales de los ríos Oro, Obrajuelo, rio de En medio, Las Lajas, limón, Magaste y Amayo.

Dentro del área de influencia directa del proyecto el cuerpo de agua más importante es el Río Oro, siendo la crecida de este un factor de amenaza de inundación fluvial. El río atraviesa todo el casco urbano y presenta una doble amenaza a la población, debido a que además del desborde de sus aguas, estas son potenciales generadores de enfermedades por el vertido de aguas servidas del municipio. Los barrios comúnmente afectados (SINAPRED, 2005) por el desborde son: Eduardo Alvarado, San Francisco, Fátima, Ulises Colombia y El Calvario.

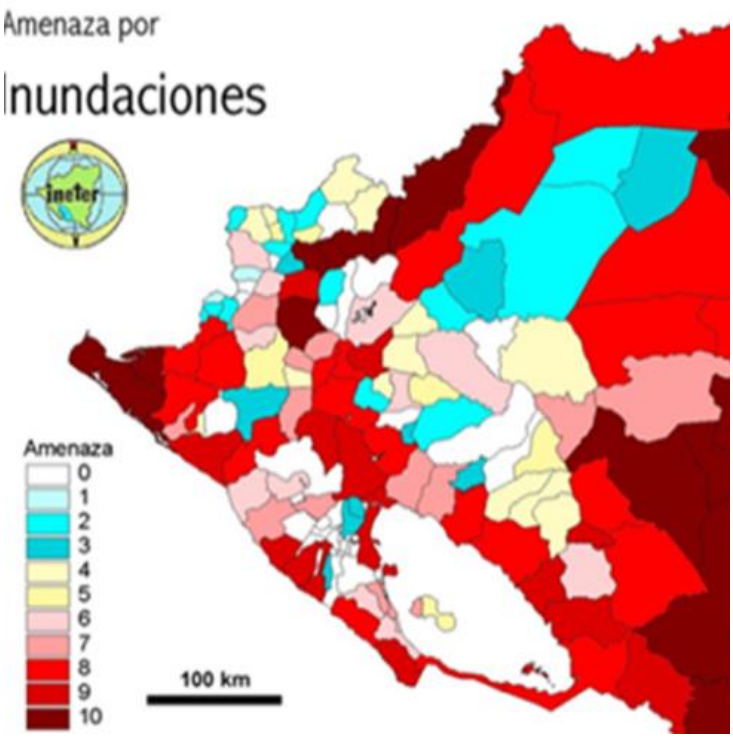


Figura 13-6: Mapa de Amenaza por Inundaciones

En la siguiente tabla se presentan los puntos críticos susceptibles a inundaciones, de acuerdo a SINAPRED (2005):

Tabla 13-4: Sitios Críticos de inundación en el área de influencia del proyecto

Ubicación	Descripción	Nivel de Amenaza	Efectos Previsibles	Elementos Expuestos
Barrio San Francisco	Este puente cruza sobre el río Oro en el Barrio San Francisco y en la calle-cauce que corre paralela al curso del río a la cual se conectan cinco calles transversales, que vienen de una zona más elevada y que sirven de cauce para las aguas que bajan hacia el río. En este sitio se encuentra el cruce carretero y peatonal del río a través de un puente. El lugar muestra evidencias de inundaciones por desborde del río sobre sus terrazas más bajas y además presenta en la calle que corre paralela al cauce en un nivel superior, efectos de escorrentía superficial, que origina el corte de la calle en la intersección con las boca-calles, donde se agrava la situación por la descarga en estos lugares de cinco calles-cauce que descienden perpendicularmente a la colectora principal por donde corre el flujo hídrico no encauzado que baja hacia el río. El lecho menor de este río tiene 8 m de ancho y las barrancas que lo limitan poseen una altura de hasta 2 m.	Baja. Las inundaciones ocurren frecuentemente, manifestándose con intensidades baja, debido a que el nivel del agua es menor a 0.5m	Erosión de calles del barrio. Inundación de viviendas. Desborde del cauce del río. Aislamiento del barrio.	12 viviendas (ubicadas en las terrazas del río). 10 calles internas del barrio
Barrios Ofenbach, Fátima, Carlos Aguilar	Este punto se encuentra ubicado en tres barrios, los que están a diferente altura topográfica y relacionada por la red vial que descienden hacia los cauces que corren por las zonas bajas. Descripción actual de sitio: El Barrio Ofenbach, que se encuentra en una posición más alta, no posee sistema de aguas negras ni de aguas servidas. Las aguas drenan hacia la calle y van bajando por las mismas hasta el Barrio Fátima, que se encuentra en una posición más baja y en un sector casi plano.	Baja. Las inundaciones son frecuentes y se manifiestan con una intensidad baja, debido a que el agua no supera los 0.5m	Erosión de calles. Inundación de viviendas. Estancamiento de aguas negras y pluviales. Dificultad de acceso al barrio durante las lluvias	50 viviendas. 12 calles internas del barrio Fátima
Puente-alcantarilla que existe sobre el cauce del río Oro en las adyacencias del Barrio Fátima	Se trata de un puente- alcantarilla carretero sobre el cauce del río Oro. El problema se origina en el cauce que tiene 6 m de ancho y el ancho del puente es de 4 metros, la alcantarilla de este puente mide 1.50 m de altura por 1.70 m de ancho y está semitaponada. La salida de esta alcantarilla se ve obstruida por el cruce del caño de aguas negras a mitad de altura, lo que agrava la situación ya que es un elemento que indica los desechos. Este puente es también más angosto que la calle y se han producido varios accidentes en el cruce del mismo, por la profundidad del cauce (2 metros) y por la falta de protección lateral del mismo.	Baja	Desborde de cauce. Aislamiento de los barrios	Puente-alcantarilla inhabilitado en épocas de lluvia
Calle Nº 3 de la comunidad Las Piedras	El barrio tiene una pendiente natural preferentemente al sureste desde la cadena de lomas localizada al oeste. Las calles tienen una orientación este-oeste, facilitando que el agua fluya sobre ellas, y forman zanjas cuando entran en terrenos que tienen orientación similar a la pendiente del terreno	Baja. Las inundaciones son frecuentes, pero se manifiestan con una intensidad baja, debido a que la altura del agua es menor a 0.5m.		3 calles principales de la comunidad. 20 terrenos afectados por las inundaciones. 4 terrenos afectados por la formación de zanjas
Campo deportivo Las Piedras	Quebrada de al menos 10 metros de profundidad y 5 de ancho, fue habilitada anteriormente como camino vehicular. Actualmente el agua de escorrentía ha destruido el camino debido a la energía erosiva del agua que escurre por el área.	Baja. Las inundaciones se producen con frecuencia, debido a que el nivel que alcanza el agua es menor a 0.5m.	Profundización del cauce	Camino
Intersección de calles en el Barrio San Ramón	El Barrio San Ramón se localiza en una depresión topográfica, por lo que es común que en los alrededores de este punto se generen empozamientos del agua de lluvia que puede permanecer por largos períodos de tiempo, debido a la falta de drenaje natural.	Baja. Las inundaciones son frecuentes y se manifiestan con una intensidad con una intensidad baja, debido a que el nivel del agua no supera los 0.5m.	Inundación y afectación de viviendas	10 viviendas. 70 personas. Tramo de calle
Puente-alcantarilla que existe sobre un cauce del río Oro en el Barrio Pedro Joaquín Chamorro	Se trata de 2 puentes - alcantarilla carreteros sobre un cauce del río Oro. El problema se origina en las alcantarillas que están estructuradas a nivel de la calle (miden 1.50 m de altura por 10 m de ancho) y sobre las terrazas más baja del cauce, lo mismo que las edificaciones circundantes. En épocas invernales y con altas precipitaciones, se origina una gran escorrentía en el río, la que al llegar a esta zona muy baja, se desborda inundando las adyacencias del lugar.	Baja. Las inundaciones son frecuentes, manifestándose con intensidad baja, ya que la altura del agua de inundación no supera los 0.5m	Desborde de cauce. Erosión de calles. Daños en la estructura de las alcantarillas. Inundación de viviendas. Barrio aislado.	2 puentes -alcantarilla. 20 casas inundadas
Carretera Rivas-Tola, en el tramo conocido como Calle del Amor	El lugar corresponde a una zona baja, delimitada entre los terraplenes de las carreteras (Rivas-Managua y Rivas-Tola) las que poseen alcantarillas para el tránsito del agua a su cauce natural. Las inundaciones se originan en épocas invernales y con altas precipitaciones, lo que causa una gran descarga pluvial que corre por el terreno en forma de avenida buscando su salida al lago por los cauces naturales. Las aguas bajan de la zona de las Piedras y al llegar a los Pinos I se empoza por ser una zona baja y estar además indicada por los terraplenes de las carreteras. Sobre la Calle del Amor, existe una alcantarilla de 0,80 metros de diámetro, la que es muy pequeña para el flujo que escurre por la misma. El agua que permanece en este en este sitio inunda el barrio.	Baja. Las inundaciones son frecuentes, manifestándose con intensidad baja, debido a que la altura de inundación es menor a 0.50m	Barrio queda aislado. Inundación de viviendas. Deterioro de calles.	15 viviendas inundadas en el Barrio Los Pinos I. 6 calles internas del barrio
Calle Valentín Porras 1.5 al sur en el Barrio Buena Vista	Río de Oro. Cauce de aproximadamente 3 x 2 m obstruido parcialmente por vegetación. Viviendas en las inmediaciones del cauce y puente. Aguas arriba de este punto el canal tiene mayores dimensiones y se encuentra limpio en el Barrio Ulises Colombia. Las márgenes del canal natural del río, han sido restringidas por la construcción de viviendas en las inmediaciones, lo cual impide que el agua fluya en forma normal, facilitando el ascenso del nivel del agua y permitiendo el desborde en un tramo de la calle. Debido a la presencia de vegetación dentro del canal, se disminuye aún más el área de drenaje. Debe considerarse que el caudal natural de la quebrada se incrementa constantemente debido al desagüe de drenajes domiciliares en su cauce, por lo que se estima que conforme crezca la población, el problema del desborde del canal, sea hará continuo y tendrá una mayor afectación.	Baja. Los desbordes ocurren con frecuencia, manifestándose con intensidades baja, debido a que el nivel del agua no alcanza los 0.50m.	Inundación de la calle aledaña a 10 m de distancia a ambos lados y viviendas de los alrededores.	Tramo de 20 m de calle. 10 Viviendas.
Junto al cauce El Encanto en el Barrio Wilfredo Santa Ana	Planicie de inundación del cauce El Encanto. El canal del cauce tiene aproximadamente 3 m de ancho y 1 m de profundidad. Las márgenes del canal natural del río han sido restringidas por la construcción de viviendas en las inmediaciones, lo cual impide que el agua fluya en forma normal, facilitando el ascenso del nivel del agua, permitiendo el desborde en un tramo de la calle y terrenos aledaños. Debe de considerarse que el caudal natural de la quebrada constantemente se incrementa debido al desfogue de drenajes domiciliares en su cauce, por lo que se estima que conforme crezca la población, el problema del desborde del canal será continuo y con mayor afectación.	Baja. La altura de inundación es menor a 0.50m con frecuencia anual.	Inundación de las áreas aledañas al canal del cauce	30 viviendas
100 m al noreste del puente que cruza el cauce El Encanto en el Barrio Carlos Aguilar.	Terreno levemente inclinado, donde escurre el agua que desborda del cauce El Encanto. Debido a ascensos constantes del nivel de las aguas de esta quebrada, es común el desborde del agua en los alrededores del puente y debido al desagüe de drenajes domiciliares en su cauce, el problema del desborde del cauce, se incrementa conforme crece la población de los alrededores.	Baja. La altura de inundación es menor a 0.50m con frecuencia anual.	Inundación y flujo de agua por las calles.	Calles del barrio

Fuente: SINAPRED (2005)

- **Huracanes**

De acuerdo a INETER (2001), la amenaza por huracanes en Rivas es moderada. Los principales fenómenos meteorológicos que han atravesado el área de estudio, y que han ocasionado afectaciones en la zona se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13-5: Huracanes ocurridos en el área de influencia

Ocurrencia del huracán	Fecha de la inundación	Fenómeno meteorológico	Observaciones
1982	Mayo 1982	Alleta	Rivas, uno de los departamentos afectados por el huracán Alleta.
1985	Agosto 1985	Allen	Rivas, uno de los departamentos afectados por el huracán Allen.
1993	Agosto 1993	Bret	En el mes de agosto de 1993 Nicaragua sufrió fuertes inundaciones que afectaron gran parte del territorio nacional, como una consecuencia directa de las intensas precipitaciones generadas por la tormenta tropical Bret. La tormenta tropical Bret atravesó el área de influencia del sitio de estudio.

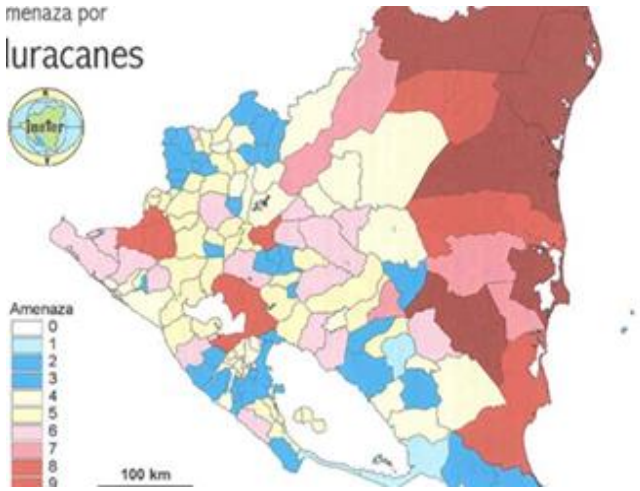


Figura 13-7: Amenaza por Huracanes

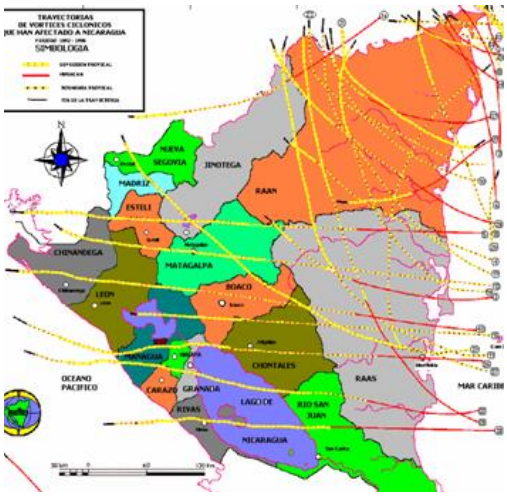


Figura 13-8: Trayectoria de Ciclones Tropicales

- **Amenazas Antropogénicas**

Las principales amenazas Antropogénicas en el área del proyecto son: quema de desechos, generación de basura, uso y corte de leña. En el municipio de Rivas, existen problemas ambientales ligados al manejo inadecuado de manejo y disposición final de desechos. Muchos de estos desperdicios son depositados en cauces de ríos, calles y límite de predios de la planta de tratamiento actual, como se puede observar en las imágenes siguientes. En el área de estudio también se logró la quema de desechos sólidos como un medio de disposición utilizado por la población. Esto se puede observar especialmente en comunidades que no son atendidas por el sistema de recolección de basura, como Apataco.


Desechos en costado noreste de PTAR


Cauce con desechos sólidos

Foto 13-2: Imágenes de desechos sólidos

De acuerdo a AMUR (2008), el análisis del uso mayor de la tierra del departamento de Rivas indica una alta fragmentación y degradación de los bosques por la expansión de la actividad agropecuaria. Según AMUR (2010) la deforestación y las prácticas inadecuadas de manejo suelos, es decir sin tomar en cuenta las correspondientes medidas de conservación de suelos y agua, ha repercutido en diferentes grados de deterioro de la fertilidad natural y capacidad productiva de los suelos, que se refleja en problemas de erosión, compactación, pérdida de materia orgánica y reducción de la vida del suelo, baja disponibilidad de nutrientes y baja capacidad de infiltración que incide en una reducción del agua disponible, tanto para la flora y fauna nativa, así como para las diferentes actividades humanas.



Corte de árboles **Traslado de leña** **Venta de leña**

Foto 13-3: Imágenes Corte y uso de leña

Otro factor de amenaza antropogénicas son los diversos establecimientos de comercio, rastro municipal, talleres, vulcanizadores y lavados de autos, como se puede observar en las siguientes figuras:



Aguas grises Quema de basura Taller Rastro municipal

Foto 13-4: Amenazas antropogénicas en el área de influencia directa

En la ciudad de Rivas se observan pequeños negocios como talleres y autolavados. Este tipo de establecimientos a menudo son fuentes de contaminación por el vertido de aguas residuales con contenido de hidrocarburos y aguas jabonosas, afectando la calidad de agua de cuerpos superficiales y subterráneos.

El municipio de Rivas también presenta amenazas ante derrame e incendios de sustancias líquidas (combustibles), de acuerdo a lo establecido por la Alcaldía de Rivas (2012). Esto se debe a la presencia de gran cantidad de gasolineras y depósitos de combustibles en un vasto sector densamente poblado de la ciudad. Las empresas comercializadoras de dichas sustancias, cargan, almacenan y trafican en vehículos cisternas productos como; petróleo crudo, gasolina, diesel, soda cáustica, metanol, alcoholes,

y otros productos peligrosos y volátiles, por lo que son considerados como manejo de productos peligrosos, los cuales también son transportados hacia los puertos de San Jorge y San Juan del Sur.

Además de los grandes daños humanos producidos ante un eventual derrame de sustancias tóxicas e incendio, el derrame de hidrocarburo ocasionaría afectaciones al medio ambiente, provocando la contaminación del suelo en el sitio del derrame, y posible contaminación del agua por el arrastre de estas sustancias hacia cauces.

El vertido de aguas residuales representa una amenaza antropogénica. La población que no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario recure al vertido de las aguas residuales a las calles o patios, que forman charcas que generan malos olores y que propician la proliferación de vectores. Además, esta situación puede provocar la contaminación de fuentes de agua superficiales. El río Oro recibe la descarga de las aguas residuales de la planta de tratamiento de la ciudad de Rivas; sin embargo, las aguas de este río se encuentran contaminadas, ya que recibe descargas de otras fuentes de aguas residuales sin tratar.

- **Incendio y/o Explosión**

Según la municipalidad, la mayor afectación por incendios en el Municipio de Rivas ha sido las áreas agropecuarias, donde comúnmente realizan la limpieza quemando los potreros de manera incontrolable, lo que ha generado pérdidas de suelo y contaminación ambiental. Estas quemas generalmente se dan en los meses de Marzo y Abril, representando un riesgo a la población urbana del Municipio de Rivas.

Amenaza de Incendios estructurales: Los mercados: Municipal Héroes y Mártires de la Ciudad de Rivas, empresas e industrias establecidas en el centro y contorno de la ciudad, están expuestos a incendios estructurales por la presencia y manipulación inadecuada de líquidos inflamables, almacenamiento de leña, descuido en el uso de fogones, fuga de gas de las cocinas, acumulación de basura y por el estado físico delos edificios.

La planta de tratamiento se localiza a unos 3 kilómetros del casco urbano, largo de la industria y de cualquier Estación de servicios de Automotor, en su contornos son plantíos de plátanos que es muy difícil de incendiarse, por lo que el riesgo de incendios y explosión es baja.

- **Fuga o Derrame de Hidrocarburos**

En el municipio existen cuatro estaciones de servicios automotores: Uno Rivas, Uno la Concha, Puma Santa Ana y Petronic Rivas. Todas las estaciones de servicios tienen su Plan de Emergencia y contingencia las acciones para reducir o evitar daños por derrame de hidrocarburos. Por propia decisión podrán convocar a representantes o delegados de otras organizaciones para lograr una mayor integración y respaldo comunitario en caso de algún accidente o riesgo que se presente.

Las gasolineras que están funcionando cumplen con las normas de seguridad, por lo que el riesgo de derrames de hidrocarburos que puedan afectar el sistema de tratamiento es bajo.

- **Derrame de aguas residuales por daños o desperfectos en las instalaciones de bombeos, o fallas eléctricas**

Para los diseños de las estaciones de bombeo se instalarán siempre más de dos bombas, por tanto, se ha considerado en el suministro de las bombas que su capacidades deberán ser tales que estando un fuera de servicio las otras puedan bombear el caudal máximo. En general, ninguna bomba debe funcionar menos de 15 minutos y el periodo de retención en el pozo no debe exceder los 30 minutos. Las bombas deberán ser capaces de dejar pasar solidos de hasta 75 mm de diámetros. Finalmente, en relación al suministro de energía el diseño se apega, considerando dos fuentes independientes de suministro de energía una mediante la red pública de la empresa Distribuidora y la otra mediante un Generador de Energía dentro del predio de la Estación de Bombeo. Por lo tanto el nivel de riesgo a que exista fuga en las EBAR por falta de energía es Bajo.

~ **Vulnerabilidad**

De acuerdo a SINAPRED (2005), entre los varios factores que contribuyen a determinar la afectación de un territorio por los desastres de origen natural están los factores determinados por el entorno articulados con aspectos sociales, económicos ambientales e institucionales. Para entender como el conjunto de estos factores interactúa y llega a determinar el nivel de riesgo de las poblaciones consideradas, se recurre a modelos de ponderación, asignando valores predeterminados a indicadores de los factores considerados, y generando así índices comparativos. Estos modelos brindan una información útil a la hora de toma de decisiones para priorizar programas de actividades de capacitación o fortalecimiento institucional y comunitario más específicos.

Factores de Vulnerabilidad Estructural (A);
Factores de Vulnerabilidad Infraestructural (B);
Factores de Vulnerabilidad Física (C);
Factor de Vulnerabilidad Institucional (D);
Factor de Vulnerabilidad Económica (E);
Factor de Vulnerabilidad Ambiental (F).

El resultado del análisis de vulnerabilidad realizado por SINAPRED (2005) arrojado por el análisis se resume en la tabla de índices de vulnerabilidad por unidades territoriales, y se plasma en el mapa de Índices de Vulnerabilidad General.

Tabla 13-6: Índice de Vulnerabilidad General en el área Urbana de Rivas

Unida territorial	FVA	FVB	FVC	FVD	FVE	FVF	Rango Vulnerabilidad
Área Urbana	Baja	Baja	Alta	Media	Baja	Baja	Baja

Fuente: SINAPRED (2005)

Los niveles de vulnerabilidad ambiental, física e institucional generan una situación de vulnerabilidad general entre media y alta, con una menor afectación para la cabecera municipal y mayor para la zona sur del municipio. La reducción de esta brecha entre las situaciones rurales y urbanas es una prioridad en el camino hacia la reducción de vulnerabilidad. Los factores de vulnerabilidad en la zona, de acuerdo a SINAPRED (2005) son:

Tabla 13-7: Factores de Vulnerabilidad General considerados en el municipio

<table>
<tr><th>Factor de vulnerabilidad</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td>Vulnerabilidad Estructural (A)</td><td>La accesibilidad a los servicios de salud se considera relativamente buena desde el punto de vista infraestructural por la presencia y cercanía de varios centros en el casco urbano de Rivas. La vulnerabilidad, por lo tanto, se ha considerado baja.</td></tr>
<tr><td>Vulnerabilidad Infraestructural (B)</td><td>Por la presencia de la Carretera Panamericana y la conformación del territorio, la comunicación terrestre se ha valorado como buena.
La ciudad de Rivas dispone de 69.70 km de vías, de las que el 11.05% están asfaltadas, el 29.20% adoquinadas, el 26.34% de macadam y el 33.41% en estado natural (tierra).
De acuerdo con la Alcaldía de Rivas (2009), el estado físico más predominante en las calles urbanas es el buen estado, constituyendo el 35.87% del total, el regular con 32.12% y mal estado con un 32.01%.

Estado Físico de Vías Urbanas
<table>
<tr><th>Estado Físico</th><th>Asfalto</th><th>Adoquín</th><th>Macadán</th><th>Tierra</th><th>Longitud Km</th><th>%</th></tr>
<tr><td>Buen Estado</td><td>5.16</td><td>16.89</td><td>3.28</td><td>0.67</td><td>25.00</td><td>35.87</td></tr>
<tr><td>Regular estado</td><td>1.62</td><td>4.35</td><td>9.16</td><td>7.26</td><td>22.39</td><td>32.12</td></tr>
<tr><td>Mal estado</td><td>0.92</td><td>0.11</td><td>5.92</td><td>15.36</td><td>22.31</td><td>32.01</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>7.70</td><td>21.35</td><td>18.36</td><td>23.29</td><td>70.70</td><td>100.00</td></tr>
</table>
Fuente: Alcaldía de Rivas, 2009</td></tr>
<tr><td>Vulnerabilidad física (C)</td><td>La vulnerabilidad física de las construcciones se valora como alta por la presencia de tipologías no sismo resistente. La cabecera también se ha considerado de alta vulnerabilidad a pesar de la presencia de un mejor patrimonio edilicio, de acuerdo al resultado del análisis de vulnerabilidad sísmica. De acuerdo con la Alcaldía de Rivas (2009), el 47.76% de las viviendas encuestadas se encuentran en regular estado, seguido del buen estado con un 29.24%, el 14.12% en mal estado.</td></tr>
<tr><td>Vulnerabilidad institucional (D)</td><td>El nivel de preparación se ha considerado como básicamente reducido a los planes de respuesta, y por tanto este factor ha sido considerado de alta vulnerabilidad. Una mejor organización y preparación caracteriza la cabecera municipal, por ser la sede de la mayoría de los representantes del COMUPRED.</td></tr>
<tr><td>Vulnerabilidad Económica (D)</td><td>El nivel de preparación se ha considerado como básicamente reducido a los planes de respuesta, y por tanto este factor ha sido considerado de alta vulnerabilidad. Una mejor organización y preparación caracteriza la cabecera municipal, por ser la sede de la mayoría de los representantes del COMUPRED.</td></tr>
<tr><td>Vulnerabilidad Ambiental (F)</td><td>En los últimos años se han aumentado los problemas de deforestación indiscriminada, erosión de suelos y contaminación creciente de las aguas. Por lo tanto el municipio ha sido considerado de vulnerabilidad media, con la excepción de la cabecera municipal</td></tr>
</table>

~ Riesgos

El área de estudio se encuentra expuesto en forma permanente a amenazas naturales, principalmente inundaciones fluviales, pluviales, actividad volcánica y sísmica.

Considerando tanto el nivel de amenaza como la vulnerabilidad del área de estudio, se estima que el riesgo por actividad sísmica es alto. Esto se debe a que Rivas se encuentra en la zona de mayor amenaza sísmica del país. En el área de influencia del proyecto se encuentra una falla sísmica comprobada en la parte sur del casco urbano del municipio. Se considera, además, que Rivas presenta una alta vulnerabilidad sísmica por la presencia de construcciones antiguas y realizadas con técnicas tradicionales, de acuerdo con la Alcaldía de Rivas (2012).

Se estima que el riesgo por inundaciones es moderado. La zona de estudio presenta un terreno principalmente plano, que en conjunto con la acción de fenómenos hidrometeorológicos tales como huracanes, tormentas, ondas tropicales o períodos lluviosos de invierno, resulta en inundaciones que afectan el casco urbano de Rivas. Dentro del área de influencia directa del proyecto el cuerpo de agua

más importante es el Río Oro, siendo la crecida de este un factor de amenaza de inundación fluvial. El río atraviesa todo el casco urbano y presenta una doble amenaza a la población, debido a que además del desborde de sus aguas, estas son potenciales generadores de enfermedades por el vertido de aguas servidas del municipio. Los puntos critico relacionados a la crecida del río Oro son el barrio San Francisco, Puente-alcantarilla sobre el cauce del rio Oro en el Barrio Fátima y barrio Pedro Joaquín Chamorro, y la calle Valentín Porras en el barrio Buena Vista, de acuerdo a SINAPRED (2005).

Con respecto al riesgo por actividad volcánica, el área de estudio puede ser afectada parcialmente por la actividad del volcán Concepción. Considerando la distancia del sitio al volcán, se considera la caída de cenizas como la principal afectación por la actividad del volcán. Las afectaciones dependen de los volúmenes y tamaño de los productos expulsados.

De acuerdo a la Alcaldía de Rivas (2012), a nivel urbano la ceniza puede afectar las tipologías más débiles y tradicionales, señaladas con el estudio de vulnerabilidad, produciendo riesgos puntuales de desplome de edificios. Las viviendas más antiguas, o las más precarias, con techos de tejas de barro y estructuras de madera en mal estado serían las mayormente afectadas, siendo las más vulnerables a este tipo de eventos.

Se estima que el riesgo por amenazas Antropogenicas es bajo a moderado, y se debe principalmente a quema de desechos, generación de basura, uso y corte de leña, vertido de aguas residuales, e incendios; siendo la principal amenaza el derrame e incendios de sustancias líquidas (combustibles).

~ **Riesgo laboral asociado accidentes en el manejo de equipos y maquinaria pesada y derrumbes, picadura de serpiente.**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se ubica en las periferias de la ciudad de Rivas colindantes con zonas agropecuarias, por lo que existe un riesgo potencial para las labores de construcción de encontrarse con animales y alimañas que pueden ocasionarles picaduras o mordeduras a los trabajadores.

Las obras de instalación de las tuberías de conducción pueden significar un riesgo de accidentes de tránsito relativamente alto en la ciudad de Rivas, principalmente por el aumento de la flota vehicular, el hecho de que el municipio se encuentra la carretera panamericana que comunica con la frontera con Costa Rica y la falta de medidas de precaución. Se considerarán adecuadas medidas para minimizar este riesgo con la construcción del sistema.

Otros riesgos ocupacionales para los trabajadores en la instalación de colectoras y construcción de pozos de visita, unidades de tratamiento y cárcamos de bombeo son: aterramiento, sofocamiento por trabajo en espacios confinados no ventilados, caídas de distinto nivel, accidentes por el mal uso de herramientas o herramientas en mal estado, atropellos por vehículos y maquinaria.

14 PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL

El Programa de Gestión Ambiental (PGA) se presenta como instrumento que mejorará el desempeño ambiental durante las etapas del proyecto, donde se establecen los lineamientos o actividades que se deberán implementar durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

El PGA se concibe desde una óptica integral en donde se establecen las Estrategias Generales de Manejo y Monitoreo Ambiental, cuyas tareas articularán con los objetivos de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL), las necesidades de conservación y cuidado ambiental, incorporando algunos aspectos físicos y sociales en el área de influencia y de impacto del proyecto. Asimismo, contempla todas las acciones que requieren ser controladas y supervisadas durante las etapas del proyecto, dirigidas a evitar, controlar y/o revertir los impactos ambientales identificados.

~ Objetivos

Objetivo General

Servir como instrumento para mejorar el desempeño ambiental durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Objetivo Especifico

Definir los planes de Gestión Ambiental específico que ayuden a la prevención y mitigación de impactos ambientales negativos causados por las acciones del proyecto.
Establecer los lineamientos de manejo ambiental, que puedan contribuir a la conservación y recuperación progresiva del ámbito donde se encuentra la vía;
Cumplir con lo establecido por las Normativas y Legislación Ambiental aplicable al proyecto.

El Programa de Gestión Ambiental está compuesto por 8 planes que serán implementados durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto.

14.1 Plan de Medidas Ambientales

El Decreto 21-2017, *Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Usos Sostenible de los Recursos Naturales*, define las medidas ambientales como un conjunto de acciones que se establece en el Programa de Gestión Ambiental destinada a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto.

El presente plan tiene como propósito establecer las medidas ambientales destinadas para atender las afectaciones al medio ambiente que puedan generarse por las actividades del proyecto durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. Las medidas han sido orientadas a aquellos impactos con mayor probabilidad de ocurrencia.

~ **Objetivo**

Servir como instrumento para el establecimiento de medidas que contemplan la mitigación de los impactos negativos de las actividades del proyecto sobre el medio ambiente.

~ **Matriz de Medidas Ambientales**

Para elaborar las Medidas ambientales se retomó la actividad impactante, se planteó la medida para prevenir, mitigar o controlar el impacto considerando el alcance, indicadores de cumplimiento costos y los responsables de ejecutar dichas medidas.

Tabla 14-1: Matriz de Medidas Ambientales Etapa de Construcción

Actividad	Impacto ambiental	Medidas de mitigación	Medidas de adaptación ante cambios climáticos	Costos	Frecuencia y periodo de ejecución
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: Contratistas deben de tener todas sus maquinarias y transporte en buen estado mecánico y que cuenten con su certificado de emisión Indicador de la Medida: Cumplir con cada una de las medidas de seguridad vehicular, emitida por transito Nacional Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire y Socioeconómico					
Trafico de maquinaria	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica Compactación del suelo. Disminución capacidad de infiltración del suelo Contaminación del suelo por hidrocarburo. Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}. Presión sobre la red vial por alto despliegue de vehículos. Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado.	Reducir la velocidad de los camiones, 40km/hora. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o áreas destinadas en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Proveer y mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos. Humedecer periódicamente las vías de acceso	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con buenas prácticas, mantenimiento preventivo de maquinarias. Realización de mantenimiento extraordinario en caso que sea necesario.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: Instalación provisional de campamento y almacenamiento de materiales para la ejecución del Sistema de Saneamiento de la ciudad de Rivas Indicador de la Medida: Adecuación e instalación en los diferentes frentes de trabajo de campamentos, oficinas, bodegas provisionales en la zona del proyecto Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua, flora y fauna					
Instalación de campamento	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica Compactación del suelo. Cambio en la escorrentía superficial. Contaminación del suelo por la generación de desechos sólidos y material de construcción. . Contaminación del aire por la generación de malos olores por mal manejo de letrinas móviles. Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos. Afectación a la flora y fauna.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Ubicar las letrinas en lugar alejados del sitio de trabajo, en posición a sotavento, dar mantenimiento y chequeo continuo, para evitar fuga o derrame. Construir canales de drenajes en dirección al cauce. Proteger los árboles que están fuera del límite de construcción, reforestar y ornamentar.	Levantamiento de campamento de manera manual sin utilizar maquinaria.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: El contratista deben tener todas sus maquinarias y transporte en buen estado mecánico y que cuenten con su certificado de emisión Indicador de la Medida: Utilización de maquinarias solo donde se amerite el uso, el resto puede hacerse de manera manual Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Abra y Destronque	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica Cambio de escorrentía superficial Contaminación del suelo por hidrocarburo. Contaminación del aire por ruido de maquinarias y vehículos livianos. Contaminación del aire por malos olores de letrinas móviles. Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos. Presión sobre la red vial por alto despliegue de vehículos. Afectación a la flora y fauna. Alteración al paisaje por la corta de árboles en el área directa.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Ubicar las letrinas a sotavento, dar mantenimiento y chequeo diario. Almacenar la capa fértil en lugar seguro y cubierta de vegetal para evitar el arrastre por las aguas pluviales. Mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos. Proteger los árboles que están fuera del área de construcción, implementar la reforestación y ornamentación. Trasplantar arbustos a lugares que no serán intervenidos.	Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinarias. Protección de los suelos y medidas de conservación.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento.
Responsable: ENACAL y/o Contratista. Alcances y Metas: construcción de la red de Alcantarillado Sanitario cumpliendo con las especificaciones de diseño. Indicador de la Medida: beneficiada la zona urbana de Rivas, en mejorar la calidad de vida al conectarse a la red del Sistema de Alcantarillado Sanitario. Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Movimiento de Tierra	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica Cambio de escorrentía superficial Compactación del suelo Contaminación del suelo por hidrocarburo. Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado MP10 y ruido. Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos. Presión sobre la red vial por alto despliegue de vehículos. Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado. Alteración al paisaje por corte y nivelación del terreno.	Humedecer el sitio con agua las veces que sea necesario. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Almacenar la capa fértil en lugar seguro y cubierta de vegetal para evitar el arrastre por las aguas pluviales. Mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Proteger los árboles que están fuera del área de construcción, implementar la reforestación y ornamentación.	Todas las maquinarias deben de contar con la certificación de emisiones de gases emitida por la Policía Nacional.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento

Actividad	Impacto ambiental	Medidas de mitigación	Medidas de adaptación ante cambios climáticos	Costos	Frecuencia y periodo de ejecución
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: construcción de la red de Alcantarillado Sanitario cumpliendo con las especificaciones de diseño Indicador de la Medida: beneficiada la zona urbana de Rivas, al conectarse a la red del Sistema de Alcantarillado Sanitario Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Excavaciones de Zanjas	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Contaminación del suelo y el agua por desechos sólidos y materiales de construcción. Contaminación del suelo y agua por hidrocarburo. Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos. Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión, material particulado MP_{10} y ruido. Presión sobre la red vial por alto despliegue de vehículos. Afectación a la salud de la población por emisiones de gases, ruido y material particulado.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. Colocar recipientes para su recolección de los desechos y materiales de construcción, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. El suelo fértil y estéril debe estar protegido con vegetal y en almacenado en lugar seguro fuera de inundación. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases y mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores.	Reducir los desechos sólidos domésticos y materiales de construcción a través de buenas prácticas de reciclaje, usar al máximo materiales de reciclaje en las instalaciones de tuberías. La mayoría de estos trabajos realizarse de manera manual.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista. Alcances y Metas: construcción de la Planta de Tratamiento, Estaciones de Bombeo y Pozos de visita cumpliendo con las especificaciones de diseño Indicador de la Medida: Zona urbana de Rivas, mejorando su calidad de vida al conectarse al Sistema de Tratamiento de Aguas residuales Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Instalación de tuberías y accesorios	Pérdida de suelo; Compactación del suelo; Contaminación del suelo y el agua por desechos y materiales de construcción; Contaminación del suelo y agua por hidrocarburo; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Contaminación del aire por emisiones de gases, material particulado MP_{10} y ruido; Presión sobre la red vial por alto despliegue de vehículos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y protegerlo. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario.	Reducir los desechos sólidos domésticos y materiales de construcción a través de buenas prácticas de reciclaje. La mayoría de estos trabajos realizarse de manera manual	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: explotación de banco de materiales con sus debido permiso ambiental del MEM, MARENA y Alcaldía Municipal Indicador de la Medida: cumplir con cada una de las medidas de seguridad vehicular, emitida por transito Nacional. Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Construcción de PVS	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica Cambio en la escorrentía superficial Compactación del suelo. Contaminación del suelo por hidrocarburo. Contaminación del aire por la generación de ruido. Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado MP10. Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos. Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado. Afectación al paisaje. Afectación a la flora y fauna.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubrirla con cobertura vegetal. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o áreas destinadas en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Realizar la reforestación y ornamentación en las áreas intervenidas, siembra de árboles frutales recuperar el paisaje y hábitat faunística.	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de buenas prácticas de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinarias. Reducir los desechos sólidos domésticos y materiales de construcción a través de buenas prácticas de reciclaje.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: Contratistas deben de tener todas sus maquinarias y transporte en buen estado mecánico y que cuenten con su certificado de emisión Indicador de la Medida: cumplir con cada una de las medidas de seguridad vehicular, emitida por transito Nacional Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Conexiones	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción. Contaminación del aire por material particulado y emisión de ruido. Presión sobre la red vial por alto despliegue de vehículos. Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. Proveer y mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario.	Reducir los desechos sólidos domésticos y materiales de construcción a través de buenas prácticas de reciclaje.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento

Actividad	Impacto ambiental	Medidas de mitigación	Medidas de adaptación ante cambios climáticos	Costos	Frecuencia y periodo de ejecución
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: Instalación provisional de campamento y almacenamiento de materiales para la ejecución del Sistema de Saneamiento de la ciudad de Rivas Indicador de la Medida: Adecuación e instalación en los diferentes frentes de trabajo de campamentos, oficinas, bodegas provisionales en la zona del proyecto Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Suministros y otras obras secundarias	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo; Contaminación del suelo por hidrocarburo; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación del aire por la generación de ruido; Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado. Afectación al paisaje por construcción de obras secundarias	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o áreas destinadas en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Realizar la reforestación y ornamentación en las áreas intervenidas, y siembra de árboles frutales recuperar el paisaje y hábitat faunística.	Todas las maquinarias deben de contar con la certificación de emisiones de gases emitida por la Policía Nacional	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: El contratista deben tener todas sus maquinarias y transporte en buen estado mecánico y que cuenten con su certificado de emisión Indicador de la Medida: Utilización de maquinarias solo donde se amerite el uso, el resto puede hacerse de manera manual Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Estación de Bombeo	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo; Contaminación del suelo por hidrocarburo; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación del aire por la generación de ruido; Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado. Afectación al paisaje por construcción de obras secundarias. Afectación a la flora y fauna	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. Delimitar el área a compactar. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o áreas destinadas en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Realizar la reforestación y ornamentación en las áreas intervenidas, siembra de árboles frutales recuperar el paisaje y hábitat faunística	Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinarias. Protección de los suelos y medidas de conservación	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento.
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: Construcción de la red de Alcantarillado Sanitario cumpliendo con las especificaciones de diseño Indicador de la Medida: beneficiada la zona urbana de Rivas, en mejorar la calidad de vida al conectarse a la red del Sistema de Alcantarillado Sanitario Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Estación de Bombeo y Elementos de Pre-tratamiento	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación del suelo y agua por hidrocarburo; Contaminación del aire por la generación de ruido; Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado; Afectación al paisaje por construcción de obras secundarias; Afectación a la flora y fauna.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. Delimitar el área a compactar. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o áreas destinadas en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Realizar la reforestación y ornamentación en las áreas intervenidas, siembra de árboles frutales recuperar el paisaje y hábitat faunística	Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinarias. Protección de los suelos y medidas de conservación.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: construcción de la red de Alcantarillado Sanitario cumpliendo con las especificaciones de diseño Indicador de la Medida: beneficiada la zona urbana de Rivas, al conectarse a la red del Sistema de Alcantarillado Sanitario Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Suministros de Materiales y aprovechamiento de agua.	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo. Contaminación del aire por ruido y emisiones de gases de combustión y material particulado. Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos. Disminución del manto acuífero por el aprovechamiento del agua.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido. El suelo fértil y estéril debe estar protegido con vegetal y evitar el arrastre de sedimentos. Proteger al suelo con especies rastreras y gramíneas para fomentar la infiltración de las aguas pluviales.	Reducir las velocidades de vehículos en 40 km/hora, Todo vehículo debe tener su certificado de emisiones de gases.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento

Actividad	Impacto ambiental	Medidas de mitigación	Medidas de adaptación ante cambios climáticos	Costos	Frecuencia y periodo de ejecución
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: construcción de la Planta de Tratamiento, Estaciones de Bombeo y Pozos de visita cumpliendo con las especificaciones de diseño Indicador de la Medida: Zona urbana de Rivas, mejorando su calidad de vida al conectarse al Sistema de Tratamiento de Aguas residuales Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Sistema de Reactores UASB	Compactación del suelo; Cambio en la escorrentía superficial; Contaminación del aire por la generación de ruido y emisiones de gases de combustión y material particulado PM_{10}; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de los trabajadores y población por generación de polvo y material particulado; Riesgo de accidente en los trabajadores en la construcción de los reactores UASB; Afectación al paisaje por construcción de los reactores UASB; Afectación a la flora y fauna.	El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido; El suelo fértil y estéril debe estar protegido con vegetal y evitar el arrastre de sedimentos. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Suministrar al personal de construcción, equipos de protección básica como (lente, mascarilla, guantes, etc.), mantener avisos preventivos. Las zonas verdes intervenidas serán restauradas mediante reforestación con especies nativas de la zona, respetando el diseño paisajístico. Restaurar la zona afectadas con especies nativas para recuperación de Flora y Fauna. Prohibir la caza a todos los trabajadores del proyecto.	Reducir los desechos sólidos domésticos y materiales de construcción a través de buenas prácticas de reciclaje, usar al máximo materiales de reciclaje en las instalaciones de tuberías. La mayoría de estos trabajos realizarse de manera manual	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: explotación de banco de materiales con sus debido permiso ambiental del MEM, MARENA y Alcaldía Municipal Indicador de la Medida: cumplir con cada una de las medidas de seguridad vehicular, emitida por transito Nacional Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Sistema de Lagunas Facultativas y de maduración	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación del suelo y agua por hidrocarburo; Contaminación del aire por la generación de ruido y emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado; Afectación al paisaje por construcción de obras secundarias; Afectación a la flora y fauna.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido; El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Las zonas verdes intervenidas serán restauradas mediante reforestación con especies nativas de la zona, respetando el diseño paisajístico. Restaurar la zona afectadas con especies nativas para recuperación de Flora y Fauna. Prohibir la caza a todos los trabajadores del proyecto.	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de buenas prácticas de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinarias. Realización de mantenimiento extraordinario en caso que sea necesario.	Incluido en contrato de construcción	El supervisor verificará que se cumpla cada una de las medidas ambientales, levantará informe de cumplimiento
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: ENACAL debe cumplir con los Planes de Mantenimiento de los componentes de la Planta de Tratamiento Indicador de la Medida: funcionamiento en buen estado mecánico y cumpliendo con las normas ambientales Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Lechos de Lodos	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación del suelo y agua por hidrocarburo; Contaminación del aire por generación de ruido y por emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado; Afectación al paisaje por construcción de obras secundarias; Afectación a la flora y fauna.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido; El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Las zonas verdes intervenidas serán restauradas mediante reforestación con especies nativas de la zona, respetando el diseño paisajístico. Restaurar la zona afectadas con especies nativas para recuperación de Flora y Fauna. Prohibir la caza a todos los trabajadores del proyecto.	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de buenas prácticas de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinarias. Realización de mantenimiento extraordinario en caso que sea necesario.	Incluido en contrato de construcción	Permanente
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: cumplir con las normativas ambientales en cuanto a vertido y residuos sólidos y líquidos Indicador de la Medida: Cumplir con el grado de eficiencia en la remoción de nutrientes y patógenos en cumplimiento al Decreto 21 -2017 y de la NTON 05 014 -01 Y NTON 05 014 -02 Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Obras complementarias	Perdida de suelo por erosión eólica e hídrica; Cambio en la escorrentía superficial; Compactación del suelo; Contaminación del suelo y agua por desechos sólidos y materiales de construcción; Contaminación del suelo y agua por hidrocarburo; Contaminación del aire por la generación de ruido y por emisiones de gases de combustión y material particulado MP_{10}; Contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos; Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado; Afectación al paisaje por construcción de obras secundarias; Afectación a la flora y fauna.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica. Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación. Colocar recipientes para su recolección, realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal. Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios. Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, deben de mantenerse en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido; El material cortado debe depositarse en lugares seguro, fuera de inundación. Humedecer periódicamente las vías de acceso de la obra las veces que sea necesario. Las zonas verdes intervenidas serán restauradas mediante reforestación con especies nativas de la zona, respetando el diseño paisajístico. Restaurar la zona afectadas con especies nativas para recuperación de Flora y Fauna. Prohibir la caza a todos los trabajadores del proyecto	Cumplir más allá de lo establecido en las Normas y Decretos de vertidos y residuos. Cumplir con los monitores en tiempo y forma.	Incluido en contrato de construcción	Permanente

Tabla 14-2: Matriz de Medidas Ambientales. Etapa de Operación

Actividad	Impacto ambiental	Medidas de Mitigación	Medidas de adaptación ante cambios climáticos	Costos	Frecuencia y periodo de ejecución
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: ENACAL debe cumplir con los Planes de Mantenimiento de los componentes de la Planta de Tratamiento Indicador de la Medida: funcionamiento en buen estado mecánico y cumpliendo con las normas ambientales Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Funcionamiento del STAR	Cambio en la escorrentía superficial Contaminación del suelo por aguas residuales ante eventuales fallas del STAR; Contaminación suelo por lodos; Contaminación del aire por generación de ruidos; Contaminación del aire por la generación de malos olores PTAR y EBAR; Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por aguas lodosas; Disminución del acuífero subterráneo por mayor consumo de agua; Mejora en la calidad del agua y hábitat acuáticos del rio Oro y Lago Cocibolca; Disminución de las enfermedades con el funcionamiento del STAR.	Construcción de canales pluviales con destino a los cauces u ríos. Cumplir con plan de mantenimiento y monitoreo continuo. No sobrepasar la capacidad de lodos en eras de secado. Acudir al mantenimiento continuo de las infraestructuras de los UASB. Cumplir Plan de Monitoreo y mantenimiento de la PTAR, EBAR y RAS para garantizar su buen funcionamiento y evitar la obstrucción de material que al descomponerse podrían generar malos olores. Los lodos provenientes del STAR serán evacuados a las pilas de secado para su deshidratación, los lixiviados de las pilas serán retornados al sistema de tratamiento. Promover en la educación ambiental, las cosechas de agua, proteger la cuenca hídrica mediante la reforestación y evitando los incendios forestales. Cumplir con los rangos establecidos de remoción de vertidos en el decreto 21-2017	Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de buenas prácticas de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinarias. Realización de mantenimiento extraordinario en caso que sea necesario.	Incluido en contrato de construcción	Permanente
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: cumplir con las normativas ambientales en cuanto a vertido y residuos sólidos y líquidos Indicador de la Medida: Cumplir con el grado de eficiencia en la remoción de nutrientes y patógenos en cumplimiento al Decreto 21 -2017 y de la NTON 05 014 -01 Y NTON 05 014 -02 Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Tratamiento y Disposición de Lodos	Contaminación del suelo con lodos; Contaminación del aire por la generación de malos olores PTAR y EBAR; Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por aguas lodosas; Mejora en la calidad del agua y hábitat acuáticos del rio Oro y Lago Cocibolca; Disminución de las enfermedades con el funcionamiento del STAR.	Los lodos provenientes del STAR serán evacuados a pilas de secados para su deshidratación, los lixiviados de las pilas serán retornados al Sistema de tratamiento. Cumplir Plan de Monitoreo y mantenimiento de la PTAR, EBAR y RAS, para garantizar su buen funcionamiento y evitar la obstrucción de material que al descomponerse podrían generar malos olores. Cumplir con los rangos establecidos de remoción de vertidos en el decreto 21-2017	Con los lodos realizar un manejo integral de suelo, realizando compostaje para ser incorporado al suelo. Realizar prácticas agroforestales con los suelos formados de la extracción de los lodos.	Incluido en contrato de construcción	Permanente
Responsable: ENACAL y/o Contratista Alcances y Metas: construcción de los lechos de secado cumpliendo con las especificaciones de diseño Indicador de la Medida: Lodos estabilizados y utilizados para mejoradores de suelos Efecto a corregir sobre un factor Ambiental: suelo, aire, agua					
Tratamiento de Biogás	Contaminación del aire por emisiones de gasees de combustión. Contaminación del aire por la generación de malos olores provenientes de la PTAR.	Cumplir con el Plan de Reforestación y ornamentación; Cumplir con el Plan de Mantenimiento y monitoreo; y promover la educación ambiental en la protección de flora e implementación de la regeneración natural.	Reforestar en todas las áreas desprovistas de vegetación para captar el dióxido de carbono que se emana de los quemadores de gases. Fomentar la protección y cuido de la regeneración natural del bosque.	Incluido en contrato de construcción	Permanente

14.2 Plan de Contingencia

EL Plan de Contingencia tiene como propósito proporcionar una respuesta inmediata y eficiencia ante las posibles eventualidades e inconvenientes que puedan obstaculizar las actividades del proyecto, brindando información necesaria y formas de actuación ante una emergencia. Estas pueden ser debido a fenómenos naturales tales como Sismo, inundación por lluvias torrenciales o huracanes, caída de cenizas o erupciones volcánicas; o por actividades del proyecto como derrame o fugas e incendios. El plan de Emergencia/contingencia está orientado de manera tal que pueda garantizarse un nivel de respuesta oportuna, coherente y coordinada por parte de las brigadas de emergencia y de los diferentes niveles operativos y administrativos.

~ **Objetivo General**

· Establecer una serie de medidas de carácter preventivo, o en casos necesarios, de respuesta que deberán ser implementadas ante la ocurrencia de eventualidades ambientales, humanas o técnicas que supongan un riesgo para los proyectos.

~ **Objetivos específicos**

· Reducir los riesgos causados por fenómenos naturales o Antropogénicas en la población, medio ambiente e infraestructura.
· Dar respuesta eficaz y oportuna a situaciones adversas que deban ser controladas para evitar pérdidas humanas o daños materiales.
· Definir responsabilidades y funciones de cada uno de los actores que intervienen en la ejecución del presente Plan.
· Definir responsabilidades y funciones de cada uno de los actores que intervienen en la ejecución del presente Plan
· Asegurar óptimas condiciones que faciliten el desarrollo de actividades de rescate, rutas de evacuación a trabajadores o pobladores afectados.

a) Alcance del Plan

El Plan de contingencia está orientado a la ejecución de las acciones preventivas y de control de emergencias a implementar durante cualquier riesgo identificado. Se mantendrá activo, a través de actividades de entrenamiento y simulacros, monitoreando siempre que los medios estén al alcance ante cualquier emergencia. El Plan de Contingencia será aplicable a todas las fases y frente de trabajo del proyecto, y contará con acciones de respuestas a eventos de origen natural o antrópico que podrían ocurrir.

b) Organización Operativa

Este Plan de contingencia será activado y administrado por el responsable designado por la gerencia del proyecto, en cada etapa del proyecto. Este se llevará a cabo en coordinación con: Cuerpo de bomberos, Policías, Cruz Roja y Comité local de SINAPRED entre otros. Durante las etapas de ejecución del proyecto se atenderá cualquier emergencia que se presente y será monitoreada continuamente

luego de ser atendida, debido a que ésta será un componente de relevancia para reducir los daños al ambiente, infraestructura y evitar pérdidas humanas. Todo el personal que labore para el proyecto en cada una de las etapas antes indicadas, deberá de conocer el esquema organizativo ante una emergencia.

~ **Áreas de Riesgos**

Se identifica aquellas áreas de riesgo las identificas dentro del casco urbano identificadas como áreas vulnerables por inundaciones, los frentes de trabajo donde se realicen excavaciones mayores a 2.5 metros de profundidad, tanto por la instalación de tuberías de alcantarillado sanitario como aquellas que corresponden a las fundaciones del sistema de tratamiento de aguas residuales. Se recuerda que la vulnerabilidad en estas áreas de trabajo está determinada por las condiciones y cumplimiento de las normas de seguridad.

~ **Áreas de seguridad**

Se han seleccionado dos zonas de seguridad para el personal evacuado para protección de cualquier eventualidad en los frentes de trabajo, siendo éstas:

- Zona de seguridad casco urbano: Todas aquellas áreas correspondientes a parques municipales, áreas deportivas y de recreación, así como escuelas y colegios públicos.
- Zona de seguridad predio planta de tratamiento: espacio abierto localizado entra las instalaciones y frente de trabajo.

~ **Teléfonos de emergencias**

En caso de presentarse una emergencia, es importante que se tengan disponibles los medios de comunicación necesaria y los números de emergencia publicados y accesibles para el llamado de auxilio en caso de necesitarse. Los guardas de seguridad principalmente deben estar capacitados para dar voz de auxilio en caso de cualquier emergencia.

Tabla 14-3: Teléfonos de Emergencia

Instituciones	Teléfonos
Enacal	2563 - 3282
Alcaldía Municipal Rivas	2563-3418
Cruz Roja Rivas	2563-3415
Bomberos voluntarios	2563-3511
Hospital	2563-3301/2563-3615
Policía Nacional	2563- 3732
COMUPRED	
CODE	2522-2190

~ **Funciones de las Unidades Operativas de Respuestas**

Responsable: Gerencia

- Proporcionar los recursos para el desarrollo de las actividades de notificación, investigación y divulgación de la investigación de los incidentes – accidentes.
- Proporcionar recursos técnicos y humanos para la implementación de las actividades de contingencia ante los diversos eventos.

Responsable de higiene y seguridad

· Realizar las solicitudes de los correspondientes de los equipos para las brigadas.
· Coordinar las actividades de contingencia.
· Monitorear las actividades de contingencia.
· Evaluar el desarrollo de las actividades de contingencia.

El contratista deberá de:

· Tener un botiquín de primeros auxilios que deberá ser abastecido de conformidad a la lista básica emitida por el MITRAB. Además, se deberá de disponer de radio, linterna de pilas y pilas adicionales. Todos estos elementos estarán situados en un área conocida por todo el personal.
· Brindar capacitaciones al personal, sobre medidas a implementarse en caso de sismos, inundaciones, lluvias torrenciales, erupciones volcánicas.
· Programar y ejecutar al menos un simulacro cada seis meses ante sismo, erupción volcánica y lluvias torrenciales-inundaciones.
· Establecer y señalizar las zonas de seguridad, punto de reunión y rutas de evacuación. Los puntos de reunión establecidos deberán estar alejados de infraestructura vertical como cables del tendido eléctrico, postes, árboles y otros elementos que puedan representar un riesgo de caída.
· Mantener los números de emergencia en un lugar accesible;
· Tener personal capacitado en primeros auxilios y equipos de primeros auxilios.
· Equipos de telecomunicaciones.

Mando Principal

· Estará a cargo del responsable designado por la Gerencia del Proyecto. Este tendrá la responsabilidad de dirigir las actividades de las diferentes unidades de respuestas, tales como: Brigada de protección de equipos y seguridad, evacuación, primeros auxilios, contra incendio. Además tiene a su cargo atender los medios de comunicación y servirá de enlace entre las instituciones de emergencia y la Gerencia del Proyecto.
· Responsable por la puesta en marcha y el desarrollo del Plan de Evacuación, debiendo asegurar que se desaloje en el menor tiempo y con mínimo riesgo, a la totalidad de los trabajadores y visitantes.
· Conocer el Plan de Evaluación, apoyar su implementación y participar en su mantenimiento.
· Conocer la cantidad, tipo, estado y operación de los equipos contra incendios existentes en las instalaciones.
· Colaborar en las labores de capacitación para dar a conocer el contenido del Plan de Evacuación a todos los empleados, en particular a los de nuevo ingreso. Coordinar simulacros periódicamente.
· Dar indicaciones generales (Plan de Acción) al personal durante la ocurrencia de desastres como incendio, sismos, explosiones. Debe procurar mantener un ambiente de calma en el personal durante y después del proceso de evaluación.
· Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad en las áreas de alto riesgo, que se definen en el Plan.
· Asegurar que las rutas previstas de evacuación se encuentren libres de objetos que impidan o retrasen el libre tránsito por las mismas.

Brigada de Primeros Auxilios: Brigada técnica formalizada e instruida para brindar atención primaria médica al personal que resultase lesionado, preservar la vida para posteriormente facilitar la atención médica pertinente cuando se haga cargo por el personal de Cruz roja o Cuerpo de bomberos.

· Participar en entrenamientos que sobre el tema planifique la empresa.
· Revisar periódicamente el estado y completamiento con medios del botiquín de primeros auxilios y tramitar la reposición de los medios agotados.
· Brindar primeros auxilios a los lesionados de accidentes y/o emergencia que se presenten en el local de trabajo.
· Apoya en sus labores al equipo especializado de brindar primeros auxilios.

Brigada Contra Incendios: Brigada técnica formalizada e instruida para la prevención y extinción de incendios. Esta brigada está integrada por personal que labora al momento del evento. Aunque se pretenda la respuesta rápida y oportuna al momento del incendio, se evitará exponer a un peligro mayor a la brigada contra incendio, al momento que ocurra cualquier evento. Corresponde a la unidad de primera intervención de cualquier tipo de evento.

· Conocer la cantidad, tipo, estado y operación de los equipos contra incendios existentes en las instalaciones.
· Participar en los entrenamientos de la operación de los equipos contra incendios. Realizar prácticas sobre el uso de los extintores, principalmente con aquellos que están próximos a su vencimiento y mantenimiento.
· Coadyuvar al cumplimiento de las medidas preventivas para evitar incendios, así como en el cumplimiento de las medidas de seguridad en las áreas de alto riesgo definidas en el Plan.
· Revisar periódicamente los extintores de incendios y otros equipos existentes destinados para tal fin, e informar al Jefe de taller sobre los problemas que presenten alguno de ellos.
· Participar en la extinción de cualquier conato de incendio en las instalaciones y colaborar con otros problemas que se presenten en otras instalaciones de la misma firma.
· Colabora dentro de sus posibilidades y sin poner en riesgo su vida, en las labores que los equipos especializados brindan durante el incendio.

Brigada de Seguridad y Alarmas: Responsable de desarrollar las acciones de seguridad y prevención en los sitios en donde no han sido afectados por el evento, importante las funciones de monitoreo periódico de funcionamiento de sistemas de alarmas contra incendios u otras alarmas. Aunque se presentan con acciones preventivas, cuando ocurre algún siniestro, esta brigada apoya la labor de evacuación y facilita el acceso a personal médico especializado y profesional.

· Si detecta un conato de incendio dar aviso al Jefe de las instalaciones.
· Informa de inmediato al Centro de Operaciones de su Empresa, sobre la situación existente en el objetivo, a fin de que éstos se comuniquen con los bomberos y la Policía Nacional.
· Ante una situación de alerta ante desastres, incendios o sismos, proceder a mantener las puertas de acceso abierta y libre de obstáculos que impidan o dificulten su uso.
· Bloquear el acceso a personas ajenas al objetivo, que traten de aprovechar la situación para realizar acciones delictivas de saqueo o robo.

- Toma las medidas necesarias para brindar apoyo y facilidades a los bomberos y policías, a su llegada al lugar del siniestro.
- Una vez controlado el siniestro preservar el lugar, evitar el acceso a personas no autorizadas y curiosas, mientras las autoridades, el cliente y/o la empresa de seguridad den indicaciones especiales al respecto.
- Brinda seguridad a las instalaciones mientras se mantenga la amenaza.

Brigada de Evacuación: Encargada de realizar las acciones de evacuación del personal y aquellos bienes adquiridos para el proyecto en sus etapas de construcción, operación y mantenimiento; en posesión de las empresas constructora, supervisora, o de la Gerencia del Proyecto, según sea el caso. Se asegurará una evacuación total y ordenada desde el sector de la emergencia hasta las zonas de seguridad previamente definidas en las diferentes etapas del proyecto.

Brigada de Corte de Energía: Encarga de interrumpir el fluido eléctrico, asignado a las áreas donde se localizan los paneles de control central.

c) Plan General de Acción

Un Plan de Contingencia total incluye todos los aspectos: de obra, financieros, de recursos humanos, entre otros, a fin de establecer planes de acción alternativos ante potenciales problemas o contingencias durante la obras; esto permite garantizar el cumplimiento del plazo y otras metas, como calidad etc.

Contingencia ante Accidentes: La ocurrencia de accidentes laborales se originan principalmente, por los siguientes motivos: falta de conocimiento, herramientas inadecuadas, descuido o exceso de confianza, deficiencias humanas o fallas mecánicas en la utilización de equipos, vehículos y maquinarias pesadas, actividades de transporte de materiales de construcción y otras cargas, operación de los sistemas eléctricos y de lodos. Para evitar, dichos accidentes deberán seguir los siguientes procedimientos:

- Se comunicará y coordinará previamente a los Centros Asistenciales de la zona, adyacentes a la obra, y a otros en las cercanías, el inicio de las obras, para que éstos estén preparados frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir. La elección del establecimiento de salud, responderá a la cercanía y gravedad del accidente.
- Con el propósito de minimiza los efectos de cualquier tipo de accidentes, el Contratista está obligado a proporcionar a todos su personal, los implementos de seguridad propios de cada actividad, como son: Cascos, botas, guantes, etc.
- El contratista deberá inmediatamente prestar el auxilio al personal accidentado y comunicarse con el coordinador General de Emergencia, para proceder al traslado del personal afectado al establecimiento de salud cercano o en su defecto a los otros existentes en el área de influencia, valiéndose de una unidad de desplazamiento rápido.
- De no ser posible esperar y/o no poder comunicarse con el Coordinador General de Emergencia, se procederá al llamado de ayuda y/o auxilio directo al establecimiento de salud y/o policía más cercano para proceder al traslado respectivo, o en última instancia recurrir al traslado del personal mediante la ayuda de los pobladores o transportista.

- En ambos casos, previamente a la llegada de la ayuda interna o externa, se procederá al aislamiento del personal afectado, procurándose que sea en un lugar adecuado, libre de excesivo polvo, humedad y/o condiciones atmosféricas desfavorables.
- Cuando se trabaje con interruptores eléctricos y/o cerca de los mismos, deberá asegurarse que las manos, prendas de vestir y botas estén secas. Para llevar a cabo el mantenimiento de equipo eléctricos se utilizarán guantes.
- En caso de accidentes de tránsito se deberán seguir las normas y disposiciones policiales al respecto, que el contratista deberá dar a conocer en los programas de capacitación a los conductores, en forma oportuna.

Contingencia Ante Derrames: Este tipo de evento puede ocurrir con mayor frecuencia, en el área de manejo y almacenamiento de combustible, por accidentes en los vehículos de transporte y cisternas de combustible: las medidas a adoptar deben ser las siguientes:

- Comunicar el hecho al Coordinador General de Emergencias, en forma inmediata.
- Aislar el área donde ocurrió el derrame de combustible, aceite u otro líquido, evitando el riesgo de incendio.
- Preparar los extintores y medidas de prevención de incendio.
- En caso de vertimientos de unidades de transporte de combustibles, se deberá recuperar el líquido en recipientes y trasladarlo a los tanques de almacenamiento, remover el suelo contaminado y trasladarlo al relleno sanitario para productos tóxicos, donde se verterá; el suelo se rellenará con material limpio del lugar. Si se hubiera afectado vegetación, se procederá a realizar acciones de revegetación en el área.
- En caso de derrames pequeños en la zona de manejo y almacenamiento de combustible, u en otros lugares dentro del área de trabajos, se removerá el suelo y se rellenará el área con material transportado de otro lugar, el suelo removido se trasladará a un proceso de tratamiento de suelo, autorizado por MARENA.
- Es indispensable mantener el área de trabajo libre de áreas contaminadas con combustible y lubricantes, por ello el contratista debe supervisar continuamente los lugares de trabajo.
- En el caso de afectaciones de cuerpos de agua, el personal del contratista procederá al retiro de las sustancias toxicas (cementos, aceites, combustibles), con el uso de bombas hidráulicas y lo depositará en recipientes adecuados (cilindros herméticamente cerrados) para su posterior proceso de tratamiento de agua, autorizado por MARENA.

En la fase de operación, por la ocurrencia de eventos de rebose de las aguas como consecuencia de la rotura de las redes secundarias u otras, se procederá a comunicar al Coordinador General de Emergencia para el despliegue de las siguientes acciones:

- Procedimientos de absorción de las aguas, para minimizar filtraciones y se afecten los suelos y cuerpos de agua.
- Remoción de las capas de suelo filtrado con dichas aguas y su reemplazo con otra capa de suelo similar.
- Desechos de los suelos y residuos de limpieza de las aguas desbordadas se dirigirán hacia los depósitos de material excedente.

· Una vez solucionado el problema, deberá redactarse un informe final del evento y enviado a las autoridades correspondientes.

Durante la etapa de construcción un incendio puede ocurrir en los campamentos provisionales, zona de almacenes, área de manejo y almacenamiento de combustibles, en vehículos y maquinarias; para ello se deben adoptar las siguientes medidas:

Disposiciones Generales: Todo personal debe conocer las medidas para reducir riesgos de incendio, el procedimiento para control de incendios, la distribución física de los equipos contra incendio, las rutas de evacuación etc.; En las instalaciones del campamento, deben ser colocados, en forma visible, planos donde se muestren la distribución de equipos contra incendio. Realizar simulacros, por lo menos una vez al mes, para ensayar formas de ataque al incendio, revisar la operatividad de los equipos contra incendio y recordar al personal las recomendaciones para reducir los riesgos de incendios, algunas de las cuales se indican a continuación:

· Mantener todas las fuentes de calor alejada de material que pueda arder.
· No fumar en el interior de las instalaciones; colocar avisos al respecto.
· En la zona de manejo y almacenamiento de combustible se deberá colocar avisos de prevención contra incendios.
· Evitar dejar en cualquier lugar, trapos o material empapados con combustible y grasas.
· Durante las horas de trabajo el personal deberá estar prohibido de llevar fosforo o encendedores.
· Los trabajos de corte y soldadura, deberán realizarse en lugares alejados de material que pueda arder y de líquidos inflamables.
· Prohibir el transporte de líquidos inflamables en recipientes descubiertos.
· El contratista deberá prohibir a su personal la quema de pastos, o de cualquier tipo de material.
· En el ámbito del área de trabajo se deben colocar recipientes donde se pueda verter desperdicios a fin de mantener el lugar limpio y libre de materiales inflamables.

Disposición y Uso de Extintores

· Todos los extintores deberán ubicarse en lugares fácilmente accesible.
· Se deben usar por lo menos tres tipos de extintores: de agua, de polvo químico seco (PQS), para caso de incendios en material de uso corriente (papel, madera etc.); y de Gas Carbónico (CO_2) para vehículos y maquinarias o circuito eléctricos.
· Todo extintor deberá tener una placa de identificación, sobre la clase de fuego para el cual es apto, fecha de la última recarga y fecha de vencimiento del producto contra incendio.
· Deberá inspeccionarse en forma mensual el estado del extintor, y si está vacío se debe proceder a su recarga.

Procedimiento para el control de incendios

· Para que se produzca un incendio deben concurrir al mismo tiempo, tres factores: material o producto a incendiarse, chispa o fuego y oxigeno que es provisto por el aire, entonces, el ataque contra incendio debe tener como objetivo eliminar por lo menos uno de los factores concurrentes.
· Para apagar un incendio de material común, se debe rociar este material con agua o tierra.

- Para apagar un incendio en un sistema eléctrico se debe utilizar CO2 u otro tipo de producto vaporizable (BCF).
- Disponer de una buena reserva de arena seca, en cilindros, en la zona de almacenes y de manejo y almacenamiento de combustible.
- Un incendio de la vegetación se atacará por los flancos, con el viento de espaldas, aplicando tierra, o agua; es importante cortar la continuidad de la vegetación mediante palas o maquinaria.
- Después de sofocar un incendio, el personal debe inspeccionar el área para evitar un rebrote del fuego.
- Se deberá contar con planos de distribución de los equipos y accesorios contra incendios (extintores), en el campamento de obra, almacenes y otras instalaciones, que será de conocimiento de todo el personal que trabaja en el lugar.

Contingencia por Alteraciones Sociales: Se refiere a cualquier eventualidad originada por acciones resultantes de la ejecución del Proyecto sobre la población de la zona, como por ejemplo; conflictos sociales por problemas de expectativas poblacional; así como por la ocurrencia de conflictos sociales exógenos, como huelgas, paros políticos e inclusive problemas relacionados con la seguridad externa de los campamentos y/o frentes de trabajo, personal operativo, eventuales casos de hurto o robos del mobiliario o equipo del contratista que puede afectar el normal desarrollo del Proyecto.

En los casos de paros o huelgas que comprometan directamente al Contratista, este deberá avisar de inmediato a la Supervisión sobre el inicio de la anormalidad y las causas que lo han originado; sin embargo, en estos casos el Contratista deberá asumir todas las responsabilidades por los retrasos que se puedan producir. Asimismo, sucederá para el caso de problemas masivos de salubridad que afecten al personal de obra, que después de avisar a la supervisión, describirá los problemas y sus consecuencias, pudiendo proporcionar atención medica al personal afectado o se dirijan a los centros asistenciales cercanos de acuerdo al caso y/o gravedad del mismo. De igual forma se procederá durante la etapa de operación del proyecto.

Para el caso de ocurrencia de huelga y paros externos, que puedan comprometer la seguridad y/o el normal desarrollo de los trabajos, el Contratista deberá comunicarse inmediatamente con las Fuerzas Policiales más cercanas y solicitar la ayuda o intervención respectiva, incluyendo la paralización de la obra, si es necesario, de acuerdo a la situación.

Aunque también se puedan dar riesgos y amenazas naturales a como ya se han estudiado, es necesario la conformación de brigadas que serán responsables del cumplimientos de las contingencias siguientes.

Tabla 14-4: Medida de contingencia en la etapa de construcción ante Sismos

Antes	Durante	Después
Las señalizaciones preventivas serán actualizadas según se presente la necesidad. Colocar en sitios visibles las indicaciones que deben acatarse en caso de sismos. Para evitar aterramiento del personal, se deberá hacer el apuntalamiento en excavaciones mayores de 1.5 metros. Los trabajadores deberán portar los EPP respectivos y tener acceso a escaleras que sobrepasen un metro el borde la excavación en una proporción 1:10 trabajadores para la evacuación rápida.	Mantener la calma en todo momento y no correr desordenadamente. Activar la brigada de evacuación. Trasladarse ordenadamente a la zona de evacuación, garantizando que todo el personal en el área afectada sea movilizado. En caso de cualquier anomalía al momento de la evacuación, se deberá notificar a la brigada. Se suspenderán las labores y se valorará la situación en el entorno. El sitio de reunión final deberá estar libre de riesgo, tendido eléctrico y edificaciones. En el caso de presentarse un riesgo inminente al momento de la evacuación, se desviará el tráfico de personas a otras rutas, garantizando que las personas no se verán afectadas en su integridad por el evento. Mantenerse en la zona de evacuación y no regresar a las áreas de trabajo hasta nueva orden. El personal deberá permanecer en esta área por un tiempo razonable en caso de réplicas. En la medida de lo posible, apagar y desconectar los equipos eléctricos.	Impedir el ingreso de personas no autorizadas al área afectada. Garantizar la atención médica al personal afectado. En caso de haber heridos se activará la brigada de primeros auxilios. De acuerdo al grado de urgencia, estos deberán ser trasladados y atendidos en los centros de atención médica más cercanos. Proceder a la evaluación de los daños y peligros en la zona de trabajo. Especialmente en: · Sitios de excavaciones · Sitios cercanos a infraestructura que presente fisuras. · Roturas de tubería construidas. · Daños a equipos y maquinarias. · Daños a infraestructuras temporales · Daños en equipos electromecánicos, paneles eléctricos, transformadores y otros equipos que no se encuentren debidamente anclados. Posteriormente, se elaborará un informe en el que se detalle la cuantificación de los daños materiales, económicos y humanos. Reanudar las actividades según lo indique la supervisión, de acuerdo a los hallazgos del reporte de daños y según el estado de equipos y maquinarias que requieran ser utilizados.

Tabla 14-5: Medidas preventivas o de respuesta ante Inundación

Antes	Durante	Después
Se deberá comunicar al personal sobre la presencia de un huracán o tormenta tropical que pueda afectar el normal desarrollo de las actividades de los proyectos. La comunicación será a través de una circular donde se especifique el grado y magnitud del evento, al igual que las medidas que deberán ser implementadas tanto para el recurso humano como para el económico. Cuando se conoce la futura ocurrencia de un evento de esta naturaleza, debe colocarse cinta adhesiva ancha en puertas y ventanas, e implementar medidas para reforzar los techos. Se desconectarán los equipos eléctricos que sean necesarios, con el fin de proteger y evitar incendios o corto circuito. Ubicar en sitios altos y seguros aquellos equipos, herramientas y maquinarias que se encuentran en planteles o sitios de construcción, que puedan dañarse en contacto con el agua y sean vulnerables a este tipo de eventos. Se dispondrá de una zona segura para el personal que se destine para vigilar las instalaciones. Este personal deberá ser provisto de un botiquín de medicamentos, agua potable, alimentos, radios y linternas con baterías. Inmovilizar todos los equipos, herramientas y maquinarías que sean susceptibles al arrastre por corrientes, provocadas por lluvias intensas. Inmovilizar y mantener sellados recipientes o depósitos de almacenamiento que puedan llegar a ocasionar derrames.	No pisar ni tocar cables eléctricos caídos al momento de la evacuación. Evitar, en la medida de lo posible, el contacto con el agua debido a la posible presencia de obstáculos que puedan llegar a imposibilitar el tránsito o en caso que esta entre en contacto con las aguas residuales. El uso de vehículos y maquinarias no estará permitido, a menos que sea indispensable. En caso que un vehículo o maquinaria llegará a quedar atrapado en una corriente, se instruirá al personal que salga de él y busque un refugio en un lugar alto, hasta que pueda ser rescatado. El personal debe permanecer informado a través de la radio y otros medios de comunicación, del pronóstico meteorológico y el estado de la situación.	Solicitar una inspección meticulosa de los equipos y maquinarías. Las instalaciones serán revisadas con ayuda de los planos de las instalaciones. Se procederá a la extracción de lodos acumulados producto de la inundación, especialmente en: · Sitios de excavaciones · Plantel · Infraestructuras temporales Se deberá tener especial cuidado en zonas que presenten peligro de derrumbarse. En caso de derrame de sustancias tóxicas, inflamables, medicamentos u otros materiales; proceder a la limpieza cuidadosa de estos.

Tabla 14-6: Medidas preventivas o de respuesta ante deslizamiento o derrumbe

Antes	Durante	Después
Identificar las zonas de los barrios susceptibles a deslizamiento. Se dispondrá de una zona segura para el personal que se destine para vigilar las instalaciones. Este personal deberá ser provisto de un botiquín de medicamentos, agua potable, alimentos, radios y linternas con baterías.	En caso de derrumbes se impedirá el paso de personas por la zona afectada, mediante la delimitación y señalización de peligro. En caso de existir personal atrapado en derrumbes, se dará aviso urgente a la brigada de emergencia y se procederá al rescate. Si se encuentra en excavaciones todo el personal de dicha actividad deberá salir con calma. Y una vez fuera se deberá de tomar lista de personal para descartar accidentes.	Solicitar una inspección meticulosa de los equipos y maquinarías. Las instalaciones serán revisadas con ayuda de los planos de las instalaciones. Se procederá a la extracción de lodos acumulados producto de la inundación, especialmente en: · Sitios de excavaciones · Plantel · Infraestructuras temporales Se deberá tener especial cuidado en zonas que presenten peligro de derrumbarse.

Tabla 14-7: Medidas preventivas o de respuesta ante incendio y/o explosiones

Antes	Durante	Después
Capacitar al personal sobre a las medidas que deberán ser implementadas ante un incendio y/o explosión. Se establecerán de forma clara, señalizada, libre de obstáculo y en lugares accesibles, los extintores de incendio de los cuales habrá en cantidad suficiente en correspondencia con el número de trabajadores y las áreas de mayor riesgo de incendio en los proyectos. Estos equipos deberán recibir un mantenimiento adecuado, cambiando su contenido cada año. Cada mes se deberá revisar los extintores, moviéndolos para su contenido no se endurezca. Se indicarán las rutas de evacuación de incendio hacia lugares seguros al aire libre. La ruta se deberá de mantener libre de obstáculos en todo momento. Las sustancias utilizadas en el proyecto, y que puedan ocasionar incendios o explosión deben ser claramente señalizadas, advirtiendo de su peligro. Estos elementos deberán ser protegidos y retirados del área de trabajo cuando no estén siendo utilizados. En caso que la ropa de los trabajadores se vea manchada de aceite o pintura, se deberá colgar al aire libre y nunca se deberá almacenar en lugares cerrados. Limpiar de manera frecuente los desechos, trapos, el aceite, grasa y otros desperdicios que pueden representar un riesgo de incendio o explosión. No se permitirá fumar en las áreas de almacenes o bodegas, o donde se utilicen o almacenen materiales inflamables o explosivos. En estos sitios se colocarán señalizaciones que indiquen la prohibición de fumar. Cuando los equipos eléctricos no estén siendo utilizados, o cuando se suspendan las labores, se deberán desconectar todos los equipos.	- La primera persona que observe el fuego, deberá hacer notificaciones al personal que se encuentre laborando en los alrededores de la zona de peligro, e informará de igual manera a su superior. En caso que el incendio sea pequeño y fácilmente manejable, la persona que lo identificó procederá a apagarlo haciendo uso del extintor más cercano, evitando así su propagación. El responsable de turno será el encargado de reportar el incidente al gerente de la empresa constructora y al cuerpo de bomberos. Se activará la brigada contra incendio. El personal capacitado en lucha contra incendios debe atacar el inicio de incendio utilizando las sustancias extintoras adecuadas al tipo de fuego ubicado en los puntos contra incendio. En caso que el fuego llegará a obstruir las salidas establecidas, el personal deberá buscar y colocarse en el sitio más seguro, en espera de ser rescatado. En caso que el personal deba evacuar a través de una capa de humo, se deberán desplazar arrastrándose por el piso para evitar asfixia. En todo momento estos deberán taparse la boca y nariz con un paño. Si la ropa llegara a incendiarse, no correr. El personal afectado deberá tirarse al piso, rodar sobre sí mismo y protegerse la cara con las manos. Para evitar que la propagación del incendio, los trabajadores deberán desconectar todos los equipos eléctricos que sean necesarios. Se designará a una persona que, en todo momento, poseerá un medio de comunicación disponible y efectivo para informar o solicitar más ayuda. De ser necesario, se llamará al cuerpo de bomberos. Cuando estos se presenten al sitio, colaborar con ellos según lo indiquen. Al momento de la llegada de la brigada de bomberos, el personal deberá comunicarle la magnitud de la situación, e indicar el origen del incendio con ayuda de un plano de la estructura(s) afectada(s). Reubicar la maquinaria y equipo rodante en caso que el incendio se originará en planteles. Para esto el administrador o vigilante nocturno deberá poseer las llaves de ignición de todos los equipos y maquinarias rodantes. El personal no deberá intentar mover los vehículos si estos se encuentran próximos al sitio afectado, excepto en casos que la magnitud del evento sea menor y lo permita.	El personal encargado llevará a cabo un recorrido exploratorio por las instalaciones, apoyándose con los planos utilizados en la construcción, para reconocer e identificar variantes. Posteriormente, se realizará la evaluación de los daños y peligros, información que deberá ser presentada en forma de informe. En base a lo anterior, el personal encargado decidirá el regreso de las personas a los locales de trabajo. En caso que la emergencia sea clasificada como grave, se instruirá al personal evacuado el regreso a sus hogares.

Tabla 14-8: Medidas preventivas o de respuesta ante derrame de combustible

Antes	Durante	Después
Disponer de fichas técnicas de seguridad de los combustibles utilizados. Estas fichas deberán colocarse en un sitio accesible para el personal. Para el trasiego de aceites, pinturas, diluyentes u otros materiales inflamables, utilizar recipientes o zonas debidamente impermeabilizadas. De igual manera, se deberá utilizar embudos o boquillas especiales para conducir la totalidad del combustible al recipiente destinado. Aquellos elementos utilizados para el trasvase o que estuviera en contacto con material combustible, deberán ser almacenados en zonas impermeabilizadas. Se recomienda monitorear de manera periódica el estado exterior de los depósitos y bidones que sean utilizados para el almacenamiento de combustible, para identificar posibles fisuras o zonas oxidadas que representen una debilidad de la pared de contención de los recipientes. En caso de almacenamiento de combustible en los planteles usados por la empresa constructora, verificar las válvulas de cierre de los tanques de combustible. Se recomienda que el suelo en el área de almacenamiento se aísle con material impermeable que imposibilite la filtración de líquido. Tener disponibles materiales adsorbentes, en caso que sea necesaria la recopilación de combustible filtrado o derramado sobre suelo sin revestir.	La primera persona que presencie el derrame o fuga deberá reportar inmediatamente el evento al responsable de higiene y seguridad. El personal que observe el derrame deberá de interrumpir de inmediato la fuente de este, apagando el surtidor o dispensador y cerrando llaves de paso. En el caso que se utilicen tanques para el almacenamiento de combustible, se mitigará el daño cerrando las válvulas de seguridad. Posteriormente se sustraerá el producto y se realizarán pruebas de fuga. El combustible derramado será recopilado haciendo uso de materiales adsorbentes, con el objetivo de evitar la contaminación del suelo. El acceso de vehículos y personas a la zona de derrame no será permitido. Bajo ninguna circunstancia se permitirá el encendido de vehículos en la zona afectada. Mientras el derrame no sea contenido adecuadamente, se eliminarán las siguientes fuentes de ignición en el área: · Se prohíbe fumar en el área. · El actuar de interruptores eléctricos queda prohibido. · No desconectar la toma de corriente. · No encender los motores de los vehículos en el área afectada. En caso que resulte necesario, la electricidad deberá ser cortada en el área afectada. El derrame jamás deberá llegar a los drenajes pluviales, ríos o fuentes potables. Para impedir esto se recomienda hacer diques de arena, tierra o absorbentes sintéticos.	Establecer las causas del derrame para aplicar las medidas preventivas oportunas en caso que se presenten nuevas eventualidades. Elaborar un reporte de derrames de combustible. Se realizarán inventarios de combustibles y lubricantes para determinar la cantidad derramada. Una vez controlado el derrame, se realizarán pruebas de fugas en tuberías. Realizar la limpieza del área afectada. Se removerá el combustible derramado. Se determinará el volumen de suelo contaminado, tomando en cuenta la cantidad de combustible derramada y a través de un estudio de suelo que deberá ser realizado en el área afectada. Implementar un plan de recuperación. La zona afectada deberá ser monitoreada por la presencia de gases en el ambiente, para controlar la presencia de atmósferas inflamables que puedan ocasionar explosiones o intoxicaciones en las zonas de trabajo.

~ **Se conformarán las siguientes brigadas**

- **Brigadas de protección de equipo y seguridad**

Se conforma una brigada de protección de equipo y seguridad que tendrá como principal función el resguardo de los equipos y suprimir los incendios. Esta brigada estará conformada por 8 trabajadores con buena salud, contextura y menor de 40 años.

- **Brigada de evacuación**

Se conforma la brigada de excavación que tendrá como objetivo dirigir al personal a los puntos de reunión y brindar los primeros auxilios a los trabajadores que sufran lesiones. Esta brigada estar integrada por 5 trabajadores con buena salud, contextura y menores de 40 años.

- **Requerimiento de equipos y materiales**

Los equipos y materiales necesarios para responder a los diversos eventos naturales o antropogénicas que pueden darse por las actividades que desarrolla la empresa son los siguientes:

Tabla 14-9: Equipos y Materiales Brigadas

Depósito hermético (polietileno de alta densidad)	El botiquín contará, al menos con el siguiente material:
Material absorbente Equipo de protección personal (mascarilla con filtro, guante de polietileno, lentes de seguridad, botas de hule, etc.) Palas Extinguidores Equipo de comunicación interna y externa (radio y celular) Megáfono	Gasas, vendas, algodón, analgésicos y sedantes. Agua oxigenada, alcohol y agua esterilizada. Ungüento y pomadas rehidratantes para quemaduras.

~ **Etapa de operación**

Tabla 14-10: Medidas de contingencia en la etapa de operación

Ante	Durante	Después	Responsable
Medidas preventivas o de respuesta ante sismo			
Conformación de brigada de primeros auxilios. Capacitación al personal de saludo sobre plan de contingencia ante sismos Establecimiento de rutas de evacuación	Activar brigada de primeros auxilios Evacuar el área Si es posible apagar equipos eléctricos Establecer enlaces de comunicación con COMUPRED, INETER, Bomberos y otras entidades relacionadas. Permanecer en áreas de seguridad establecidas hasta nuevo aviso	Evaluación de daños Reiniciar actividades de acuerdo al reporte de daños.	Recursos humanos ENACAL-Rivas
Medidas preventivas o de respuesta ante inundación			
Conformación de brigada de primeros auxilios. Capacitación al personal de saludo sobre plan de contingencia ante sismos Establecimiento de rutas de evacuación.	Activar brigada de primeros auxilios Evacuar el área Si es posible apagar equipos eléctricos Establecer enlaces de comunicación con COMUPRED, INETER, Bomberos y otras entidades relacionadas. Permanecer en áreas de seguridad establecidas hasta nuevo aviso.	Evaluación de daños Reiniciar actividades de acuerdo al reporte de daños.	Recursos humanos ENACAL-Rivas

Ante	Durante	Después	Responsable
Medidas preventivas o de respuesta ante huelga			
Mantener comunicación cordial con los trabajadores Se deberá de definir las fechas de pago y cumplirlas. Aclarar cuando falten suministros de equipos de seguridad a los trabajadores.	Mantener la calma Mantener comunicación con las autoridades correspondientes Permanecer en áreas de seguridad establecidas hasta nuevo aviso.	Una vez resuelto el conflicto, realizar un reporte de daños y reanudar actividades	Recursos humanos ENACAL-Rivas
Medidas preventivas o de respuesta ante incendio y/o explosiones			
Capacitar al personal sobre el plan de respuesta ante incendios Mantener limpios y libre de obstáculos las áreas de trabajo Realizar inspección de las áreas que presentan riesgos de incendios Establecer rutas de evacuación y colocar extintores y otras herramientas de lucha contra incendios en las distintas áreas de la PTAR Revisar extintores de manera periódica Reemplazar los extintores que no se encuentren en buen funcionamiento	Mantener la calma Activar brigada de contra incendios Desconectar equipos En caso de ser el incendio pequeño utilizar los dispositivos contra incendios más cercanos Comunicarse con los bomberos	Realizar evaluación de daños De acuerdo con resultados de evaluación, reanudar actividades.	Recursos humanos ENACAL-Rivas

d) Inventario Logístico

Equipo de protección Personal

El equipo de protección personal se debe de entregar a cada trabajador tanto de parte del contratista como trabajadores directos de ENACAL en todas las etapas del proyecto. Los equipos de protección deberán ser entregados a partir de un análisis de riesgo de cada tipo de actividad a realizar.

· Casco de Seguridad no metálico.
· Guantes de protección frente a agresivos químicos (para los trabajos de manipulación del hormigón o de acelerantes de fraguado).
· Arnés de seguridad (para trabajadores ocupados al borde de zanjas profundas)
· Botas de seguridad contra riesgo mecánico (para todo tipo de trabajos en ambiente seco)
· Ropa impermeable al agua (en tiempo lluvioso)
· Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajo en la manipulación de materiales).
· Mascarillas antipolvo



Herramientas y accesorios

Entre las herramientas con las que se debe disponer se encuentran pala, machetes, mecates, cables, camilla, gastos hidráulicos y mascarillas. En la etapa de construcción, el contratista dispondrá de herramientas como parte de sus Stock, cuyos costos serán incluidos en el contrato de construcción. En la etapa de operación, el costo de este inventario será parte del presupuesto general de ENACAL.

Señalizaciones

En la etapa de construcción, el contratista deberá señalizar todas sus frentes de trabajo, tanto para comunicación de riesgo, ubicación de equipos, puntos de reunión, rutas de evacuación y desvío de tráfico, entre otros. El costo de estas señalizaciones estará incluido en el contrato de construcción. Una vez construida la PTAR, RAS y las EBARs y estén listas para la puesta en marcha, el presupuesto aproximado para la instalación de señalización es de alrededor de $600.00.



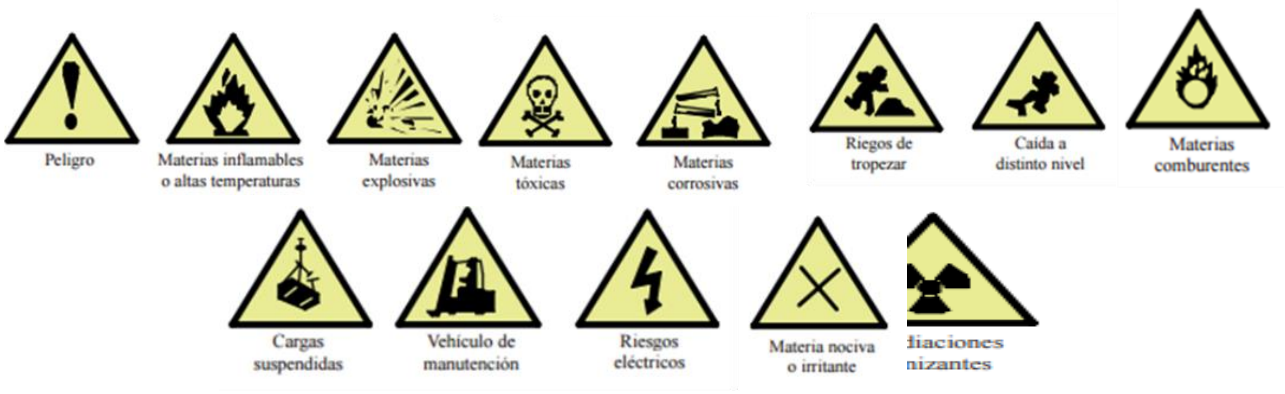
Señales de Obligación



Señales relativa a la lucha contra incendios



Señales de salvamento o de emergencia



Señales de advertencia



Señales de prohibición



Señal de contingencia

Figura 14-1: Señalizaciones necesarias

Botiquín de primeros auxilios: se requiere que cada frente de trabajo tenga un botiquín debidamente abastecido con todos los elementos necesarios que requieren en caso de una emergencia. El costo aproximado es de $ 300 de cada botiquín y estarán incluido en el contrato de construcción. En la etapa de operación ENACAL dispondrá de botiquines en la caseta del operador y en el vehículo asignado para operaciones de mantenimientos para lo cual se destinará aproximadamente $ 600.00.

e) Metodología de Evaluación y Seguimiento

El Plan de Contingencia resulta de la revisión y análisis de la información existente para la preparación ante las diferentes emergencias posibles. Una vez que se determinan las medidas de seguridad para evitar la ocurrencia de contingencia y creado el Plan se realizan las siguientes tareas:

· Crear una estructura organizacional del personal que estará involucrado en una respuesta a emergencia.
· Establecer los canales de comunicación constante con los principales actores involucrados con el proyecto.
· Identificar y demarcar las áreas vulnerables que puedan requerir acción prioritaria en caso de emergencia estableciendo las vías de evacuación y actividades de conteo y verificación del personal.
· Preparar y entrenar al personal frente a la ocurrencia de emergencias.
· Realizar simulacros para preparar a todo el personal en cómo se debe actuar en caso de una emergencia. Este deberá realizarse por lo menos dos veces al año.
· Gestionar el equipo necesario para responder a las contingencias.

A partir del reconocimiento de un incidente el equipo local de respuesta a emergencias es responsable de:

· Determinar la magnitud del evento.
· Determinar el nivel de respuesta requerida (si requiere notificación externa o únicamente respuesta interna). El jefe de turno alertará a la Delegación y ésta al Puesto de Mando, conocido como el Centro de Operaciones de Emergencia de ENACAL, COEE determinará si es necesario contactar a las demás institucionales.
· Iniciar las acciones de respuesta inicial (contención, mitigación, evacuación, o atención medica).

Todo incidente, accidente o siniestro de cualquier índole debe ser comunicado a la línea de emergencias de ENACAL para el reporte en el enlace del Puesto de Mando hacia la Presidencia Ejecutiva y su correspondiente investigación y desarrollo de medidas de intervención y prevención.

El plan de contingencia del proyecto deberá evaluarse y actualizarse de forma anual, incorporando el análisis de incidentes, accidentes o emergencia de cualquier índole presentadas en el periodo de revisión, para establecer medidas de prevención, control y/o mitigación apropiadas y evitar en lo posible nuevas incidencias en el futuro.

f) Programas de Capacitación y Seguimiento.

A nivel COMUPRED se ha venido impulsando el reconocimiento de los riesgos en los municipios, el análisis y reflexión colectiva acerca de las experiencias que hemos adquirido en situaciones de desastres anteriores, elaboración del inventario de recursos y necesidades, elaboración y validación periódica del plan de prevención, mitigación y atención de desastres y planes contingentes, capacitación y entrenamiento continuo a través de los ejercicios de simulacros para responder de manera adecuada ante eventos que puedan presentarse en el municipio. Se han realizado acciones de capacitación sobre primeros auxilios, contraincendios, plan de respuesta familiar, y multiamenazas.

Tabla 14-11: Programa de Capacitación

Tema	Indicadores de Cumplimiento	Responsable	Cronograma
Salud ocupacional y seguridad Integral. Para prevenir accidentes y enfermedades se darán capacitaciones sobre el tema, de manera de dialogo.	Capacitados a cuatro grupos de 13 empleados en los temas de salud ocupacional y seguridad integral.	Contratista / ENACAL	20 minutos por semana, iniciando el primer día de la semana.
Manejo integral de residuos sólidos. Capacitar al personal sobre la separación de los residuos sólidos en la fuente y concientizarlos de la importancia del reciclaje y reutilización.	Capacitado a todo el personal de construcción en la separación de desechos sólidos y hacer uso del Reciclaje. 4 Contenedores rotulados para realizar la separación de desechos sólidos.	Contratista / ENACAL	Una capacitación mensual. Durante la construcción.
Manejo y disposición de residuos líquidos. Capacitar al personal para el manejo de los residuos líquidos contaminados y hacer cultura con los obreros para el manejo de los baños.	Capacitados a 2 grupos de 25 empleados en los temas de manejo de residuos líquidos. 2 letrinas móviles utilizadas.	Contratista / ENACAL	Una mensual durante la construcción.
Capacitación Programa de Gestión Ambiental. Dar a conocer a todo el personal las medidas establecidas en el PGA y los Alcances de las licencias y permisos ambientales	Cumplido en la implementación de todas las medidas ambientales del EIA y PGA, en toda la etapa de construcción.	Contratista / ENACAL	Una mensual durante el contrato de obra.
Aprovechamiento de recursos Naturales. Capacitar a las personas para que no realicen tala y caza de animales.	Cumplimiento por todo el personal de la construcción en la protección de la flora y fauna circundante del proyecto.	Contratista / ENACAL	Uno previo al inicio de las actividades y uno durante la actividad de aprovechamiento de la vegetación.
Dar a conocer a todo el personal el Plan de Contingencia elaborado para el proyecto.	Todo el personal de construcción Cumpliendo en la implementación del Plan de Contingencia.	Contratista / ENACAL	Uno al inicio de las actividades y se repetirá cada 6 meses durante la construcción.

g) Costos

El contratista deber prever no solamente los costos de los ítems considerados en la oferta económica, conforme el Pliego de la Licitación. Para ello debe considerar no omitir estos costos, porque se exigirá el cumplimiento de cada uno de los Planes del Programa de Gestión Ambiental sin que ello implique costos adicionales.
Los costos asociados al Presente plan son los derivados de las medidas de: Plan de Acción, costos del inventario logístico, costos de los programas de capacitación y simulacros y el plan de manejo de tránsito vehicular.

h) Responsable

El contratista es el responsable de la implementación del presente Plan de contingencia durante la etapa de construcción. Corresponde a la empresa de ENACAL la Fiscalización, verificar el cumplimiento y presentar informes correspondientes a la supervisión del Proyecto.

i) Manejo de tránsito Vehicular dentro de la zona del proyecto y en el área de influencia.

El Programa de Manejo del Tránsito (PMT) debe de cumplir con las obligaciones emergentes de la legislación vigente de la Policía Nacional y del Ministerio de transporte. La circulación vial y movimiento de vecinos deberá ser restringida u obstruida lo menos posible. Los conductores y los peatones deberán ser guiados de manera clara mediante dispositivos en la aproximación y cruce de la zona de obras.

Asegurar los niveles de operación aceptables, realizando inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito. Difundir y divulgar de los trabajadores temporales a ser desarrollados, con el propósito de que se tenga un buen conocimiento de ellos por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

Objetivo

Diseñar y cumplir con el manejo del tránsito a fin de garantizar la seguridad, tanto de los operarios, como de la población.
Establecer un trazado de circulación, con el fin de lograr un manejo del tránsito eficiente.
Establecer la cartelera y señales a utilizar así como también fijar la ubicación de las mismas.

Consideraciones Generales.

Será responsabilidad del Contratista el cumplimiento de legislación vigente de la Policía Nacional y del Ministerio de transporte y la verificación estará a cargo de la Policía Nacional y notificará cuando este no se cumpla, y si lo considera oportuno indicará medidas a tomar, por lo cual el contratista deberá tomar las acciones correctivas necesarias.

Al finalizar las obras, el contratista restablecerá las calles y veredas a las condiciones iniciales o mejores, antes del inicio de los trabajos. En el plan de manejo de transito se incluirá el horario de entrada y salida de os insumos de construcción, a fin de evitar más aglomeración dentro de la zona de obras.

Se debe contar con todas las señales: Preventivas, reglamentarias, informativas, avisos de senderos peatonales; los frentes de obra cuentan con suficientes balizas (barriles, conos, luces intermitentes, etc.). Barricadas, banderilleros, iluminación, señalización de entrada, salida, sentido de la circulación, será informado en los medios, el transporte público y usuarios en general conoce los desvíos, están señalizados con antelación, se reestablecen adecuadamente las condiciones de cada tramo luego de la ejecución de las obras, entre otros.

Medidas de ejecución

Permisos: El Contratista deberá diseñar un programa de manejo de tránsito y desvíos que deberá someterse a la Municipalidad y Policía Nacional de Rivas, así mismo, deberá informarse y gestionar los permisos municipales y otros que se aplican al tránsito vehicular.
Señales informativas: Estas informan a los transeúntes sobre la aproximación a un lugar en el cual las condiciones normales de circulación han sido modificadas por el desarrollo de las obras. Se utilizaran señales tales como: letreros o cartel de obra.

Señales de inicio de obra: Estas señales informaran al usuario de la vía y a los habitantes de la zona a que distancia se inician obras. Serán colocadas en un radio de 300 metros de la obra, no solamente en la obra misma, sino con la antelación suficiente.
Señales de desvío: Estas señales deberán informar claramente que más adelante y a que distancia se inician los desvíos. Serán colocadas desde de 300 metros antes del inicio de la obra.
Señales Preventivas: Estas alertan a los usuarios sobre la aproximación a un lugar en el cual las condiciones normales de circulación han sido modificadas por el desarrollo de las obras y previenen que ocurran accidentes.
Señales de trabajos en la vía: Las que serán instaladas en un radio de 100 metros del inicio de las obras a ser construidas, abarcando todos los sentidos de tránsito en la zona.
Señales de Maquinarias en la vía: Serán instaladas en un radio de 100 metros de las obras a ser construidas, abarcando todos los sentidos de tránsito en la zona.

Otros dispositivos adicionales: son todos aquellos implementos utilizados para seguridad en la protección de los ciudadanos, tales como:

Barricada: Estarán formadas por barreras horizontales, fijadas a caballetes, la altura de cada barricada deberá ser de 1.50 m como mínimo.
Mallas Plásticas: De color naranja y aproximadamente 1 m de ancho, serán utilizadas como vallados de seguridad, para aislar completamente una zona de obra.
Conos viales: Los conos viales estarán hecho en PVC naranja fluorescente con franjas blancas reflectivas, tendrán una altura de 70 cm.
Barriles Plásticos: tendrán un alto de 100 cm y diámetro de 60 cm, serán de color naranja fluorescente con franja blancas reflectivas.

Movimiento de vehículos, equipos, maquinarias y materiales: Se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción en las intersecciones, para la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros y demás, para el frente de ejecución. El contratista debe garantizar que en todo momento se encuentren aislados los sitios en los que se realice cualquier actividad de obra, de instalación, etc. del proyecto, para asegurar las condiciones del flujo peatonal y/o vehicular.

14.3 Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos

El propósito fundamental de los planes de manejo de residuos, de acuerdo con la Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos, es la prevención de su generación y la valoración de los que se generen, en cuyo caso no serán considerados como residuos sino como subproducto o insumo. Estos planes, son los instrumentos más novedosos introducidos en la nueva legislación con el propósito de promover la prevención de la generación de residuos, la disminución en el consumo de materiales, el aprovechamiento óptimo de los materiales con valor económico contenidos en los residuos, y la reducción del volumen de residuos que van a parar a los rellenos sanitarios o vertederos.

Este Plan establece los lineamientos generales para realizar correctamente las actividades de minimización de origen, recolección, segregación, almacenamiento temporal, transferencia, transporte, tratamiento, re-uso disposición final y monitoreo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en las diferentes etapas y actividades del proyecto. Como principio de gestión ambiental, se priorizara la minimización de la cantidad y la peligrosidad de los residuos sólidos en la fuente de origen.

~ Objetivo General

Garantizar la gestión integral de los residuos sólidos generados por el desarrollo del proyecto de construcción del sistema de saneamiento en las diferentes etapas del proyecto, de manera que no se comprometa la salud ni la seguridad de los trabajadores y pobladores locales aledaños y se proteja el medio ambiente.

~ Objetivo Específicos

· Reducir la generación de residuos sólidos a través de iniciativas como la implementación de buenas prácticas operacionales, programas de capacitación y sensibilización a la población.
· Promover el reúso y reciclaje de los residuos sólidos generados durante las etapas de construcción, operación y abandono en los sitios propuestos a intervenir por el proyecto.
· Segregar, acondicionar en lugares de acopio temporal, transporte a sitios de disposición final, tratar y disponer en forma segura los residuos sólidos que no puedan ser re-usados o reciclados de acuerdo a sus características de peligrosidad, de tal manera de no causar daños a la salud y al ambiente.

~ Etapa de Construcción

o Generación de Residuos y desechos

· Los residuos que se generarán durante la etapa de construcción se derivan del desbroce del área de emplazamiento, tales como material vegetal, restos del mismo material vegetativo.
· Garantizar que el rescate de la madera, sea de fácil remoción y transporte. Así mismo se garantizará el registro volumétrico y de especies cortadas, autorizadas previamente por INAFOR.
· Desechos orgánicos generados por los trabajadores, desechos de comidas, papel, bolsas y botellas plásticas, cartón, etc.

· Desechos de malezas, tierra, piedras, ladrillos, hormigón, bolsas de cementos, cables eléctricos, tubos de PVC, etc. Generados en el desmonte para la construcción de la planta de tratamiento y estaciones de bombeos.
· Residuos de demoliciones de vías y andenes (materiales de concreto, asfalto, recebos y tierra).
· Restos de placas, vigas y columnas en concreto.
· Residuos de asfalto generados durante la rehabilitación de estructuras de pavimentos.
· Materiales de excavación tales como material vegetal, arenas, gravas, arcilla y limos.
· Trozos de ladrillos, bloques y teja.
· Residuos de mezcla de morteros, cemento.
· Residuos de sub-base, base y asfalto.
· Concretos y Agregados sueltos, de construcción, de demolición.
· Elementos: ladrillos, cemento, acero, mallas, madera, formaletas y similares.
· Agregados sueltos: grava, gravilla, arena y recebos y similares.

Los residuos procedentes de la construcción de las obras civiles de los diferentes componentes (bolsas de cementos, restos de concreto, bolsas plásticas, mangueras, tuberías y cables); residuos generados en el área de trabajo, bodegas (cajas empaques, papeles etc.); todo estos desechos son reciclajes y se promoverá su reciclaje a través de la entrega a empresas que cuenten con la debida Autorización Ambiental emitida por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).

Se ha considerado una producción per cápita de 1.2 kg/habitantes/día, en la etapa de construcción estarán operando 191 trabajadores, generando una estimación de desechos sólidos orgánicos de 229.2 kg/día, valorando la densidad de las basura de papeles, envases y bolsas plásticas, según información de Manuales elementales de servicios municipales elaborados por AMUNIC e INIFON.

- **Manejo de los Residuos y Desechos**

En el manejo de los residuos sólidos se consideran las siguientes actividades:

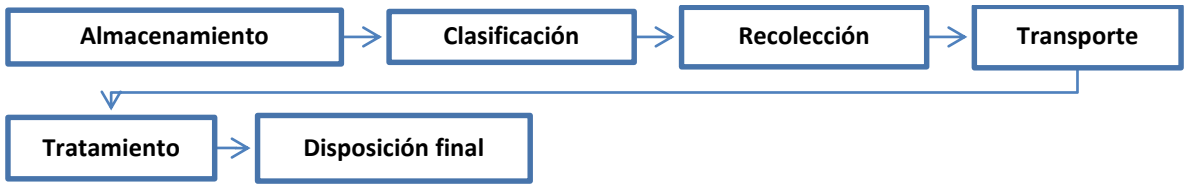


Figura 14-2: Actividades de Manejo de Residuos Sólidos

- **Almacenamiento**

Los residuos de tala, desbroce y destronque serán apilados de tal forma que no causes desequilibrio en el área de trabajo hasta ser desalojados al sitio determinado para la disposición final.

· Es responsabilidad del contratista contar con un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos y no peligrosos. Las áreas de almacenamiento temporal serán habilitadas de acuerdo a lo establecido en la regulación vigente. Que establece que serán áreas:
  - Techadas, ventiladas y ubicadas donde no haya riesgo de inundación y que se fácil acceso.

- Estar dotado de extintores según la normativa del ente regulador correspondiente, en este caso La Dirección General de Bomberos de Nicaragua.
- Contar con señales, letreros y/o símbolos alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- Piso impermeables.
- Drenaje interno para captación de posibles derrames.
- Tendrán muro perimetral de proporcionalidad altura, que no permita la posible salida de vertido ni la entrada de agua pluviales.
- El sitio debe tener una capacidad de almacenamiento mínima de tres veces el volumen promedio de residuos peligrosos generados diariamente y por periodo no mayo de 90 días, contados a partir de la fecha de generación.
- El acceso al área de almacenamiento solo se permitirá al personal responsable de estas actividades.

· En el área de almacenamiento temporal se dispondrán los recipientes sobre polines tapados, principalmente los residuos que almacenen residuos domésticos.
· En las áreas de trabajo de los talleres o áreas permanentes de trabajo se destinará un sitio de almacenamiento temporal de los desechos sólidos, antes de su traslado al sitio de disposición final.
· En los sitios de trabajos ambulatorios (aperturas de zanjas, colocación de tuberías,) deberán colocarse barriles a cierta distancia entre sí para disponer los desechos peligrosos y no peligrosos.
· La superficie donde se almacenen aceites y lubricantes usados será impermeabilizada, cubierto con un material no poroso que permita recoger o lavar cualquier vertido, sin peligro de infracción en el suelo.
· Todos los residuos se almacenarán en recipientes, con el fin de evitar su dispersión, serán recipientes plásticos o metálicos, los que serán suministrados en los diferentes frentes de trabajo.
· Los recipientes a utilizar para el almacenamiento de desechos peligrosos serán resistentes, herméticos, con identificación del tipo de residuo, condición peligrosa con su símbolo correspondiente, estado físico, cantidad, procedencia y fecha de envasado. Los recipientes o bolsas serán recogidos diariamente al final de la jornada, así como los residuos que hayan quedado dispuestos fuera de estos recipientes.
· El traslado de los residuos al sitio de disposición final se realizara con una frecuencia semanal o quincenal, en función del volumen generado.
· Los residuos metálicos, se adecuarán y se almacenarán temporalmente con su respectiva señalización informativa y preventiva para su disposición posterior.
· Se deberá capacitar al encargado del almacén (área de almacenamiento temporal de los residuos y sean peligroso y/o no peligroso), para la clasificación y colocación de los residuos que ingresen. Una vez adentro, el operador, verificara el tipo de residuo, lo separará y clasificará según sea el caso, lo ubicara en el deposito correspondiente a su clasificación, siguiendo todas las medidas de seguridad pertinente. Los envases serán colocados sobre polines o paletas de madera para evitar su contacto directo con el suelo y se cuidara la disposición de los envases en el área de almacenamiento no presente peligro de contaminación unos con otros, ni de caídas por apilamiento.
· En el área de almacenamiento de residuos peligrosos se contara con dos extintores tipo ABC.

- **Clasificación**

Una adecuada segregación de los residuos depende de realizar una clasificación, según los siguientes criterios:

Residuos Sólidos Peligrosos: se entiende por residuos peligrosos aquellos que en cualquier estado físico, contengan cantidades significativas de sustancias que pueden presentar peligro para la vida y la salud de los organismos vivos cuando se liberan al ambiente o si se manipulan incorrectamente debido a su magnitud o modalidad de sus características corrosivas, toxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritante o de cualquier otra características que representen un peligro para la salud humana, la calidad de vida, los recursos ambientales o el equilibrio ecológico (NTON 05-015-01 Norma para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos). En esta categoría se encuentran: grasas, paños absorbentes, hilazas contaminadas, suelos contaminados por derrame accidental, filtros de aceites, pinturas, solventes (recipientes usos eventuales), aceites usados, baterías de ácido plomo usadas de vehículos.

Residuos no peligrosos: todos aquellos desechos o combinados de desechos que no presentan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos (NTON 05-014-02 NTON para el Manejo, Tratamiento y Disposición final de los Desechos Sólidos No Peligrosos). En esta categoría se incluyen los que se generan de las actividades diarias de oficina, restos de alimentos, también se incluyen los restos de materiales de los procesos que se realizan, que pueden ser plásticos, chatarra, cables eléctricos, envases de metal plástico limpio, madera.

- **Recolección**

Los recolección de los residuos se realizara in situ, los recipientes serán de plásticos o barriles de 55 galones de capacidad, que estarán debidamente rotulados para su identificación y colocados conforme a la generación delos residuos por área de trabajo. Los residuos peligrosos, especialmente las piezas de recambio de maquinarias de equipos, guantes y trapos contaminados, envases de pintura, suelo contaminado por derrames de aceite motor, diésel o cualquier otro combustible utilizado en vehículos y/o maquinarias y/o equipos, entre otros, serán clasificados y almacenados de acuerdo a su tipo según normativa correspondiente. El manejo de los desechos peligrosos cumplirá con lo establecido en las NTON 05-015-01 y la NTON 05-014-02 y otras normativas que surjan en su efecto, se contratará una empresa especializada que cuente con el permiso ambiental emitido por la Autoridad Competente. Inclusive cumpliendo con las políticas de salvaguarda la OP-703-B10, sobre residuos peligrosos.

- **Transporte**

El transporte de los residuos peligrosos y no peligrosos deberá cumplir con los criterios establecidos en la NTON 05-015-01 y la NTON 05-014-02 y con las políticas de salvaguarda del Banco, principalmente la OP-703-B10 sobre residuos peligrosos. A los camiones de transporte de desechos, deberá proveerse de los mecanismos necesarios para garantizar el correcto transporte y aislamiento de dichos materiales. El cajo del camión deberá contar con un sistema que permita sujetar las bolas o contenedores, al fin de impedir que se deslicen durante el transporte. Los residuos no deberán perturbarse, en los posibles, durante la carga, transporte o descarga.

- **Tratamiento**

Se reciclaran los residuos tales como: vidrio, residuos metálicos, chatarra metálica, baterías, realizando las debidas separaciones, clasificaciones y almacenamiento temporal adecuadas en el campamento,

según las disposiciones establecidas en la NTON 05-015-01 y la NTON 05-014-02. En todo momento, se minimizará la generación de los residuos (peligrosos y no peligrosos) mediante la aplicación de prácticas de reutilización, recuperación y reciclaje, reduciendo los riesgos de contaminación y de costos de manejo. Los desechos no reciclables, como los equipos de protección personal inservibles o desechables como mascarillas, guantes, cascos, serán manejados como desechos no peligrosos y su disposición será en el vertedero municipal previa autorización de la municipalidad. Recolectar, seleccionar y disponer todos los desechos y residuos, de manera que no constituyan un peligro para la salud pública. Con respecto, a los residuos sujetos al reciclaje, se entregaran a empresas dedicadas a ello, que cuente con la debida autorización.

- **Disposición final**

Los desechos sólidos no peligrosos se depositarán en sitios autorizados por la Alcaldía Municipal de Rivas según corresponda. El contratista, para el tratamiento y/o disposición final de los residuos peligrosos generados por el proyecto, contratará únicamente los servicios especializados y autorizadas por la Autoridad Competente (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales), para el manejo de los residuos peligrosos. Será determinante prohibido la descarga de cualquier tipo de contaminante directamente al suelo o cualquier cuerpo de agua o cualquier sitio no aprobado previamente. Bajo ninguna circunstancia se verterán residuos peligrosos y no peligrosos en el suelo, subsuelo y/o cuerpos de agua superficial, permanentes o temporales. Será terminante prohibida la quema a cielo abierto para la eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, de arbustos o malezas, en áreas desbrozadas, o de otros residuos.

El proyecto deberá disponer recipientes de recolección de desechos (barriles con capacidad de 55 galones) en los diferentes frentes de obra, estos recipientes no serán de material combustible y deberán contar con tapadera para evitar la penetración de agua de lluvia o esparcimiento de los desechos por la acción del viento o animales. Se llevará un registro de control de todos los materiales peligrosos usados y almacenados y dispuestos fuera del área del proyecto.

- **Seguimiento y Evaluación**

La empresa contratista es la responsable de garantizar la recolección, almacenamiento temporal y disposición final de estos residuos y desechos, tanto peligrosos como no peligrosos y ENACAL en conjunto con la Alcaldía Municipal de Rivas, supervisaran el cumplimiento del objetivo del Plan de Manejo, respetando la normativa ambiental correspondiente. El contratista implementará una matriz de seguimiento de donde registrará las acciones ejecutadas y aspectos relevantes de las actividades, los reportes serán entregados periódicamente mensual al PISASH donde el supervisor hará los debidos comentarios y/o recomendaciones, en el caso que los resultados no reflejen el cumplimiento o bien cuando lo estipule el contratista.

~ **Fase de Operación**

- **Manejo de Lodos de sistema de conducción**

Realizar el mantenimiento de redes preferiblemente en horarios de bajo flujo vehiculara y peatonal.

En caso que sea necesario realizar el escurrimiento del lodo para deshidratación, es recomendable depositar el lodo sobre geo membrana de polietileno y en un sitio aledaño al sitio que no afecte el paso vehicular ni peatonal. En caso de presentarse malos olores, se debe aplicar cal al material almacenado temporalmente.

El material puede depositarse en forma de cordón y pila y cubrirse debidamente con plásticos para evitar el arrastre de material y la interrupción del escurrimiento. El tiempo máximo de escurrimiento debe ser de 24 horas. Durante el transporte en volquetas, el material debe ir debidamente cubierto de tal forma que se evite el derrame de material sobre las vías públicas. El transporte debe realizarse preferiblemente en horarios de bajo flujo vehicular.

- **Disposición de lodos deshidratados**

Los lodos deshidratados después de haber finalizado su proceso de deshidratación en los lechos de secado deben ser dispuestos de forma segura. Generalmente, se utilizan varios sistemas para su reúso, reuso, especialmente como enriquecedor y mejorador de la estructura del suelo, para ello es necesario, hacer los análisis correspondientes de calidad del producto. Es recomendable establecer la debida coordinación con el área de manejo de vertedero para que al realizar las capas de cobertura, especialmente las capas superficiales, que dichos lodos deshidratados sean mezclados con la tierra utilizada para llevar a cabo el procedimiento, por lo que la utilización de la mezcla del lodo con suelo representa un beneficio ambiental económico.

- **Generación de residuos y desechos**

Residuos generados en el área de trabajo. Desechos sólidos orgánicos e inorgánicos. Generación de residuos peligrosos, especialmente generados en las actividades de mantenimiento de los equipos, como: guantes, trapos impregnados con aceite, envases de pinturas, suelo contaminados por derrame entre otros.

- **Clasificación**

Se cumplirá con la disposiciones establecidas en el marco regulatorio ambiental Nacional, con respecto al manejo de los desechos sólidos peligrosos y no peligrosos (NTON 05-015-01 y la NTON 05-014-02).

- **Recolección**

Se dispondrán en recipientes plásticos o metálicos los residuos generados.
Se dotará al personal de equipos de protección personal para la recolección de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos como: guantes, mascarillas, botas etc.

- **Almacenamiento**

Los recipientes de residuos y desechos según su tipo, será dispuesto en la misma área de generación para su posterior disposición final, siempre cumpliendo con las disposiciones regulatorias Nacional.

- **Transporte**

El transporte de los residuos peligrosos y no peligrosos deberá cumplir con los criterios establecidos en la NTON (05-015-01 y la 05-014-02) y con la política de salva guarda del banco, principalmente la OP-703-B10 sobre residuos peligrosos.

- **Disposición final**

Los residuos sólidos no peligrosos se depositaran en sitios autorizados por la Alcaldía de Rivas. Con respecto a los residuos sólidos peligrosos serán entregados a una empresa especializada que cuente con el permiso ambiental correspondiente, como: SERTRASA, HANTER METAL, etc. Será terminantemente prohibida la descarga de cualquier tipo de contaminación de peligroso y no peligroso, directamente al suelo, cuerpo de agua o cualquier sitio no aprobado previamente. No se quemaran residuos sólidos.

~ **Fase de abandono y/o cierre del Proyecto**

Se aclara que aunque este tipo de proyecto contemple cierre, sino más bien ampliación o mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de las aguas residuales. En aquellos casos fortuitos como cierre y/o abandono, se tomaran las siguientes acciones:

Inmediatamente se iniciarán las operaciones de limpieza. Todos los materiales, equipos, herramientas y/o unidades deberán ser retiradas del área después del levantamiento in situ (sitios proyectados para la PTAR y EBAR), demás deberán retirarse del área, los contenedores de almacenamiento de desechos. Para las actividades de desmantelación, se garantizará que todos los equipos y maquinarias estén calibrados de manera que no sobrepasen el valor máximo permitido de decibeles.

Se realizará la reforestación y/o revegetación nativa, en áreas donde esta haya sido removida completa o parcialmente, como resultado de la construcción de las diferentes unidades de tratamiento, instalación delos diferentes componentes (EBARs, Subestación eléctrica), dicha reforestación se hará a una capacidad productiva similar, o mejor que su condición pre-alteración. Una vez que toda la vegetación haya sido retirada durante el desmonte deberá ser reducida a trozos pequeños, para esparcirla en los lugares donde el suelo haya sido removido, con la finalidad de evitar la erosión.

Si el cese o cierre fuese definitivo, se deberá realizar una inspección ambiental del área dela PTAR, EBARs y Subestación. El proyecto podrá auxiliarse de empresas consultoras de reconocido prestigio y experiencia en el campo profesional vinculado a la evaluación de impacto ambiental ante el cierre definitivo de determinado proyecto.

14.4 Plan de Manejo de las Aguas Pluviales

La escorrentía de aguas pluviales ocurre cuando la precipitación de lluvia cae y corre sobre los techos de los edificios, en calles, aceras y en cualquier otra superficie impermeable. Estas aguas en lugar de introducirse en el suelo, corren sobre la superficie y llegan a los drenajes pluviales. El drenaje pluvial de Rivas descarga en el sistema localizado a orillas de las carreteras y buscan el cauce que tienen su destino final el lago de Cocibolca.

Estas aguas pluviales pueden recoger basuras, suciedad, aceites y otros contaminantes que fluyen al sistema de Alcantarillado pluvial o directamente a lagos, arroyos, ríos, quebradas, humedales o aguas costeras.

Todo lo que entra al Sistema de Alcantarillado pluvial es descargado, sin tratamiento, a los cuerpos de agua que son usados para nadar, pescar y como suministro de agua potable. La contaminación de las aguas pluviales se debe al aumento del volumen de agua proveniente de las superficies impermeables y la concentración de contaminantes en el agua pluvial.

~ **Las aguas pluviales pueden recoger**

· Basura
· Detergentes
· Grasas y aceites
· Desechos de animales
· Sedimentos, Sólidos suspendidos: pequeñas partículas de tierra
· Sustancias Peligrosas: fertilizantes, plaguicidas, metales, combustibles, etc.

La ciudad de Rivas tiene un sistema parcial de drenaje pluvial conformado por alcantarillas, vados, cunetas que descarga las aguas en cauces que la conducen para ser dispuestas en el Rio Oro. Así mismo existen cauces naturales dentro del casco urbano que recolectan las aguas pluviales que escurren por las calles y avenidas, los que también las conducen hacia el mismo cuerpo receptor, el cual desemboca finalmente en el Lago Cocibolca.

~ **Objetivo**

Estabilizar hidrológicamente el área de trabajo a través del diseño e implementación de estructuras hidráulicas tales como canales de drenajes, dique, pozas de detención/ retención y pozas de almacenamiento para interceptar, contener y transportar escorrentía pluviales.

~ **Responsable de la ejecución**

La implementación del Plan en la etapa de construcción estará a cargo por el contratista y subcontratista y supervisor de ENACAL; en la etapa de operación estará a cargo de la Gerencia Ambiental de ENACAL.

~ Manejo de las Agua Pluviales Etapa de Construcción

En el periodo de lluvia la empresa constructora deberá realizar acciones para controlar las aguas pluviales y evitar la pérdida de suelo por arrastre de las mismas. Se utilizaran sistemas que como principio tiene retener el agua y luego descargarla despacio, de manera que el caudal final sea en la medida de lo posible al caudal que existía antes de la intervención. Entre las acciones están:

- El agua generada en el interior del proyecto será conducida hacia los puntos de descarga en el cauce natural, como medida para reducir el impacto de incremento de la escorrentía superficial por el cambio de uso del suelo, se espera regular los flujos superficiales (obras de contención provisionales) reduciendo el riesgo de inundación aguas abajo del proyecto. Lo anterior en cuanto al desarrollo de las obras en las calles del proyecto, que de manera particular presentan un patrón de drenaje que no se espera alterar sino más bien alcanzar la protección de las obras civiles para la instalación de las tuberías, y evitar la anegación y/o estancamiento de agua en las calles del casco urbano.
- Todas las obras de drenaje pluvial serán dimensionadas de manera apropiada para conducir los caudales requeridos, con velocidades mayores a las mínimas necesarias para evitar sedimentación y menores que las máximas permitidas para evitar la erosión hídrica en la excavaciones.
- Alrededor del sitio de excavación, se deberán construir canales perimetrales para la canalización del agua de lluvia y así evitar anegamiento de la zona.
- Se trabajará en la prevención de deslizamiento de los suelos en los cortes para la construcción de la planta de tratamiento y con los desechos sólidos que se generen durante la construcción y que pueden generar pérdidas en la calidad de la mismas.
- Capacitación al personal contratista sobre el manejo de desechos sólidos y Manejo de aguas pluviales.
- En las calles adoquinadas y asfaltadas, se inducirá las aguas de lluvias por las cunetas, no obstruyéndolas con montículos de tierra extraídas por las excavaciones de zanja. Formaciones de diques con sacos de arenas para proteger los pozos de visitas, zanjas, estaciones de bombeos etc.
- Las aguas de escorrentía pluvial, deberán ser conducidas hasta los canales y cunetas, con las pendientes necesarias para facilitar el drenaje. Previo a su vertimiento deberán ser descantadas o sedimentadas si estas contienen sedimentos arrastran materiales de las zonas de excavación, rellenos, diques o terrenos desprovistos de cobertura natural.
- Formaciones de diques con sacos de arenas para proteger los pozos de visitas, zanjas, equipos de bombeos, etc., que garanticen el manejo de contingencias por inundaciones que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos, especialmente durante las excavaciones.
- Se construirán canales de drenajes en la parte superior de las zanjas a fin de interceptar y conducir las escorrentías de agua superficiales de estas áreas a zonas alejadas de las instalaciones.
- Se procederá a realizar inspección visual diaria en el entorno de las zonas de trabajos.
- En el sitio temporal de almacenamiento de materiales (agregados, residuos) deberán de contar con canales perimetrales que conduzcan el agua al sistema de drenaje pluvial del sector.
- Se deben de mantener limpias las cunetas, canales y drenajes naturales y artificiales de aguas de lluvias, para lo cual se deberán retirar periódicamente los sedimentos y residuo que se acumulen y que obstruyan el flujo normal del agua.
- Para la entrega de agua de canales a cuerpos de agua natural, se deberán diseñar estructuras de disipación de energía y lechos de amortiguación con el fin de prevenir la formación de procesos erosivos o desestabilización del terreno natural.

- Se debe llevar un registro de eventos perturbadores a la comunidad por inundaciones indeseables con el fin de evitarlas.
- Se deberán tomar las medidas necesarias para garantizar que el cemento y concreto fresco no tenga como receptor final lechos o cursos de agua.
- Los cortes y demás obras de excavación deben avanzar simultáneamente con las obras de drenaje del proyecto. Durante la ejecución, el respectivo tramo de la vía debe mantenerse adecuadamente drenado.
- Se trabajará en la prevención de deslizamiento de los suelos en los cortes, para la construcción de la planta de tratamiento y con los desechos sólidos que se generen durante la construcción y que puedan generar perdida en la calidad de las mismas.
- Si la calidad de las aguas empeorase a consecuencia de las obras, se establecerán medidas de protección y restricción (limitación del movimiento de maquinaria, tratamiento de márgenes, barreras de retención de sedimentos, pozos de decantación provisionales entre otros).

~ **Medidas para el Control y Manejo de las Aguas Pluviales en la etapa de Operación.**

Desarrollar implementar un programa para prevenir o minimizar la contaminación de las aguas de escorrentías por operaciones del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Incluir adiestramiento al personal de ENACAL en medida y técnicas de prevención de la contaminación de las aguas de escorrentía, como limpieza de aceras, calles, cunetas, entre otras estructuras que conforman el sistema de drenaje pluvial en el mantenimiento de las redes, las estaciones de bombeo y la Planta de Tratamiento.

Concientizar a los usuarios, que no podrán descargar aguas pluviales al sistema de alcantarillados, la fiscalización del cumplimiento es efectuada por ENACAL y la contravención lo faculta a suspender la prestación de servicios, comunicándolo al ente regulador y MINSA o MARENA.

Las condiciones topográficas y configuración de la red de drenaje superficial agua abajo de la PTAR, permite la conducción natural de aguas pluviales por gravedad y descartar hasta a un cauce natural existente con sección hidráulica definida, de una forma segura desde el punto de vista de drenaje superficial, conforme a los análisis hidrológicos realizados.

14.5 Plan de Manejo de Hidrocarburos, Grasas, Aceites, entre otros

Las sustancias derivadas del petróleo son peligrosas debido al potencial de inflamabilidad y explosividad que presentan. De igual manera tienen el potencial para producir daño a la salud de las personas que interactúan con estos productos, así como causar severos daños al ambiente.

El manejo de hidrocarburos, grasas, aceites lubricantes, están asociados a la necesidad de dar mantenimiento a las maquinarias, equipos y vehículos a lo largo de todas las etapas del proyecto. Esto, además del almacenamiento y transporte requiere el conocimiento de las características técnicas de estas sustancias, así como estar preparados para cualquier eventualidad que se presente.

~ Objetivo

Establecer los lineamientos para manipular, almacenar, transportar y disponer de hidrocarburos en las áreas de trabajo del sistema de red, construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, de manera segura, en cumplimiento de la legislación ambiental de la Ley de Suministro de Hidrocarburos, con la mínima afectación al personal, propio y de contratista, terceros, vecinos, los equipo y el ambiente.

a) Caracterización y volúmenes estimados

Los hidrocarburos, en especial los aceites lubricantes son una mezcla compleja de productos diversos, comprenden mezclas que naturalmente acompañan a los derivados de petróleo como fenoles; metales pesados, heterocíclicos, mercaptanos, etc., y que a través del uso se van contaminando con agua, partículas metálicas originadas en el desgaste de las piezas en movimiento y fricción, compuestos órgano metálicos conteniendo metales pesados procedentes de los aditivos, ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación del azufre de los combustibles, compuestos de azufres, restos de aditivos: fenoles, compuestos de cinc, cloro y fosforo, compuestos clorados, disolvente, PCBs, etc., hidrocarburos polinucleares aromáticos, pesticidas y residuos tóxicos de cualquier tipo. Estas características hacen que los hidrocarburos, grasas y aceites lubricantes sean potencialmente peligrosos en caso de un manejo y disposición incorrecta dado que son altamente contaminantes y pueden causar contaminación de suelos, agua y aire, afectando directamente la fertilidad de los suelos y eliminación de hábitats.

El volumen de uso de las grasas y aceites lubricantes estará en dependencia del plan de mantenimiento de equipos en la construcción del sistema de tratamiento. En la etapa de construcción, el combustible (diésel, gasolina, gas, etc.), así como los aceites, lubricantes, diluyentes y otros derivados del petróleo, necesarios para la ejecución de los trabajos, serán previstos por los propios contratistas, en las instalaciones de faena no se permitirá el almacenamiento de combustibles, la maquinaria, herramientas y equipos deberán abastecerse en las estaciones de servicios más cercano de la ciudad de Rivas. El consumo medio de combustible por maquina es de 8 galones/días diésel, y 10.5 galones/días gasolina. En casos que la cantidad de combustible a utilizar y almacenar en el sitio llegase a diferir de lo plasmado en este EIA y superar la cantidad de los estipulado en la NTON 14 024 – 14, obligatoriamente, tanto el contratista como ENACAL deberán informa al MARENA y al MEM. A este último, se le solicitará licencia de permiso por autoconsumo.

b) Uso y Manejo

~ **Construcción**

El contratista deberá presentar un Plan de Contingencia, para el caso de que se produzca un vertido accidental en suelo y agua, con las medidas y métodos de remediación aplicables para aprobación de parte de ENACAL y contar con los seguros correspondientes para cubrir las posibles emergencias.

Al inicio de las obras, ser realizará un chequeo del sistema hidráulico y mangueras de presión antes de la jornada de trabajo en las maquinarias a fin de minimizar el riesgo de contaminación. En el sitio de desarrollo del proyecto no se estará permitiendo el cambio de aceite a ningún equipo o vehículo para prevenir contaminación de suelo y agua por derrame accidental. Estos trabajos deberán realizarse en una estación de servicio que cuente con las medidas de protección adecuadas para estas actividades.

Los camiones utilizados para el transporte de materiales de construcción y desperdicios de construcción, estarán abasteciéndose de combustible en las estaciones de servicios de Rivas. En caso de ser necesario, el suministro de combustible y lubricantes para la maquinaria pesada de corte, compactación o planta de emergencia, este será suministrado por camiones cisterna, debidamente equipados y rotulados, suministrados por las estaciones de servicios que operan dentro de la ciudad, estas deberán de establecer contrato y mecanismo provisorios de accidentes con la empresa ejecutora. Cuando hay necesidad de trasvasar un residuo, realizarlo en un área cubierta, impermeabilizada y mantener identificados los recipientes. El personal que manipula estos productos deberá utilizar elementos de protección personal adecuados. Se comprobará que no se produzcan vertidos durante el mantenimiento de la maquinaria y que los aceites usados son gestionados según la Normativa que resulte de aplicación. En caso de derrame, evitar que el material alcance los drenajes y utilizar los materiales apropiados de acuerdo a la magnitud del derrame: Material Absorbente, Palas, Escobas, Lazos, Arena, aserrín, recipientes para desechos, EPP.

~ **Operación y Mantenimiento**

Para el mantenimiento de unidades electromecánicas, ENACAL cuenta con cuadrillas de mecánicos y electromecánicos al servicio en todas sus plantas, lo cual se realizará en coordinación con la filial departamental. Entre los residuos peligrosos se encuentran: envases de sustancias peligrosas (lubricantes, aceites, solventes), pilas, baterías, grasas, aceites, lubricantes usados, paños absorbentes y trapos contaminados con líquidos con características de peligrosidad, suelos contaminados, filtros de aceites, aerosoles producto del mantenimiento de equipos y maquinaria de la planta. Este tipo de desechos serán separados y almacenados para su disposición final de acuerdo a la normativa correspondiente a desechos peligrosos y su volumen estará en función de las actividades propias de mantenimiento programadas.

c) Condiciones de Almacenamiento y Transporte

Se llevarán registro del uso y almacenamiento de los hidrocarburos. Los ingresos y salidas serán registrados, especificando los usuarios, lo cual permitirá establecer la correlación con los residuos peligrosos generados.

Se comprobará que, en las áreas destinadas a parque de maquinaria, zonas acondicionadas para el almacenamiento de material y residuos están cumpliendo con lo establecido en este plan de manejo para evitar la incorporación de material sólidos y otros contaminantes al cauce. Se deberá señalizar todos los recipientes que contengan estos productos, así como las zonas de arrancamiento, contando siempre con las hojas de seguridad correspondientes.

Almacenar todos los residuos tapados herméticamente en un lugar seguro y con identificación adecuada. Todos los sitios destinados para el almacenamiento de hidrocarburos, lubricantes, aceites, productos químicos, deberán contar obligatoriamente con un sistema de contención para fugas o derrames, sobre un suelo impermeable y techado. Estos productos se deberán almacenar en todo momento lejos de fuentes de calor o ignición. No se mezclarán otros productos, como anticongelante, solventes, agua, etc., se comprobará la correcta segregación de los residuos según su naturaleza y peligrosidad, así como las correctas condiciones de almacenamiento temporal en obra, estado de los carteles indicadores, estado de los contenedores, hasta su retirada por gesto debidamente autorizado.

El transporte de hidrocarburos deberá realizarse en recipientes autorizados y tomando todas las medidas necesarias para evitar que haya derrames o contingencias durante su traslado.

Los desechos caracterizados como peligroso (trapos impregnados con hidrocarburo; caja de filtros, grasas y aceites, baterías, pilas) serán almacenados en recientes herméticos para luego ser entregado a una empresa para su tratamiento final. Estos desechos, así como los desechos generados en caso de un derrame serán resguardados dentro del área de almacenamiento de desechos peligrosos de la subsidiaria hasta su posterior retiro y destrucción.

d) Disposición temporal y Final

Las actividades relacionadas con generación y manejo de residuos peligrosos, tales como los cambios de aceites y/o demás residuos peligrosos como consecuencia del mantenimiento de la maquinaria, se realizarán siempre que se posible en las estaciones de servicios para automotores, dado que disponen de los medios necesarios y los mecanismos de entrega de estos residuos a empresas gestoras especializadas.

Todos estos residuos, en especial los que son de naturaleza liquida pueden producir la contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas, por lo que es de estricto cumplimiento en todo momento, lo establecidos en la NTON 05 015 -02 “Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo, Tratamiento y Disposición final de los Desechos Sólidos Peligrosos”, además de Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el Manejo Ambiental de Aceites Lubricantes usados, NTON 05 032 – 10.

Para el correcto manejo y disposición de residuos se deberá cumplir con las siguientes medidas:

· Todos los residuos peligrosos deberán disponerse de acuerdo a lo establecido por las NTON correspondiente y entregadas a empresas autorizadas para el manejo de los mismos.
· Prohibido utilizar, almacenar o disponer aceites, solventes o cualquier producto químico próximo a cuerpo de agua.

- Se le prohíbe al contratista depositar residuos peligrosos directamente en los cuerpos de agua o quebradas, en las vías de circulación y en sitios donde existan procesos evidentes de arrastre por aguas de lluvias y erosión hídricas, de igual manera se prohíbe la quema de cualquier residuos sólido.
- Promover la correcta separación, de los residuos generados.
- En todas las etapas del proyecto, el aceite usado como los otros residuos será gestionado por empresas especializadas y debidamente autorizadas por las autoridades, las que se encargan de la reutilización y manejo de este tipo de desechos sólidos peligrosos. La empresa de manejo de residuos debe estar certificada para el transporte y disposición final de residuos peligrosos.
- Aceites quemados y paños impregnados de hidrocarburos y baterías serán trasladados por la empresa contratada para su disposición final. La empresa deber estar certificada para el transporte y disposición final de residuos peligrosos. La empresa puede ser SERTRASA, la cual se dedica a recolectar y reciclar este tipo de residuo.
- Las baterías vencidas del equipo automotor podrán ser recolectadas, almacenadas y entregadas preferiblemente a la Empresa Acumuladores Centroamericanos, S.A. que es una empresa que está captando este tipo de residuos y los recicla.
- Asegurar que los derrames potenciales serán identificados y llevar a cabo una limpieza oportuna utilizando el EPP y el equipo de recuperación y eliminación necesarias.
- Se vigilará todo el entorno de la obra evitando que se produzca el abandono de residuos.
- A la finalización de las obras las superficies alteradas deben ser restauradas.

e) Responsable de cumplimiento del Plan

ENACAL será responsable de hacer cumplir el presente plan tanto por sus trabajadores, como para el personal contratista. Este Plan será aplicable a todas las actividades de mantenimiento de maquinarias, vehículos y equipos en todos los frentes de trabajo tanto en la construcción como en la operación de la PTAR. El presente plan es de estricto cumplimiento para contratista y personal de ENCAL.

f) Hoja de seguridad y ficha técnica del producto (en idioma español)

Todo derivado de los hidrocarburos utilizado en la obra debe contar con su hoja de seguridad en un lugar accesible donde conste claramente la peligrosidad del producto, las medidas de prevención de riesgos para las personas y el ambiente y las acciones a desarrollar en caso de accidentes a las personas o al medio ambiente. Las hojas de especificaciones técnicas (MSDS) de las sustancias peligrosas derivadas de los hidrocarburos que se utilicen para las actividades del proyecto deberán estar actualizadas.

Las hojas de seguridad deberán de estar en idioma español y los trabajadores deberán ser capacitados para el correcto uso de la misma.

14.6 Plan de Monitoreo

El Plan de Monitoreo propone una serie de medidas ambientales, para lo cual resulta necesario definir procedimientos que permitan vigilar y controlar el nivel de cumplimiento de estas medidas, para lo cual se realiza el siguiente plan de monitoreo. Lo anterior se realiza con el objetivo de atender las posibles afectaciones a los factores ambientales ocasionadas por la construcción, operación y cierre del proyecto.

El presente plan está compuesto por un plan general y un sub plan de monitoreo de efluentes, que tiene por objetivo monitorear la calidad del efluente de la PTAR, al igual que la calidad del cuerpo receptor, con el propósito de verificar la efectividad del sistema.

La matriz presentada a continuación contiene el Plan General de monitoreo, en el cual se mencionan los impactos potenciales sobre el ambiente, las medidas ambientales destinadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar estos impactos, los parámetros de monitoreo, puntos de control, frecuencia, recursos requeridos y el responsable de la implementación del plan.

~ Objetivo del Plan de Monitoreo

· Detectar de manera temprana cualquier impacto no previsto y no deseado, de modo que sea posible controlarlo definiendo y adoptando medidas o acciones apropiadas y oportunas.
· Reducir al mínimo el impacto que los equipos y las operaciones intrínsecas al proyecto estudiado causan sobre el medio ambiente.
· Verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas.
· Garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, disposiciones sectoriales y normas técnicas nacionales e internacionales.
· Garantizar la salud y la seguridad de los empleados y comunidades que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, reduciendo al mínimo posible el riesgo de accidentes y la exposición a substancias peligrosas que atenten contra la salud.

~ Alcance y Responsabilidad

ENACAL es el responsable de hacer cumplir estas medidas, tanto por los contratistas durante la construcción del sistema, como por el personal de planta en la etapa de operación y mantenimiento.

Durante la ejecución del proyecto, los costos de la implementación de las medidas ambientales y los Planes de Monitoreo serán parte del presupuesto General y del Presupuesto General de Operaciones de ENACAL durante la operación y mantenimiento del sistema.

Tabla 14-12: Plan General de Monitoreo, seguimiento y control ambiental durante la etapa de Construcción

Impacto	Medidas	Variable ambiental	Indicador	Parámetros de medición	Sitio de Monitoreo	Frecuencia	Recursos Requeridos
Afectación a la calidad del aire	Riego como mínimo 3 veces al día, montículo de materiales y resguardo por medio de lonas, capa plásticas u otro material que impida la liberación de partículas por acción del viento.	Presencia de partículas en suspensión.	NTON 05 012-01 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de calidad del aire.	Metros cubico de agua utilizada para el riego. Número de veces al día.	Área de trabajo	Daría	Registro del volumen de agua utilizado. Evidencias fotográficas
	Humedecimiento continúo del camino de acceso al terreno de la PTAR y materiales extraídos durante excavaciones para evitar la generación de polvo.	Presencia de partículas en suspensión.		Metros cúbicos de agua utilizada para riego. Cantidad de áreas regadas y libres de polvo.	Área de trabajo. Camino de acceso a la PTAR	Daría	Registro del volumen de agua utilizado. Evidencias fotográficas
	Reducir la velocidad de los camiones 40 km/hora. Los camiones deben contar con su certificado de emisión de gases, mantener en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido.	Ruido PM_{10}, PTS, NO_2, SO_2, CO.		Porcentaje de camiones con su certificación de emisión de gases por la PN. Número de quejas recibidas por circulación sin lona. PM_{10}, PTS, NO_2, SO_2, CO, ruido.	Área de trabajo	Daría	Evidencias fotográficas Lista de camiones destinados al transporte de material
Afectación A la estructura del suelo	Reducir la velocidad de los camiones 40 km/hora. El transporte se realizará por las rutas establecidas con anticipación.	Presencia de partículas en suspensión. Reducción de suelo compactado.	Reglamento de tránsito. Reglamento del MTI.	Número de quejas recibidas por exceso de velocidad y circulando por vías no autorizadas.	Área de trabajo.	Diario	Evidencias fotográficas Quejas recibidas por la población
	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y cubierta con cobertura vegetal ante cualquier erosión eólica e hídrica.	Cantidad de metros cúbicos de suelo protegido.	Ley 217	Metros cuadrados de tierra fértil protegida y ubicado en lugar seguro.	Área de almacenamiento	Diario.	Evidencias fotográficas Bitácora de almacenamiento.
	Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la erosión del suelo. Construir canales de drenajes en dirección del cauce.	Reducción de sedimentos (suelo)	Ley 217	Número de canales provisionales construido para el manejo de las aguas pluviales	Área de trabajo.	Periodo de lluvia	Evidencias fotográficas
Afectación a la calidad del Agua y del suelo por derrame de hidrocarburos	Los cambios de aceite solo podrán efectuarse en lugares autorizados o áreas destinadas en talleres de mantenimiento o estaciones de servicios.	Cantidad de aceite y grasas utilizadas en el mantenimiento	NTON 05 015 – 01 Residuos sólidos peligrosos.	Cantidad de inspecciones realizadas en equipo y maquinarias	Área de trabajo	Semanal	Registro de mantenimiento de equipos y maquinarias Evidencias fotográficas. Listado de equipos y maquinarias.
	Los residuos que sean generados durante el mantenimiento de maquinaria, y que estén impregnados de aceites, lubricantes y otros hidrocarburos, deberán ser almacenados en recipientes herméticos y debidamente señalados para luego ser dispuestos de manera adecuada.	Metros cúbicos de desechos sólidos peligrosos generados en el mantenimiento de maquinarias		Números de recipientes herméticos. Porcentaje de recipientes que están señalizados	Área del proyecto. Planteles Campamentos	Semanal	Evidencias fotográficas. Bitácora de control de desechos sólidos
Afectaciones a la calidad del agua y el suelo por el manejo inadecuado de desechos.	Colocar recipientes para su recolección realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal.	Metros cubico de desechos sólidos generado. Metros cúbicos de material reciclado	NTON 05 014 – 02 Desechos sólidos no peligroso.	Números de recipientes pintados en su clasificación Ubicación de recipientes	Área del proyecto. Planteles Campamentos.	Semanal	Evidencias fotográficas. Bitácora de control de desechos reciclados.
Afectación a la calidad del agua	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y suelo estéril y protegerla ante cualquier erosión eólica e hídrica.	Protección del suelo.	Ley 620 Ley general de aguas Nacionales	Metros cuadrados de tierra fértil protegida y ubicado en lugar seguro.	Área de almacenamiento	Diario.	Evidencias fotográficas Bitácora de almacenamiento.
	Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión.	Protección del suelo y calidad del agua.		Número de canales provisionales construido para el manejo de las aguas pluviales	Área de trabajo.	Periodo de lluvia	Evidencias fotográficas
	Colocar recipientes para su recolección realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal.	Protección de las aguas		Números de recipientes pintados en su clasificación. Ubicación de recipientes	Área del proyecto. Planteles Campamentos.	Semanal	Evidencias fotográficas. Bitácora de control de residuos
Afectación a la flora y fauna	Proteger los árboles que están fuera del área de construcción, implementar la reforestación y ornamentación.	Protección de la Flora y fauna	Ley 217 Decreto 73-2003 Reglamento Ley Forestal.	Arboles protegidos durante la construcción. Número de plantas sembradas.	Área del proyecto. Planteles Campamentos	Mensual	Evidencias fotográficas. Bitácora de control de plantas reforestadas
	Restaurar las zonas afectadas con especies nativas para la recuperación de la flora y fauna, prohibir las caza a todos los trabajadores y población.	Restauración de la flora y fauna.		Áreas recuperadas con la reforestación Número de letrero de protección de flora y fauna.		Mensual	
Afectación a la población y trabajadores	Proveer y mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvíos adecuado en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos.	Protección a la población circundante al proyecto.	Reglamento del MTI.	Números de señalizaciones. Personal seleccionada para atenderá las señales.	Área urbana Planta de Tratamiento.	Diario	Registro de señales preventivas contra accidentes en las áreas de construcción. Evidencias fotográficas
	Humedecer periódicamente las vías de acceso.	Disminución de partículas en suspensión.	Ley 217	Metros cúbicos de agua utilizada para riego. Cantidad de áreas regadas y libres de polvo.	Área de trabajo. Camino de acceso a la PTAR.	Daría	Registro del volumen de agua utilizado. Evidencias fotográficas
	Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, mantener en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido.	Disminución de emisiones de gases y ruido.	Reglamento de la Policía Nacional.	Porcentaje de camiones con su certificación de emisión de gases por la PN. Número de quejas recibidas por circulación sin lona. PM_{10}, PTS, NO_2, SO_2, CO, ruido.	Área de trabajo	Daría	Evidencias fotográficas Lista de camiones destinados al transporte de material.
	Suministrar al personal de construcción, equipos de protección básica como (lentes, mascarillas, guantes, etc.), mantener avisos preventivos.	Protección contra la contaminación de partículas en suspensión, gases y ruido.	Ley 618 Ley General de Higiene y seguridad del trabajo.	Equipos de protección a los trabajadores. Numero de charlas realizadas al personal de la construcción.	Área de trabajo. Camino de acceso a la PTAR.	Daría	Registro de equipo de protección para los trabajadores. Evidencias fotográficas

Tabla 14-13: Plan General de Monitoreo, seguimiento y control ambiental durante la Operación y Mantenimiento

Impacto	Medidas	Variable ambiental	Indicador	Parámetros de medición	Sitio de monitoreo	Frecuencia	Recursos Requeridos
Contaminación del aire por la generación de ruido y malos olores de la PTAR, EBAR, RAS.	Cumplir con el Plan de Mantenimiento de las infraestructuras de la PTAR, EBAR y red de alcantarillado Sanitario.	Plan de mantenimiento Plan de monitoreo	NTON 05 012-01 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de calidad del aire.	Porcentaje de cumplimiento en el Plan de Mantenimiento y de Monitoreo. Numero de monitoreo.	Redes, EBAR, PTAR	Daría	Bitácora de mantenimiento. Evidencias fotográficas.
	No sobrepasar la capacidad de los lodos en eras de secado	Volumen de lodos. Cantidad de eras de secados.		Metros cúbicos de lodos deshidratados. Números de eras de secado ocupadas.	Lechos de Secados	Trimestral	Registro del volumen de lodos. Evidencias fotográficas
	Los lodos provenientes de la STAR serán evacuados en las eras de secado para su deshidratación, los lixiviados de las pilas serán retornados al sistema de tratamiento.	Lodos deshidratados. Presencia de lixiviados en eras.		Metros cúbicos de lodos deshidratados. Metros cúbicos de lixiviado retornado al reactor UASB.	PTAR	Trimestral	Registro del volumen de lodos. Evidencias fotográficas
Contaminación del suelo por aguas residuales ante fallas del STAR. Contaminación del suelo por mal manejo de los lodos.	Cumplir con el Plan de Mantenimiento de las infraestructuras de la PTAR, EBAR y red de alcantarillado Sanitario.	Volumen de aguas residuales a tratar.	PGA	Número de mantenimiento por mes. Número de obreros en el mantenimiento.	Redes, EBAR, PTAR	Daría	Evidencias fotográficas Bitácora de mantenimiento de la PTAR.
	No sobrepasar la capacidad de los lodos en eras de secado.	Metros cúbicos de lodos a deshidratar.	PGA	Porcentaje de lodos deshidratados. Cantidad de lodos trasladado al vertedero.	Lechos de Secados	Trimestral	Evidencias fotográficas Bitácora de lodo trasladado al vertedero
	Los lodos provenientes de la STAR serán evacuados en las eras de secado para su deshidratación, los lixiviados de las pilas serán retornados al sistema de tratamiento.	Metros cúbicos de lixiviados retornado al Sistema de tratamiento.	Límites máximos permisibles de la NTON 11-044-14	Metros cúbicos de lodos deshidratados. Metros cúbicos de lixiviado retornado al reactor UASB	PTAR	Trimestral	Evidencias fotográficas Bitácora de control de lodos tratados, y enviados al vertedero.
Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por mal manejo de las aguas lodosas.	Cumplir con el Plan de Mantenimiento de las infraestructuras de la PTAR, EBAR y red de alcantarillado Sanitario	Porcentaje en el cumplimiento del Plan de mantenimiento	Límites máximos permisibles de la NTON 11-044-14	Porcentaje de cumplimiento en el Plan de Mantenimiento.	Redes, EBAR, PTAR	Daría	Bitácora de mantenimiento. Evidencias fotográficas.
	No sobrepasar la capacidad de los lodos en eras de secado.	Volumen de lodos. Cantidad de eras de secados.		Metros cúbicos de lodos deshidratados. Números de eras de secado ocupadas.	Lechos de Secados	Trimestral	Registro del volumen de lodos. Evidencias fotográficas
	Los lodos provenientes de la STAR serán evacuados en las eras de secado para su deshidratación, los lixiviados de las pilas serán retornados al sistema de tratamiento.	Lodos deshidratados. Presencia de lixiviados en eras.		Metros cúbicos de lodos deshidratados. Metros cúbicos de lixiviado retornado al reactor UASB.	PTAR	Trimestral	Registro del volumen de lodos. Evidencias fotográficas
Afectación a la calidad del agua.	Almacenar en lugar seguro la capa fértil y suelo estéril y protegerla ante cualquier erosión eólica e hídrica.	Protección del suelo.	Ley 620 Ley general de aguas Nacionales	Metros cuadrados de tierra fértil protegida y ubicado en lugar seguro.	Área de almacenamiento	Diario.	Evidencias fotográficas Bitácora de almacenamiento.
	Construir drenajes provisionales para el manejo de las aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión.	Protección del suelo y calidad del agua.		Número de canales provisionales construido para el manejo de las aguas pluviales.	Área de trabajo	Periodo de lluvia.	Evidencias fotográficas
	Colocar recipientes para su recolección realizar reciclaje, limpieza diaria y destino final el vertedero municipal.	Protección de las aguas.		Números de recipientes pintados en su clasificación. Ubicación de recipientes.	Área del proyecto Planteles Campamentos	Semanal	Evidencias fotográficas. Bitácora de control de desechos reciclados.
Afectación a la flora y fauna	Proteger los árboles que están fuera del área de construcción, implementar la reforestación y ornamentación.	Protección de la Flora y fauna	Ley 217 Decreto 73-2003 Reglamento Ley Forestal	Arboles protegidos durante la construcción. Número de plantas sembradas.	Área del proyecto Planteles Campamentos	Mensual	Evidencias fotográficas. Bitácora de control de plantas reforestadas.
	Restaurar las zonas afectadas con especies nativas para la recuperación de la flora y fauna, prohibir las caza a todos los trabajadores y población	Restauración de la flora y fauna		Áreas recuperadas con la reforestación. Número de letrero de protección de flora y fauna.	Área del proyecto Planteles Campamentos	Mensual	Evidencias fotográficas Bitácora de control de plantas reforestadas
Afectación a la población y trabajadores	Proveer y mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvíos adecuado en todos los cierres e interacciones y a lo largo de todos los desvíos	Protección a la población circundante al proyecto.	Reglamento del MTI	Números de señalizaciones Personal seleccionada para atenderá las señales	Área urbana Planta de Tratamiento	Diario	Registro de señales preventivas contra accidentes en las áreas de construcción. Evidencias fotográficas
	Humedecer periódicamente las vías de acceso	Disminución de partículas en suspensión	Ley 217	Metros cúbicos de agua utilizada para riego Cantidad de áreas regadas y libres de polvo	Área de trabajo Camino de acceso a la PTAR	Diario	Registro del volumen de agua utilizado. Evidencias fotográficas
	Las maquinarias deben contar con su certificado de emisión de gases, mantener en las mejores condiciones, motores y silenciadores, minimizando el nivel de ruido	Disminución de emisiones de gases y ruido	Reglamento de la Policía Nacional	Porcentaje de camiones con su certificación de emisión de gases por la PN Número de quejas recibidas por circulación sin lona PM_{10}, PTS, NO_2, SO_2, CO, ruido.	Área de trabajo	Diario	Evidencias fotográficas Lista de camiones destinados al transporte de material
	Suministrar al personal de construcción, equipos de protección básica como (lentes, mascarillas, guantes, etc.), mantener avisos preventivos	Protección contra la contaminación de partículas en suspensión, gases y ruido.	Ley 618 Ley General de Higiene y seguridad del trabajo	Equipos de protección a los trabajadores. Numero de charlas realizadas al personal de la construcción.	Área de trabajo Camino de acceso a la PTAR	Diario	Registro de equipo de protección para los trabajadores Evidencias fotográficas

14.7 Plan de Monitoreo de Efluente

Se presenta el siguiente plan de monitoreo de efluente con el propósito de verificar la efectividad del sistema de tratamiento del PTAR de la ciudad de Rivas y corregir de manera oportuna las posibles desviaciones, fallas o problemas que se produzcan.

Este plan se ha elaborado considerando los lineamientos establecidos en el decreto 21-2017, "Reglamento por el que se establecen las disposiciones para el vertido de Aguas Residuales a Cuerpo Receptores", que tiene por objeto establecer las disposiciones en materia de regulación del vertido de aguas residuales a cuerpo receptores y alcantarillado sanitario, mediante el establecimiento de límites o rangos permisibles de vertidos, todo de conformidad al mandato de la Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y su Reglamento.

~ Objetivo

· Monitorear la calidad del efluente de la PTAR de la ciudad de Rivas.
· Monitorear la calidad del agua del cuerpo receptor del efluente.
· Verificar la efectividad del sistema de tratamiento de las aguas residuales.

~ Parámetros a Monitorear

Los parámetros del efluente que deberán ser monitoreados, de acuerdo a la normativa vigente. Estos parámetros son: PH, solidos suspendidos totales, solidos sedimentables, aceites y grasas totales, BDO_5, DQO, Nitrógeno total, fosforo total y coliformes fecales.

Los vertidos de las aguas residuales provenientes del sistema de tratamiento del Alcantarillado sanitario a la quebrada, como cuerpo receptor, deberán cumplir los rangos y valores máximos permisibles que se muestran en la siguiente tabla, de acuerdo a lo establecido en el Arto. 25 del decreto 21-2017.

Tabla 14-14: Rango y Valores máximos permisibles del efluente

Parámetro	Unidad de medida	Valor máximo permisible
PH	mg/l	6-9
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	100
Solidos Sedimentables	mg/l	1
Aceite y Grasas Totales	mg/l	20
DBO_5	mg/l	110
DQO	mg/l	220
Nitrógeno Total	mg/l	45
Fósforo Total	mg/l	15

En lo referente al límite máximo permisible de coliformes fecales, este se regirá por medio del principio de gradualidad, de acuerdo al Arto. 24 del decreto 21-2017. Los límites y los periodos de tiempo en que serán aplicados se presentan a continuación:

Tabla 14-15: Límites Máximos Permisibles y Periodos de Tiempo

Período de tiempo	2017-2022	2023-2026	2027-2029
Coliformes Fecales	1x105	1x104	1x103

Con respecto al vertido de aguas residuales al Sistema de Alcantarillado Sanitario, el Decreto 21-2017 establece los siguientes valores máximos permisibles de la concentración de los siguientes parámetros:

Tabla 14-16: Rango y Valores Máximos Permisibles para los Vertidos a la Red de Alcantarillado Sanitario

Parámetro	Unidad de medida	Valores máximos permisibles	Parámetro	Unidad de medida	Valores máximos permisibles
Temperatura	oC	50	Arsénico	mg/l	0.5
Color	UC	20	Cadmio	mg/l	0.75
PH	-	6-9	Cromo Hexavalente	mg/l	0.5
Conductividad Eléctrica	µS/cm	5000	Cobre	mg/l	3
Sólidos Totales	mg/l	1,500	Plomo	mg/l	1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	400	Fenoles	mg/l	0.5
Solidos Sedimentables	mg/l	10	Níquel	mg/l	3
Aceites y Grasas Totales	mg/l	100	Zinc	mg/l	3
Aceites y Grasas Minerales	mg/l	20	Plata	mg/l	1
DBO_5	mg/l	400	Selenio	mg/l	1
DQO	mg/l	900	Sulfuros	mg/l	1
Fósforo Total	mg/l	12	Sulfatos	mg/l	500
Nitrógeno Totales Kjedahj	mg/l	60	Hierro	mg/l	10
Mercurio	mg/l	0.02	Cloruro	mg/l	1000
Magnesio	mg/l	10	Fluoruro	mg/l	10

El monitoreo del efluente está encaminado al análisis de estos parámetros para comprobar la eficiencia del sistema, y regular la concentración de contaminantes de las descargas al alcantarillado sanitario.

~ Metodología y Sitios

o Metodología de Muestreo y Análisis

Los métodos utilizados para el análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos deberán ser realizados en laboratorios certificados, y se llevaran a cabo según lo establecido en la última edición del Standard for the examination of wáter and wastewater publicado por American Public Health Association, American Water Works Association y Water Environment federation.
De acuerdo con el NTON 05 027 – 05 “Norma Técnica obligatoria Nicaragüense para regular los sistemas de tratamiento de aguas residuales y su reúso”, en casos excepcionales debido a condiciones especiales, el MARENA para aceptar modificaciones a los métodos oficiales. Para cada parámetro, deberá ser el que corresponda para las características específicas de la muestra, debiéndose observar en cada caso,

las interferencias y límites de detección de dicho método. Las muestras para la realización de los análisis en general deben ser tipo compuesta.

- **Sitios de Muestreo**

Considerando que las aguas serán vertidas en un cuerpo de gua intermitente, se deberá analizar la calidad del agua de este cuerpo receptor en sitios de muestreo aguas arriba y aguas abajo, con respecto al punto de vertido. Los sitios de monitoreo propuestos son los siguientes:

· Rio Oro, 100 m antes de la descarga del efluente.
· Rio Oro, 100 m después del punto de descarga.
· Efluente de la PTAR: Antes del vertido de las aguas al cuerpo receptor.
· Afluente de la PTAR: Antes de la entrada de las aguas residuales a los sistemas de tratamiento de la planta.
· En la entrada de cada unidad de tratamiento

Una vez recibidos por parte del laboratorio los resultados del monitoreo deberán ser enviados al ANA, MARENA e INAA según corresponda. De igual manera, ENACAL y las autoridades de aplicación revisarán y ajustarán la Periocidad del monitoreo cada cinco (5) años.

- **Frecuencia del Monitoreo**

La frecuencia del Monitoreo de la calidad de las aguas residuales, de acuerdo con el Decreto 21-2017, deberá ser la siguiente:

Tabla 14-17: Frecuencia del Monitoreo

Componente	Frecuencia	Responsable
Afluente a la entrada del Sistema de Tratamiento	Al momento de inicio de operaciones de la PTAR	ENACAL
Vertido de Aguas Residuales al cuerpo receptor	Semestralmente	ENACAL
Agua Residuales descargadas al alcantarillado sanitario	Trimestral	ENACAL

Además, el MARENA, INAA y ANA podrán solicitar la realización de monitoreo adicionales, debiendo justificar cada caso.

14.8 Plan de Reforestación

La deforestación del bosque seco es el causante de los impactos ambientales que enfrenta el sitio, conllevando a la pérdida de suelo por erosión y pérdida de biodiversidad.

Por medio de la reforestación con especies nativas se pueden recuperar los ecosistemas degradados. Asimismo, permite armonizar los diferentes requerimientos de conservación, protección, recomposición y enriquecimiento del ecosistema en sus distintos momentos de intervención del proyecto.

Las obras del Proyecto "Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Rivas" se contempla la remoción de toda la vegetación interna de la propiedad, sin embargo se establece el presente Plan de Revegetación y Ornamentación en los predios del proyecto para compensar y aportar a la recomposición del paisaje en el sitio de intervención del proyecto, principalmente en el área colindante de la PTAR, linderos de propiedad de esta, incluyendo áreas colindantes del cuerpo receptor del rio Oro a fin de proteger la ribera del rio.

~ Objetivos

· Con la reforestación se buscara obtener los beneficios ambientales para la zona de interés, como es la diversidad ecológica, refugio para animales, captación de carbón y sirviendo como fuente de alimento para la población cercana (considerando algunas especies como aptas).

· Compensar los impactos ocasionados por el proyecto, a través del presente Plan de Reforestación y ornamentación del área del proyecto, con el propósito de aportar a la recarga del acuífero, mitigar impactos al paisaje y brindar un ambiente agradable a la población de Apataco- Rivas.

~ Alcances

La ejecución del proyecto en especial la construcción de la Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hace necesario la eliminación de la cobertura vegetal presente en el área de emplazamiento, es por ello, que como principal medida correctora y compensatoria del proyecto, está prevista el establecimiento de cortinas rompe viento, y la reforestación de compensación de unas 2,000 plantas en las laderas del Río Oro, de igual forma se cubrirá con especies de pochote las área que no serán intervenidas en la construcción, la cual se mantendrá intacta sin embargo se reforestará para aumentar aún más la cobertura vegetal.

También se estarán reforestando todas las áreas que hayan sido afectada por las obras, principalmente zonas de ocupación temporal (instalaciones auxiliares, zonas de acopio temporal de materiales o de tierra, parque de maquinaria, caseta de obras, etc.), nuevos taludes y terrenos desprovistos de vegetación, así mismo se reforestar las orillas del camino de acceso a la PTAR y linderos de propiedad de esta, incluyendo el lindero colindante con el rio Oro a fin de proteger la ribera del rio.

~ **Lineamientos Estratégicos**

Para impulsar este plan se requiere desarrollar varios componentes que interactúan entre sí para lograr alcanzar los objetivos planteados, los componentes a desarrollar son los siguientes:

· Compra de plantas en viveros cercanos, manejo de plagas y enfermedades.
· Establecimiento de plantaciones preparación del terreno, siembra, Técnicas silviculturales, monitoreo de plantación, manejo de plagas y enfermedades, ronda corta fuego, mantenimiento de cercas.

~ **Capacitación**

Este componente se desarrollará para asegurar que los participantes obtengan los conocimientos necesarios que aseguren las actividades a desarrollar en el proyecto. La temática a desarrollar es la siguiente:

Tabla 14-18: Acciones de capacitación

Grupo Meta	Módulos Temáticos
Personal Involucrado en la Plantación Curso del taller 2 días	Establecimiento de Plantaciones
	Preparación del terreno
	Siembra
	Técnicas silviculturales
	Monitoreo de Plantación
	Manejo de Plagas y enfermedades
	Mantenimiento de cercas

~ **Establecimiento de Plantación**

- **Especies a sembrar**

La revegetación se hará exclusivamente con especies nativas de la zona, y se pretende la protección y conservación de los suelos, se establecerá y se mantendrá la cobertura vegetal, garantizando la estabilidad de taludes y reduciendo el riesgo de deslizamiento y mejorara la calidad del paisaje.

Se formarán cortinas rompe vientos en los contornos perimetrales del predio de la PTAR, y dirección Oeste (Carretera Panamericana) con el fin de captar los gases invernadero de la quema del gas, mejorar la calidad del aire y del paisaje.

Las plantaciones forestales se realizarán con enfoque de sostenibilidad el cual se traduce y que se utilizaran especies nativas propias del sitio y que han demostrado tener una gran adaptabilidad y productividad. Cuando nos referimos al enfoque de sostenibilidad, es la producción de leña, con fines de producción de biomasa para la producción energética y adicionalmente especies de árboles frutales como aporte de ingreso a los pobladores y alimento para las especies de vida silvestre existentes.

El establecimiento de esta plantación ocupa un periodo de 5 años y un proceso de aproximadamente de 20 años para el aprovechamiento de la madera. En el transcurso del tiempo en el manejo del bosque se realizaran actividades silviculturales tales como: raleo y poda en que genera biomasa (leña), destinada para el consumo energético para los hogares aledaños (leña regalada).

Las cortinas rompe vientos se establecerán mediante un arreglo espacial de pisos altitudinales, se ocuparan tres pisos de la siguiente manera: en el primer piso utilizaremos especies de arbustos que faciliten una ampliación de cobertura como el Níspero, Nancite, Mango y tamarindo, en el segundo piso utilizaremos especies nativas que tengan un comportamiento de mediano porte en su crecimiento y estabilización como lo es: el Sardinillo, Tigüilote, Madero Negro, aguacate; en el tercer piso utilizaremos especies de porte alto y follaje amplia como el pochote, cedro y Genízaro.

El Plan inicia con la búsqueda de las plantas en viveros existentes dentro del departamento de Rivas. En las áreas verdes se sembraran especies de fácil manejo, y alta resistencia a sequias, plagas y daños mecánicos.

- **Método de siembra**

· Remoción de maleza dentro del área del proyecto, seleccionada como área a reforestar.
· Siembra mediante hoyado con separación de 6 m entre ambos lados (lateral- horizontal), con diversidad de especies a fin de simular las condiciones naturales del entorno y minimizar el impacto visual.
· Establecimiento de cortinas rompe vientos en el perímetro del proyecto.

Distancia entre Planta: La arborización de la cerca perimetral se realizará en dos filas separadas, entre filas cada seis metros de separación y entre planta cuatro metros de separación.

Ubicación del área: El proyecto contempla desarrollar áreas de arborización dentro de los sitios de emplazamiento de obras con la finalidad de mejorar la estética.

La revegetación contribuirá a:

· Delimitar contornos y superficies y establecer barreras visuales
· Establecer contraste con edificaciones
· Proteger localidades de la acción del viento
· Resguarda espacios de la influencia del sol
· Protección de la acción del ruido
· Embellecer áreas
· Dar sombra etc.

Considerando estos factores en forma adecuada, una buena planificación en la reforestación y un programa de mantenimiento (podas correctas, riegos suficientes, aplicación de fertilizantes y pesticidas) tendremos una mayor garantía para lograr los objetivos deseados.

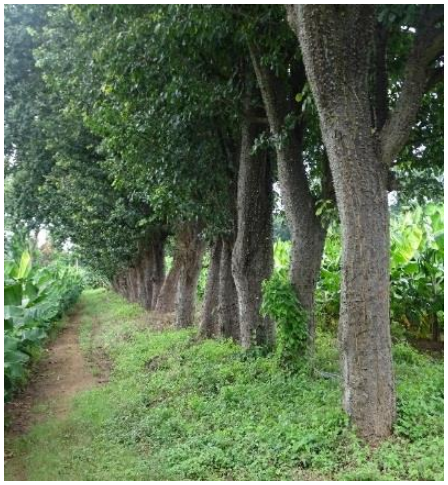




Foto 14-1: **Mangos** **Pochotes** **Cocos**

~ Mantenimiento de las Plantaciones

Una serie de prácticas culturales apropiadas y oportunas debe garantizar la integridad de las plantaciones:

Replante: si el muestreo de la supervivencia es mayor del 85%, es preferible no realizar el replante.

Control de Malezas: En la zona tropical no puede prescindirse del control oportuno de malezas. En el primer año, se requiere tres limpias con machete, en el segundo y tercer año dos.

Protección contra el fuego: El riesgo por incendios forestales es latente, sobretodo en la época seca; se recomienda líneas cortafuego en todo el perímetro de las plantaciones, al que debe sumarse una campaña vigorosa de educación ambiental.

Protección contra el hombre: El vandalismo, la corta ilegal, pueden contrarrestarse con una campaña educativa y reforzando la vigilancia.

Protección contra Animales Mayores: Definitivamente el daño por ganado vacuno y equipo, debe contrarrestarse con los cercos de alambre con púas.

~ Asistencia Técnica

Luego de haber efectuado el establecimiento de plantaciones, se hace necesario realizar actividades de asistencia técnicas por parte del personal especializado en el tema, por tal razón se propone desde el año 1 técnicos especializados en el manejo forestal. Dichos técnicos estarán a cargo de efectuar al menos 2 visitas técnicas mensual por beneficiario del proyecto.

Los técnicos a contratar deberán cumplir con los siguientes criterios:

· Graduado en ingeniería forestal o carrera a fin.
· Experiencia comprobada de trabajo en plantaciones con especies tropicales.
· Conocimiento de la Legislación Nacional especifica forestal y de medio ambiente.

· Capacidad de transmitir conocimientos.
· Capacidad de gestión ante actores locales.
· Preferiblemente de la zona del proyecto.

~ Monitoreo

Se realiza para poder determinar la calidad de la plantación la cual esta derivada en los siguientes aspectos:

· Conocer el incremento en altura y clase diamétrico de los individuos.
· Conocer el crecimiento y mortalidad de la Plantación
· Monitorear cambios y pronosticar tendencias de la estructura de la plantación

La frecuencia de realización de estas acciones deberá ser al menos 2 veces al año que serán realizadas por los técnicos a contratar.

~ Presupuesto del Proyecto

Tabla 14-19: Presupuesto del Plan de Reforestación

Actividades	UM	Cantidad	Costo Unitario $	Costo Total
Compra de Plantas	Unidad	1676	0.50	838.00
Transporte de las plantas	Viaje	2	63.00	126.00
Limpieza de áreas	d/h	56	5.00	280.00
Estaquillado y hoyado	d/h	14	5.00	70.00
Traslado de plantas al lugar de siembra	d/h	14	5.00	70.00
Siembra	d/h	14	5.00	70.00
Cerca del Área	d/h	14	5.00	70.00
Sub Total				1,524.00
2) Actividades de Manejo y control en 3 años.				
Chapeo	12 d/h/año	56	5.00	280.00
Rondas Cortas Fuego	d/h	28	5.00	140.00
Vigilancia contra plagas, enfermedades e incendios forestales.	Meses	12	63.00	756.00
Sub Total				1,176.00
Total				**2,700.00**

14.9 Plan de Capacitación y Educación Ambiental

La unión internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos Naturales (UICN), incluyo en uno de sus documentos una definición sobre Educación Ambiental reconocida por su carácter precursor. “La Educación ambiental consiste en reconocer valores y aclarar conceptos, con objeto de fomentar las aptitudes y actitudes necesarias para comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico”.

Es trascendental ya que cada empleado tiene directa relación con el impacto efectuado al medio ambiente, permitiendo además la incorporación de ideas que pueden ser innovadoras y de gran utilidad para la gestión ambiental de la empresa. De esta manera se concibe el Plan de Capacitación con la finalidad de orientar al personal que está directamente vinculado con la ejecución y operación del proyecto, en la planificación de acciones de respuesta a los aspectos que se deriven del desarrollo de las actividades, los cuales potencialmente pueden afectar los bienes, recursos humanos, intereses de la empresa y comunidad, permitiendo desarrollar una gestión ambiental coherente con el proyecto.

Se debe formar, concienciar y entrenar adecuadamente a todo el personal cuya acción pueda tener impacto en el medio ambiente, de la importancia de la política ambiental, informándoles de los impactos ambientales actuales o potenciales, así como del cumplimiento de los procedimientos e instrucciones creados por la empresa.

De esta manera se permite generar un cambio de actitud entre el personal de la empresa, trabajadores foráneos, pobladores aledaños, sobre la importancia ecológica, el potencial de desarrollo económico y el manejo sostenible de los recursos naturales.

Se debe formar, concientizar y entrenar adecuadamente a todo el personal cuya acción pueda tener impacto en el medio ambiente, de la importancia de la política ambiental, informándoles de los impactos ambientales actuales o potenciales, así como del cumplimiento de los procedimientos e instrucciones creados por la empresa.

~ Objetivo

· Orientar y sensibilizar a los trabajadores sobre aspectos socio ambientales y de seguridad ocupacional, durante todo el ciclo de vida del Proyecto, para la correcta implementación de los planes y medidas de control de impactos ambientales y sociales producto de las actividades de construcción, operación y mantenimiento del sistema de saneamiento.

~ Alcance

A todo el personal propio y subcontratado que participará en las actividades del proyecto “Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Rivas”.

Inducción conceptual de capacitación, realizadas por la empresa constructora, como plegables, cartillas, informativas, Stikers, etc., cuyo contenido será: ver siguiente tabla ce capacitación y educación ambiental.

~ **Responsable de la ejecución**

ENACAL será responsable de asegurar la realización de capacitaciones en temas de protección ambiental y minimización de impactos socio ambientales directos e indirectos, así como procedimientos de trabajo seguro para evitar accidentes laborales a los trabajadores, tanto fijos, como temporales, y a su vez, exigirá la formación de los contratistas y cualquier personal involucrado en la construcción, operación, mantenimiento o desmantelamiento de las instalaciones.

Se establecerán responsabilidades contractuales de estricto cumplimiento para las empresas constructoras para la ejecución del Plan de Capacitación y Educación en materia ambiental, social, seguridad e higiene laboral para sus colaboradores.

El contratista tendrá la responsabilidad de la ejecución del plan a cargo de su especialista ambiental y en actividades con la población con los promotores sociales.

El presente plan requiere de un esfuerzo organizativo que se traducirá en una mejora del desempeño y conciencia ambiental tanto del personal de ENACAL, encargado de la operación y mantenimiento como el personal contratista que realizarán las labores de construcción del sistema, lo que constituirá la base para lograr una eficiencia en la aplicación de los instrumentos ambientales establecidos en el presente estudio.

Se llevará un registro de todos los cursos de capacitación brindados a cada grupo o frente de trabajo, con los nombres de las personas que asistieron a los entrenamientos realizados.

Los empleados que tengan entrenamiento específico recibirán también un certificado de habilitación para desempeñar sus actividades. Se realizará una capacitación, considerando las políticas y compromisos de ENACAL en aspectos de salud, seguridad y medio ambiente y relaciones comunitarias.

Cabe destacar que diariamente antes de dar inicio a las actividades del proyecto, se impartirán charlas de seguridad en dependencia de las obras constructivas a desarrollarse.

En la siguiente tabla se enumera los temas principales de capacitación:

Tabla 14-20: Plan de Capacitación y Educación Ambiental.

Temática	Acciones prácticas	Insumos	Medios de evaluación	Personal a capacitar	Periodo o frecuencia	Materiales y costos US$
La metodología se basará en Talleres, charlas dirigidas, casos prácticos, simulacros, solución de problemas, dialogo de saberes, entre otras Responsable: ENACAL y empresa Contratista						
Legislación Nacional	Talleres de legislación ambiental a trabajadores contratistas y permanentes de ENACAL.	Cartillas sobre legislación ambiental	Plenario de discusión sobre legislación ambiental	Personal contratista, subcontratado y ENACAL	Capacitación trimestral	Cartillas, medios audiovisuales. Costos 150.00 incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Declaración universal del bien común de la madre tierra y la humanidad.	Capacitación a los obreros de construcción y los técnicos dela empresa contratista mediante charlas de inducción en la declaración universal del bien común con una duración de 15 minutos y en grupo no mayores de 20 personas	Folletos de la declaración universal del bien común	Realizar preguntas evaluativas de manera general y realizar reforzamiento por el dirigente de los talleres	Todo el personal contratado y ENACAL.	Una vez por semana	Folletos, volantes, Costos 200.00 incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Manejo y uso del recurso agua, cambio climático enfocado a las medidas de adaptación	Capacitación a los obreros de construcción y los técnicos dela empresa contratista mediante charlas sobre cambios climáticos	Documento sobre el manejo de cuencas hídricas del ANA. Protección de cuencas hídricas del MARENA	Realizar preguntas evaluativas de manera general y realizar reforzamiento por el dirigente de los talleres	Todo el personal contratado y ENACAL	Semestral	Costos 200.00 incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Seguridad e higiene ocupacional en la etapa de construcción y operación Uso de EPP Uso correcto de herramientas. Riesgos en la construcción y operación. Limpieza y mantenimiento de áreas de trabajo.	Eventos de capacitación a los obreros de construcción y los técnicos dela empresa contratista mediante charlas de inducción con una duración de 15 minutos y en grupo no mayores de 20 personas	Decálogo de orden y limpieza de la empresa	Realizar preguntas evaluativas. En el periodo de trabajo realizar llamado de atención sobre el incumplimiento y señalar nuevamente las orientaciones	Personal contratista, subcontratado	Inicio de las obras de construcción	Costos350.00. incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Amenazas, vulnerabilidades, riesgos, rutas de evacuación para preservar la vida	Mediante charlas y talleres presentar el plan de contingencia ante los riesgos y desastres naturales que pueden presentarse en las diferentes etapas del proyecto	Plan de contingencia. Mapa de riesgos del municipio de Nandaime. Estructura del SINAPRED de Nandaime	Realizar preguntas evaluativas de manera general y realizar reforzamiento por el dirigente de los talleres.	Todo el personal presente.	Trimestral	Costos 250.00 incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Importancia de la preservación de la flora y fauna	Realizar talleres de protección a la fauna y flora, presentar las prohibiciones de quema y caza, periodos de veda según CITE.	Rótulos de prohibiciones de caza furtiva y quema	Realizar preguntas evaluativas de manera general y realizar reforzamiento por el dirigente de los talleres.	Todo el personal contratado y ENACAL	Inicio de la obra de construcción.	Costos 300.00 incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Control de la calidad del efluente y otros vestidos al alcantarillado sanitario	Capacitar sobre los parámetros máximos permisibles del Decreto 21-2017, y decreto 05 027 - 05	Decreto 21-2017 Disposiciones para el vertido de aguas residuales. Decreto 05 027 – 05 Aguas Residuales y su Reúso.	Realizar preguntas evaluativas de manera general y realizar reforzamiento por el dirigente de los talleres.	Todo el personal de ENACAL	Semestral	Costos 250.00 incluidos en la planilla y presupuestos de operaciones de ENACAL.
Reuso de Aguas Tratadas proveniente de la PTAR	Capacitación a los dueños de finca sobre el manejo y control de las aguas residuales en el reúso.	Decreto 05 027 – 05 Aguas Residuales y su Reúso	Realizar preguntas evaluativas de manera general y realizar reforzamiento por el dirigente de los talleres.	Dueños de fincas y ENACAL		

Los programas de entrenamiento establecidos se incluyen para: capacitación gerencial, capacitación de supervisores, jefes de equipos de campo y personal directivo, cada trabajador, visitante o poblador local, estas se establecerán en:

· Charlas diarias de seguridad laboral, que se realizarán antes de iniciar las actividades de construcción y consistirán en charlas diarias de 5 minutos, referidas en temas de seguridad, control ambiental, salud, relaciones comunitarias, entre otros. Todos los trabajadores deberán asistir a las reuniones diarias.
· Reuniones sobre el avance semanal con todo el personal, sobre temas de salud, ambiente y seguridad. Se debatirán los problemas suscitados y futuros problemas previstos. A partir de estas reuniones se establecerán o modificarán los procedimientos para la protección del trabajador y el ambiente.

~ **Capacitación General**

La capacitación general se realizará en concordancia con las políticas y compromisos que ha asumido ENACAL en conjunto con el contratista, incluidos en el Plan de Capacitación del EIA, siendo los temas a tratar:

· Políticas de ENACAL y la empresa contratista, en los aspectos de salud, medio ambiente y seguridad
· Conservar y protección de los recursos naturales
· Zonas ecológicas sensibles y
· Relaciones comunitarias.

~ **Capacitación Específica**

El grupo meta corresponde al personal de obra y de operaciones, consistirá en la capacitación inicial sobre los compromisos ambientales de ENACAL, aspectos de seguridad ocupacional tanto generales como específicos relativos a la función de trabajador.

Durante la capacitación ambiental se incluirá sobre la responsabilidad de los trabajadores en el cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos por el proponente del proyecto. La capacitación del personal involucrado en el proyecto de la planta de tratamiento y mantenimiento de equipos se realizará con personal de experiencia en seguridad industrial, y operación de maquinarias y equipos pesados. Entre los temas a desarrollar se proponen los siguientes:

· Seguridad industrial
· Prevención médica
· Protección ambiental
· Procedimientos ante emergencias

~ **Seguridad Industrial**

La capacitación proveerá información al personal sobre el desempeño de sus actividades de manera segura, tal que sus acciones no representen un peligro para sus vidas ni para sus compañeros de trabajo y no perjudiquen el desarrollo de las actividades de la planta de proceso. Durante la capacitación inicial se tratarán los tópicos siguientes:

· Higiene personal
· Manejo de combustibles
· Manipulación de materiales
· Equipos de protección Personal
· Condiciones seguras de trabajo
· Manejo de materiales peligrosos
· Condiciones ambientales del trabajo
· Uso adecuado de herramientas manuales
· Limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo

Prevención en salud

Los riesgos básicamente estarán asociados a los trabajos de movimientos de tierra como la generación de emisiones gaseosas, polvo, ruido, entre otros. Se seguirán los planteamientos establecidos en el Plan de Gestión Ambiental PGA. Los temas de capacitación en salud serán:

· Polvo y ruido
· Evaluación médica general
· Picaduras de insectos, otros.
· Contaminación por contacto con aguas residuales

~ **Protección ambiental**

La capacitación en protección ambiental tendrá la finalidad de minimizar los impactos ambientales y reducir el riesgo laboral durante las etapas de construcción y operación de la planta de tratamiento, informar acerca de las medidas de prevención, mitigación y corrección que se presentan en el PGA y cumplir con las normas nacionales estipuladas en el EIA. Los temas de capacitación que se dan a los trabajadores que laboran en la operación de la planta de tratamiento serán:

Generales durante la inducción

· Sistema de seguridad
· Seguridad y salud ocupacional
· Riesgos de caída al mismo nivel
· Riesgos de caída a distinto nivel
· Manejo de hidrocarburos
· Manejo de residuos sólidos y líquidos
· Riesgos por sobre esfuerzo durante el traslado y estacionamiento de equipos pesados.
· Riesgos por contacto con objeto corto-punzante durante la instalación y mantenimiento de equipos.
· Riesgos físico: por ruido durante la construcción de las lagunas; emisiones de partículas sólidas por la remoción de tierra.

Diariamente

Ante de dirigirse al campo, se reúnen a las 6: 45 a.m. se imparten charlas de seguridad, se hacen comentarios sobre incidentes ocurridos en la jornada anterior en otras áreas, reflexiones de seguridad. Las charlas son hechas por el mismo personal, rotando uno por día. Durante todo el proyecto, continuamente se proporcionará información y capacitación en el desempeño ambiental. La responsabilidad en este aspecto será un compromiso de todos y cada uno de los participantes del proyecto.

Procedimientos Ante Emergencias

Se capacitará a todo el personal en respuesta a emergencia. La capacitación será más específica para aquellos trabajadores que realicen actividades que puedan causar situaciones de emergencia (por ejemplo, se incidirá en tópicos sobre accidentes de tránsito, derrame de combustibles, riesgos de contaminación, así como las respuesta frente a estas contingencias).
La capacitación específica para respuesta a emergencia se iniciara con la información de brigadas de respuesta en los frentes de trabajo. La capacitación de las brigadas se realizará con el apoyo de cartillas de instrucción, equipo audiovisual, equipos y dispositivos para contingencias. Adicionalmente, las brigadas recibirán instrucción en campo imitando condiciones de una emergencia.
Uso adecuado de aparatos de comunicación (radios, otros).
Uso adecuado de dispositivo de ubicación (sistema de posicionamiento global, brújulas y cartografía en general).
Comunicación de una emergencia.
Reporte de incidentes/accidentes;
Reconocimiento de las señales y letreros de prevención de riesgos.

Primeros Auxilios

Uso adecuado de los dispositivos de control de emergencia (extintores, telas absorbentes, herramientas, camillas, etc.),
Procedimientos ante incendios.
Procedimientos de control de derrames de contaminantes.
Procedimientos de evacuación médica y
Procedimientos ante hallazgos arqueológicos.

15 CONCLUSIONES

Actualmente el Sistema de tratamiento de Rivas no tiene la capacidad para afrontar las futuras ampliaciones del alcantarillado sanitario, ni cuenta con un concepto operativo adecuado tanto en la funcionalidad como en el aspecto de costo de operación, al contar de dos módulos compuestos por dos lagunas de estabilización cada uno, su capacidad ha sido sobre pasado por el alto índice de población, por tanto las aguas residuales no están siendo tratadas adecuadamente descargando sus aguas al rio Oro el cual desemboca en el Lago de Cocibolca. Se suma a este problema la baja cobertura del alcantarillado sanitario provocando que en las viviendas se instalen letrinas y sumideros sin ningún tipo de tratamiento lo que aporta la contaminación del suelo, de las aguas superficiales y el manto freático.

Para dar respuesta a la necesidad de la población de Rivas, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional en coordinación con la Empresa Nicaragüense de Acueducto, ha propuesto desarrollar la construcción de un nuevo Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, compuesto de Reactores UASB más Lagunas y su descarga al Rio Oro, cuyo cauce tiene la capacidad de drenar el caudal máximo para un periodo de retorno de 100 años, el riesgo de desborde que presenta el cauce del rio es de moderado a bajo, por las condiciones de sección del cauce y la obra de pase existente en el sitio, según estudio Hidrológico.

Una vez evaluados los impactos del proyecto se pudo determinar que únicamente existen impactos de carácter irrelevante, moderado y severo, no presentando impactos críticos, por lo que podemos apreciar que el proyecto no representará un riesgo para el medio ambiente. Aunque la mayoría de los impactos presente efectos cuya recuperación no precisa practicas correctoras o protectoras intensivas, ENACAL se compromete en implementar todas las medidas correctoras que serán de estricto cumplimiento.

Los impactos ambientales negativos identificados y originados por el desarrollo del proyecto se manifestarían principalmente durante la etapa de construcción de los componentes del sistema de tratamiento de Aguas Residuales; estos impactos se minimizarán, mitigarán o reducirán mediante la aplicación de las medidas ambientales establecidas en el presente Estudio de Impacto Ambiental.

Las medidas ambientales diseñadas se orientan en particular atención a enfrentar los impactos negativos sobre componente suelo, protección de calidad del agua (superficial y subterránea), calidad del aire, la protección del Paisaje y sobre todo la protección de los trabajadores y de la población. El desarrollo de las medidas ambientales se orienta a reducir los costos ambientales y sociales a un nivel aceptable.

Se puede concluir categóricamente que al ejecutarse el proyecto, se impactará muy positivamente el área de influencia directa e indirecta. Se mejorará la calidad de las aguas superficiales del rio Oro y del Lago Cocibolca. El proyecto mejorará la estética y salubridad de toda la ciudad y sus alrededores, mejorará la calidad de vida e ingreso de población que tendrá una motivación más para invertir y mejorar su situación, ya que contarán con un servicio básico de recolección adecuada de las aguas residuales y adecuado tratamiento.

Al mejorar las condiciones de vida de la Población de Rivas, habrá mayor estimulo en inversión en comercio, turismo y agrícola, etc., mejor motivación de la municipalidad por iniciar nuevos proyectos de mejoramiento de aguas pluviales, construcción de calles, cunetas, viviendas, mejorar la recolección de los desechos sólidos, etc.

Se concluye que el proyecto es ambientalmente viable, siempre y cuando las medidas ambientales contenidas en el PGA así como las mismas contenidas en especificaciones técnicas se apliquen tanto en la etapa de construcción, como operación y mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

16 BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, A. (2015). Propuesta de anteproyecto urbano- arquitectónico para rehabilitación del Mercadito Municipal de Rivas. Managua: UCA.
- AMUR-IDR-GIZ. (2010). Plan Departamental de Ordenamiento y Desarrollo territorial de Rivas. GIZ
- Asociación de Municipios de Rivas. Plan Departamental de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de Rivas. Agosto 2010.
- Árboles de Nicaragua. Juan Bautista Salas Estrada. Sección de ecología Forestal, Servicio Forestal Nacional. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente. IRENA.
- BANCO CENTRAL DE NICARAGUA. Cartografía Digital y Censo de Edificaciones. Cabecera Municipal de Rivas.
- Chernicharo, C (2007). Anarobic Reactors. Biological wastewater treatment series (vol.4). Inglaterra: IWA Publishing
- Chernicharo, C (1997). Principios do tratamento biológico de aguas residuárias: Reactores anaerobios (Vol.5). Brasil: SEGRAC
- CITES (2013). Obtenido el 30 de Noviembre del 2013. Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua de México). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Municipales: Lagunas de Estabilización
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua de México). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales Municipales: Procesos Anaerobios
- Consejo de Comunicación y Ciudadanía. Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016. Año 2012.
- Decreto No. 52-98: Reglamento de la Ley General de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.
- Decreto 20 – 2017 Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales.
- Decreto 21 – 2017 Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales.
- INTA. Guía tecnológica No. 26. Plantaciones Forestales de Nicaragua. Año 2014.
- INAA. Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Año 2000.
- INAFOR. (2002). Biogeografía de Nicaragua Managua: Impresión Comercial La Prensa SA.
- INIDE-MAGFOR. (2013). Departamento de Rivas y sus Municipios: Uso de la Tierra y el Agua en el INETER (1998). Estudio Hidrogeológico e hidroquimico de la región del pacifico de Nicaragua. Managua
- INETER-OIEA. (2009. Estudio Caracterización hidrogeológica e isotópica del lago de Nicaragua. Managua: dirección de hidrogeología- INETER.
- INETER, Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales. Resumen meteorológico Diario. Año 1950-2013.
- IRENA. Salas Estrada, J. (1993). Árboles de Nicaragua. Managua.
- Martinez-Sánchez, J.C. (2007). Lista Patrón de las Aves de Nicaragua; con información de nuevos registros, distribución y localidades donde observar aves. Managua: Alianza para las Áreas Silvestres.

- Mendoca, R, S (2000). Sistemas de lagunas de estabilización. McGraw Hill. ISBN: 958-41-0090-4
- Manual de Mantenimiento de Sistema de Alcantarillado Sanitario. INAA. C. Espinosa García. 2005
- Plan Ambiental del Municipio de Rivas 2010 – 2020. Alcaldía de Rivas/AMUNIC.
- PIENSA: Programa de Investigación Estudio Nacionales y servicios Ambientales, Informe de caracterización de agua residual.
- Reporte sobre las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgos ante inundaciones, Deslizamientos, Actividad Volcánica y Sismos. SINAPRED SECRETARIA EJECUTIVA.
- SEMARNAT. Comisión Nacional Forestal, Prácticas de Reforestación. Manual Básico.
- SACASA, E. (2009). Fauna y Flora en Peligro de Extinción Nicaragua. Managua: GRAPHOS.

17 EQUIPO CONSULTOR

Nombre, Firma y Calificación de todos los miembros del equipo multidisciplinario

En este capítulo se enlista los nombres y contactos de los miembros del equipo participante en la formulación del presente EIA, al igual de acuerdo a los TdR se incluye firma del proponente y copia de cédula de los miembros del equipo consultor.

Tabla 17-1: Miembros del equipo consultor del EIA

Datos Generales del Equipo Consultor		Firma
Nombre y Apellidos	**Ing. Grela Margarita Muñoz Patterson**	
Experiencia	Ingeniera Civil, Especialista en Agua Potable y Saneamiento	
Teléfono	2253-8000 Ext: 3090	
Dirección oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	001-100678-0037U	
Correo electrónico	dp.consultoria1@enacal.com.ni	
Nombre y Apellidos	**Ing. Juan Gabriel Rodríguez Sandoval**	
Experiencia	Ingeniero Civil, Especialista en Agua Potable y Saneamiento	
Teléfono	2253-8000 Ext: 3090	
Dirección oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	001 – 290187 – 0036D	
Correo electrónico	jrodriguezs@enacal.com.pri	
Nombre y Apellidos	**Ing. Myriam Leonor Salazar Gallo**	
Experiencia	Ingeniera Ambiental. Especialidad en Evaluación de Impacto Ambiental, con 13 años de experiencia profesional en el sector ambiental, habiendo realizado a la fecha Planes de Manejo y Reducción de Desechos Sólidos y Líquidos, Asesoría en planes de conservación de suelos, agua, reforestación y saneamiento en zonas rurales, Asesoría técnica en cuanto a la creación e implementación de Programas de Gestión Ambiental, Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional, Control de Pérdidas con base a requerimientos de los estándares corporativos, leyes y regulaciones locales, Diagnósticos Ambientales, Análisis Ambiental de alternativas de tratamiento, Análisis de Riesgos, Emplazamiento, Evaluación Ambiental y Programa de Gestión Ambiental de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	
Teléfono	8695-8080	
Dirección oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	081-150883-0008B	
Correo electrónico	dpi.ampisash2@enacal.com.ni	
Nombre y Apellidos	**Ing. Jorge López García**	
Experiencia	Ingeniero Agrónomo. Gestión ambiental institucional en función de la protección y conservación de los recursos naturales y el ambiente. Elaboración de planes ambientales en formulación de proyectos y con los especialistas de Ingeniería. Seguimiento, monitoreo y elaboración de informes de diagnóstico, evaluación y de impacto ambiental en las diferentes etapas de preinversión.	
Teléfono	7858 - 4951	

Datos Generales del Equipo Consultor		Firma
Dirección Oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	408-221163-0001Y	
Correo electrónico	gpi.eapisash@enacal.com.ni	
Nombre y Apellidos	**Ing. José Luis Rojas Álvarez**	
Experiencia	Ingeniero Civil y Ambiental. Especialista en hidráulica e hidrología superficial y subterránea, Master en ingeniería ambiental, Especialista en Gestión de Riesgo por fenómenos naturales, obras de riego y drenaje, ingeniería hidrosanitaria, sistemas de información geográfica e hidrología	
Teléfono	8523-1544	
Dirección oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	044-190863-0000R	
Correo electrónico	joserojanic@gmail.com	
Nombre y Apellidos	**Ing. Ana Fabiola Ortega Pereira**	
Experiencia	Ingeniera Ambiental. Especialización en Formulación y Evaluación de Proyectos. Experiencia en Evaluación de Impacto Ambiental generada por actividades económicas de inversión nacional y extranjera. Experiencia en Elaboración de Programas de Gestión Ambiental; Manejo y Efectos de sustancias tóxicas perjudiciales para el ambiente y salud humana; Experiencia en Evaluaciones y Análisis Ambiental, Programas de Gestión Ambiental para Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales, Recursos Hídricos, y Experiencia en procesos de construcción de marcos regulatorios en materia de agua y ambiente.	
Teléfono	7508-4459	
Dirección Oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	001-230387-0006 V	
Correo electrónico	anfaby.2377@gmail.com	
Nombre y Apellidos	**Ing. Josselyn Marcela Treminio Martínez**	
Experiencia	Ingeniera Ambiental con una especialidad en evaluación de impacto ambiental, con 4 años de experiencia profesional en el sector ambiental, habiendo realizado a la fecha varios PGAs, Evaluaciones Ambientales, Regencias Ambientales, Asesora en el Manejo de una PTAR para un supermercado, y actualmente miembro del equipo consultor para la elaboración del EIA Construcción SAS y PTAR NG, incluyendo PGA. Apoyo para otros EIAs administrados por ENACAL. Tutora privada en una tesis sobre el Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos.	
Teléfono	8100-0022	
Dirección Oficina	Km 5 carretera Sur. Dirección Pre inversión-Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano-ENACAL.	
No. de Cédula	001-050494-0014J	
Correo electrónico	marcela.treminio@gmail.com	

Firma del proponente: 

Ing. Ervin Barreda Rodríguez

Copias de Cédula del Equipo Consultor







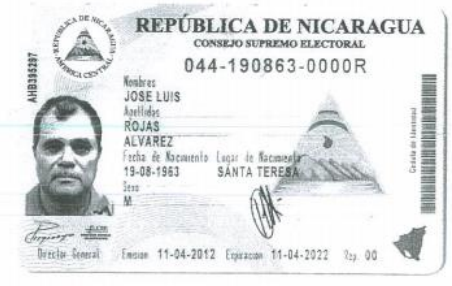




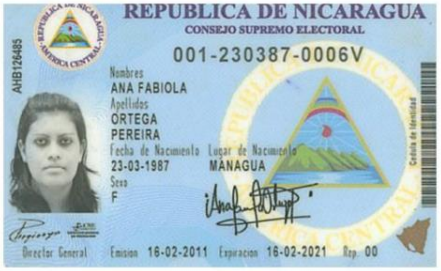


















18 CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO

Tabla 18-1: Cuadro Resumen del Proyecto

<table>
<tr><th colspan="5">Datos Generales del Proyecto</th></tr>
<tr><td>Proponente</td><td colspan="4">Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL)</td></tr>
<tr><td>Ubicación del proponente</td><td colspan="4">Km.5 ½ Carretera Panamericana Sur, contiguo al Hospital de Rehabilitación “Aldo Chavarría”.
Teléfonos: 2253-8000</td></tr>
<tr><td>Número RUC</td><td colspan="4">J1330000006118</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Representante Legal del proyecto</td><td colspan="4">Nombre: Ervin Enrique Barreda Rodríguez
Cédula de Identidad: 161-090367-0004E
Correo electrónico: ervin.barreda@enacal.com.ni</td></tr>
<tr><td colspan="4">Dirección de notificación: Km.5 ½ Carretera Panamericana Sur, contiguo al Hospital de Rehabilitación “Aldo Chavarría”.</td></tr>
<tr><td>Nombre del proyecto</td><td colspan="4">Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Ciudad de Rivas, Departamento de Rivas</td></tr>
<tr><td>Ubicación y localización del proyecto</td><td colspan="4">Comarca: Camino a Apataco
Municipio: Rivas, San Jorge
Departamento: Rivas</td></tr>
<tr><td colspan="4"><table>
<tr><th>Sitio</th><th>Puntos</th><th>Coordenadas (UTM WGS 84 E</th><th>Coordenadas (UTM WGS 84 N</th></tr>
<tr><td colspan="2">RAS</td><td colspan="2">Casco Urbano Rivas</td></tr>
<tr><td colspan="2">EBAR Etapa 1</td><td>628834.11</td><td>1265281.90</td></tr>
<tr><td colspan="2">EBAR Etapa 2</td><td>627572.99</td><td>1265585.94</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Polígono PTAR</td><td>1</td><td>629954.04</td><td>1265115.39</td></tr>
<tr><td>2</td><td>630236.91</td><td>1265128.60</td></tr>
<tr><td>3</td><td>630267.04</td><td>1265001.98</td></tr>
<tr><td>4</td><td>630136.72</td><td>1264977.65</td></tr>
<tr><td>5</td><td>630156.96</td><td>1264700.71</td></tr>
<tr><td>6</td><td>629974.61</td><td>1264677.13</td></tr>
<tr><td>7</td><td>629789.45</td><td>1264659.93</td></tr>
<tr><td>8</td><td>629758.08</td><td>1264920.12</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Inversión del Proyecto</td><td colspan="4">Etapa I: US$ 11,243,980.44. Etapa II: aprox. US$ 5,119,699.00
El total de la inversión aproximadamente US$ 16,363,679.44 al final del período de diseño
Inversión PGA: U$700,000</td></tr>
<tr><td>Generación de Empleos</td><td colspan="4">Etapa de Construcción: 421
Directos: 191
Indirectos: 230
Etapa de Operación: 50
Directos: 20
Indirectos: 30
ENACAL, dentro de sus políticas de contrataciones respeta que todas las personas son iguales ante la ley y tienen derecho a igual protección así como la Ley de Igualdad de Derechos y Oportunidades y su Reglamento. Existe igualdad absoluta entre el hombre y la mujer y las contrataciones se harán independiente de género, sexo, religión</td></tr>
<tr><td>Volúmenes de Residuos Sólidos y Líquidos</td><td colspan="4">Etapa de Construcción:
229.2 kg desechos /trabajador/día
18.34 m^3/m aguas residuales domésticas
Etapa de Operación:
24 kg desechos /trabajador/día
2.24 m^3/m aguas residuales domésticas</td></tr>
<tr><td>Beneficios sociales a desarrollar por el proyecto</td><td colspan="4">La construcción del sistema es el principal beneficio social
Disminución de enfermedades causadas por vertido de aguas residuales contaminadas
Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo en todas las fases
Disminución de la contaminación de aguas subterráneas por la no infiltración de las aguas residuales domésticas sin tratamiento
Donación de residuos aprovechables a recicladoras</td></tr>
</table>

19 ANEXOS

ANEXO 1: MEMORIA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO RIVAS

ANEXO 2: MEMORIA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN

ANEXO 3: MEMORIA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ANEXO 4: MEMORIA DE DRENAJE PLUVIAL

ANEXO 5: CANTIDADES DE OBRAS

ANEXO 6: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR RIVAS

ANEXO 7: ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

ANEXO 8: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO DE RIVAS

ANEXO 9: ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AIRE Y ANÁLISIS DE RUIDO

19.1 Anexo 1: Memoria de Cálculos Hidráulicos Red de Alcantarillado Sanitario Rivas

Tabla 19-1: Resultados de Cálculos Hidráulicos por Tramo de Colector

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
1.02_740	1.02_740	1.02_745	49.31	56.02	55.31	0.71	1.44	Circular	150	0.009	0.12	0.37	0.01	4.91	0.68
1.02_745	1.02_745	1.02_750	79.34	55.26	54.58	0.68	0.86	Circular	150	0.009	0.43	0.46	0.02	10.05	0.81
1.02_750	1.02_750	1.02_755	56.17	54.53	53.98	0.55	0.98	Circular	150	0.009	0.78	0.58	0.02	12.94	1.17
1.02_755	1.02_755	1.02_760	58.9	53.88	53.37	0.51	0.87	Circular	150	0.009	1.44	0.67	0.03	17.96	1.40
1.02_760	1.02_760	1_765	81.14	53.17	52.63	0.54	0.67	Circular	150	0.009	1.81	0.65	0.03	21.44	1.26
1.03_780	1.03_780	1.03_785	32.52	54.89	54.2	0.69	2.12	Circular	150	0.009	0.11	0.42	0.01	4.25	0.86
1.03_780_1	1.05_890Y	1.03_780	72.45	56.08	55.14	0.94	1.3	Circular	150	0.009	0.11	0.35	0.01	4.79	0.60
1.03_785	1.03_785	1.03_790	56.98	54.15	53.38	0.77	1.35	Circular	150	0.009	0.41	0.54	0.01	8.82	1.12
1.03_790	1.03_790	1.03_795	62.74	52.9	52.55	0.35	0.56	Circular	150	0.009	0.93	0.50	0.02	16.16	0.82
1.03_795	1.03_795	1.03_800	40.84	52.21	51.98	0.23	0.56	Circular	150	0.009	1.43	0.57	0.03	19.91	0.99
1.03_800	1.03_800	1.03_805	21.37	51.95	51.83	0.12	0.56	Circular	150	0.009	1.54	0.59	0.03	20.64	1.03
1.03_805	1.03_805	1_810	55.24	51.76	51.45	0.31	0.56	Circular	150	0.009	1.92	0.63	0.03	23.00	1.13
1.03_815	1.03_815	1.03_790	65.9	54.29	53.38	0.91	1.38	Circular	150	0.009	0.08	0.32	0.01	4.12	0.55
1.03_820	1.03_820	1.03_825	31.48	53.27	53.09	0.18	0.57	Circular	150	0.009	0.24	0.34	0.01	8.37	0.45
1.03_825	1.03_825	1.03_790	22.8	53.06	52.93	0.13	0.57	Circular	150	0.009	0.41	0.40	0.02	10.84	0.57
1.03_830	1.03_830	1.03_835	39.94	52.58	52.35	0.23	0.58	Circular	150	0.009	0.15	0.29	0.01	6.74	0.37
1.03_835	1.03_835	1.03_795	13.49	52.32	52.24	0.08	0.6	Circular	150	0.009	0.30	0.37	0.01	9.18	0.51
1.03_840	1.03_840	1.03_845	27.01	52.15	51.98	0.17	0.63	Circular	150	0.009	0.14	0.29	0.01	6.40	0.38
1.03_845	1.03_845	1.03_805	18.01	51.93	51.81	0.12	0.67	Circular	150	0.009	0.14	0.30	0.01	6.30	0.40
1.04_850	1.04_850	1.04_855	39.21	52.03	51.79	0.24	0.61	Circular	150	0.009	0.20	0.33	0.01	7.53	0.44
1.04_855	1.04_855	1.04_860	21.99	51.73	51.58	0.15	0.68	Circular	150	0.009	0.24	0.36	0.01	8.01	0.52
1.04_860	1.04_860	1_865	7.36	51.53	51.48	0.05	0.68	Circular	150	0.009	0.49	0.45	0.02	11.30	0.72
1.04_880	1.04_880	1.04_885	40.73	52.41	52.13	0.28	0.69	Circular	150	0.009	0.09	0.27	0.01	5.07	0.33
1.04_885	1.04_885	1.04_860	54.08	52.08	51.58	0.50	0.93	Circular	150	0.009	0.19	0.37	0.01	6.74	0.59
1.05_890	1.05_890	1.05_895	83.76	55.58	54.96	0.62	0.74	Circular	150	0.009	0.23	0.37	0.01	7.70	0.54
1.05_890_1	1.02_740Y	1.05_890	61.28	56.02	55.63	0.39	0.64	Circular	150	0.009	0.07	0.24	0.01	4.58	0.28
1.05_895	1.05_895	1.05_900	37.82	54.71	54.47	0.24	0.64	Circular	150	0.009	0.67	0.48	0.02	13.35	0.78
1.05_900	1.05_900	1.05_905	42.48	54.42	54.15	0.27	0.64	Circular	150	0.009	0.67	0.48	0.02	13.34	0.78
1.05_905	1.05_905	1.05_910	77.01	54.1	53.64	0.46	0.6	Circular	150	0.009	0.90	0.51	0.02	15.64	0.85
1.05_910	1.05_910	1.05_915	72.2	53.59	53.13	0.46	0.64	Circular	150	0.009	1.39	0.59	0.03	19.01	1.08
1.05_910_1	1.05_955Y	1.05_910	76.26	55.37	54.27	1.10	1.44	Circular	150	0.009	0.13	0.39	0.01	5.06	0.70
1.05_915	1.05_915	1.05_920	89.88	53.04	52.54	0.50	0.56	Circular	150	0.009	2.34	0.66	0.04	25.53	1.22
1.05_920	1.05_920	1.05_925	59.29	52.51	52.18	0.33	0.56	Circular	150	0.009	3.15	0.71	0.04	29.75	1.39
1.05_925	1.05_925	1.05_930	66.9	52.15	51.78	0.37	0.55	Circular	150	0.009	3.33	0.73	0.05	30.62	1.42
1.05_930	1.05_930	1_935	39.25	51.75	51.55	0.20	0.51	Circular	150	0.009	3.47	0.71	0.05	31.91	1.34
1.05_945	1.05_945	1.05_950	51.78	53.63	53.3	0.33	0.64	Circular	150	0.009	0.57	0.46	0.02	12.33	0.73
1.05_945_1	1.03_785Y	1.05_945	81.44	54.2	53.68	0.52	0.64	Circular	150	0.009	0.12	0.28	0.01	5.92	0.36
1.05_950	1.05_950	1.05_915	24.92	53.25	53.09	0.16	0.64	Circular	150	0.009	0.66	0.48	0.02	13.23	0.78
1.05_955	1.05_955	1.05_945	66.42	54.55	54.13	0.42	0.63	Circular	150	0.009	0.25	0.36	0.01	8.34	0.50
1.05_955_1	1.05_895Y	1.05_955	56.36	54.96	54.6	0.36	0.64	Circular	150	0.009	0.09	0.26	0.01	5.16	0.32
1.06_975	1.06_975	1_980	54.17	51.19	50.76	0.43	0.79	Circular	150	0.009	0.05	0.23	0.01	3.73	0.28
1.06_975_1	2.10_443	1.06_975	45.39	51.6	51.24	0.36	0.79	Circular	150	0.009	0.05	0.23	0.01	3.73	0.28
1.07_985	1.07_985	1_990	57.02	50.02	49.67	0.35	0.61	Circular	150	0.009	0.34	0.38	0.01	9.77	0.56
1.07_985_1	2.10_453	1.07_985	39.74	50.41	50.07	0.34	0.86	Circular	150	0.009	0.11	0.31	0.01	5.29	0.43
1.08_995	1.08_995	1_1005	57.72	49.73	49.36	0.37	0.64	Circular	150	0.009	0.28	0.37	0.01	8.78	0.53
1.08_995_1	2.10_460Y	1.08_995	57.13	50.14	49.77	0.37	0.65	Circular	150	0.009	0.08	0.25	0.01	4.90	0.31
1.09_1005_1	2.10_425Y	1_1005	67.88	49.91	49.4	0.51	0.75	Circular	150	0.009	0.11	0.29	0.01	5.46	0.39
1.10_1010	1.10_1010	1.10_1015	30.37	49.91	49.41	0.50	1.64	Circular	150	0.009	0.43	0.58	0.01	8.61	1.33
1.10_1010_1	2.06_295Y	1.10_1010	98.11	52.1	49.96	2.14	2.18	Circular	150	0.009	0.43	0.65	0.01	8.03	1.65
1.10_1015	1.10_1015	1_1020	37.41	49.36	49.12	0.24	0.64	Circular	150	0.009	0.43	0.02	0.02	10.78	0.64
1.11_1025	1.11_1025	1.11_1030	99.36	51.66	49.62	2.04	2.05	Circular	150	0.009	0.20	0.50	0.01	5.71	1.12
1.11_1030	1.11_1030	1_1040	43.98	49.57	49.03	0.54	1.23	Circular	150	0.009	0.20	0.41	0.01	6.45	0.76
1.12_1045	1.12_1045	1.12_1050	15.64	51.66	51.36	0.30	1.93	Circular	150	0.009	0.06	0.34	0.00	3.26	0.61
1.12_1050	1.12_1050	1.12_1055	69.7	51.11	50.01	1.10	1.58	Circular	150	0.009	0.19	0.45	0.01	5.94	0.89
1.12_1055	1.12_1055	1.12_1060	37.71	49.76	49.31	0.45	1.19	Circular	150	0.009	0.28	0.46	0.01	7.54	0.85
1.12_1060	1.12_1060	1_1065	27.18	49.26	49.09	0.17	0.63	Circular	150	0.009	0.28	0.02	0.01	8.83	0.52
1_1005	1_1005	1_1020	46.92	49.2	49	0.20	0.43	Circular	200	0.009	7.74	0.25	0.07	34.13	1.58
1_1020	1_1020	1_1040	42.92	48.97	48.78	0.19	0.44	Circular	200	0.009	8.33	0.27	0.07	35.13	1.68
1_1040	1_1040	1_1065	51.59	48.75	48.53	0.22	0.43	Circular	200	0.009	8.61	0.27	0.07	36.09	1.66
1_1065	1_1065	2_350	95.1	48.5	48.1	0.40	0.42	Circular	200	0.009	8.98	0.29	0.07	37.01	1.67

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
1_735	1_765	1_735	7.07	52.43	52.38	0.05	0.71	Circular	150	0.009	1.81	0.67	0.03	21.08	1.33
1_810	1_810	1_865	59.18	51.42	51.12	0.30	0.51	Circular	150	0.009	2.09	0.62	0.04	24.70	1.08
1_810_1	1_765Y	1_810	71	52.63	52.2	0.43	0.61	Circular	150	0.009	0.15	0.30	0.01	6.66	0.38
1_865	1_865	1_870	31.61	51.09	50.92	0.17	0.54	Circular	150	0.009	2.66	0.68	0.04	27.44	1.25
1_870	1_870	1_875	49.98	50.89	50.61	0.28	0.56	Circular	150	0.009	2.76	0.69	0.04	27.67	1.32
1_875	1_875	1_935	51.87	50.58	50.28	0.30	0.58	Circular	150	0.009	2.94	0.71	0.04	28.35	1.39
1_935	1_935	1_940	4.16	50.2	50.18	0.02	0.47	Circular	150	0.009	6.49	0.82	0.07	45.86	1.63
1_940	1_940	1_980	26.9	50.15	50	0.15	0.56	Circular	150	0.009	6.51	0.88	0.07	43.70	1.88
1_980	1_980	1_990	69.09	49.97	49.6	0.37	0.53	Circular	150	0.009	6.56	0.86	0.07	44.44	1.82
1_990	1_990	1_1005	66.86	49.57	49.23	0.34	0.51	Circular	150	0.009	7.15	0.87	0.07	47.35	1.81
2.04_125	2.04_125	2.04_170	48.83	51.55	51.25	0.30	0.62	Circular	150	0.009	0.39	0.40	0.02	10.39	0.60
2.04_125_1	1_810Y	2.04_125	51.18	52.31	51.88	0.43	0.84	Circular	150	0.009	0.10	0.30	0.01	5.08	0.41
2.04_125_2	2.04_175Y	2.04_125	67.99	51.96	51.58	0.38	0.56	Circular	150	0.009	0.09	0.25	0.01	5.32	0.28
2.04_130	2.04_130	2.04_135	49.63	51.5	51.2	0.30	0.6	Circular	150	0.009	0.14	0.29	0.01	6.45	0.37
2.04_130_1	2.04_125Y	2.04_130	52.44	51.88	51.55	0.33	0.63	Circular	150	0.009	0.04	0.20	0.01	3.55	0.22
2.04_135	2.04_135	2.04_140	50	51.15	50.85	0.30	0.6	Circular	150	0.009	0.38	0.39	0.02	10.32	0.58
2.04_135_1	2.04_170Y	2.04_135	51.61	51.73	51.38	0.35	0.68	Circular	150	0.009	0.03	0.19	0.00	3.08	0.20
2.04_140	2.04_140	2.04_145	44.45	50.44	50.15	0.29	0.65	Circular	150	0.009	1.18	0.57	0.03	17.46	1.02
2.04_145	2.04_145	2.04_150	61.26	50.12	49.8	0.32	0.52	Circular	150	0.009	6.06	0.84	0.06	42.80	1.73
2.04_150	2.04_150	2_155	54.2	49.77	49.5	0.27	0.5	Circular	150	0.009	6.66	0.85	0.07	45.75	1.73
2.04_165_1	2.04_165	2.04_180	46.4	51.28	51.05	0.23	0.5	Circular	150	0.009	3.97	0.74	0.05	34.47	1.40
2.04_170_1	2.04_165Y	2.04_170	65.33	51.49	51.13	0.36	0.55	Circular	150	0.009	0.10	0.25	0.01	5.61	0.30
2.04_170_2	2.04_170	2.04_185	50.78	51.1	50.81	0.29	0.57	Circular	150	0.009	0.71	0.47	0.02	14.07	0.73
2.04_175	2.04_175	2.04_165	50.24	51.76	51.48	0.28	0.56	Circular	150	0.009	3.86	0.76	0.05	32.99	1.51
2.04_175_1	1_735	2.04_175	47.64	52.35	51.96	0.39	0.82	Circular	150	0.009	3.77	0.86	0.04	29.52	2.03
2.04_180	2.04_180Y	2.04_185	63.59	51.21	50.83	0.38	0.6	Circular	150	0.009	0.05	0.21	0.01	4.01	0.23
2.04_185	2.04_185	2.04_140	50.93	50.78	50.47	0.31	0.61	Circular	150	0.009	0.80	0.49	0.02	14.72	0.82
2.04_190	2.04_190	2.04_195	61.29	50.73	50.43	0.30	0.49	Circular	150	0.009	4.35	0.75	0.05	36.33	1.43
2.04_190_1	2.04_180	2.04_190	49.35	51.01	50.76	0.25	0.51	Circular	150	0.009	4.04	0.74	0.05	34.71	1.43
2.04_195	2.04_195	2.04_145	49.58	50.4	50.15	0.25	0.5	Circular	150	0.009	4.69	0.77	0.06	37.62	1.51
2.04_195_1	2.04_185Y	2.04_195	44.13	51.61	51.24	0.37	0.84	Circular	150	0.009	0.02	0.18	0.00	2.38	0.19
2.04_195_2	2.04_205Y	2.04_195	61.04	51.55	51.19	0.36	0.59	Circular	150	0.009	0.11	0.27	0.01	5.78	0.33
2.04_200	2.04_200	2.04_190	58.13	51.59	51.24	0.35	0.6	Circular	150	0.009	0.16	0.30	0.01	6.88	0.39
2.04_200_1	2_100Y	2.04_200	65.43	52.02	51.62	0.40	0.61	Circular	150	0.009	0.08	0.25	0.01	4.95	0.29
2.04_205_1	2.04_200Y	2.04_205	60.68	51.72	51.4	0.32	0.53	Circular	150	0.009	0.07	0.23	0.01	4.79	0.24
2.04_205_2	2.04_205	2.04_150	49.02	51.33	51.05	0.28	0.57	Circular	150	0.009	0.30	0.36	0.01	9.38	0.50
2.04_210	2.04_210	2.04_205	67.76	51.81	51.38	0.43	0.64	Circular	150	0.009	0.12	0.28	0.01	5.92	0.36
2.05_250	2.05_250	2.05_255	60.34	51.18	50.84	0.34	0.56	Circular	150	0.009	2.04	0.64	0.04	23.71	1.16
2.05_255	2.05_255	2.05_260	53.92	50.79	50.49	0.30	0.56	Circular	150	0.009	2.31	0.66	0.04	25.36	1.21
2.05_260	2.05_260	2_265	25.33	50.44	50.28	0.16	0.63	Circular	150	0.009	2.93	0.74	0.04	27.65	1.49
2.06_295	2.06_295	2.06_300	49.2	51.63	51.35	0.28	0.57	Circular	150	0.009	0.32	0.37	0.01	9.57	0.51
2.06_295_1	1_940Y	2.06_295	81.06	52.4	51.88	0.52	0.64	Circular	150	0.009	0.13	0.29	0.01	6.14	0.38
2.06_300	2.06_300	2.06_305	53.77	51.01	50.66	0.35	0.65	Circular	150	0.009	0.83	0.51	0.02	14.74	0.88
2.06_305	2.06_305	2_310	57.53	50.61	50.24	0.37	0.64	Circular	150	0.009	0.96	0.53	0.02	15.85	0.92
2.06_315	2.06_315	2.06_320	50.99	51.96	51.57	0.39	0.77	Circular	150	0.009	0.20	0.35	0.01	7.21	0.52
2.06_320	2.06_320	2.06_300	71.55	51.52	51.06	0.46	0.64	Circular	150	0.009	0.43	0.42	0.02	10.77	0.64
2.09_355	2.09_355	2_360	68.19	49.58	49.14	0.44	0.64	Circular	150	0.009	0.39	0.41	0.02	10.27	0.62
2.09_355_1	2.14_580Y	2.09_355	72.09	50.55	49.63	0.92	1.27	Circular	150	0.009	0.14	0.38	0.01	5.40	0.66
2.10_365	2.10_365	2.10_370	34.82	52.32	52.09	0.23	0.66	Circular	150	0.009	0.10	0.27	0.01	5.38	0.34
2.10_370	2.10_370	2.10_375	25.15	52.04	51.88	0.16	0.63	Circular	150	0.009	0.12	0.28	0.01	5.93	0.36
2.10_375	2.10_375	2.10_380	19.09	51.83	51.71	0.12	0.62	Circular	150	0.009	0.36	0.39	0.01	9.96	0.58
2.10_380	2.10_380	2.10_385	12.55	51.66	51.58	0.08	0.64	Circular	150	0.009	0.40	0.41	0.02	10.42	0.62
2.10_385	2.10_385	2.10_390	12.64	51.53	51.45	0.08	0.64	Circular	150	0.009	0.40	0.41	0.02	10.42	0.62
2.10_390	2.10_390	2.10_395	11.67	51.4	51.32	0.08	0.69	Circular	150	0.009	0.44	0.43	0.02	10.70	0.69
2.10_395	2.10_395	2.10_400	18.75	51.27	51.15	0.12	0.64	Circular	150	0.009	0.46	0.43	0.02	11.16	0.66
2.10_400	2.10_400	2.10_405	13.42	51.1	51.02	0.08	0.6	Circular	150	0.009	0.56	0.44	0.02	12.42	0.68
2.10_405	2.10_405	2.10_410	8.47	50.97	50.92	0.05	0.59	Circular	150	0.009	0.70	0.47	0.02	13.88	0.74
2.10_410	2.10_410	2.10_415	10.23	50.87	50.8	0.07	0.68	Circular	150	0.009	0.70	0.49	0.02	13.44	0.83
2.10_415	2.10_415	2.10_420	56.86	49.52	49.2	0.32	0.56	Circular	150	0.009	1.53	0.58	0.03	20.59	1.02
2.10_420	2.10_420	2.10_425	54.42	49.17	48.87	0.30	0.55	Circular	150	0.009	1.78	0.10	0.03	22.32	1.07
2.10_425	2.10_425	2.10_430	96.72	48.84	48.3	0.54	0.56	Circular	150	0.009	1.81	0.10	0.03	22.42	1.10
2.10_430	2.10_430	2.10_435	46.78	48.27	48.01	0.26	0.56	Circular	150	0.009	2.12	0.12	0.04	24.31	1.17
2.10_430_1	2.12_500Y	2.10_430	66.71	48.92	48.49	0.43	0.64	Circular	150	0.009	0.11	0.01	0.01	5.66	0.35
2.10_435	2.10_435	2_440	95.43	47.98	47.5	0.48	0.5	Circular	150	0.009	2.32	0.13	0.04	26.07	1.12

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
2.10_435_1	1_1065Y	2.10_435	66.04	49.18	48.74	0.44	0.67	Circular	150	0.009	0.10	0.01	0.01	5.37	0.34
2.10_445	2.10_445	2.10_450	68.82	51.55	50.41	1.14	1.65	Circular	150	0.009	0.10	0.38	0.01	4.31	0.69
2.10_445_1	1.05_925Y	2.10_445	26.21	52.65	51.6	1.05	4.01	Circular	150	0.009	0.10	0.51	0.01	3.53	1.37
2.10_450	2.10_450	2.10_455	42.01	50.36	50.12	0.24	0.57	Circular	150	0.009	0.26	0.35	0.01	8.71	0.47
2.10_455	2.10_455	2.10_460	27.61	50.09	49.93	0.16	0.58	Circular	150	0.009	0.72	0.47	0.02	14.17	0.75
2.10_460	2.10_460	2.10_415	65.14	49.9	49.55	0.35	0.54	Circular	150	0.009	0.72	0.46	0.02	14.36	0.70
2.10_465	2.10_465	2.10_470	73.49	51.82	51.31	0.51	0.69	Circular	150	0.009	0.14	0.31	0.01	6.24	0.41
2.10_470	2.10_470	2.10_455	73.53	51.26	50.24	1.02	1.39	Circular	150	0.009	0.35	0.52	0.01	8.11	1.06
2.10_475	2.10_475	2.10_430	52.86	48.99	48.59	0.40	0.76	Circular	150	0.009	0.10	0.01	0.01	5.20	0.38
2.11_480	2.11_480	2_490	61.45	49.42	48.61	0.81	1.32	Circular	150	0.009	0.36	0.51	0.01	8.33	1.03
2.11_480_1	2.14_585Y	2.11_480	60.84	50.05	49.53	0.52	0.85	Circular	150	0.009	0.13	0.32	0.01	5.74	0.47
2.12_495	2.12_495	2.12_500	98.36	49.76	48.92	0.84	0.85	Circular	150	0.009	0.35	0.43	0.01	9.14	0.73
2.12_500	2.12_500	2.12_505	5.93	48.67	48.63	0.04	0.69	Circular	150	0.009	0.49	0.03	0.02	11.27	0.72
2.12_505	2.12_505	2.12_510	44.44	48.58	48.29	0.29	0.65	Circular	150	0.009	0.61	0.03	0.02	12.68	0.76
2.12_510	2.12_510	2.12_515	6.19	48.24	48.2	0.04	0.66	Circular	150	0.009	0.80	0.05	0.02	14.39	0.86
2.12_515	2.12_515	2_520	99.66	48.15	47.58	0.57	0.57	Circular	150	0.009	0.99	0.06	0.02	16.55	0.86
2.12_525	2.12_525	2.12_530	26.29	50.24	50.07	0.17	0.65	Circular	150	0.009	0.12	0.28	0.01	5.89	0.36
2.12_530	2.12_530	2.12_495	32.49	50.02	49.81	0.21	0.64	Circular	150	0.009	0.12	0.28	0.01	5.90	0.36
2.12_535	2.12_535	2.12_495	13.31	50.51	50.42	0.09	0.67	Circular	150	0.009	0.20	0.34	0.01	7.44	0.47
2.12_540	2.12_540	2.12_505	49.42	48.96	48.64	0.32	0.65	Circular	150	0.009	0.10	0.01	0.01	5.40	0.33
2.12_545	2.12_545	2.12_515	61.18	48.74	48.34	0.40	0.65	Circular	150	0.009	0.10	0.01	0.01	5.39	0.34
2.12_550	2.12_550	2.12_555	31.75	48.77	48.56	0.21	0.66	Circular	150	0.009	0.10	0.01	0.01	5.38	0.34
2.12_555	2.12_555	2.12_510	23.3	48.51	48.36	0.15	0.65	Circular	150	0.009	0.10	0.01	0.01	5.40	0.33
2.13_560	2.13_560	2_565	52.42	48.68	48.15	0.53	1.01	Circular	150	0.009	0.32	0.02	0.01	8.39	0.80
2.13_560_1	2.14_590Y	2.13_560	52.45	49.07	48.73	0.34	0.65	Circular	150	0.009	0.11	0.01	0.01	5.65	0.35
2.14_570	2.14_570	2.14_575	29.24	49.46	49.29	0.17	0.58	Circular	150	0.009	0.49	0.42	0.02	11.75	0.63
2.14_570_1	2.05_250Y	2.14_570	85.88	52.1	50.94	1.16	1.35	Circular	150	0.009	0.08	0.33	0.01	4.04	0.53
2.14_575	2.14_575	2.14_580	69.71	49.26	48.87	0.39	0.56	Circular	150	0.009	1.08	0.06	0.03	17.36	0.87
2.14_580	2.14_580	2.14_585	70.5	48.84	48.41	0.43	0.61	Circular	150	0.009	1.26	0.07	0.03	18.37	1.00
2.14_585	2.14_585	2.14_590	70.7	48.38	47.98	0.40	0.57	Circular	150	0.009	1.40	0.08	0.03	19.69	0.99
2.14_590	2.14_590	EN_3470	78.29	47.95	47.5	0.45	0.57	Circular	150	0.009	1.52	0.09	0.03	20.40	1.04
2.14_595	EN_3470	2_600	86.51	47.47	46.95	0.52	0.6	Circular	150	0.009	1.65	0.09	0.03	21.01	1.11
2.14_610	2.14_610	2.14_615	58.86	50.15	49.82	0.33	0.56	Circular	150	0.009	0.23	0.33	0.01	8.24	0.44
2.14_615	2.14_615	2.14_570	53.06	49.79	49.49	0.30	0.57	Circular	150	0.009	0.23	0.33	0.01	8.22	0.44
2.14_620	2.14_620	2.14_625	46.56	50.12	49.82	0.30	0.64	Circular	150	0.009	0.20	0.33	0.01	7.54	0.46
2.14_625	2.14_625	2.14_575	66.03	49.77	49.35	0.42	0.64	Circular	150	0.009	0.38	0.40	0.02	10.18	0.60
2.15_630	2.15_630	2.15_635	72.53	51.51	51.05	0.46	0.63	Circular	150	0.009	0.50	0.44	0.02	11.62	0.68
2.15_635	2.15_635	2.15_640	74.6	51	50.16	0.84	1.12	Circular	150	0.009	1.00	0.06	0.02	14.07	1.45
2.15_640	2.15_645	2.15_640	93.81	46.2	45.96	0.24	0.26	Circular	300	0.009	34.37	0.49	0.15	49.20	1.86
2.15_645	2_650	2.15_645	69.74	46.41	46.23	0.18	0.26	Circular	300	0.009	33.92	0.48	0.15	48.70	1.86
2.15_655	2.15_670	2.15_655	50.23	45.86	45.73	0.13	0.26	Circular	375	0.009	35.87	0.32	0.14	36.09	1.88
2.15_670	2.15_640	2.15_670	15.31	45.93	45.89	0.04	0.26	Circular	375	0.009	35.87	0.32	0.13	35.95	1.91
2.15_676	R_166	SAL_EX_2	55	45.28	45.14	0.14	0.26	Circular	375	0.009	53.23	0.48	0.17	44.99	2.19
2.15_678	2.15_680	R_166	76.43	45.5	45.31	0.19	0.25	Circular	375	0.009	36.02	0.33	0.14	36.57	1.83
2.15_680	2.15_655	2.15_680	66.71	45.7	45.53	0.17	0.25	Circular	375	0.009	35.97	0.33	0.14	36.29	1.86
2.15_685	2.15_685	2.15_655	99.29	50.02	49.46	0.56	0.56	Circular	150	0.009	0.05	0.00	0.01	4.07	0.22
2.15_690	2.15_690	2.15_645	17.95	49.97	49.4	0.57	3.17	Circular	150	0.009	0.19	0.01	0.01	5.03	1.52
2.15_690_1	2.12_535Y	2.15_690	27.23	50.51	50.02	0.49	1.81	Circular	150	0.009	0.09	0.01	0.01	4.08	0.71
2_100	2_100	2_115	62.01	51.4	51.05	0.35	0.57	Circular	150	0.009	5.37	0.84	0.06	39.15	1.75
2_115	2_115	2_120	48.7	51	50.71	0.29	0.59	Circular	150	0.009	6.01	0.88	0.06	41.09	1.91
2_120	2_120	2_155	16.41	50.66	50.55	0.11	0.67	Circular	150	0.009	6.14	0.92	0.06	40.25	2.11
2_155	2_155	2_160	54.58	49.42	49.2	0.22	0.4	Circular	200	0.009	12.80	0.41	0.09	45.52	1.86
2_160	2_160	2_265	52.96	49.17	48.96	0.21	0.4	Circular	200	0.009	12.80	0.41	0.09	45.76	1.83
2_265	2_265	2_310	47.43	48.93	48.73	0.20	0.42	Circular	250	0.009	15.73	0.32	0.09	36.38	2.06
2_310	2_310	2_330	26.99	48.7	48.63	0.07	0.26	Circular	250	0.009	16.89	0.34	0.11	43.16	1.43
2_330	2_330	2_345	68.69	48.6	48.33	0.27	0.39	Circular	250	0.009	17.20	0.35	0.10	38.86	2.02
2_330_1	1.12_1050Y	2_330	97.48	51.36	50.55	0.81	0.83	Circular	150	0.009	0.13	0.32	0.01	5.77	0.46
2_345	2_345	2_350	68.39	48.3	48.05	0.25	0.37	Circular	250	0.009	17.48	0.36	0.10	39.98	1.92
2_345_1	1.12_1055Y	2_345	97.01	50.01	49.39	0.62	0.64	Circular	150	0.009	0.10	0.27	0.01	5.42	0.33
2_350	2_350	2_360	14.23	48	47.95	0.05	0.35	Circular	300	0.009	26.59	0.38	0.12	39.05	2.16
2_360	2_360	2_440	52.4	47.92	47.73	0.19	0.36	Circular	300	0.009	27.10	0.38	0.12	39.05	2.24
2_440	2_440	2_490	15.11	47.47	47.42	0.05	0.33	Circular	300	0.009	29.54	0.42	0.13	42.06	2.14
2_490	2_490	2_520	52.71	47.39	47.23	0.16	0.3	Circular	300	0.009	30.02	0.42	0.13	43.35	2.03
2_520	2_520	2_565	15.56	47.2	47.15	0.05	0.32	Circular	300	0.009	31.12	0.44	0.13	43.52	2.15

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
2_565	2_565	2_600	66.25	47.12	46.93	0.19	0.29	Circular	300	0.009	31.57	0.45	0.14	45.29	1.98
2_600	2_600	2_605	95.65	46.9	46.66	0.24	0.25	Circular	300	0.009	33.37	0.47	0.15	48.63	1.81
2_605	2_605	2_650	74.33	46.63	46.44	0.19	0.26	Circular	300	0.009	33.42	0.47	0.15	48.41	1.84
4.01_1725	4.01_1725	4.01_1730	83.52	53.83	53.34	0.49	0.59	Circular	150	0.009	0.87	0.50	0.02	15.45	0.82
4.01_1730	4.01_1730	4.01_1735	80.92	53.29	52.81	0.48	0.59	Circular	150	0.009	1.25	0.56	0.03	18.32	0.97
4.01_1735	4.01_1735	4.01_1740	59.87	52.76	52.41	0.35	0.59	Circular	150	0.009	1.63	0.60	0.03	21.02	1.09
4.01_1740	4.01_1740	ES_4335	14.33	52.36	52.25	0.11	0.77	Circular	150	0.009	1.74	0.68	0.03	20.30	1.38
4.01_1765	4.01_1765	4.01_1770	17.02	54.2	54.09	0.11	0.64	Circular	150	0.009	0.14	0.30	0.01	6.35	0.39
4.01_1770	4.01_1770	4.01_1730	30.71	54.04	53.84	0.20	0.65	Circular	150	0.009	0.16	0.31	0.01	6.75	0.42
5.01_1795	5.01_1795	5.01_1800	54.7	73.36	72.61	0.75	1.37	Circular	150	0.009	0.06	0.30	0.01	3.57	0.47
5.01_1800	5.01_1800	5.01_1805	49.55	72.56	70.76	1.80	3.62	Circular	150	0.009	0.21	0.62	0.01	5.11	1.77
5.01_1805	5.01_1805	5.01_1810	51.82	70.67	68.98	1.69	3.26	Circular	150	0.009	0.40	0.72	0.01	7.11	2.20
5.01_1810	5.01_1810	5.01_1815	59.64	68.85	67.24	1.61	2.69	Circular	150	0.009	0.80	0.83	0.02	10.29	2.59
5.01_1815	5.01_1815	5.01_1820	62.37	67.14	66.78	0.36	0.58	Circular	150	0.009	0.81	0.49	0.02	14.99	0.79
5.01_1820	5.01_1820	5.01_1825	77.11	66.73	66.3	0.43	0.56	Circular	150	0.009	1.53	0.58	0.03	20.62	1.02
5.01_1825	5.01_1825	5.01_1830	73.82	66.25	65.54	0.71	0.96	Circular	150	0.009	1.53	0.71	0.03	18.04	1.56
5.01_1830	5.01_1830	5.01_1835	37.8	65.49	65.09	0.40	1.06	Circular	150	0.009	1.53	0.73	0.03	17.61	1.67
5.01_1835	5.01_1835	5.01_1840	38.58	65.04	64.4	0.64	1.65	Circular	150	0.009	1.53	0.85	0.02	15.80	2.37
5.01_1840	5.01_1840	5.01_1845	12.93	64.35	63.92	0.43	3.36	Circular	150	0.009	1.53	1.10	0.02	13.31	4.10
5.01_1845	5.01_1845	5_1945	3.45	63.87	63.73	0.14	4.18	Circular	150	0.009	1.53	1.18	0.02	12.62	4.86
5.01_1850	5.01_1850	5.01_1805	47.96	72.57	70.72	1.85	3.87	Circular	150	0.009	0.05	0.41	0.00	2.56	0.96
5.01_1855	5.01_1855	5.01_1860	52.63	70.12	69.81	0.31	0.59	Circular	150	0.009	0.08	0.24	0.01	4.98	0.28
5.01_1860	5.01_1860	5.01_1865	16.78	69.76	69.37	0.39	2.33	Circular	150	0.009	0.22	0.53	0.01	5.80	1.29
5.01_1865	5.01_1865	5.01_1810	10.87	69.32	68.98	0.34	3.1	Circular	150	0.009	0.26	0.62	0.01	5.87	1.73
5.01_1870	5.01_1870	5.01_1875	37.23	69.97	69.03	0.94	2.53	Circular	100	0.009	0.46	0.73	0.01	13.49	2.09
5.01_1875	5.01_1875	5.01_1820	12.58	69	68.55	0.45	3.6	Circular	150	0.009	0.64	0.86	0.01	8.63	2.92
5.02_1880	5.02_1880	5.02_1885	36.02	70.08	69.85	0.23	0.64	Circular	150	0.009	0.06	0.23	0.01	4.24	0.26
5.02_1880_1	7_2020Y	5.02_1880	36.03	70.36	70.13	0.23	0.64	Circular	150	0.009	0.06	0.23	0.01	4.24	0.26
5.02_1885	5.02_1885	5.02_1890	25.47	69.8	69.63	0.17	0.66	Circular	150	0.009	0.23	0.35	0.01	7.90	0.50
5.02_1890	5.02_1890	5.02_1895	42.41	69.58	69.31	0.27	0.64	Circular	150	0.009	0.44	0.42	0.02	10.91	0.65
5.02_1895	5.02_1895	5.02_1900	41.37	69.26	68.99	0.27	0.65	Circular	150	0.009	0.44	0.42	0.02	10.86	0.66
5.02_1900	5.02_1900	5.02_1905	45.07	68.94	68.65	0.29	0.64	Circular	150	0.009	0.45	0.43	0.02	11.01	0.66
5.02_1905	5.02_1905	5.02_1910	45.65	68.6	68.31	0.29	0.63	Circular	150	0.009	0.45	0.42	0.02	11.04	0.65
5.02_1910	5.02_1910	5_1935	93.41	68.26	66.37	1.89	2.03	Circular	150	0.009	0.62	0.70	0.01	9.78	1.85
5_1915	5_1915	5_1920	28.48	73.91	73.5	0.41	1.45	Circular	150	0.009	0.08	0.33	0.01	4.07	0.57
5_1920	5_1920	5_1925	68.01	73.24	70.52	2.72	4	Circular	150	0.009	0.36	0.75	0.01	6.45	2.45
5_1925	5_1925	5_1930	68.01	70.23	67.51	2.72	4	Circular	150	0.009	0.36	0.75	0.01	6.45	2.45
5_1930	5_1930	5_1935	16.62	67.03	66.37	0.66	3.94	Circular	150	0.009	0.37	0.75	0.01	6.56	2.45
5_1935	5_1935	5_1940	20.61	66.32	65.72	0.60	2.89	Circular	150	0.009	1.28	0.99	0.02	12.65	3.37
5_1940	5_1940	5_1945	50.37	65.67	63.73	1.94	3.86	Circular	150	0.009	1.28	1.09	0.02	11.82	4.22
5_1945	5_1945	5_1950	73.73	63.68	62.26	1.42	1.93	Circular	150	0.009	3.04	1.10	0.03	21.31	3.61
5_1950	5_1950	PO_EX_203	93.01	62.21	60.38	1.83	1.97	Circular	150	0.009	3.42	1.15	0.03	22.50	3.87
6_1955	6_1955	6_1960	22.24	73.2	72.46	0.74	3.33	Circular	150	0.009	0.05	0.39	0.00	2.66	0.86
6_1960	6_1960	6_1965	15.83	72.38	71.75	0.63	3.97	Circular	150	0.009	0.05	0.41	0.00	2.54	0.98
6_1965	6_1965	6_1970	16.27	71.7	71.6	0.10	0.62	Circular	150	0.009	0.27	0.36	0.01	8.70	0.51
6_1970	6_1970	6_1975	13.91	71.27	70.72	0.55	3.92	Circular	150	0.009	0.27	0.68	0.01	5.65	2.11
6_1975	6_1975	6_1980	14.47	70.62	70.04	0.58	4.05	Circular	150	0.009	0.53	0.86	0.01	7.64	2.92
6_1980	6_1980	6_1985	30.76	69.82	68.59	1.23	4	Circular	150	0.009	0.53	0.85	0.01	7.66	2.89
6_1985	6_1985	6_1990	25.86	67.78	66.75	1.03	3.98	Circular	150	0.009	0.54	0.86	0.01	7.75	2.91
6_1990	6_1990	PO_EX_171	21.09	65.95	65.06	0.89	4.23	Circular	150	0.009	0.54	0.87	0.01	7.63	3.05
7.02_1995	7.02_1995	7_2015	16.8	71.25	70.58	0.67	4	Circular	150	0.009	0.04	0.39	0.00	2.28	0.88
7.02_1995_1	5.01_1850Y	7.02_1995	38.82	72.57	71.47	1.10	2.84	Circular	150	0.009	0.04	0.34	0.00	2.48	0.68
7.03_2070	7.03_2070	7.03_2075	72.46	72.17	69.27	2.90	4	Circular	150	0.009	0.06	0.44	0.00	2.78	1.07
7.03_2075	7.03_2075	7.03_2080	87.46	69.22	65.78	3.44	3.93	Circular	150	0.009	0.28	0.69	0.01	5.74	2.15
7.03_2080	7.03_2080	7.03_2085	67.05	65.66	64.6	1.06	1.58	Circular	150	0.009	0.70	0.66	0.02	10.97	1.61
7.03_2085	7.03_2085	7_2130	4.05	64.57	64.54	0.03	0.76	Circular	150	0.009	0.70	0.51	0.02	13.07	0.91
7.04_2090	7.04_2090	7.04_2095	31.9	67.05	66.7	0.35	1.09	Circular	150	0.009	0.07	0.29	0.01	4.08	0.43
7.04_2090_1	8.01_2180Y	7.04_2090	31.87	67.59	67.1	0.49	1.53	Circular	150	0.009	0.06	0.31	0.01	3.49	0.52
7.04_2095	7.04_2095	7.04_2100	30.38	65.12	64.94	0.18	0.59	Circular	150	0.009	1.21	0.55	0.03	18.13	0.96
7.04_2100	7.04_2100	7.04_2105	33.55	64.91	64.72	0.19	0.57	Circular	150	0.009	1.45	0.58	0.03	20.01	1.01
7.04_2105	7.04_2105	7_2125	73.19	64.69	64.27	0.42	0.57	Circular	150	0.009	1.47	0.58	0.03	20.07	1.02
7.04_2110	7.04_2110	7.04_2115	42.19	67.58	65.89	1.69	4.02	Circular	150	0.009	0.36	0.75	0.01	6.44	2.46
7.04_2115	7.04_2115	7.04_2120	31.46	65.86	65.68	0.18	0.57	Circular	150	0.009	0.53	0.43	0.02	12.21	0.65
7.04_2120	7.04_2120	7.04_2095	88.08	65.65	65.15	0.50	0.57	Circular	150	0.009	0.72	0.47	0.02	14.19	0.74

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
7_2000	7_2000	7_2005	66.69	71.36	70.74	0.62	0.93	Circular	150	0.009	1.14	0.64	0.02	15.75	1.33
7_2000_1	5.01_1795YY	7_2000	48.29	73.34	71.41	1.93	4.01	Circular	150	0.009	1.06	1.04	0.02	10.71	3.99
7_2005	7_2005	7_2010	54.77	70.69	70.38	0.31	0.57	Circular	150	0.009	1.23	0.55	0.03	18.42	0.93
7_2010	7_2010	7_2015	52.13	70.33	70.04	0.29	0.56	Circular	150	0.009	1.48	0.58	0.03	20.29	1.00
7_2010_1	5.01_1795Y	7_2010	58.02	73.16	70.83	2.33	4.02	Circular	150	0.009	0.06	0.44	0.00	2.77	1.08
7_2015	7_2015	7_2020	18.59	69.99	69.88	0.11	0.59	Circular	150	0.009	1.69	0.61	0.03	21.34	1.11
7_2020	7_2020	7_2025	20.53	69.83	69.7	0.13	0.64	Circular	150	0.009	1.75	0.63	0.03	21.32	1.19
7_2025	7_2025	7_2030	68	69.65	68.77	0.88	1.29	Circular	150	0.009	1.77	0.82	0.03	18.02	2.09
7_2030	7_2030	7_2035	19.68	68.72	68.44	0.28	1.41	Circular	150	0.009	1.94	0.87	0.03	18.39	2.32
7_2035	7_2035	7_2040	23	68.39	68.09	0.30	1.31	Circular	150	0.009	1.94	0.85	0.03	18.76	2.20
7_2040	7_2040	7_2045	27.16	68.04	67.45	0.59	2.17	Circular	150	0.009	2.17	1.04	0.03	17.52	3.42
7_2045	7_2045	7_2050	30.07	67.4	66.69	0.71	2.35	Circular	150	0.009	2.17	1.07	0.03	17.18	3.64
7_2050	7_2050	7_2055	82.87	66.64	65.81	0.83	1	Circular	150	0.009	2.38	0.81	0.03	22.21	1.95
7_2055	7_2055	7_2060	54.5	65.76	65.24	0.52	0.95	Circular	150	0.009	2.38	0.80	0.03	22.50	1.88
7_2060	7_2060	7_2065	55.53	65.18	64.87	0.31	0.56	Circular	150	0.009	2.40	0.66	0.04	25.82	1.24
7_2065	7_2065	7_2125	99.45	64.82	64.25	0.57	0.57	Circular	150	0.009	2.66	0.69	0.04	27.05	1.32
7_2125	7_2125	7_2130	5.92	64.15	64.11	0.04	0.69	Circular	200	0.009	4.13	0.81	0.04	21.87	1.77
7_2130	7_2130	7_2135_R	71.24	64.08	63.64	0.44	0.62	Circular	200	0.009	4.83	0.82	0.05	24.35	1.73
7_2135_R	7_2135_R	7_2140	16.5	63.6	63.49	0.11	0.67	Circular	200	0.009	4.99	0.85	0.05	24.26	1.87
7_2140_R	7_2140	7_2145_R	16.82	63.44	63.33	0.11	0.66	Circular	200	0.009	4.99	0.84	0.05	24.37	1.85
7_2145_R	7_2145_R	7_2150_R	99.11	63.28	62.63	0.65	0.66	Circular	200	0.009	5.92	0.89	0.05	26.55	1.99
7_2150_R	7_2150_R	7_2155_R	114.23	62.58	61.42	1.16	1.01	Circular	200	0.009	7.49	1.11	0.05	26.78	3.09
7_2155_R	7_2155_R	PO_EX_236	124.14	61.37	60.59	0.78	0.63	Circular	200	0.009	7.91	0.95	0.06	31.16	2.17
8.01_2160	8.01_2160	8.01_2165	47.1	69.03	68.73	0.30	0.64	Circular	150	0.009	1.13	0.56	0.03	17.20	0.98
8.01_2165	8.01_2165	8.01_2170	26	68.68	68.51	0.17	0.66	Circular	150	0.009	1.13	0.56	0.03	17.06	1.01
8.01_2170	8.01_2170	8.01_2175	26.31	68.46	68.29	0.17	0.65	Circular	150	0.009	1.36	0.59	0.03	18.76	1.09
8.01_2175	8.01_2175	8.01_2180	25.88	68.24	67.59	0.65	2.51	Circular	150	0.009	1.36	0.95	0.02	13.49	3.11
8.01_2180	8.01_2180	8.01_2185	56.25	67.54	66.59	0.95	1.68	Circular	150	0.009	1.54	0.86	0.02	15.78	2.41
8.01_2185	8.01_2185	8.01_2190	56.12	66.54	65.58	0.96	1.71	Circular	150	0.009	1.55	0.87	0.02	15.77	2.45
8.01_2190	8.01_2190	8.01_2195	95.32	65.53	64.3	1.23	1.29	Circular	150	0.009	1.69	0.81	0.03	17.62	2.04
8.01_2195	8.01_2195	8.01_2200	12.93	64.25	64.17	0.08	0.62	Circular	150	0.009	2.62	0.71	0.04	26.25	1.40
8.01_2200	8.01_2200	8.01_2205	74.46	64.12	63.7	0.42	0.56	Circular	150	0.009	2.62	0.68	0.04	26.95	1.30
8.01_2205	8.01_2205	8.01_2210	49.32	63.65	63.39	0.26	0.53	Circular	200	0.009	5.05	0.78	0.05	25.90	1.56
8.01_2210	8.01_2210	8.01_2215	30.68	63.34	63.18	0.16	0.52	Circular	200	0.009	5.05	0.78	0.05	25.98	1.54
8.01_2215	8.01_2215	8.01_2220	33.79	63.13	62.96	0.17	0.5	Circular	200	0.009	5.43	0.78	0.05	27.21	1.55
8.01_2220	8.01_2220	8_2300	66.47	62.91	62.57	0.34	0.51	Circular	200	0.009	5.43	0.79	0.05	27.08	1.57
8.01_2225	8.01_2225	8.01_2170	35.12	70.25	68.84	1.41	4.02	Circular	150	0.009	0.11	0.52	0.01	3.69	1.43
8.01_2230	8.01_2230	8.01_2235	41.5	65.81	65.57	0.24	0.58	Circular	150	0.009	0.45	0.41	0.02	11.29	0.61
8.01_2235	8.01_2235	8.01_2240	55.56	65.52	65.2	0.32	0.58	Circular	150	0.009	0.85	0.50	0.02	15.34	0.80
8.01_2240	8.01_2240	8.01_2245	28.1	65.15	64.6	0.55	1.96	Circular	150	0.009	0.85	0.76	0.02	11.43	2.08
8.01_2245	8.01_2245	8.01_2195	13.27	64.55	64.3	0.25	1.86	Circular	150	0.009	0.86	0.75	0.02	11.63	2.01
8.01_2250	8.01_2250	8.01_2255	65.94	67.96	65.32	2.64	4.01	Circular	150	0.009	0.49	0.82	0.01	7.45	2.83
8.01_2255	8.01_2255	8.01_2260	79.35	65.23	64.72	0.51	0.64	Circular	150	0.009	1.65	0.63	0.03	20.66	1.17
8.01_2260	8.01_2260	8.01_2265	79.38	64.67	64.16	0.51	0.64	Circular	150	0.009	2.18	0.68	0.04	23.71	1.33
8.01_2265	8.01_2265	8.01_2205	15.05	64.11	64.01	0.10	0.67	Circular	150	0.009	2.19	0.69	0.04	23.55	1.37
8.02_2270	8.02_2270	8.02_2275	66.54	65.14	64.69	0.45	0.68	Circular	150	0.009	0.25	0.36	0.01	8.20	0.52
8.02_2275	8.02_2275	8.02_2280	66.53	64.64	64.24	0.40	0.6	Circular	150	0.009	1.10	0.54	0.03	17.20	0.93
8.02_2280	8.02_2280	8_2295	63.78	64.19	63.33	0.86	1.35	Circular	150	0.009	1.10	0.72	0.02	14.17	1.75
8.03_2305	8.03_2305	8.03_2310	97.4	66.9	63.01	3.89	3.99	Circular	150	0.009	0.11	0.52	0.01	3.69	1.42
8.03_2310	8.03_2310	8_2315	74.49	62.96	62.37	0.59	0.79	Circular	150	0.009	0.47	0.46	0.02	10.69	0.79
8.04_2320	8.04_2320	8.04_2325	92.4	65.95	62.26	3.69	4	Circular	150	0.009	0.17	0.60	0.01	4.51	1.73
8.04_2325	8.04_2325	8.04_2330	7.6	62.21	62.16	0.05	0.66	Circular	150	0.009	0.20	0.33	0.01	7.50	0.47
8.04_2330	8.04_2330	8.04_2335	9.65	62.11	62.05	0.06	0.62	Circular	150	0.009	0.20	0.33	0.01	7.52	0.44
8.04_2335	8.04_2335	8_2340	59.95	62	61.66	0.34	0.57	Circular	150	0.009	0.23	0.33	0.01	8.22	0.44
8.05_2345	8.05_2345	8.05_2350	56.91	61.92	61.56	0.36	0.63	Circular	150	0.009	0.19	0.32	0.01	7.37	0.44
8.05_2350	8.05_2350	8.05_2355	55.24	61.51	61.16	0.35	0.63	Circular	150	0.009	0.31	0.38	0.01	9.19	0.55
8.05_2355	8.05_2355	8_2360	59.82	61.11	60.73	0.38	0.64	Circular	150	0.009	0.31	0.38	0.01	9.19	0.55
8.06_2410	8.06_2410	8.06_2415	34.31	64.74	64.28	0.46	1.34	Circular	150	0.009	0.34	0.51	0.01	8.07	1.02
8.06_2410_1	8.02_2270Y	8.06_2410	62.3	65.14	64.79	0.35	0.56	Circular	150	0.009	0.19	0.32	0.01	7.49	0.40
8.06_2410_2	8.03_2305Y	8.06_2410	70.26	68.04	65.58	2.46	3.49	Circular	150	0.009	0.08	0.46	0.00	3.24	1.09
8.06_2415	8.06_2415	8.06_2420	15.35	63.46	62.85	0.61	4	Circular	150	0.009	0.99	1.02	0.02	10.36	3.87
8.06_2420	8.06_2420	8.06_2425	4.4	62.8	62.61	0.19	4.45	Circular	150	0.009	1.42	1.18	0.02	11.98	4.93
8.06_2420_1	8.04_2320Y	8.06_2420	91.41	66.19	62.85	3.34	3.65	Circular	150	0.009	0.17	0.57	0.01	4.69	1.64
8.06_2425	8.06_2425	8.06_2430	8.86	62.56	62.5	0.06	0.68	Circular	150	0.009	1.42	0.61	0.03	18.92	1.15

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
8.06_2430	8.06_2430	8.06_2435_R	35.82	62.45	61.34	1.11	3.09	Circular	150	0.009	1.45	1.05	0.02	13.23	3.75
8.06_2435_R	8.06_2435_R	8.06_2440_R	82.52	60.75	59.62	1.13	1.37	Circular	200	0.009	1.70	0.80	0.02	12.00	2.02
8.06_2440_R	8.06_2440_R	8.06_2445_R	53.24	59.3	58.85	0.45	0.84	Circular	250	0.009	2.80	0.76	0.03	12.88	1.67
8.06_2445_R	8.06_2445_R	8.06_2450_R	15.91	58.19	58.13	0.06	0.38	Circular	300	0.009	23.82	1.04	0.11	36.00	2.20
8.06_2450_R	8.06_2450_R	8_2485	4.77	58.08	58.06	0.02	0.41	Circular	300	0.009	23.82	1.07	0.11	35.24	2.35
8.06_2455	8.06_2455	8.06_2460	30.98	64.92	64.74	0.18	0.58	Circular	150	0.009	0.60	0.45	0.02	12.94	0.69
8.06_2460	8.06_2460	8.06_2465	23.72	64.69	64.55	0.14	0.59	Circular	150	0.009	0.60	0.45	0.02	12.89	0.70
8.06_2465	8.06_2465	8.06_2415	7.37	64.5	64.28	0.22	3.01	Circular	150	0.009	0.60	0.80	0.01	8.73	2.47
8.07_2470	8.07_2470	8.07_2475	59.93	62.47	60.1	2.37	3.95	Circular	150	0.009	0.10	0.50	0.01	3.55	1.35
8.07_2475	8.07_2475	8.07_2480	65.79	60.05	59.21	0.84	1.28	Circular	150	0.009	1.07	0.70	0.02	14.17	1.65
8.07_2480	8.07_2480	8_2485	35.26	59	58.77	0.23	0.65	Circular	150	0.009	1.23	0.58	0.03	17.83	1.04
8.07_2480_1	8.08_2525Y	8.07_2480	59.41	59.53	59.05	0.48	0.81	Circular	150	0.009	0.04	0.22	0.00	3.31	0.26
8.07_2510	8.07_2510	8.07_2515	76.72	64.75	62.43	2.32	3.02	Circular	150	0.009	0.32	0.65	0.01	6.52	1.87
8.07_2515	8.07_2515	8.07_2475	62.17	61.53	60.1	1.43	2.3	Circular	150	0.009	0.47	0.67	0.01	8.28	1.79
8.08_2520	8.08_2520	8.08_2525	10.61	58.94	58.87	0.07	0.66	Circular	150	0.009	0.45	0.43	0.02	10.95	0.67
8.08_2520_1	8.07_2515Y	8.08_2520	54.99	61.78	59.58	2.20	4.01	Circular	150	0.009	0.19	0.61	0.01	4.79	1.84
8.08_2525	8.08_2525	8.08_2530	24.57	58.82	58.65	0.17	0.69	Circular	150	0.009	0.57	0.47	0.02	12.10	0.77
8.08_2530	8.08_2530	8_2535	8.13	58.6	58.54	0.06	0.73	Circular	150	0.009	0.67	0.50	0.02	12.91	0.87
8.08_2545	8.08_2545	8.08_2550	38.84	59.34	59.09	0.25	0.65	Circular	150	0.009	0.09	0.26	0.01	5.14	0.32
8.08_2550	8.08_2550	8.08_2520	6.98	59.04	58.99	0.05	0.71	Circular	150	0.009	0.19	0.34	0.01	7.16	0.48
8.09_2555	8.09_2555	8.09_2560	55.95	56.89	56.45	0.44	0.78	Circular	150	0.009	0.08	0.27	0.01	4.69	0.35
8.09_2560	8.09_2560	8.09_2565	3.4	56.4	56.38	0.02	0.6	Circular	150	0.009	0.18	0.31	0.01	7.28	0.41
8.09_2565	8.09_2565	8.09_2570	45	56.31	56.06	0.25	0.55	Circular	150	0.009	0.91	0.50	0.02	16.01	0.80
8.09_2570	8.09_2570	8.09_2575	28.53	56.03	55.87	0.16	0.56	Circular	150	0.009	0.91	0.50	0.02	15.98	0.81
8.09_2575	8.09_2575	8.09_2580	30.27	55.84	55.67	0.17	0.56	Circular	150	0.009	1.30	0.56	0.03	18.96	0.95
8.09_2580	8.09_2580	8.09_2585	30.71	55.64	55.46	0.18	0.58	Circular	150	0.009	1.50	0.59	0.03	20.18	1.05
8.09_2585	8.09_2585	8_2590	31.81	55.44	55.26	0.18	0.57	Circular	150	0.009	1.56	0.59	0.03	20.73	1.04
8.09_2600	8.09_2600	8.09_2605	32.2	59.87	58.76	1.11	3.44	Circular	150	0.009	0.09	0.47	0.01	3.49	1.16
8.09_2605	8.09_2605	8.09_2610	4.85	58.62	58.48	0.14	2.87	Circular	150	0.009	0.25	0.60	0.01	5.87	1.61
8.09_2605_1	8.09_2585Y	8.09_2605	74.59	59.82	58.67	1.15	1.54	Circular	150	0.009	0.05	0.30	0.00	3.14	0.47
8.09_2610	8.09_2610	8.09_2615	27.77	57.25	57.07	0.18	0.65	Circular	150	0.013	0.43	0.33	0.02	12.80	0.77
8.09_2615	8.09_2615	8.09_2565	29.35	56.67	56.45	0.22	0.75	Circular	150	0.009	0.73	0.52	0.02	13.36	0.92
8.09_2615_1	8.09_2645Y	8.09_2615	23.9	57.54	57.24	0.30	1.26	Circular	150	0.009	0.04	0.25	0.00	3.05	0.37
8.09_2620	8.09_2620	8.09_2625	28.59	57.69	57.52	0.17	0.59	Circular	150	0.009	0.18	0.31	0.01	7.29	0.41
8.09_2625	8.09_2625	8.09_2610	34.82	57.49	57.28	0.21	0.6	Circular	150	0.009	0.18	0.31	0.01	7.26	0.42
8.09_2630	8.09_2630	8.09_2635	10.48	57.88	57.46	0.42	4.05	Circular	150	0.009	0.04	0.39	0.00	2.27	0.89
8.09_2635	8.09_2635	8.09_2640	15.48	57.41	57.31	0.10	0.64	Circular	150	0.009	0.04	0.20	0.01	3.53	0.22
8.09_2640	8.09_2640	8.09_2615	80.48	57.23	56.72	0.51	0.63	Circular	150	0.009	0.18	0.32	0.01	7.18	0.43
8.09_2645	8.09_2645	8.09_2580	51.16	56.98	56.65	0.33	0.64	Circular	150	0.009	0.10	0.27	0.01	5.41	0.33
8.09_2650	8.09_2650	8.09_2655	15.74	56.78	56.46	0.32	2.02	Circular	150	0.009	0.29	0.55	0.01	6.84	1.31
8.09_2655	8.09_2655	8.09_2660	22.14	56.43	56.29	0.14	0.63	Circular	150	0.009	0.29	0.37	0.01	8.97	0.53
8.09_2660	8.09_2660	8.09_2665	40.37	56.24	55.98	0.26	0.65	Circular	150	0.009	0.39	0.41	0.02	10.27	0.62
8.09_2665	8.09_2665	8.09_2575	4.55	55.93	55.9	0.03	0.66	Circular	150	0.009	0.39	0.41	0.02	10.23	0.63
8.10_2670	8.10_2670	8_2675	34.33	58.93	58.13	0.80	2.32	Circular	150	0.009	0.29	0.58	0.01	6.62	1.46
8.10_2670_1	8.08_2545Y	8.10_2670	58.46	59.34	58.98	0.36	0.62	Circular	150	0.009	0.08	0.25	0.01	4.94	0.29
8.11_2680	8.11_2680	8.11_2685	25.19	60.23	60.07	0.16	0.63	Circular	150	0.009	0.34	0.39	0.01	9.71	0.57
8.11_2685	8.11_2685	8.11_2690	21.19	60.02	59.6	0.42	1.97	Circular	150	0.009	0.34	0.57	0.01	7.42	1.38
8.11_2690	8.11_2690	8_2695	17.97	57.91	57.19	0.72	4	Circular	150	0.009	0.47	0.81	0.01	7.31	2.77
8.12_2700	8.12_2700	8.12_2705	64.51	61.71	61.3	0.41	0.63	Circular	150	0.009	0.92	0.52	0.02	15.57	0.90
8.12_2705	8.12_2705	8.12_2710	64.5	61.25	59.33	1.92	2.97	Circular	150	0.009	1.40	1.02	0.02	13.13	3.59
8.12_2710	8.12_2710	8.12_2715	28.82	59.28	59.1	0.18	0.62	Circular	150	0.009	2.10	0.67	0.04	23.45	1.27
8.12_2715	8.12_2715	8.12_2720	16.87	59.05	58.94	0.11	0.66	Circular	150	0.009	2.10	0.68	0.03	23.15	1.32
8.12_2720	8.12_2720	8.12_2725	12.12	58.89	58.81	0.08	0.66	Circular	150	0.009	2.92	0.75	0.04	27.33	1.53
8.12_2725	8.12_2725	8.12_2730	45.05	58.76	58.47	0.29	0.64	Circular	150	0.009	3.30	0.76	0.04	29.35	1.59
8.12_2730	8.12_2730	8.12_2735	26.66	58.42	58.25	0.17	0.64	Circular	150	0.009	3.30	0.76	0.04	29.37	1.58
8.12_2735	8.12_2735	8.12_2740	59.21	58.2	57.82	0.38	0.64	Circular	150	0.009	3.65	0.79	0.05	30.91	1.66
8.12_2740	8.12_2740	8.12_2745	25.84	57.77	57.61	0.16	0.62	Circular	150	0.009	3.90	0.79	0.05	32.26	1.65
8.12_2745	8.12_2745	8.12_2750	70.32	57.56	57.11	0.45	0.64	Circular	150	0.009	4.16	0.81	0.05	33.09	1.74
8.12_2750	8.12_2750	8.12_2755	7.82	57.06	57.01	0.05	0.63	Circular	150	0.009	4.50	0.83	0.05	34.57	1.78
8.12_2755	8.12_2755	8.12_2760	7.35	56.96	56.91	0.05	0.68	Circular	150	0.009	4.60	0.86	0.05	34.24	1.91
8.12_2760	8.12_2760	8.12_2765	50.01	56.86	56.49	0.37	0.74	Circular	150	0.009	4.72	0.89	0.05	33.99	2.06
8.12_2765	8.12_2765	8.12_2770	5.74	56.43	56.35	0.08	1.38	Circular	150	0.009	4.72	1.12	0.04	28.89	3.37
8.12_2770	8.12_2770	8.12_2775	4.2	56.3	56.15	0.15	3.52	Circular	150	0.009	4.72	1.55	0.03	22.89	7.02
8.12_2775	8.12_2775	8.12_2780	9.61	56.1	55.79	0.31	3.18	Circular	150	0.009	4.89	1.52	0.04	23.82	6.57

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
8.12_2780	8.12_2780	8.12_2785	42.11	55.74	55.23	0.51	1.21	Circular	150	0.009	4.89	1.07	0.05	30.51	3.09
8.12_2785	8.12_2785	8_2790	28.94	55.18	55	0.18	0.62	Circular	150	0.009	5.10	0.85	0.06	37.14	1.85
8.12_2800	8.12_2800	8.12_2805	24.11	64.37	63.44	0.93	3.86	Circular	150	0.009	0.41	0.77	0.01	6.91	2.53
8.12_2805	8.12_2805	8.12_2810	72.37	63.39	61.34	2.05	2.84	Circular	150	0.009	0.41	0.69	0.01	7.43	1.99
8.12_2810	8.12_2810	8.12_2815	28.13	61.29	60.96	0.33	1.18	Circular	150	0.009	0.41	0.51	0.01	9.13	1.01
8.12_2815	8.12_2815	8.12_2720	65.55	60.91	60.1	0.81	1.24	Circular	150	0.009	0.82	0.64	0.02	12.53	1.43
8.13_2820	8.13_2820	8_2825	78.9	55.5	54.5	1.00	1.27	Circular	150	0.009	0.15	0.39	0.01	5.59	0.68
8.14_2840	8.14_2840	8_2845	78.46	53.84	53.34	0.50	0.64	Circular	150	0.009	0.13	0.29	0.01	6.15	0.37
8.15_2875	8.15_2875	8.15_2880	84.27	54.94	53.68	1.26	1.5	Circular	150	0.009	0.10	0.36	0.01	4.42	0.64
8.15_2880	8.15_2880	8.15_2885	85.27	53.63	53.09	0.54	0.63	Circular	150	0.009	0.69	0.48	0.02	13.56	0.79
8.15_2885	8.15_2885	8.15_2890	72.48	53.04	52.56	0.48	0.66	Circular	150	0.009	1.24	0.58	0.03	17.82	1.06
8.15_2890	8.15_2890	8.15_2895	72.46	52.51	52.08	0.43	0.59	Circular	150	0.009	1.84	0.63	0.03	22.27	1.16
8.15_2895	8.15_2895	8.15_2900	61.36	51.75	51.35	0.40	0.65	Circular	150	0.009	2.99	0.75	0.04	27.72	1.54
8.15_2900	8.15_2900	8_2905	61.06	51.3	50.9	0.40	0.66	Circular	150	0.009	3.11	0.76	0.04	28.27	1.57
8.15_2910	8.15_2910	8.15_2895	74.98	52.26	51.8	0.46	0.61	Circular	150	0.009	0.90	0.51	0.02	15.53	0.87
8.23_3265	8.23_3265	ES_4100	3.56	50.46	50.43	0.03	0.82	Circular	150	0.009	1.05	0.60	0.02	15.60	1.16
8_2285	8_2285	8_2290	99.77	69.73	65.83	3.90	3.91	Circular	150	0.009	0.70	0.91	0.01	8.83	3.25
8_2290	8_2290	8_2295	99.59	65.78	63.33	2.45	2.46	Circular	150	0.009	1.65	1.00	0.02	14.89	3.33
8_2295	8_2295	8_2300	4.5	63.28	63.16	0.12	2.62	Circular	150	0.009	3.46	1.28	0.03	21.05	4.87
8_2300	8_2300	8_2315	64.82	62.52	62.19	0.33	0.51	Circular	200	0.009	8.89	0.91	0.07	35.04	1.93
8_2315	8_2315	8_2340	61.64	62.14	61.75	0.39	0.63	Circular	200	0.009	9.59	1.00	0.07	34.42	2.37
8_2340	8_2340	8_2360	39.64	61.61	61.37	0.24	0.61	Circular	200	0.009	10.36	1.01	0.07	36.29	2.36
8_2360	8_2360	8_2365_R	49.99	60.68	60.47	0.21	0.42	Circular	200	0.009	10.90	0.89	0.08	41.13	1.80
8_2365_R	8_2365_R	8_2370_R	41.38	60.39	60.2	0.19	0.46	Circular	250	0.009	11.42	0.92	0.08	30.04	1.92
8_2370_R	8_2370_R	8_2375	29.36	60.15	60.01	0.14	0.48	Circular	250	0.009	11.48	0.94	0.07	29.79	1.99
8_2375_R	8_2375	8_2380_R	26.73	59.96	59.84	0.12	0.45	Circular	250	0.009	11.48	0.91	0.08	30.31	1.89
8_2380_R	8_2380_R	8_2385	23.87	59.79	59.68	0.11	0.46	Circular	250	0.009	11.56	0.93	0.08	30.16	1.95
8_2385_R	8_2385	8_2390_R	27.37	59.63	59.5	0.13	0.47	Circular	250	0.009	11.66	0.94	0.08	30.11	1.99
8_2390_R	8_2390_R	8_2395	49.68	59.45	59.22	0.23	0.46	Circular	250	0.009	20.36	1.08	0.10	40.76	2.46
8_2395_R	8_2395	8_2400_R	22.55	59.17	59.09	0.08	0.35	Circular	300	0.009	20.58	0.97	0.10	33.90	1.97
8_2400_R	8_2400_R	8_2405_R	73.89	59.04	58.78	0.26	0.35	Circular	300	0.009	20.58	0.97	0.10	33.96	1.96
8_2405_R	8_2405_R	8.06_2445_R	73.9	58.5	58.24	0.26	0.35	Circular	300	0.009	20.92	0.98	0.10	34.25	1.97
8_2485_R	8_2485	8_2490	57.56	58.01	57.8	0.21	0.36	Circular	300	0.009	25.13	1.04	0.11	37.41	2.18
8_2490	8_2490	8_2495	3.43	57.75	57.73	0.02	0.6	Circular	300	0.009	25.13	1.24	0.10	32.83	3.23
8_2495	8_2495	8_2500	38.4	57.68	57.54	0.14	0.36	Circular	300	0.009	25.26	1.04	0.11	37.52	2.19
8_2500	8_2500	8_2505	31.86	57.49	57.38	0.11	0.34	Circular	300	0.009	25.26	1.02	0.11	38.10	2.09
8_2505	8_2505	8_2535	34.26	57.33	57.21	0.12	0.35	Circular	300	0.009	25.34	1.03	0.11	37.94	2.13
8_2535	8_2535	8_2540	35.72	57.16	57.03	0.13	0.36	Circular	300	0.009	26.09	1.05	0.11	38.16	2.22
8_2540	8_2540	8_2590	31.84	56.98	56.87	0.11	0.35	Circular	300	0.009	26.09	1.03	0.12	38.72	2.13
8_2590	8_2590	8_2595	25.66	55.11	55.02	0.09	0.35	Circular	300	0.009	27.73	1.05	0.12	39.87	2.21
8_2595	8_2595	8_2675	26.7	54.97	54.87	0.10	0.37	Circular	300	0.009	27.73	1.08	0.12	39.24	2.32
8_2675	8_2675	8_2695	33.1	54.82	54.7	0.12	0.36	Circular	300	0.009	28.12	1.07	0.12	39.88	2.27
8_2695	8_2695	8_2790	72.42	54.65	54.40	0.25	0.34	Circular	300	0.009	28.76	1.06	0.12	40.91	2.21
8_2790	8_2790	8_2795	12.32	54.35	54.3	0.05	0.41	Circular	300	0.009	34.37	1.18	0.13	42.99	2.72
8_2795	8_2795	8_2825	84.67	54.25	53.95	0.30	0.35	Circular	300	0.009	34.37	1.12	0.13	44.84	2.42
8_2825	8_2825	8_2830	57.09	53.9	53.7	0.20	0.35	Circular	300	0.009	35.20	1.12	0.14	45.52	2.42
8_2830	8_2830	8_2835	57.02	53.65	53.45	0.20	0.35	Circular	300	0.009	35.20	1.12	0.14	45.52	2.42
8_2835	8_2835	8_2845	10.38	53.25	53.14	0.11	1.06	Circular	300	0.009	35.29	1.68	0.10	33.75	5.87
8_2845	8_2845	8_2850	52.13	53.09	52.87	0.22	0.42	Circular	300	0.009	35.71	1.21	0.13	43.56	2.83
8_2850	8_2850	8_2855	60.73	52.82	52.57	0.25	0.41	Circular	300	0.009	35.71	1.20	0.13	43.90	2.78
8_2855	8_2855	8_2860	59.09	52.52	52.3	0.22	0.37	Circular	300	0.009	35.96	1.16	0.14	45.31	2.56
8_2860	8_2860	8_2865	61.17	52.25	52.03	0.22	0.36	Circular	300	0.009	35.96	1.14	0.14	45.78	2.49
8_2865	8_2865	8_2870	70.15	51.98	51.7	0.28	0.4	Circular	300	0.009	36.02	1.18	0.13	44.50	2.72
8_2870	8_2870	8_2905	88.43	51.65	51.3	0.35	0.4	Circular	300	0.009	36.21	1.18	0.13	44.74	2.70
8_2905	8_2905	8_2940	91.41	50.85	50.25	0.60	0.66	Circular	300	0.009	39.71	1.46	0.12	40.92	4.20
8_2940	8_2940	8_3105	64.96	49.83	49.4	0.43	0.66	Circular	375	0.009	48.84	1.53	0.12	33.12	4.51
8_3105	8_3105	8_3125	61.41	49.35	49.1	0.25	0.41	Circular	375	0.009	50.42	1.29	0.14	38.35	3.11
8_3125	8_3125	8_3155	38.81	49.05	48.9	0.15	0.39	Circular	375	0.009	50.57	1.27	0.15	38.95	2.99
8_3155	8_3155	8_3160	28.65	48.85	48.74	0.11	0.38	Circular	375	0.009	51.22	1.27	0.15	39.31	2.98
8_3160	8_3160	8_3165	32.05	48.69	48.57	0.12	0.37	Circular	375	0.009	51.22	1.26	0.15	39.57	2.93
8_3165	8_3165	8_3230	25.63	48.52	48.42	0.10	0.39	Circular	375	0.009	51.22	1.28	0.15	39.13	3.03
8_3230	8_3230	8_3235	34.35	48.37	48.25	0.12	0.35	Circular	375	0.009	52.58	1.23	0.15	40.96	2.79
8_3235	8_3235	8_3245	34.49	48.2	48.07	0.13	0.38	Circular	375	0.009	52.58	1.27	0.15	40.06	2.98
8_3245	8_3245	8_3250	73.71	48.02	47.75	0.27	0.37	Circular	375	0.009	52.89	1.26	0.15	40.53	2.91

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
8_3250	8_3250	ES_4130	67.36	47.7	47.45	0.25	0.37	Circular	375	0.009	52.99	1.27	0.15	40.42	2.95
9.01_3310	9.01_3310	9.01_3315	54.13	52.73	52.42	0.31	0.57	Circular	150	0.009	0.34	0.37	0.01	9.91	0.53
9.01_3315	9.01_3315	9.01_3320	47.44	52.37	52.1	0.27	0.57	Circular	150	0.009	0.34	0.37	0.01	9.92	0.53
9.01_3320	9.01_3320	9_3355	51.51	52.05	51.76	0.29	0.56	Circular	150	0.009	0.80	0.48	0.02	14.98	0.77
9.02_3325	9.02_3325	9.02_3330	39.38	52.36	52.14	0.22	0.56	Circular	150	0.009	0.25	0.34	0.01	8.59	0.45
9.02_3325_1	8_2850Y	9.02_3325	31.5	53.17	52.39	0.78	2.48	Circular	150	0.009	0.10	0.43	0.01	3.97	0.95
9.02_3330	9.02_3330	9.02_3335	35.69	52.11	51.91	0.20	0.56	Circular	150	0.009	0.65	0.45	0.02	13.57	0.70
9.02_3335	9.02_3335	9.02_3340	5.3	51.88	51.85	0.03	0.58	Circular	150	0.009	0.65	0.46	0.02	13.46	0.72
9.02_3340	9.02_3340	9.02_3345	22.27	51.82	51.7	0.13	0.56	Circular	150	0.012	0.65	0.37	0.02	15.58	0.79
9.02_3345	9.02_3345	9.02_3350	5.38	51.67	51.64	0.03	0.55	Circular	150	0.009	0.65	0.45	0.02	13.67	0.69
9.02_3350	9.02_3350	9_3355	28.02	51.61	51.45	0.16	0.57	Circular	150	0.009	0.65	0.46	0.02	13.50	0.71
9.03_3360	9.03_3360	9.03_3365	52.54	52.46	52.04	0.42	0.8	Circular	150	0.009	0.10	0.29	0.01	5.14	0.39
9.03_3360_1	8_2855Y	9.03_3360	26.33	52.87	52.51	0.36	1.37	Circular	150	0.009	0.10	0.35	0.01	4.52	0.60
9.03_3365	9.03_3365	9.03_3370	22.1	51.99	51.86	0.13	0.59	Circular	150	0.009	0.26	0.35	0.01	8.63	0.48
9.03_3370	9.03_3370	9_3375	67.03	51.81	51.42	0.39	0.58	Circular	150	0.009	0.50	0.42	0.02	11.86	0.64
9.04_3385	9.04_3385	9.04_3390	74.65	51.76	51.3	0.46	0.62	Circular	150	0.009	0.24	0.35	0.01	8.22	0.48
9.04_3390	9.04_3390	9_3415	74.66	51.25	50.76	0.49	0.66	Circular	150	0.009	0.48	0.44	0.02	11.30	0.69
9.05_3395	9.05_3395	9.05_3400	40.72	52.15	51.63	0.52	1.27	Circular	150	0.009	0.17	0.40	0.01	5.93	0.72
9.05_3395_1	8_2860Y	9.05_3395	39.75	52.68	52.2	0.48	1.21	Circular	150	0.009	0.10	0.33	0.01	4.69	0.55
9.05_3400	9.05_3400	9.05_3405	28.01	51.26	51.1	0.16	0.57	Circular	150	0.009	0.17	0.30	0.01	7.16	0.39
9.05_3405	9.05_3405	9.05_3410	28.67	51.07	50.91	0.16	0.56	Circular	150	0.012	0.42	0.32	0.02	12.63	0.65
9.05_3410	9.05_3410	9_3415	41.44	50.87	50.64	0.23	0.55	Circular	150	0.009	0.42	0.40	0.02	11.03	0.57
9.06_3420	9.06_3420	9.06_3425	91.27	51.21	50.7	0.51	0.56	Circular	150	0.009	0.22	0.33	0.01	8.07	0.43
9.06_3425	9.06_3425	9_3445	51.22	50.65	50.36	0.29	0.57	Circular	150	0.009	0.45	0.41	0.02	11.35	0.60
9.07_3430	9.07_3430	9.07_3435	37.09	51.99	51.72	0.27	0.73	Circular	150	0.009	0.26	0.38	0.01	8.21	0.56
9.07_3430_1	8_2865Y	9.07_3430	40.18	52.42	52.06	0.36	0.89	Circular	150	0.009	0.06	0.26	0.01	3.96	0.34
9.07_3435	9.07_3435	9.07_3440	76.64	51.68	50.99	0.69	0.9	Circular	150	0.009	0.55	0.51	0.02	11.17	0.94
9.07_3440	9.07_3440	9_3445	32.79	50.47	50.27	0.20	0.61	Circular	150	0.009	0.55	0.44	0.02	12.26	0.69
9.08_3450	9_3455	9.08_3450	42.13	50	49.75	0.25	0.59	Circular	150	0.009	4.53	0.81	0.05	35.34	1.70
9.08_3460	9.08_3450	9.08_3460	99.78	49.72	49.12	0.60	0.6	Circular	150	0.009	5.12	0.85	0.06	37.52	1.81
9.08_3462	9.08_3460	ES_4040	19.72	49.09	48.98	0.11	0.56	Circular	150	0.009	5.36	0.83	0.06	39.31	1.73
9.08_3465	9.08_3465	9.08_3450	98.13	51.8	50.85	0.95	0.97	Circular	150	0.009	0.26	0.42	0.01	7.65	0.70
9.08_3465_1	8_2870Y	9.08_3465	97.91	52.46	51.85	0.61	0.62	Circular	150	0.009	0.10	0.27	0.01	5.45	0.33
9_3305	9_3305	9_3355	65.03	52.76	52.39	0.37	0.57	Circular	150	0.009	0.03	0.18	0.00	3.12	0.17
9_3355	9_3355	9_3375	60.16	51.42	51.08	0.34	0.56	Circular	150	0.009	1.55	0.58	0.03	20.75	1.02
9_3375	9_3375	9_3380	2.43	51.05	51.03	0.02	0.82	Circular	150	0.009	2.18	0.74	0.03	22.35	1.60
9_3380	9_3380	9_3415	59.56	51	50.66	0.34	0.57	Circular	150	0.009	2.18	0.65	0.04	24.49	1.21
9_3415	9_3415	9_3445	59.94	50.61	50.27	0.34	0.57	Circular	150	0.009	3.29	0.73	0.05	30.26	1.43
9_3445	9_3445	9_3455	28.1	50.22	50.05	0.17	0.61	Circular	150	0.009	4.53	0.82	0.05	35.16	1.73
CO-198	SAL_EX_2	MH-168	55.1	45.11	44.97	0.14	0.25	Circular	375	0.009	57.78	0.52	0.18	47.20	2.25
ES_4000	ES_4000	ES_4010	14.01	49.77	49.72	0.05	0.36	Circular	450	0.009	171.35	1.67	0.28	61.46	4.42
ES_4010	ES_4010	ES_4020	97.11	49.69	49.38	0.31	0.32	Circular	450	0.009	186.52	1.63	0.31	67.79	4.12
ES_4020	ES_4020	ES_4030	93.06	49.35	49.03	0.32	0.34	Circular	450	0.009	186.52	1.68	0.30	65.95	4.40
ES_4030	ES_4030	ES_4040	33.4	49	48.8	0.20	0.6	Circular	450	0.009	186.52	2.08	0.25	55.04	6.97
ES_4040	ES_4040	ES_4050	21.01	48.75	48.65	0.10	0.48	Circular	450	0.009	191.88	1.92	0.27	60.23	5.83
ES_4050	ES_4050	ES_4060	15.02	48.62	48.58	0.04	0.27	Circular	450	0.009	191.88	1.52	0.33	74.19	3.56
ES_4060	ES_4060	ES_4070	15.56	48.55	48.51	0.04	0.26	Circular	450	0.009	191.88	1.49	0.34	75.47	3.43
ES_4070	ES_4070	ES_4080	58.84	48.48	48.3	0.18	0.31	Circular	450	0.009	191.88	1.61	0.32	70.32	4.00
ES_4080	ES_4080	ES_4090	24.46	48.27	48.2	0.07	0.29	Circular	450	0.009	191.88	1.56	0.32	72.11	3.78
ES_4090	ES_4090	ES_4100	91.18	48.17	47.9	0.27	0.3	Circular	450	0.009	191.88	1.58	0.32	71.21	3.89
ES_4100	ES_4100	ES_4110	50.31	47.87	47.7	0.17	0.34	Circular	450	0.009	192.93	1.67	0.31	68.02	4.37
ES_4110	ES_4110	ES_4120	52.38	47.67	47.5	0.17	0.32	Circular	450	0.009	193.24	1.65	0.31	69.15	4.22
ES_4120	ES_4120	ES_4130	51.97	47.47	47.34	0.13	0.25	Circular	525	0.009	193.24	1.51	0.30	57.16	3.47
ES_4130	ES_4130	ES_4140	86.48	47.31	47.1	0.21	0.24	Circular	525	0.009	246.30	1.57	0.36	67.97	3.66
ES_4140	ES_4140	ES_4150	81.23	47.07	46.87	0.20	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.58	0.36	67.65	3.70
ES_4150	ES_4150	ES_4160	59.98	46.84	46.69	0.15	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.59	0.35	67.24	3.75
ES_4160	ES_4160	ES_4170	93.26	46.66	46.43	0.23	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.58	0.35	67.56	3.71
ES_4170	ES_4170	ES_4180	84.72	46.4	46.19	0.21	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.59	0.35	67.44	3.73
ES_4180	ES_4180	ES_4190	69.63	46.16	45.99	0.17	0.24	Circular	525	0.009	246.30	1.58	0.36	67.76	3.69
ES_4190	ES_4190	ES_4200	50.23	45.96	45.84	0.12	0.24	Circular	525	0.009	246.30	1.56	0.36	68.39	3.61
ES_4200	ES_4200	ES_4210	95.43	45.81	45.58	0.23	0.24	Circular	525	0.009	246.30	1.57	0.36	68.12	3.64
ES_4210	ES_4210	ES_4220	56.13	45.55	45.41	0.14	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.59	0.35	67.26	3.75
ES_4220	ES_4220	ES_4230	28.84	45.38	45.31	0.07	0.24	Circular	525	0.009	246.30	1.57	0.36	68.06	3.65
ES_4230	ES_4230	ES_4240	24.35	45.28	45.22	0.06	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.58	0.35	67.62	3.71

Tubería	Pozos de visita Entrada	Pozos de visita Salida	Longitud [m]	Elevación Invert de Entrada [m]	Elevación del Invert de Salida [m]	Caída total [m]	Pendiente promedio [%]	Sección	Diámetro de tubo [m]	Manning	Caudal de diseño [lps]	Velocidad de Diseño [m/s]	Tirante Normal [m]	Porcentaje de tubo lleno [%]	Tensión tractiva [Pa]
ES_4240	ES_4240	SAL_ES	47.16	45.19	45.07	0.12	0.25	Circular	525	0.009	246.30	1.60	0.35	66.84	3.81
ES_4310	ES_4310	ES_4315	56.6	52.63	52.43	0.20	0.35	Circular	375	0.009	116.09	1.50	0.25	65.94	3.76
ES_4310_1	ES_4308	ES_4310	68.37	52.9	52.66	0.24	0.35	Circular	375	0.009	116.09	1.50	0.25	66.02	3.75
ES_4315	ES_4315	ES_4320	18.17	51.2	51.13	0.07	0.38	Circular	375	0.009	116.09	1.55	0.24	64.09	4.03
ES_4320	ES_4320	ES_4325	84.74	51.1	50.8	0.30	0.35	Circular	375	0.009	116.09	1.51	0.25	65.85	3.77
ES_4325	ES_4325	ES_4330	73.52	50.77	50.51	0.26	0.35	Circular	375	0.009	116.09	1.50	0.25	65.86	3.77
ES_4330	ES_4330	ES_4335	79.39	50.48	50.18	0.30	0.38	Circular	375	0.009	116.09	1.55	0.24	64.33	3.99
ES_4335	ES_4335	ES_4340	17.22	50.15	50.08	0.07	0.4	Circular	375	0.009	118.09	1.59	0.24	63.71	4.23
ES_4340	ES_4340	ES_4000	72.36	50.05	49.86	0.19	0.26	Circular	375	0.009	118.09	1.33	0.28	74.82	2.92

Tabla 19-2: Resultados de cálculos hidráulicos para pozo de visita (PVS)

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
1	1.02_740	628423.78	1265905.45	56.02	57.47	1.45	0.12	0.00	0.12	56.03	0.01
2	1.02_740Y	628423.84	1265904.83	56.02	57.47	1.45	0.07	0.00	0.07	56.03	0.01
3	1.02_745	628466.14	1265930.70	55.26	56.76	1.50	0.31	0.12	0.43	55.28	0.02
4	1.02_750	628532.25	1265974.57	54.53	56.03	1.50	0.15	0.63	0.78	54.55	0.02
5	1.02_755	628582.15	1266000.36	53.88	55.43	1.55	0.18	1.26	1.44	53.91	0.03
6	1.02_760	628634.93	1266026.51	53.17	54.82	1.65	0.37	1.44	1.81	53.21	0.04
7	1.03_780	628494.12	1265874.59	54.89	56.59	1.70	0.00	0.11	0.11	54.90	0.01
8	1.03_785	628523.64	1265888.24	54.15	55.65	1.50	0.30	0.11	0.41	54.17	0.02
9	1.03_785Y	628523.69	1265888.22	54.20	55.65	1.45	0.12	0.00	0.12	54.21	0.01
10	1.03_790	628575.05	1265912.81	52.90	54.83	1.93	0.03	0.90	0.93	52.93	0.03
11	1.03_795	628631.82	1265939.53	52.21	54.27	2.06	0.20	1.23	1.43	52.24	0.03
12	1.03_800	628668.59	1265957.30	51.95	54.10	2.15	0.11	1.43	1.54	51.98	0.03
13	1.03_805	628687.86	1265966.54	51.76	53.97	2.21	0.24	1.68	1.92	51.80	0.04
14	1.03_815	628546.86	1265972.38	54.29	55.74	1.45	0.08	0.00	0.08	54.30	0.01
15	1.03_820	628594.18	1265862.07	53.27	54.72	1.45	0.24	0.00	0.24	53.28	0.01
16	1.03_825	628582.04	1265891.11	53.06	54.93	1.87	0.17	0.24	0.41	53.08	0.02
17	1.03_830	628647.79	1265888.57	52.58	54.03	1.45	0.15	0.00	0.15	52.59	0.01
18	1.03_835	628635.17	1265926.46	52.32	54.29	1.97	0.15	0.15	0.30	52.34	0.02
19	1.03_840	628699.32	1265923.03	52.15	53.60	1.45	0.14	0.00	0.14	52.16	0.01
20	1.03_845	628691.77	1265948.96	51.93	53.72	1.79	0.00	0.14	0.14	51.94	0.01
21	1.04_850	628738.80	1265883.08	52.03	53.48	1.45	0.20	0.00	0.20	52.04	0.01
22	1.04_855	628730.03	1265921.30	51.73	53.24	1.51	0.04	0.20	0.24	51.74	0.01
23	1.04_860	628750.14	1265930.19	51.53	53.03	1.50	0.06	0.43	0.49	51.55	0.02
24	1.04_880	628779.62	1265840.08	52.41	53.86	1.45	0.09	0.00	0.09	52.42	0.01
25	1.04_885	628766.93	1265878.78	52.08	53.58	1.50	0.10	0.09	0.19	52.09	0.01
26	1.05_890	628428.56	1265843.73	55.58	57.53	1.95	0.16	0.07	0.23	55.59	0.01
27	1.05_890Y	628428.57	1265843.73	56.08	57.53	1.45	0.11	0.00	0.11	56.09	0.01
28	1.05_895	628438.62	1265760.58	54.71	56.41	1.70	0.44	0.23	0.67	54.73	0.02
29	1.05_895Y	628438.65	1265760.57	54.96	56.41	1.45	0.09	0.00	0.09	54.97	0.01
30	1.05_900	628441.78	1265722.89	54.42	56.31	1.89	0.00	0.67	0.67	54.44	0.02
31	1.05_905	628449.74	1265681.16	54.10	56.50	2.40	0.23	0.67	0.90	54.13	0.03
32	1.05_910	628519.64	1265713.47	53.59	55.72	2.13	0.36	1.03	1.39	53.62	0.03
33	1.05_915	628585.31	1265743.48	53.04	55.11	2.07	0.29	2.05	2.34	53.08	0.04
34	1.05_920	628667.23	1265780.45	52.51	54.55	2.04	0.81	2.34	3.15	52.56	0.05
35	1.05_925	628720.90	1265805.65	52.15	54.10	1.95	0.18	3.15	3.33	52.20	0.05
36	1.05_925Y	628721.35	1265804.80	52.65	54.10	1.45	0.10	0.00	0.10	52.66	0.01
37	1.05_930	628781.75	1265833.44	51.75	53.99	2.24	0.14	3.33	3.47	51.80	0.05
38	1.05_945	628550.45	1265811.30	53.63	55.82	2.19	0.20	0.37	0.57	53.65	0.02
39	1.05_950	628570.64	1265763.62	53.25	55.47	2.22	0.09	0.57	0.66	53.27	0.02
40	1.05_955	628489.99	1265783.81	54.55	56.87	2.32	0.16	0.09	0.25	54.56	0.01
41	1.05_955Y	628490.03	1265783.75	55.37	56.87	1.50	0.13	0.00	0.13	55.38	0.01
42	1.06_975	628784.04	1265804.99	51.19	52.95	1.76	0.00	0.05	0.05	51.20	0.01
43	1.07_985	628812.73	1265741.87	50.02	51.48	1.46	0.23	0.11	0.34	50.04	0.02
44	1.08_995	628839.38	1265680.97	49.73	51.22	1.49	0.20	0.08	0.28	49.74	0.01
45	1.10_1010	628915.34	1265789.18	49.91	51.41	1.50	0.00	0.43	0.43	49.93	0.02
46	1.10_1015	628925.48	1265760.55	49.36	50.86	1.50	0.00	0.43	0.43	49.59	0.23
47	1.11_1025	628936.59	1265880.65	51.66	53.11	1.45	0.20	0.00	0.20	51.67	0.01
48	1.11_1030	628960.29	1265784.16	49.57	51.07	1.50	0.00	0.20	0.20	49.58	0.01
49	1.12_1045	628957.11	1265900.35	51.66	53.11	1.45	0.06	0.00	0.06	51.67	0.01
50	1.12_1050	628963.09	1265885.90	51.11	52.81	1.70	0.13	0.06	0.19	51.12	0.01
51	1.12_1050Y	628963.47	1265886.05	51.36	52.81	1.45	0.13	0.00	0.13	51.37	0.01
52	1.12_1055	628992.19	1265822.56	49.76	51.46	1.70	0.09	0.19	0.28	49.77	0.01

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
53	1.12_1055Y	628992.27	1265822.60	50.01	51.46	1.45	0.10	0.00	0.10	50.02	0.01
54	1.12_1060	629009.03	1265788.82	49.26	50.76	1.50	0.00	0.28	0.28	49.56	0.30
55	1_1005	628891.95	1265704.81	49.20	50.85	1.65	0.20	7.54	7.74	49.60	0.40
56	1_1020	628934.64	1265724.28	48.97	50.66	1.69	0.16	8.17	8.33	49.59	0.62
57	1_1040	628973.62	1265742.25	48.75	50.48	1.73	0.08	8.53	8.61	49.58	0.83
58	1_1065	629020.35	1265764.11	48.50	50.63	2.13	0.09	8.89	8.98	49.56	1.06
59	1_1065Y	629021.20	1265762.24	49.18	50.63	1.45	0.10	0.00	0.10	49.51	0.33
60	1_735	628717.32	1266058.00	52.35	53.98	1.63	1.96	1.81	3.77	52.41	0.06
61	1_765	628710.76	1266055.37	52.43	54.08	1.65	0.00	1.81	1.81	52.47	0.04
62	1_765Y	628710.83	1266055.21	52.43	54.08	1.65	0.15	0.00	0.15	52.64	0.21
63	1_810	628738.04	1265989.63	51.42	53.76	2.34	0.02	2.07	2.09	51.46	0.04
64	1_810Y	628738.10	1265989.65	52.31	53.76	1.45	0.10	0.00	0.10	52.32	0.01
65	1_865	628756.72	1265933.48	51.09	53.00	1.91	0.08	2.58	2.66	51.14	0.05
66	1_870	628785.57	1265946.41	50.89	52.98	2.09	0.10	2.66	2.76	50.94	0.05
67	1_875	628801.42	1265899.01	50.58	53.06	2.48	0.18	2.76	2.94	50.63	0.05
68	1_935	628817.48	1265849.69	50.20	53.86	3.66	0.08	6.41	6.49	50.27	0.07
69	1_940	628821.25	1265851.46	50.15	53.85	3.70	0.02	6.49	6.51	50.22	0.07
70	1_940Y	628821.26	1265851.46	52.40	53.85	1.45	0.13	0.00	0.13	52.41	0.01
71	1_980	628833.34	1265827.43	49.97	52.21	2.24	0.00	6.56	6.56	50.04	0.07
72	1_990	628864.50	1265765.77	49.57	51.24	1.67	0.25	6.90	7.15	49.67	0.10
73	2.04_125	628784.54	1266011.16	51.55	53.33	1.78	0.20	0.19	0.39	51.57	0.02
74	2.04_125Y	628784.56	1266011.10	51.88	53.33	1.45	0.04	0.00	0.04	51.89	0.01
75	2.04_130	628803.82	1265962.32	51.50	53.35	1.85	0.10	0.04	0.14	51.51	0.01
76	2.04_135	628848.95	1265982.96	51.15	53.14	1.99	0.21	0.17	0.38	51.17	0.02
77	2.04_140	628894.53	1266003.52	50.44	53.23	2.79	0.00	1.18	1.18	50.47	0.03
78	2.04_145	628935.00	1266021.90	50.12	53.29	3.17	0.19	5.87	6.06	50.19	0.07
79	2.04_150	628990.91	1266046.94	49.77	53.54	3.77	0.30	6.36	6.66	49.84	0.07
80	2.04_165	628808.78	1266092.84	51.28	52.93	1.65	0.11	3.86	3.97	51.34	0.06
81	2.04_165Y	628808.80	1266092.76	51.49	52.94	1.45	0.10	0.00	0.10	51.50	0.01
82	2.04_170	628829.28	1266030.73	51.10	53.18	2.08	0.22	0.49	0.71	51.12	0.02
83	2.04_170Y	628829.29	1266030.67	51.73	53.18	1.45	0.03	0.00	0.03	51.73	0.00
84	2.04_175	628761.72	1266075.26	51.76	53.41	1.65	0.09	3.77	3.86	51.82	0.06
85	2.04_175Y	628761.74	1266075.21	51.96	53.41	1.45	0.09	0.00	0.09	51.97	0.01
86	2.04_180	628851.94	1266109.87	51.01	52.66	1.65	0.07	3.97	4.04	51.07	0.06
87	2.04_180Y	628851.96	1266109.83	51.21	52.66	1.45	0.05	0.00	0.05	51.22	0.01
88	2.04_185	628875.88	1266050.91	50.78	53.06	2.28	0.04	0.76	0.80	50.81	0.03
89	2.04_185Y	628875.94	1266050.93	51.61	53.06	1.45	0.02	0.00	0.02	51.61	0.00
90	2.04_190	628898.41	1266126.47	50.73	52.74	2.01	0.15	4.20	4.35	50.79	0.06
91	2.04_195	628916.65	1266067.96	50.40	52.69	2.29	0.21	4.48	4.69	50.46	0.06
92	2.04_200	628951.77	1266149.52	51.59	53.17	1.58	0.08	0.08	0.16	51.60	0.01
93	2.04_200Y	628951.79	1266149.41	51.72	53.17	1.45	0.07	0.00	0.07	51.73	0.01
94	2.04_205	628972.61	1266092.42	51.33	53.00	1.67	0.11	0.19	0.30	51.35	0.02
95	2.04_205Y	628972.58	1266092.41	51.55	53.00	1.45	0.11	0.00	0.11	51.56	0.01
96	2.04_210	629034.72	1266119.51	51.81	53.26	1.45	0.12	0.00	0.12	51.82	0.01
97	2.05_250	629211.14	1266029.42	51.18	53.54	2.36	0.24	1.80	2.04	51.22	0.04
98	2.05_250Y	629210.99	1266028.63	52.10	53.54	1.44	0.08	0.00	0.08	52.11	0.01
99	2.05_255	629156.35	1266004.14	50.79	53.46	2.67	0.27	2.04	2.31	50.83	0.04
100	2.05_260	629107.37	1265981.60	50.44	53.40	2.96	0.27	2.66	2.93	50.49	0.05
101	2.06_295	628894.98	1265885.17	51.63	53.55	1.92	0.19	0.13	0.32	51.65	0.02
102	2.06_295Y	628894.97	1265885.15	52.10	53.55	1.45	0.43	0.00	0.43	52.12	0.02
103	2.06_300	628939.84	1265905.37	51.01	53.41	2.40	0.08	0.75	0.83	51.04	0.03
104	2.06_305	628988.75	1265927.71	50.61	53.28	2.67	0.13	0.83	0.96	50.64	0.03
105	2.06_315	628954.25	1265991.24	51.96	53.42	1.46	0.20	0.00	0.20	51.97	0.01
106	2.06_320	628908.12	1265969.51	51.52	53.02	1.50	0.23	0.20	0.43	51.54	0.02
107	2.09_355	629175.55	1265817.26	49.58	51.08	1.50	0.25	0.14	0.39	49.60	0.02
108	2.10_365	628737.82	1265524.08	52.32	53.77	1.45	0.10	0.00	0.10	52.33	0.01
109	2.10_370	628772.61	1265525.63	52.04	54.39	2.35	0.02	0.10	0.12	52.05	0.01
110	2.10_375	628795.67	1265515.58	51.83	54.43	2.60	0.24	0.12	0.36	51.85	0.02
111	2.10_380	628814.51	1265518.66	51.66	54.21	2.55	0.04	0.36	0.40	51.68	0.02
112	2.10_385	628820.92	1265529.45	51.53	54.01	2.48	0.00	0.40	0.40	51.55	0.02
113	2.10_390	628822.79	1265541.95	51.40	53.77	2.37	0.04	0.40	0.44	51.42	0.02
114	2.10_395	628820.95	1265553.47	51.27	53.59	2.32	0.02	0.44	0.46	51.29	0.02
115	2.10_400	628812.30	1265570.11	51.10	53.37	2.27	0.10	0.46	0.56	51.12	0.02
116	2.10_405	628806.42	1265582.17	50.97	53.23	2.26	0.14	0.56	0.70	50.99	0.02
117	2.10_410	628806.59	1265590.64	50.87	53.04	2.17	0.00	0.70	0.70	50.89	0.02

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
118	2.10_415	628815.68	1265595.33	49.52	52.64	3.12	0.11	1.42	1.53	49.55	0.03
119	2.10_420	628867.69	1265618.32	49.17	52.08	2.91	0.25	1.53	1.78	49.53	0.36
120	2.10_425	628917.00	1265641.35	48.84	51.36	2.52	0.03	1.78	1.81	49.52	0.68
121	2.10_425Y	628916.84	1265641.66	49.91	51.36	1.45	0.11	0.00	0.11	49.92	0.01
122	2.10_430	629005.03	1265681.43	48.27	50.21	1.94	0.10	2.02	2.12	49.52	1.25
123	2.10_435	629047.26	1265701.56	47.98	50.13	2.15	0.10	2.22	2.32	49.51	1.53
124	2.10_443	628743.17	1265785.24	51.60	53.05	1.45	0.05	0.00	0.05	51.61	0.01
125	2.10_445	628732.45	1265781.06	51.55	53.05	1.50	0.00	0.10	0.10	51.56	0.01
126	2.10_450	628761.99	1265718.90	50.36	51.86	1.50	0.16	0.10	0.26	50.37	0.01
127	2.10_453	628776.45	1265725.65	50.41	51.86	1.45	0.11	0.00	0.11	50.42	0.01
128	2.10_455	628778.72	1265680.36	50.09	51.69	1.60	0.11	0.61	0.72	50.11	0.02
129	2.10_460	628788.61	1265654.58	49.90	51.59	1.69	0.00	0.72	0.72	49.92	0.02
130	2.10_460Y	628788.71	1265654.59	50.14	51.59	1.45	0.08	0.00	0.08	50.15	0.01
131	2.10_465	628648.62	1265611.91	51.82	53.27	1.45	0.14	0.00	0.14	51.83	0.01
132	2.10_470	628713.21	1265646.97	51.26	52.72	1.46	0.21	0.14	0.35	51.28	0.02
133	2.10_475	628983.86	1265729.87	48.99	50.44	1.45	0.10	0.00	0.10	49.52	0.53
134	2.11_480	629197.59	1265752.88	49.42	50.98	1.56	0.23	0.13	0.36	49.50	0.08
135	2.12_495	628942.19	1265580.58	49.76	51.87	2.11	0.03	0.32	0.35	49.78	0.02
136	2.12_500	629032.29	1265620.04	48.67	50.37	1.70	0.14	0.35	0.49	49.47	0.80
137	2.12_500Y	629031.99	1265620.41	48.92	50.37	1.45	0.11	0.00	0.11	49.52	0.60
138	2.12_505	629035.19	1265614.87	48.58	50.37	1.79	0.02	0.59	0.61	49.47	0.89
139	2.12_510	629075.47	1265633.65	48.24	50.15	1.91	0.09	0.71	0.80	49.47	1.23
140	2.12_515	629072.18	1265638.89	48.15	50.15	2.00	0.09	0.90	0.99	49.47	1.32
141	2.12_525	628919.62	1265634.72	50.24	51.69	1.45	0.12	0.00	0.12	50.25	0.01
142	2.12_530	628931.47	1265611.25	50.02	51.71	1.69	0.00	0.12	0.12	50.03	0.01
143	2.12_535	628947.35	1265568.31	50.51	51.96	1.45	0.20	0.00	0.20	50.52	0.01
144	2.12_535Y	628947.53	1265567.96	50.51	51.96	1.45	0.09	0.00	0.09	50.85	0.34
145	2.12_540	629057.89	1265570.97	48.96	50.41	1.45	0.10	0.00	0.10	49.47	0.51
146	2.12_545	629047.57	1265694.90	48.74	50.19	1.45	0.10	0.00	0.10	49.47	0.73
147	2.12_550	629098.99	1265583.92	48.77	50.22	1.45	0.10	0.00	0.10	49.47	0.70
148	2.12_555	629086.29	1265613.02	48.51	50.29	1.78	0.00	0.10	0.10	49.47	0.96
149	2.13_560	629217.64	1265686.27	48.68	50.44	1.76	0.21	0.11	0.32	49.46	0.78
150	2.14_570	629225.74	1265944.03	49.46	52.39	2.93	0.18	0.31	0.49	49.48	0.02
151	2.14_575	629230.28	1265915.14	49.26	52.26	3.00	0.21	0.87	1.08	49.45	0.19
152	2.14_580	629241.53	1265846.34	48.84	52.00	3.16	0.18	1.08	1.26	49.44	0.60
153	2.14_580Y	629241.52	1265846.33	50.55	52.00	1.45	0.14	0.00	0.14	50.56	0.01
154	2.14_585	629253.51	1265776.87	48.38	51.50	3.12	0.14	1.26	1.40	49.44	1.06
155	2.14_585Y	629253.51	1265776.86	50.05	51.50	1.45	0.13	0.00	0.13	50.06	0.01
156	2.14_590	629265.73	1265707.23	47.95	50.52	2.57	0.12	1.40	1.52	49.44	1.49
157	2.14_590Y	629265.71	1265707.25	49.07	50.52	1.45	0.11	0.00	0.11	49.46	0.39
158	2.14_610	629123.27	1265899.07	50.15	51.60	1.45	0.23	0.00	0.23	50.16	0.01
159	2.14_615	629177.60	1265921.71	49.79	52.09	2.30	0.00	0.23	0.23	49.80	0.01
160	2.14_620	629127.54	1265869.14	50.12	51.57	1.45	0.20	0.00	0.20	50.13	0.01
161	2.14_625	629170.47	1265887.16	49.77	51.53	1.76	0.18	0.20	0.38	49.79	0.02
162	2.15_630	628741.00	1265449.52	51.51	52.96	1.45	0.50	0.00	0.50	51.60	0.09
163	2.15_635	628809.25	1265474.06	51.00	52.70	1.70	0.50	0.50	1.00	51.60	0.60
164	2.15_640	628879.85	1265498.15	45.93	51.61	5.68	0.50	35.37	35.87	51.60	5.67
165	2.15_645	628968.73	1265528.17	46.20	50.85	4.65	0.26	34.11	34.37	50.85	4.65
166	2.15_655	628899.83	1265435.89	45.70	51.65	5.95	0.05	35.92	35.97	51.58	5.88
167	2.15_670	628886.32	1265484.27	45.86	52.03	6.17	0.00	35.87	35.87	51.59	5.73
168	2.15_680	628836.89	1265413.77	45.50	52.12	6.62	0.05	35.97	36.02	51.57	6.07
169	2.15_685	628993.32	1265469.34	50.02	51.47	1.45	0.05	0.00	0.05	51.47	1.45
170	2.15_690	628961.55	1265544.62	49.97	51.47	1.50	0.10	0.09	0.19	50.85	0.88
171	2_100	629011.41	1266177.94	51.40	53.47	2.07	0.08	5.29	5.37	51.47	0.07
172	2_100Y	629010.89	1266177.54	52.02	53.47	1.45	0.08	0.00	0.08	52.03	0.01
173	2_115	629036.25	1266121.12	51.00	53.26	2.26	0.08	5.93	6.01	51.07	0.07
174	2_120	629055.16	1266076.24	50.66	53.28	2.62	0.13	6.01	6.14	50.73	0.07
175	2_155	629040.31	1266069.25	49.42	53.19	3.77	0.00	12.80	12.80	49.69	0.27
176	2_160	629062.76	1266019.50	49.17	53.19	4.02	0.00	12.80	12.80	49.65	0.48
177	2_265	629084.31	1265971.12	48.93	53.35	4.42	0.00	15.73	15.73	49.61	0.68
178	2_310	629040.98	1265951.84	48.70	53.25	4.55	0.20	16.69	16.89	49.59	0.89
179	2_330	629051.87	1265927.14	48.60	52.00	3.40	0.18	17.02	17.20	49.58	0.98
180	2_345	629079.82	1265864.39	48.30	51.31	3.01	0.18	17.30	17.48	49.56	1.26
181	2_350	629107.62	1265801.90	48.00	51.08	3.08	0.13	26.46	26.59	49.53	1.53
182	2_360	629113.51	1265788.95	47.92	51.03	3.11	0.12	26.98	27.10	49.52	1.60

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
183	2_440	629134.24	1265740.82	47.47	50.29	2.82	0.12	29.42	29.54	49.50	2.03
184	2_490	629141.58	1265727.61	47.39	50.06	2.67	0.12	29.90	30.02	49.50	2.11
185	2_520	629163.18	1265679.53	47.20	49.70	2.50	0.11	31.01	31.12	49.47	2.27
186	2_565	629169.58	1265665.35	47.12	49.60	2.48	0.13	31.44	31.57	49.46	2.34
187	2_600	629195.95	1265604.57	46.90	49.43	2.53	0.15	33.22	33.37	49.43	2.53
188	2_605	629105.40	1265573.75	46.63	49.95	3.32	0.05	33.37	33.42	49.95	3.32
189	2_650	629034.84	1265550.37	46.41	50.31	3.90	0.50	33.42	33.92	50.31	3.90
190	4.01_1725	628300.28	1264826.56	53.83	55.28	1.45	0.87	0.00	0.87	53.86	0.03
191	4.01_1730	628383.80	1264826.13	53.29	55.61	2.32	0.22	1.03	1.25	53.32	0.03
192	4.01_1735	628464.39	1264833.41	52.76	55.82	3.06	0.38	1.25	1.63	52.80	0.04
193	4.01_1740	628524.16	1264836.80	52.36	54.72	2.36	0.11	1.63	1.74	52.40	0.04
194	4.01_1765	628397.12	1264780.33	54.20	55.65	1.45	0.14	0.00	0.14	54.21	0.01
195	4.01_1770	628391.54	1264796.41	54.04	55.60	1.56	0.02	0.14	0.16	54.05	0.01
196	5.01_1795	627138.00	1263660.57	73.36	74.81	1.45	0.06	0.00	0.06	73.37	0.01
197	5.01_1795Y	627138.30	1263660.21	73.16	74.81	1.65	0.06	0.00	0.06	73.17	0.01
198	5.01_1795YY	627138.15	1263660.34	73.34	74.81	1.47	1.06	0.00	1.06	73.37	0.03
199	5.01_1800	627099.78	1263699.71	72.56	74.06	1.50	0.15	0.06	0.21	72.57	0.01
200	5.01_1805	627135.25	1263734.31	70.67	72.21	1.54	0.14	0.26	0.40	70.69	0.02
201	5.01_1810	627168.95	1263773.67	68.85	70.43	1.58	0.14	0.66	0.80	68.88	0.03
202	5.01_1815	627207.70	1263819.00	67.14	68.69	1.55	0.01	0.80	0.81	67.17	0.03
203	5.01_1820	627250.09	1263864.75	66.73	69.29	2.56	0.08	1.45	1.53	66.76	0.03
204	5.01_1825	627298.07	1263925.12	66.25	67.90	1.65	0.00	1.53	1.53	66.28	0.03
205	5.01_1830	627346.36	1263980.95	65.49	66.99	1.50	0.00	1.53	1.53	65.52	0.03
206	5.01_1835	627370.22	1264010.27	65.04	66.54	1.50	0.00	1.53	1.53	65.07	0.03
207	5.01_1840	627395.13	1264039.73	64.35	65.86	1.51	0.00	1.53	1.53	64.38	0.03
208	5.01_1845	627404.23	1264048.91	63.87	65.37	1.50	0.00	1.53	1.53	63.90	0.03
209	5.01_1850	627169.97	1263701.22	72.57	74.02	1.45	0.05	0.00	0.05	72.58	0.01
210	5.01_1850Y	627170.22	1263700.96	72.57	74.02	1.45	0.04	0.00	0.04	72.58	0.01
211	5.01_1855	627242.95	1263743.32	70.12	71.57	1.45	0.08	0.00	0.08	70.13	0.01
212	5.01_1860	627195.18	1263765.41	69.76	71.36	1.60	0.14	0.08	0.22	69.77	0.01
213	5.01_1865	627178.82	1263769.12	69.32	70.82	1.50	0.04	0.22	0.26	69.33	0.01
214	5.01_1870	627289.12	1263833.89	69.97	70.82	0.85	0.23	0.23	0.46	69.99	0.02
215	5.01_1875	627260.53	1263857.73	69.00	69.74	0.74	0.18	0.46	0.64	69.02	0.02
216	5.02_1880	627244.11	1263708.54	70.08	72.09	2.01	0.00	0.06	0.06	70.09	0.01
217	5.02_1885	627263.13	1263739.13	69.80	71.98	2.18	0.17	0.06	0.23	69.81	0.01
218	5.02_1890	627273.78	1263762.27	69.58	71.89	2.31	0.21	0.23	0.44	69.60	0.02
219	5.02_1895	627295.43	1263798.74	69.26	71.69	2.43	0.00	0.44	0.44	69.28	0.02
220	5.02_1900	627318.37	1263833.17	68.94	71.39	2.45	0.01	0.44	0.45	68.96	0.02
221	5.02_1905	627343.82	1263870.37	68.60	71.71	3.11	0.00	0.45	0.45	68.62	0.02
222	5.02_1910	627371.60	1263906.59	68.26	70.14	1.88	0.17	0.45	0.62	68.28	0.02
223	5_1915	627606.49	1263978.18	73.91	75.36	1.45	0.08	0.00	0.08	73.92	0.01
224	5_1920	627578.16	1263975.30	73.24	74.95	1.71	0.28	0.08	0.36	73.26	0.02
225	5_1925	627510.16	1263974.43	70.23	71.97	1.74	0.00	0.36	0.36	70.25	0.02
226	5_1930	627442.15	1263974.55	67.03	68.96	1.93	0.01	0.36	0.37	67.05	0.02
227	5_1935	627427.14	1263981.69	66.32	67.82	1.50	0.29	0.99	1.28	66.35	0.03
228	5_1940	627420.46	1264001.19	65.67	67.17	1.50	0.00	1.28	1.28	65.70	0.03
229	5_1945	627407.54	1264049.87	63.68	65.18	1.50	0.23	2.81	3.04	63.73	0.05
230	5_1950	627391.12	1264121.75	62.21	63.71	1.50	0.38	3.04	3.42	62.26	0.05
231	6_1955	627615.82	1263992.35	73.20	74.65	1.45	0.05	0.00	0.05	73.21	0.01
232	6_1960	627608.37	1264013.31	72.38	73.91	1.53	0.00	0.05	0.05	72.39	0.01
233	6_1965	627603.86	1264028.48	71.70	73.20	1.50	0.22	0.05	0.27	71.71	0.01
234	6_1970	627600.66	1264044.43	71.27	73.15	1.88	0.00	0.27	0.27	71.28	0.01
235	6_1975	627599.36	1264058.28	70.62	72.17	1.55	0.26	0.27	0.53	70.64	0.02
236	6_1980	627595.47	1264072.22	69.82	71.49	1.67	0.00	0.53	0.53	69.84	0.02
237	6_1985	627584.27	1264100.87	67.78	70.04	2.26	0.01	0.53	0.54	67.80	0.02
238	6_1990	627572.61	1264123.95	65.95	68.20	2.25	0.00	0.54	0.54	65.97	0.02
239	7.02_1995	627198.30	1263674.15	71.25	72.97	1.72	0.00	0.04	0.04	71.26	0.01
240	7.03_2070	627644.88	1263963.66	72.17	73.84	1.67	0.06	0.00	0.06	72.18	0.01
241	7.03_2075	627648.00	1263891.27	69.22	70.72	1.50	0.22	0.06	0.28	69.23	0.01
242	7.03_2080	627654.34	1263804.04	65.66	67.23	1.57	0.42	0.28	0.70	65.68	0.02
243	7.03_2085	627659.01	1263737.15	64.57	66.03	1.46	0.00	0.70	0.70	64.59	0.02
244	7.04_2090	627669.28	1263563.76	67.05	68.55	1.50	0.01	0.06	0.07	67.06	0.01
245	7.04_2095	627670.54	1263595.64	65.12	68.15	3.03	0.42	0.79	1.21	65.15	0.03
246	7.04_2100	627669.15	1263625.99	64.91	67.70	2.79	0.24	1.21	1.45	64.94	0.03
247	7.04_2105	627664.84	1263659.26	64.69	66.80	2.11	0.02	1.45	1.47	64.72	0.03

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
248	7.04_2110	627742.45	1263698.54	67.58	68.98	1.40	0.36	0.00	0.36	67.60	0.02
249	7.04_2115	627744.03	1263656.38	65.86	67.25	1.39	0.17	0.36	0.53	65.88	0.02
250	7.04_2120	627753.13	1263626.26	65.65	67.95	2.30	0.19	0.53	0.72	65.67	0.02
251	7_2000	627104.95	1263625.27	71.36	72.86	1.50	0.08	1.06	1.14	71.39	0.03
252	7_2005	627150.37	1263576.44	70.69	72.19	1.50	0.09	1.14	1.23	70.72	0.03
253	7_2010	627181.51	1263621.50	70.33	72.28	1.95	0.19	1.29	1.48	70.36	0.03
254	7_2015	627211.69	1263664.01	69.99	72.03	2.04	0.17	1.52	1.69	70.03	0.04
255	7_2020	627223.01	1263678.76	69.83	71.87	2.04	0.06	1.69	1.75	69.87	0.04
256	7_2020Y	627223.32	1263679.10	70.36	71.87	1.51	0.06	0.00	0.06	70.37	0.01
257	7_2025	627243.54	1263678.35	69.65	71.34	1.69	0.02	1.75	1.77	69.69	0.04
258	7_2030	627311.32	1263672.94	68.72	70.21	1.49	0.17	1.77	1.94	68.76	0.04
259	7_2035	627330.51	1263668.58	68.39	69.89	1.50	0.00	1.94	1.94	68.43	0.04
260	7_2040	627352.67	1263662.42	68.04	69.54	1.50	0.23	1.94	2.17	68.08	0.04
261	7_2045	627379.63	1263659.09	67.40	68.90	1.50	0.00	2.17	2.17	67.44	0.04
262	7_2050	627409.65	1263657.38	66.64	68.15	1.51	0.21	2.17	2.38	66.68	0.04
263	7_2055	627492.49	1263655.15	65.76	67.26	1.50	0.00	2.38	2.38	65.80	0.04
264	7_2060	627546.89	1263651.85	65.18	66.69	1.51	0.02	2.38	2.40	65.22	0.04
265	7_2065	627602.41	1263650.74	64.82	66.60	1.78	0.26	2.40	2.66	64.87	0.05
266	7_2125	627659.38	1263732.25	64.15	65.94	1.79	0.00	4.13	4.13	64.20	0.05
267	7_2130	627663.05	1263736.89	64.08	65.89	1.81	0.00	4.83	4.83	64.14	0.06
268	7_2135_R	627707.15	1263792.84	63.60	65.23	1.63	0.16	4.83	4.99	63.66	0.06
269	7_2140	627719.26	1263804.04	63.44	65.30	1.86	0.00	4.99	4.99	63.50	0.06
270	7_2145_R	627732.99	1263813.75	63.28	65.11	1.83	0.29	5.63	5.92	63.34	0.06
271	7_2150_R	627823.30	1263854.58	62.58	64.62	2.04	0.29	7.20	7.49	62.65	0.07
272	7_2155_R	627927.57	1263901.24	61.37	62.67	1.30	0.19	7.72	7.91	61.44	0.07
273	8.01_2160	627666.31	1263407.27	69.03	70.48	1.45	1.13	0.00	1.13	69.06	0.03
274	8.01_2165	627659.38	1263453.86	68.68	70.43	1.75	0.00	1.13	1.13	68.71	0.03
275	8.01_2170	627657.28	1263479.78	68.46	70.45	1.99	0.12	1.24	1.36	68.49	0.03
276	8.01_2175	627659.04	1263506.03	68.24	69.93	1.69	0.00	1.36	1.36	68.27	0.03
277	8.01_2180	627663.22	1263531.57	67.54	69.04	1.50	0.18	1.36	1.54	67.57	0.03
278	8.01_2180Y	627663.29	1263532.46	67.59	69.04	1.45	0.06	0.00	0.06	67.60	0.01
279	8.01_2185	627718.97	1263539.02	66.54	68.04	1.50	0.01	1.54	1.55	66.58	0.04
280	8.01_2190	627774.29	1263548.47	65.53	67.03	1.50	0.14	1.55	1.69	65.57	0.04
281	8.01_2195	627868.19	1263564.84	64.25	65.75	1.50	0.07	2.55	2.62	64.30	0.05
282	8.01_2200	627881.11	1263565.27	64.12	66.04	1.92	0.00	2.62	2.62	64.17	0.05
283	8.01_2205	627952.96	1263584.81	63.65	65.73	2.08	0.24	4.81	5.05	63.71	0.06
284	8.01_2210	627997.56	1263605.87	63.34	64.89	1.55	0.00	5.05	5.05	63.40	0.06
285	8.01_2215	628025.47	1263618.62	63.13	64.96	1.83	0.38	5.05	5.43	63.19	0.06
286	8.01_2220	628056.67	1263631.59	62.91	64.91	2.00	0.00	5.43	5.43	62.97	0.06
287	8.01_2225	627622.40	1263475.64	70.25	75.26	5.01	0.11	0.00	0.11	70.26	0.01
288	8.01_2230	627883.09	1263427.43	65.81	67.26	1.45	0.45	0.00	0.45	65.83	0.02
289	8.01_2235	627881.03	1263468.88	65.52	67.33	1.81	0.40	0.45	0.85	65.55	0.03
290	8.01_2240	627873.25	1263523.89	65.15	66.84	1.69	0.00	0.85	0.85	65.18	0.03
291	8.01_2245	627871.20	1263551.92	64.55	66.05	1.50	0.01	0.85	0.86	64.58	0.03
292	8.01_2250	628106.26	1263457.11	67.96	69.74	1.78	0.49	0.00	0.49	67.98	0.02
293	8.01_2255	628043.58	1263436.63	65.23	66.77	1.54	1.16	0.49	1.65	65.27	0.04
294	8.01_2260	628001.39	1263503.83	64.67	67.55	2.88	0.53	1.65	2.18	64.71	0.04
295	8.01_2265	627959.54	1263571.28	64.11	66.74	2.63	0.01	2.18	2.19	64.15	0.04
296	8.02_2270	628308.41	1263706.93	65.14	66.59	1.45	0.25	0.00	0.25	65.15	0.01
297	8.02_2270Y	628308.43	1263706.93	65.14	66.59	1.45	0.19	0.00	0.19	65.15	0.01
298	8.02_2275	628245.17	1263686.24	64.64	66.14	1.50	0.85	0.25	1.10	64.67	0.03
299	8.02_2280	628181.99	1263665.41	64.19	66.34	2.15	0.00	1.10	1.10	64.22	0.03
300	8.03_2305	628272.80	1263746.76	66.90	69.49	2.59	0.11	0.00	0.11	66.91	0.01
301	8.03_2305Y	628272.84	1263746.81	68.04	69.49	1.45	0.08	0.00	0.08	68.05	0.01
302	8.03_2310	628176.77	1263730.47	62.96	64.46	1.50	0.36	0.11	0.47	62.98	0.02
303	8.04_2320	628253.34	1263794.01	65.95	67.64	1.69	0.17	0.00	0.17	65.96	0.01
304	8.04_2320Y	628254.19	1263794.07	66.19	67.64	1.45	0.17	0.00	0.17	66.20	0.01
305	8.04_2325	628161.60	1263782.99	62.21	63.71	1.50	0.03	0.17	0.20	62.22	0.01
306	8.04_2330	628154.04	1263782.21	62.11	63.71	1.60	0.00	0.20	0.20	62.12	0.01
307	8.04_2335	628145.96	1263787.48	62.00	63.68	1.68	0.03	0.20	0.23	62.01	0.01
308	8.05_2345	628247.17	1263842.57	61.92	63.37	1.45	0.19	0.00	0.19	61.93	0.01
309	8.05_2350	628191.02	1263833.33	61.51	63.38	1.87	0.12	0.19	0.31	61.53	0.02
310	8.05_2355	628136.66	1263823.52	61.11	63.23	2.12	0.00	0.31	0.31	61.13	0.02
311	8.06_2410	628341.96	1263759.44	64.74	67.03	2.29	0.07	0.27	0.34	64.76	0.02
312	8.06_2415	628345.97	1263793.51	63.46	65.73	2.27	0.05	0.94	0.99	63.49	0.03

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
313	8.06_2420	628344.41	1263808.78	62.80	64.30	1.50	0.26	1.16	1.42	62.83	0.03
314	8.06_2425	628343.68	1263813.12	62.56	64.26	1.70	0.00	1.42	1.42	62.59	0.03
315	8.06_2430	628337.22	1263819.18	62.45	63.95	1.50	0.03	1.42	1.45	62.48	0.03
316	8.06_2435_R	628324.53	1263852.68	60.75	63.54	2.79	0.25	1.45	1.70	60.78	0.03
317	8.06_2440_R	628319.68	1263935.06	59.30	60.92	1.62	0.19	2.61	2.80	59.34	0.04
318	8.06_2445_R	628319.79	1263988.30	58.19	60.40	2.21	0.10	23.72	23.82	58.31	0.12
319	8.06_2450_R	628319.18	1264004.20	58.08	60.38	2.30	0.00	23.82	23.82	58.20	0.12
320	8.06_2455	628398.29	1263764.18	64.92	66.37	1.45	0.60	0.00	0.60	64.94	0.02
321	8.06_2460	628374.26	1263783.73	64.69	67.39	2.70	0.00	0.60	0.60	64.71	0.02
322	8.06_2465	628353.24	1263794.73	64.50	66.12	1.62	0.00	0.60	0.60	64.52	0.02
323	8.07_2470	628463.22	1263930.31	62.47	64.11	1.64	0.10	0.00	0.10	62.48	0.01
324	8.07_2475	628410.92	1263959.57	60.05	61.55	1.50	0.50	0.57	1.07	60.08	0.03
325	8.07_2480	628353.54	1263991.76	59.00	60.66	1.66	0.12	1.11	1.23	59.03	0.03
326	8.07_2510	628507.34	1263974.23	64.75	66.20	1.45	0.32	0.00	0.32	64.77	0.02
327	8.07_2515	628441.54	1264013.68	61.53	63.88	2.35	0.15	0.32	0.47	61.55	0.02
328	8.07_2515Y	628441.53	1264013.69	61.78	63.88	2.10	0.19	0.00	0.19	61.79	0.01
329	8.08_2520	628393.60	1264040.65	58.94	61.03	2.09	0.07	0.38	0.45	58.96	0.02
330	8.08_2525	628383.63	1264044.28	58.82	60.96	2.14	0.12	0.45	0.57	58.84	0.02
331	8.08_2525Y	628383.29	1264043.18	59.53	60.98	1.45	0.04	0.00	0.04	59.54	0.01
332	8.08_2530	628380.24	1264068.61	58.60	60.85	2.25	0.10	0.57	0.67	58.62	0.02
333	8.08_2545	628430.92	1264065.24	59.34	60.79	1.45	0.09	0.00	0.09	59.35	0.01
334	8.08_2545Y	628431.02	1264065.29	59.34	60.79	1.45	0.08	0.00	0.08	59.35	0.01
335	8.08_2550	628396.67	1264046.92	59.04	61.14	2.10	0.10	0.09	0.19	59.05	0.01
336	8.09_2555	628271.38	1264140.38	56.89	58.29	1.40	0.08	0.00	0.08	56.90	0.01
337	8.09_2560	628323.92	1264159.62	56.40	57.80	1.40	0.10	0.08	0.18	56.41	0.01
338	8.09_2565	628327.16	1264158.59	56.31	57.82	1.51	0.00	0.91	0.91	56.34	0.03
339	8.09_2570	628368.44	1264176.51	56.03	57.59	1.56	0.00	0.91	0.91	56.06	0.03
340	8.09_2575	628393.24	1264190.62	55.84	57.93	2.09	0.00	1.30	1.30	55.87	0.03
341	8.09_2580	628408.57	1264164.52	55.64	59.58	3.94	0.10	1.40	1.50	55.67	0.03
342	8.09_2585	628423.21	1264137.52	55.44	61.18	5.74	0.06	1.50	1.56	55.48	0.04
343	8.09_2585Y	628423.04	1264137.48	59.82	61.18	1.36	0.05	0.00	0.05	59.83	0.01
344	8.09_2600	628371.35	1264075.70	59.87	61.22	1.35	0.09	0.00	0.09	59.88	0.01
345	8.09_2605	628356.30	1264104.17	58.62	60.11	1.49	0.11	0.14	0.25	58.63	0.01
346	8.09_2610	628352.83	1264107.56	57.25	59.83	2.58	0.00	0.43	0.43	57.27	0.02
347	8.09_2615	628340.53	1264132.46	56.67	58.59	1.92	0.08	0.65	0.73	56.69	0.02
348	8.09_2620	628293.62	1264085.13	57.69	59.10	1.41	0.18	0.00	0.18	57.70	0.01
349	8.09_2625	628320.90	1264093.67	57.49	58.64	1.15	0.00	0.18	0.18	57.50	0.01
350	8.09_2630	628240.88	1264095.97	57.88	59.27	1.39	0.04	0.00	0.04	57.89	0.01
351	8.09_2635	628249.71	1264101.62	57.41	58.62	1.21	0.00	0.04	0.04	57.42	0.01
352	8.09_2640	628263.98	1264107.61	57.23	58.66	1.43	0.14	0.04	0.18	57.24	0.01
353	8.09_2645	628362.42	1264142.44	56.98	58.90	1.92	0.10	0.00	0.10	56.99	0.01
354	8.09_2645Y	628362.22	1264142.50	57.54	58.89	1.35	0.04	0.00	0.04	57.55	0.01
355	8.09_2650	628463.60	1264233.46	56.78	58.13	1.35	0.29	0.00	0.29	56.79	0.01
356	8.09_2655	628449.84	1264225.81	56.43	57.81	1.38	0.00	0.29	0.29	56.45	0.02
357	8.09_2660	628432.46	1264212.09	56.24	57.94	1.70	0.10	0.29	0.39	56.26	0.02
358	8.09_2665	628396.46	1264193.83	55.93	57.92	1.99	0.00	0.39	0.39	55.95	0.02
359	8.10_2670	628485.05	1264087.62	58.93	60.43	1.50	0.21	0.08	0.29	58.95	0.02
360	8.11_2680	628491.37	1264185.66	60.23	61.68	1.45	0.34	0.00	0.34	60.25	0.02
361	8.11_2685	628497.40	1264161.20	60.02	61.72	1.70	0.00	0.34	0.34	60.04	0.02
362	8.11_2690	628509.67	1264143.92	57.91	61.23	3.32	0.13	0.34	0.47	57.93	0.02
363	8.12_2700	628548.92	1263688.67	61.71	63.16	1.45	0.92	0.00	0.92	61.74	0.03
364	8.12_2705	628605.87	1263718.98	61.25	64.74	3.49	0.48	0.92	1.40	61.28	0.03
365	8.12_2710	628661.52	1263751.58	59.28	60.78	1.50	0.70	1.40	2.10	59.32	0.04
366	8.12_2715	628644.58	1263774.90	59.05	61.35	2.30	0.00	2.10	2.10	59.09	0.04
367	8.12_2720	628631.06	1263784.99	58.89	61.55	2.66	0.00	2.92	2.92	58.94	0.05
368	8.12_2725	628642.62	1263788.64	58.76	61.44	2.68	0.38	2.92	3.30	58.81	0.05
369	8.12_2730	628621.03	1263828.18	58.42	61.66	3.24	0.00	3.30	3.30	58.47	0.05
370	8.12_2735	628614.86	1263854.12	58.20	60.95	2.75	0.35	3.30	3.65	58.25	0.05
371	8.12_2740	628595.04	1263909.91	57.77	60.32	2.55	0.25	3.65	3.90	57.83	0.06
372	8.12_2745	628587.95	1263934.76	57.56	60.09	2.53	0.26	3.90	4.16	57.62	0.06
373	8.12_2750	628574.97	1264003.87	57.06	59.55	2.49	0.34	4.16	4.50	57.12	0.06
374	8.12_2755	628576.02	1264011.62	56.96	59.45	2.49	0.10	4.50	4.60	57.02	0.06
375	8.12_2760	628579.77	1264017.94	56.86	59.34	2.48	0.12	4.60	4.72	56.92	0.06
376	8.12_2765	628618.41	1264049.69	56.43	58.06	1.63	0.00	4.72	4.72	56.49	0.06
377	8.12_2770	628620.44	1264055.06	56.30	57.80	1.50	0.00	4.72	4.72	56.36	0.06

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
378	8.12_2775	628620.68	1264059.25	56.10	57.60	1.50	0.17	4.72	4.89	56.16	0.06
379	8.12_2780	628617.07	1264068.16	55.74	57.24	1.50	0.00	4.89	4.89	55.80	0.06
380	8.12_2785	628597.35	1264105.37	55.18	56.68	1.50	0.21	4.89	5.10	55.24	0.06
381	8.12_2800	628489.87	1263909.72	64.37	65.82	1.45	0.41	0.00	0.41	64.39	0.02
382	8.12_2805	628506.68	1263892.44	63.39	64.89	1.50	0.00	0.41	0.41	63.41	0.02
383	8.12_2810	628553.54	1263837.29	61.29	62.79	1.50	0.00	0.41	0.41	61.31	0.02
384	8.12_2815	628575.36	1263819.54	60.91	62.41	1.50	0.41	0.41	0.82	60.94	0.03
385	8.13_2820	628701.85	1264095.67	55.50	56.95	1.45	0.15	0.00	0.15	55.51	0.01
386	8.14_2840	628822.15	1264180.84	53.84	54.99	1.15	0.13	0.00	0.13	53.85	0.01
387	8.15_2875	628735.97	1264104.67	54.94	56.39	1.45	0.10	0.00	0.10	54.95	0.01
388	8.15_2880	628801.44	1264157.72	53.63	55.11	1.48	0.59	0.10	0.69	53.65	0.02
389	8.15_2885	628867.56	1264211.56	53.04	54.82	1.78	0.55	0.69	1.24	53.07	0.03
390	8.15_2890	628923.28	1264257.91	52.51	54.48	1.97	0.60	1.24	1.84	52.55	0.04
391	8.15_2895	628978.93	1264304.32	51.75	53.88	2.13	0.25	2.74	2.99	51.80	0.05
392	8.15_2900	629025.77	1264343.95	51.30	53.29	1.99	0.12	2.99	3.11	51.35	0.05
393	8.15_2910	629024.19	1264244.54	52.26	53.41	1.15	0.90	0.00	0.90	52.29	0.03
394	8.23_3265	629001.21	1264687.21	50.46	52.43	1.97	0.40	0.65	1.05	50.49	0.03
395	8_2285	628171.25	1263457.88	69.73	71.37	1.64	0.70	0.00	0.70	69.75	0.02
396	8_2290	628145.24	1263554.20	65.78	67.30	1.52	0.95	0.70	1.65	65.82	0.04
397	8_2295	628119.97	1263650.53	63.28	64.78	1.50	0.71	2.75	3.46	63.33	0.05
398	8_2300	628118.92	1263654.91	62.52	64.61	2.09	0.00	8.89	8.89	62.60	0.08
399	8_2315	628103.36	1263717.83	62.14	63.82	1.68	0.23	9.36	9.59	62.22	0.08
400	8_2340	628086.89	1263777.23	61.61	63.25	1.64	0.54	9.82	10.36	61.70	0.09
401	8_2360	628077.35	1263815.71	60.68	62.87	2.19	0.23	10.67	10.90	60.77	0.09
402	8_2365_R	628063.33	1263863.69	60.39	62.42	2.03	0.14	11.28	11.42	60.47	0.08
403	8_2370_R	628052.67	1263903.67	60.15	62.30	2.15	0.06	11.42	11.48	60.23	0.08
404	8_2375	628081.86	1263906.81	59.96	62.40	2.44	0.00	11.48	11.48	60.04	0.08
405	8_2380_R	628108.50	1263909.06	59.79	62.75	2.96	0.08	11.48	11.56	59.88	0.09
406	8_2385	628106.10	1263932.81	59.63	62.29	2.66	0.10	11.56	11.66	59.72	0.09
407	8_2390_R	628101.64	1263959.81	59.45	61.86	2.41	0.24	20.12	20.36	59.56	0.11
408	8_2395	628150.95	1263965.86	59.17	61.50	2.33	0.22	20.36	20.58	59.28	0.11
409	8_2400_R	628173.33	1263968.60	59.04	61.27	2.23	0.00	20.58	20.58	59.15	0.11
410	8_2405_R	628246.64	1263977.82	58.50	60.77	2.27	0.23	20.69	20.92	58.61	0.11
411	8_2485	628322.19	1264007.90	58.01	60.38	2.37	0.08	25.05	25.13	58.13	0.12
412	8_2490	628272.62	1264037.16	57.75	59.90	2.15	0.00	25.13	25.13	57.87	0.12
413	8_2495	628274.14	1264040.24	57.68	59.95	2.27	0.13	25.13	25.26	57.80	0.12
414	8_2500	628311.53	1264048.98	57.49	60.18	2.69	0.00	25.26	25.26	57.61	0.12
415	8_2505	628341.98	1264058.37	57.33	60.37	3.04	0.08	25.26	25.34	57.45	0.12
416	8_2535	628373.15	1264072.59	57.16	60.75	3.59	0.08	26.01	26.09	57.28	0.12
417	8_2540	628403.97	1264090.65	56.98	61.28	4.30	0.00	26.09	26.09	57.10	0.12
418	8_2590	628431.42	1264106.79	55.11	61.85	6.74	0.08	27.65	27.73	55.24	0.13
419	8_2595	628455.05	1264116.79	54.97	60.76	5.79	0.00	27.73	27.73	55.10	0.13
420	8_2675	628481.29	1264121.74	54.82	59.58	4.76	0.10	28.02	28.12	54.95	0.13
421	8_2695	628514.05	1264126.49	54.65	58.64	3.99	0.17	28.59	28.76	54.78	0.13
422	8_2790	628586.25	1264132.10	54.35	57.01	2.66	0.51	33.86	34.37	54.49	0.14
423	8_2795	628598.27	1264134.79	54.25	56.80	2.55	0.00	34.37	34.37	54.39	0.14
424	8_2825	628675.29	1264169.96	53.90	55.95	2.05	0.68	34.52	35.20	54.04	0.14
425	8_2830	628722.23	1264202.46	53.65	55.37	1.72	0.00	35.20	35.20	53.79	0.14
426	8_2835	628767.34	1264237.34	53.25	54.97	1.72	0.09	35.20	35.29	53.39	0.14
427	8_2845	628775.42	1264243.86	53.09	54.89	1.80	0.29	35.42	35.71	53.24	0.15
428	8_2850	628815.48	1264277.22	52.82	54.62	1.80	0.00	35.71	35.71	52.97	0.15
429	8_2850Y	628814.94	1264277.82	53.17	54.62	1.45	0.10	0.00	0.10	53.18	0.01
430	8_2855	628862.18	1264316.04	52.52	54.32	1.80	0.25	35.71	35.96	52.67	0.15
431	8_2855Y	628861.76	1264316.44	52.87	54.32	1.45	0.10	0.00	0.10	52.88	0.01
432	8_2860	628907.02	1264354.52	52.25	54.13	1.88	0.00	35.96	35.96	52.40	0.15
433	8_2860Y	628906.49	1264355.06	52.68	54.13	1.45	0.10	0.00	0.10	52.69	0.01
434	8_2865	628953.32	1264394.50	51.98	53.87	1.89	0.06	35.96	36.02	52.13	0.15
435	8_2865Y	628952.54	1264395.01	52.42	53.87	1.45	0.06	0.00	0.06	52.43	0.01
436	8_2870	629005.99	1264440.83	51.65	53.96	2.31	0.19	36.02	36.21	51.80	0.15
437	8_2870Y	629005.82	1264440.96	52.46	53.96	1.50	0.10	0.00	0.10	52.47	0.01
438	8_2905	629072.80	1264382.90	50.85	53.56	2.71	0.39	39.32	39.71	51.00	0.15
439	8_2940	629142.08	1264323.27	49.83	52.97	3.14	0.13	48.71	48.84	49.99	0.16
440	8_3105	629182.52	1264374.11	49.35	51.53	2.18	0.18	50.24	50.42	49.51	0.16
441	8_3125	629221.25	1264421.77	49.05	51.71	2.66	0.10	50.47	50.57	49.21	0.16
442	8_3155	629246.28	1264451.43	48.85	51.55	2.70	0.00	51.22	51.22	49.01	0.16

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
443	8_3160	629228.03	1264473.51	48.69	52.04	3.35	0.00	51.22	51.22	48.85	0.16
444	8_3165	629205.39	1264496.20	48.52	52.44	3.92	0.00	51.22	51.22	48.68	0.16
445	8_3230	629200.78	1264521.41	48.37	52.42	4.05	0.10	52.48	52.58	48.54	0.17
446	8_3235	629194.40	1264555.16	48.20	53.43	5.23	0.00	52.58	52.58	48.37	0.17
447	8_3245	629185.92	1264588.59	48.02	52.88	4.86	0.17	52.72	52.89	48.19	0.17
448	8_3250	629168.30	1264660.16	47.70	51.57	3.87	0.10	52.89	52.99	47.87	0.17
449	9.01_3310	628576.63	1264476.26	52.73	54.18	1.45	0.34	0.00	0.34	52.75	0.02
450	9.01_3315	628617.36	1264440.61	52.37	54.27	1.90	0.00	0.34	0.34	52.39	0.02
451	9.01_3320	628653.71	1264410.12	52.05	54.16	2.11	0.46	0.34	0.80	52.08	0.03
452	9.02_3325	628789.84	1264296.86	52.36	53.84	1.48	0.15	0.10	0.25	52.37	0.01
453	9.02_3330	628760.20	1264322.79	52.11	53.66	1.55	0.40	0.25	0.65	52.13	0.02
454	9.02_3335	628734.95	1264348.01	51.88	53.77	1.89	0.00	0.65	0.65	51.90	0.02
455	9.02_3340	628731.21	1264344.26	51.82	53.79	1.97	0.00	0.65	0.65	51.84	0.02
456	9.02_3345	628714.20	1264358.64	51.67	53.92	2.26	0.00	0.65	0.65	51.69	0.02
457	9.02_3350	628717.62	1264362.79	51.61	53.70	2.10	0.00	0.65	0.65	51.63	0.02
458	9.03_3360	628840.52	1264332.00	52.46	53.96	1.50	0.00	0.10	0.10	52.47	0.01
459	9.03_3365	628800.61	1264366.17	51.99	53.49	1.50	0.16	0.10	0.26	52.00	0.01
460	9.03_3370	628784.99	1264381.80	51.81	53.34	1.53	0.24	0.26	0.50	51.83	0.02
461	9.04_3385	628657.10	1264567.68	51.76	53.21	1.45	0.24	0.00	0.24	51.77	0.01
462	9.04_3390	628713.99	1264519.35	51.25	53.72	2.47	0.24	0.24	0.48	51.27	0.02
463	9.05_3395	628875.92	1264380.48	52.15	53.65	1.50	0.07	0.10	0.17	52.16	0.01
464	9.05_3400	628845.30	1264407.32	51.26	53.08	1.82	0.00	0.17	0.17	51.27	0.01
465	9.05_3405	628825.90	1264427.52	51.07	52.78	1.71	0.25	0.17	0.42	51.09	0.02
466	9.05_3410	628803.38	1264445.26	50.87	52.84	1.97	0.00	0.42	0.42	50.89	0.02
467	9.06_3420	628702.45	1264608.83	51.21	52.66	1.45	0.22	0.00	0.22	51.22	0.01
468	9.06_3425	628770.66	1264548.18	50.65	52.58	1.93	0.23	0.22	0.45	50.67	0.02
469	9.07_3430	628920.81	1264419.66	51.99	53.51	1.52	0.20	0.06	0.26	52.00	0.01
470	9.07_3435	628893.20	1264444.42	51.68	53.17	1.49	0.29	0.26	0.55	51.70	0.02
471	9.07_3440	628835.74	1264495.13	50.47	52.44	1.97	0.00	0.55	0.55	50.49	0.02
472	9.08_3450	628857.72	1264569.40	49.72	53.51	3.79	0.33	4.79	5.12	49.79	0.07
473	9.08_3460	628781.28	1264633.54	49.09	52.59	3.50	0.24	5.12	5.36	49.16	0.07
474	9.08_3465	628931.75	1264504.99	51.80	53.45	1.65	0.16	0.10	0.26	51.81	0.01
475	9_3305	628653.54	1264329.78	52.76	54.21	1.45	0.03	0.00	0.03	52.76	0.00
476	9_3355	628695.25	1264379.67	51.42	53.86	2.45	0.07	1.48	1.55	51.45	0.04
477	9_3375	628734.19	1264425.53	51.05	53.85	2.80	0.13	2.05	2.18	51.09	0.04
478	9_3380	628732.29	1264427.05	51.00	53.89	2.89	0.00	2.18	2.18	51.04	0.04
479	9_3415	628771.57	1264471.82	50.61	53.26	2.65	0.21	3.08	3.29	50.66	0.05
480	9_3445	628811.16	1264516.83	50.22	52.28	2.06	0.24	4.29	4.53	50.28	0.06
481	9_3455	628829.91	1264537.76	50.00	52.75	2.75	0.00	4.53	4.53	50.06	0.06
482	EN_3470	629278.64	1265630.01	47.47	49.81	2.34	0.13	1.52	1.65	49.43	1.96
483	ES_4000	628604.30	1264808.47	49.77	54.53	4.76	0.23	171.12	171.35	50.06	0.29
484	ES_4010	628614.75	1264799.14	49.69	54.54	4.85	0.00	186.52	186.52	50.00	0.31
485	ES_4020	628688.26	1264735.67	49.35	53.95	4.60	0.00	186.52	186.52	49.65	0.30
486	ES_4030	628758.76	1264674.93	49.00	53.40	4.40	0.00	186.52	186.52	49.30	0.30
487	ES_4040	628784.01	1264653.07	48.75	53.18	4.43	0.00	191.88	191.88	49.06	0.31
488	ES_4050	628800.42	1264666.19	48.62	51.75	3.13	0.00	191.88	191.88	48.95	0.33
489	ES_4060	628813.93	1264672.77	48.55	51.52	2.97	0.00	191.88	191.88	48.88	0.33
490	ES_4070	628829.47	1264673.63	48.48	51.40	2.92	0.00	191.88	191.88	48.80	0.32
491	ES_4080	628888.21	1264670.22	48.27	51.75	3.48	0.00	191.88	191.88	48.59	0.32
492	ES_4090	628912.54	1264672.77	48.17	51.97	3.80	0.00	191.88	191.88	48.49	0.32
493	ES_4100	629001.93	1264690.69	47.87	52.45	4.58	0.00	192.93	192.93	48.18	0.31
494	ES_4110	629050.80	1264702.65	47.67	52.27	4.60	0.10	193.14	193.24	47.98	0.31
495	ES_4120	629101.67	1264715.12	47.47	51.74	4.27	0.00	193.24	193.24	47.77	0.30
496	ES_4130	629152.56	1264725.66	47.31	51.09	3.78	0.07	246.23	246.30	47.67	0.36
497	ES_4140	629236.97	1264744.48	47.07	50.11	3.04	0.00	246.30	246.30	47.43	0.36
498	ES_4150	629315.17	1264766.46	46.84	49.50	2.66	0.00	246.30	246.30	47.19	0.35
499	ES_4160	629373.80	1264779.13	46.66	49.10	2.44	0.00	246.30	246.30	47.01	0.35
500	ES_4170	629465.29	1264797.21	46.40	48.50	2.10	0.00	246.30	246.30	46.75	0.35
501	ES_4180	629548.48	1264813.20	46.16	48.70	2.54	0.00	246.30	246.30	46.52	0.36
502	ES_4190	629615.14	1264833.37	45.96	48.90	2.94	0.00	246.30	246.30	46.32	0.36
503	ES_4200	629661.45	1264852.82	45.81	49.33	3.52	0.00	246.30	246.30	46.17	0.36
504	ES_4210	629744.64	1264899.56	45.55	49.38	3.83	0.00	246.30	246.30	45.90	0.35
505	ES_4220	629793.34	1264927.46	45.38	49.40	4.02	0.00	246.30	246.30	45.74	0.36
506	ES_4230	629816.78	1264944.28	45.28	49.40	4.12	0.00	246.30	246.30	45.63	0.35
507	ES_4240	629835.00	1264960.43	45.19	49.40	4.21	0.00	246.30	246.30	45.54	0.35

Ítem	Elemento ID	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación Invert [m]	Elevación tapa/terreno [m]	Profundidad del PVS [m]	Caudal tributario [lps]	Caudal de entrada [lps]	Caudal de salida [lps]	Gradiente Hidráulico (máximo) [m]	Tirante (máximo) [m]
508	ES_4308	628251.73	1265094.06	52.90	55.00	2.10	0.00	116.09	116.09	53.15	0.25
509	ES_4310	628302.63	1265048.41	52.63	55.29	2.66	0.00	116.09	116.09	52.88	0.25
510	ES_4315	628342.71	1265008.44	51.20	55.00	3.80	0.00	116.09	116.09	51.45	0.25
511	ES_4320	628356.36	1264996.45	51.10	53.50	2.40	0.00	116.09	116.09	51.35	0.25
512	ES_4325	628419.31	1264939.73	50.77	54.80	4.03	0.00	116.09	116.09	51.02	0.25
513	ES_4330	628475.29	1264892.06	50.48	54.50	4.02	0.00	116.09	116.09	50.73	0.25
514	ES_4335	628537.31	1264842.50	50.15	54.85	4.70	0.26	117.83	118.09	50.40	0.25
515	ES_4340	628549.00	1264855.15	50.05	54.51	4.46	0.00	118.09	118.09	50.33	0.28
516	MH-168	628818.27	1265290.30	44.94	51.50	6.56	0.00	57.78	57.78	51.50	6.56
517	R_166	628765.37	1265386.83	45.28	52.52	7.24	0.30	52.93	53.23	51.55	6.27

Tabla 19-3: Cálculos hidráulicos de tensión de arrastre por tramo

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
1.02_740	1.50	26.38	0.06	0.15	0.15	0.02	92.55	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.10
1.02_745	1.50	20.38	0.07	0.17	0.15	0.03	98.41	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
1.02_750	1.50	21.79	0.07	0.17	0.15	0.03	96.79	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.50
1.02_755	1.50	20.48	0.07	0.17	0.15	0.03	98.28	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
1.02_760	1.81	17.95	0.10	0.21	0.15	0.03	110.33	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.30
1.03_780	1.50	32.00	0.05	0.14	0.15	0.02	88.82	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.80
1.03_780_1	1.50	25.04	0.06	0.16	0.15	0.02	93.65	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
1.03_785	1.50	25.57	0.06	0.16	0.15	0.02	93.20	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
1.03_790	1.50	16.42	0.09	0.19	0.15	0.03	104.14	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
1.03_795	1.50	16.51	0.09	0.19	0.15	0.03	104.00	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
1.03_800	1.54	16.50	0.09	0.21	0.15	0.03	108.08	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.03_805	1.92	16.49	0.12	0.23	0.15	0.03	114.63	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
1.03_815	1.50	25.86	0.06	0.16	0.15	0.02	92.96	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
1.03_820	1.50	16.66	0.09	0.19	0.15	0.03	103.74	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
1.03_825	1.50	16.59	0.09	0.19	0.15	0.03	103.86	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
1.03_830	1.50	16.70	0.09	0.19	0.15	0.03	103.68	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
1.03_835	1.50	16.99	0.09	0.19	0.15	0.03	103.19	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.03_840	1.50	17.41	0.09	0.19	0.15	0.03	102.51	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.03_845	1.50	17.97	0.08	0.18	0.15	0.03	101.65	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
1.04_850	1.50	17.19	0.09	0.19	0.15	0.03	102.87	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.04_855	1.50	18.19	0.08	0.18	0.15	0.03	101.33	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
1.04_860	1.50	18.19	0.08	0.18	0.15	0.03	101.33	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
1.04_880	1.50	18.21	0.08	0.18	0.15	0.03	101.29	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
1.04_885	1.50	21.18	0.07	0.17	0.15	0.03	97.47	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.50
1.05_890	1.50	18.92	0.08	0.18	0.15	0.03	100.29	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
1.05_890_1	1.50	17.55	0.09	0.19	0.15	0.03	102.29	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_895	1.50	17.53	0.09	0.19	0.15	0.03	102.33	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_900	1.50	17.56	0.09	0.19	0.15	0.03	102.28	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_905	1.50	16.99	0.09	0.19	0.15	0.03	103.19	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_910	1.50	17.55	0.09	0.19	0.15	0.03	102.29	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_910_1	1.50	26.43	0.06	0.15	0.15	0.02	92.51	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.10
1.05_915	2.34	16.40	0.14	0.26	0.15	0.04	121.40	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.30
1.05_920	3.15	16.39	0.19	0.30	0.15	0.04	132.22	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.03	9810.00	0.01	1.40
1.05_925	3.33	16.38	0.20	0.31	0.15	0.05	134.39	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.50
1.05_930	3.47	15.69	0.22	0.32	0.15	0.05	137.58	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.40
1.05_945	1.50	17.56	0.09	0.19	0.15	0.03	102.29	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_945_1	1.50	17.58	0.09	0.19	0.15	0.03	102.24	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_950	1.50	17.60	0.09	0.19	0.15	0.03	102.22	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_955	1.50	17.49	0.09	0.19	0.15	0.03	102.39	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.05_955_1	1.50	17.58	0.09	0.19	0.15	0.03	102.25	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.06_975	1.50	19.58	0.08	0.18	0.15	0.03	99.40	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
1.06_975_1	1.50	19.59	0.08	0.18	0.15	0.03	99.40	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
1.07_985	1.50	17.24	0.09	0.19	0.15	0.03	102.79	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.07_985_1	1.50	20.38	0.07	0.17	0.15	0.03	98.41	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
1.08_995	1.50	17.63	0.09	0.19	0.15	0.03	102.17	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.08_995_1	1.50	17.72	0.08	0.19	0.15	0.03	102.03	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.09_1005_1	1.50	19.06	0.08	0.18	0.15	0.03	100.11	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
1.10_1010	1.50	28.18	0.05	0.15	0.15	0.02	91.22	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.30
1.10_1010_1	1.50	32.48	0.05	0.14	0.15	0.02	88.55	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.90
1.10_1015	1.50	17.60	0.09	0.19	0.15	0.03	102.22	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1.11_1025	1.50	31.52	0.05	0.14	0.15	0.02	89.09	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.70

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
1.11_1030	1.50	24.40	0.06	0.16	0.15	0.02	94.21	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.80
1.12_1045	1.50	30.56	0.05	0.15	0.15	0.02	89.66	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.60
1.12_1050	1.50	27.62	0.05	0.15	0.15	0.02	91.62	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.20
1.12_1055	1.50	24.00	0.06	0.16	0.15	0.02	94.57	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.80
1.12_1060	1.50	17.41	0.09	0.19	0.15	0.03	102.51	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1_1005	7.74	30.92	0.25	0.34	0.20	0.07	142.99	0.25	0.00	0.25	0.009	0.000	0.009	0.04	9810.00	0.00	1.70
1_1020	8.33	31.50	0.26	0.35	0.20	0.07	145.40	0.25	0.00	0.25	0.010	0.000	0.010	0.04	9810.00	0.00	1.70
1_1040	8.61	30.96	0.28	0.36	0.20	0.07	147.69	0.26	0.00	0.26	0.010	0.000	0.010	0.04	9810.00	0.00	1.70
1_1065	8.98	30.73	0.29	0.37	0.20	0.07	149.88	0.26	0.00	0.26	0.011	0.000	0.011	0.04	9810.00	0.00	1.70
1_735	1.81	18.58	0.10	0.21	0.15	0.03	109.32	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.40
1_810	2.09	15.67	0.13	0.25	0.15	0.04	119.20	0.16	0.00	0.16	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
1_810_1	1.50	17.12	0.09	0.19	0.15	0.03	102.98	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
1_865	2.66	16.11	0.17	0.27	0.15	0.04	126.36	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.30
1_870	2.76	16.46	0.17	0.28	0.15	0.04	126.95	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.40
1_875	2.94	16.74	0.18	0.28	0.15	0.04	128.68	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.40
1_935	6.49	15.06	0.43	0.46	0.15	0.07	170.50	0.22	0.00	0.22	0.008	0.000	0.008	0.04	9810.00	0.00	1.70
1_940	6.51	16.45	0.40	0.44	0.15	0.07	165.52	0.22	0.00	0.22	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	1.90
1_980	6.56	16.09	0.41	0.44	0.15	0.07	167.23	0.22	0.00	0.22	0.008	0.000	0.008	0.03	9810.00	0.01	1.90
1_990	7.15	15.70	0.46	0.47	0.15	0.07	173.92	0.23	0.00	0.23	0.008	0.000	0.008	0.04	9810.00	0.01	1.90
2.04_125	1.50	17.25	0.09	0.19	0.15	0.03	102.76	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_125_1	1.50	20.16	0.07	0.17	0.15	0.03	98.68	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
2.04_125_2	1.50	16.45	0.09	0.19	0.15	0.03	104.10	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.04_130	1.50	17.09	0.09	0.19	0.15	0.03	103.02	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_130_1	1.50	17.45	0.09	0.19	0.15	0.03	102.45	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_135	1.50	17.04	0.09	0.19	0.15	0.03	103.10	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_135_1	1.50	18.13	0.08	0.18	0.15	0.03	101.41	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.04_140	1.50	17.76	0.08	0.19	0.15	0.03	101.97	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_145	6.06	15.90	0.38	0.43	0.15	0.06	163.44	0.21	0.00	0.21	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	1.80
2.04_150	6.66	15.52	0.43	0.46	0.15	0.07	170.25	0.22	0.00	0.22	0.008	0.000	0.008	0.04	9810.00	0.01	1.80
2.04_165_1	3.97	15.50	0.26	0.34	0.15	0.05	143.81	0.19	0.00	0.19	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.50
2.04_170_1	1.50	16.34	0.09	0.19	0.15	0.03	104.28	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.04_170_2	1.50	16.60	0.09	0.19	0.15	0.03	103.83	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.04_175	3.86	16.41	0.24	0.33	0.15	0.05	140.22	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.60
2.04_175_1	3.77	19.92	0.19	0.30	0.15	0.04	131.64	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.03	9810.00	0.01	2.10
2.04_180	1.50	16.99	0.09	0.19	0.15	0.03	103.19	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_185	1.50	17.17	0.09	0.19	0.15	0.03	102.90	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_190	4.35	15.39	0.28	0.36	0.15	0.05	148.27	0.19	0.00	0.19	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.00	1.50
2.04_190_1	4.04	15.65	0.26	0.35	0.15	0.05	144.39	0.19	0.00	0.19	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.50
2.04_195	4.69	15.61	0.30	0.38	0.15	0.06	151.33	0.20	0.00	0.20	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.60
2.04_195_1	1.50	20.13	0.07	0.17	0.15	0.03	98.71	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
2.04_195_2	1.50	16.91	0.09	0.19	0.15	0.03	103.33	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.04_200	1.50	17.06	0.09	0.19	0.15	0.03	103.08	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_200_1	1.50	17.19	0.09	0.19	0.15	0.03	102.87	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.04_205_1	1.50	15.98	0.09	0.20	0.15	0.03	104.93	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.04_205_2	1.50	16.62	0.09	0.19	0.15	0.03	103.81	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.04_210	1.50	17.54	0.09	0.19	0.15	0.03	102.32	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.05_250	2.04	16.51	0.12	0.24	0.15	0.04	116.56	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.05_255	2.31	16.40	0.14	0.25	0.15	0.04	120.95	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.30
2.05_260	2.93	17.49	0.17	0.28	0.15	0.04	126.90	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.50
2.06_295	1.50	16.62	0.09	0.19	0.15	0.03	103.81	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.06_295_1	1.50	17.62	0.09	0.19	0.15	0.03	102.19	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.06_300	1.50	17.77	0.08	0.19	0.15	0.03	101.96	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.06_305	1.50	17.63	0.09	0.19	0.15	0.03	102.17	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.06_315	1.50	19.26	0.08	0.18	0.15	0.03	99.84	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
2.06_320	1.50	17.63	0.09	0.19	0.15	0.03	102.17	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.09_355	1.50	17.66	0.08	0.19	0.15	0.03	102.12	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.09_355_1	1.50	24.83	0.06	0.16	0.15	0.02	93.84	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
2.10_365	1.50	17.90	0.08	0.18	0.15	0.03	101.76	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_370	1.50	17.49	0.09	0.19	0.15	0.03	102.38	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_375	1.50	17.39	0.09	0.19	0.15	0.03	102.55	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_380	1.50	17.60	0.09	0.19	0.15	0.03	102.22	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_385	1.50	17.60	0.09	0.19	0.15	0.03	102.22	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_390	1.50	18.28	0.08	0.18	0.15	0.03	101.19	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.10_395	1.50	17.53	0.09	0.19	0.15	0.03	102.33	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_400	1.50	16.99	0.09	0.19	0.15	0.03	103.19	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
2.10_405	1.50	16.84	0.09	0.19	0.15	0.03	103.44	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_410	1.50	18.08	0.08	0.18	0.15	0.03	101.49	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.10_415	1.53	16.48	0.09	0.21	0.15	0.03	107.94	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_420	1.78	16.31	0.11	0.22	0.15	0.03	112.77	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_425	1.81	16.45	0.11	0.22	0.15	0.03	113.05	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_430	2.12	16.43	0.13	0.24	0.15	0.04	118.17	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.10_430_1	1.50	17.66	0.08	0.19	0.15	0.03	102.13	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.10_435	2.32	15.60	0.15	0.26	0.15	0.04	122.81	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.10_435_1	1.50	17.94	0.08	0.18	0.15	0.03	101.70	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.10_445	1.50	28.30	0.05	0.15	0.15	0.02	91.13	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.30
2.10_445_1	1.50	44.03	0.03	0.13	0.15	0.02	83.73	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
2.10_450	1.50	16.62	0.09	0.19	0.15	0.03	103.81	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.10_455	1.50	16.71	0.09	0.19	0.15	0.03	103.66	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.10_460	1.50	16.11	0.09	0.19	0.15	0.03	104.69	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.10_465	1.50	18.33	0.08	0.18	0.15	0.03	101.12	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.10_470	1.50	25.92	0.06	0.16	0.15	0.02	92.91	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
2.10_475	1.50	19.16	0.08	0.18	0.15	0.03	99.97	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
2.11_480	1.50	25.23	0.06	0.16	0.15	0.02	93.49	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
2.11_480_1	1.50	20.32	0.07	0.17	0.15	0.03	98.48	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
2.12_495	1.50	20.32	0.07	0.17	0.15	0.03	98.48	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
2.12_500	1.50	18.28	0.08	0.18	0.15	0.03	101.19	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.12_505	1.50	17.76	0.08	0.19	0.15	0.03	101.97	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_510	1.50	17.82	0.08	0.18	0.15	0.03	101.88	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_515	1.50	16.64	0.09	0.19	0.15	0.03	103.78	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.12_525	1.50	17.72	0.08	0.19	0.15	0.03	102.04	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_530	1.50	17.65	0.08	0.19	0.15	0.03	102.14	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_535	1.50	18.02	0.08	0.18	0.15	0.03	101.58	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.12_540	1.50	17.71	0.08	0.19	0.15	0.03	102.05	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_545	1.50	17.78	0.08	0.19	0.15	0.03	101.95	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_550	1.50	17.91	0.08	0.18	0.15	0.03	101.75	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.12_555	1.50	17.70	0.08	0.19	0.15	0.03	102.06	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.13_560	1.50	22.12	0.07	0.17	0.15	0.03	96.43	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.60
2.13_560_1	1.50	17.72	0.08	0.19	0.15	0.03	102.04	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.14_570	1.50	16.77	0.09	0.19	0.15	0.03	103.56	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.14_570_1	1.50	25.56	0.06	0.16	0.15	0.02	93.21	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
2.14_575	1.50	16.44	0.09	0.19	0.15	0.03	104.11	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.14_580	1.50	17.19	0.09	0.19	0.15	0.03	102.86	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.14_585	1.50	16.55	0.09	0.19	0.15	0.03	103.94	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.14_590	1.52	16.67	0.09	0.20	0.15	0.03	107.40	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.14_595	1.65	17.05	0.10	0.21	0.15	0.03	109.13	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
2.14_610	1.50	16.48	0.09	0.19	0.15	0.03	104.05	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.14_615	1.50	16.55	0.09	0.19	0.15	0.03	103.94	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.14_620	1.50	17.64	0.09	0.19	0.15	0.03	102.15	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.14_625	1.50	17.53	0.09	0.19	0.15	0.03	102.33	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.15_630	1.50	17.52	0.09	0.19	0.15	0.03	102.35	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2.15_635	1.50	23.33	0.06	0.16	0.15	0.02	95.21	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.70
2.15_640	34.37	70.62	0.49	0.49	0.30	0.15	178.17	0.47	0.00	0.47	0.035	0.000	0.035	0.07	9810.00	0.00	1.90
2.15_645	33.92	70.93	0.48	0.49	0.30	0.15	177.02	0.46	0.00	0.46	0.034	0.000	0.034	0.07	9810.00	0.00	1.90
2.15_655	35.87	128.76	0.28	0.36	0.38	0.14	147.69	0.48	0.00	0.48	0.036	0.000	0.036	0.07	9810.00	0.00	1.90
2.15_670	35.87	129.75	0.28	0.36	0.38	0.13	147.36	0.48	0.00	0.48	0.036	0.000	0.036	0.07	9810.00	0.00	1.90
2.15_676	53.23	127.93	0.42	0.45	0.38	0.17	168.50	0.55	0.00	0.55	0.048	0.000	0.048	0.09	9810.00	0.00	2.30
2.15_678	36.02	126.21	0.29	0.37	0.38	0.14	148.84	0.49	0.00	0.49	0.037	0.000	0.037	0.08	9810.00	0.00	1.90
2.15_680	35.97	127.81	0.28	0.36	0.38	0.14	148.17	0.48	0.00	0.48	0.036	0.000	0.036	0.07	9810.00	0.00	1.90
2.15_685	1.50	16.51	0.09	0.19	0.15	0.03	103.99	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
2.15_690	1.50	39.16	0.04	0.13	0.15	0.02	85.45	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.90
2.15_690_1	1.50	29.57	0.05	0.15	0.15	0.02	90.28	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.50
2_100	5.37	16.55	0.32	0.39	0.15	0.06	154.93	0.20	0.00	0.20	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.80
2_115	6.01	16.96	0.35	0.41	0.15	0.06	159.47	0.21	0.00	0.21	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	1.90
2_120	6.14	17.98	0.34	0.40	0.15	0.06	157.51	0.21	0.00	0.21	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	2.20
2_155	12.80	30.08	0.43	0.46	0.20	0.09	169.72	0.30	0.00	0.30	0.014	0.000	0.014	0.05	9810.00	0.00	1.90
2_160	12.80	29.81	0.43	0.46	0.20	0.09	170.27	0.30	0.00	0.30	0.014	0.000	0.014	0.05	9810.00	0.00	1.90
2_265	15.73	55.71	0.28	0.36	0.25	0.09	148.39	0.32	0.00	0.32	0.016	0.000	0.016	0.05	9810.00	0.00	2.10
2_310	16.89	43.63	0.39	0.43	0.25	0.11	164.27	0.36	0.00	0.36	0.020	0.000	0.020	0.06	9810.00	0.00	1.50
2_330	17.20	53.90	0.32	0.39	0.25	0.10	154.25	0.34	0.00	0.34	0.018	0.000	0.018	0.05	9810.00	0.00	2.10
2_330_1	1.50	20.05	0.07	0.17	0.15	0.03	98.82	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
2_345	17.48	51.98	0.34	0.40	0.25	0.10	156.88	0.34	0.00	0.34	0.018	0.000	0.018	0.05	9810.00	0.00	2.00
2_345_1	1.50	17.59	0.09	0.19	0.15	0.03	102.23	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
2_350	26.59	82.52	0.32	0.39	0.30	0.12	154.70	0.41	0.00	0.41	0.026	0.000	0.026	0.06	9810.00	0.00	2.20
2_360	27.10	84.09	0.32	0.39	0.30	0.12	154.70	0.41	0.00	0.41	0.026	0.000	0.026	0.06	9810.00	0.00	2.30
2_440	29.54	80.01	0.37	0.42	0.30	0.13	161.73	0.42	0.00	0.42	0.028	0.000	0.028	0.07	9810.00	0.00	2.20
2_490	30.02	76.94	0.39	0.43	0.30	0.13	164.71	0.43	0.00	0.43	0.029	0.000	0.029	0.07	9810.00	0.00	2.10
2_520	31.12	79.22	0.39	0.44	0.30	0.13	165.11	0.43	0.00	0.43	0.030	0.000	0.030	0.07	9810.00	0.00	2.20
2_565	31.57	74.86	0.42	0.45	0.30	0.14	169.19	0.44	0.00	0.44	0.031	0.000	0.031	0.07	9810.00	0.00	2.00
2_600	33.37	69.95	0.48	0.49	0.30	0.15	176.86	0.46	0.00	0.46	0.034	0.000	0.034	0.07	9810.00	0.00	1.90
2_605	33.42	70.60	0.47	0.48	0.30	0.15	176.36	0.46	0.00	0.46	0.034	0.000	0.034	0.07	9810.00	0.00	1.90
4.01_1725	1.50	16.85	0.09	0.19	0.15	0.03	103.42	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
4.01_1730	1.50	16.96	0.09	0.19	0.15	0.03	103.24	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
4.01_1735	1.63	16.84	0.10	0.21	0.15	0.03	109.16	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
4.01_1740	1.74	19.28	0.09	0.20	0.15	0.03	107.12	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.40
4.01_1765	1.50	17.66	0.08	0.19	0.15	0.03	102.12	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
4.01_1770	1.50	17.73	0.08	0.19	0.15	0.03	102.02	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.01_1795	1.50	25.79	0.06	0.16	0.15	0.02	93.02	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
5.01_1800	1.50	41.87	0.04	0.13	0.15	0.02	84.45	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.40
5.01_1805	1.50	39.73	0.04	0.13	0.15	0.02	85.23	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	4.00
5.01_1810	1.50	36.11	0.04	0.14	0.15	0.02	86.74	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.40
5.01_1815	1.50	16.70	0.09	0.19	0.15	0.03	103.68	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
5.01_1820	1.53	16.43	0.09	0.21	0.15	0.03	108.03	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.01_1825	1.53	21.58	0.07	0.18	0.15	0.03	100.54	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.60
5.01_1830	1.53	22.63	0.07	0.18	0.15	0.03	99.25	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.70
5.01_1835	1.53	28.29	0.05	0.16	0.15	0.02	93.69	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.40
5.01_1840	1.53	40.32	0.04	0.13	0.15	0.02	85.59	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	4.20
5.01_1845	1.53	44.95	0.03	0.13	0.15	0.02	83.23	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.90
5.01_1850	1.50	43.25	0.03	0.13	0.15	0.02	83.98	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.60
5.01_1855	1.50	16.87	0.09	0.19	0.15	0.03	103.39	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.01_1860	1.50	33.55	0.04	0.14	0.15	0.02	87.98	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	3.00
5.01_1865	1.50	38.72	0.04	0.13	0.15	0.02	85.63	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.80
5.01_1870	1.50	11.86	0.13	0.23	0.10	0.02	114.38	0.10	0.00	0.10	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.40
5.01_1875	1.50	41.74	0.04	0.13	0.15	0.02	84.49	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.40
5.02_1880	1.50	17.59	0.09	0.19	0.15	0.03	102.23	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1880_1	1.50	17.59	0.09	0.19	0.15	0.03	102.23	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1885	1.50	17.93	0.08	0.18	0.15	0.03	101.72	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1890	1.50	17.56	0.09	0.19	0.15	0.03	102.28	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1895	1.50	17.75	0.08	0.19	0.15	0.03	101.98	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1900	1.50	17.64	0.09	0.19	0.15	0.03	102.16	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1905	1.50	17.52	0.09	0.19	0.15	0.03	102.34	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
5.02_1910	1.50	31.32	0.05	0.14	0.15	0.02	89.21	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.70
5_1915	1.50	26.46	0.06	0.15	0.15	0.02	92.49	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.10
5_1920	1.50	44.01	0.03	0.13	0.15	0.02	83.74	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
5_1925	1.50	44.01	0.03	0.13	0.15	0.02	83.74	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
5_1930	1.50	43.65	0.03	0.13	0.15	0.02	83.85	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
5_1935	1.50	37.43	0.04	0.13	0.15	0.02	86.16	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.60
5_1940	1.50	43.21	0.03	0.13	0.15	0.02	84.00	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.60
5_1945	3.04	30.52	0.10	0.21	0.15	0.03	109.97	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.02	3.70
5_1950	3.42	30.86	0.11	0.23	0.15	0.03	113.27	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.02	3.90
6_1955	1.50	40.12	0.04	0.13	0.15	0.02	85.09	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	4.10
6_1960	1.50	43.86	0.03	0.13	0.15	0.02	83.78	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
6_1965	1.50	17.31	0.09	0.19	0.15	0.03	102.68	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
6_1970	1.50	43.57	0.03	0.13	0.15	0.02	83.88	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
6_1975	1.50	44.26	0.03	0.13	0.15	0.02	83.65	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
6_1980	1.50	43.97	0.03	0.13	0.15	0.02	83.75	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
6_1985	1.50	43.86	0.03	0.13	0.15	0.02	83.78	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
6_1990	1.50	45.25	0.03	0.13	0.15	0.02	83.35	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	5.00
7.02_1995	1.50	43.98	0.03	0.13	0.15	0.02	83.75	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
7.02_1995_1	1.50	37.08	0.04	0.14	0.15	0.02	86.31	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.60
7.03_2070	1.50	43.98	0.03	0.13	0.15	0.02	83.74	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
7.03_2075	1.50	43.62	0.03	0.13	0.15	0.02	83.86	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
7.03_2080	1.50	27.66	0.05	0.15	0.38	0.06	91.59	0.30	0.00	0.30	0.011	0.000	0.011	0.04	9810.00	0.02	5.50
7.03_2085	1.50	19.14	0.08	0.18	0.15	0.03	99.99	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
7.04_2090	1.50	23.01	0.07	0.16	0.15	0.02	95.53	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.70
7.04_2090_1	1.50	27.22	0.06	0.15	0.15	0.02	91.91	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.20

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
7.04_2095	1.50	16.91	0.09	0.19	0.15	0.03	103.33	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7.04_2100	1.50	16.56	0.09	0.19	0.15	0.03	103.91	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7.04_2105	1.50	16.67	0.09	0.19	0.15	0.03	103.73	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7.04_2110	1.50	44.09	0.03	0.13	0.15	0.02	83.71	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
7.04_2115	1.50	16.66	0.09	0.19	0.15	0.03	103.74	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7.04_2120	1.50	16.57	0.09	0.19	0.15	0.03	103.89	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7_2000	1.50	21.20	0.07	0.17	0.15	0.03	97.44	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.50
7_2000_1	1.50	44.04	0.03	0.13	0.15	0.02	83.73	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
7_2005	1.50	16.54	0.09	0.19	0.15	0.03	103.95	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7_2010	1.50	16.41	0.09	0.19	0.15	0.03	104.17	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
7_2010_1	1.50	44.12	0.03	0.13	0.15	0.02	83.70	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
7_2015	1.69	16.92	0.10	0.21	0.15	0.03	110.05	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
7_2020	1.75	17.55	0.10	0.21	0.15	0.03	110.00	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.30
7_2025	1.77	25.03	0.07	0.18	0.15	0.03	100.48	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	2.10
7_2030	1.94	26.15	0.07	0.18	0.15	0.03	101.57	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	2.40
7_2035	1.94	25.20	0.08	0.19	0.15	0.03	102.66	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	2.20
7_2040	2.17	32.44	0.07	0.18	0.15	0.03	98.98	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.02	3.50
7_2045	2.17	33.74	0.06	0.17	0.15	0.03	97.95	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.02	3.70
7_2050	2.38	22.01	0.11	0.22	0.15	0.03	112.47	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	2.00
7_2055	2.38	21.48	0.11	0.23	0.15	0.03	113.27	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.90
7_2060	2.40	16.45	0.15	0.26	0.15	0.04	122.16	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.30
7_2065	2.66	16.66	0.16	0.27	0.15	0.04	125.35	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.40
7_2125	4.13	39.37	0.10	0.22	0.20	0.04	111.53	0.19	0.00	0.19	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.80
7_2130	4.83	37.21	0.13	0.24	0.20	0.05	118.27	0.21	0.00	0.21	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.80
7_2135_R	4.99	38.73	0.13	0.24	0.20	0.05	118.03	0.21	0.00	0.21	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.90
7_2140_R	4.99	38.38	0.13	0.24	0.20	0.05	118.33	0.21	0.00	0.21	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.90
7_2145_R	5.92	38.38	0.15	0.27	0.20	0.05	124.06	0.22	0.00	0.22	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	2.00
7_2150_R	7.49	47.73	0.16	0.27	0.20	0.05	124.66	0.22	0.00	0.22	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	3.10
7_2155_R	7.91	37.57	0.21	0.31	0.20	0.06	135.73	0.24	0.00	0.24	0.008	0.000	0.008	0.04	9810.00	0.01	2.20
8.01_2160	1.50	17.53	0.09	0.19	0.15	0.03	102.33	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.01_2165	1.50	17.82	0.08	0.18	0.15	0.03	101.88	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.01_2170	1.50	17.72	0.08	0.19	0.15	0.03	102.04	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.01_2175	1.50	34.84	0.04	0.14	0.15	0.02	87.34	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.20
8.01_2180	1.54	28.55	0.05	0.16	0.15	0.02	93.62	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.50
8.01_2185	1.55	28.78	0.05	0.16	0.15	0.02	93.59	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.50
8.01_2190	1.69	24.98	0.07	0.18	0.15	0.03	99.28	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	2.10
8.01_2195	2.62	17.39	0.15	0.26	0.15	0.04	123.28	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.40
8.01_2200	2.62	16.53	0.16	0.27	0.15	0.04	125.10	0.16	0.00	0.16	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.01_2205	5.05	34.38	0.15	0.26	0.20	0.05	122.37	0.21	0.00	0.21	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.60
8.01_2210	5.05	34.15	0.15	0.26	0.20	0.05	122.58	0.21	0.00	0.21	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.60
8.01_2215	5.43	33.58	0.16	0.27	0.20	0.05	125.77	0.22	0.00	0.22	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	1.60
8.01_2220	5.43	33.89	0.16	0.27	0.20	0.05	125.43	0.22	0.00	0.22	0.007	0.000	0.007	0.03	9810.00	0.01	1.60
8.01_2225	1.50	44.12	0.03	0.13	0.15	0.02	83.70	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.01_2230	1.50	16.74	0.09	0.19	0.15	0.03	103.61	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.01_2235	1.50	16.71	0.09	0.19	0.15	0.03	103.66	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.01_2240	1.50	30.81	0.05	0.14	0.15	0.02	89.51	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.60
8.01_2245	1.50	30.03	0.05	0.15	0.15	0.02	89.99	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.50
8.01_2250	1.50	44.05	0.03	0.13	0.15	0.02	83.72	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.01_2255	1.65	17.65	0.09	0.21	0.15	0.03	108.14	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.01_2260	2.18	17.65	0.12	0.24	0.15	0.04	116.56	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.40
8.01_2265	2.19	18.00	0.12	0.24	0.15	0.04	116.12	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.40
8.02_2270	1.50	18.10	0.08	0.18	0.15	0.03	101.46	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.02_2275	1.50	17.07	0.09	0.19	0.15	0.03	103.06	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.02_2280	1.50	25.56	0.06	0.16	0.15	0.02	93.21	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
8.03_2305	1.50	43.93	0.03	0.13	0.15	0.02	83.76	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
8.03_2310	1.50	19.59	0.08	0.18	0.15	0.03	99.39	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.04_2320	1.50	43.97	0.03	0.13	0.15	0.02	83.75	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.04_2325	1.50	17.82	0.08	0.18	0.15	0.03	101.88	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.04_2330	1.50	17.25	0.09	0.19	0.15	0.03	102.76	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.04_2335	1.50	16.55	0.09	0.19	0.15	0.03	103.92	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.05_2345	1.50	17.48	0.09	0.19	0.15	0.03	102.40	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.05_2350	1.50	17.52	0.09	0.19	0.15	0.03	102.34	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.05_2355	1.50	17.54	0.09	0.19	0.15	0.03	102.30	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.06_2410	1.50	25.42	0.06	0.16	0.15	0.02	93.33	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
8.06_2410_1	1.50	16.50	0.09	0.19	0.15	0.03	104.01	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
8.06_2410_2	1.50	41.12	0.04	0.13	0.15	0.02	84.72	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	4.20
8.06_2415	1.50	44.01	0.03	0.13	0.15	0.02	83.73	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.06_2420	1.50	46.42	0.03	0.13	0.15	0.02	83.00	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	5.20
8.06_2420_1	1.50	42.04	0.04	0.13	0.15	0.02	84.39	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.40
8.06_2425	1.50	18.12	0.08	0.18	0.15	0.03	101.43	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.06_2430	1.50	38.65	0.04	0.13	0.15	0.02	85.66	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.80
8.06_2435_R	1.70	55.41	0.03	0.12	0.20	0.02	81.07	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	2.10
8.06_2440_R	2.80	78.90	0.04	0.13	0.25	0.03	84.13	0.18	0.00	0.18	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.70
8.06_2445_R	23.82	85.94	0.28	0.36	0.30	0.11	147.48	0.39	0.00	0.39	0.023	0.000	0.023	0.06	9810.00	0.00	2.30
8.06_2450_R	23.82	89.45	0.27	0.35	0.30	0.11	145.66	0.38	0.00	0.38	0.022	0.000	0.022	0.06	9810.00	0.00	2.40
8.06_2455	1.50	16.74	0.09	0.19	0.15	0.03	103.61	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.06_2460	1.50	16.88	0.09	0.19	0.15	0.03	103.37	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.06_2465	1.50	38.15	0.04	0.13	0.15	0.02	85.86	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.80
8.07_2470	1.50	43.70	0.03	0.13	0.15	0.02	83.83	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
8.07_2475	1.50	24.85	0.06	0.16	0.15	0.02	93.82	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
8.07_2480	1.50	17.74	0.08	0.19	0.15	0.03	102.00	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.07_2480_1	1.50	19.77	0.08	0.18	0.15	0.03	99.17	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.07_2510	1.50	38.23	0.04	0.13	0.15	0.02	85.83	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.80
8.07_2515	1.50	33.36	0.04	0.14	0.15	0.02	88.08	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	3.00
8.08_2520	1.50	17.82	0.08	0.18	0.15	0.03	101.88	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.08_2520_1	1.50	44.05	0.03	0.13	0.15	0.02	83.72	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.08_2525	1.50	18.25	0.08	0.18	0.15	0.03	101.23	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.08_2530	1.50	18.78	0.08	0.18	0.15	0.03	100.48	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.08_2545	1.50	17.68	0.08	0.19	0.15	0.03	102.10	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.08_2550	1.50	18.58	0.08	0.18	0.15	0.03	100.77	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.09_2555	1.50	19.49	0.08	0.18	0.15	0.03	99.53	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.09_2560	1.50	16.99	0.09	0.19	0.15	0.03	103.19	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2565	1.50	16.38	0.09	0.19	0.15	0.03	104.23	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.09_2570	1.50	16.44	0.09	0.19	0.15	0.03	104.12	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.09_2575	1.50	16.51	0.09	0.19	0.15	0.03	103.99	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.09_2580	1.50	16.82	0.09	0.19	0.15	0.03	103.47	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.09_2585	1.56	16.58	0.09	0.21	0.15	0.03	108.34	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2600	1.50	40.77	0.04	0.13	0.15	0.02	84.84	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	4.20
8.09_2605	1.50	37.27	0.04	0.14	0.15	0.02	86.23	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.60
8.09_2605_1	1.50	27.30	0.05	0.15	0.15	0.02	91.85	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.20
8.09_2610	1.50	12.27	0.12	0.22	0.15	0.03	113.23	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.09_2615	1.50	19.07	0.08	0.18	0.15	0.03	100.08	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.09_2615_1	1.50	24.71	0.06	0.16	0.15	0.02	93.93	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
8.09_2620	1.50	16.95	0.09	0.19	0.15	0.03	103.26	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
8.09_2625	1.50	17.10	0.09	0.19	0.15	0.03	103.01	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2630	1.50	44.29	0.03	0.13	0.15	0.02	83.65	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.09_2635	1.50	17.64	0.09	0.19	0.15	0.03	102.15	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2640	1.50	17.51	0.09	0.19	0.15	0.03	102.35	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2645	1.50	17.66	0.08	0.19	0.15	0.03	102.12	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2650	1.50	31.26	0.05	0.14	0.15	0.02	89.24	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.70
8.09_2655	1.50	17.45	0.09	0.19	0.15	0.03	102.45	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2660	1.50	17.68	0.08	0.19	0.15	0.03	102.09	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.09_2665	1.50	17.82	0.08	0.18	0.15	0.03	101.88	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.10_2670	1.50	33.53	0.04	0.14	0.15	0.02	88.00	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	3.00
8.10_2670_1	1.50	17.25	0.09	0.19	0.15	0.03	102.76	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.11_2680	1.50	17.49	0.09	0.19	0.15	0.03	102.38	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.11_2685	1.50	30.86	0.05	0.14	0.15	0.02	89.48	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.70
8.11_2690	1.50	44.02	0.03	0.13	0.15	0.02	83.73	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.80
8.12_2700	1.50	17.52	0.09	0.19	0.15	0.03	102.34	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.12_2705	1.50	37.92	0.04	0.13	0.15	0.02	85.96	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.70
8.12_2710	2.10	17.34	0.12	0.23	0.15	0.04	115.85	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.30
8.12_2715	2.10	17.82	0.12	0.23	0.15	0.03	115.04	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.40
8.12_2720	2.92	17.82	0.16	0.27	0.15	0.04	126.08	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.60
8.12_2725	3.30	17.64	0.19	0.29	0.15	0.04	131.21	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.03	9810.00	0.01	1.60
8.12_2730	3.30	17.61	0.19	0.29	0.15	0.04	131.26	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.03	9810.00	0.01	1.60
8.12_2735	3.65	17.64	0.21	0.31	0.15	0.05	135.11	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.70
8.12_2740	3.90	17.29	0.23	0.32	0.15	0.05	138.44	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.70
8.12_2745	4.16	17.59	0.24	0.33	0.15	0.05	140.47	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.80
8.12_2750	4.50	17.47	0.26	0.35	0.15	0.05	144.05	0.19	0.00	0.19	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.80
8.12_2755	4.60	18.19	0.25	0.34	0.15	0.05	143.25	0.19	0.00	0.19	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	2.00

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
8.12_2760	4.72	18.93	0.25	0.34	0.15	0.05	142.65	0.19	0.00	0.19	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	2.10
8.12_2765	4.72	25.86	0.18	0.29	0.15	0.04	130.05	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	3.40
8.12_2770	4.72	41.24	0.11	0.23	0.15	0.03	114.33	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.04	7.10
8.12_2775	4.89	39.22	0.12	0.24	0.15	0.04	116.85	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.03	6.60
8.12_2780	4.89	24.22	0.20	0.31	0.15	0.05	134.12	0.18	0.00	0.18	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	3.10
8.12_2785	5.10	17.34	0.29	0.37	0.15	0.06	150.19	0.20	0.00	0.20	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.90
8.12_2800	1.50	43.23	0.03	0.13	0.15	0.02	83.99	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.60
8.12_2805	1.50	37.06	0.04	0.14	0.15	0.02	86.32	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.03	3.60
8.12_2810	1.50	23.86	0.06	0.16	0.15	0.02	94.70	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.80
8.12_2815	1.50	24.46	0.06	0.16	0.15	0.02	94.16	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.80
8.13_2820	1.50	24.76	0.06	0.16	0.15	0.02	93.89	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
8.14_2840	1.50	17.58	0.09	0.19	0.15	0.03	102.26	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.15_2875	1.50	26.92	0.06	0.15	0.15	0.02	92.13	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	2.10
8.15_2880	1.50	17.50	0.09	0.19	0.15	0.03	102.38	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.15_2885	1.50	17.89	0.08	0.18	0.15	0.03	101.77	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.15_2890	1.84	16.94	0.11	0.22	0.15	0.03	112.63	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.20
8.15_2895	2.99	17.78	0.17	0.28	0.15	0.04	127.08	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.60
8.15_2900	3.11	17.82	0.17	0.28	0.15	0.04	128.48	0.17	0.00	0.17	0.004	0.000	0.004	0.02	9810.00	0.01	1.60
8.15_2910	1.50	17.23	0.09	0.19	0.15	0.03	102.80	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
8.23_3265	1.50	19.92	0.08	0.18	0.15	0.03	98.97	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
8_2285	1.50	43.52	0.03	0.13	0.15	0.02	83.89	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.04	4.70
8_2290	1.65	34.49	0.05	0.15	0.15	0.02	90.79	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.02	3.40
8_2295	3.46	35.64	0.10	0.21	0.15	0.03	109.24	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.03	4.90
8_2300	8.89	33.78	0.26	0.35	0.20	0.07	145.18	0.25	0.00	0.25	0.010	0.000	0.010	0.04	9810.00	0.01	2.00
8_2315	9.59	37.71	0.25	0.34	0.20	0.07	143.69	0.25	0.00	0.25	0.010	0.000	0.010	0.04	9810.00	0.01	2.40
8_2340	10.36	36.87	0.28	0.36	0.20	0.07	148.17	0.26	0.00	0.26	0.010	0.000	0.010	0.04	9810.00	0.01	2.40
8_2360	10.90	30.71	0.35	0.41	0.20	0.08	159.56	0.28	0.00	0.28	0.012	0.000	0.012	0.04	9810.00	0.00	1.90
8_2365_R	11.42	58.15	0.20	0.30	0.25	0.08	132.94	0.29	0.00	0.29	0.012	0.000	0.012	0.04	9810.00	0.00	2.00
8_2370_R	11.48	59.42	0.19	0.30	0.25	0.07	132.32	0.29	0.00	0.29	0.012	0.000	0.012	0.04	9810.00	0.00	2.10
8_2375_R	11.48	57.45	0.20	0.30	0.25	0.08	133.62	0.29	0.00	0.29	0.013	0.000	0.013	0.04	9810.00	0.00	2.00
8_2380_R	11.56	58.43	0.20	0.30	0.25	0.08	133.24	0.29	0.00	0.29	0.012	0.000	0.012	0.04	9810.00	0.00	2.00
8_2385_R	11.66	59.13	0.20	0.30	0.25	0.08	133.12	0.29	0.00	0.29	0.012	0.000	0.012	0.04	9810.00	0.00	2.00
8_2390_R	20.36	58.44	0.35	0.41	0.25	0.10	158.70	0.35	0.00	0.35	0.019	0.000	0.019	0.05	9810.00	0.00	2.50
8_2395_R	20.58	83.19	0.25	0.34	0.30	0.10	142.43	0.37	0.00	0.37	0.021	0.000	0.021	0.06	9810.00	0.00	2.00
8_2400_R	20.58	82.93	0.25	0.34	0.30	0.10	142.58	0.37	0.00	0.37	0.021	0.000	0.021	0.06	9810.00	0.00	2.00
8_2405_R	20.92	82.93	0.25	0.34	0.30	0.10	143.28	0.38	0.00	0.38	0.021	0.000	0.021	0.06	9810.00	0.00	2.00
8_2485_R	25.13	84.33	0.30	0.37	0.30	0.11	150.83	0.39	0.00	0.39	0.024	0.000	0.024	0.06	9810.00	0.00	2.20
8_2490	25.13	107.88	0.23	0.33	0.30	0.10	139.83	0.37	0.00	0.37	0.020	0.000	0.020	0.06	9810.00	0.01	3.30
8_2495	25.26	84.33	0.30	0.38	0.30	0.11	151.09	0.40	0.00	0.40	0.024	0.000	0.024	0.06	9810.00	0.00	2.20
8_2500	25.26	81.89	0.31	0.38	0.30	0.11	152.46	0.40	0.00	0.40	0.025	0.000	0.025	0.06	9810.00	0.00	2.10
8_2505	25.34	82.81	0.31	0.38	0.30	0.11	152.09	0.40	0.00	0.40	0.025	0.000	0.025	0.06	9810.00	0.00	2.20
8_2535	26.09	84.33	0.31	0.38	0.30	0.11	152.60	0.40	0.00	0.40	0.025	0.000	0.025	0.06	9810.00	0.00	2.20
8_2540	26.09	82.28	0.32	0.39	0.30	0.12	153.92	0.40	0.00	0.40	0.025	0.000	0.025	0.06	9810.00	0.00	2.20
8_2590	27.73	82.81	0.33	0.40	0.30	0.12	156.62	0.41	0.00	0.41	0.026	0.000	0.026	0.06	9810.00	0.00	2.30
8_2595	27.73	85.29	0.33	0.39	0.30	0.12	155.15	0.41	0.00	0.41	0.026	0.000	0.026	0.06	9810.00	0.00	2.30
8_2675	28.12	83.95	0.33	0.40	0.30	0.12	156.65	0.41	0.00	0.41	0.026	0.000	0.026	0.06	9810.00	0.00	2.30
8_2695	28.76	82.00	0.35	0.41	0.30	0.12	159.05	0.42	0.00	0.42	0.027	0.000	0.027	0.07	9810.00	0.00	2.20
8_2790	34.37	89.45	0.38	0.43	0.30	0.13	163.88	0.43	0.00	0.43	0.029	0.000	0.029	0.07	9810.00	0.00	2.80
8_2795	34.37	83.11	0.41	0.45	0.30	0.13	168.15	0.44	0.00	0.44	0.031	0.000	0.031	0.07	9810.00	0.00	2.40
8_2825	35.20	82.74	0.43	0.46	0.30	0.14	169.72	0.44	0.00	0.44	0.031	0.000	0.031	0.07	9810.00	0.00	2.50
8_2830	35.20	82.74	0.43	0.46	0.30	0.14	169.72	0.44	0.00	0.44	0.031	0.000	0.031	0.07	9810.00	0.00	2.50
8_2835	35.29	143.91	0.25	0.34	0.30	0.10	142.07	0.37	0.00	0.37	0.021	0.000	0.021	0.06	9810.00	0.01	5.90
8_2845	35.71	90.75	0.39	0.44	0.30	0.13	165.20	0.43	0.00	0.43	0.030	0.000	0.030	0.07	9810.00	0.00	2.90
8_2850	35.71	89.67	0.40	0.44	0.30	0.13	165.98	0.43	0.00	0.43	0.030	0.000	0.030	0.07	9810.00	0.00	2.80
8_2855	35.96	85.20	0.42	0.45	0.30	0.14	169.24	0.44	0.00	0.44	0.031	0.000	0.031	0.07	9810.00	0.00	2.60
8_2860	35.96	83.70	0.43	0.46	0.30	0.14	170.32	0.45	0.00	0.45	0.032	0.000	0.032	0.07	9810.00	0.00	2.50
8_2865	36.02	88.28	0.41	0.45	0.30	0.13	167.37	0.44	0.00	0.44	0.030	0.000	0.030	0.07	9810.00	0.00	2.80
8_2870	36.21	87.89	0.41	0.45	0.30	0.13	167.92	0.44	0.00	0.44	0.031	0.000	0.031	0.07	9810.00	0.00	2.80
8_2905	39.71	113.15	0.35	0.41	0.30	0.12	159.07	0.42	0.00	0.42	0.027	0.000	0.027	0.07	9810.00	0.01	4.30
8_2940	48.84	206.11	0.24	0.33	0.38	0.12	140.54	0.46	0.00	0.46	0.032	0.000	0.032	0.07	9810.00	0.01	4.50
8_3105	50.42	161.78	0.31	0.38	0.38	0.14	153.05	0.50	0.00	0.50	0.039	0.000	0.039	0.08	9810.00	0.00	3.20
8_3125	50.57	157.65	0.32	0.39	0.38	0.15	154.46	0.51	0.00	0.51	0.040	0.000	0.040	0.08	9810.00	0.00	3.10
8_3155	51.22	156.92	0.33	0.39	0.38	0.15	155.31	0.51	0.00	0.51	0.040	0.000	0.040	0.08	9810.00	0.00	3.00
8_3160	51.22	155.08	0.33	0.40	0.38	0.15	155.92	0.51	0.00	0.51	0.041	0.000	0.041	0.08	9810.00	0.00	2.90
8_3165	51.22	158.27	0.32	0.39	0.38	0.15	154.89	0.51	0.00	0.51	0.040	0.000	0.040	0.08	9810.00	0.00	3.10

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
8_3230	52.58	149.49	0.35	0.41	0.38	0.15	159.17	0.52	0.00	0.52	0.043	0.000	0.043	0.08	9810.00	0.00	2.90
8_3235	52.58	155.59	0.34	0.40	0.38	0.15	157.07	0.51	0.00	0.51	0.041	0.000	0.041	0.08	9810.00	0.00	3.00
8_3245	52.89	153.22	0.35	0.41	0.38	0.15	158.16	0.52	0.00	0.52	0.042	0.000	0.042	0.08	9810.00	0.00	3.00
8_3250	52.99	154.29	0.34	0.40	0.38	0.15	157.91	0.52	0.00	0.52	0.042	0.000	0.042	0.08	9810.00	0.00	3.00
9.01_3310	1.50	16.63	0.09	0.19	0.15	0.03	103.79	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.01_3315	1.50	16.58	0.09	0.19	0.15	0.03	103.88	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.01_3320	1.50	16.51	0.09	0.19	0.15	0.03	104.00	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.02_3325	1.50	16.46	0.09	0.19	0.15	0.03	104.09	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.02_3325_1	1.50	34.67	0.04	0.14	0.15	0.02	87.42	0.11	0.00	0.11	0.001	0.000	0.001	0.01	9810.00	0.02	3.20
9.02_3330	1.50	16.47	0.09	0.19	0.15	0.03	104.06	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.02_3335	1.50	16.74	0.09	0.19	0.15	0.03	103.61	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.02_3340	1.50	12.37	0.12	0.22	0.15	0.03	112.96	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
9.02_3345	1.50	16.27	0.09	0.19	0.15	0.03	104.42	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.02_3350	1.50	16.62	0.09	0.19	0.15	0.03	103.81	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.03_3360	1.50	19.69	0.08	0.18	0.15	0.03	99.27	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.30
9.03_3360_1	1.50	25.78	0.06	0.16	0.15	0.02	93.03	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	2.00
9.03_3365	1.50	16.93	0.09	0.19	0.15	0.03	103.29	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.03_3370	1.50	16.78	0.09	0.19	0.15	0.03	103.54	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.04_3385	1.50	17.27	0.09	0.19	0.15	0.03	102.74	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
9.04_3390	1.50	17.82	0.08	0.18	0.15	0.03	101.88	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
9.05_3395	1.50	24.82	0.06	0.16	0.15	0.02	93.84	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.90
9.05_3395_1	1.50	24.21	0.06	0.16	0.15	0.02	94.38	0.12	0.00	0.12	0.002	0.000	0.002	0.01	9810.00	0.01	1.80
9.05_3400	1.50	16.62	0.09	0.19	0.15	0.03	103.81	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.05_3405	1.50	12.33	0.12	0.22	0.15	0.03	113.06	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
9.05_3410	1.50	16.39	0.09	0.19	0.15	0.03	104.21	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.06_3420	1.50	16.46	0.09	0.19	0.15	0.03	104.09	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.06_3425	1.50	16.56	0.09	0.19	0.15	0.03	103.92	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9.07_3430	1.50	18.75	0.08	0.18	0.15	0.03	100.53	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.20
9.07_3430_1	1.50	20.81	0.07	0.17	0.15	0.03	97.89	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
9.07_3435	1.50	20.89	0.07	0.17	0.15	0.03	97.80	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.40
9.07_3440	1.50	17.15	0.09	0.19	0.15	0.03	102.93	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
9.08_3450	4.53	16.96	0.27	0.35	0.15	0.05	145.90	0.19	0.00	0.19	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.70
9.08_3460	5.12	17.07	0.30	0.38	0.15	0.06	151.09	0.20	0.00	0.20	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.90
9.08_3462	5.36	16.39	0.33	0.39	0.15	0.06	155.31	0.20	0.00	0.20	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.80
9.08_3465	1.50	21.64	0.07	0.17	0.15	0.03	96.95	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.50
9.08_3465_1	1.50	17.37	0.09	0.19	0.15	0.03	102.58	0.13	0.00	0.13	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.10
9_3305	1.50	16.61	0.09	0.19	0.15	0.03	103.83	0.14	0.00	0.14	0.002	0.000	0.002	0.02	9810.00	0.01	1.00
9_3355	1.55	16.43	0.09	0.21	0.15	0.03	108.39	0.14	0.00	0.14	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.10
9_3375	2.18	19.92	0.11	0.22	0.15	0.03	112.85	0.15	0.00	0.15	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.70
9_3380	2.18	16.64	0.13	0.24	0.15	0.04	118.65	0.16	0.00	0.16	0.003	0.000	0.003	0.02	9810.00	0.01	1.30
9_3415	3.29	16.55	0.20	0.30	0.15	0.05	133.49	0.17	0.00	0.17	0.005	0.000	0.005	0.03	9810.00	0.01	1.50
9_3445	4.53	17.13	0.26	0.35	0.15	0.05	145.47	0.19	0.00	0.19	0.006	0.000	0.006	0.03	9810.00	0.01	1.80
CO-198	57.78	127.58	0.45	0.47	0.38	0.18	173.58	0.57	0.00	0.57	0.051	0.000	0.051	0.09	9810.00	0.00	2.30
ES_4000	171.35	245.93	0.70	0.61	0.45	0.28	153.50	0.00	0.81	0.81	0.000	0.103	0.103	0.13	9810.00	0.00	4.50
ES_4010	186.52	232.53	0.80	0.68	0.45	0.31	138.32	0.00	0.87	0.87	0.000	0.115	0.115	0.13	9810.00	0.00	4.20
ES_4020	186.52	241.62	0.77	0.66	0.45	0.30	142.80	0.00	0.85	0.85	0.000	0.111	0.111	0.13	9810.00	0.00	4.40
ES_4030	186.52	318.07	0.59	0.55	0.45	0.25	168.43	0.00	0.75	0.75	0.000	0.090	0.090	0.12	9810.00	0.01	7.10
ES_4040	191.88	283.97	0.68	0.60	0.45	0.27	156.39	0.00	0.80	0.80	0.000	0.100	0.100	0.13	9810.00	0.00	5.90
ES_4050	191.88	213.12	0.90	0.74	0.45	0.33	122.13	0.00	0.93	0.93	0.000	0.127	0.127	0.14	9810.00	0.00	3.60
ES_4060	191.88	208.90	0.92	0.75	0.45	0.34	118.75	0.00	0.95	0.95	0.000	0.129	0.129	0.14	9810.00	0.00	3.50
ES_4070	191.88	227.80	0.84	0.70	0.45	0.32	132.04	0.00	0.90	0.90	0.000	0.120	0.120	0.13	9810.00	0.00	4.10
ES_4080	191.88	220.65	0.87	0.72	0.45	0.32	127.51	0.00	0.91	0.91	0.000	0.123	0.123	0.13	9810.00	0.00	3.90
ES_4090	191.88	224.15	0.86	0.71	0.45	0.32	129.80	0.00	0.90	0.90	0.000	0.121	0.121	0.13	9810.00	0.00	4.00
ES_4100	192.93	239.43	0.81	0.68	0.45	0.31	137.75	0.00	0.87	0.87	0.000	0.115	0.115	0.13	9810.00	0.00	4.50
ES_4110	193.24	234.51	0.82	0.69	0.45	0.31	134.96	0.00	0.88	0.88	0.000	0.117	0.117	0.13	9810.00	0.00	4.20
ES_4120	193.24	310.24	0.62	0.57	0.53	0.30	163.53	0.00	0.90	0.90	0.000	0.128	0.128	0.14	9810.00	0.00	3.50
ES_4130	246.30	305.97	0.80	0.68	0.53	0.36	137.87	0.00	1.02	1.02	0.000	0.157	0.157	0.15	9810.00	0.00	3.70
ES_4140	246.30	307.95	0.80	0.68	0.53	0.36	138.66	0.00	1.01	1.01	0.000	0.156	0.156	0.15	9810.00	0.00	3.80
ES_4150	246.30	310.48	0.79	0.67	0.53	0.35	139.66	0.00	1.01	1.01	0.000	0.155	0.155	0.15	9810.00	0.00	3.80
ES_4160	246.30	308.48	0.80	0.68	0.53	0.35	138.88	0.00	1.01	1.01	0.000	0.156	0.156	0.15	9810.00	0.00	3.80
ES_4170	246.30	309.25	0.80	0.67	0.53	0.35	139.17	0.00	1.01	1.01	0.000	0.155	0.155	0.15	9810.00	0.00	3.80
ES_4180	246.30	307.24	0.80	0.68	0.53	0.36	138.39	0.00	1.02	1.02	0.000	0.156	0.156	0.15	9810.00	0.00	3.70
ES_4190	246.30	303.44	0.81	0.68	0.53	0.36	136.84	0.00	1.02	1.02	0.000	0.158	0.158	0.15	9810.00	0.00	3.70
ES_4200	246.30	305.01	0.81	0.68	0.53	0.36	137.50	0.00	1.02	1.02	0.000	0.157	0.157	0.15	9810.00	0.00	3.70
ES_4210	246.30	310.37	0.79	0.67	0.53	0.35	139.61	0.00	1.01	1.01	0.000	0.155	0.155	0.15	9810.00	0.00	3.80

Tubería	Caudal de diseño [Q en l/s]	Capacidad máxima [Qv en l/s]	Relación Q/Qv	Relación h/hvp	Diámetro [m]	h [m]	Angulo Θ [en grados]	Perímetro mojado [m]			Área mojada [m²]			Radio hidráulico [m]	Peso específico del agua [N/m³]	Pendiente [m/m]	Tensión de arrastre [Pa]
ES_4220	246.30	305.43	0.81	0.68	0.53	0.36	137.65	0.00	1.02	1.02	0.000	0.157	0.157	0.15	9810.00	0.00	3.70
ES_4230	246.30	308.15	0.80	0.68	0.53	0.36	138.73	0.00	1.01	1.01	0.000	0.156	0.156	0.15	9810.00	0.00	3.80
ES_4240	246.30	313.08	0.79	0.67	0.53	0.35	140.64	0.00	1.01	1.01	0.000	0.154	0.154	0.15	9810.00	0.00	3.80
ES_4310	116.09	150.42	0.77	0.66	0.38	0.25	142.82	0.00	0.71	0.71	0.000	0.077	0.077	0.11	9810.00	0.00	3.80
ES_4310_1	116.09	150.15	0.77	0.66	0.38	0.25	142.63	0.00	0.71	0.71	0.000	0.077	0.077	0.11	9810.00	0.00	3.80
ES_4315	116.09	156.68	0.74	0.64	0.38	0.24	147.26	0.00	0.70	0.70	0.000	0.075	0.075	0.11	9810.00	0.00	4.10
ES_4320	116.09	150.69	0.77	0.66	0.38	0.25	143.04	0.00	0.71	0.71	0.000	0.077	0.077	0.11	9810.00	0.00	3.80
ES_4325	116.09	150.67	0.77	0.66	0.38	0.25	143.01	0.00	0.71	0.71	0.000	0.077	0.077	0.11	9810.00	0.00	3.80
ES_4330	116.09	155.82	0.75	0.64	0.38	0.24	146.69	0.00	0.70	0.70	0.000	0.075	0.075	0.11	9810.00	0.00	4.10
ES_4335	118.09	160.75	0.73	0.64	0.38	0.24	148.17	0.00	0.69	0.69	0.000	0.074	0.074	0.11	9810.00	0.00	4.30
ES_4340	118.09	129.88	0.91	0.75	0.38	0.28	120.48	0.00	0.78	0.78	0.000	0.089	0.089	0.11	9810.00	0.00	2.90

Tabla 19-4: Datos de entrada - asignación de caudales

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
1	PO_EX_214	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
2	PO_EX_464	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
3	PO_EX_474	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
4	PO_EX_505	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
5	2.04_150	0.56	118	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
6	2.14_585Y	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
7	8_2295	1.32	118	156	189.00	0.34	80%	0.27	2.234	0.61	0.054	0.05	0.71
8	7_2065	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
9	CR_EX_3	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
10	PO_EX_0	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
11	PO_EX_14	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
12	PO_EX_25	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
13	PO_EX_31	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
14	PO_EX_45	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
15	PO_EX_59	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
16	PO_EX_68	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
17	PO_EX_76	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
18	PO_EX_82	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
19	PO_EX_99	0.83	127	105	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.41	0.037	0.03	0.48
20	PO_EX_128	0.76	118	90	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.35	0.031	0.03	0.41
21	PO_EX_268	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
22	PO_EX_408	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
23	PO_EX_458	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
24	1.02_745	0.58	118	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
25	PO_EX_309	0.07	127	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
26	PO_EX_439	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
27	1.02_740Y	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
28	2_345	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
29	ES_4320	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
30	1.12_1055	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
31	ES_4010	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
32	8.06_2440_R	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
33	8.09_2660	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
34	8.07_2480	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
35	8.06_2450_R	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
36	1.03_820	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
37	8.12_2725	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
38	3.08_1700Y	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
39	3.07_1490	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
40	3.07_1530	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
41	8.21_3180	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
42	8.20_3130	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
43	PO_EX_282	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
44	PO_EX_522	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
45	1_1065Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
46	1_935	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
47	3_1165	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
48	PO_EX_483	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
49	2.11_480	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
50	8.09_2585	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
51	8.03_2305	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
52	PO_EX_680YY	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
53	PO_EX_290	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
54	PO_EX_730	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
55	3.05_1285Y	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
56	3.01_1075	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
57	3.03_1245	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
58	3.04_1255	0.85	118	101	189.00	0.22	80%	0.18	2.234	0.39	0.035	0.03	0.46
59	8.17_3065	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
60	8.16_3055	0.61	118	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
61	8.16_3035	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
62	5.01_1855	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
63	PO_EX_251	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
64	PO_EX_391	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
65	2.14_620	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
66	8_2940	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
67	8.12_2760	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
68	8.12_2810	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
69	7_2020	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
70	PO_EX_156	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
71	PO_EX_386	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
72	9_3415	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
73	PO_EX_107	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
74	PO_EX_337	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
75	PO_EX_677	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
76	2.05_260	0.50	118	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
77	3_1100	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
78	8.16_3000	1.26	118	149	189.00	0.33	80%	0.26	2.234	0.58	0.052	0.05	0.68
79	6_1960	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
80	2.05_225	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
81	PO_EX_104	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
82	9.02_3335	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
83	PO_EX_215	0.81	127	103	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.40	0.036	0.03	0.47
84	PO_EX_475	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
85	2.04_190	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
86	2.04_180	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
87	8_2845	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
88	8_2695	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
89	8_2315	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
90	CR_EX_2	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
91	PO_EX_15	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
92	PO_EX_24	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
93	PO_EX_32	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
94	PO_EX_44	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
95	PO_EX_7	0.07	127	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
96	PO_EX_77	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
97	PO_EX_85	0.71	127	90	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.35	0.031	0.03	0.41
98	1.01_710	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
99	PO_EX_188	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
100	PO_EX_348	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
101	PO_EX_728	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
102	ES_4120	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
103	PO_EX_129	0.97	118	114	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.040	0.03	0.52
104	PO_EX_159	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
105	PO_EX_239	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
106	PO_EX_459	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
107	PO_EX_719	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
108	2_490	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
109	8.04_2320	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
110	2.04_185Y	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
111	8.01_2200	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
112	8.01_2180	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
113	8.01_2210	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
114	1.05_890	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
115	8.16_2945	0.95	118	112	189.00	0.24	80%	0.20	2.234	0.44	0.039	0.03	0.51
116	1_810	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
117	1.05_915	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
118	3.08_1720	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
119	3.07_1440	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
120	3.08_1590	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
121	3.07_1540	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
122	3.08_1660	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
123	5.01_1820	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
124	5.02_1910	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
125	3.05_1300	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
126	PO_EX_322	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
127	PO_EX_482	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
128	PO_EX_502	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
129	2.12_540	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
130	3_1185	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
131	2.12_505	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
132	PO_EX_523	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
133	PO_EX_733	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
134	8.05_2355	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
135	8.01_2235	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
136	7.04_2115	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
137	8.01_2265	0.02	118	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
138	PO_EX_390	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
139	1_810Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
140	3.06_1395	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
141	3.08_1635	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
142	5.01_1865	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
143	3.05_1325	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
144	7_2150_R	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
145	PO_EX_291	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
146	8_2860	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
147	8.11_2690	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
148	8_2340	1.00	118	118	189.00	0.26	80%	0.21	2.234	0.46	0.041	0.04	0.54
149	PO_EX_256	1.19	118	140	189.00	0.31	80%	0.25	2.234	0.55	0.049	0.04	0.64
150	PO_EX_336	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
151	PO_EX_686	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
152	8_3125	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
153	8.18_3110Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
154	PO_EX_207	0.74	118	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
155	PO_EX_357	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
156	PO_EX_387	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
157	2.04_200	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
158	PO_EX_284	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
159	PO_EX_524	0.54	127	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
160	PO_EX_105	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
161	8_2855Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
162	8_2405_R	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
163	8_2365_R	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
164	8_2795	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
165	8_2285	1.30	118	153	189.00	0.34	80%	0.27	2.234	0.60	0.054	0.05	0.70
166	7_2125	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
167	CR_EX_1	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
168	PO_EX_12	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
169	PO_EX_33	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
170	PO_EX_47	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
171	PO_EX_6	0.98	127	125	189.00	0.27	80%	0.22	2.234	0.49	0.044	0.04	0.57
172	PO_EX_67	0.03	127	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
173	PO_EX_70	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
174	PO_EX_84	0.59	127	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
175	PO_EX_96	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
176	PO_EX_158	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
177	PO_EX_278	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
178	PO_EX_388	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
179	PO_EX_418	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
180	PO_EX_718	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
181	ES_4330	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
182	PO_EX_189	0.54	127	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
183	PO_EX_339	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
184	PO_EX_349	0.93	127	118	189.00	0.26	80%	0.21	2.234	0.46	0.041	0.04	0.54
185	PO_EX_679	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
186	PO_EX_729	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
187	2_330	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
188	8.01_2240	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
189	2.04_170Y	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
190	ES_4308	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
191	1.03_805	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
192	8.12_2705	0.89	118	105	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.41	0.037	0.03	0.48
193	3.05_1350	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
194	3.02_1160	0.50	118	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
195	3.07_1520	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
196	PO_EX_172	0.71	127	90	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.35	0.031	0.03	0.41
197	PO_EX_212	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
198	PO_EX_472	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
199	PO_EX_732	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
200	2.12_535	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
201	2.12_510	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
202	6_1975	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
203	2.12_555	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
204	PO_EX_313	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
205	PO_EX_323	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
206	PO_EX_503	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
207	2.10_475	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
208	8.09_2635	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
209	8.07_2515	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
210	7.03_2085	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
211	3.07_1565	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
212	3.05_1315	0.59	118	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
213	3.08_1585	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
214	3.08_1705	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
215	8.23_3265	0.74	118	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
216	8.23_3295	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
217	8.21_3225	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
218	8_2830	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
219	PO_EX_481	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
220	PO_EX_511	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
221	PO_EX_681	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
222	8.12_2750	0.63	118	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
223	8_2300	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
224	7_2030	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
225	PO_EX_356	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
226	PO_EX_466	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
227	ES_4090	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
228	PO_EX_257	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
229	PO_EX_267	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
230	PO_EX_397	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
231	2.05_270	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
232	2.05_240	1.04	118	123	189.00	0.27	80%	0.21	2.234	0.48	0.043	0.04	0.56
233	3_1420	1.08	118	127	189.00	0.28	80%	0.22	2.234	0.50	0.045	0.04	0.58
234	3_1650	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
235	2.06_300	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
236	2.10_385	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
237	9.06_3425	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
238	9.03_3365	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
239	PO_EX_195	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
240	PO_EX_525	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
241	7_2155_R	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
242	2.04_165	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
243	7_2015	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
244	PO_EX_13	0.60	127	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
245	PO_EX_34	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
246	PO_EX_46	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
247	PO_EX_66	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
248	PO_EX_71	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
249	PO_EX_87	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
250	PO_EX_97	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
251	2_115	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
252	1.02_775	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
253	PO_EX_148	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
254	PO_EX_338	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
255	1.02_740	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
256	ES_4130	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
257	PO_EX_119	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
258	PO_EX_209	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
259	PO_EX_279	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
260	PO_EX_389	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
261	PO_EX_419	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
262	PO_EX_469	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
263	9.05_3410	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
264	9.02_3340	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
265	8.04_2320Y	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
266	8.09_2580	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
267	8.09_2620	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
268	8.04_2330	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
269	7.04_2120	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
270	8.01_2220	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
271	SAL_EX_2	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
272	8.16_2965	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
273	1.12_1050	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
274	3.06_1380	1.21	118	143	189.00	0.31	80%	0.25	2.234	0.56	0.050	0.04	0.65
275	3.01_1070	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
276	3.04_1260	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
277	3.07_1450	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
278	3.07_1570	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
279	5.01_1830	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
280	PO_EX_312	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
281	PO_EX_692	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
282	2.14_590	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
283	3_1105	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
284	3_1195	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
285	3_1225	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
286	6_1985	0.02	127	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
287	8.09_2585Y	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
288	8.08_2545Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
289	8.08_2525Y	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
290	PO_EX_213	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
291	PO_EX_223	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
292	PO_EX_443	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
293	PO_EX_473	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
294	8.07_2515Y	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
295	8.09_2665	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
296	8.09_2605	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
297	8.06_2465	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
298	1.05_895Y	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
299	PO_EX_320	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
300	PO_EX_500	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
301	PO_EX_510	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
302	PO_EX_680	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
303	5.01_1795Y	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
304	3.07_1535	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
305	3.07_1555	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
306	8.23_3255	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
307	8.21_3185	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
308	PO_EX_171	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
309	2.14_615	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
310	8_2850	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
311	8.12_2710	1.30	118	153	189.00	0.34	80%	0.27	2.234	0.60	0.054	0.05	0.70
312	8_2400_R	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
313	PO_EX_266	0.85	127	107	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.42	0.038	0.03	0.49
314	PO_EX_396	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
315	PO_EX_406	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
316	8_3235	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
317	PO_EX_287	0.07	127	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
318	PO_EX_717	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
319	3_1270	1.06	118	125	189.00	0.27	80%	0.22	2.234	0.49	0.044	0.04	0.57
320	PO_EX_194	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
321	2.10_390	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
322	EN_3470	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
323	9.01_3315	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
324	PO_EX_265	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
325	PO_EX_395	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
326	PO_EX_405	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
327	2.04_185	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
328	PO_EX_10	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
329	PO_EX_35	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
330	PO_EX_4	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
331	PO_EX_41	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
332	PO_EX_65	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
333	PO_EX_72	0.67	127	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
334	PO_EX_86	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
335	PO_EX_94	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
336	R_136	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
337	PO_EX_118	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
338	PO_EX_208	0.86	127	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
339	PO_EX_468	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
340	2_100Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
341	PO_EX_149	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
342	9.01_3320	0.79	127	101	189.00	0.22	80%	0.18	2.234	0.39	0.035	0.03	0.46
343	MH-168	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
344	1.12_1055Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
345	2_440	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
346	1.10_1015	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
347	2_520	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
348	8.06_2410	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
349	8.01_2250	0.91	118	107	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.42	0.038	0.03	0.49
350	8.01_2170	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
351	1.04_880	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
352	1.04_855	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
353	8.15_2885	1.02	118	121	189.00	0.26	80%	0.21	2.234	0.47	0.042	0.04	0.55
354	3.05_1340	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
355	3.08_1690	0.02	118	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
356	PO_EX_222	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
357	PO_EX_362	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
358	PO_EX_442	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
359	2_90	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
360	2.12_500	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
361	3_1175	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
362	PO_EX_513	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
363	PO_EX_683	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
364	PO_EX_693	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
365	2.10_455	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
366	8.06_2455	1.11	118	132	189.00	0.29	80%	0.23	2.234	0.51	0.046	0.04	0.60
367	8.01_2205	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
368	PO_EX_170	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
369	PO_EX_210	0.73	127	92	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.36	0.032	0.03	0.42

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
370	PO_EX_470	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
371	3.07_1445	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
372	8.16_3045	0.63	118	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
373	8_2850Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
374	PO_EX_311	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
375	PO_EX_321	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
376	PO_EX_501	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
377	2.15_640	0.93	118	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
378	8.13_2820	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
379	8_2490	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
380	8.12_2740	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
381	PO_EX_286	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
382	PO_EX_526	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
383	PO_EX_716	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
384	PO_EX_51Y	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
385	3_1120	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
386	5_1940	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
387	ES_4080	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
388	2.02_30Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
389	PO_EX_124	0.64	127	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
390	PO_EX_264	0.60	127	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
391	PO_EX_394	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
392	PO_EX_404	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
393	PO_EX_624	1.55	127	197	189.00	0.43	80%	0.35	2.234	0.77	0.069	0.06	0.90
394	PO_EX_715	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
395	ES_4050	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
396	PO_EX_11	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
397	PO_EX_29	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
398	PO_EX_36	0.52	127	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
399	PO_EX_40	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
400	PO_EX_52	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
401	PO_EX_64	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
402	PO_EX_73	0.78	127	99	189.00	0.22	80%	0.17	2.234	0.39	0.035	0.03	0.45
403	PO_EX_95	0.55	127	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
404	R_137	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
405	PO_EX_378	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
406	PO_EX_498	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
407	1.02_755	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
408	PO_EX_249	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
409	PO_EX_429	0.59	127	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
410	PO_EX_709	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
411	9.02_3350	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
412	8.02_2270Y	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
413	8.09_2630	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
414	8.08_2530	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
415	7.03_2080	0.78	118	92	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.36	0.032	0.03	0.42
416	2.04_175Y	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
417	ES_4305	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
418	1.03_825	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
419	1.03_800	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
420	8.12_2755	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
421	8.12_2735	0.65	118	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
422	8.12_2815	0.76	118	90	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.35	0.031	0.03	0.41
423	3.05_1340Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
424	3.03_1250	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
425	3.07_1560	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
426	8.21_3220	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
427	PO_EX_432	0.55	127	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
428	PO_EX_512	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
429	PO_EX_682	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
430	2.14_575	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
431	PO_EX_353	0.64	127	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
432	PO_EX_363	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
433	8.09_2575	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
434	1_765Y	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
435	PO_EX_310	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
436	5.01_1875	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
437	PO_EX_690	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
438	3.08_1705Y	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
439	3.04_1275	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
440	PO_EX_211	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
441	PO_EX_221	0.52	127	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
442	8_2380_R	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
443	PO_EX_441	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
444	PO_EX_471	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
445	2.15_635	0.93	118	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
446	2.15_655	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
447	8.16_2920	1.32	118	156	189.00	0.34	80%	0.27	2.234	0.61	0.054	0.05	0.71
448	8.15_2890	1.11	118	132	189.00	0.29	80%	0.23	2.234	0.51	0.046	0.04	0.60
449	8.12_2700	1.71	118	202	189.00	0.44	80%	0.35	2.234	0.79	0.071	0.06	0.92
450	PO_EX_146	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
451	9_3355	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
452	PO_EX_177	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
453	PO_EX_197	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
454	2.05_280	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
455	3_1150	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
456	8.16_3030	2.04	118	241	189.00	0.53	80%	0.42	2.234	0.94	0.084	0.07	1.10
457	5_1930	0.02	127	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
458	PO_EX_344	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
459	PO_EX_714	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
460	2.10_380	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
461	9.02_3345	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
462	9.02_3325	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
463	PO_EX_125	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
464	PO_EX_515	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
465	8_2855	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
466	PO_EX_28	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
467	PO_EX_37	0.54	127	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
468	PO_EX_43	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
469	PO_EX_53	0.52	127	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
470	PO_EX_63	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
471	PO_EX_89	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
472	PO_EX_92	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
473	2_100	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
474	PO_EX_108	0.81	127	103	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.40	0.036	0.03	0.47
475	PO_EX_428	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
476	PO_EX_139	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
477	PO_EX_289	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
478	PO_EX_499	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
479	2_310	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
480	1_940Y	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
481	9.07_3440	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
482	9.03_3360	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
483	ES_4210	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
484	2_565	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
485	8.06_2430	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
486	8.01_2260	0.98	118	116	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.041	0.04	0.53
487	7.04_2110	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
488	8.01_2160	1.95	127	248	189.00	0.54	80%	0.43	2.234	0.97	0.087	0.07	1.13
489	1.03_815	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
490	8.16_2955	1.04	118	123	189.00	0.27	80%	0.21	2.234	0.48	0.043	0.04	0.56
491	1.12_1060	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
492	1.05_930	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
493	1.05_905	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
494	1.07_985	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
495	3.08_1680	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
496	4.01_1770	0.03	127	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
497	PO_EX_352	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
498	2.12_545	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
499	5_1915	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
500	PO_EX_263	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
501	PO_EX_403	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
502	PO_EX_433	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
503	8.03_2305Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
504	2.10_410	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
505	8_3230	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
506	8.01_2225	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
507	8.01_2185	0.02	127	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
508	1.05_890Y	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
509	3.05_1285	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
510	3.07_1545	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
511	PO_EX_160	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
512	PO_EX_220	0.58	118	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
513	PO_EX_360	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
514	PO_EX_440	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
515	3.05_1335	1.82	118	215	189.00	0.47	80%	0.38	2.234	0.84	0.075	0.06	0.98
516	3.06_1385	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
517	3.08_1595	1.75	118	206	189.00	0.45	80%	0.36	2.234	0.81	0.072	0.06	0.94
518	3.08_1665	0.80	118	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
519	4.01_1735	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
520	5.01_1805	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
521	PO_EX_171Y	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
522	7_2140	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
523	PO_EX_691	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
524	8.16_2960	0.65	118	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
525	8.16_2990	1.04	118	123	189.00	0.27	80%	0.21	2.234	0.48	0.043	0.04	0.56
526	8.15_2900	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
527	8_2500	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
528	8_2360	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
529	PO_EX_196	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
530	8_3105	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
531	PO_EX_147	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
532	PO_EX_317	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
533	2.04_205	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
534	3_1130	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
535	3_1190	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
536	3_1220	0.85	118	101	189.00	0.22	80%	0.18	2.234	0.39	0.035	0.03	0.46
537	3_1390	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
538	8.18_3100	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
539	5_1950	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
540	6_1980	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
541	PO_EX_144	0.63	118	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
542	PO_EX_274	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
543	PO_EX_414	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
544	PO_EX_514	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
545	PO_EX_115	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
546	PO_EX_175	0.67	127	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
547	PO_EX_345	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
548	8_2395	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
549	2.14_590Y	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
550	2.04_175	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
551	8_2905	0.72	118	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
552	8_2495	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
553	PO_EX_42	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
554	PO_EX_50	0.78	127	99	189.00	0.22	80%	0.17	2.234	0.39	0.035	0.03	0.45
555	PO_EX_62	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
556	PO_EX_88	0.07	127	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
557	PO_EX_93	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
558	ES_4040	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
559	R_190	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
560	PO_EX_138	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
561	PO_EX_288	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
562	2_265	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
563	ES_4335	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
564	PO_EX_109	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
565	PO_EX_739	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
566	9.07_3430	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
567	2_350	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
568	8.01_2180Y	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
569	8.09_2640	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
570	8.07_2510	0.59	118	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
571	8.07_2470	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
572	1.12_1050Y	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
573	1.03_830	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
574	1.04_850	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
575	2.05_250Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
576	1.05_955	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
577	1.06_975	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
578	3.07_1510	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
579	8.22_3240	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
580	8.23_3290	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
581	8.21_3210	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
582	PO_EX_262	0.54	127	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
583	PO_EX_402	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
584	2_95	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
585	1_990	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
586	2.12_530	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
587	3_1125	1.67	118	197	189.00	0.43	80%	0.35	2.234	0.77	0.069	0.06	0.90
588	3_1145	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
589	3_1425	1.02	118	121	189.00	0.26	80%	0.21	2.234	0.47	0.042	0.04	0.55
590	1_1005	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
591	5_1945	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
592	5_1925	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
593	PO_EX_713	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
594	2.10_450	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
595	2.10_465	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
596	8.08_2525	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
597	8.01_2175	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
598	7.03_2075	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
599	PO_EX_300	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
600	PO_EX_430	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
601	3.07_1525	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
602	3.08_1695	1.10	118	129	189.00	0.28	80%	0.23	2.234	0.51	0.045	0.04	0.59
603	4.01_1765	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
604	8.18_3095	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
605	PO_EX_161	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
606	PO_EX_191	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
607	PO_EX_351	1.00	127	127	189.00	0.28	80%	0.22	2.234	0.50	0.045	0.04	0.58
608	PO_EX_361	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
609	8.15_2880	1.10	118	129	189.00	0.28	80%	0.23	2.234	0.51	0.045	0.04	0.59
610	8.12_2770	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
611	8.12_2800	0.76	118	90	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.35	0.031	0.03	0.41
612	PO_EX_126	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
613	PO_EX_316	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
614	PO_EX_696	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
615	PO_EX_227	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
616	PO_EX_447	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
617	2.05_290	0.65	118	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
618	3_1090	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
619	3_1170	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
620	1_1040	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
621	6_1970	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
622	8.16_3020	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
623	2.05_275	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
624	PO_EX_114	0.03	127	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
625	PO_EX_174	0.64	127	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
626	PO_EX_704	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
627	ES_4170	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
628	PO_EX_145	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
629	PO_EX_275	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
630	PO_EX_315	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
631	PO_EX_375	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
632	PO_EX_415	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
633	2.12_500Y	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
634	8_2535	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
635	7_2005	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
636	CR_EX_12	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
637	PO_EX_38	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
638	PO_EX_51	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
639	PO_EX_61	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
640	PO_EX_9	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
641	PO_EX_90	0.74	127	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
642	PO_EX_258	0.74	127	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
643	PO_EX_298	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
644	PO_EX_738	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
645	1.02_770	0.72	118	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
646	PO_EX_399	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
647	1.03_785Y	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
648	9.08_3460	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
649	2.04_180Y	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
650	8.09_2600	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
651	7.04_2090	0.02	118	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
652	7.04_2100	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
653	ES_4200	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
654	2_650	0.93	118	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
655	8.16_2975	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
656	8.15_2895	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
657	8.11_2685	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
658	8.12_2785	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
659	1.03_840	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
660	5.01_1850Y	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
661	5.01_1870	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
662	1.05_925	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
663	3.06_1370	0.93	118	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
664	3.03_1210	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
665	3.04_1280	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
666	3.07_1460	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
667	3.07_1550	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
668	3.08_1610	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
669	5.02_1890	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
670	PO_EX_162	0.69	118	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
671	PO_EX_182	0.67	127	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
672	PO_EX_712	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
673	PO_EX_722	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
674	2.14_585	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
675	8.04_2335	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
676	8.02_2275	1.58	118	186	189.00	0.41	80%	0.33	2.234	0.73	0.065	0.06	0.85
677	2.10_435	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
678	PO_EX_230	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
679	PO_EX_350	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
680	PO_EX_450	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
681	3.04_1265	0.61	118	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
682	3.07_1455	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
683	5.01_1835	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
684	PO_EX_261	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
685	PO_EX_301	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
686	PO_EX_401	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
687	PO_EX_431	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
688	2.15_685	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
689	PO_EX_226	0.67	127	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
690	PO_EX_276Y	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
691	PO_EX_366	0.91	127	116	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.041	0.04	0.53
692	PO_EX_446	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
693	PO_EX_127	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
694	PO_EX_18Y	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
695	PO_EX_517	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
696	PO_EX_697	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
697	8.17_3070Y	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
698	2.05_285	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
699	8.17_3080	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
700	8.18_3110	0.50	118	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
701	PO_EX_314	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
702	PO_EX_374	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
703	PO_EX_694	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
704	2.10_365	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
705	PO_EX_225	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
706	PO_EX_425	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
707	PO_EX_445	0.02	127	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
708	PO_EX_705	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
709	2.04_130	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
710	2.03_110	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
711	8_2825	1.26	118	149	189.00	0.33	80%	0.26	2.234	0.58	0.052	0.05	0.68
712	8_2595	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
713	8_2505	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
714	7_2055	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
715	2.10_460Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
716	PO_EX_39	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
717	PO_EX_56	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
718	PO_EX_60	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
719	PO_EX_8	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
720	PO_EX_91	0.81	127	103	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.40	0.036	0.03	0.47
721	2.10_425Y	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
722	ES_4340	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
723	PO_EX_398	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
724	PO_EX_259	0.86	127	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
725	PO_EX_299	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
726	9.01_3310	0.59	127	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
727	ES_4315	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
728	8.08_2550	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
729	1.04_860	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
730	8.16_2995	1.36	118	160	189.00	0.35	80%	0.28	2.234	0.63	0.056	0.05	0.73
731	8.12_2745	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
732	4.01_1730	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
733	8.23_3300	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
734	8.21_3200	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
735	8.20_3150	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
736	PO_EX_142	0.55	127	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
737	PO_EX_302	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
738	PO_EX_163	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
739	PO_EX_183	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
740	PO_EX_193	0.59	127	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
741	PO_EX_723	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
742	2.10_445	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
743	2.10_420	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
744	2.12_495	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
745	8.09_2565	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
746	8.01_2255	2.16	118	254	189.00	0.56	80%	0.45	2.234	0.99	0.089	0.08	1.16
747	PO_EX_120	0.64	127	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
748	PO_EX_400	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
749	3.05_1345	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
750	3.03_1235	0.69	118	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
751	7.02_1995	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
752	8_2540	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
753	PO_EX_231	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
754	PO_EX_451	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
755	PO_EX_711	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
756	2.15_690	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
757	2.15_645	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
758	PO_EX_276	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
759	PO_EX_416	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
760	PO_EX_436	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
761	PO_EX_516	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
762	PO_EX_117	0.03	127	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
763	PO_EX_347	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
764	PO_EX_367	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
765	2.05_255	0.50	118	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
766	3_1080	1.97	118	232	189.00	0.51	80%	0.41	2.234	0.91	0.081	0.07	1.06
767	3_1430	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
768	PO_EX_164	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
769	PO_EX_224	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
770	PO_EX_364	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
771	PO_EX_424	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
772	PO_EX_444	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
773	2.06_315	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
774	2.10_370	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
775	9.04_3385	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
776	PO_EX_495	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
777	PO_EX_695	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
778	2.04_125	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
779	2.04_170	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
780	2.04_145	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
781	CR_EX_10	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
782	R_166	0.56	118	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
783	PO_EX_57	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
784	PO_EX_78	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
785	1.02_750	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
786	1.02_760	0.69	118	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
787	ES_4230	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
788	PO_EX_519	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
789	8.09_2570	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
790	8.09_2610	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
791	2.04_165Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
792	ES_4000	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
793	ES_4300	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
794	1_735	3.64	118	430	189.00	0.94	80%	0.75	2.234	1.68	0.150	0.13	1.96
795	1.03_835	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
796	8.16_2925	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
797	8.12_2775	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
798	8.12_2805	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
799	3.07_1440Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
800	1.05_950	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
801	1_875	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
802	3.08_1600	0.82	118	96	189.00	0.21	80%	0.17	2.234	0.38	0.034	0.03	0.44
803	8.21_3190	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
804	5.01_1840	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
805	PO_EX_232	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
806	PO_EX_452	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
807	2.14_570	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
808	3_1095	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
809	5_1935	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
810	PO_EX_143	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
811	PO_EX_303	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
812	2.10_453	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
813	8.09_2645	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
814	8.08_2545	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
815	PO_EX_180	0.85	118	101	189.00	0.22	80%	0.18	2.234	0.39	0.035	0.03	0.46
816	PO_EX_710	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
817	PO_EX_720	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
818	3.05_1295	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
819	3.06_1405	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
820	3.06_1365	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
821	3.03_1205	1.15	118	136	189.00	0.30	80%	0.24	2.234	0.53	0.048	0.04	0.62
822	3.07_1485	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
823	3.08_1645	0.50	118	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
824	8.21_3175	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
825	8.21_3215	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
826	5.01_1815	0.02	118	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
827	3.07_1515	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
828	8.16_3015	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
829	8.21_3215Y	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
830	PO_EX_121	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
831	PO_EX_151	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
832	2.15_630	0.93	118	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
833	8.12_2730	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
834	PO_EX_116	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
835	PO_EX_706	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
836	9_3375	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
837	PO_EX_277	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
838	PO_EX_377	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
839	PO_EX_417	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
840	PO_EX_437	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
841	3_1500	1.58	118	186	189.00	0.41	80%	0.33	2.234	0.73	0.065	0.06	0.85
842	PO_EX_52Y	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
843	ES_4180	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
844	PO_EX_304	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
845	PO_EX_434	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
846	PO_EX_135	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
847	PO_EX_165	0.72	118	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
848	PO_EX_365	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
849	7_2145_R	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
850	8_2485	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
851	7_2135_R	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
852	CR_EX_9	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
853	CR_EX_11	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
854	PO_EX_23	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
855	PO_EX_54	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
856	PO_EX_79	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
857	1.01_695	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
858	2_160	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
859	ES_4240	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
860	PO_EX_208Y	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
861	PO_EX_518	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
862	PO_EX_489	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
863	1.11_1025	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
864	8.02_2280	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
865	8.16_2915	1.69	118	200	189.00	0.44	80%	0.35	2.234	0.78	0.070	0.06	0.91
866	8.16_2985	1.11	118	132	189.00	0.29	80%	0.23	2.234	0.51	0.046	0.04	0.60
867	8.15_2875	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
868	2_85	7.23	118	853	189.00	1.87	80%	1.49	2.234	3.33	0.299	0.26	3.89
869	1.05_945	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
870	1.05_900	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
871	3.06_1410	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
872	3.07_1580	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
873	4.01_1740	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
874	8.20_3140	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
875	5.01_1800	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
876	PO_EX_122	0.54	127	68	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.024	0.02	0.31
877	2.14_580	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
878	3_1135	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
879	PO_EX_233	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
880	PO_EX_453	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
881	2.10_415	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
882	2.10_443	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
883	2.10_430	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
884	8.01_2195	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
885	8.01_2165	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
886	PO_EX_140	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
887	PO_EX_150	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
888	PO_EX_270	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
889	PO_EX_380	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
890	PO_EX_410	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
891	PO_EX_740	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
892	3.07_1465	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
893	3.08_1685	1.10	118	129	189.00	0.28	80%	0.23	2.234	0.51	0.045	0.04	0.59
894	3.08_1675	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
895	3.08_1615	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
896	4.01_1725	1.62	118	191	189.00	0.42	80%	0.33	2.234	0.75	0.067	0.06	0.87
897	8.18_3085	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
898	5.02_1895	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
899	5.02_1905	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
900	8.18_3095Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
901	8_2860Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
902	PO_EX_111	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
903	PO_EX_181	0.05	127	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
904	8_2390_R	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
905	PO_EX_331	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
906	PO_EX_341	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
907	PO_EX_721	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
908	2.15_680	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
909	8.16_2950	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
910	8.14_2840	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
911	8.11_2680	0.63	118	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
912	8.12_2780	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
913	PO_EX_296	0.81	127	103	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.40	0.036	0.03	0.47
914	PO_EX_376	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
915	8_3245	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
916	8_3165	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
917	PO_EX_247	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
918	PO_EX_427	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
919	PO_EX_134	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
920	PO_EX_234	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
921	PO_EX_454	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
922	9.07_3435	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
923	ES_4070	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
924	PO_EX_305	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
925	PO_EX_435	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
926	ES_4060	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
927	2.12_535Y	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
928	8_2385	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
929	7_2025	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
930	CR_EX_8	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
931	PO_EX_22	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
932	PO_EX_55	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
933	PO_EX_328	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
934	PO_EX_488	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
935	PO_EX_508	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
936	PO_EX_688	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
937	2_25	1.77	118	208	189.00	0.46	80%	0.36	2.234	0.81	0.073	0.06	0.95
938	1.03_795	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
939	PO_EX_179	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
940	9.05_3400	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
941	2_360	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
942	ES_4325	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
943	ES_4220	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
944	ES_4310	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
945	8.09_2560	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
946	8.08_2520	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
947	8.03_2310	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
948	7.03_2070	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
949	2_605	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
950	1.11_1030	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
951	3.07_1560Y	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
952	3.07_1540Y	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
953	5.01_1850	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
954	3.03_1230	0.80	118	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
955	PO_EX_102	0.76	127	96	189.00	0.21	80%	0.17	2.234	0.38	0.034	0.03	0.44
956	PO_EX_342	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
957	2.13_560	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
958	8.09_2555	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
959	PO_EX_123	0.64	127	81	189.00	0.18	80%	0.14	2.234	0.32	0.028	0.02	0.37
960	PO_EX_153	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
961	2.10_460	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
962	2.10_425	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
963	9_3380	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
964	8.09_2655	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
965	8.07_2475	0.93	118	110	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.43	0.038	0.03	0.50
966	PO_EX_110	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
967	PO_EX_330	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
968	PO_EX_700	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
969	3.07_1505	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
970	3.08_1625	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
971	8.20_3135	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
972	8.16_3025	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
973	PO_EX_141	0.59	127	75	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.29	0.026	0.02	0.34
974	PO_EX_201	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
975	PO_EX_271	1.04	118	123	189.00	0.27	80%	0.21	2.234	0.48	0.043	0.04	0.56
976	PO_EX_371	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
977	PO_EX_381	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
978	PO_EX_411	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
979	PO_EX_741	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
980	2.14_625	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
981	8_2590	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
982	8.12_2720	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
983	7_2050	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
984	7_2040	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
985	8.16_2930	0.65	118	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
986	7_2130	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
987	PO_EX_186	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
988	PO_EX_246	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
989	PO_EX_426	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
990	PO_EX_726	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
991	EBAS_VI	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
992	9_3455	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
993	ES_4190	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
994	PO_EX_297	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
995	PO_EX_497	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
996	2.05_250	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
997	3_1140	0.82	118	96	189.00	0.21	80%	0.17	2.234	0.38	0.034	0.03	0.44
998	8.18_3090	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
999	8.16_3060	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1000	5_1920	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
1001	PO_EX_294	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
1002	PO_EX_734	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1003	2.06_320	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1004	2.10_375	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1005	9.08_3465	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1006	PO_EX_235	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1007	PO_EX_455	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1008	8_2375	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1009	ES_4150	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
1010	CR_EX_7	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1011	PO_EX_18	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1012	PO_EX_21	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
1013	PO_EX_49	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1014	ES_4140	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1015	PO_EX_178	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1016	PO_EX_218	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1017	PO_EX_478	0.81	127	103	189.00	0.23	80%	0.18	2.234	0.40	0.036	0.03	0.47
1018	1.03_780	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1019	ES_4030	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1020	PO_EX_319	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1021	PO_EX_329	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1022	PO_EX_509	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1023	9.08_3450	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
1024	9.02_3330	0.74	118	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1025	9.03_3370	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1026	1.12_1045	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1027	8.02_2270	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1028	8.01_2230	0.78	127	99	189.00	0.22	80%	0.17	2.234	0.39	0.035	0.03	0.45
1029	1.05_895	0.82	118	96	189.00	0.21	80%	0.17	2.234	0.38	0.034	0.03	0.44
1030	1.03_845	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1031	1.05_910	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
1032	1.05_920	1.50	118	178	189.00	0.39	80%	0.31	2.234	0.69	0.062	0.05	0.81
1033	1_870	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1034	3.05_1290	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1035	3.05_1320	0.98	118	116	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.041	0.04	0.53
1036	3.06_1400	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1037	3.08_1640	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1038	8.21_3210Y	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1039	8.23_3290Y	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1040	5.01_1810	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1041	2.04_200Y	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
1042	PO_EX_152	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1043	PO_EX_272	2.10	118	248	189.00	0.54	80%	0.43	2.234	0.97	0.087	0.07	1.13
1044	PO_EX_382	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1045	PO_EX_412	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1046	PO_EX_742	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1047	PO_EX_103	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
1048	PO_EX_113	0.33	118	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
1049	PO_EX_133	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1050	PO_EX_333	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1051	PO_EX_343	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1052	PO_EX_673	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1053	8.09_2645Y	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
1054	2.10_400	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1055	8.06_2425	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1056	8.05_2345	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1057	8.04_2325	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
1058	7.04_2095	0.78	118	92	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.36	0.032	0.03	0.42
1059	7.04_2105	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
1060	PO_EX_200	0.98	118	116	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.041	0.04	0.53
1061	PO_EX_370	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
1062	PO_EX_460	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1063	PO_EX_490	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1064	3.06_1375	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
1065	3.03_1215	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1066	3.07_1475	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1067	3.08_1715	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1068	8.17_3075	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1069	8.18_3115	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1070	5.02_1885	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1071	5.01_1825	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1072	5.01_1845	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1073	5.01_1795YY	1.97	118	232	189.00	0.51	80%	0.41	2.234	0.91	0.081	0.07	1.06

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
1074	PO_EX_421	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
1075	PO_EX_701	0.55	127	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
1076	7_2020Y	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1077	8.16_2970	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1078	7_2000	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1079	PO_EX_136Y	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1080	PO_EX_306	0.12	127	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
1081	9_3305	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
1082	2.05_235	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1083	PO_EX_167	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1084	PO_EX_187	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1085	PO_EX_487	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1086	PO_EX_727	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1087	3_1200	0.80	118	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
1088	6_1990	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1089	PO_EX_184	0.60	127	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
1090	PO_EX_155	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1091	PO_EX_295	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1092	8_2865Y	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1093	2.04_135	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1094	8_2835	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1095	8_2675	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1096	CR_EX_6	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1097	PO_EX_19	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1098	PO_EX_20	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1099	PO_EX_3	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1100	PO_EX_48	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1101	PO_EX_81	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
1102	2_155	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1103	PO_EX_318	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
1104	PO_EX_658	0.48	127	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
1105	PO_EX_698	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1106	PO_EX_219	0.73	127	92	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.36	0.032	0.03	0.42
1107	PO_EX_229	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1108	PO_EX_449	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1109	ES_4100	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1110	1.05_925Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1111	1.05_955Y	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1112	8.12_2765	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1113	1_865	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1114	3.05_1360	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1115	3.03_1240	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1116	8.23_3260	0.52	118	61	189.00	0.13	80%	0.11	2.234	0.24	0.021	0.02	0.28
1117	8.20_3170	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1118	PO_EX_112	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
1119	PO_EX_132	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1120	PO_EX_332	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1121	PO_EX_702	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1122	2.12_525	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1123	3_1085	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1124	6_1965	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1125	2.12_515	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1126	PO_EX_203	0.85	127	107	189.00	0.24	80%	0.19	2.234	0.42	0.038	0.03	0.49
1127	PO_EX_273	0.78	118	92	189.00	0.20	80%	0.16	2.234	0.36	0.032	0.03	0.42
1128	PO_EX_373	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1129	PO_EX_383	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1130	PO_EX_413	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1131	PO_EX_463	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1132	PO_EX_743	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1133	2.10_470	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1134	8_3160	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1135	8.01_2245	0.02	127	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
1136	PO_EX_100	0.95	127	121	189.00	0.26	80%	0.21	2.234	0.47	0.042	0.04	0.55
1137	PO_EX_420	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
1138	PO_EX_680Y	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1139	3.05_1355	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1140	3.02_1155	0.74	118	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1141	3.07_1495	0.72	118	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
1142	8.21_3205	0.74	118	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1143	8.16_3005	0.45	118	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1144	5.01_1795	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1145	PO_EX_281	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1146	PO_EX_491	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
1147	8.16_2980	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1148	8_2790	0.95	118	112	189.00	0.24	80%	0.20	2.234	0.44	0.039	0.03	0.51
1149	8_2290	1.77	118	208	189.00	0.46	80%	0.36	2.234	0.81	0.073	0.06	0.95
1150	7_2060	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
1151	8_2870Y	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1152	PO_EX_236	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
1153	PO_EX_456	0.10	127	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1154	PO_EX_486	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
1155	PO_EX_506	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1156	8_3155	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1157	2.05_220	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1158	2.05_245	0.72	118	86	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.33	0.030	0.03	0.39
1159	8.16_3050	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1160	1_1020	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1161	PO_EX_154	0.69	127	88	189.00	0.19	80%	0.15	2.234	0.34	0.031	0.03	0.40
1162	PO_EX_384	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1163	2.06_305	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1164	2.09_355	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1165	9.05_3405	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1166	PO_EX_185	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1167	PO_EX_335	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1168	PO_EX_485	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1169	PO_EX_685	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1170	PO_EX_725	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1171	ES_4160	0.00	0	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1172	2.14_580Y	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1173	2.04_195	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1174	2.04_140	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1175	8_2865	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1176	7_2045	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1177	CR_EX_5	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1178	PO_EX_16	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
1179	PO_EX_27	0.55	127	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
1180	PO_EX_74	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1181	PO_EX_80	0.26	127	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
1182	PO_EX_168	2.49	127	316	189.00	0.69	80%	0.55	2.234	1.23	0.110	0.10	1.44
1183	PO_EX_228	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1184	PO_EX_368	0.22	127	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1185	PO_EX_448	0.35	127	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
1186	2_20	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1187	1.03_790	0.06	118	7	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.03	0.002	0.00	0.03
1188	PO_EX_199	0.52	127	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
1189	PO_EX_359	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1190	PO_EX_659	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1191	PO_EX_699	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1192	9.06_3420	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1193	9.04_3390	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1194	ES_4020	0.00	127	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1195	8.09_2650	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
1196	8.06_2460	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1197	8.05_2350	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1198	2.04_125Y	0.07	118	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
1199	2_600	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
1200	1_765	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1201	8.16_2935	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
1202	8.12_2715	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1203	2.06_295Y	0.80	118	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
1204	3.07_1480	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1205	3.08_1620	0.65	118	77	189.00	0.17	80%	0.13	2.234	0.30	0.027	0.02	0.35
1206	3.08_1630	1.21	118	143	189.00	0.31	80%	0.25	2.234	0.56	0.050	0.04	0.65
1207	5.01_1860	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1208	PO_EX_202	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
1209	PO_EX_292	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1210	PO_EX_372	0.19	127	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1211	PO_EX_462	0.33	127	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1212	PO_EX_492	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1213	1_940	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
1214	1_980	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1215	6_1955	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1216	PO_EX_253	0.74	127	94	189.00	0.21	80%	0.16	2.234	0.37	0.033	0.03	0.43
1217	PO_EX_393	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1218	PO_EX_423	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1219	PO_EX_703	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
1220	8.09_2615	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1221	8.01_2215	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
1222	8.09_2625	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1223	PO_EX_280	0.21	127	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1224	PO_EX_520	0.43	127	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1225	3.05_1305	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1226	3.07_1575	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
1227	3.08_1605	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1228	3.08_1655	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1229	8.21_3195	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1230	PO_EX_101	0.98	127	125	189.00	0.27	80%	0.22	2.234	0.49	0.044	0.04	0.57
1231	PO_EX_131	0.52	127	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
1232	2.15_670	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1233	2.14_610	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1234	7_2010	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1235	PO_EX_216	0.98	127	125	189.00	0.27	80%	0.22	2.234	0.49	0.044	0.04	0.57
1236	PO_EX_476	0.16	127	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1237	PO_EX_736	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1238	PO_EX_327	0.17	127	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1239	PO_EX_457	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1240	PO_EX_507	0.31	127	39	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.15	0.014	0.01	0.18
1241	3_1180	0.41	118	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1242	3_1330	0.43	118	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1243	8.16_3010	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1244	PO_EX_334	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1245	PO_EX_484	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1246	PO_EX_504	0.30	118	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1247	PO_EX_684	0.38	127	48	189.00	0.11	80%	0.08	2.234	0.19	0.017	0.01	0.22
1248	2.10_395	0.04	118	4	189.00	0.01	80%	0.01	2.234	0.02	0.002	0.00	0.02
1249	9.05_3395	0.13	118	15	189.00	0.03	80%	0.03	2.234	0.06	0.005	0.00	0.07
1250	PO_EX_385	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1251	PO_EX_465	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1252	2.03_105	0.54	118	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
1253	7_2035	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1254	CR_EX_4	0.09	127	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1255	PO_EX_1	0.91	127	116	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.041	0.04	0.53
1256	PO_EX_17	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1257	PO_EX_26	0.07	127	9	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.03	0.003	0.00	0.04
1258	PO_EX_30	0.36	127	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1259	PO_EX_58	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1260	PO_EX_69	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1261	PO_EX_75	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1262	PO_EX_83	0.28	127	35	189.00	0.08	80%	0.06	2.234	0.14	0.012	0.01	0.16
1263	PO_EX_98	0.50	127	64	189.00	0.14	80%	0.11	2.234	0.25	0.022	0.02	0.29
1264	2_120	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1265	PO_EX_198	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36

Ítem	Pozo de visita	Área tributaria [ha]	Densidad 2039 (hab./ha)	Población	Dotación 2039 [l/pp/d)]	Demanda promedio diario 2039 [l/s]	Tasa de retorno [%]	Consumo promedio diario 2039 [l/s]	Factor de Harmon	Caudal máximo horario 2039 [l/s]	Caudal no domiciliar [l/s]	Caudal de infiltración [l/s]	Caudal de diseño [lps]
1266	PO_EX_308	1.71	127	217	189.00	0.47	80%	0.38	2.234	0.85	0.076	0.07	0.99
1267	PO_EX_358	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1268	PO_EX_438	0.40	127	50	189.00	0.11	80%	0.09	2.234	0.20	0.018	0.02	0.23
1269	1.03_785	0.56	118	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
1270	PO_EX_169	0.55	127	70	189.00	0.15	80%	0.12	2.234	0.27	0.025	0.02	0.32
1271	PO_EX_269	0.32	118	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1272	PO_EX_369	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1273	PO_EX_409	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1274	ES_4110	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1275	8.06_2420	0.48	118	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
1276	8.01_2190	0.24	127	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1277	1.04_885	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1278	1.10_1010	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1279	2.04_205Y	0.20	118	24	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.11
1280	3.05_1310	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1281	3.01_1110	0.61	118	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
1282	3.07_1470	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1283	3.08_1670	0.71	118	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
1284	3.08_1700	0.28	118	33	189.00	0.07	80%	0.06	2.234	0.13	0.012	0.01	0.15
1285	3.08_1710	0.56	118	66	189.00	0.14	80%	0.12	2.234	0.26	0.023	0.02	0.30
1286	1.08_995	0.37	118	44	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.17	0.015	0.01	0.20
1287	5.02_1880	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1288	5.02_1900	0.02	118	2	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.01	0.001	0.00	0.01
1289	2_95Y	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1290	PO_EX_242	0.47	127	59	189.00	0.13	80%	0.10	2.234	0.23	0.021	0.02	0.27
1291	PO_EX_392	0.14	127	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1292	PO_EX_422	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1293	1_1065	0.17	118	20	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.08	0.007	0.01	0.09
1294	2.12_550	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1295	3_1115	1.62	118	191	189.00	0.42	80%	0.33	2.234	0.75	0.067	0.06	0.87
1296	3_1415	1.06	118	125	189.00	0.27	80%	0.22	2.234	0.49	0.044	0.04	0.57
1297	8.06_2445_R	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1298	8.06_2435_R	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1299	PO_EX_283	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1300	PO_EX_293	0.57	127	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
1301	PO_EX_493	0.29	127	37	189.00	0.08	80%	0.07	2.234	0.15	0.013	0.01	0.17
1302	2.10_405	0.26	118	31	189.00	0.07	80%	0.05	2.234	0.12	0.011	0.01	0.14
1303	8_3250	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1304	8.06_2415	0.09	118	11	189.00	0.02	80%	0.02	2.234	0.04	0.004	0.00	0.05
1305	PO_EX_130	0.97	118	114	189.00	0.25	80%	0.20	2.234	0.45	0.040	0.03	0.52
1306	PO_EX_250	0.24	118	29	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.11	0.010	0.01	0.13
1307	3.07_1435	0.61	118	72	189.00	0.16	80%	0.13	2.234	0.28	0.025	0.02	0.33
1308	8.20_3145	0.46	118	55	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.21	0.019	0.02	0.25
1309	8_2370_R	0.11	118	13	189.00	0.03	80%	0.02	2.234	0.05	0.005	0.00	0.06
1310	PO_EX_521	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1311	PO_EX_731	0.19	118	22	189.00	0.05	80%	0.04	2.234	0.09	0.008	0.01	0.10
1312	8_2870	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1313	8.15_2910	1.67	118	197	189.00	0.43	80%	0.35	2.234	0.77	0.069	0.06	0.90
1314	8.10_2670	0.39	118	46	189.00	0.10	80%	0.08	2.234	0.18	0.016	0.01	0.21
1315	PO_EX_106	0.62	127	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
1316	PO_EX_676	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1317	9_3445	0.41	127	53	189.00	0.12	80%	0.09	2.234	0.21	0.018	0.02	0.24
1318	PO_EX_157	0.45	127	57	189.00	0.12	80%	0.10	2.234	0.22	0.020	0.02	0.26
1319	PO_EX_217	0.76	127	96	189.00	0.21	80%	0.17	2.234	0.38	0.034	0.03	0.44
1320	PO_EX_477	0.66	127	83	189.00	0.18	80%	0.15	2.234	0.33	0.029	0.03	0.38
1321	2.05_215	0.67	118	79	189.00	0.17	80%	0.14	2.234	0.31	0.028	0.02	0.36
1322	2.05_230	0.15	118	18	189.00	0.04	80%	0.03	2.234	0.07	0.006	0.01	0.08
1323	2.04_210	0.22	118	26	189.00	0.06	80%	0.05	2.234	0.10	0.009	0.01	0.12
1324	2.06_295	0.35	118	42	189.00	0.09	80%	0.07	2.234	0.16	0.015	0.01	0.19
1325	8.19_3120	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1326	8.17_3070	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00
1327	8.16_3040	0.00	118	0	189.00	0.00	80%	0.00	2.234	0.00	0.000	0.00	0.00

19.2 Anexo 2: Memoria de Cálculos Hidráulicos de la Línea de Impulsión

Tabla 19-5: Resumen

Línea de Impulsión				
Caudal mínimo 2039 de la red (Qmin 2039)	l/s	4.98	4.98	4.98
Caudal medio 2039 de la red (Qmed 2039)	l/s	24.91	24.91	24.91
Caudal de diseño 2039 de la red (Qdis. 2039)	l/s	57.78	57.78	57.78
Caudal de bombeo (2039) = Qdis 2039	l/s	57.78	57.78	57.78
Diámetro comercial	mm	150	200	250
Velocidad minima de flujo	m/s	0.60	0.60	0.60
Velocidad máxima de flujo (Qb)	m/s	3.27	1.84	1.18
Volumen del cárcamo				
Caudal mínimo de bombeo con velocidad mínima de 0.6 m/s	l/s	10.60	18.85	29.45
Volumen del cárcamo TR 10 mín (Qmed)	m3	14.94	14.94	14.94
Volumen del cárcamo TR 15 mín (Qbom)	m3	52.00	52.00	52.00
Volumen del cárcamo TR 30 mín (Qmin)	m3	8.97	8.97	8.97

Tabla 19-6: Criterios de Diseño Línea de Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039

Criterios de Diseño	**Unidad**	**Parámetros**			
Caudal de diseño de aguas Residuales	l/s	$Q_{dis.}$	57.78		
Caudal de bombeo ($Q_{dis.}$)	l/s	$Q_{bomb.}$	57.78		
	m^3/h		**208.0**		
Nivel de punto de descarga	msnm		54.00	54.00	54.00
Nivel de succión	msnm		43.97	43.97	43.97
Diferencia de altura geodésica Hg	m		**10.03**	**10.03**	**10.03**
Diámetro seleccionado Línea de impulsión					
Selección diámetro comercial vs Velocidad	mm		**150**	**200**	**250**
Material de la tubería de impulsión			HFD	HFD	HFD
Diámetro interior	mm	d_i	**150.00**	**200.00**	**250.00**
Velocidad de flujo	m/s	v	**3.270**	**1.839**	**1.177**
Longitud de la tubería a presión	m	L	668.00	668.00	668.00

Tabla 19-7: Criterios de Diseño Estación de Bombeo (EBAR) PTAR Existente - 2039

Caudal de diseño año 2039	**l/s**		**57.78**		
Perdida por fricción	m	hf	45.51	11.21	3.78
Perdida en la bomba y accesorios	m	hs	5.00	5.00	5.00
Carga total dinámica	m	(hf+hg+hs)=HT	60.5	26.2	18.8
Coeficiente de eficiencia de la bomba	%	n	50.0%	50.0%	50.0%
Potencia	HP	(γ*Q*HT)/75n	93.29	40.43	28.98
Potencia comercial	HP				

Tabla 19-8: Criterios de Diseño Estación de Bombeo (EBAR) PTAR Existente - 2029

Caudal de diseño año 2029	**l/s**		**34.67**		
Pérdida por fricción	m	hf	17.67	4.35	1.47
Perdida en la bomba y accesorios	m	hs	5.00	5.00	5.00
Carga total dinámica	m	(hf+hg+hs)=HT	32.7	19.4	16.5
Coeficiente de eficiencia de la bomba	%	n	50.0%	50.0%	50.0%
Potencia	HP	(ɣ*Q*HT)/75n	30.23	17.92	15.25
Potencia comercial	HP				

Cárcamo De Bombeo

Según normas del INAA la capacidad efectiva de un pozo de succión bajo el tubo de entrada deberá evitar períodos de retención mayores a 10 minutos para la descarga media de diseño y de 30 minutos para la descarga mínima.

Tabla 19-9: Caudales Resultantes

			Qbomb.(l/s)=	**Qdis.**	**57.78**
Q min. =	4.98	l/s	Bomba 1	28.89	l/s
Q med. =	24.91	l/s	Bomba 2	28.89	l/s
Q dis. =	57.78	l/s	Standby	28.89	l/s

Volumen del Cárcamo

Según los análisis realizados se recomienda un carcamo de bombeo de 9.00 m3, para un tiempo de retención no mayor a 30 mínutos en Caudal Mínimo.

Tabla 19-10: Pozo Húmedo

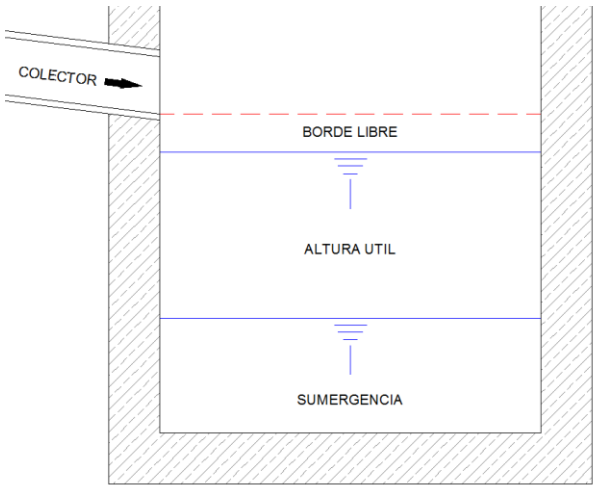
Colector(msnm)=	**46.470**			**Tapa (msnm)**	**51.34**
Borde Libre(m)=	0.150			Arranque (msnm)	46.32
V(m_3)=	8.44			Parada (msnm)	44.62
Altura Util(m)=	1.700			Fondo (msnm)	43.82
A(m_2)=	4.965			H (m)	7.52
Sumergencia(m)=	0.800				
L(m)=	2.500	Largo		Base (m)	0.30
A(m)=	2.000	Ancho	H (m) incluyendo Base	7.82	

Tabla 19-11: Tiempo de Retención Qmin

Línea de Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039							Línea De Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039							Línea de Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039						
Diámetro	150.00	mm	caudal	10.60	l/s		Diámetro	200.00	mm	caudal	18.85	l/s		Diámetro	250.00	mm	caudal	29.45	l/s
Velocidad	0.60	m/s	Tiempo de llenado	30.1	Minutos		Velocidad	0.60	m/s	Tiempo de llenado	30.1	Minutos		Velocidad	0.60	m/s	Tiempo de llenado	30.1	Minutos
			Tiempo de vaciado	26.7	Minutos					Tiempo de vaciado	10.8	Minutos					Tiempo de vaciado	6.1	Minutos
			Tiempo de retención	30.1	Minutos					Tiempo de retención	30.1	Minutos					Tiempo de retencion	30.1	Minutos
			Ciclo de bombeo	56.8	Minutos					Ciclo de bombeo	40.9	Minutos					Ciclo de bombeo	36.2	Minutos
				37%	Bomba 1						65%	Bomba 1						51%	Bomba 1
				OFF	Bomba 2						OFF	Bomba 2						51%	Bomba 2
Variación del Vaciado del Cárcamo Iniciando en Cárcamo Lleno																			
Tiempo [Seg]	**Q In [Min]**	**Qout**	**Q Descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen Descenso [Qmin]**		**Tiempo [Seg]**	**Q In [Min]**	**Qout**	**Q Descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen Descenso [Qmin]**		**Tiempo [seg]**	**Q in [min]**	**Qout**	**Q descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen descenso [Qmin]**
0	4.98	10.60	5.62	9.00	9.00		0	4.98	18.85	13.87	9.00	9.00		0	4.98	29.45	24.47	9.00	9.00
60	4.98	10.60	5.62	9.00	8.66		60	4.98	18.85	13.87	9.00	8.17		60	4.98	29.45	24.47	9.00	7.53
120	4.98	10.60	5.62	9.00	8.33		120	4.98	18.85	13.87	9.00	7.34		120	4.98	29.45	24.47	9.00	6.06
180	4.98	10.60	5.62	9.00	7.99		180	4.98	18.85	13.87	9.00	6.50		180	4.98	29.45	24.47	9.00	4.60
240	4.98	10.60	5.62	9.00	7.65		240	4.98	18.85	13.87	9.00	5.67		240	4.98	29.45	24.47	9.00	3.13
300	4.98	10.60	5.62	9.00	7.31		300	4.98	18.85	13.87	9.00	4.84		300	4.98	29.45	24.47	9.00	1.66
360	4.98	10.60	5.62	9.00	6.98		360	4.98	18.85	13.87	9.00	4.01		360	4.98	29.45	24.47	9.00	0.19
420	4.98	10.60	5.62	9.00	6.64		420	4.98	18.85	13.87	9.00	3.18		420	4.98	29.45	24.47	9.00	-1.28
480	4.98	10.60	5.62	9.00	6.30		480	4.98	18.85	13.87	9.00	2.34		480	4.98	29.45	24.47	9.00	-2.75
540	4.98	10.60	5.62	9.00	5.96		540	4.98	18.85	13.87	9.00	1.51		540	4.98	29.45	24.47	9.00	-4.21
600	4.98	10.60	5.62	9.00	5.63		600	4.98	18.85	13.87	9.00	0.68		600	4.98	29.45	24.47	9.00	-5.68
660	4.98	10.60	5.62	9.00	5.29		660	4.98	18.85	13.87	9.00	-0.15		660	4.98	29.45	24.47	9.00	-7.15
720	4.98	10.60	5.62	9.00	4.95		720	4.98	18.85	13.87	9.00	-0.98		720	4.98	29.45	24.47	9.00	-8.62
780	4.98	10.60	5.62	9.00	4.62		780	4.98	18.85	13.87	9.00	-1.82		780	4.98	29.45	24.47	9.00	-10.09
840	4.98	10.60	5.62	9.00	4.28		840	4.98	18.85	13.87	9.00	-2.65		840	4.98	29.45	24.47	9.00	-11.56
900	4.98	10.60	5.62	9.00	3.94		900	4.98	18.85	13.87	9.00	-3.48		900	4.98	29.45	24.47	9.00	-13.02
960	4.98	10.60	5.62	9.00	3.60		960	4.98	18.85	13.87	9.00	-4.31		960	4.98	29.45	24.47	9.00	-14.49
1020	4.98	10.60	5.62	9.00	3.27		1020	4.98	18.85	13.87	9.00	-5.15		1020	4.98	29.45	24.47	9.00	-15.96
1080	4.98	10.60	5.62	9.00	2.93		1080	4.98	18.85	13.87	9.00	-5.98		1080	4.98	29.45	24.47	9.00	-17.43
1140	4.98	10.60	5.62	9.00	2.59		1140	4.98	18.85	13.87	9.00	-6.81		1140	4.98	29.45	24.47	9.00	-18.90
1200	4.98	10.60	5.62	9.00	2.25		1200	4.98	18.85	13.87	9.00	-7.64		1200	4.98	29.45	24.47	9.00	-20.36
1260	4.98	10.60	5.62	9.00	1.92		1260	4.98	18.85	13.87	9.00	-8.47		1260	4.98	29.45	24.47	9.00	-21.83
1320	4.98	10.60	5.62	9.00	1.58		1320	4.98	18.85	13.87	9.00	-9.31		1320	4.98	29.45	24.47	9.00	-23.30
1380	4.98	10.60	5.62	9.00	1.24		1380	4.98	18.85	13.87	9.00	-10.14		1380	4.98	29.45	24.47	9.00	-24.77
1440	4.98	10.60	5.62	9.00	0.90		1440	4.98	18.85	13.87	9.00	-10.97		1440	4.98	29.45	24.47	9.00	-26.24
1500	4.98	10.60	5.62	9.00	0.57		1500	4.98	18.85	13.87	9.00	-11.80		1500	4.98	29.45	24.47	9.00	-27.71
1560	4.98	10.60	5.62	9.00	0.23		1560	4.98	18.85	13.87	9.00	-12.63		1560	4.98	29.45	24.47	9.00	-29.17
1620	4.98	10.60	5.62	9.00	-0.11		1620	4.98	18.85	13.87	9.00	-13.47		1620	4.98	29.45	24.47	9.00	-30.64
1680	4.98	10.60	5.62	9.00	-0.44		1680	4.98	18.85	13.87	9.00	-14.30		1680	4.98	29.45	24.47	9.00	-32.11
1740	4.98	10.60	5.62	9.00	-0.78		1740	4.98	18.85	13.87	9.00	-15.13		1740	4.98	29.45	24.47	9.00	-33.58
1800	4.98	10.60	5.62	9.00	-1.12		1800	4.98	18.85	13.87	9.00	-15.96		1800	4.98	29.45	24.47	9.00	-35.05
1860	4.98	10.60	5.62	9.00	-1.46		1860	4.98	18.85	13.87	9.00	-16.79		1860	4.98	29.45	24.47	9.00	-36.52
1920	4.98	10.60	5.62	9.00	-1.79		1920	4.98	18.85	13.87	9.00	-17.63		1920	4.98	29.45	24.47	9.00	-37.98
1980	4.98	10.60	5.62	9.00	-2.13		1980	4.98	18.85	13.87	9.00	-18.46		1980	4.98	29.45	24.47	9.00	-39.45
2040	4.98	10.60	5.62	9.00	-2.47		2040	4.98	18.85	13.87	9.00	-19.29		2040	4.98	29.45	24.47	9.00	-40.92
2100	4.98	10.60	5.62	9.00	-2.81		2100	4.98	18.85	13.87	9.00	-20.12		2100	4.98	29.45	24.47	9.00	-42.39
2160	4.98	10.60	5.62	9.00	-3.14		2160	4.98	18.85	13.87	9.00	-20.95		2160	4.98	29.45	24.47	9.00	-43.86
2220	4.98	10.60	5.62	9.00	-3.48		2220	4.98	18.85	13.87	9.00	-21.79		2220	4.98	29.45	24.47	9.00	-45.32

Tabla 19-12: Tiempo de Retención Qmed

Línea de Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039							Línea de Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039							Línea de Impulsión (EBAR) PTAR EXISTENTE - 2039					
Diámetro	150.00	mm	caudal	24.91	l/s		Diámetro	200.00	mm	caudal	24.91	l/s		Diámetro	250.00	mm	caudal de bombeo	29.45	l/s
Velocidad	1.41	m/s	Tiempo de llenado	6.0	Minutos		Velocidad	0.79	m/s	Tiempo de llenado	6.0	Minutos		Velocidad	0.60	m/s	Tiempo de llenado	6.0	Minutos
			Tiempo de vaciado	INDEFINIDO	Minutos					Tiempo de vaciado	INDEFINIDO	Minutos		Vel min	0.60	m/s	Tiempo de vaciado	33.0	Minutos
			Tiempo de retención	INDEFINIDO	Minutos					Tiempo de retención	INDEFINIDO	Minutos		Q min	29.45	l/s	Tiempo de retención	6.0	Minutos
			Ciclo de bombeo	INDEFINIDO	Minutos					Ciclo de bombeo	INDEFINIDO	Minutos		caudal	24.91	l/s	Ciclo de bombeo	39.0	Minutos
				86%	Bomba 1						86%	Bomba 1						100%	Bomba 1
				OFF	Bomba 2						OFF	Bomba 2						2%	Bomba 2
Variación del Vaciado del Cárcamo Iniciando en Cárcamo Lleno																			
Tiempo [Seg]	**Q In [Min]**	**Qout**	**Q Descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen Descenso [Qmin]**		**Tiempo [Seg]**	**Q In [Min]**	**Qout**	**Q Descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen Descenso [Qmin]**		**Tiempo [seg]**	**Q in [min]**	**Qout**	**Q descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen descenso [Qmin]**
0	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		0	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		0	24.91	29.45	4.55	9.00	9.00
60	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		60	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		60	24.91	29.45	4.55	9.00	8.73
120	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		120	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		120	24.91	29.45	4.55	9.00	8.45
180	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		180	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		180	24.91	29.45	4.55	9.00	8.18
240	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		240	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		240	24.91	29.45	4.55	9.00	7.91
300	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		300	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		300	24.91	29.45	4.55	9.00	7.64
360	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		360	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		360	24.91	29.45	4.55	9.00	7.36
420	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		420	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		420	24.91	29.45	4.55	9.00	7.09
480	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		480	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		480	24.91	29.45	4.55	9.00	6.82
540	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		540	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		540	24.91	29.45	4.55	9.00	6.54
600	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		600	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		600	24.91	29.45	4.55	9.00	6.27
660	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		660	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		660	24.91	29.45	4.55	9.00	6.00
720	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		720	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		720	24.91	29.45	4.55	9.00	5.73
780	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		780	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		780	24.91	29.45	4.55	9.00	5.45
840	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		840	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		840	24.91	29.45	4.55	9.00	5.18
900	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		900	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		900	24.91	29.45	4.55	9.00	4.91
960	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		960	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		960	24.91	29.45	4.55	9.00	4.63
1020	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1020	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1020	24.91	29.45	4.55	9.00	4.36
1080	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1080	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1080	24.91	29.45	4.55	9.00	4.09
1140	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1140	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1140	24.91	29.45	4.55	9.00	3.82
1200	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1200	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1200	24.91	29.45	4.55	9.00	3.54
1260	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1260	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1260	24.91	29.45	4.55	9.00	3.27
1320	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1320	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1320	24.91	29.45	4.55	9.00	3.00
1380	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1380	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1380	24.91	29.45	4.55	9.00	2.72
1440	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1440	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1440	24.91	29.45	4.55	9.00	2.45
1500	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1500	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1500	24.91	29.45	4.55	9.00	2.18
1560	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1560	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1560	24.91	29.45	4.55	9.00	1.91
1620	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1620	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1620	24.91	29.45	4.55	9.00	1.63
1680	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1680	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1680	24.91	29.45	4.55	9.00	1.36
1740	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1740	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1740	24.91	29.45	4.55	9.00	1.09
1800	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1800	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1800	24.91	29.45	4.55	9.00	0.81
1860	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1860	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1860	24.91	29.45	4.55	9.00	0.54
1920	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1920	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1920	24.91	29.45	4.55	9.00	0.27
1980	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1980	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		1980	24.91	29.45	4.55	9.00	0.00
2040	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		2040	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		2040	24.91	29.45	4.55	9.00	-0.28
2100	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		2100	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		2100	24.91	29.45	4.55	9.00	-0.55
2160	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		2160	24.91	24.91	0.00	9.00	9.00		2160	24.91	29.45	4.55	9.00	-0.82

Tabla 19-13: Tiempo Retención Qdis.

Línea de Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039							Línea De Impulsión (EBAR) PTAR Existente - 2039						
Diámetro	200.00	mm	caudal	57.78	l/s		Diámetro	250.00	mm	caudal	57.78	l/s	
Velocidad	1.84	m/s	Tiempo de llenado	2.6	Minutos		Velocidad	1.18	m/s	Tiempo de llenado	2.6	Minutos	
			Tiempo de vaciado		Minutos					Tiempo de vaciado	INDEFINIDO	Minutos	
Bombas en operación constante							**Bombas en operación constante**						
Tiempo [Seg]	**Q In [Min]**	**Qout**	**Q Descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen Descenso [Qmin]**		**Tiempo [Seg]**	**Q In [Min]**	**Qout**	**Q Descenso [Qmin]**	**Vol. Cárcamo**	**Volumen Descenso [Qmin]**	
0	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		0	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
10	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		10	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
20	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		20	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
30	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		30	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
40	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		40	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
50	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		50	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
60	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		60	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
70	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		70	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
80	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		80	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
90	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		90	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
100	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		100	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
110	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		110	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
120	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		120	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
130	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		130	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
140	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		140	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
150	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		150	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
160	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		160	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
170	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		170	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
180	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		180	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
190	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		190	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
200	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		200	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
210	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		210	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
220	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		220	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
230	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		230	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
240	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		240	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
250	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		250	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
260	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		260	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
270	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		270	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
280	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		280	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
290	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		290	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
300	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		300	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
310	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		310	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
320	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		320	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
330	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		330	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
340	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		340	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
350	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		350	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
360	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		360	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
370	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		370	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
380	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		380	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
390	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		390	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	
400	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00		400	57.78	57.78	0.00	9.00	9.00	

19.3 Anexo 3: Memoria de Cálculos Hidráulicos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

~ Planta de tratamiento de Aguas Residuales de Rivas

A continuación se presentan los cálculos hidráulicos para los componentes de la PTAR de acuerdo a los caudales previstos para el horizonte de diseño final: Q_m Caudal promedio; Q_{max} Caudal máximo

Tabla 19-14: Calculo Hidráulico de la Planta de Tratamiento de Rivas

Horizonte 2039	Símbolo	Unidad	Fase 1+2	
			Q24	Qmax
Hipótesis: No hay influencia de inundaciones desde aguas abajo del punto de vertido		l/s	85.6	197.0
		m3/s	0.086	0.197
Nivel max agua en el curso de agua en el punto de vertido		msnm	43.00	43.00
Obra de salida hacia Medidor Parshall				
Nivel Fondo Obra de Salida	NF	msnm	42.15	
Longitud		M	665.0	
Pendiente	I	%	0.70%	
Nivel fondo tubería, en salida Parshall		M	47.04	46.805
Diámetro		M	0.600	
Rugosidad kb		mm	1.50	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.086	0.197
Qv		m3/s	0.52	
Vv		m/s	1.83	
Qt/Qv			0.165	0.380
Vt/Vv			0.750	0.930
ht/d			0.275	0.430
Velocidad	vt	m/s	1.00	1.20
ht			0.17	0.26
Nivel agua afluente		msnm	47.21	47.30
Nivel de agua en el afluente del Medidor Parshall			Q24	Qmax
Ancho garganta Parshall, 12" (1 foot)		m	0.3	0.3
Altura cresta Parshall		msnm	47.70	47.70
Lectura altura en parshall	ha	m	0.27	0.47
Nivel agua arriba Parshall		msnm	47.97	48.17
		k	0.624	0.624
		N	1.522	1.522
		Q	0.085	0.198
Nivel de agua Medidor Parshall hacia Pozo de Salida (PdS)				
Nivel Fondo entrada Parshall	NF	msnm	47.80	
Longitud		m	13.0	
Pendiente	I	%	0.5%	
Nivel fondo PdS			47.86	
Diámetro		m	0.450	
Rugosidad kb		mm	1.50	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.086	0.197
Qv		m3/s	0.21	
Vv		m/s	1.27	
Qt/Qv			0.412	0.947
Vt/Vv			0.950	1.050
ht/d			0.450	0.840
Velocidad	vt	m/s	1.21	1.33
ht			0.20	0.38
Nivel agua afluente		msnm	48.07	48.24
Pozo de Salida 1 hacia Pozo Intermedio 2.2				
Nivel fondo PdS	NF	msnm	47.96	

Horizonte 2039	Símbolo	Unidad	Fase 1+2	
			Q24	Qmax
Longitud		m	25.0	
Pendiente	I	%	0.5%	
Nivel fondo Pozo Intermedio 2.2			48.09	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad kb		mm	1.50	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.029	0.066
Qv		m3/s	0.13	
Vv		m/s	1.09	
Qt/Qv			0.226	0.521
Vt/Vv			0.815	1.010
ht/d			0.320	0.510
Velocidad	vt	m/s	0.89	1.10
ht			0.12	0.19
Nivel agua afluente		msnm	48.21	48.28
Pozo Intermedio 2.2 hacia Pozo Intermedio 2.1				
Nivel fondo Pozo Intermedio 2.2	NF	msnm	48.19	
Longitud		m	48.0	
Pendiente	I	%	0.5%	
Nivel fondo Pozo Intermedio 2.1			48.43	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad kb		mm	1.50	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.250	0.310
Qv		m3/s	0.13	
Vv		m/s	1.09	
Qt/Qv			1.984	2.460
Vt/Vv			0.815	1.010
ht/d			0.320	0.510
Velocidad	vt	m/s	0.89	1.10
ht			0.12	0.19
Nivel agua afluente		msnm	48.55	48.62
Pozo Intermedio 2.1 hacia Pozo 2.3				
Nivel fondo Pozo Intermedio 2.1	NF	msnm	48.53	
Longitud		m	123.0	
Pendiente	I	%	0.5%	
Nivel fondo Pozo 2.3			49.14	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad kb		mm	1.50	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.029	0.066
Qv		m3/s	0.13	
Vv		m/s	1.09	
Qt/Qv			0.226	0.521
Vt/Vv			0.815	1.010
ht/d			0.320	0.510
Velocidad	vt	m/s	0.89	1.10
ht			0.12	0.19
Nivel agua afluente		msnm	49.26	49.33
Pozo 2.3 hacia Laguna Maduración 2.3				
Nivel fondo Pozo 2.3	NF	msnm	49.24	
Longitud		m	1.5	
Pendiente	I	%	0.5%	
Nivel fondo salida mad 2.3			49.25	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad kb		mm	1.50	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.029	0.066
Qv		m3/s	0.13	

Horizonte 2039	Símbolo	Unidad	Fase 1+2	
			Q24	Qmax
Vv		m/s	1.09	
Qt/Qv			0.226	0.521
Vt/Vv			0.815	1.010
ht/d			0.320	0.510
Velocidad	vt	m/s	0.89	1.10
ht			0.12	0.19
Nivel agua afluente		msnm	49.37	49.44
Obra de Salida Laguna Maduración 1.3				
Longitud de vertedero		m	1.50	
Coeficiente de vertedero		-	0.64	
Nivel cresta		msnm	49.75	
Caudal total		m3/s	0.029	0.066
Cantidad de vertederos		-	1	1
Caudal para cada vertedero		m³/s	0.029	0.066
Coeficiente de reducción		-	1.00	1.00
Altura de cresta		m	0.047	0.081
Nivel agua Laguna Maduración 1.3			49.80	49.83
Laguna Maduración 1.3 hacia Obra de salida Laguna Maduración 1.2				
Longitud		m	11.0	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad		mm	0.25	
Viscosidad cinemática		m2/s	1.30E-06	
Pérdidas hidráulicas	Entrada	-	0.50	
	Salida	-	1.00	
	Codos	-	0.00	
	Otras	-	0.00	
Suma		-	1.50	
Area tubería		m2	0.11	
Rugosidad relativa		-	1500	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.029	0.066
Velocidad		m/s	0.26	0.59
Número de Reynolds		-	74,523	171,541
Coeficiente de pérdidas		-	0.018	0.018
Pérdida hidráulica		m	0.007	0.036
Nivel agua afluente		msnm	49.80	49.87
Obra de Salida Laguna maduración 1.2				
Longitud de vertedero		m	1.50	
Coeficiente de vertedero		-	0.64	
Nivel cresta		msnm	50.21	
Caudal total		m3/s	0.029	0.066
Cantidad de vertederos		-	1	1
Caudal para cada vertedero		m³/s	0.029	0.066
Coeficiente de reducción		-	1.00	1.00
Altura de cresta		m	0.047	0.081
Nivel agua Laguna maduración 1.2			50.25	50.29
Laguna maduración 1.2 hacia Obra salida Laguna facultativa 1.1				
Longitud		m	11.0	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad		mm	0.25	
Viscosidad cinemática		m2/s	1.30E-06	
Pérdidas hidráulicas	Entrada	-	0.50	
	Salida	-	1.00	
	Codos	-	0.00	
	Otras	-	0.00	
Suma		-	1.50	

Horizonte 2039	Símbolo	Unidad	Fase 1+2	
			Q24	Qmax
Cantidad		n	1.00	
Área tubería		m2	0.11	
Rugosidad relativa		-	1500	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.029	0.066
Velocidad		m/s	0.26	0.59
Número de Reynolds		-	74,523	171,541
Coeficiente de pérdidas		-	0.018	0.018
Pérdida hidráulica		m	0.007	0.036
Nivel agua efluente Obra Salida		msnm	50.26	50.33
Obra de Salida Laguna Facultativa 1.1				
Longitud de vertedero		m	1.50	
Coeficiente de vertedero		-	0.64	
Nivel cresta		msnm	50.66	
Caudal total		m3/s	0.029	0.066
Cantidad de vertederos		-	1	1
Caudal para cada vertedero		m³/s	0.029	0.066
Coeficiente de reducción		-	1.00	1.00
Altura de cresta		m	0.047	0.081
Nivel agua Laguna facultativa 1.1			50.70	50.74
Laguna Facultativa 1.1 hacia CD 2				
Longitud		m	234.0	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad		mm	0.25	
Viscosidad cinemática		m2/s	1.30E-06	
Pérdidas hidráulicas	Entrada	-	0.50	
	Salida	-	1.00	
	Codos	-	0.33	
	Otras	-	0.00	
Suma		-	1.83	
Cantidad		n	1.00	
Área tubería		m2	0.11	
Rugosidad relativa		-	1500	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.029	0.066
Velocidad		m/s	0.26	0.59
Número de Reynolds		-	74,523	171,541
Coeficiente de pérdidas		-	0.018	0.018
Pérdida hidráulica		m	0.044	0.233
Nivel agua abajo Obra Salida		msnm	50.75	50.97
Caja de distribución CD 2				
Longitud de vertedero		m	1.00	
Coeficiente de vertedero		-	0.64	
Nivel cresta		msnm	51.35	
Caudal total		m3/s	0.086	0.197
Cantidad de vertederos		-	3	3
Caudal para cada vertedero		m³/s	0.029	0.066
Coeficiente de reducción		-	1.00	1.00
Altura de cresta		m	0.061	0.106
Nivel agua arriba del vertedero			51.41	51.46
CD 2 hacia Obra salida UASB				
Longitud		m	29.0	
Diámetro		m	0.375	
Rugosidad		mm	0.25	
Viscosidad cinemática		m2/s	1.30E-06	
Pérdidas hidráulicas	Entrada	-	0.50	
	Salida	-	1.00	

Horizonte 2039	Símbolo	Unidad	Fase 1+2	
			Q24	Qmax
	Codos	-	0.99	
	Otras	-	0.00	
Suma		-	2.49	
Área tubería		m2	0.11	
Rugosidad relativa		-	1500	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.043	0.099
Velocidad		m/s	0.388	0.892
Número de Reynolds		-	111,784	257,312
Coeficiente de pérdidas		-	0.018	0.018
Pérdida hidráulica		m	0.0296	0.157
Nivel agua abajo Obra Salida UASB		msnm	51.44	51.61
Reactor anaeróbico UASB - Interior tanque				
Nivel agua en Tanque			51.94	51.94
Diferencia entre Tirante Tanque y Nivel caja de distribución			0.3	0.3
Niveles agua en cajas distribuidoras			52.24	52.24
Reactor anaeróbico UASB - Canal de distribución - Vertederos rectangulares				
Caudal total			0.086	0.197
Unidades de UASB			4	
Caudal para cada unidad			0.021	0.049
Cantidad de cajas para cada unidad			48	
Altura de cresta		m	0.04	0.05
Caudal		m3/s	0.00046	0.0010
Caudal de dimensionamiento		m3/s	0.00045	0.0010
Nivel de cresta		msnm	52.54	52.54
Nivel Agua Canal distribución		msnm	52.58	52.59
De Reactor anaeróbico hacia caja de distribución CD 1				
Longitud		m	12.0	
Diámetro		m	0.300	
Rugosidad		mm	0.25	
Viscosidad cinemática		m2/s	1.30E-06	
Pérdidas hidráulicas	Entrada	-	0.50	
	Salida	-	1.00	
	Codos	-	0.00	
	Otras	-	0.00	
Suma		-	1.50	
Cantidad		n	2.00	
Área tubería		m2	0.07	
Rugosidad relativa		-	1200	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.043	0.099
Velocidad		m/s	0.61	1.39
Número de Reynolds		-	139,730	321,640
Coeficiente de pérdidas		-	0.019	0.019
Pérdida hidráulica		m	0.042	0.223
Nivel agua efluente Obra Salida		msnm	52.62	52.82
Caja de distribución CD 1				
Longitud de vertedero		m	1.50	
Coeficiente de vertedero		-	0.64	
Nivel cresta		msnm	53.10	53.10
Caudal total		m3/s	0.086	0.197
Cantidad de vertederos		-	2	2
Caudal para cada vertedero		m^3/s	0.043	0.099
Coeficiente de reducción		-	1.00	1.00
Altura de cresta		m	0.061	0.106
Nivel agua afluente del vertedero			53.16	53.20
De caja de distribución CD 1 hacia salida tambores rotativos				

Horizonte 2039	Símbolo	Unidad	Fase 1+2	
			Q24	Qmax
Longitud		m	23.0	
Diámetro		m	0.450	
Rugosidad		mm	0.25	
Viscosidad cinemática		m2/s	1.30E-06	
Pérdidas hidráulicas	Entrada	-	0.50	
	Salida	-	1.00	
	Codos	-	0.00	
	Otras	-	0.00	
Suma		-	1.50	
Cantidad		n	1.00	
Área tubería		m2	0.16	
Rugosidad relativa		-	1800	
Caudal para cada tubería		m3/s	0.086	0.197
Velocidad		m/s	0.54	1.24
Número de Reynolds		-	186,306	428,853
Coeficiente de pérdidas		-	0.017	0.017
Pérdida hidráulica		m	0.035	0.186
Nivel agua efluente Obra Salida		msnm	53.19	53.39
Tamiz tambor rotativo, 3mm				
Nivel agua efluente			53.19	53.39
Losa canal efluente			53.08	53.08
Pérdida colmatación 30%			0.36	0.36
Nivel agua afluente tamiz			53.55	53.75
Losa canal afluente Tamiz			53.15	53.15
Losa canal bypass reja gruesa			53.85	53.85
Nivel de agua en el afluente del Medidor Parshall				
Ancho garganta Parshall, 12" (1 foot)		m	0.3	0.3
Altura cresta Parshall		m	53.80	53.80
Lectura altura en parshall	ha	m	0.27	0.47
Nivel agua arriba Parshall		msnm	54.07	54.27
		k	0.624	0.624
		N	1.522	1.522
		Q	0.085	0.198
Desarenador				
Nivel agua efluente desarenador		msnm	54.07	54.27
Profundidad media		m	1.50	1.50
Losa media desarenador		msnm	52.77	52.77

~ Estaciones de bombeo

Tabla 19-15: Estación de bombeo principal - EB 1

Descripción	Unidad	Q_{24}	$Q_{Máx}$
Caudal afluente (Fase 1)	l/s	64.2	147.8
Caudal afluente (Fase 1+2)	l/s	85.6	197.0
Sistema de bombeo previsto			
Fase 1			
Número de bombas en operación	ud	3	
Número de bombas de reserva	ud	1	
Caudal de bombeo de diseño (cada bomba)	l/s	53	
Fase 2			
Número de bombas en operación	ud	3	
Número de bombas de reserva	ud	1	
Caudal de bombeo de diseño (cada bomba)	l/s	70	
Diseño del pozo de bombeo (Guía INAA):			

Descripción	Unidad	Q_{24}	$Q_{Máx}$
Caudal promedio (Fase 1+2)		85.6	l/s
Caudal mínimo (Fase 1+2) (0.2 * Q24)		17.1	l/s
Volumen máximo del cárcamo TR 10 mín. (Qmed)		51.36	m3
Volumen máximo del cárcamo TR 30 mín. (Qmin)		30.82	m3
Diseño del pozo de bombeo para el caso Qmin (Norma ATV-Alemania):			
La norma alemana calcula el volumen del cárcamo en función del número de arranques de la bomba por hora (recomendación del fabricante). En general se recomiendan menos de 15 arranques por hora.			
Dónde: max *i* : número máximo de arranques por hora Q: caudal (l/s) $V_{cárcamo}$: volumen cárcamo (m³)		$V_{Cárcamo} \geq \frac{0.9 \cdot Q}{\max i}$	
Caudal de bombeo mínimo (Fase 1+2)		70.00	l/s
Caudal afluente mínimo		17	l/s
número de arranques por hora		11.0	<15
Volumen mínimo cárcamo		5.73	m³
Dimensiones cárcamo de bombeo			
L		3.00	m
B		4.00	m
A		12.00	m²
fluctuación nivel escogida		0.50	m
Volumen cárcamo		6.00	m³
tiempo de llenado		10.83	min
tiempo de bombeo		3.83	min
rodete:		rueda multicanal	
Nivel agua de encendido 1		43.97	msnm
Nivel agua de apagado 1		43.47	msnm
Nivel agua de encendido 2		44.47	msnm
Nivel agua de apagado 2		43.97	msnm
Nivel agua de encendido 3		44.97	msnm
Nivel agua de apagado 3		44.47	msnm
FASE 1			
Sarta de impulsión de cada bomba			
Longitud	L	7.6	m
Diámetro	DN	0.200	m
Rugosidad	kb	0.25	mm
Viscosidad cinemática	*	1.30E-06	m2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	e	0.50	-
Salida	a	1.00	-
Codos	u	1.40	-
Otras	s	1.55	-
Suma		4.45	-
Cantidad		3.00	n
Área tubería	AD	0.03	m2
Rugosidad relativa	k/D	1.25E-03	-
Caudal	Qpb	0.049	m3/s
Velocidad	v	1.57	m/s
Número de Reynolds	Re	2.41E+05	-
Coeficiente de pérdidas	La	0.022	-
Pérdida hidráulica	hv	0.663	m
Tubería de impulsión común			
Longitud	L	25.0	m
Diámetro	DN	0.300	m
Rugosidad	kb	0.3	mm
Viscosidad cinemática	*	1.30E-06	m2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	e	0.50	-
Salida	a	1.00	-

Descripción	Unidad	Q_{24}	$Q_{Máx}$
Codos	u	2.70	-
Otras	s	0.00	-
Suma		4.20	-
Cantidad		1.00	n
Area tubería	AD	0.07	m2
Rugosidad relativa	k/D	8.33E-04	-
Caudal total	Qb	0.148	m3/s
Velocidad	v	2.09	m/s
Número de Reynolds	Re	4.83E+05	-
Coeficiente de pérdidas	La	0.019	-
Pérdida hidráulica	hv	1.289	m
hgeo			
Tirante min en Estación de Bombeo		43.47	msnm
Eje de tubería llegada al desarenador		55.30	msnm
hman			
delta hgeo		11.83	m
hv		1.95	m
CDT		13.78	m
CDT (seleccionada)		14.50	m
FASE 2			
Sarta de impulsión de cada bomba			
Longitud	L	7.6	m
Diámetro	DN	0.200	m
Rugosidad	kb	0.250	mm
Viscosidad cinemática	*	1.30E-06	m2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	e	0.50	-
Salida	a	1.00	-
Codos	u	1.40	-
Otras	s	1.55	-
Suma		4.45	-
Cantidad		3.00	n
Area tubería	AD	0.03	m2
Rugosidad relativa	k/D	1.25E-03	-
Caudal	Qpb	0.066	m3/s
Velocidad	v	2.09	m/s
Número de Reynolds	Re	321,640	-
Coeficiente de pérdidas	La	0.022	-
Pérdida hidráulica	hv	1.178	m
Tubería de impulsión común			
Longitud	L	25.0	m
Diámetro	DN	0.300	m
Rugosidad	kb	0.250	mm
Viscosidad cinemática	*	1.30E-06	m^2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	e	0.50	-
Salida	a	1.00	-
Codos	u	2.70	-
Otras	s	0.00	-
Suma		4.20	-
Cantidad		1.00	n
Area tubería	AD	0.07	m^2
Rugosidad relativa	k/D	8.33E-04	-
Caudal total	Qb	0.197	m^3/s
Velocidad	v	2.79	m/s
Número de Reynolds	Re	643,280	-

Descripción	Unidad	Q_{24}	$Q_{Máx}$
Coeficiente de pérdidas	La	0.019	-
Pérdida hidráulica	hv	2.290	m
hgeo			
Tirante min en Estación de Bombeo		43.47	msnm
Eje de tubería llegada al desarenador		55.30	msnm
hman			
delta hgeo		11.83	m
hv		3.47	m
CDT		15.30	m
CDT (seleccionada)		16.00	m
EB2 - Estación de bombeo del desarenador hacia el clasificador de arena			
1 bomba a 10 l/s.			
Nivel encendido		52.20	msnm
Nivel apagado		51.70	msnm
DN 80			
Longitud	L	14.5	m
Diámetro	DN	0.080	m
Rugosidad	kb	0.25	mm
Viscosidad cinemática	?*	1.30E-06	m2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	?e	0.50	-
Salida	?a	1.00	-
Codos	?u	2.50	-
Otras	?s	1.75	-
Suma	?	5.75	-
Cantidad		1.00	n
Area tubería	AD	0.01	m^2
Rugosidad relativa	k/D	3.13E-03	-
Caudal	Qpb	0.010	m^3/s
Velocidad	v	1.99	m/s
Número de Reynolds	Re	1.22E+05	-
Coeficiente de pérdidas	La	0.027	-
Pérdida hidráulica	hv	2.15	m
hgeo			
Tirante min en Estacion de Bombeo		51.70	msnm
Altura entrada clasificador de arena		55.80	msnm
hman			
delta hgeo		4.10	m
hv		2.15	m
CDT		6.25	m
CDT (seleccionada)		6.50	m
EB 3.1/3.2 - Estación de bombeo de lodos UASB			
1 bomba a 10 l/s.			
Nivel encendido		49.34	msnm
Nivel apagado		48.83	msnm
DN 100			
Longitud	L	200.0	m
Diámetro	DN	0.100	m
Rugosidad	kb	0.25	mm
Viscosidad cinemática	?*	1.30E-06	m2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	?e	0.50	-
Salida	?a	1.00	-
Codos	?u	4.40	-
Otras	?s	1.75	-
Suma	?	7.65	-

Descripción	Unidad	Q_{24}	$Q_{Máx}$
Cantidad		1.00	n
Area tubería	AD	0.01	m2
Rugosidad relativa	k/D	2.50E-03	-
Caudal	Qpb	0.010	m3/s
Velocidad	v	1.27	m/s
Número de Reynolds	Re	9.79E+04	-
Coeficiente de pérdidas	La	0.026	-
Pérdida hidráulica	hv	4.93	m
hgeo			
Tirante min en Estacion de Bombeo		48.83	msnm
Altura tubería descarga lechos		51.88	msnm
hman			
delta hgeo		3.05	m
hv		4.93	m
CDT		7.98	m
CDT (seleccionada)		9.00	m
EB 4 - Estación de bombeo lechos de secado a CD1			
1 bomba a 10 l/s.			
Nivel encendido		48.63	msnm
Nivel apagado		47.83	msnm
DN100			
Longitud	L	55.0	m
Diámetro	DN	0.100	m
Rugosidad	kb	0.25	mm
Viscosidad cinemática	*	1.30E-06	m2/s
Pérdidas hidráulicas			
Entrada	e	0.50	-
Salida	a	1.00	-
Codos	u	3.70	-
Otras	s	1.75	-
Suma		6.95	-
Cantidad		1.00	n
Area tubería	AD	0.01	m2
Rugosidad relativa	k/D	2.50E-03	-
Caudal	Qpb	0.010	m3/s
Velocidad	v	1.27	m/s
Número de Reynolds	Re	9.79E+04	-
Coeficiente de pérdidas	La	0.026	-
Pérdida hidráulica	hv	1.76	m
hgeo			
Tirante min en Estacion de Bombeo		47.83	msnm
Altura descarga CD1		53.95	msnm
hman			
delta hgeo		6.12	m
hv		1.76	m
CDT		7.88	m
CDT (seleccionada)		8.00	m

19.4 Anexo 4: Memoria de Drenaje Pluvial

CALCULOS PARA CANALES DE DRENAJE

Cantidad de canales:	1	
Tipo de superfice	Área de cultivos	
Coeficiente de escorrentia	0.4	[-]
Periodo de retorno	25	[años]
Duración de la lluvia	5	[min]
Intensidad de la precipitación	204	[mm/h]

Nombre del canal	Area de drenaje [m^2]	Longitud del canal [m]
Canal 1	6,106.05	256

(A1+A7)

Escorrentia superficial Canal 1

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

Q=	Caudal máximo instantáneo de descarga	[m^3/s]
C=	Coeficiente de escorrentía	[-]
I=	Intensidad de la lluvia de diseño	[mm/h]
A=	Área de drenaje	[ha]

$Qtotal =$ 0.138 [m^3/s]

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES

Canal de drenaje 1

Tipo: Trapezoidal - Hormigón

Coef rugosidad Manning: 0.012 Fuente: Ven Te Chow

$$Q = V * A$$

Area mojada

$$(base\ menor\ del\ canal + (pendiente\ de\ pared\ de\ canal * altura)) * altura$$

Perímetro mojado

$$(base\ menor\ del\ canal + (2 * altura * \sqrt{1 + pendiente\ de\ pared\ de\ canal^{\,2}}))$$

Radio hidráulico

$$Rh = \frac{A_m}{P_m}$$

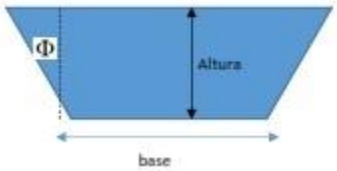
Pendiente del canal

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{\,2/3} * S^{1/2}$$

Yn [m]	Ángulo	Base	Am[m^2]	Pm [m]	Rh [m]	S [m/m]	V [m/s]	Q [m^3/s]
0.10	30.00	0.12	0.017	0.346	0.050	0.005	0.800	0.014
0.11	30.00	0.13	0.021	0.381	0.055	0.005	0.852	0.018
0.12	30.00	0.14	0.025	0.416	0.060	0.005	0.903	0.023
0.13	30.00	0.15	0.029	0.450	0.065	0.005	0.953	0.028
0.14	30.00	0.16	0.034	0.485	0.070	0.005	1.001	0.034
0.15	30.00	0.17	0.039	0.520	0.075	0.005	1.048	0.041
0.16	30.00	0.18	0.044	0.554	0.080	0.005	1.094	0.049
0.17	30.00	0.20	0.050	0.589	0.085	0.005	1.139	0.057
0.18	30.00	0.21	0.056	0.624	0.090	0.005	1.183	0.066
0.19	30.00	0.22	0.063	0.658	0.095	0.005	1.227	0.077
0.20	30.00	0.23	0.069	0.693	0.100	0.005	1.270	0.088
0.21	30.00	0.24	0.076	0.727	0.105	0.005	1.311	0.100
0.22	30.00	0.25	0.084	0.762	0.110	0.005	1.353	0.113
0.23	30.00	0.27	0.092	0.797	0.115	0.005	1.393	0.128
0.24	30.00	0.28	0.100	0.831	0.120	0.005	1.434	**0.143**

Dimensiones propuestas

Canal 1	Base menor	0.30	[m]
	Altura	0.30	[m]



Cantidad de canales:	1	
Tipo de superfice	Área de cultivos	
Coeficiente de escorrentia	0.4	[-]
Periodo de retorno	25	[años]
Duración de la lluvia	5	[min]
Intensidad de la precipitación	204	[mm/h]

Nombre del canal	Area de drenaje [m²]	Longitud del canal [m]
Canal 2	7,634.00	317

(A2 + (Area de andenes long.+ Andén frontera)

Escorrentia superficial Canal 2

$$Q = \frac{C*I*A}{360}$$

Donde

Q=	Caudal máximo instantáneo de descarga	[m³/s]
C=	Coeficiente de escorrentía	[-]
I=	Intensidad de la lluvia de diseño	[mm/h]
A=	Área de drenaje	[ha]

$Qtotal = 0.173$ [m³/s]

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES

Canal de drenaje 2

Tipo Trapezoidal - Hormigón

Coef rugosidad Manning 0.012 Fuente: Ven Te Chow

$$Q = V * A$$

Area mojada

$$(base\ menor\ del\ canal + (pendiente\ de\ pared\ de\ canal * altura)) * altura$$

Perímetro mojado

$$(base\ menor\ del\ canal + (2 * altura * \sqrt{1 + pendiente\ de\ pared\ de\ canal^{2}}))$$

Radio hidráulico

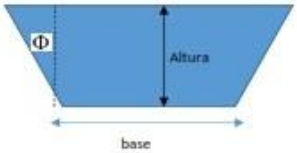
$$Rh = \frac{A_m}{P_m}$$

Pendiente del canal

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Yn [m]	Ángulo	Base	Am[m²]	Pm [m]	Rh [m]	S [m/m]	V [m/s]	Q [m³/s]
0.10	30.00	0.12	0.017	0.346	0.050	0.0064	0.905	0.016
0.11	30.00	0.13	0.021	0.381	0.055	0.0064	0.964	0.020
0.12	30.00	0.14	0.025	0.416	0.060	0.0064	1.022	0.025
0.13	30.00	0.15	0.029	0.450	0.065	0.0064	1.078	0.032
0.14	30.00	0.16	0.034	0.485	0.070	0.0064	1.132	0.038
0.15	30.00	0.17	0.039	0.520	0.075	0.0064	1.186	0.046
0.16	30.00	0.18	0.044	0.554	0.080	0.0064	1.238	0.055
0.17	30.00	0.20	0.050	0.589	0.085	0.0064	1.289	0.065
0.18	30.00	0.21	0.056	0.624	0.090	0.0064	1.339	0.075
0.19	30.00	0.22	0.063	0.658	0.095	0.0064	1.388	0.087
0.20	30.00	0.23	0.069	0.693	0.100	0.0064	1.436	0.100
0.21	30.00	0.24	0.076	0.727	0.105	0.0064	1.484	0.113
0.22	30.00	0.25	0.084	0.762	0.110	0.0064	1.531	0.128
0.23	30.00	0.27	0.092	0.797	0.115	0.0064	1.577	0.144
0.24	30.00	0.28	0.100	0.831	0.120	0.0064	1.622	0.162
0.25	30.00	0.29	0.108	0.866	0.125	0.0064	1.667	0.180

Dimensiones propuestas			
Canal 2	Base menor	0.35	[m]
	Altura	0.35	[m]



Cantidad de canales:	1	
Tipo de superfice	Área de cultivos	
Coeficiente de escorrentia	0.4	[-]
Periodo de retorno	25	[años]
Duración de la lluvia	5	[min]
Intensidad de la precipitación	204	[mm/h]

Nombre del canal	Area de drenaje [m²]	Longitud del canal [m]
Canal 3	4,600.13	276

Escorrentia superficial Canal 3

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

Q=	Caudal máximo instantáneo de descarga	[m^3/s]
C=	Coeficiente de escorrentía	[-]
I=	Intensidad de la lluvia de diseño	[mm/h]
A=	Área de drenaje	[ha]

$Qcanal3 = 0.104$ [m^3/s]

$Qtotal = 0.277$ [m^3/s]

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES

Canal de drenaje 3

Tipo: Trapezoidal - Hormigón

Coef rugosidad Manning: 0.012 Fuente: Ven Te Chow

$$Q = V * A$$

Area mojada

$$(base\ menor\ del\ canal + (pendiente\ de\ pared\ de\ canal * altura)) * altura$$

Perímetro mojado

$$(base\ menor\ del\ canal + (2 * altura * \sqrt{1 + pendiente\ de\ pared\ de\ canal^2}))$$

Radio hidráulico

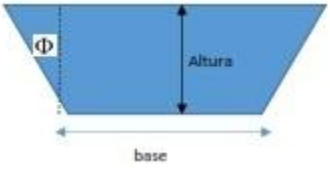
$$Rh = \frac{A_m}{P_m}$$

Pendiente del canal

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Yn [m]	Ángulo	Base	Am[m^2]	Pm [m]	Rh [m]	S [m/m]	V [m/s]	Q [m^3/s]
0.10	30.00	0.12	0.017	0.346	0.050	0.001	0.358	0.006
0.11	30.00	0.13	0.021	0.381	0.055	0.001	0.381	0.008
0.12	30.00	0.14	0.025	0.416	0.060	0.001	0.404	0.010
0.13	30.00	0.15	0.029	0.450	0.065	0.001	0.426	0.012
0.14	30.00	0.16	0.034	0.485	0.070	0.001	0.448	0.015
0.15	30.00	0.17	0.039	0.520	0.075	0.001	0.469	0.018
0.16	30.00	0.18	0.044	0.554	0.080	0.001	0.489	0.022
0.17	30.00	0.20	0.050	0.589	0.085	0.001	0.509	0.026
0.18	30.00	0.21	0.056	0.624	0.090	0.001	0.529	0.030
0.19	30.00	0.22	0.063	0.658	0.095	0.001	0.549	0.034
0.20	30.00	0.23	0.069	0.693	0.100	0.001	0.568	0.039
0.21	30.00	0.24	0.076	0.727	0.105	0.001	0.587	0.045
0.22	30.00	0.25	0.084	0.762	0.110	0.001	0.605	0.051
0.23	30.00	0.27	0.092	0.797	0.115	0.001	0.623	0.057
0.24	30.00	0.28	0.100	0.831	0.120	0.001	0.641	0.064
0.25	30.00	0.29	0.108	0.866	0.125	0.001	0.659	0.071
0.26	30.00	0.30	0.117	0.901	0.130	0.001	0.676	0.079
0.27	30.00	0.31	0.126	0.935	0.135	0.001	0.693	0.088
0.28	30.00	0.32	0.136	0.970	0.140	0.001	0.711	0.096
0.29	30.00	0.33	0.146	1.005	0.145	0.001	0.727	0.106
0.30	30.00	0.35	0.156	1.039	0.150	0.001	0.744	0.116
0.31	30.00	0.36	0.166	1.074	0.155	0.001	0.760	0.127
0.32	30.00	0.37	0.177	1.109	0.160	0.001	0.777	0.138
0.33	30.00	0.38	0.189	1.143	0.165	0.001	0.793	0.150
0.34	30.00	0.39	0.200	1.178	0.170	0.001	0.809	0.162
0.35	30.00	0.40	0.212	1.212	0.175	0.001	0.824	0.175
0.36	30.00	0.42	0.224	1.247	0.180	0.001	0.840	0.189
0.37	30.00	0.43	0.237	1.282	0.185	0.001	0.856	0.203
0.38	30.00	0.44	0.250	1.316	0.190	0.001	0.871	0.218
0.39	30.00	0.45	0.263	1.351	0.195	0.001	0.886	0.233
0.40	30.00	0.46	0.277	1.386	0.200	0.001	0.901	0.250
0.41	30.00	0.47	0.291	1.420	0.205	0.001	0.916	0.267
0.42	**30.00**	**0.48**	**0.306**	**1.455**	**0.210**	**0.001**	**0.931**	**0.284**

Dimensiones propuestas			
Canal 3	Base menor	0.55	[m]
	Altura	0.55	[m]



Cantidad de canales:	1	
Tipo de superfice	Área de cultivos	
Coeficiente de escorrentia	0.4	[-]
Periodo de retorno	25	[años]
Duración de la lluvia	5	[min]
Intensidad de la precipitación	204	[mm/h]

Nombre del canal	Area de drenaje [m²]	Longitud del canal [m]
Canal 4	3,665.43	192

Escorrentia superficial Canal 4

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

Q=	Caudal máximo instantáneo de descarga	[m³/s]
C=	Coeficiente de escorrentia	[-]
I=	Intensidad de la lluvia de diseño	[mm/h]
A=	Área de drenaje	[ha]

$Qcanal4 = 0.083$ [m³/s]

$Qtotal = 0.533$ [m³/s]

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES

Canal de drenaje 4

Tipo: Trapezoidal - Hormigón

Coef rugosidad Manning: 0.012 Fuente: Ven Te Chow

$$Q = V * A$$

Area mojada

$$(base\ menor\ del\ canal + (pendiente\ de\ pared\ de\ canal * altura)) * altura$$

Perímetro mojado

$$(base\ menor\ del\ canal + (2 * altura * \sqrt{1 + pendiente\ de\ pared\ de\ canal^2}))$$

Pendiente del canal

Radio hidráulico $Rh = \frac{A_m}{P_m}$

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Yn [m]	Ángulo	Base	Am[m²]	Pm [m]	Rh [m]	S [m/m]	V [m/s]	Q [m³/s]
0.10	30.00	0.12	0.017	0.346	0.050	0.002	0.506	0.009
0.11	30.00	0.13	0.021	0.381	0.055	0.002	0.539	0.011
0.12	30.00	0.14	0.025	0.416	0.060	0.002	0.571	0.014
0.13	30.00	0.15	0.029	0.450	0.065	0.002	0.602	0.018
0.14	30.00	0.16	0.034	0.485	0.070	0.002	0.633	0.021
0.15	30.00	0.17	0.039	0.520	0.075	0.002	0.663	0.026
0.16	30.00	0.18	0.044	0.554	0.080	0.002	0.692	0.031
0.17	30.00	0.20	0.050	0.589	0.085	0.002	0.720	0.036
0.18	30.00	0.21	0.056	0.624	0.090	0.002	0.748	0.042
0.19	30.00	0.22	0.063	0.658	0.095	0.002	0.776	0.049
0.20	30.00	0.23	0.069	0.693	0.100	0.002	0.803	0.056
0.21	30.00	0.24	0.076	0.727	0.105	0.002	0.829	0.063
0.22	30.00	0.25	0.084	0.762	0.110	0.002	0.856	0.072
0.23	30.00	0.27	0.092	0.797	0.115	0.002	0.881	0.081
0.24	30.00	0.28	0.100	0.831	0.120	0.002	0.907	0.090
0.25	30.00	0.29	0.108	0.866	0.125	0.002	0.932	0.101
0.26	30.00	0.30	0.117	0.901	0.130	0.002	0.956	0.112
0.27	30.00	0.31	0.126	0.935	0.135	0.002	0.981	0.124
0.28	30.00	0.32	0.136	0.970	0.140	0.002	1.005	0.136
0.29	30.00	0.33	0.146	1.005	0.145	0.002	1.029	0.150
0.30	30.00	0.35	0.156	1.039	0.150	0.002	1.052	0.164
0.31	30.00	0.36	0.166	1.074	0.155	0.002	1.075	0.179
0.32	30.00	0.37	0.177	1.109	0.160	0.002	1.098	0.195
0.33	30.00	0.38	0.189	1.143	0.165	0.002	1.121	0.211
0.34	30.00	0.39	0.200	1.178	0.170	0.002	1.144	0.229
0.35	30.00	0.40	0.212	1.212	0.175	0.002	1.166	0.247
0.36	30.00	0.42	0.224	1.247	0.180	0.002	1.188	0.267
0.37	30.00	0.43	0.237	1.282	0.185	0.002	1.210	0.287
0.38	30.00	0.44	0.250	1.316	0.190	0.002	1.232	0.308
0.39	30.00	0.45	0.263	1.351	0.195	0.002	1.253	0.330
0.40	30.00	0.46	0.277	1.386	0.200	0.002	1.275	0.353
0.41	30.00	0.47	0.291	1.420	0.205	0.002	1.296	0.377
0.42	30.00	0.48	0.306	1.455	0.210	0.002	1.317	0.402
0.43	30.00	0.50	0.320	1.490	0.215	0.002	1.337	0.428
0.44	30.00	0.51	0.335	1.524	0.220	0.002	1.358	0.455
0.45	30.00	0.52	0.351	1.559	0.225	0.002	1.379	0.484
0.46	30.00	0.53	0.367	1.593	0.230	0.002	1.399	0.513
0.47	30.00	0.54	0.383	1.628	0.235	0.002	1.419	**0.543**



Dimensiones propuestas			
Canal 4	Base menor	0.60	[m]
	Altura	0.60	[m]

Cantidad de canales:	1	
Tipo de superfice	Área de cultivos	
Coeficiente de escorrentia	0.4	[-]
Periodo de retorno	25	[años]
Duración de la lluvia	5	[min]
Intensidad de la precipitación	204	[mm/h]

Nombre del canal	Area de drenaje [m²]	Longitud del canal [m]
Canal 5	2,749.02	260.00

Escorrentia superficial Canal 5

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

Q=	Caudal máximo instantáneo de descarga	[m³/s]
C=	Coeficiente de escorrentia	[-]
I=	Intensidad de la lluvia de diseño	[mm/h]
A=	Área de drenaje	[ha]

Qcanal5 = 0.062 [m³/s]
Qtotal= 0.201 [m³/s]

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES

Canal de drenaje 5

Tipo: Trapezoidal - Hormigón
Coef rugosidad Manning: 0.012 Fuente: Ven Te Chow

$$Q = V * A$$

Area mojada

$$(base\ menor\ del\ canal + (pendiente\ de\ pared\ de\ canal * altura)) * altura$$

Perímetro mojado

$$(base\ menor\ del\ canal + (2 * altura * \sqrt{1 + pendiente\ de\ pared\ de\ canal^{2}}))$$

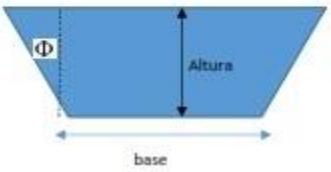
Pendiente del canal

Radio hidráulico $Rh = \frac{A_m}{P_m}$

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Yn [m]	Ángulo	Base	Am[m²]	Pm [m]	Rh [m]	S [m/m]	V [m/s]	Q [m³/s]
0.10	30.00	0.12	0.017	0.346	0.050	0.001	0.358	0.006
0.11	30.00	0.13	0.021	0.381	0.055	0.001	0.381	0.008
0.12	30.00	0.14	0.025	0.416	0.060	0.001	0.404	0.010
0.13	30.00	0.15	0.029	0.450	0.065	0.001	0.426	0.012
0.14	30.00	0.16	0.034	0.485	0.070	0.001	0.448	0.015
0.15	30.00	0.17	0.039	0.520	0.075	0.001	0.469	0.018
0.16	30.00	0.18	0.044	0.554	0.080	0.001	0.489	0.022
0.17	30.00	0.20	0.050	0.589	0.085	0.001	0.509	0.026
0.18	30.00	0.21	0.056	0.624	0.090	0.001	0.529	0.030
0.19	30.00	0.22	0.063	0.658	0.095	0.001	0.549	0.034
0.20	30.00	0.23	0.069	0.693	0.100	0.001	0.568	0.039
0.21	30.00	0.24	0.076	0.727	0.105	0.001	0.587	0.045
0.22	30.00	0.25	0.084	0.762	0.110	0.001	0.605	0.051
0.23	30.00	0.27	0.092	0.797	0.115	0.001	0.623	0.057
0.24	30.00	0.28	0.100	0.831	0.120	0.001	0.641	0.064
0.25	30.00	0.29	0.108	0.866	0.125	0.001	0.659	0.071
0.26	30.00	0.30	0.117	0.901	0.130	0.001	0.676	0.079
0.27	30.00	0.31	0.126	0.935	0.135	0.001	0.693	0.088
0.28	30.00	0.32	0.136	0.970	0.140	0.001	0.711	0.096
0.29	30.00	0.33	0.146	1.005	0.145	0.001	0.727	0.106
0.30	30.00	0.35	0.156	1.039	0.150	0.001	0.744	0.116
0.31	30.00	0.36	0.166	1.074	0.155	0.001	0.760	0.127
0.32	30.00	0.37	0.177	1.109	0.160	0.001	0.777	0.138
0.33	30.00	0.38	0.189	1.143	0.165	0.001	0.793	0.150
0.34	30.00	0.39	0.200	1.178	0.170	0.001	0.809	0.162
0.35	30.00	0.40	0.212	1.212	0.175	0.001	0.824	0.175
0.36	30.00	0.42	0.224	1.247	0.180	0.001	0.840	0.189
0.37	30.00	0.43	0.237	1.282	0.185	0.001	0.856	0.203

Dimensiones recomendadas			
Canal 5	Base menor	0.50	[m]
	Altura	0.50	[m]



TUBERIA DE SALIDA A RÍO DE ORO

$Qtotal =$ 0.734 [m³/s]

DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES		
Tunería de salida al río de Oro		
Tipo	circular PVC	
Coef rugosidad Manning	0.009	Fuente: Ven Te Chow

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Cálculo para tubería llena donde $R_h = \frac{r}{2}$

$$r = \left(\frac{Q \cdot n \cdot 2^{2/3}}{\pi \cdot S^{1/2}}\right)^{3/8}$$

Pendiente [S]	0.7%	
	0.007	
Radio	0.299	m
Diámetro	0.598	m
Diámetro seleccionado	750	mm

19.5 Anexo 5: Cantidades de Obras

Tabla 19-16: Cantidades de Obras PTAR

Componente	Detalle	Unidad	Cantidad
Tratamiento	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalojo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	11,108.00
Obra Civil Para Caja De Bypass	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	29.70
	Caja de bypass de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 3.90m x 2.10m x 6.16m	C/U	1.00
	Elementos hidráulicos para caja de by pass (compuerta mural, accesorios, etc), suministro e instalación	C/U	1.00
Obras Para Rejilla	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	12.69
	Caja para la rejilla, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 4.30m x 3.00m x 6.27m	C/U	1.00
	Rejilla de limpieza mecánica con abertura de 20 mm (ancho de la rejilla = 1,250 mm; altura de la rejilla = 6,770 mm) (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Contenedor de acero galvanizado de 1.20m³ (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Sistema de medición diferencial con medidores de nivel ultrasónicos (según BS EN 61000-6-3:2007 +A: 2011)	C/U	1.00
Estación De Bombeo Eb 1	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	15.63
	Caja de la EB 1, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 6.10m x 6.10m x 6.18m	C/U	1.00
	Bomba con su motor sumergible Q= 190 m³/h = 52.78 l/s, CTD= 14.50 m (suministro e instalación)	C/U	4.00
	Caudalímetro electromagnético (0 a 250 l/s, DN 300 mm), suministro e instalación	C/U	1.00
	Elementos hidráulicos para EB 1 (Tuberías HFD, válvulas, accesorios), suministro e instalación	C/U	1.00
	Medición diferencial con medidores de nivel ultrasónicos y de boyas herméticas para control automático de equipo de bombeo (polipropileno)	C/U	1.00
Obras Del Desarenador	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	77.13
	Caja del desarenador, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 25.70m x 2.90m, altura promedio 1.80m	C/U	1.00
	Clasificador de arena de acero inoxidable, caudal hasta 10 l/s, suministro e instalación	C/U	1.00
	Bomba para sólidos con su motor , Q= 10 l/s, CTD= 6.50 mca, (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Medidor Parshall prefabricado (PRFV, ancho de garganta 12 pulgadas, caudal: 10 l/s - 450 l/s), suministro e instalación	C/U	1.00
	Elementos hidráulicos para el Desarenador (Tubería HFD, PVC, compuertas murales, válvulas, accesorios), suministro e instalación	C/U	1.00
	Contenedor de acero galvanizado de 1.80m³ (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Medición con boyas herméticas para control automático de bomba (polipropileno)	C/U	1.00
Obras Del Tamiz Rotativo	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	81.55
	Caja para el tamiz rotativo, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 12.40m x 4.25m x 2.12m	C/U	1.00
	Tamiz rotativo (Qm= 100 l/s, L= 6.20m, diámetro del tambor = 1.01m), suministro e instalación	C/U	2.00
	Transportador helicoidal para el material retenido por las rejillas (Q de paso= 1 m³/h = 0.2778 l/s, L= 8.00m), suministro e instalación	C/U	1.00
	Elementos hidráulicos para el tamiz rotativo (Compuerta mural, accesorios), suministro e instalación	C/U	1.00
	Contenedor de acero galvanizado de 1.80m³ (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Sistema de medición diferencial con medidores de nivel hidrostáticos para los tamices rotativos	C/U	1.00
Caja De Distribución Cd1	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	14.72
	Caja de distribución 1, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 4.00m x 2.60m x 4.15m	C/U	1.00
	Elementos hidráulicos para la caja de distribución CD1 (Compuerta mural, Tuberías HFD, accesorios), suministro e instalación	C/U	1.00
Reactor Anaeróbico Tipo UASB Nº 1 (Módulos 1-1 Y 1-2)	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	M³	4,415.65
	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	641.09
	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm²), (suministro, fundición, acero de refuerzo, aditivos, formaletas, curado, acabados), etc.	M³	500.76
	Obras complementarias (Rejilla tipo tramex, tapas PRFV, escalera, vertederos triangulares, compuertas de fibra de vidrio, balones obturadores, tuberías PVC, pasamanos) del reactor UASB Nº 1 (Módulos 1-1 y 1-2)	C/U	1.00
	Instalaciones hidráulicas para la estructura del reactor UASB Nº 1 (Tubería HFD y PVC, accesorios)	C/U	1.00
Reactor Anaeróbico Tipo UASB Nº 2 (Módulo 2-1)	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	M³	2,630.87
	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	398.54
	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm²), (suministro, fundición, acero de refuerzo, aditivos, formaletas, curado, acabados), etc.	M³	323.44
	Obras complementarias (Rejilla tipo tramex, tapas PRFV, escalera, vertederos triangulares, compuertas de fibra de vidrio, balones obturadores, tuberías PVC, pasamanos) del reactor UASB Nº 2 (Módulos 2-1)	C/U	1.00
	Instalaciones hidráulicas para la estructura del reactor UASB Nº 2 (Tubería HFD y PVC, accesorios)	C/U	1.00
Sistema De Recolección De Gas	Instalaciones para la recolección de gas (Tuberías de acero inoxidable PN10, válvulas de compuerta acero inoxidable, accesorios)	C/U	1.00
	Olla de drenaje del gas de acero inoxidable, (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Quemador de gas de acero inoxidable, Q promedio= 410 m³/d, (suministro e instalación)	C/U	1.00
Estación De Bombeo EB 3.1	Bomba con su motor sumergible, Q= 10 l/s, CTD= 9.00 mca, (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Suministro e instalación de elementos hidráulicos para EB 3.1 (Tubería HFD, Válvulas, accesorios)	C/U	1.00
	Medición con boyas herméticas para control automático de bomba (polipropileno)	C/U	1.00
Estación De Bombeo Eb 3.2	Bomba con su motor sumergible, Q= 10 l/s, CTD= 9.00 mca, (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Suministro e instalación de elementos hidráulicos para EB 3.2 (Tubería HFD, Válvulas, accesorios)	C/U	1.00
	Medición con boyas herméticas para control automático de bomba (polipropileno)	C/U	1.00
Caja De Distribución Cd2	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	24.47

Componente	Detalle	Unidad	Cantidad
	Caja de distribución 2, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 5.10m x 3.70m x 2.88m	C/U	1.00
	Elementos hidráulicos para la Caja de distribución 2 (Compuerta murales), suministro e instalación	C/U	1.00
Lechos De Secado	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	915.38
	Estructura de unidades de lechos de secado (Estructura de concreto reforzado, tubería de drenaje, arena, grava, según planos)	C/U	15.00
	Elementos hidráulicos para los lechos de secado (Tubería HFD, válvulas, accesorios), suministro e instalación	C/U	1.00
Estación De Bombeo Eb 4	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	9.72
	Caja de la EB 4, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 3.95m x 1.80m x 4.86m	C/U	1.00
	Bomba con su motor sumergible, Q= 10 l/s, CTD= 8 mca, (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Instalaciones hidráulicas para EB 4 (Tubería HFD, válvulas, accesorios,), suministro e instalación	C/U	1.00
	Medición con boyas herméticas para control automático de bomba (polipropileno)	C/U	1.00
Canal De Salida Y Parshall	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	35.06
	Caja del canal de salida y Parshall, de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones 15.00m x 1.50m x 2.25m	C/U	1.00
	Medidor Parshall prefabricado (PRFV, ancho de garganta 12 pulgadas, caudal: 10 l/s - 450 l/s), suministro e instalación	C/U	1.00
Obras De Salida	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	109.44
	Estructura de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60 y concreto ciclópeo de la obra de salida, dimensiones 45.00m x 3.30m x 1.65m	C/U	1.00
Lagunas Facultativas	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalojo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	43,828.00
	Obra de entrada de concreto ciclópeo (incl. pozo de visita y tubería de PVC)	C/U	2.00
	Geotextil antipunzonamiento no tejido, resistencia al punzonamiento >= 3,500 N, espesor 1.4mm, (suministro e instalación)	M²	18,010.00
	Geomembranas en PEAD, resistencia al punzonamiento >= 4,000 N, espesor 1.5mm, (suministro e instalación)	M²	9,005.00
	Grava para protección del geotextil del fondo, diámetro de 5-10 cm, espesor 0.14m, densidad superior a 2.65 t/m³, (suministro y colocación)	M²	1,100.00
	Enrocado sobre los taludes internos para protección del geotextil, espesor 0.30m, (suministro e instalación)	M²	562.00
	Obra de salida de concreto reforzado (placa de vertedero de acero inoxidable)	C/U	2.00
Lagunas De Maduración	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalojo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	87,655.00
	Obra de entrada de concreto ciclópeo (incl. pozo de visita y tubería de PVC)	C/U	4.00
	Geotextil antipunzonamiento no tejido, resistencia al punzonamiento >= 3,500 N, espesor 1.4mm, (suministro e instalación)	M²	42,050.00
	Geomembranas en PEAD, resistencia al punzonamiento >= 4,000 N, espesor 1.5mm, (suministro e instalación)	M²	21,025.00
	Grava para protección del geotextil del fondo, diámetro de 5-10 cm, espesor 0.14m, densidad superior a 2.65 t/m³, (suministro y colocación)	M²	2,750.00
	Enrocado sobre los taludes internos para protección del geotextil, espesor 0.30m, (suministro e instalación)	M²	1,280.00
	Obra de salida de concreto reforzado (placa de vertedero de acero inoxidable)	C/U	4.00
Interconexiones De Las Obras (Tuberías)	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 0.00 a 1.50m	M³	1,578.57
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 1.51 a 2.00m	M³	154.34
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 2.01 a 2.50m	M³	4.93
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	M³	1,485.53
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	M³	421.75
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	M³	30.50
Excavación Clasificada	Excavación en cascajo	M³	50.00
	Excavación en cantera	M³	50.00
	Excavación en Roca	M³	70.00
Relleno Y Compactación	Relleno y compactación común o normal	M³	229.00
	Relleno y compactación con material granular	M³	145.00
	Relleno y compactación con material selecto	M³	1,297.00
Tuberías	Tubería PVC F-949 de 250mm (10"), (Suministro e Instalación)	ML	49.00
	Tubería PVC F-949 de 300mm (12"), (Suministro e Instalación)	ML	24.00
	Tubería PVC F-949 de 375mm (15"), (Suministro e Instalación)	ML	907.00
	Tubería PVC F-949 de 450mm (18"), (Suministro e Instalación)	ML	116.00
	Tubería PVC-F-949 de 600mm (24"), (Suministro e Instalación)	ML	770.00
	Tubería PVC F-949 de 750mm (30"), (Suministro e Instalación)	ML	678.00
	Tubería HFD DN 100mm, Clase 40, PN 10, campana-espiga, (suministro e instalación)	ML	125.00
	Tubería HFD DN 300mm, Clase 40, PN 25, campana-espiga, (Suministro e Instalación)	ML	25.00
Pozos De Visita	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 1.50m	C/U	2.00
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 1.51 a 2.50m	C/U	7.00
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	C/U	14.00
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	C/U	4.00
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	C/U	2.00
Instalaciones Eléctricas	Suministro, izada de poste de concreto 40' 500 dAN con sus herrajes primario, incluye medición telemedida	C/U	21.00
	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 1/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	ML	1,200.00

Componente	Detalle	Unidad	Cantidad
	Desmontar y reubicar transformador y luminaria	C/U	1.00
	Desinstalar poste de pino y línea primaria monofásica 2 hilos, 14.4 kv	C/U	6.00
	Medición secundaria telemedida	C/U	1.00
	Banco de Transformadores monofásico de 37.5 Kva, 14.4/24.9kV-240/480V, con sus protecciones	C/U	3.00
	Acomet. soterr. bco. trafo. 3x37.5kva CCM1, cable 3N°3/0 +1N° 3/0 +1N° 3/0 THHN AWG 600V, tubo PVC 2 1/2"X20' SCH 40, tubo IMC 2 1/2"X20' parte exp., 3N°3/0 +1N° 3/0 +3N°1/0 THHN AWG 600V, exc., protec. a canaliz., rell., compact., caja de reg.	ML	30.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM 2, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, con protección mecánica de canalización	ML	50.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM 3, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, con protección mecánica de canalización	ML	85.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM 4, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, con protección mecánica de canalización	ML	75.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM5, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	85.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM6.1, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	63.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM6.2, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	105.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM 7 móvil, cable 3N° 2 +1N° 2 +1N° 2 THHN AWG 600V, PVC 1 3/4''X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno, compact. y caja bornera	ML	60.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM8, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	127.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM9.1, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	30.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al centro control de motores CCM9.2, cable 3N°8 +1N°8 +1N°8 THHN AWG 600V, PVC 1''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	30.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al transfer swicht , cable 1N° 3/0 +1N° 3/0 +1N° 3/0 THHN AWG 600V, tubo PVC 2 1/2"X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	6.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 1 al generador , cable 1N° 3/0 +1N° 3/0 +1N° 3/0 THHN AWG 600V, tubo PVC 2 1/2"X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	20.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 2 al motor rejilla de gruesos de 2HP /3F/460V/60HZ, 3N° 12 +1N° 12 +1N° 12 THHN AWG 600V, tubo PVC 1/2"X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	20.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 3 al motor 2.5 HP/3F/460V/60HZ, Bomba Sumergible del Desarenador cable 3N° 10 +1N° 10 +1N° 10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"X20' SCH 40, exc., protecc. mecán. de canaliz., relleno y comp.	ML	25.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 4 a un motor de 1.5 HP 3F/460V/60HZ, Clasificador de arena, cable 3N° 10 +1N° 10 +1N° 10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canaliz., relleno y compac.	ML	20.00
	Acometida soter. centro control motores CCM5 a c/ motor de 1.5 HP 3F/460V/60HZ, Transportador helicoidal y Tamiz rotativo cable 3N°10 +1N° 10 +1N° 10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"X20' SCH 40, exc., protec. mecán. de canaliz., relleno, compac.	ML	90.00
	Acometida soterrada centro control motores CCM6.1 al motor de 3 HP 3F/460V/60HZ, Lodos UASB cable 3N°10 +1N° 10 +1N° 10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"X20' SCH 40, exc., protec. mecán. de canaliz., relleno, compac.	ML	20.00
	Acometida soterrada centro control motores CCM6.2 al motor de 3 HP 3F/460V/60HZ, Lodos UASB cable 3N°10 +1N° 10 +1N° 10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"X20' SCH 40, exc., protec. mecán. de canaliz., relleno, compac.	ML	20.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 7 Móvil al motor de 10 HP 3F/460V/60HZ, Bomba cable 7x2.5mm², tipo protoduro.	ML	50.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 7 Móvil al motor de 5.36 HP 3F/460V/60HZ, Hidráulico cable 4x1.5mm², tipo protoduro	ML	50.00
	Acometida del centro control de motores CCM 7 Móvil al motor reductor de succión 3HP /3F/460V/60HZ, cable 4x1.5mm², tipo protoduro	ML	80.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 7 Móvil a cuatro motores de 1.67 HP 3F/460V/60HZ, Propela cable 4x1.5mm², tipo protoduro	ML	240.00
	Acometida soterrada del centro control de motores CCM 8 al motor de 2.5 HP 3F/460V/60HZ, Bomba Sumergible 3 cable 3N° 10 +1N° 10 +1N° 10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compac.	ML	30.00
	Acometida soterrada del panel controles eléctricos al circuito del alumbrado exterior cable 2 N° 8 +1N° 8 +1N° 8 THHN AWG 600V, tubo PVC 1"X20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	90.00
	Acometida aérea para iluminación exterior con cable triplex N°2 y herrajes para tendido del conductor	ML	1,860.00
	Centro control motores CCM 1, G° prot. IP56 con barra cobre de 300 Amp, para CCM's, con mein ppal de 3x225Amp, transfer switch 3x225 Amp e interrup. trafo. seco de 2x60Amp, interrup. 3 de 3x40Amp, 3 de 3x30Amp, 3 de 3x20Amp , 1 de 3x70Amp	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 2, grado de protección IP 66 para un motor de 2HP con su guardamotor, transformdor de control, control de nivel diferencial, control de nivel automático común PLC	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 3, grado de protección IP 66 para un motor de 2.5HP 480V trifásico con su control, relé térmico y su capacitor	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 4, grado de protección IP 66 para motor de 1.5HP480V trifásico con su control, relé térmico y su capacitor	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 5, grado de protección IP 66 para tres motores de 1.5HP480V trifásico con su guardamotor y control	C/U	1.00
	Gabinete, centro control motores CCM6.1, grado de protección IP 66 para motor de 3HP480V trifásico con su control, relé térmico y su capacitor	C/U	1.00
	Gabinete, centro control motores CCM6.2, grado de protección IP 66 para motor de 3HP480V trifásico con su control, relé térmico, y su capacitor	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 7 Móvil, grado de protección IP 66 para un motor de 10HP, un motor de 5.36 HP, un motor de 3HP y cuatro motores de 1.67HP, con guardamotores y contactor magnético 480V trifásico, barra de cobre 125Amp	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 8, grado de protección IP 66 para un motor de 2.5 HP, arrancador suave, relé térmico y banco capacitor 480V trifásico	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 9.1, grado de protección IP 66 para un motor de 7.5 HP, arrancador suave 480V trifásico, barra de cobre 125Amp	C/U	1.00
	Gabinete, centro control de motores CCM 9.2, grado de protección IP 66 para un motor de 7.5 HP, arrancador suave 480V trifásico, barra de cobre 125Amp	C/U	1.00
	Planta emergencia (generador) 135Kw/158Kva trifásico , plataforma de concreto, con su transfer switch	C/U	1.00
	Red de tierra, malla de 4mt x 4mts cable No 2/0, Varilla polo copperweld 5/8'' x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial y derivaciones con cable 1/0 y cable N°2, relleno de conducrete en los puntos de varilla a polo	C/U	1.00
	Poste de Concreto de 30' tipo ENEL	C/U	28.00
	Luminaria tipo cobra de 150w HPS 240V, fotocelda y brazo para luminarias	C/U	28.00
Obras Conexas	Caseta de controles eléctricos, de operación y garaje (obra civil, sistema eléctrico e hidrosanitario, etc.)	M²	105.00
	Cerco de malla ciclón de 8' con tubo de HG de 1 1/2, con pedestales de concreto y arbotante de alambre de púas, conforme planos y E.T.	ML	1,440.00
	Portón de malla ciclón Cal. 13, de 2 hojas de 3mx1.94m, pedestales de concreto de 3,000 PSI de0.40x0.40x1.00m, marco de tubo de HG Ø 1½", tensor de varilla lisa de Ø ½", con 2 manos de pintura anticorrosiva	C/U	1.00
	Revestimiento del predio con grama	M²	10,900.00
	Andén de concreto simple de 2,500 psi e=7.5cm, ancho=1.20m Sisa @ 1.20 y acabado escobillado	M²	350.00
	Adoquinado para superficie de rodamiento, adoquín tipo tráfico 3,500 psi, incluye base granular y sub-base	M²	3,430.00
	Mejoramiento de camino con macadam; esp=0.20m compactado al 95% Próctor	M²	7,100.00
	Canal de sección trapezoidal de concreto ciclópeo (proporción 60/40 con concreto de 2,500 psi) con ancho de base 0.30 m x 0.30 m de alto, conforme y plano y E.T.	ML	256.00
	Canal de sección trapezoidal de concreto ciclópeo (proporción 60/40 con concreto de 2,500 psi) con ancho de base 0.35 m x 0.35 m de alto, conforme y plano y E.T.	ML	317.00
	Canal de sección trapezoidal de concreto ciclópeo (proporción 60/40 con concreto de 2,500 psi) con ancho de base 0.55 m x 0.55 m de alto, conforme y plano y E.T.	ML	192.00
	Canal de sección trapezoidal de concreto ciclópeo (proporción 60/40 con concreto de 2,500 psi) con ancho de base 0.60 m x 0.60 m de alto, conforme y plano y E.T.	ML	260.00

Componente	Detalle	Unidad	Cantidad
	Canal de sección trapezoidal de concreto ciclópeo (proporción 60/40 con concreto de 2,500 psi) con ancho de base 0.50 m x 0.50 m de alto, conforme y plano y E.T.	ML	276.00
	Caseta para protección de panel CCM, de 1.50mx1.50m	C/U	12.00
Sistema De Agua Potable	Cisterna de concreto reforzado, resistencia mínima 4,000 PSI, capacidad 12m³, (3.8m x 3.5m x 2.5m)	C/U	1.00
	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	1.00
	Red de agua potable en tubería PVC SDR 26 DN 100mm (4"), suministro e instalación (incluye accesorios)	ML	895.00
	Red de distribución de agua potable en tubería PVC SDR 26 DN 50mm (2") y 25mm (1"), suministro e instalación, (incluye accesorios)	ML	280.00
	Sistema de protección mediante medición del nivel con electrodos en cisterna	C/U	1.00
Obras Adicionales	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	10.00
	Zampeado de piedra bolón con mortero 1:3, relación 40% mortero 60% bolón	M³	10.00
	Mampostería reforzada con acero #3 Grado 40 @ 0.40m en A/D	M²	10.00
	Concreto ciclópeo proporción 60% piedra bolón y 40% concreto de 2,500 PSI	M³	10.00
	Concreto estructural resistencia mínima de 3,500 PSI (245 kg/cm²), (suministro, fundición, acero de refuerzo, aditivos, formaletas, curado, acabados)	M³	10.00

Tabla 19-17: Cantidades de Obras RAS

Componente	Detalle	Unidad	Cantidad
Excavación	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 0.00 a 1.50m	M³	5,685.76
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 1.51 a 2.00m	M³	3,790.51
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 2.01 a 2.50m	M³	871.82
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	M³	833.91
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	M³	833.91
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	M³	416.96
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	M³	416.96
	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 6.51 a 7.50m	M³	416.96
Excavación Clasificada	Excavación en cascajo	M³	9,476.27
	Excavación en cantera	M³	10,234.37
	Excavación en Roca	M³	4,927.66
Relleno Y Compactación	Relleno y compactación con material del sitio	M³	24,890.96
	Relleno y compactación con material selecto	M³	9,294.30
	Relleno y compactación con material granular	M³	3,098.10
Colectores Principales	Tubería PVC F-949 de 150mm (6"), (Suministro e Instalación)	ML	18,843.16
	Tubería PVC F-949 de 200mm (8"), (Suministro e Instalación)	ML	1,577.94
	Tubería PVC F-949 de 250mm (10"), (Suministro e Instalación)	ML	463.13
	Tubería PVC F-949 de 300mm (12"), (Suministro e Instalación)	ML	1,836.35
	Tubería PVC F-949 de 375mm (15"), (Suministro e Instalación)	ML	1,330.21
	Tubería PVC F-949 de 450mm (18"), (Suministro e Instalación)	ML	566.34
	Tubería PVC F-949 de 525mm (21"), (Suministro e Instalación)	ML	829.41
Línea De Impulsión	Tubería HFD DN 200mm, Clase 40, PN 10, campana espiga (Suministro e instalación, sin excavación, sin relleno y compactación)	ML	681.07
Válvulas De Aire	Válvula de aire de triple función DN 80mm, con válvula deslizante, en tubería de 200mm (8"), accesorios de conexión, suministro e instalación	C/U	1.00
Caja Protección Válvulas	Caja de protección de concreto reforzado de 4,000 PSI, acero de refuerzo grado 60, dimensiones hidráulicas 1.40 x 1.40 x 2.53m, espesor de paredes 0.20m, losa inf. 0.15m, losa sup. t=0.20m, concreto pobre de nivelación, suelo cemento c/mat. sitio 1:8	C/U	1.00
Sustitución Colectores Existe	Acople del colector nuevo a pozo de visita existente	C/U	10.00
	Traslado de Acometidas existentes a las cajas de acometidas del nuevo colector	C/U	160.00
Pozos De Visita Sencillos	Demolición de Pozo de visita	C/U	18.00
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 1.50m	C/U	128.00
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 1.51 a 2.50m	C/U	217.00
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	C/U	69.00
Pozos De Visita Doble Pared	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	C/U	29.00
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	C/U	12.00
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	C/U	5.00
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 6.51 a 7.50m	C/U	5.00
Construcción De Caídas En Pozos De Visita	Caída en pozo de visita tubo Ø 150mm PVC SDR 41, h=0.6 a 3.00m	C/U	44.00
	Caída en pozo de visita Ø tubo 150mm PVC SDR 41, h= 3.01 a 7.50m	C/U	4.00
	Caída en pozo de visita Ø tubo 200mm PVC SDR 41, h=0.6 a 3.0m	C/U	1.00
	Caída en pozo de visita Ø tubo 250mm PVC SDR 41, h=0.6 a 3.0 metros	C/U	1.00
	Caída en pozo de visita Ø tubo 300mm PVC SDR 41, h= 0.60 a 3.00m	C/U	1.00
	Caída en Pozo de Visita Ø tubo 375mm PVC SDR 41, h= 0.60 a 3.00m	C/U	1.00

Componente	Detalle	Unidad	Cantidad
Conexiones Domiciliares	Conexión domiciliar corta AS (longitud menor a 3.5 m), con caja de registro prefabricada de 0.40m x 0.40m	C/U	1,260.00
	Conexión domiciliar larga AS (longitud mayor a 3.50m y menor a 7.50m), con caja de registro prefabricada de 0.40m x 0.40m	C/U	1,260.00
	Tubería domiciliar adicional F-949 DN 100mm (4"), suministro e instalación	ML	299.00
	REMOCIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUPERFICIES		
	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	M²	1,568.39
	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento de adoquín	M²	4,937.17
	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento de concreto hidraulico	M²	210.00
	Remoción y restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	M²	525.00
Estación De Bombeo 1. Obras Civiles	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalojo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	150.00
	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	M³	1,400.69
	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	18.40
	Concreto de 2,000 PSI (140 kg/m²), (suministro, fundido y curado)	M³	1.19
	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm²), (suministro, fundición, acero de refuerzo, aditivos, formaletas, curado, acabados), etc.	M³	72.62
	Peldaños incrustados en muros, en varilla de ø 3/4" a cada 0.30 m, con dos manos de pintura anticorrosiva	C/U	61.00
	Rejilla tipo trámex, suministro e instalación	M²	7.00
	Caseta de operador y controles eléctricos (con su acometida, panel, sistema eléctrico, sistema sanitario, sistema de tratamiento de aguas residuales)	M²	27.47
	Andén de concreto simple de 2,500 psi e=7.5cm, ancho=1.20m Sisa @ 1.20 y acabado escobillado	M²	15.00
	Adoquinado para superficie de rodamiento, adoquín tipo tráfico 3,500 psi, incluye base granular y sub-base	M²	350.00
	Revestimiento del predio con grama de la especie "San Agustín"	M²	50.00
	Cerco de malla ciclón de 8' con tubo de HG de 1 1/2, con pedestales de concreto y arbotante de alambre de púas, conforme planos y E.T.	ML	70.00
	Portón de malla ciclón Cal. 13, de 2 hojas de 3mx1.94m, pedestales de concreto de 3,000 PSI de0.40x0.40x1.00m, marco de tubo de HG Ø 1½", tensor de varilla lisa de Ø ½", con 2 manos de pintura anticorrosiva	C/U	1.00
Instalaciones Hidráulicas	Instalaciones hidráulicas para la estación de bombeo	C/U	1.00
	Rejilla tipo "Canasta" de acero inoxidable, p/tubería de entrada DN 375mm, altura desde la entrada al piso ~7.00m, dimensiones: ancho= 0.64m, prof.= 0.58m, h= 1.20m, abertura de rejilla 20mm, abertura de rejilla provisional 20mm, h de vaciado ~1.70m	C/U	1.00
	Contenedor móvil para basura de rejilla, de acero galvanizado para 1.10 m3, L= 1.38m, A =1.08m, H=1.53m	C/U	1.00
	Medidor de flujo electromagnético D = 150 mm	C/U	1.00
Instalaciones Electromecánicas	Bomba con su motor sumergible de 10 HP, 460 V, 60 Hz, Q = 17.33 l/s, CTD = 19.40 m, a operar con arrancador variador de frecuencia	C/U	3.00
	Sistema de detector de niveles tipo hidrostático, incluye controles de gabinete y sensor	C/U	1.00
Instalaciones Eléctricas	Suministrar, Izar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 14.4/24.9kv, incluye medición primaria Disnorte-Dissur	C/U	6.00
	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 1/0 ACSR 4Hilos 13.2 kv	ML	400.00
	Medición secundaria telemedida	C/U	1.00
	Suministro y montaje de transformador monofásico 15KVA 14.4/24.9KV 240/480V.	C/U	3.00
	Acometida soterrada del Trafo 3x15kva al CCM ppal., 3 N°6 + 1 N°6 + 1N° 6 THHN AWG, 600V, tubo IMC 1 ¼"x 10' parte exp., 3 N°6 + 1 N°6 + 1N° 6 THHN AWG, 600V, tubo PVC 1 ¼"x 20' SCH 40 p/soterr., protecc. mecán. de canalización, caja de registro	ML	28.00
	Acometida soterrada del CCM ppal. al Generador, cable 3 N°6 + 1 N°6 + 1N° 6 THHN AWG, 600V, tubo PVC 1 ¼"x 20' SCH 40 parte soterrada, exc., protecc. mecán. de canalización, relleno, compact., con caja de registro	ML	18.00
	Acometida soterrada del CCM ppal. a cada motor de 10HP trifásico 480v, cable 3 N°10 + 1 N°10 + 1 N°10 THHN AWG 600V, tubo PVC 3/4"x20' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno, compactación, caja bornera y caja registro	ML	30.00
	Acometida soterrada del CCM principal al motor polipasto de 1.5HP trifásico 480v, cable 3N°12 +1N°12 +1N°12 THHN AWG 600V, PVC 1/2''x20' SCH40, exc., protección mecánica de canalización, relleno, compactación y caja bornera	ML	14.00
	Acometida soterrada del CCM principal al transformador seco de 10kva 480-120/240v, cable 3N°10 +1N° 10, PVC 3/4"x20'' SCH 40, exc., protección mecánica de canalización, relleno y compactación	ML	6.00
	CCM IP 56, barra cobre 150Amp, p/4 motores, arrancador c/variador de frec. 10 HP, protecc. y medic., interr. ppal 3x70Amp, transfer swicht 3x70Amp, interr. 3x30Amp p/motor 10HP, interr. 2x30Amp p/trafo seco 10 Kva 480-120/240, capacitores 3 KVAR	ML	1.00
	Red de tierra, malla de 3mt x 3mts cable No 1/0, Varilla polo copperweld 5/8'' x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial, relleno de conducrete en los puntos de varilla a polo	C/U	1.00
	Generador de emergencia 56 kW 480VAC, 60Hz trifásico con gabinete para intemperie, con su basede concreto (suministro e instalación)	C/U	1.00
	Poste de Concreto de 30' tipo ENEL	C/U	4.00
	Luminaria tipo cobra de 150HPS 240V, Fotocelda y brazo para luminarias (suministro e instalación)	C/U	4.00
Obras Generales	Suelo cemento proporción 1:8, con material del sitio (suministro, fundido y curado)	M³	84.00
	Concreto de 3,000 PSI (210 kg/m²), (suministro, fundido, curado)	M³	53.00
	Concreto estructural resistencia mínima de 3,500 PSI (245 kg/cm²), (suministro, fundición, acero de refuerzo, aditivos, formaletas, curado, acabados)	M³	42.00
	Concreto ciclópeo con 60% piedra bolón y 40% concreto de 3,000 psi	M³	84.00
	Gaviones con malla hexagonal a doble torsión. Piedra de 2,600 kg/m³. (Incluye excavación, relleno y compactación, desalojo de material sobrante). De acuerdo a planos y E.T.	M³	63.00

19.6 Anexo 6: Manual de Operación y Mantenimiento PTAR Rivas

~ Manual de Operación y Mantenimiento

El objetivo del Manual de Operación y Mantenimiento es orientar las labores a desarrollar por el personal a fin de asegurar la sostenibilidad del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Rivas.

Se debe garantizar que se lleve a cabo el tratamiento adecuado para obtener la calidad del efluente estipulado. En caso de que por razones imprevistas se obtenga una calidad inferior a la requerida, se debe evitar que esta situación se mantenga por períodos prolongados. El tratamiento de aguas residuales no debe generar olores desagradables ni proliferación de una gran cantidad de insectos. Por lo tanto una buena operación y un mantenimiento adecuado sirven no solo para la planta en sí, sino también para garantizar una zona libre de olores y molestias a la población.

Operación y mantenimiento son un conjunto de acciones íntimamente relacionadas entre sí, que en la mayoría de los casos es difícil de diferenciar, ya que, fundamentalmente, toda la serie de acciones que se ejecutan en ambos tiene un mismo fin, el cual es conseguir el buen funcionamiento de un sistema. Las acciones entre operación y mantenimiento se diferencian entre sí, porque en operación estas acciones son externas a las instalaciones y equipos, es decir, que no alteran su naturaleza ni sus partes constitutivas; mientras que en el mantenimiento, son acciones internas a las instalaciones y equipos, que de algún modo afectan su naturaleza o sus características internas. Hay dos tipos diferentes y bien determinadas de mantenimiento: Mantenimiento preventivo: Como su nombre lo indica, consiste en ejecutar en las instalaciones y equipos una serie de acciones de mantenimiento, sin esperar a que se produzcan los daños, y se realizan precisamente para evitar dentro de lo posible que éstos se presenten. El desarrollo del mantenimiento preventivo, debe programarse en forma calendarizada en todas y cada una de sus acciones, y por este mismo hecho, al practicarlo se obtiene gran economía; Mantenimiento correctivo o de reparación de daños: Este consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que pueda haberse producido en las instalaciones y equipos. Como los daños y fallas en las instalaciones y equipos son de naturaleza tan variada, como también pueden ocurrir en el momento menos esperado y sin aviso previo, el mantenimiento correctivo no puede programarse y la política razonable es estar preparado para enfrentar esa situación de emergencia, disponiendo de los recursos necesarios para proceder en forma inmediata.

Las acciones de mantenimiento e inspección deberán ser sistemáticamente desarrolladas diariamente o regularmente, a fin de identificar, en una etapa temprana, aquellos equipos e instrumentos que están funcionando de una manera anormal y así prevenir daños mayores. Los tipos y detalles de las acciones de inspección y mantenimiento, serán clasificados como sigue: Inspección diaria: La inspección diaria es un tipo de inspección que se desarrolla como regla general, por lo menos una vez al día. Esta inspección comprende una revisión de cada equipo y estructura con relación a lectura del medidor, ruido anormal, aumento de temperatura, vibración, filtración de aceite, fuga de agua, olor, fisuras en las estructuras, control sanitario y condiciones de limpieza de la planta; Inspección regular: La inspección regular es un tipo de inspección que comprende la revisión de secciones que no pueden ser revisadas durante la inspección diaria, secciones importantes y secciones que requieren instrumentos de medición. Esta inspección es ejecutada sistemática y regularmente, por ejemplo, semanal, mensual

o anualmente, según el tipo e importancia del equipo o de la instalación; Inspección de precisión: La inspección de precisión es un tipo de inspección conducida por ingenieros especialistas, quienes desarman los equipos e instrumentos y los inspeccionan cuidadosamente; Inspecciones temporales: Las inspecciones temporales son un tipo de inspección desarrollada temporalmente para tratar de localizar anormalidades identificadas a través del monitoreo de la operación y de inspecciones diarias o regulares y para investigar la causa y el grado de anormalidad.

Una relación de coordinación con los proveedores y prestadores de servicios de los equipos y aparatos más importantes, debe mantenerse todo el tiempo, para estar preparados ante la eventualidad de una situación de emergencia.

- **Objetivos**

El manual contiene la información necesaria para que sirva de herramienta para el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Asegurar la sostenibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de El Rivas a través de procedimientos y recomendaciones para que el proyecto organice las actividades de Operación y Mantenimiento de cada uno de los componentes que conforman el sistema.
Uniformar los procedimientos de operación y control de cada uno de los elementos del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Rivas.

- **Operación y Mantenimiento de la Red de Colección**

El sistema de recolección del alcantarillado sanitario, que ha sido concebido y construido para contribuir al saneamiento de la población urbana, frecuentemente es mal utilizado, en términos generales, por la misma población usuaria, provocando situaciones de insalubridad ambiental causadas por el derrame y encharcamiento de las aguas negras en las calles. Un elemento muy importante y difícil de controlar es la introducción de las aguas pluviales, que realiza la población al conectar de forma clandestina el drenaje del patio a la red interna del alcantarillado sanitario.

Maniobras de operación

a) Todo sistema de alcantarillado para que opere de manera eficiente debe contar con una política de operación, la cual debe estar acorde con el diseño del sistema para que el funcionamiento de éste sea adecuado y evitar daños, tanto a la red como a los usuarios, reduciendo las molestias y quejas subsiguientes.
b) Dentro de las políticas de operación de la red deben estar contemplados programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como maniobras de compuertas y bombeos en determinados sitios y horarios, esto con el propósito de lograr que el sistema funcione de manera óptima. Los programas tienen por objeto mantener en buenas condiciones todas las tuberías y todas las estructuras que conforman el sistema.
c) En todo momento se tratará que las tuberías de la red trabajen a superficie libre; sin embargo, cuando se presenten lluvias mayores a la que corresponde al periodo de diseño es de esperarse que

trabajen a presión y como correspondencia se produzcan inundaciones en la zona afectada por el desborde en algunos pozos de visita y/o conexiones domiciliares. Es por ello que se debe contar con las medidas necesarias para aminorar los daños y molestias que se puedan ocasionar.

Medidas de conservación y limpieza

a) Todo sistema de alcantarillado debe contar con un mantenimiento en menor o mayor grado, esto con el propósito de que el sistema funcione adecuadamente y se eviten anomalías en la época de lluvias. Además, ello ayuda a prolongar la vida útil del sistema.
b) Esta actividad debe programarse para llevarse a cabo en la época de estiaje, que es cuando los sistemas conducen caudales pequeños y es posible revisarlos con relativa facilidad, así como detectar los daños.
c) En este periodo (estiaje) es de esperarse que se tenga la presencia de sedimentos en el sistema debido a que las velocidades son bajas y la fuerza de arrastre no es suficiente para mantener limpia de sedimentos la tubería en todo tiempo. Por esto, es necesario hacer actividades de limpieza en el sistema, para lo cual se requiere de equipo apropiado para llevar a cabo esta actividad, ya que existen tanto conducciones a cielo abierto como cerradas, siendo estas últimas la mayoría.
d) Un sistema de limpieza conocido como el Vactor, utiliza inyección de agua a presión (750 kg/cm2), que es introducida a través de una manguera en cuyo extremo lleva una tobera; estas llevan en su parte posterior y en forma de anillo una serie de orificios con cierto grado de inclinación (35º y 45º) para poder ir lanzando el agua y a la vez poder ir avanzando. Existen diversos tipos de equipos que se pueden adaptar a las necesidades y el financiamiento disponible.

La operación de limpieza de una tubería con este último tipo de sistema es sencilla, ya que basta introducir por el pozo de visita el extremo de la manguera; una vez colocada la tobera adecuada, se pone en funcionamiento la bomba y comienza a avanzar, a partir de este momento, la manguera a través de la tubería, empujada por la reacción del agua que sale a través de los orificios de la tubería, tal como se observa en la siguiente foto:



Foto 19-1: Vactor en operación de limpieza de alcantarillas

Accesorios de limpieza

Además de la limpieza de conductos utilizando agua a presión, también esto se hace por medio de procedimientos manuales, los cuales consisten en el retiro de la basura o sedimento con una rotosonda

mediante dispositivos como son: cepillos o palas que se arrastran en el interior de la tubería en forma manual o mecánica.

(a) Faederas, fijas o móviles (b) Ruedas limpiadoras simples con arpón
(c) Ruedas limpiadoras universales (d) Ruedas limpiadoras simples
(e) Sacatrapos de doble gancho (f) Llaves de Arquímedes

Todos los dispositivos descritos se emplean usando varillas de 0.90 m en cuyos extremos tienen rosca y palanca para asegurar la sujeción, y dada la flexibilidad del dispositivo se pueden limpiar longitudes de hasta 50 m, que es en promedio la mitad de la distancia normal que se tiene entre pozos de visita.

Si la forma de conducción lo permite, pueden emplearse rastrillos, escobas de fibras metálicas y compuertas móviles en las que la presión del agua remansada actúa de motor y el estrechamiento regulable, situado aguas abajo, permite producir un chorro suficiente para provocar el arrastre de sedimento.

Conservación y reparación del sistema de alcantarillado

Es difícil establecer lineamientos que indiquen cuando efectuar reparaciones en un sistema, ya que estas pueden ir desde la simple reposición de una tapa de pozo de visita, hasta la reconstrucción de un tramo de alcantarilla. En esta última situación, el daño puede haber sido producido por un sismo, una avenida extraordinaria u algún otro evento. Para hacer la reparación de las tuberías rotas, es necesario levantar el pavimento para sustituir los tramos dañados y en el caso en que solo se tengan agrietamientos, estos pueden ser reparados utilizando equipo especial que inyecte concreto o alguna resina en la zona dañada.

Problemas imputables a la red

- Corrosión en los elementos metálicos dentro de la red como son, por ejemplo, los equipos de bombeo, compuertas, peldaños de los pozos de registro, etc.
- Insuficiencia de la capacidad del colector o del alcantarillado. El funcionamiento a presión hace trabajar las juntas en condiciones superiores a las normales provocando fugas de agua hacia el exterior. A veces llegan a provocar que las tapas salten de los pozos de visita, generando un serio problema.
- Los cierres hidráulicos originados en cambios de sección con disposición errónea, así como en la intersección de dos alcantarillas, generan sobreelevaciones de agua, aguas arriba y llegan a producir inundaciones.
- Erosiones en tramos de tuberías debido a que el flujo lleva una excesiva velocidad del agua, producidas por una pendiente inadecuada.
- Sedimentaciones importantes, que obligan a realizar limpiezas más periódicas, debido al empleo de pendientes muy reducidas.
- Pérdida de agua por usar juntas inadecuadas.
- Filtración de agua exterior a través de juntas inadecuadas.

Causas externas

· Rotura de los conductos por la penetración de raíces.
· Rotura de los conductos por sobrecargas excesivas, mala colocación del conducto o paso de maquinaria o equipo muy pesado sobre ellas.
· Asentamientos provocados por otras construcciones próximas.
· Perforación por pilotajes o roturas producidas por excavaciones para otro tipo de obras.
· Utilización de pozos de visita como vertedores de residuos sólidos. Comúnmente con este tipo de acción, se generan obstrucciones y sedimentaciones y en consecuencia se disminuye la capacidad de los conductos.
· Acción sobre los colectores de otros servicios integrados en el subsuelo, como son, por ejemplo, los servicios de abastecimiento de agua potable, gas, electricidad, teléfono, etc., y que muchas veces llegan a cruzar los colectores disminuyendo su capacidad real.
· Ataque exterior hacia la tubería por agresividad del terreno o existencia de corrientes.
· Ataque interior hacia los conductos por vertidos de ácidos, gases, productos corrosivos o diferentes elementos que por reacción se transforman en sustancias corrosivas a los conductos. Debe prestarse atención a las descargas de las industrias químicas, fotográficas, de recubrimientos metálicos, garajes, estaciones de servicio, etc.
· Agresividad bacteriana sobre los hormigones, como es el caso de la formación de sulfuro de hidrógeno.
· Conexiones defectuosas, que muchas veces obstruyen la red de alcantarillado, disminuyendo la capacidad y por tanto impiden el desarrollo satisfactorio de un mantenimiento normal.
· Robo de tapas de pozos de visita.

Acciones preventivas

La solución a los problemas anteriores está en la adopción de acciones como las siguientes:
· Control de la construcción de la red
· Control de vertidos o descargas
· Seguridad del personal
· El control de vertidos quedará garantizado con la implantación y cumplimiento adecuado de un reglamento, el cual facilitará la operación de la red, la seguridad del personal, la garantía de funcionamiento correcto de la depuradora y la garantía de que se limpiará y se dará mantenimiento a toda la red.
· El problema de los vertidos industriales es muy grave, teniendo en cuenta sus efectos sobre el personal y considerando, por otro lado, que se trata de personal experimentado no fácil de sustituir.
· La seguridad del personal y la comodidad para realizar su trabajo son premisas imprescindibles en todo proyecto y funcionamiento de una red de saneamiento. No puede admitirse, como actualmente se hace, que el personal vaya sin caretas antigás, equipos especiales, etc.

Acciones para una Operación eficiente

Para que un sistema de alcantarillado funcione de manera eficiente se deben tomar en cuenta las acciones siguientes:

a) Que la velocidad del flujo en las tuberías cumpla la fuerza tractiva de 1 Pa y que la velocidad máxima no sobrepase los 5 m/s.
b) Que el sistema tenga un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a fin de mantener las tuberías libres de basura o roturas.
c) Contar con políticas de operación para el gasto base.
d) Contar con políticas de operación para un gasto mayor al de diseño.
e) Respetar las políticas de admisión de aguas residuales industriales y separación de las aguas pluviales.

Acciones de Mantenimiento

Materiales, Herramientas y Equipos Mínimos Requeridos:

· Vehículo
· Herramientas para levantar tapa de los pozos de visita y descubrirlas si están enterradas.
· Instrumento de medición de caudales.
· Cristalería de laboratorio para toma de muestras para análisis de calidad de agua.
· Herramientas para limpiar herrumbes, como cepillo de alambre, esmeril, palas, rastrillos, carretillas
· Pintura anticorrosiva, brochas.
· Cemento, suministro de agua.
· Llaves fijas y de tamaño variable.
· Linterna de mano.
· Máscara protectora contra gases. Escalera, cuerda, guantes.
· Detector de gases
· Escalera

Realizar recorridos de inspección, particularmente a lo largo de colectoras e interceptoras, con el fin de:

1. Detectar cualquier derrame a través de los pozos de visita, debido a obstrucción en la tubería.
2. Comprobar el estado de los pozos de visita, terminales y cajas de registro.
3. Revisar los cauces para investigar cualquier corriente de agua a lo largo de éstos.
4. Determinar las construcciones que se están llevando a cabo en las calles y que puedan ocasionar daños en las tuberías o que modifiquen la sección de la vía, de manera que obligue a replantear la localización de la línea, con el uso de nuevos puntos de referencia, a fin de actualizar los planos correspondientes.

En estos recorridos se debe prestar atención a la existencia de hundimientos y huecos en el pavimento, sobre todo a lo largo de la tubería o dentro del área vecina. También conviene observar el interior de los pozos de visita, pues con frecuencia el agua proveniente de una filtración en el tubo para agua potable corre hacia éstos. Es conveniente montar y desarrollar un programa de detección de conexiones ilegales de aguas pluviales domiciliares, al sistema de alcantarillado sanitario. Igualmente, es muy importante llevar a cabo un programa de investigaciones acerca del estado físico de las tuberías principales. También se podrá descubrir la introducción de raíces de árboles en las paredes de la tubería, rebabas de concreto de las conexiones domiciliares, desplazamiento de los tubos, etc., así como los niveles de sedimentos depositados en el fondo de la misma. Igualmente es necesario

mantener un control efectivo sobre el volumen y calidad de las aguas residuales de las industrias, y que ingresan al sistema de alcantarillado sanitario.

Es necesaria la revisión y aprobación de planos y procesos de tratamiento propuestos para nuevas industrias, así como para lograr que las industrias ya en operación y cuyos efluentes no satisfagan los parámetros de calidad requeridos, construyan las unidades de procesos necesarias para tratar sus aguas residuales

Es necesario mantener comunicación constante con las Alcaldías, para coordinar la ejecución de los trabajos que ambas instituciones realizan (Empresa Operadora y Alcaldías). Un inspector de la Empresa Operadora deberá dar seguimiento a las obras de excavación, pavimento y recarpeteo de calles, para evitar que se ocasionen daños a las tuberías y que las cajas de registro y pozos de visita, queden cubiertos por el recubrimiento

Cuando se trata de atravesar cauces profundos, algunas veces la tubería se instala en forma expuesta apoyada sobre una estructura propia o sobre un puente existente. En estos casos, se debe revisar el estado de la estructura soporte. Si se observa oxidación, removerla y recubrir toda la estructura empleando la pintura apropiada. Revisar y ajustar si es necesario, las bridas y pernos de anclaje.

Operación y Mantenimiento de Estaciones de Bombeo

Las estaciones de bombeo son elementos muy importantes dentro del funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario. Dado que los equipos de bombeo son de uso delicado, cuya operación siempre demanda altos costos, debe entrenarse debidamente al operador de bombas, evitando en lo posible el cambio continuo de personal. Debe tomarse en consideración además, que el operador es una persona que podría permanecer ligado a estos equipos durante todo el período de vida del mismo, por lo que debe proporcionársele los manuales o catálogos del fabricante, instructivos de operación y diagramas del equipo.

En todo tiempo debe mantenerse limpio el acceso a las instalaciones de bombeo, con el propósito de facilitar las inspecciones de rutina o los trabajos de mantenimiento que pueden involucrar reparación o reposición de equipo, parcial o totalmente.

Las actividades a las que se enfocará el mantenimiento del componente Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (EBARs) consisten en: Operación Rutinaria, Limpieza, Soluciones de Emergencia y Reparaciones

Operación rutinaria

Deberán realizarse visitas diarias o regulares a la(s) estación(es) de bombeo (EBAR Principal EBAR y EBAR Secundaria EBAR), con el propósito de observar si existen condiciones no usuales, llevar a cabo funciones de mantenimiento preventivo y prestar servicios de rutina tales como cambio de graficas de registro, alternar la secuencia del funcionamiento de las bombas y operar los generadores de emergencia.

La alternación del funcionamiento del equipo de bombeo asegura que cada bomba recibirá igual uso. De esta manera, se iguala el desgaste y se disminuyen los problemas de operación resultantes del deterioro de equipo y del confinamiento de aire en las bombas.

Debe ponerse en operación el equipo de emergencia para asegurar que operará adecuadamente. La prueba automática del generador de emergencia bajo tiempos programados, asegurará que este servicio de rutina no sea omitido. Sin embargo, esta prueba no debe realizarse a menos que esté presente algún técnico competente para observar la operación y anotar el funcionamiento. En estaciones de bombeo donde se carece de personal, los generadores de emergencia deben probarse manualmente.Dentro de las visitas de inspección diaria debe revisarse el nivel alto del pozo húmedo, fallas de la(s) bomba(s) y pérdidas de energía.

Debe asumirse que cada pieza del equipo instalado en una estaciona de bombeo, será removida durante su vida de servicio. Toda vez que deba removerse una bomba debe utilizarse grúa de pivote o monorrieles y montacargas con cadenas para facilitar la operación de remoción con el mínimo de riesgos y daños.

Debe limpiarse la grasa que se adhiere a las líneas del control del sistema de burbujas, con agua a presión para evitar su obstrucción. Las líneas del burbujeado obstruidas, crean resistencia creciente al flujo de aire, similar a la que produce un nivel alto de agua, lo que ocasiona que las bombas trabajen más rápido o que se activen las bombas adicionales. El resultado es que el pozo húmedo puede sobre-bombearse haciendo que el nivel baje hasta causar que una o más bombas atrapen aire y pierdan su cebado. En esta situación, las bombas trabajan pero no bombean, y el pozo húmedo se inunda.
Un pozo húmedo inundado dará como resultado daños a las bombas y más inundación, ocasionando derrames o reflujo de aguas residuales a las alcantarillas y a las viviendas. Debe limpiarse con frecuencia los controles de boya para evitar su atascamiento por acumulación de grasas en los tubos protectores de los efectos de la corriente, y evitar su mal funcionamiento que resultaría en fallos de la estación y posibles daños al equipo.

Los pozos húmedos deben ser periódicamente lavados con agua a presión para remover las grasas acumuladas en las paredes, ya que con el tiempo, estas suelen desprenderse y son succionadas por las bombas, atascando los impulsores y las válvulas de retención. Como medida de mantenimiento preventivo, debe tenerse existencia o inventario de piezas para repuesto, particularmente de aquellas que sufren desgaste continuo.

Operación de emergencia

Toda estación de bombeo debe estar dotada de generadores independientes de emergencia, que entren en operación, manual o automática, al fallar el sistema principal de energía. En caso que la operación sea manual, el Operador debe permanecer atento para que al restaurarse el servicio eléctrico, el sistema de emergencia deje de funcionar.

Las estaciones de bombeo deben ser protegidas contra las inundaciones que resultan del fallo eléctrico, de excesiva infiltración e influjo o condiciones generales de inundación fuera de la estación de bombeo. Los motores y las salidas eléctricas deben estar colocados sobre el nivel máximo de inundación. Los

dispositivos de alumbrado y los controles deben ser a prueba de agua. Seguridad. Se debe proveer los mecanismos o sistemas de ventilación de los pozos húmedos y secos, con el propósito de disminuir el peligro de explosiones en estos espacios confinados, los que pueden ser originados por líquidos tóxicos o inflamables, gasolina y vapores explosivos.

Los derrames accidentales de líquidos tóxicos o inflamables, tales como diluyentes de pintura de una industria, o los derrames de gasolina que entran al alcantarillado sanitario, conducen al escape de vapores explosivos. Los escapes de gas natural, a menudo constituyen la causa para que el gas explosivo penetre al alcantarillado a través de los tubos rotos o juntas mal acabadas. El gas puede seguir fluyendo hacia los pozos húmedos y constituirse en causa de peligro de explosiones.

Debido a que los pozos secos, supuestamente, están separados de los pozos húmedos el peligro de que los vapores explosivos puedan penetrar a un pozo seco es reducido, no obstante, el peligro potencial existe debido a posibles fugas alrededor de las bombas.

Inspecciones por Infiltración de agua de lluvia

El agua de infiltración tiene una mala influencia sobre el mantenimiento y operación de una red de alcantarillado sanitario, pues reduce la capacidad de flujo de las tuberías, deteriora la calidad del agua tratada, incrementa los costos de mantenimiento, ocasiona un hundimiento del terreno, etc. Es por ello que es vital monitorear continuamente la presencia de infiltración de agua.

Manejo de los sólidos en las bombas

Cuando una bomba no trabaja y su interruptor automático de circuito se abre y no se reactiva, la bomba está atascada, o bien, existe problemas de suministro de energía o se debe a fallo de la chumacera. En caso de atascamiento, para poner de nuevo la bomba en condiciones de operación, debe cerrarse la línea de succión y las válvulas de la línea de descarga, remover la placa de inspección y quitar la obstrucción. Si la interrupción se debe a problemas de electricidad debe revisarse los controles de mando y los cables. En caso de interrupción por fallo de la chumacera, si es necesario deberá sustituirse la pieza, o realizar la reparación que corresponda. Debe limpiarse continuamente las rejillas o tamices colocados antes de las bombas para la retención de los sólidos, con el propósito de evitar su acumulamiento que provocará obstrucción del flujo hacia el pozo húmedo. El material removido debe ser enterrado en un relleno sanitario.

~ **Operación y mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales**

- **Rejillas**

Operación: Las limpiezas de las rejillas se deben ejecutar diariamente con el uso de rastrillos manuales. El material retirado debe ser enterrado para evitar problemas de malos olores y la atracción de insectos y roedores. El material debe ser recubierto con una capa de tierra de 0.1 a 0.3 m de espesor (INAA, 1996). Se aconseja excavar un lugar para enterrar dicho material poco a poco, cubriéndolo diariamente con cal o tierra.

Mantenimiento: El mantenimiento puede ser de 2 tipos, preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones que se deben realizar para que el sistema no colapse por alguna falla pequeña o grande. Mientras que el correctivo es el que se debería evitar. Se refiere a las acciones que hay que hacer para volver a poner en funcionamiento el sistema de la manera en que fue concebido.

Preventivo: El mantenimiento preventivo de esta unidad se refiere a que el operador de la planta debe utilizar un rastrillo o un elemento similar para extraer los sólidos que hayan sido detenidos por las rejas del canal, de manera periódico para evitar la acumulación de sólidos que obstruyan el paso del agua al desarenador. La pintura anticorrosiva de todos los elementos metálicos debe ser efectuada cada dos años como máximo

Correctivo: Lo más común que sucede con el canal de rejas es la oxidación de las barras que lo forman, que en caso de que se haya descuidado el programa de pintura anticorrosiva bianual, generará la corrosión de la estructura y obligará a su reposición total, acortando su vida útil, con el consiguiente incremento de costos operativos. El mantenimiento periódico con pintura anticorrosiva es esencial.

- **Desarenador**

Operación: La operación del desarenador se refiere al manejo de la evacuación de las arenas que son depositadas en una tolva ubicada en el centro del desarenador. El desarenador consta de dos cámaras. Una o dos veces por semana, o con una frecuencia mayor si el volumen acumulado de sólidos arenosos lo demanda, se debe extraer el agua sobrenadante de una de las cámaras del desarenador. Dicha arena será depositada en una batea, la cual una vez seca será trasladada a un área para que la arena sea enterrada. El material puede ser enterrado en la misma excavación utilizada para enterrar el material de la rejilla.

Mantenimiento: El mantenimiento puede ser de 2 tipos, Preventivo y Correctivo, el mantenimiento preventivo se refiere a las acciones que se deben realizar para que el sistema no colapse por alguna falla pequeña o grande. Mientras que el correctivo es el que se debería evitar. Se refiere a las acciones que hay que hacer para volver a poner en funcionamiento el sistema de la manera en que fue concebido.

Preventivo: El mantenimiento preventivo del desarenador consiste en agitar el material sedimentado dos veces al día, una vez en la mañana y otra en la tarde. El propósito de la agitación es liberar el material orgánico atrapado por los sólidos arenosos (INAA, 1996). Esta acción permitirá al operador conocer mejora el desempeño del desarenador y determinar la frecuencia de su limpieza en época seca y época lluviosa. Las compuertas de aislamiento de ambas unidades deben ser recubiertas con pintura anticorrosiva por lo menos cada 2 años o más frecuente si se observa que se está oxidando el material metálico y la corrosión pudiera afectar la estructura.
Correctivo: El mantenimiento correctivo no puede ser identificado, ya que no se sabe que elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.

Usualmente, las compuertas metálicas que no son atendidas oportunamente con pintura corrosiva y/o con el recambio de bisagras y otros elementos menores; pero esenciales para su buen funcionamiento,

alcanzan un deterioro tal que terminan siendo abandonadas y, en consecuencia, las labores de operación y mantenimiento se vuelven inefectivas y deficientes.

- **Operación y Mantenimiento de Reactor UASB**

Un reactor anaerobio de flujo ascendente es un reactor biológico anaerobio con una sección de sedimentación. La operación de un RAFA como un dispositivo de sedimentación es igualmente importante que como un reactor biológico, especialmente en el tratamiento de agua residual doméstica.

Operación

Arranque y estabilización

El arranque de los sistemas anaerobios consiste en hacer ingresar el agua residual al sistema y procurar mantener condiciones idóneas para el desarrollo de la biomasa anaerobia (Noyola, 1994). El arranque de reactores anaerobios puede estar definido como el periodo transitorio inicial, marcado por inestabilidades operacionales, el cual puede lograrse de tres formas distintas: Utilizando inóculo adaptado al agua residual a tratar (forma rápida); Utilizando inóculo no adaptado al agua residual a tratar (periodo de aclimatación); sin la utilización de inóculo (de 4 a 6 meses).
La puesta en marcha de los reactores anaerobios se determina por el periodo transitorio inicial, marcado por las inestabilidades de funcionamiento. El arranque puede ser básicamente alcanzado en tres diferentes formas (Chernicharo C, 2007).

Mediante el uso de inóculo (lodo adaptado para el agua residual a tratar): la puesta en marcha del sistema se produce rápido, de una manera satisfactoria, ya que no hay necesidad de aclimatación de los lodos. Utilizando lodos no adaptados a las aguas residuales a tratar: en este caso, la puesta en marcha del sistema pasa a través de un periodo de aclimatación, incluyendo una fase de selección microbiana. Sin uso de inóculo: la puesta en marcha requiere de un tiempo largo (de 4 a 6 meses), dependiendo del contenido de microorganismos de las aguas residuales a tratar, que generalmente es muy pequeña.

Criterios y consideraciones

Volumen del Inóculo: El volumen de inoculo alimentado para el arranque del sistema es generalmente establecido como una función de la tasa inicial de carga biológica aplicada al sistema de tratamiento. La tasa de carga biológica (Kg DQO/Kg SV d) es el parámetro que caracteriza la carga organiza aplicada para el sistema en relación a la cantidad de biomasa presente en el reactor, la cual depende del tipo de inóculo empleado y su aclimatación a el agua residual que será tratada.

Carga hidráulica volumétrica: La carga hidráulica volumétrica produce al menos tres diferentes efectos sobre la biomasa del reactor durante el arranque del sistema: La carga hidráulica elimina toda la biomasa con características pobres de sedimentación, creando así especio para la nueva biomasa que está creciendo; Con la remoción de la nueva biomasa la cual no tiene buena sedimentabilidad, se realiza

una selección de la biomasa activa; La tasa hidráulica tiene una fuerte influencia sobre las características del mezclado del reactor, principalmente durante el arranque del proceso.

Producción de biogás

La producción de biogás es muy importante en este tipo de reactores para un buen mezclado de la cama de lodos. Sin embargo muy altas tasas de producción de biogás pueden afectar adversamente el arranque del reactor, y perderse junto con el efluente.

Temperatura

La temperatura ideal de operación para los reactores anaerobios se encuentra en el rango de 30 a 35 °C, donde el crecimiento de la mayoría de los microorganismos se considera el mejor. En el caso del tratamiento de aguas residuales domésticas, este rango de temperatura es difícilmente alcanzado, una de las temperaturas promedio del afluente de las aguas residuales en regiones de climas cálidos generalmente se encuentra en el rango de 20 a 28 C. bajo estas condiciones de temperatura, los reactores inician su operación más fácilmente con la inoculación de suficientes cantidades de lodos anaerobio, preferentemente aclimatado al tipo de desecho.

- **Monitoreo del proceso de tratamiento**

Para el monitoreo del proceso de tratamiento, la rutina de recolección de la muestra y los parámetros fisicoquímicos a ser analizados deberán ser definidos durante el periodo de arranque. A continuación use presenta un monitoreo para el arranque del reactor.

Tabla 19-18: Volúmenes a manejar y sistema para uso o eliminación

Parámetro	Unidad	1	2	3	4	5
Eficiencia de tratamiento						
Sólidos sedimentables	ml/l	Diario	-	Diario	-	-
Sólidos suspendidos totales (SST) y Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	mg/l	3/semana	-	3/semana	-	-
DQO total	mg/l	3/semana		3/semana	-	-
DBO total	mg/l	Semanal	-	Semanal	-	-
Producción de gas	m3/d	-	-	-	Diario	-
Estabilidad operacional						
Temperatura	°C	Diario	Diario	Diario	-	-
pH		Diario	Diario	Diario	-	-
Alcalinidad de bicarbonato	mg/l	3/semana	-	3/semana	-	-
Ácidos grasos volátiles	mg/l	3/semana	-	3/semana	-	-
Composición del biogás	%CO2	-	-	-	Semanal	-
Cantidad y calidad de lodos						
Sólidos totales	mg/l	-	-	-	-	Mensual

Sólidos volátiles totales	mg/l	-	-	-	-	Mensual
Actividad metanogénica especifica	gDQO/SV/d	-	-	-	-	2/mes
Estabilidad de los lodos	gDQO/SV/d	-	-	-	-	Mensual
Índice volumétrico de lodos (diluido)	ml/g	-	-	-	-	Mensual

Para el seguimiento del proceso y determinar el funcionamiento de un reactor anaeróbico, se requiere de la realización de un monitoreo continuo, desde el arranque, puesta en marcha y durante el funcionamiento del proceso. En Chernicharo C, 2007, se presentan tres tipos de monitoreo a realizar en el reactor anaerobio: Monitoreo de la eficiencia del reactor; Monitoreo de la estabilidad del proceso; Monitoreo de la cantidad y calidad de lodos.

Parámetros de verificación en un proceso anaerobio (Chernicharo C, 2007):

- Caudales en el efluente
- Características fisicoquímicas y microbiológicas del afluente (agua residual)
- Eficiencia y problemas operacionales en las unidades de tratamiento preliminares
- Producción y características del material retenido en las rejillas y desarenadores
- Eficiencia y problemas operaciones de los reactores anaerobios
- Cantidad y características del biogás producido en el reactor anaerobio
- Cantidad y características del lodo producido en el reactor anaerobio

Parámetros de control del proceso

Para realizar una operación adecuada de un sistema de tratamiento anaerobio, es necesario efectuar un monitoreo apropiado del proceso. Para el control de la operación, se especifican los siguientes parámetros:

Físicos: temperatura, mezclado, pH, ST y SVT.
Químicos: alcalinidad, AGV, producción de biogás, nitrógeno amoniacal, sulfuros, DBO, DQO.

Mantenimiento

El mantenimiento diario del reactor consiste principalmente en operaciones de limpieza. El sistema de distribución del afluente consiste en una serie de divisiones del flujo sobre un vertedero dentado en V (V-notch). Estos vertederos pueden obstruirse fácilmente, lo que provoca una distribución inadecuada del flujo. El sistema de distribución del afluente, debe ser limpiado diariamente.

Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es propenso a la obstrucción, lo cual puede verificarse fácilmente mediante una revisión visual del flujo en las cajas de distribución. Si existe una obstrucción del flujo, se observará en la parte superior del reactor un flujo no homogéneo. La obstrucción del sistema de alimentación disminuirá la eficiencia del reactor ya que parte del lodo no recibirá agua residual. Por lo tanto la

verificación del sistema de alimentación se debe realizar diariamente (Wageningen Agricultural University, 1994).

Canales del efluente

Las canaletas son esenciales para la remoción del efluente de los reactores, si la canaleta no se encuentra nivelada y el agua de los vertederos no está al mismo nivel en todos los dientes, el flujo será irregular lo que provocará una concentración mayor de sólidos. De igual forma, un bloqueo de los vertederos provocará un flujo irregular del efluente. Las canaletas del efluente deben ser revisadas regularmente (cada dos días), para mantener su nivel y remover cualquier material que pudiera bloquear el flujo del efluente.

El mantenimiento regular de las canaletas consiste en las siguientes actividades:

Limpieza de la parte superior del reactor
Limpieza del vertedor con una escoba
Remoción de los sólidos en las canaletas con cepillo o con un chorro de agua
Remoción de la capa flotante de la parte superior del reactor.

El biogás producido en el interior de los reactores UASB asciende hacía la parte superior. Con unos deflectores degasificadores en esta zona se separa el gas adherido a las partículas del lodo, el cual vuelve a sedimentar y ser absorbido por el manto de lodos, mientras que el biogás continua subiendo hasta llegar a los colectores de gas. Estos colectores están conectados con un sistema de tuberías que lleva el biogás hasta el quemador, donde será quemado con seguridad. Por el sistema empleado, no existe la posibilidad de que el biogás pueda escapar al aire libre. Por lo tanto, no hay ningún peligro de emisiones de mal olor.

La remoción de lodo se lleva a cabo en ciertos intervalos intermitentes, que serán más largos con una carga afluente baja y más cortos con una carga afluente alta. El lodo será removido a través de una válvula al lado del reactor a nivel del manto de lodo. El lodo fluye a un cárcamo desde donde será bombeado hacía los lechos de secado.

~ **Operación y Mantenimiento de Lagunas (facultativas y maduración)**

Operación

Los parámetros para el control del proceso de lagunas dependen del tipo de laguna. Los más comunes son: el gasto, el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno, los sólidos, las sustancias activas del azul de metileno, las grasas y aceites, el nitrógeno total y amoniacal, el fósforo, los sulfuros, los coliformes totales y fecales, y los huevos de helminto. A continuación, se detalla:

Medición del gasto

Una de las labores rutinarias más importantes para operar un sistema lagunas consiste en la medición del gasto, a partir del cual se controla la cantidad de agua que puede ingresar en el sistema. Cada una de las lagunas es un proceso biológico previamente calculado para recibir una carga orgánica y una carga hidráulica, por lo que variaciones excesivas de dichos parámetros pueden afectar negativamente el comportamiento del sistema.

Temperatura

En los procesos biológicos, la temperatura influye en la velocidad de reacción de un proceso y está a su vez influye en la determinación del tiempo de residencia hidráulica que se requiere para llevar a cabo la degradación. La temperatura del agua es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática; por ejemplo, el incremento en la temperatura puede causar un cambio en las especies de peces que puedan existir en un cuerpo de agua. La temperatura óptima para la actividad bacteriana se encuentra en el rango de 25 a 35 °C; por lo tanto, se recomienda realizar al menos una medición diaria en el afluente y en el efluente de la laguna, utilizando un termómetro calibrado, los resultados deberán registrarse en una bitácora.

Potencial de hidrógeno

El rango de potencial de hidrógeno (pH) de las aguas residuales municipales es de 6.8 a 7.5 (EPA, 2011), dependiendo de la alcalinidad y dureza del agua. El pH es un buen indicador de la salud del sistema lagunar. Las lagunas que contienen una coloración verde oscura generalmente presentan un alto número de algas verdes y un correspondiente alto potencial de hidrógeno. Las lagunas que presentan un color negro a gris y tiene una disminución de pH (<6.8) pueden estar sépticas o avanzar hacia un estado séptico.

El pH es las sistemas lagunares es indicativo del tipo de laguna. En las lagunas facultativas en la capa aerobia debe estar entre 8 a 10 y en el fondo de la laguna en el rango de 6.5 a 7.5. Las lagunas de maduración que son aerobias presentan pH entre 8 a 10. Es conveniente observar el comportamiento del pH en las lagunas, midiendo este parámetro a diferentes profundidades (obtención del perfil de pH) y en al menos tres puntos de la laguna (afluente, centro y efluente de la laguna). Durante el día, en las horas de la máxima actividad fotosintética, el pH puede llegar ser alrededor de 9 o más (Sperling Von, 2007).

Como una labor rutinaria, el pH deberá medirse en el afluente y en el fluente de cada laguna. Para la medición deberá utilizarse un potenciómetro, el cual deberá calibrase antes de su uso. Las mediciones realizadas deberán ser registradas en una bitácora.

Conductividad

La conductividad es una medida de la habilidad de una solución acuosa para transmitir carga eléctrica. Esta habilidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, así como de valencia y la temperatura en la que se realiza su medición. Es una medida indirecta de la concentración de sales inorgánicas disueltas. Su variación en un tratamiento biológico debe ser pequeña. Debe medirse en el sitio de muestreo, en el afluente y en el efluente de la laguna de forma diaria; para la medición deberá

utilizarse un caudalímetro, calibrado antes de su uso. Las mediciones realizadas deberán ser registradas en una bitácora.

Oxígeno Disuelto

Las lagunas facultativas presentan concentraciones de oxígeno disuelto superiores a 6 mg/l, principalmente durante la fase de radiación solar y en la capa aerobia; durante la noche la concentración de oxígeno disminuye. Las lagunas de maduración también presentan concentraciones mayores de 6 mg/l durante el día y contenido de oxígeno disuelto en su profundidad. El oxígeno disuelto debe medirse al menos una vez al día durante el primer turno de operación (turno matutino), como una labor rutinaria en afluente y efluente de cada laguna, en forma diaria. Para su obtención deberá utilizarse un medidor de oxígeno disuelto, que deberá haber sido calibrado antes de su uso. Las mediciones realizadas deberán ser registradas en una bitácora.

Potencial óxido-reducción

El potencial de óxido-reducción (redox) permite observar de manera indirecta hacia dónde se desplaza el equilibrio de las reacciones de óxido-reducción que suceden en los cuerpos de agua o reactores biológicos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La oxidación es la pérdida de electrones y la reducción es la ganancia de electrones. Valores positivos (200 mV) de redox muestran una oxidación de material orgánica a dióxido de carbono (CO2) en un medio aerobio (lagunas aerobias); y valores negativos (-300mV) son originados por su reducción en un ambiente anóxico (-520 a-530 mV) o anaerobio (lagunas anaerobias).

Clorofila

Las algas tiene la habilidad de producir oxígeno a través del mecanismo de la fotosíntesis. Para que se realice este fenómeno se requiere de luz solar, agua, nutrientes y bióxido de carbono. Al consumir este último compuesto, se incrementa la alcalinidad del agua, lo que favorece la mortandad de bacterias en las lagunas facultativas y de maduración. La concentración de algas en una laguna facultativa y de maduración depende de la carga orgánica y de la temperatura. En estas lagunas el rango de concentración de clorofila “a” se encuentra entre 500 a 2000 µg/l. para su determinación se requiere la implementación de la técnica de la PTAR en el laboratorio, por un técnico capacitado en el muestreo y análisis de parámetros.

Coliformes fecales

En las lagunas facultativas y de maduración, en condiciones óptimas de operación, se lleva a cabo la reducción de uno a dos ciclos logarítmicos. Debe tener el control de la operación, principalmente para no sobrecargar las lagunas, para ello es importante realizar la medición del gasto y de la concentración de la materia orgánica, medida como DBO, para poder comparar con los límites de la carga orgánica superficial de diseño de la laguna y realizar las actividades de operación y mantenimiento requeridas.

La determinación de coliformes fecales en agua es un parámetro de primordial importancia en la evaluación del funcionamiento de las lagunas de estabilización, ya que éstos indican el grado de

contaminación bacteriana que tiene un agua residual. Las muestras para el análisis bacteriológico deben tomarse en frascos o bolsa estériles. El análisis bacteriológico de la muestra debe practicarse inmediatamente después de su recolección, o no exceder las 24 horas, durante el periodo entre el muestreo y el análisis debe conservarse la muestra a 4°C, para inhibir la actividad bacteriana y no obtener resultados falsos ni dudosos (Secretaria de Comercio y Fomento Industria, México 1987).

Radiación Solar

Las lagunas facultativas y de maduración dependen de la radiación solar, la que depende de la ubicación del sitio (latitud) y de condiciones ambientales como la nubosidad, que en alguna medida reduce la luz disponible.

La energía solar contribuye a la producción de oxígeno a través de la fotosíntesis, ya que la energía utilizada por las algas proviene de la parte visible del espectro de radiación solar (que varía con la latitud), particularmente entre longitudes de onda de 4000 a 7000 angstroms (Rolim Mendoca, 2000). De 2 a 7 por ciento de la radiación visible es utilizada por las algas, que para acelerar la fotosíntesis no necesitan de una exposición continua a la energía solar. La nubosidad reduce la disponibilidad de luz en alguna medida.

Evaporación

La evaporación determina la reducción del gasto del efluente y en casos extremos puede ocasionar que el efluente sea nulo (Rolim Mendoca, 2000). La evaporación es una pérdida de agua que provoca una mayor concentración de sustancias contaminantes, aumento de la salinidad del medio. Un sustrato concentrado por encima del valor determinado puede dar como resultado salinidad perjudicial para el equilibrio osmótico en las paredes celulares de los microorganismos y, en consecuencia, para el equilibrio biológico. La evaporación está íntimamente ligada a las condiciones climáticas locales, dependiendo principalmente de los vientos, del grado de humedad del aire y de la temperatura del aire y del agua.

Precipitación

Las precipitaciones medias y altas pueden ocasionar la reducción del tiempo de residencia hidráulica en una laguna y la disminución de la concentración de bacterias y algas que realizan el proceso, ocasionando una baja en la eficiencia de remoción esperada.

Indicadores de funcionamiento de una laguna

Facultativa: El efluente de una laguna facultativa deberá presentar una coloración verde oscuro brillante y no deberá detectarse ningún olor, para considerar un buen funcionamiento.

Maduración: El efluente de una laguna de maduración deberá presentar una coloración verde, un pH alcalino (no mayor a 8) y no deberá detectar olor.

Profundidad de lodo en una laguna

Se debe medir la profundidad de lodo de una laguna utilizando una varilla en el agua hasta alcanzar el fondo. En los siguientes cuadros se muestran un programa de muestreo para las lagunas facultativas y de maduración.

Tabla 19-19: Programa de Muestreo en Laguna Facultativa

Parámetro	Sitio de muestreo	Tipo de Muestra	Frecuencia
Medición de gasto	A,E	In situ	Diaria
Color	A,E,P	In situ	Diaria
Olor	A,E,P	In situ	Diaria
Materia flotante	A,E,P	In situ	Diaria
pH	A,E	In situ, simple	Diaria
Temperatura del agua	E	In situ, simple	Diaria
Temperatura del ambiente	P	In situ, simple	Diaria
Oxígeno disuelto	A,E	In situ, simple	Diaria
Demanda bioquímica de oxígeno	P	Simple	1/semana
Demanda química de oxígeno	A,E	Compuesta	1/semana
SST	A,E	Compuesta	1/semana
SSV	A,E	Compuesta	1/semana
Sólidos sedimentables	A,E	Compuesta	1/semana
Clorofila “a”	A,P, E	Compuesta	1/mes
NTk y N-NH3	A,E	Compuesta	1/mes
p-total	A,E	Compuesta	1/mes
Coliformes fecales	A,E	Simple	1/semana
Huevos de helminto	A,E	Simple	2/mes
Profundidad de lodos	P	In situ	1/cada 3 meses

Nota: A=afluente a la laguna, E=efluente de la laguna, P=proceso

Tabla 19-20: Programa de monitoreo en Laguna de maduración

Parámetro	Sitio de muestreo	Tipo de Muestra	Frecuencia
Medición de gasto	A,E	In situ	Diaria
Color	A,E,P	In situ	Diaria
Olor	A,E,P	In situ	Diaria
Materia flotante	E	simple	Diaria
pH	A,E	simple	Diaria
Temperatura del agua	A, E	simple	Diaria
Temperatura del ambiente	P	In situ	Diaria
Oxígeno disuelto	A,E,P	simple	Diaria
Demanda bioquímica de oxígeno	A, E	Compuesta	1/semana
Demanda química de oxígeno	A,E	Compuesta	1/semana
SST	A,E	Compuesta	1/semana
SSV	A,E	Compuesta	1/semana
Sólidos sedimentables	A,E	Compuesta	1/semana
Clorofila “a”	A,P, E	Simple	1/semana
NTk y N-NH3	A,E	Compuesta	1/mes

p-total	A,E	Compuesta	1/mes
Coliformes fecales	A,E	Simple	1/semana
Huevos de helminto	A,E	Simple	2/mes
Profundidad de lodos	P	In situ	1/cada 3 meses

Nota: A=afluente a la laguna, E=efluente de la laguna, P=proceso

Retiro de lodos en lagunas facultativas

En Rolim Mendoca (2000) se menciona que la acumulación de lodos en algunas lagunas anaerobias en climas tropicales puede llevase a cabo en un periodo entre 2 a 5 años; a una tasa de acumulación del lodo que varía de 0.03 y 0.04 m3 (hab/año). Respecto del retiro del lodo de las lagunas facultativas, la tasa de acumulación del lodo es prácticamente la misma adaptada para las lagunas anaerobias 0.03 y 0.04 m3 (hab/año). La disminución de la profundidad de las lagunas facultativas es de aproximadamente 30 cm cada 25 a 30 años (Gloyna, 1971). Para el retiro de lodo se realizara en húmedo de las lagunas y se dispondrán en los lechos de secado.

Remoción de natas

La remoción de natas y sólidos flotantes debe hacerse diariamente o cuando sea necesario, para que no se extiendan demasiado sobre el área superficial de las lagunas, donde pueden causar problemas de malos olores, por su descomposición y por la formación de lugares adecuados para la cría de insectos. Por lo general, la dirección del viento hace que las natas y solidos flotantes se acumulen en las esquinas de las lagunas. El operador requerirá de herramientas para remover las natas y una carretilla para transportarlas. Esta operación se considera rutinaria en las lagunas, por lo que es una actividad diaria.

Herramienta de Mantenimiento

En la siguiente tabla se presentan un listado de herramientas básicas para los obreros y operadores responsables de la operación y mantenimiento de las lagunas de estabilización.

Tabla 19-21: Herramientas de Mantenimiento

Herramienta/Implemento	Cantidad	Uso
Guantes de Hule	2 pares	Protección de Operador
Botas de Hule	2 pares	Protección de Operador
Capotes de Hule	3	Protección de Operador
Botiquín de primeros auxilios	1	Protección de Operador
Salvavidas	2	Protección de Operador
Uniforme de Campo	2	Protección de Operador
Casco Protector	2	Protección de Operador
Rastrillo para Rejillas	2	Limpieza de Rejillas
Pala	2	Entierro de natas, sólidos, etc
Pico	2	Excavación para el entierro
Carretilla de Mano	1	Transporte de natas, sólidos
Cortadora de Césped	1	Mantenimiento de grama

Martillo	1	Mantenimiento en general
Serrucho	1	Mantenimiento de grama
Escoba	1	Mantenimiento de grama
Desnatador	2	Limpieza de Natas
Lancha	1	Medición de lodos, muestreo
Manguera	1	Limpieza en general
Machete	2	Mantenimiento de grama
Destornillador	2	Mantenimiento en general
Baldes	2	Recolección de natas y sólidos
Llaves Stilson de 12”	2	Mantenimiento en general

- **Operación y Mantenimiento del canal de salida y Parshall**

El efluente de las lagunas de maduración es recogido por la tubería de salida que conduce el agua al canal de salida, donde se ubica un medidor Parshall. El medidor tiene doble función de permitir el control del caudal a la salida de la PTAR y como lugar para la toma de muestras del agua residual tratada.

El medidor Parshall estará equipado con una escala visual para medida directa del caudal instantáneo. La medición será manual y presencial. La finalidad de dicha medición será la evaluación de la diferencia entre el caudal de entrada a la PTAR y el caudal de salida, la cual podrá ser indicativa del grado de evaporación de agua en las lagunas, así como de posibles infiltraciones en las mismas en caso de desperfectos. El canal de salida tiene unas dimensiones de 14.95 m de longitud, 1.45 m de anchura y una profundidad de 1.60 m. El canal finaliza en una caja (tras el canal Parshall) de dimensiones interiores 1.50 x 1.50 m. La obra de canal Parshall es una estructura de concreto reforzado del canal de salida y Parshall (15.0mx1.40m/2.10 m x altura 1.63/1.95m).

5.5 Operación y Mantenimiento de Obra de salida
La obra de salida es el último componente de la PTAR. La obra consiste en 3 secciones verticales de muros de concreto armado, de 1.0 m de altura. Las 2 secciones laterales están colocadas en un ángulo de 55° respecto al tramo central. La tubería DN450 PVC SDR 26 proveniente del Canal de Salida desemboca a través de la sección central sobre un canal de concreto ciclópeo de sección trapezoidal, el cual tiene una longitud de unos 65 m hasta la quebrada donde se verterá el agua, con un desnivel total de 2.60 m. La obra de salida consiste en una estructura de concreto reforzado y concreto ciclópeo (65.0 mx3.3m).

- **Operación y Mantenimiento de Lechos de Secado**

La extracción de lodos de las lagunas anaerobias y facultativas será realizada cada 6 meses a través de tuberías de extracción a gravedad que los depositará directamente en los lechos de secado. No se espera generación de lodos en las lagunas de maduración. En cada extracción de lodos se deben realizar las siguientes actividades operativas:

Los Lechos de Secado deben ser adecuadamente acondicionados cada vez que vaya a descargarse los lodos de las lagunas; Remover todo el lodo antiguo tan pronto como se haya alcanzado el nivel de deshidratación que permita su manejo. El lodo deshidratado con un contenido de humedad no mayor del 70% es quebradizo, de apariencia esponjosa y fácilmente hincable con tridente; La tubería que conduce el lodo de las lagunas hacia los lechos de secado u otro sistema de disposición de lodos debe ser lavada con agua después de cada utilización, ya que ésta esté propensa a obstruirse debido a la sedimentación de lodo en la tubería. Nunca añadir lodo reciente a un lecho de secado que contenga lodo seco.

Debido a que el lecho de secado será utilizado cada 6 meses, existe la tendencia de que el mismo se llene de malezas y basura, por lo que para evitarlo, se debe estar removiendo periódicamente toda la maleza, hierbas y basura. Escarificar la superficie de arena con rastrillos o cualquier otro dispositivo antes de la adición de lodo. Esto reduce la compactación de la capa superficial de arena mejorando la capacidad de filtración.

Periódicamente debe ser reemplazada la capa de arena hasta alcanzar su espesor original. Una parte de la capa de arena se pierde cada vez que se remueve el lodo seco. La arena que se utilice para reponer el espesor original debe ser de la misma característica que la especificada en su construcción.

La disposición final de los lodos secos (una vez finalice todo su proceso de estabilización) se puede realizar de dos maneras: En un relleno sanitario fuera o a lo interno del predio de la PTAR; Utilizarlo para el mejoramiento como enmienda y acondicionamiento de suelos agrícolas, parques, jardines botánicos y ornamentales, los cuales pueden distribuirse a granel o en sacos, es recomendable tomar en cuenta las normativas para el uso y aplicación.

Se recomienda que en caso que el Proyecto opte por esta segunda opción, tomar de referencia la NTON 11 044-14 Biosólidos para uso en la producción agropecuaria y forestal. Requisitos niveles máximos permisibles. Es decir que sí El Proyecto decidiera optar por esta opción de comercialización, se deberá entregar al MARENA un monitoreo de los lodos que se generen en la PTAR, conforme a los Límites máximos permisibles de metales en biosólidos y Límites máximos permisibles de concentraciones microbiológicos.

El agua de infiltración del lecho fluye desde los lechos hasta la estación de bombeo. Esta agua es bombeada de vuelta al CD1, para su tratamiento posterior a través de los reactores UASB. Los lodos provenientes de los lechos de secado se pueden depositar en un lugar dispuesto para relleno o se pueden depositar como fertilizante en el campo. Debe tenerse en cuenta que la digestión de lodos es suficiente para su estabilización orgánica, sin embargo no es suficiente para producir una buena calidad higiénica. Un análisis del lodo sería importante para determinar las opciones de rehúso / deposición.

~ **Operación y mantenimiento de los equipos electromecánicos de la PTAR/EBAR de la ciudad de Rivas**

En general, esta sección del Manual presenta la conceptualización, la estructura y recomendaciones para que el personal de la PTAR efectúe los ajustes necesarios y organice los trabajos ejecutados por el

Mantenimiento de Equipos Electromecánicos. Sirve como base para el desarrollo de las actividades de operación y mantenimiento de los equipos electromecánicos en la PTAR de Rivas.

Esta sección del Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Aguas Residuales, ha sido desarrollada con el propósito de indicar los procedimientos básicos, para que el personal operador de los servicios, desarrolle las actividades de operación y mantenimiento electromecánico, adecuadas a las características técnicas y operacionales específicas, de tal manera que se obtenga una excelente calidad de servicio y conservar la vida útil de las instalaciones.

Los procedimientos de operación y mantenimiento electromecánico son de carácter dinámico; mismos que serán actualizados durante la evolución operativa del servicio. El análisis y aprobación del nuevo contenido serán ejecutados por los niveles jerárquicos competentes, en función de la amplitud de la propuesta.

La actividad de Mantenimiento de Equipos Electromecánicos es responsable por la conservación de una gama variada de equipos, localizados a en el sitio del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Como puede deducirse, muchos de los equipos, tales como bombas, motores eléctricos, variadores de velocidad, generador de emergencia y otros, participan en varios de los componentes del sistema. Este hecho favorece la elaboración de Normas Técnicas, Instrucciones de Servicio, permite profundizar el conocimiento técnico mejorando los métodos de ejecución del mantenimiento, de las especificadas para nuevas adquisiciones. Es obvio que el diseño de una EBAR debe considerar la facilidad en la operación de sus elementos, así como la sencillez en las tareas de mantenimiento. Sin embargo, es muy importante destacar algunos aspectos del entorno donde va a estar operando la EBAR, que pueden modificar los criterios técnicos con que el proyectista diseñe la instalación. Por ejemplo:

- Disponibilidad de mano de obra calificada
- Disponibilidad o accesibilidad de repuestos.
- Sencillez tecnológica de los componentes.
- Vigilancia continua o esporádica de la EBAR.
- Apoyo logístico para el mantenimiento.

Obras Electromecánicas

Si bien las instalaciones electromecánicas de las EB pueden diferir entre los tres tipos de sistemas municipales (EB pluvial, cloacal o aguas residuales domésticas y agua potable), en general, puede afirmarse que todas ellas poseen los mismos componentes, aunque difieran en su diseño constructivo, según la función a desempeñar.

- Compuertas
- Rejas
- Trituradores
- Bombas
- Colector de salida
- Válvulas
- Amortiguadores de vibración

- Motores
- Tableros o CCM
- Variador de Frecuencia VFD

Compuertas

Se utilizan para cerrar el paso del agua, ya sea de uno o varios canales de ingreso al pozo de bombeo, o bien de todo el recinto. Las compuertas son generalmente del tipo de placa deslizante, construidas en metal o también en madera dura. Esta última, por lo general, se deteriora con el tiempo perdiendo su estanqueidad. Las compuertas metálicas son construidas en fundición de hierro, pero dependiendo de su tamaño, también se construyen en placa de acero recubierta con alguna pintura epóxica anticorrosiva. La experiencia en saneamiento muestra que aunque más caras al principio, las compuertas construidas en acero inoxidable, son más duraderas, manteniendo su funcionalidad en toda su vida útil. Las guías de deslizamiento, por lo general, van embutidas en los muros laterales. Ello contribuye a mantener un área libre de pasaje de líquidos, pero, fundamentalmente, evita que se deforme, asegurando así el normal deslizamiento de la compuerta.

Rejas

Las instalaciones de la PTAR dispondrán de un sistema de retención de sólidos. Su función es evitar que el ingreso de éstos no dañe las bombas, como así tampoco interfieran con el proceso de remoción si se trata de una EB dentro del sistema de tratamiento.

Bombas

Las estaciones de bombeo propuesta son del tipo convencional compuestas por un cárcamo de concreto reforzado bajo tierra, con tapadera de concreto y rejillas tipo tramex, cesta retractable para tamizado, escaleras de acceso y un sistema de bombas (1 + 1 o, 3+1, según corresponda). Así mismo se contempla la caseta del operador y la protección de las instalaciones.

Las bombas e instalaciones de bombeo son componentes esenciales y vulnerables en casi todos los sistemas de agua. El diseño, operación y mantenimiento inadecuados de los sistemas de bombeo pueden representar riesgos sanitarios graves, incluida la pérdida completa del suministro del caudal en que se esté utilizando. Para evaluar la seguridad, suficiencia y confiabilidad de estos sistemas, el Supervisor debe incluir a las bombas e instalaciones de bombeo como parte integral del sistema de Bombeo de aguas residuales.

Una bomba puede contaminarse con basuras del fluido que se está bombeando o cuando se manipulan los accesorios de la bomba con las manos suelas. Una forma menos obvia de contaminación ocurre cuando el aire u otros gases se ven atrapados en la bomba. Como la mayoría de la maquinaria, las bombas necesitan aceite o grasa para lubricar los cojinetes, aunque también tienen requerimientos adicionales de lubricación. Los empaques y sellos de la bomba son a menudo lubricados por el flujo del fluido. Todas estas necesidades de lubricación deben satisfacerse estrictamente si se desea obtener una vida útil máxima. Desalineación La fórmula de alineación estricta es a menudo ignorada. La desalineación de la bomba y del elemento impulsor causa vibración y un desgaste excesivo de los

cojinetes. Procedimientos apropiados de arranque: Asegúrese de no contradecir los métodos específicos de la planta o las instrucciones del fabricante para arrancar la máquina.

La siguiente rutina es un método general que se puede seguir para arrancar la mayoría de las bombas.

- Cebe la bomba si existe alguna posibilidad de que ésta se haya vaciado mientras estaba cerrada.
- En las bombas enfriadas por fluido proveniente de una fuente externa, las válvulas de sello deben abrirse antes de arrancar la bomba. Si los sellos o los empaques de la bomba son enfriados por el fluido bombeado, las válvulas de sello se deben cerrar hasta que la bomba sea arrancada.
- La válvula de succión debe abrirse completamente.
- En el caso de algunas bombas, particularmente las de baja velocidad, la válvula de descarga debe abrirse antes de arrancar la bomba. Verifique el método de la planta o el manual del operador.
- Después de arrancar la bomba, abra inmediatamente todas las válvulas de sello que estén cerradas.
- Si existe una válvula de purga encima de la carcasa, deje escapar el aire hasta que no haya más burbujas.
- Si la válvula de descarga está cerrada, ábrala lentamente en los diez segundos posteriores al arranque.
- Vea el manómetro de descarga para estar absolutamente seguro de que el líquido está fluyendo a través de la bomba.
- Es posible que, en un principio, la bomba emita un sonido áspero. Si ese ruido continúa es probable que la caja tenga aire. Pare la bomba y vuélvala a cebar. Si el ruido persiste, es posible que haya fugas de aire o calor de succión neta positiva insuficiente.
- Arranque inicial: los puntos anteriores abarcan situaciones de rutina en el arranque de las bombas. Sin embargo, el arranque inicial de una bomba después de un paro prolongado o después de que una ha sido desarmada para darle mantenimiento, requiere de algunas consideraciones adicionales:
- Revise la dirección de rotación de la bomba y del motor siempre que se hayan desconectado los cables del motor. La bomba debe girar en la di reacción indicada por la flecha que aparece en la carcasa de la bomba.
- Verifique la alineación horizontal, vertical y angular de la bomba y del motor. Para que la operación de las bombas transcurra sin percances es importante la alineación precisa de acuerdo con las tolerancias del fabricante. Nunca utilice un acopiamiento flexible como substituto de la alineación apropiada.
- Revise para cerciorarse de que la bomba y las mangueras están debidamente alineadas
- Gire el rotor una vuelta completa para cerciorarse de que lo hace libremente.
- Inunde el sistema. Los fabricantes o proveedores algunas veces tienen un accesorio de manguera de alta presión para hacer más fácil este paso.
- Después de que la bomba haya funcionado durante un par de horas, deténgala para revisar la alineación de nuevo, especialmente si la bomba está manejando un fluido caliente.

Existen algunas razones para cebar una bomba centrífuga, siendo la principal la de iniciar la corriente de fluido. Sin embargo, aun cuando una bomba tenga suficiente fluido en el lado de succión para iniciar el flujo, todavía puede haber aire o gas en el fluido. Aún una pequeña cantidad de aire aumenta el calor o causa daños en el impulsor. La bomba debe cebarse completamente para asegurarse de que todo el aire y otros gases son eliminados de la bomba. Es probable que una bomba que continúe operando con sonido de matraca, después del arranque, contenga aire o gas y deba ser cebada nuevamente. Existen varias formas de cebar una bomba:

· Dejando salir el aire o gas cuando hay una presión (carda) positiva en el lado de succión de la bomba.
· Con el uso de un eyector o aspirador.
· Con el uso de una bomba de vacío.
· Manualmente, llenando la caja y el tubo de succión con fluido.
· Por métodos automáticos.

Cebado por gravedad: una bomba que se instale por debajo del nivel del líquido bombeado se ceba a sí misma. Si se instala una válvula de alivio en la parte superior de la carcasa, ésta se puede abrir al arrancar la bomba para asegurarse de que se ha eliminado todo el aire.

Cebado con una bomba de vacío: las bombas que operan con un elevador de succión también pueden ser cebadas con una bomba de vacío. El manejo de una bomba de vacío es similar al de un eyector o aspirador, excepto que se crea un vado en la parte superior de la caja para extraer el aire y permitir hasta que el fluido se eleve hacia la parte superior de la carcasa. Debido a que el sistema de vacío está cerrado, debe instalarse un tubo de mirilla o cualquier otro indicador del nivel del líquido encima de la bomba para que el operador vea cuándo se llene el sistema. Siga las instrucciones de operación del fabricante de la bomba de vacío.

Cebado manual: el cebado manual consiste en la operación de una válvula de pie (llamada también válvula de retención) que se instala en la base de la tubería de succión. Este método se usará sólo cuando no exista otra forma de cebar la bomba. Para cebar manualmente una bomba, cierre la válvula de compuerta en la descarga y después vierta líquido en la parte superior de la carcasa de la bomba hasta que se derrame. Este método funciona debido a que la válvula de pie permite el flujo del fluido sólo en una dirección---dentro de la tubería de succión. Cuando no hay flujo, el flotador forma un sello con el empaque. Sin embargo, surgirá un problema, si un cuerpo extraño, por pequeño que sea, se Introduce entre el flotador y el empaque, ya que impedirá que la válvula de pie se cierre completamente y permitirá que el fluido se escape de la bomba. Las válvulas de pie deben ser inspeccionadas y deben limpiarse con frecuencia

Cebado automático: el equipo de cebado automático se instala a menudo en bombas no atendidas, que arrancan y se detienen automáticamente, para asegurarse de que están cebadas. Existen diferentes diseños de cebadores automáticos que deberán operarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Revisiones de operación de rutina. A continuación, presentamos algunas sugerencias para el establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo. Revisiones diarias: Las siguientes circunstancias requieren. Por lo general, una revisión diaria:

Filtro de succión (cuando se usa). Verifique la diferencia en la presión entre los manómetros ("gauges") colocados a cada lado del filtro. Si la caída de presión aumenta, el filtro necesita limpieza. Revisiones de operación de rutina A continuación presentamos algunas sugerencias para el estable.c1miento de un programa de mantenimiento preventivo.

Revisiones diarias Las siguientes circunstancias requieren. Por lo general, una revisión diaria:

- Flujo de la bomba. Revise los medidores de succión y de descarga de presión para mantener el rendimiento de la bomba.
- Fugas (escapes) por los empaques. Debe existir alguna fuga por los empaques para mantenerlos lubricados y para prevenir que el aire exterior entre por el collarín. El escape deberá ser de por lo menos veinte gotas por minuto, y algunos fabricantes recomiendan todavía más. La falta de lubricación es la principal causa del deterioro de los empaques. Impone un esfuerzo innecesario sobre el eje. Las bombas deben ser alineadas de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Presión del sello externo y de la Inyección. Si la bomba utiliza una fuente externa para lubricar los sellos o los empaques, siga las recomendaciones del fabricante para obtener la presión correcta del sello o de la inyección. La presión hidráulica excesiva puede acortar la vida útil de los sellos y empaques.
- Temperatura de cojinetes. Los cojinetes que trabajan demasiado calientes se desgastan prematuramente y pueden causar daños en otros accesorios. Por otro lado, los cojinetes enfriados con líquidos no se deben enfriar demasiado, pues podría producirse la condensación y hacer que los cojinetes se oxidaran.
- Revise la temperatura de los cojinetes con un pirómetro o termómetro. Muchos cojinetes de bombas funcionan normalmente entre 602C (1402F) y 6SQC (150°F), lo cual es demasiado caliente al tacto.

Revisiones semanales: En la mayoría de los sitios de operación deben realizarse semanalmente las siguientes verificaciones:

- Rotación del eje (solo durante períodos de Inactividad). Siempre que la bomba se pare durante un largo período, gire el eje manualmente una vuelta y cuarto para lubricar los cojinetes y prevenir que se trabe el eje.
- Tubería auxiliar. Vea si hay fugas en las conexiones.
- Vibración del eje y de los cojinetes. Use un medidor de vibración manual para medir la vibración de los cojinetes y del eje. La vibración no deberá exceder de 0.002".

Revisiones adicionales: Existen otras condiciones de las bombas que necesitan atención periódicamente, algunas con mayor frecuencia:

- Lubricación de cojinetes. Verifique el nivel y el estado del aceite en el caso de cojinetes lubricados con aceite, y cambie el aceite a intervalos fijos. También debe existir un calendario definido para aplicar grasa en los cojinetes lubricados con grasa.
- Consumo de energía. Haga que la revisión del consumo de energía de la bomba sea parte de la rutina de operación. El consumo excesivo de energía es un signo de que es necesario revisar la alineación de la bomba, los cojinetes y otros accesorios.
- Pernos de sujeción. Los pernos de sujeción de la bomba no necesitan ser revisados con frecuencia, aunque una verificación oportuna del ajuste puede prevenir la necesidad de darle mantenimiento a la bomba como resultado de una vibración innecesaria.
- Inspección interna. No abra una bomba sin necesidad. Cuando lo haga:
    - Revise todas las partes y reemplace las partes desgastadas.
    - . Limpie e inspeccione la caja y asegúrese de que estén despejados los conductos del impulsor y del sello del líquido.

· Observe el impulsor y el anillo en busca de desgaste, erosión, rebabas o rayones. Que pudieran causar un desequilibrio. Vibración y deterioro.

Aplicaciones en un sistema de agua: Existen diversos tipos de bombas centrífugas con múltiples aplicaciones en los sistemas de agua. A continuación, se enumeran las aplicaciones más comunes de las bombas centrífugas:

1. bombas para pozo (turbina vertical y sumergible)
2. bombas para agua cruda
3. bombas para agua de retro lavado
4. bombas para sistema de cloros gaseosos y reforzadores de vacío
5. bombas para agua tratada (de alta descarga)
6. bombas reforzadoras para el sistema de distribución.

Colector de Salida

Con excepción de las EB en que las bombas pueden descargar "a chorro libre" sobre una platea, pileta o canal de descarga, el resto de las EB (tanto de agua potable como aguas servidas) poseen una tubería que recoge y colecta todas las descargas de las bombas, para conducirlas hacia la tubería de impulsión ubicada a la salida de la estación.

Normalmente este colector de salida se construye con cañería de hierro fundido o acero, recubierta con pintura epóxica o bien anticorrosiva. Por lo general, el colector (llamado también "manifold") se fabrica en taller y se monta y ajusta en obra.

El diseño más sencillo consiste en un caño recto de diámetro compatible con el máximo caudal a bombear con tantas salidas (o acometidas) perpendiculares como bombas necesiten acoplarse. Uno de los extremos del caño principal está tapado con una brida ciega, mientras que el otro extremo tiene una brida soldada, que se empalma con el caño de salida de la estación.

Válvulas

Análogo al caso anterior, con excepción de las EB pluviales que descargan a "chorro libre", todas las bombas poseen en la línea de descarga válvulas para regulación, cierre y control. Así mismo, todas las EB de cámara seca poseen en la línea de aspiración una válvula de cierre. Las funciones de cada una de ellas es la siguiente:

Válvula en la Aspiración: Como fuera expresado anteriormente, en las EB de cámara seca se coloca aguas arriba de la bomba una válvula de cierre, a fin de aislar la cañería de aspiración. Ello es particularmente importante en caso de tareas de desarme de la bomba, por cuanto de no existir ese cierre se derramaría el líquido del pozo de bombeo que, por lo general, está a mayor nivel que el equipo. Se recomienda colocar estas válvulas a cierta distancia de la succión de la bomba, a fin de estabilizar la vena fluida antes del ingreso a aquella. Por lo general, la distancia aconsejada entre ambos elementos debería ser al menos de cinco diámetros (L > 5 D). Las válvulas más comúnmente utilizadas son las esclusas, aunque últimamente se están utilizando eficazmente las válvulas tipo mariposa. Cuando los

tamaños son grandes (p ej > 500 mm) estas válvulas son servo comandadas, ya sea a través de actuadores neumáticos o motores eléctricos. Esta configuración hidráulica aventaja en este aspecto a las EB de cámara seca.

Válvula en la Descarga: La válvula de descarga se coloca a la salida de la bomba, lo más próximo a ella como sea posible. Si bien constructivamente es semejante a la descrita precedentemente, a diferencia de la anterior, esta válvula ejerce funciones de control. Ello significa que abriendo o cerrando parcialmente la misma, se puede lograr una regulación del funcionamiento de la bomba. Es importante destacar que si la instalación hidráulica requiere de un sistema de regulación muy fino, tanto las válvulas esclusas como las mariposas, deberían reemplazarse por válvulas reguladoras, cuyo principio de funcionamiento es diferente de aquellas y su costo muy superior también. También es importante tener en cuenta que, dependiendo de la recomendación del fabricante de la bomba y del tamaño de la instalación, muchas veces se requiere el cierre de la válvula de descarga antes de la parada de la bomba. En estos casos, el mismo debe hacerse con sumo cuidado y lentamente, a fin de evitar la aparición del fenómeno oscilatorio de presiones denominado “golpe de ariete”, cuyas consecuencias pueden ser nefastas para la instalación.

Válvula de Retención: Se coloca a continuación de la válvula de cierre en la descarga y su función es impedir que retorne el líquido desde la cañería hacia la bomba.
El uso de válvula de retención en la descarga tiene varios motivos, a saber:

Para evitar que el líquido fluya en dirección opuesta ante la detención de la bomba, pudiendo hacer girar su rotor en el sentido contrario (a modo de turbina), con algún posible daño al equipo.
Cuando las descargas de dos a más bombas están vinculadas a través de un colector (manifold), para evitar el líquido escurra por la bomba que está detenida en ese momento.

Existen varios tipos de válvulas de retención. Las más comunes son las de clapeta, aunque también las hay de bola, de émbolo, etc. Cuando los diámetros de las válvulas son considerables, las mismas vienen dotadas de mecanismos compensadores de retardo de la velocidad de cierre, para evitar que un cierre brusco provoque el fenómeno del golpe de ariete mencionado en el punto anterior.

Motores

Prácticamente, la totalidad de las EB utilizan los motores eléctricos para el accionamiento de las bombas y del resto de los mecanismos que requieren movimiento

Sistema de Control de Niveles y Operación de Equipos de Bombeo:

Para el control automático del nivel, resistente a golpes y choques, sin mercurio, respetuoso con el medio ambiente. Fabricado Según las últimas técnicas de moldeado que proporcionan una total estanqueidad al regulador de nivel. El regulador de nivel KS puede utilizarse para efectuar operaciones de control a partir del nivel de líquido. Apto para estar en contacto con aguas residuales. La bola situada en el interior del regulador KS se mueve en función de la posición del mismo y a su vez acciona un microinterruptor. El hueco por el cual se desplaza la bola asegura un funcionamiento sin problemas, incluso en el caso de enredarse el cable. La longitud de éste y la sujeción pueden ajustarse para variar

el nivel de arranque/parada; su longitud mínima es de 50 mm, lo que corresponde a una diferencia mínima de Arranque/parada de 100 mm. Ajustando la altura de sujeción del cable en el pozo, se ajusta la cota de base de arranque/parada. Para garantizar un funcionamiento adecuado es de vital Importancia que el regulador KS pueda subir y bajar sin impedimentos.

Características:

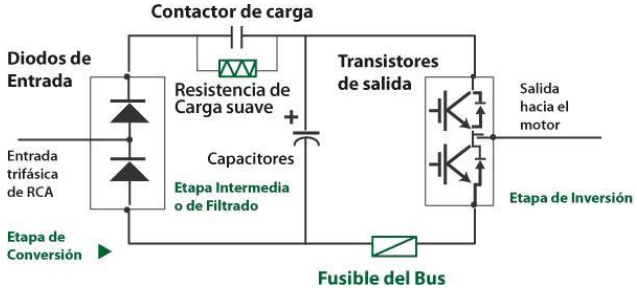
· Control automático de estaciones de bombeo
· Puesta a tierra
· Protección contra el rebose del pozo o el funcionamiento en seco de las bombas
· Señalización de los niveles máximos y/o mínimos.
· Control de válvulas motorizadas u otros elementos eléctricos.
· Puede utilizarse en atmósferas explosivas junto con relés de seguridad intrínseca.
· Señalización o alarma en operaciones de control.
· Disponible en versión de función de salida con un contacto conmutado para llenado y vaciado de depósitos.
· Opcional con cable de PVC.
· Tensión nominal 230/400 V AC.
· Corriente nominal 16(8)/16(4) A.
· Clase de protección I.
· Temperatura del líquido Servicio continúo 60 °C máx.

Descripción Material

Puesta a tierra, 2. Micro interruptor, 3. Cable.

Operación de Equipos

Los sensores de nivel estarán ubicados en el pozo húmedo y serán del tipo hidráulico encapsulados en un sistema de protección hermético, que lo aísla del líquido en que se encuentra inmerso (boyas).



El variador de velocidad será común a todos los equipos de bombeo; pero se prevé que entre en la operación de uno solo de ellos. Este variador de velocidad proveerá una operación más suave de los equipos, procurando adaptarse al influjo de aguas residuales a la estación. Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (CA), el equipo primero convierte la CA en corriente directa (CD), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR´s), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal; posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de CD a un frecuencia constante, y su valor promedio tiene la forma de onda senoidal de la frecuencia que se aplica al motor. El proceso de conmutación de los transistores es llamado PWM "Pulse Width Modulation" (Modulación por ancho de pulso).

Se puede conectar varios motores a un variador o VFD, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

· El VFD o variador debe ser dimensionado para que pueda suministrar la suma de las corrientes de los motores.
· Usar sólo control V/f (tensión/frecuencia); no usar control vectorial
· Deben usarse elementos independientes de protección para cada motor.
· Todos los motores arrancan y paran al mismo tiempo.
· Todos los motores funcionaran a la misma velocidad.
· Si falla el VFD o variador tendremos todos los motores detenidos.

No es necesario el uso de motores especiales; un VFD o variador puede controlar cualquier motor de CA de jaula de ardilla de tipo convencional, sin embargo, motores de alta eficiencia de uso inversor (Inverter Duty Motors) presentan un mejor rendimiento, especialmente a bajas frecuencias. Un inversor diseñado para tres fases se puede utilizar con alimentación de dos fases, siempre y cuando la alarma por pérdida de fase de alimentación no exista o se pueda anular. Es necesario tomar en cuenta que la corriente que se consumirá en la entrada es 1.732 veces la corriente de cada fase de la salida, valor que hay que utilizar para la selección del equipo. También existen algunos modelos de inversores diseñados para ser conectados a 2 o 3 fases, son de baja potencia, generalmente alcanzan una capacidad máxima de 5HP. Cuando un motor se opera a una velocidad menor a la nominal, el motor consume menos energía. En el caso de ventiladores y bombas centrífugas, las cuales generalmente son controladas mediante restricciones de flujo que desperdician energía, el ahorro es mucho mayor puesto que la energía varía en forma proporcional al cubo de la velocidad

Los variador de frecuencia deberán cumplir con funciones integradas para la protección electrónica del motor y para su funcionamiento deberán contar con arranque y paradas suaves, rampa de tensión de arranque y de parada, regulación del par de arranque y de parada, autoprotección de los aparatos, protección del motor contra sobrecargas, marcha de acuerdo a la frecuencia requerida por el sistema, parada de bombas, módulo externo de operación y observación, indicación del valor de servicio medido, registro de fallas, lista de eventos, función indicador de seguimiento, función trazado, entradas y salidas de control programables, arranque bajo condiciones de arranque pesado.

Sistema de Protección del Variador de Frecuencia

Los equipos o motores del tipo sellado deberán traer un sistema de protección automático integrado para detectar el sobre calentamiento de las bobinas, fluctuaciones, mediciones, así como sistemas para programación de arranque y automático y mediciones de factor de potencia. El Variador de frecuencia tendrá que ser programado con protección automatizado; tendrá que tener las funciones de proteger lo siguiente: sobrecarga, baja carga, sensor de temperatura, para protección contra desbalance de fases, alto y bajo voltaje y deberá de ser instalado con todos sus accesorios y sistemas de mando para 230 voltios. Funciones esenciales para la protección de las instalaciones:

· Detección de subcarga y de sobrecarga.
· Detección de ausencia de fluido.
· Limitación de la intensidad.

· Supervisión y control de la instalación conmutando y repartiendo el desgaste de las bombas.
· Tensión de Alimentación
· Trifásica 230 y 460 Voltios/ 60 Hertz.
· Deberán de contar con los siguientes accesorios, ya instalado en su gabinete:
· Juego de pararrayos.
· Interruptor principal de acuerdo a la potencia del motor.
· Relée asimétrico tipo digital con su protección instalado en la parte frontal del gabinete y con fuente indicada

Sistema de Ventilación Forzada

El sistema de ventilación forzada será operado manualmente, teniendo la precaución de encenderlo cada vez que el operador descienda a la fosa de bombas y apagarlo al finalizar su tarea. No requiere un mantenimiento especial más que la de todo equipo electromecánico corriente, con limpieza trimestral de su filtro y chequeo de ruidos o vibraciones anormales que demanden el servicio de un electricista especialista en el mantenimiento de ventiladores.

Mantenimiento de Equipos

Tabla 19-22: Mantenimiento preventivo en general

Equipo	Propósito	Actividades Y Frecuencia
A).- Rejilla de Cribado	Limpieza de sólidos acumulados en las rejillas	Limpieza de rejillas con rastrillo, palas y botes para ser enviadas a un sitio apropiado, seleccionado previamente. * Una vez por día
B).- Canal desarenador.	Chequeo de las compuertas y de los vertederos. Limpieza del canal de desarenador	Limpieza de sólidos incrustado, para evitar que los sólidos generen corrosión en las compuertas y verificación del neopreno en las guías de las compuertas. Retiro de sólidos incrustados en los canales desarenadores, con palas, botes, colocándolos en un sitio elegido apropiadamente. * Una vez por semana
C).- Equipo en General	Supervisión de la operación de bombas y motores. Mantenimiento de las unidades de bombeo	Inspección del equipo según instrucciones del fabricante. * Una vez por semana. Detección de vibración excesiva, ruidos anormales, fugas de aceite y sobrecalentamiento. * Una vez por turno. Revisión del nivel de aceite necesario y reposición de éste, si procede. Lubricación de baleros, así como la temperatura de operación. * Una vez por turno. Revisión de juntas y empaques, sello de agua y prensaestopas, cambiar, si es necesario. Una vez por mes.
D).- Obra Civil	Limpieza y remoción de sólidos sedimentados	Vaciar el canal de entrada. Remoción con palas de sólidos acumulados y limpieza con chorro de arena, disposición de desechos. * Una vez cada tres meses.

Mantenimiento Equipos de bombeo de aguas residuales

Mantenimiento por Ruido, vibración, calor y olor excesivos

Mientras está en funcionamiento, el motor de la bomba debe tener un sonido suave y no debe calentarse excesivamente. El ruido, vibración y calor excesivos indican problemas graves, como falla en los rodamientos, falta de alineación del eje, cavitación de la bomba, desgaste del impulsor o avería del motor. El calor, el olor del ozono o de la quema de la empaquetadura representan problemas que incluyen fallas en las bobinas del motor, energía deficiente o excesiva, conexiones flojas y deficiencias

en el sistema de control del motor. Todos los aspectos enumerados indican que es necesario un mantenimiento inmediato.

Fugas de agua

Si bien la caja de empaquetadura de la bomba requiere un goteo constante a través del casquillo, este no debe ser excesivo, no debe generar humedad alrededor del motor, no debe crear condiciones inseguras alrededor de la caseta ni facilitar el ingreso de contaminantes al agua cuando se paraliza la bomba y se puedan crear vacíos en la caja de empaquetadura.

Polvo y suciedad

El inspector deber buscar huellas de polvo alrededor de las aspas de ventilación del motor y en las entradas de aire. El polvo inhibe el flujo de aire necesario para enfriar las bobinas del motor.

Fuga de lubricante

Las bombas y motores no se deben lubricar en exceso, ya que pueden producir fallas en los rodamientos y calentar el motor. Los signos de lubricación excesiva e inapropiada son la grasa que sale de los sellos de los rodamientos y la acumulación de grasa o aceite alrededor de la bomba o motor.

Sugerencia

- Se debe capacitar al personal responsable para que solucione las fallas de los sistemas de bombeo y mantenimiento de los sistemas eléctricos y mecánicos. Si no hay personal competente en esas áreas, el mantenimiento debe estar a cargo de contratistas.
- Se tiene que mantener registros adecuados de operación para las estaciones de bombeo, tales como presiones de succión y descarga, horas de operación, lecturas del caudalímetro y lecturas de amperaje y voltaje.
- Los procedimientos estandarizados de operación se deben proporcionar por escrito a todos los operadores. Los procedimientos pueden ser tan complejos como un manual de operaciones o tan sencillos como una página de instrucciones. Deben considerar aspectos tales como la operación e inspección diaria (lista de verificación), procedimientos de encendido y apagado y respuesta a fallas del equipo y otras condiciones de emergencia (planes de contingencia).

Tabla 19-23: Equipo de bombeo de aguas residuales mantenimiento correctivo. – generales

Problema	Causa	Soluciones
-Material sólido se ha asentado y descompuesto, o cambiado dentro de la capa de suciedad	Entrada de la Bomba -Tiempo de retención es demasiado largo.	Operar la bomba a un nivel de agua más bajo.
-No bombea agua	-Carga de bombeo excesiva. -Nivel de agua deficiente en la bomba., -Válvula de succión o válvula de descarga, cerrada. -Bloqueo del impulsor por acumulación de material extraño	-Confirmar nivel de agua. -Cebar la bomba de nuevo.
-Volumen entregado es menor que volumen especificado.	-Entrada de aire. -Profundidad insuficiente del tubo de	-Revisar posible introducción de aire en el tubo de succión. -Revisar y abrir totalmente la válvula de succión y de

Problema	Causa	Soluciones
	succión debido a un nivel bajo del agua. -Bloqueo del impulsor por acumulación de material extraño. -Desgaste del anillo y del impulsor.	descarga. -Desarmar y remover el material extraño. -Revisar por posible entrada de aire en tubo de succión. -Operar dentro del rango especificado de nivel de agua. -Desarmar y remover el material extraño. -Reemplazar.
-Sobrecarga del motor. -Vibración y ruido anormal.	-Operación fuera de la carga y volumen de agua especificado. -Contacto entre el impulsor y la carcaza. -Arrastre de lodo y material extraño. -Demasiada comprensión de la glándula de empaquetadura./ Bajo voltaje/-Cojinetes quemados./-Bloqueo del impusor por acumulación de material extraño/-Entrada de aire y cavitación./Desviación del centro del eje./Pernos de Fundación flojos./ Insuficiente Resistencia del piso. Volumen de entrega excesivamente grande o pequeño.	-Ajustar abertura de la válvula de descarga. -Desarmar y reparar./Limpiar la entrada de la bomba y prevenir la entrada de material extraño./Ajustar la presión./Revisar voltaje. -Desarmar, reparar o reemplazar. -Desarmar y remover el material extraño. -Confirmar la posición de la succión. - Reposicionar el tubo de succión. - Ajustar la válvula de descarga. - Operar la bomba en un punto cercano al de volumen de entrega especificado. Inspeccionar y reparar./Apretar tuercas./Reforzar el piso. Operar en un punto cercano al volumen especificado

Motores eléctricos de inducción

Tabla 19-24: Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
Diario -Verificación de voltaje, amperaje y potencia. -Revisión de la temperatura de las balineras. -Comprobación y reporte de vibraciones o estabilidad en el funcionamiento del equipo y sus condiciones generales de trabajo. -Comprobación visual del nivel de aceite de las balineras, si fuese el caso. Semestral -Cambio de grasa de las balineras, sin desmontaje del motor, expulsando por presión la grasa vieja. -Arranque del equipo para detectar aumento de temperatura de balineras posible exceso de grasa, y control de condiciones eléctricas en general. -Comprobación de las condiciones generales de trabajo. Anual -Desmontaje completo del motor sacando las balineras y el rotor. Lavado de balineras, inspección cuidadosa de las mismas. Cambio de aceite y grasa, según el caso, y reemplazo de balineras si fuese necesario. -Comprobación eléctrica de las bobinas, limpieza exterior con aire comprimido y solvente industrial y recubrimiento con barniz dieléctrico, si fuera necesario. -Montaje, alineamiento y pruebas completas de funcionamiento.	-Termómetro. Grasa. -Engrasadora. Grasa. -Equipo de izado. Balineras. -Grasa solvente industrial. -Barniz dieléctrico. Cinta aislante eléctrica. -Lainas. -Cables y terminales eléctricas. -Compresor de aire completo. -Herramientas.

Generador eléctrico

Precauciones para la seguridad. La seguridad está integrada dentro de cada motor que mueve un generador, sin embargo, como cualquier otro equipo electromecánico, él puede constituir una seria amenaza a la vida y a la conservación de un miembro, si es mantenido y operado imprudentemente. Recordar que la mejor garantía contra accidentes es estar consciente del peligro potencial que existe y hacer siempre uso del sentido común.

Advertencia. No opere el equipo con los paneles o cubiertas, removidos.

Avertencia – Alto Voltaje. Recuerde que la función de un conjunto de generación es producir electricidad y siempre que la energía eléctrica está presente, hay un peligro potencial de electrocutarse. Mantenga a todas las personas, especialmente a niños, lejos de los equipos generadores mientras estos están funcionando, y tome las precauciones necesarias para evitar que personal no calificado manipule o intente operar estos equipos. El conjunto de generación y los circuitos eléctricos solo pueden ser atendidos por técnicos calificados. El sistema eléctrico debe ser inspeccionado frecuentemente reemplace las correas o bandas que se encuentren deshilachadas o en condición muy pobre. Tenga especial cuidado de no entrar en contacto con el equipo eléctrico cuando se encuentre parado en agua, o sobre un piso húmedo o con sus manos húmedas.

Advertencia – Escape de gases letales. La máquina que impulsa el generador, descarga como parte de los gases de escape, cuando está operando, monóxido de carbono el cual es mortal. El monóxido de carbono es particularmente peligroso porque no tiene olor, pero debe tenerse en mente que puede causar la muerte si es inhalado aún en períodos cortos. Nunca opere el equipo de generación dentro de un edificio cerrado, a menos que los gases del escape sean conducidos con seguridad hacia el exterior, no opere el equipo en áreas donde los gases del escape puedan acumularse y filtrarse dentro de un edificio ocupado. Evite aspirar los gases de escape cuando se está trabajando o se encuentre cerca del generador.

Advertencia – Combustible peligroso. Precauciones extremas deben tomarse cuando se maneje, almacene y use combustible, ellos son altamente volátiles y explosivos en su estado de vapor. Almacene gasolina solamente en recipientes rojos previamente aprobados y marcados -GASOLIINA- almacenados en áreas ventiladas, fuera del alcance de los niños y lejos de cualquier llama o de cualquier equipo que pueda producir chispas. No almacene gasolina en viviendas o en edificios ocupados. Nunca adicione combustible al tanque mientras esté funcionando a fin de evitar que el combustible que pueda derramarse entre en contacto con partes calientes o con chispas del encendido. Es obligatorio proveer ventilación adecuada para el gas propano, y para el gas natural. Deben instalarse detectores. El gas propano es más pesado que el aire, por tanto los detectores deben instalarse en la sección baja del cuarto. El gas natural tiende a elevarse, por tanto, los detectores deben instalarse en la parte alta del cuarto. Inspeccione a menudo el estado de los detectores.

Advertencia – Interruptor automático de transferencia. Unidades con interruptor automático de transferencia (Automatic Transfer Switch) arrancan automáticamente. Antes de trabajar en un equipo conectado a un generador, éste debe ser desconectado.

~ Unidad de Operación y Mantenimiento Sistema de Alcantarillado Sanitario.

Tabla 19-25: Acciones de Mantenimiento y Frecuencia De Ejecución.- Generador Eléctrico

Elemento	Trabajo a realizar	Materiales, equipos, herramientas mínimas
-Combustible -Lubricación. Enfriamiento. -Línea de escape. -Sistema eléctrico A.C. -Motor. -Generador.	**Semanal** -Revisar nivel del tanque principal. /-Revisar e inspeccionar visualmente el nivel tanque de suministro diario. /Inspeccionar y probar la operación de la válvula de solenoide. /-Revisar, limpiar y remover el agua en el sistema. /Inspeccionar y reemplazar si es necesario las líneas flexibles y conectoras. /-Revisar el nivel de aceite. /-Revisar el nivel de refrigerante. /-Revisar la ventilación del cuarto./-Inspeccionar visualmente la bomba de agua./Inspeccionar las mangueras flexibles y conectores./-Revisar la operación del bloque calentador./-Revisar por posible filtración./-Revisar la trampa del drenaje.	-Aceite. -Refrigerante. -Mangueras. Conectores. -Lámpara de control. -Banda del abanico y del alternador. -Electrolito.

Elemento	Trabajo a realizar	Materiales, equipos, herramientas mínimas
-Condición general del equipo. -Enfriamiento. Sistema de baterías.	-Revisión general. -Prueba de la lámpara de control. /-Reemplazar si es necesario. -Inspección general. -Revisar para detectar vibración, fuga, ruido, temperatura o deterioro anormal. /-Limpieza del espacio interior y del área exterior circundante. **Mensual** -Revise la banda del abanico y del alternador. Reemplace si es necesario.-Revise nivel del electrolito. /-Remueva la corrosión, limpie y seque el Cepillo de alambre exterior de la caja. -Pruebe la gravedad específica y el estado de la carga. /-Revise la operación del cargador y la razón de carga. /Revise la recarga después de que arranque el equipo. /-Revise, pruebe, limpie, o reemplace si es necesario los fusibles del interruptor de circuitos. /-Fusibles. /-Revise la lubricación y la operación./-Lubricantes./ **Trimestral** -Reemplazar los filtros/-Combustible./-Lubricación./-Revisar y cambiar el respirador de la caja de engranaje. /-Inspeccionar por cualquier falla en el aislamiento y riesgo de incendio. /-Revisar, limpiar y apretar terminales. /-Revisar por cualquier abrasión en el alambrado donde éste está sujeto a movimiento. **Semestral** -Cambio en el suministro de gasolina. /-Probar el nivel de protección del anticongelante. /-Revisar los conectores flexibles. /-Revisar y probar el funcionamiento de los aparatos de alarma y seguridad. -Revisar y limpiar el filtro de aire. /-Revisar y ajustar el estrangulador del carburador. **Anual** -Revisar por posible obstrucción la ventilación del tanque y las líneas de retorno. /-Revisar las líneas de combustible. /-Cambio de aceite. -Cambio de filtro. /-Cambio de refrigerante./-Revisar intercambiador de agua a calor./-Limpiar el intercambiador de calor./-Limpiar el exterior del radiador./-Limpiar los ductos y persianas./-Revisar, limpiar y probar los controles y persianas de los motores./-Probar la presión./-Revisar los colgadores y soportes./-Revisar la presión de las conexiones./-Revisar y limpiar los contactos del interruptor de transferencia./-Revisar, probar y ajustar los instrumentos sensores de voltaje./-Revisar el gobernador de aceite./-Revisar y limpiar los componentes del encendido./-Revisar la bomba de inyección, la razón de inyección, la presión, el patrón de rociado./-Revisión y limpieza del rotor y estator./-Revisión, lubricación y reemplazo de los cojinetes, si es necesario./-Revisión y limpieza del excitador. -Revisión y limpieza del regulador de voltaje. /-Medición y registro de las lecturas de resistencia de las bobinas.	-Refrigerante. -Cojinetes. -Instrumento para medir la resistencia de las bobinas.

Unidades de Arranque

Tabla 19-26: Unidad de Operación y Mantenimiento Sistema de Alcantarillado Sanitario. Acciones de Mantenimiento y Frecuencia de Ejecución Unidades de Arranque.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimas
Diario -Revisión del nivel de aceite, si es del tipo de baño de aceite. -Revisión de fusibles del interruptor (switch) de seguridad. **Semestral** -Revisión de contactos. /-Revisión de elementos térmicos y cambio, si es necesario. /-Revisión de bobinas. /-Revisión del sistema mecánico. -Cambio opcional del aceite dieléctrico. /-Regulación del tiempo de arranque. /-Revisión del interruptor (switch) de seguridad, reajuste y cambio de fusibles, cuando fuera necesario. /-Revisión del estado de los cables de entrada y salida. /-Limpieza con chorro de aire. **Anual** -Mantenimiento semestral correspondiente, más cambio obligatorio del aceite dieléctrico.	-Aceite dieléctrico (de transformador). -Contactos. -Elementos térmicos. -Relay de tiempo. -Aceite dieléctrico. -Fusibles. -Cables. -Compresor. -Aceite dieléctrico.

Centro de Control de Motores

Tabla 19-27: Unidad de Operación y Mantenimiento Sistema de Alcantarillado Sanitario. Acciones de Mantenimiento y Frecuencia de Ejecución. Centro de control de motores

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
Trimestral -Revisar el tablero eléctrico de control. -Acciones por componentes. Disyuntores 1. Mediante la palanca frontal, accionar el mecanismo de disparo. 2. Comprobar que no existan conexiones de potencia, flojas. 3. Revisar las cajas moldeadas. Contactores. 1. Revisar el estado de los contactores. 2. Revisar el desgaste de las caras de los polos magnéticos en el núcleo. 3. Comprobar que no existan conexiones tanto de potencia como de control, flojas. Relés Térmicos 1. Revisar el mecanismo de desenganche. 2. Revisar el ajuste o la capacidad de las bobinas térmicas -Refrigerante. General Después de quitar la energía al equipo. 1. Remueva el polvo y suciedad acumulad a. Use un cepillo, un trapo suave o una aspiradora. 2. Limpie todos los aisladores y barras verticales colectivas. 3. Inspeccione las unidades principales y uniones verticales y soportes colectivos y apriételos si es necesario. 4. Inspeccione todo el alambrado de las unidades por posible deterioro del aislamiento. 5. Revise todos los contactos. Ellos sólo necesitan ser reemplazados cuando casi toda la punta de plata haya desaparecido y el soporte del punto de contacto está expuesto. No lime el contacto. Limar el contacto sólo puede resultar en pérdida del material y en la reducción de la vida de la unidad. 6. Revise todos los alambres ante posible deterioro del aislamiento y apriete las conexiones. 7. Revise visualmente los medidores e instrumentos y verifique la calibración de aquellos críticos. 8. Revise los enganches o unidades de cierre de la puerta para su debida operación. 9. Revise las luces indicadoras y reemplácelas, si fuese necesario. 10. Si un cambio de fusibles es necesario, siempre instale otro del mismo tipo y rango del original que fue suministrado con el centro de control. La evolución en el diseño de los fusibles, ha producido fusibles que son mecánicamente equivalentes pero no eléctricamente equivalentes. Ellos pueden no tener la misma resistencia a los cortocircuitos y habilidad para limitar la corriente.	-Herramientas apropiadas, como destornilladores, llaves fijas y llaves de abertura variable. -Llaves fijas de diferentes tamaños para apretar conectores. -Contactores -Llaves de diferentes tamaños para apretar conectores. -Relés. -Cojinetes. -Instrumento para medir la resistencia de las bobinas. -Cepillo, trapo, aspiradora, brocha. -Contactos. -Llaves apropiadas. -Alambre. -Instrumento para calibración de medidores y otros aparatos. -Bujías. -Fusibles

Higiene y Seguridad

Personal requerido

La Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) recomienda el siguiente personal para la Gestión en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTAR), compuesta por lagunas de estabilización y estación de bombeo de aguas residuales.

Tabla 19-28: Personal necesario para la Gestión de Lagunas de Estabilización

Personal	Población servida				
	10,000	25,000	50,000	100,000	250,000
Jefe de planta	--	--	1	1	1
Operador	--	1	2	2	2
Electromecánico	--	--	--	1	1
Laboratorista	--	1	1	1	2
Ayudante/Obrero	1	2	4	6	60
Chofer	--	1	1	1	2
Vigilante o guardián	1	1	1	3	5
Total:	2	6	100	15	19

Lógicamente, este personal debe adecuarse a las necesidades propias del lugar; sin embargo, es un buen indicativo de lo los requerimientos que pueden esperarse para la operación y mantenimiento del sistema de lagunas de estabilización de la ciudad de Nandaime. Para la PTAR de Nandaime se propone el siguiente personal: 1 Jefe de Planta – Laboratorista; 1 Operador electromecánico (turnos de 24 horas); 4 Operarios; 2 Vigilantes.

Descripción de responsabilidades

Jefe de planta: Las labores del jefe de Planta se orientarán a la verificación de los procesos biológicos del tratamiento de las aguas residuales que se realicen a plenitud, así como a la coordinación de las actividades que deberán llevar adelante el grupo de operadores y obreros. En dependencia de la política de la empresa, este profesional podría eventualmente asumir las responsabilidades del Técnico de Laboratorio o Laboratorista, dado que en un sistema de lagunas de estabilización las labores de laboratorio son relativamente sencillas y poco frecuentes. Las funciones que deberán desempeñar son las siguientes:

- Administrar y dirigir las acciones de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, y como tal, ejercita autoridad directa sobre todo al personal bajo su responsabilidad.
- Elaborar el programa de operación, mantenimiento y seguridad de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Coordinar con el profesional encargado del laboratorio a nivel departamental en todos los aspectos relativos al control de la calidad de las aguas residuales crudas y tratadas.
- Coordinar con el departamento de alcantarillado de la filial de ENACAL Nandaime en los aspectos relativos a la descarga de efluentes industriales y comerciales que puede afectar la tratabilidad de las aguas residuales y por lo tanto el buen funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Informar periódicamente al Jefe inmediato, sobre la administración, operación mantenimiento y calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Coordinar con el Dpto. de Operaciones de la Filial ENACAL, la consecución de los recursos necesarios para una adecuada operación y mantenimiento, en lo relativo a:
- Requerimientos de personal.
- Suministro oportuno de piezas y equipos necesarios para el mantenimiento preventivo de las unidades en general.
- Suministro oportuno de materiales para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en general.
- Vehículos y transporte.
- Planificar los programas de monitoreo, evaluación e investigación en la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Procesar los registros operacionales para el control de los procesos de tratamiento de la planta.
- Elaborar periódicamente los informes relativos a la administración, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.
- Supervisar el cumplimiento del programa de operación, mantenimiento y seguridad de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Supervisar la buena presentación de la planta de tratamiento de aguas residuales, principalmente en lo que respecta al mantenimiento de los jardines, orden de los equipos y, sobre todo, la excelencia integral de la instalación de modo de crear una buena impresión a los visitantes.
- Capacitar al personal que laborará en la planta de tratamiento en lo referente a labores de operación, mantenimiento y seguridad, así como de sus responsabilidades.
- Mantener la buena imagen de la institución y colaborar con el Departamento de relaciones Públicas de la Empresa, así como atender y guiar a las personas que visitan las instalaciones de la planta de tratamiento.
- Otros que el Jefe de Filial y/o la Delegación Departamental determine.

Operador: Dentro de las actividades a ser desarrolladas por los operadores se encontrarán:

- Coordinar las actividades de su responsabilidad con el Jefe de Planta.
- Cumplir y supervisar el cumplimiento de todas las labores de operación y mantenimiento especificadas para la planta de tratamiento, y, como tal, ejercitar autoridad directa sobre todos los obreros.
- Registrar adecuadamente en los respectivos formularios, los datos operacionales de la planta de tratamiento en lo referente a temperatura, pH, oxígeno disuelto, etc., en los puntos determinados en el programa de monitoreo, así como las observaciones visuales.
- Realizar mediciones de caudales en las canaletas Parshall de acuerdo al programa de medición que establezca el Jefe de Planta
- Registrar los volúmenes de sólidos retenidos en las rejas y en las lagunas de estabilización con la finalidad de optimizar los tiempos de almacenamiento y evacuación de los mismos.
- Disponer de la arena en sitios destinados para esta operación.
- Colaborar en la toma de muestras de aguas residuales en los lugares de muestreo determinados en el programa de monitoreo.
- Supervisar la manipulación de las compuertas de ingreso a la planta de tratamiento y de los dispositivos de distribución de las aguas residuales a las diferentes lagunas de estabilización.
- Supervisar la limpieza de las rejillas en las horas de mayor o menor volumen de sólidos retenidos.
- Informar al Jefe de Planta sobre los problemas que se susciten en los diferentes procesos de tratamiento con la finalidad de tomar las medidas correctivas del caso.
- Colaborar con el personal responsable en las labores de evaluación e investigación emprendidas en la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Garantizar la seguridad de equipos y herramientas para lo cual será el encargado de abrir y cerrar la bodega.
- Supervisar las labores realizadas por los obreros y asesorar a los mismos.
- Otras que el Jefe de Planta asigne.

Técnico de Laboratorio: Dentro de las actividades a ser desarrolladas por el laboratorista se encuentran:

- Realizar las determinaciones analíticas relacionadas con el control operacional de las lagunas de estabilización.
- Cumplir con el programa de monitoreo, evaluación o investigación definido por el Jefe de Planta.
- Registrar y archivar adecuadamente los resultados de los análisis realizados a las muestras de aguas residuales tomadas en el marco del programa de monitoreo, evaluación o investigación.
- Solicitar oportunamente los equipos, insumos, etc., para la realización de las determinaciones analíticas programadas.
- Tomar las muestras de aguas residuales en los lugares de muestreo determinados en el programa de monitoreo, evaluación o investigación.
- Informar al Jefe de Planta sobre los resultados de las pruebas analíticas en general y en especial, cuando se determine o sospeche la existencia de algún problema que pudiera afectar el buen funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Colaborar con el personal responsable en las labores de control de la calidad de las aguas residuales.

· Coordinar con el Jefe de Planta y el Jefe de Laboratorio del Nivel Central, lo relacionado al control de la calidad de las aguas residuales crudas y tratadas.
· Otros que el Jefe de Planta determine.

Ayudantes / Obreros: Dentro de las actividades a ser desarrolladas por los Ayudantes/obreros se encuentran:

· Participar activamente en todas las labores de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en lo que respecta a:
· Mantener limpias todas las estructuras de llegada de aguas residuales, incluyendo la cámara de rejas, desarenador y medidores de caudal.
· Mantener limpias las crestas de los diques, vías de acceso y vías interiores a la planta de tratamiento.
· Realizar la limpieza y mantenimiento de los taludes de los diques (si fuera necesario).
· Realizar la limpieza y mantenimiento de los jardines ornamentales ubicados al ingreso de la planta de tratamiento y de los que rodean las oficinas, (si estos existieran).
· Limpiar los alrededores de las edificaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales.
· Retirar las natas de la superficie de agua de las lagunas facultativas.
· Retirar el material y objetos que interfieren en la distribución de las aguas residuales crudas o tratadas.
· Limpiar y guardar cuidadosa y correctamente el equipo de trabajo concluida las actividades diarias.
· Apoyar en la toma y transporte de muestras de aguas residuales; y
· Apoyar en el transporte de materiales y herramientas de trabajo.
· Comunicar al operador de turno cualquier problema que pudiera presentarse en las estructuras pre-tratamiento, estación de bombeo y en cualquier otro lugar de la planta de tratamiento, de modo que se tomen oportunamente las medidas correctivas necesarias.
· Otras que el operador indique.

Requerimientos Administrativos

Para el desarrollo de las funciones administrativas, la planta de tratamiento deberá contar con el siguiente equipamiento:

Oficina del Jefe de Planta:
· Escritorio con su respectivo sillón.
· Computadora e impresora con su respectivo mueble.
· Teléfono.
· Radio transmisor.
· Muebles diversos (archivadores, estantes, etc.)

Laboratorio de Planta de Tratamiento:
· Mesa con cajones y divisiones para guardar los equipos, cristales y reactivos.
· Taburetes.
· Archivador.
· Destilador de agua.
· Equipo de laboratorio para la determinación de:
· Oxígeno disuelto.

· Sólidos sedimentables (Conos Imhoff)
· Temperatura.
· Valor de pH.

Materiales de consumo

A continuación se presenta una lista de los principales materiales requeridos para la operación y mantenimiento de las instalaciones de la PTAR:

· Lubricantes
· Pinturas
· Gasolina
· Diésel
· Herramientas
· Repuestos
· Materiales para obras civiles
· Materiales para oficina (papel, tinta, etc.)

Energía

No se ha previsto instalaciones adicionales de alta potencia eléctrica. Por lo tanto, se estima suficiente una conexión a la red pública. La energía eléctrica será requerida básicamente para el funcionamiento de la estación de bombeo, las rejillas automáticas, la bomba de lodo y el alumbrado de las instalaciones y parte del terreno alrededor de las mismas.

Contratos externos

Se considera que ciertas tareas serán desarrolladas a través de contratos externos, tales como la reparación de los equipos en talleres externos, contratación de un laboratorio externo para análisis especiales, mantenimiento anticorrosivo de los elementos metálicos, mantenimiento de diques y de la red vial. Así también se ha considerado que el transporte de sólidos, tanto de los sólidos provenientes de la rejilla y el desarenador como de los lodos secos provenientes de los lechos de secado, será realizado mediante un contrato externo.

Equipos

A continuación se presenta una lista de los principales equipos requeridos para la operación y mantenimiento de las instalaciones de la PTAR. Sus gastos corrientes son mínimos.
· Herramientas básicas de operación y para limpieza
· Sistemas de vigilancia básica y comunicación
· Materiales de registros (cuadernos, bitácoras, etc.)
· Bicicletas

El equipo mínimo necesario para el mantenimiento de la PTAR será el siguiente:

Artículo	Cantidad	Uso
Guantes de hule	2 pares	Protección de operador
Botas altas de hule	2 pares	protección de operador
Capotes de hule	3	Protección de operador
Botiquín de primeros auxilios	1	Protección de operador
Salvavidas	2	Protección de operador
Uniforme de campo	2	Protección de operador
Casco protector	2	Protección de operador
Rastrillo para rejilla	2	Limpieza de natas
Pala	2	Entierro de natas, sólidos, etc.
Pico	2	Excavación para el entierro
Carretilla de mano	1	Transporte de natas, sólidos, etc.
Cortadora de césped	1	Mantenimiento de grama
Martillo	1	Mantenimiento en general
Serrucho	1	Mantenimiento en general
Escoba	1	Mantenimiento en general
Desnatador (3m. de largo)	2	Limpieza de natas
Lancha	1	Medición de lodos, muestreo, etc.
Manguera	1	Limpieza en general
Machete	2	Mantenimiento de césped
Destornillador	2	Mantenimiento en general
Baldes	2	Recolección de natas y sólidos
Llaves Stilson de 12"	2	Mantenimiento en general

Adaptado de INAA, 1996.

19.7 Anexo 7: Análisis de Calidad de Agua

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS FQAN1811-0145

CLIENTE	DIRECCIÓN		TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua	Granada-Nicaragua		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Félix Rosales	Gerente General	felix.rosales@fwt-bmobil.de	84479-124

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
23/11/2018	23/11/2018	12/12/2018	12/12/2018	3301	Cuatro(4)

Fecha y Hora de Muestreo	23/11/2018; 11:53 am	**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Muestreado por	Ing. Heidi Granados	
Supervisor de Muestreo en Campo	Ing. Rodrigo Ibarra	
Fuente	Río Oro Aguas Arriba	
Tipo de muestra	Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación	Rivas	
Coordenadas	629750 E; 1265315 N	
Codificación PIENSA	LA-1811-0684	

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 3	Norma CAPRE*
Visual	Aspecto	NE	**Turbio**	NE
2350-B	Temperatura	°C	**27.70**	18 - 30**
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	**7.35**	6,5 - 8,5**
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	**954.00**	400**
3500-B	Hierro Total	mg/L	**0.010**	0.3
3500-B	Manganeso	mg/L	**<0.02**	0.5
5210-B	Oxígeno Disuelto	mg/L	**1.94**	NE
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5)	mg/L	**8.80**	NE
5520-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	**34.90**	NE
4500-B	Nitrógeno Total	mg/L	**7.00**	NE
5520-B	Aceites y Grasas	mg/L	**0.50**	NE
2540-D	Sólidos Suspendidos	mg/L	**4.00**	NE
2540-F	Sólidos Sedimentables	mg/L	**<0.5**	NE
3500-E	Fósforo Total	mg/L	**2.800**	NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017,
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE, ** Valor recomendado

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001408

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS MB-1811-0137

CLIENTE	DIRECCIÓN		TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua	Granada- Nicaragua		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Félix Rosales	Gerente General	felix.rosales@fwt-mobil.de	8447-9124

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
23/11/2018	24/11/2018	28/11/2018	30/11/2018	3301	Cuatro (04)

Fecha y Hora de Muestreo	23/11/2018; 11:53am	**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Muestreado por	Téc. Hazel Aragón	
Supervisor de Muestreo en Campo	Ing. Rodrigo Ibarra	
Fuente	Río Oro aguas arriba	
Tipo de muestra	Agua superficial	
Observaciones de Ubicación	Rivas	
Coordenadas	629750E/ 1265315N	
Codificación PIENSA	LA-1811-0684	

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 3	Norma CAPRE*
9221B	Coliforme Total	NMP/100mL	$1.6*10^5$	Negativo
9221E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	$1.6*10^5$	Negativo
9221F	E. coli	NMP/100mL	$1.6*10^5$	NE
Flotación/ Sedimentación	Recuento de Helmintos	P-A/100g	Presencia	NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta.
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe

0001374

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS MP-1811-0122

CLIENTE	DIRECCIÓN		TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua	Granada-Nicaragua		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Félix Rosales	Gerente General	felix.rosales@fwt-bmobil.de	84479-124

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
23/11/2018	04/12/2018	14/12/2018	19/12/2018	3301	Cuatro(4)

Fecha y Hora de Muestreo	23/11/2018; 11:53 am	**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Muestreado por	Ing. Heidi Granados	
Supervisor de Muestreo en Campo	Ing. Rodrigo Ibarra	
Fuente	Río Oro Aguas Arriba	
Tipo de muestra	Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación	Rivas	
Coordenadas	629750 E; 1285315 N	
Codificación PIENSA	LA-1811-0684	

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 3	Norma CAPRE*
G.H	Arsénico	mg/L	**<0.001**	0.01
3500-B	Aluminio	mg/L	**0.606**	0.2
3120-A	Cadmio	mg/L	**0.060**	0.05
3350-B	Cobre	mg/L	**0.030**	2.00
3350-B	Cromo Total	mg/L	**<0.002**	0.05
3500-B	Plomo	mg/L	**<0.001**	0.01
3120-A	Plata	mg/L	**<0.014**	NE
3120-A	Molibdeno	mg/L	**< 0.018**	NE
3350-B	Mercurio	mg/L	**<0.001**	0.001
3500-B	Niquel	mg/L	**<0.01**	0.05
3120-A	Selenio	mg/L	**0.031**	0.01
3120-A	Zinc	mg/L	**< 0.007**	3.00
EPA 507,508	Plaguicidas Organoclorados	mg/L	**ND'**	NE
EPA 507,508	Plaguicidas Organofosforados	mg/L	**ND "**	NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y simbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017,
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE, ** Valor recomendado
ND': No Detectado, no se encontró Plaguicidas Organoclorado por encima del límite de detección (LD) del método. LD $< 2*10^{-6}$ mg/L
ND": No Detectado, no se encontró Plaguicidas Organofosforado por encima del límite de detección (LD) del método. LD $< 3*10^{-6}$ mg/L
G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR
OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe

0001457

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS FQAN1811-0145

CLIENTE	DIRECCIÓN		TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua	Granada-Nicaragua		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Félix Rosales	Gerente General	felix.rosales@fwt-bmobil.de	84479-124

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
23/11/2018	23/11/2018	12/12/2018	12/12/2018	3301	Cuatro(4)

Fecha y Hora de Muestreo	23/11/2018, 12:07 pm	**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Muestreado por	Ing. Heidi Granados	
Supervisor de Muestreo en Campo	Ing. Rodrigo Ibarra	
Fuente	Río Oro Aguas Abajo	
Tipo de muestra	Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación	Rivas	
Coordenadas	630541 E; 1265710 N	
Codificación PIENSA	LA-1811-0685	

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 4	Norma CAPRE*
Visual	Aspecto	NE	**Turbio**	NE
2350-B	Temperatura	°C	**27.70**	18 - 30**
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	**7.35**	6,5 - 8,5**
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	**943.00**	400**
3500-B	Hierro Total	mg/L	**0.075**	0.3
3500-B	Manganeso	mg/L	**<0.02**	0.5
5210-B	Oxígeno Disuelto	mg/L	**2.63**	NE
5210-B	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5)	mg/L	**15.20**	NE
5520-C	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	**61.74**	NE
4500-B	Nitrógeno Total	mg/L	**11.10**	NE
5520-B	Aceites y Grasas	mg/L	**0.90**	NE
2540-D	Sólidos Suspendidos	mg/L	**39.00**	NE
2540-F	Sólidos Sedimentables	mg/L	**0.60**	NE
3500-E	Fósforo Total	mg/L	**3.600**	NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y simbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017,
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE, ** Valor recomendado

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001409

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS **MB-1811-0137**

CLIENTE	DIRECCIÓN		TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua	Granada- Nicaragua		NR
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Félix Rosales	Gerente General	felix.rosales@fwt-mobil.de	8447-9124

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
23/11/2018	24/11/2018	28/11/2018	30/11/2018	3301	Cuatro (04)

Fecha y Hora de Muestreo			23/11/2018; 12:07pm		**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Muestreado por			Téc. Hazel Aragón		
Supervisor de Muestreo en Campo			Ing. Rodrigo Ibarra		
Fuente			Río Oro aguas abajo		
Tipo de muestra			Agua superficial		
Observaciones de Ubicación			Rivas		
Coordenadas			630541E/ 1265710N		
Codificación PIENSA			LA-1811-0685		
METODO SM // EPA	**ENSAYO REALIZADO PARAMETRO**	**UNIDAD**	**VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 4**		**Norma CAPRE***
9221B	Coliforme Total	NMP/100mL	**1.6*10⁵**		**Negativo**
9221E	Coliforme Fecal	NMP/100mL	**5.4*10⁴**		**Negativo**
9221F	E. coli	NMP/100mL	**2.2*10⁴**		**NE**
Flotación/ Sedimentación	Recuento de Helmintos	P-A/100g	**Presencia**		**NE**

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta.
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001373

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

PIENSA

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS MP-1811-0122

CLIENTE		DIRECCIÓN			TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua		Granada-Nicaragua			NR
ATENCIÓN		CARGO		EMAIL	CELULAR
Ing. Félix Rosales		Gerente General		felix.rosales@fwt-bmobil.de	84479-124
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
23/11/2018	04/12/2018	14/12/2018	19/12/2018	3301	Cuatro(4)

Fecha y Hora de Muestreo			23/11/2018; 12:07 pm	**Rango o valor máximo permisible o recomendado**
Muestreado por			Ing. Heidi Granados	
Supervisor de Muestreo en Campo			Ing. Rodrigo Ibarra	
Fuente			Río Oro Aguas Abajo	
Tipo de muestra			Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación			Rivas	
Coordenadas			630541 E; 1265710 N	
Codificación PIENSA			LA-1811-0685	
METODO SM // EPA	**ENSAYO REALIZADO PARAMETRO**	**UNIDAD**	**VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 4**	**Norma CAPRE***
G.H	Arsénico	mg/L	**<0.001**	0.01
3500-B	Aluminio	mg/L	**0.494**	0.2
3120-A	Cadmio	mg/L	**0.065**	0.05
3350-B	Cobre	mg/L	**0.067**	2.00
3350-B	Cromo Total	mg/L	**<0.002**	0.05
3500-B	Plomo	mg/L	**<0.001**	0.01
3120-A	Plata	mg/L	**<0.014**	NE
3120-A	Molibdeno	mg/L	**< 0.018**	NE
3350-B	Mercurio	mg/L	**<0.001**	0.001
3500-B	Niquel	mg/L	**<0.01**	0.05
3120-A	Selenio	mg/L	**0.010**	0.01
3120-A	Zinc	mg/L	**< 0.007**	3.00
EPA 507,508	Plaguicidas Organoclorados	mg/L	**ND'**	NE
EPA 507,508	Plaguicidas Organofosforados	mg/L	**ND "**	NE

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: <= menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, **NE**= No especificada en la Norma, **NR**= No Reporta
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017,
EPA = Environmental Protection Agency, * Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE, ** Valor recomendado
ND': No Detectado, no se encontró Plaguicidas Organoclorado por encima del límite de detección (LD) del método. LD $< 2*10^{-6}$ mg/L
ND": No Detectado, no se encontró Plaguicidas Organofosforado por encima del límite de detección (LD) del método. LD $< 3*10^{-6}$ mg/L
G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR
OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001458

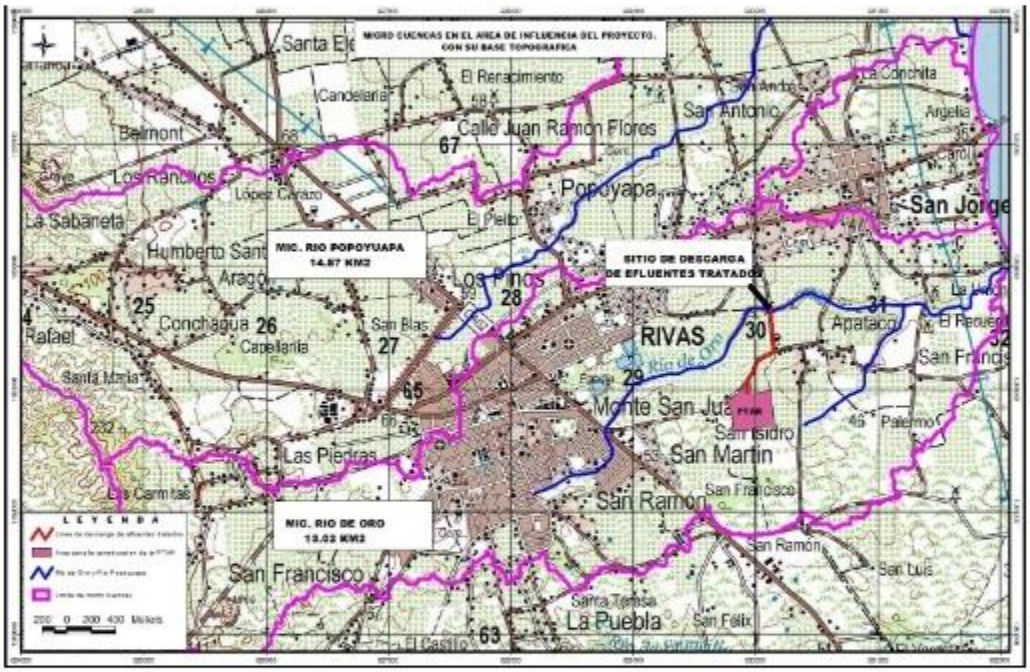
19.8 Anexo 8: Estudio Hidrológico e Hidrogeológico de Rivas

PROYECTO:

"AS RIVAS"

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDROGEOLOGICO



DIR. PREINVERSION-ENACAL-PISASH **ABRIL 2019**

Proyecto:
"AS RIVAS",
Estudio Hidrológico Hidrogeológico".

CONTENIDO

1 INTRODUCCION ____ 3
2 JUSTIFICACION ____ 5
3 OBJETIVOS ____ 5
3.1 Objetivos Generales ____ 5
3.2 Objetivos Específicos ____ 5
4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO hidrologico ____ 5
4.1 Actividades de Gabinete ____ 5
4.2 Actividades de Campo ____ 5
5 Caracteristicas del area de estudio ____ 6
5.1 Macro localización del Proyecto ____ 6
5.2 Clima ____ 8
5.3 Precipitación ____ 9
5.4 Temperatura ____ 15
5.5 Evaporación en pana ____ 15
5.6 Factores abióticos, uso actual, uso potencial y conflicto de uso del suelo en el área de influencia del proyecto. ____ 16
5.7 Suelos ____ 20
5.8 Pendiente ____ 21
6 MICRO CUENCAS HIDROGRAFICA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ____ 22
7 METODOLOGIA APLICADA PARA EL CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS ____ 24
7.1.1 Metodología ____ 24
7.1.1.1 Parámetros Básicos en la Aplicación ____ 24
7.1.1.2 Procedimiento desarrollado ____ 25
7.2 Procedimientos y cálculos mediante el método del SCS, Servicio de Conservación de Suelos. 26
7.3 Resumen del resultado del Cálculo de Caudales Máximos por los dos métodos aplicados 32
8 CALCULOs HIDRAULICos en el cuerpo receptor ____ 34
9 ANALISIS HIDROGEOLOGICO DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ____ 35
CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE LOS SUELOS ____ 42
CARACTERISTICAS DEL SUB-SUELO ____ 42
REGISTRO DE CAMPO ____ 43
- Calidad del agua subterránea en el área de influencia del proyecto ____ 46

1 INTRODUCCION

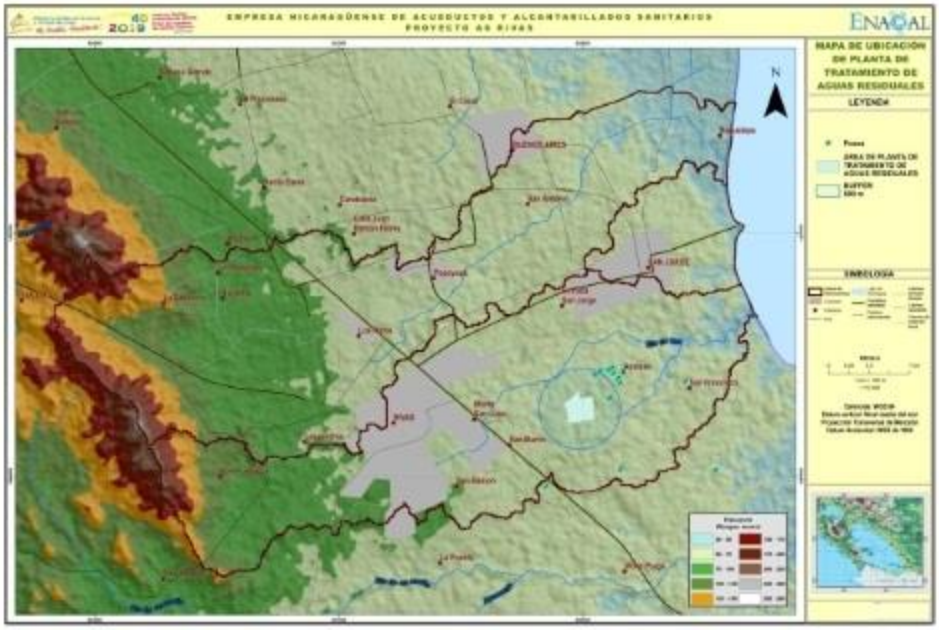
En el marco del "Estudio de Impacto Ambiental "del proyecto de Alcantarillado Sanitario, que cubre la Ciudad de Rivas del Dpto. de Rivas, en el sector del pais, ubicado a 111 kms de la ciudad de Managua, sobre la carretera sur que conduce al sector fronterizo de Peñas Blancas. En cumplimiento a los Términos de Referencia emitidos por la entidad correspondiente, para el estudio de impacto ambiental del proyecto, en el tema especifico de Hidrología e hidrogeología; en el presente documento se presentan los resultados del estudio hidrológico e hidrogeológico del área de influencia directa e indirecta del proyecto, con el propósito, de tener una descripción actualizada de los principales características y factores hidrológicos e hidrogeológicos que favorecen o afectan de forma directa e indirecta a los componentes del proyecto, y de esta forma poder prevenir o mitigar los efectos previsibles en este tema específico de las condiciones hidrológicos e hidrogeológicas.

El área geográfica en estudio desde el punto de vista hidrológico en el área de influencia directa del proyecto, está formada por la unión de dos micro cuencas, (Micro Rio Oro con un área de 13.02 km^2 donde se encuentra ubicada en su mayoría el área urbana de la ciudad de Rivas y los principales componentes del sistema de alcantarillado sanitario, Micro cuenca Popoyuapa que cubre un área de 14.57 km^2 donde se encuentra ubicada alguna area remanente menor de la red de alcantarillado (máximo el 10%), esta micro cuenca, drena de forma paralela a la micro cuenca Rio Oro, y desemboca directamente a la costa del lago de Nicaragua.

Los tramos iniciales de Las dos micro cuencas descritas, solo drenan superficialmente en periodo lluviosos que corresponde básicamente a los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre Octubre y parte de Noviembre(prácticamente 5 meses al año), ambas micro cuencas, evacuan y drenan las aguas superficiales provenientes del sector urbano y desembocan directamente la zona costera del lago de Nicaragua. El rio El Oro, desde su parte media a partir del sitio de descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales en funcionamiento actual, evacua y drena de forma permanente las aguas residuales tratadas hasta desembocar a la zona costera del lago de Nicaragua.

Todas las corrientes que forman el drenaje del área en estudio, son de carácter efímeras que solo drenan durante el periodo lluvioso. (Invierno de prácticamente 5 meses). Y solo el rio El Oro, drena de forma permanente las aguas residuales de la planta de tratamiento en funcionamiento actual, hasta depositar los elfuentes drenados en la zona costanera del lago de Nicaragua.

En la siguiente figura se muestran los dos micro cuencas de drenaje delimitadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.



2 JUSTIFICACION

Ante la situación de ubicar los componentes sensibles del proyecto (PTAR Y EBAR) en áreas segura, desde el punto de vista hidrológico e hidrogeológico (en áreas no inundables) por ser una zona de moderado a alto riesgo ante inundaciones por el desborde de las corrientes ante la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones extremas. Que se presentan ante la ocurrencia de fenómenos hidrometereologicos en la zona. ante la ubicación en sectores seguros, de tramos de cauces que drenan con dirección de oeste hacia el este hasta desembocar en la zona costera del Lago de Nicaragua, ante la ocurrencia de crecidas repentinas de los cauces de ríos, por las bajas pendientes ante la ocurrencia de eventos hidrometereológicos extremos que se presentan de forma no recurrente, en este contexto el presente estudio será una herramienta importante para determinar los caudales máximos para diferentes periodos retorno, para determinar los máximos tirantes de aguas en los cauces de drenaje definidos en los sitios de interés, las áreas de inundación y así elegir las obras en caso necesarios, para proteger y/o mitigar el área y componentes principales del proyecto que está orientado a la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario, que beneficiara a las familias de la ciudad de Rivas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivos Generales

- Conocer los caudales que aportaran las áreas de drenaje donde se encuentra ubicado el proyecto, hasta los sitios de cierre de cada una de las micro cuencas que cubren el área de influencia hidrológica del proyecto.

- Conocer las condiciones hidrogeológicas básicas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Rivas.

3.2 Objetivos Específicos

- Conocer los caudales máximos que aportaran cada uno de los cauces intermitentes y permanentes, que drenan hasta los puntos de cierre de cada una de las micro cuencas, donde se emplazaran las obras del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Rivas.

4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

4.1 Actividades de Gabinete

En la realización de este trabajo se efectuó una recopilación y análisis de la información relacionada de estudios procedente en la zona. Estos se realizaron considerando la información hidrometereológicos, hidrológica, geológica y geomorfológica. Se analizó e interpreto la base cartográfica existente y disponible (mapas así como fotografías aéreas disponibles a distintas escalas e imágenes satelitales actualizadas para la elaboración y análisis con las herramientas de los SIG).

4.2 Actividades de Campo

Con la evaluación e interpretación de la información obtenida durante la etapa de gabinete (análisis de mapas topográficos, plano topográfico del levantamiento especifico del área del proyecto de A.S de Rivas, la información hidrológica, interpretación de imágenes satelitales, etc), se ejecutaron los levantamientos de los límites de las micro cuencas, recorridos en los cauces de drenaje, se verifico y se realizó levantamiento supervisado del uso actual de suelo, el análisis del uso potencial, la confrontación del uso del suelo y el levantamiento puntual secciones transversales y longitudinales sobre los tramos de cauces de interés donde se ubican los principales componentes del proyecto sensibles ante inundaciones y la realización de una actualización general de las características fisiográficas del área de estudio.

También para tener una valoración actualizada, de los tipos de suelos existentes y la capacidad de infiltracion de los mismos se realizaron pruebas de infiltración.

5 CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

5.1 Macro localización del Proyecto

El proyecto de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Rivas, está ubicado en el sector sur del hacia la frontera con Costa Rica en el Municipio de Rivas, del Dpto. de Rivas.

Sus límites:

- Al Norte: con los municipios de Belén y Potosí.
- Al Sur: con el municipio de San Juan del Sur.
- Al Este: Con el Municipio de Ometepe.
- Al Oeste: con los Municipios de Tola y San Juan del Sur.

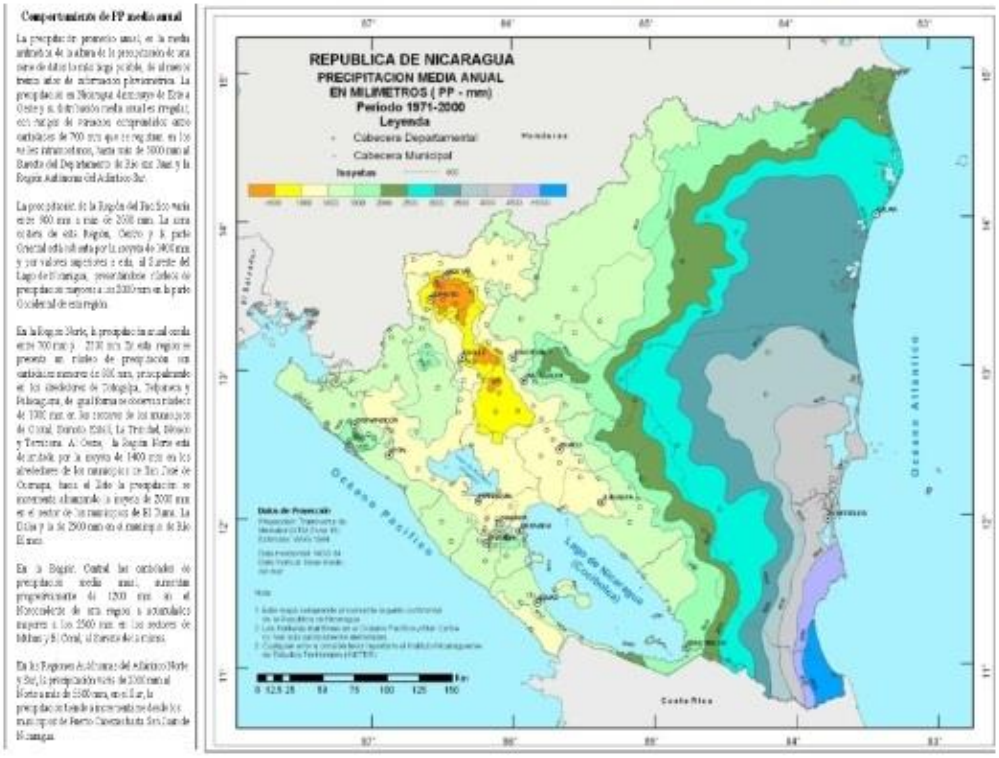
Proyecto:
"AS RIVAS",
Estudio Hidrológico Hidrogeológico".

En la siguiente figura se presentan la ubicación descrita



5.2 Clima

El área de influencia directa del proyecto, se caracteriza por tener un clima tropical seco y cálido; con lluvias aleatorias de verano, el promedio de las estaciones pluviométricas para la zona, presentan una precipitación promedio de 1,600 mm/año con mínimos de 1,000 mm/año y un poco mas de 1800 mm/año.

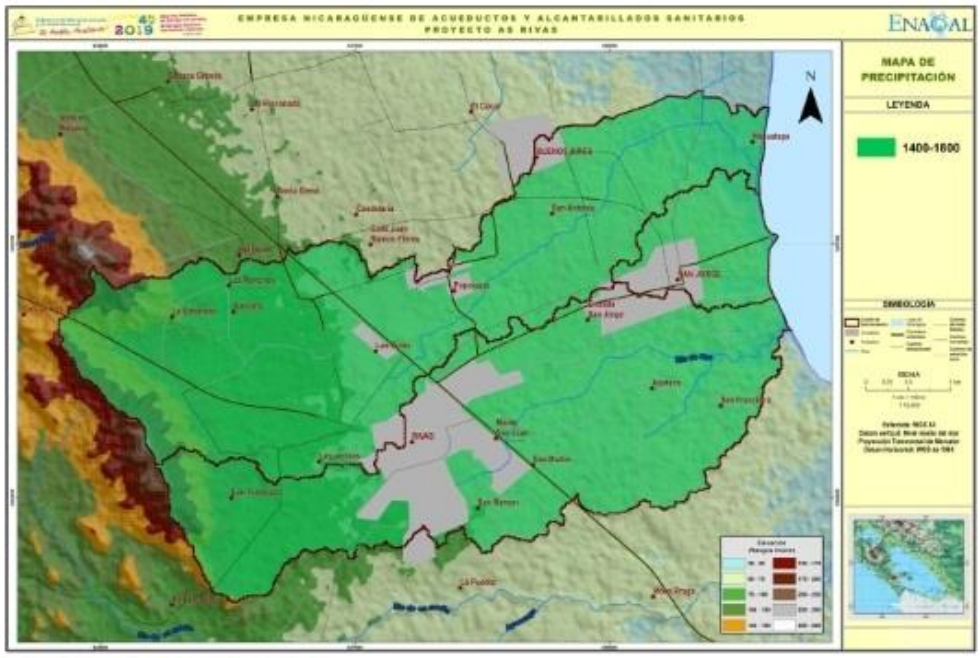


En base a los criterios de la clasificación Climática de Köppen (temperatura – precipitación), podemos afirmar que el clima predominante es el de Sábana Tropical (**Aw**) que se caracteriza por presentar una marcada estación seca que dura de 4 a 6 meses. Basados en la metodología de Köppen modificado, se determinó que en el área de influencia del proyecto, existe un solo sub-tipo climático dominante: **Aw_o (w) igw,** Cálido Sub- húmedo de menor humedad, con período canicular

En la siguiente figura se presenta la distribución de la precipitación en el área de las micro cuencas de drenaje que aumenta paulatinamente a medida que nos desplazamos hacia el sector sur este de las micro cuencas..

5.3 Precipitación

En la siguiente figura se presenta la distribución de la precipitación en el área de las micro cuencas de drenaje que aumenta paulatinamente a medida que nos desplazamos hacia el sector oeste de las dos micro cuencas y en general del municipio.



PRECIPITACION MAXIMA DIARIA

Es importante conocer el comportamiento del régimen de precipitación, la cantidad máxima ocurrida en las 24 horas; para determinar la intensidad de lluvia que cae en el área de influencia del proyecto.

Las precipitaciones máximas en el municipio de Rivas, son productos de las consistentes precipitaciones provocadas por los diferentes sistemas generadores de lluvias (Ondas Tropicales, Vaguadas, Tormentas, Huracanes, etc.) que a lo largo del período lluvioso se han registrado acumulados de precipitaciones máximas mensuales de 948.7 mm, en la estación de Rivas

Estos sucesos extremos de precipitación máxima diaria, pueden producir graves daños a la infraestructura, la economía y a la población los cuales hay que preveerlo y estar preparados con medidas de mitigación.

Las precipitaciones máximas diarias, que se pueden esperar en diferentes períodos, es un elemento imprescindible en el diseño de los sistemas de drenaje pluvial, así como para el manejo y protección de las cuencas hidrográficas.

El comportamiento de las precipitaciones máximas diarias, debe ser considerado en los planes y programas para reducir y controlar los riesgos a los fenómenos hidrometerológicos propios del área de influencia del proyecto para contribuir a la mitigación y prevención de los desastres.

Para el cálculo y estimaciones de los máximos caudales en las diferentes áreas de escurrimiento del proyecto, se han utilizado las curvas IDF, (Intensidad, Duración Frecuencia) de la Estación Hidrometereológicos principal de Rivas. Cuyos datos se describen en las siguientes tablas y gráficos, provenientes de los datos oficiales del INETER.

COMPARACIONES ENTRE DESV. MAXIMA Y EL VALOR CRITICO DE KOLGOMOROV(KV) PARA EL AJUSTE ANALITICO A LA DISTRIBUCION DE GUMBELL TIPO I

DURACION MINUTOS	DESV. MAXIMA Dm	KV	OBSV.
5	0.225	0.231	SAJ
10	0.065	0.231	SAJ
15	0.095	0.231	SAJ
30	0.057	0.231	SAJ
60	0.049	0.231	SAJ
120	0.096	0.231	SAJ
360	0.076	0.231	SAJ

SE ACEPTA EL AJUSTE (SAJ), SI Dm < KV, CON UN NIVEL DE SIGNIFICACION DE 0.05
*NO SE ACEPTA EL AJUSTE (SAJ), SI Dm > KV

INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO Y OBTENIDAS A TRAVES DEL AJUSTE ANALITICO

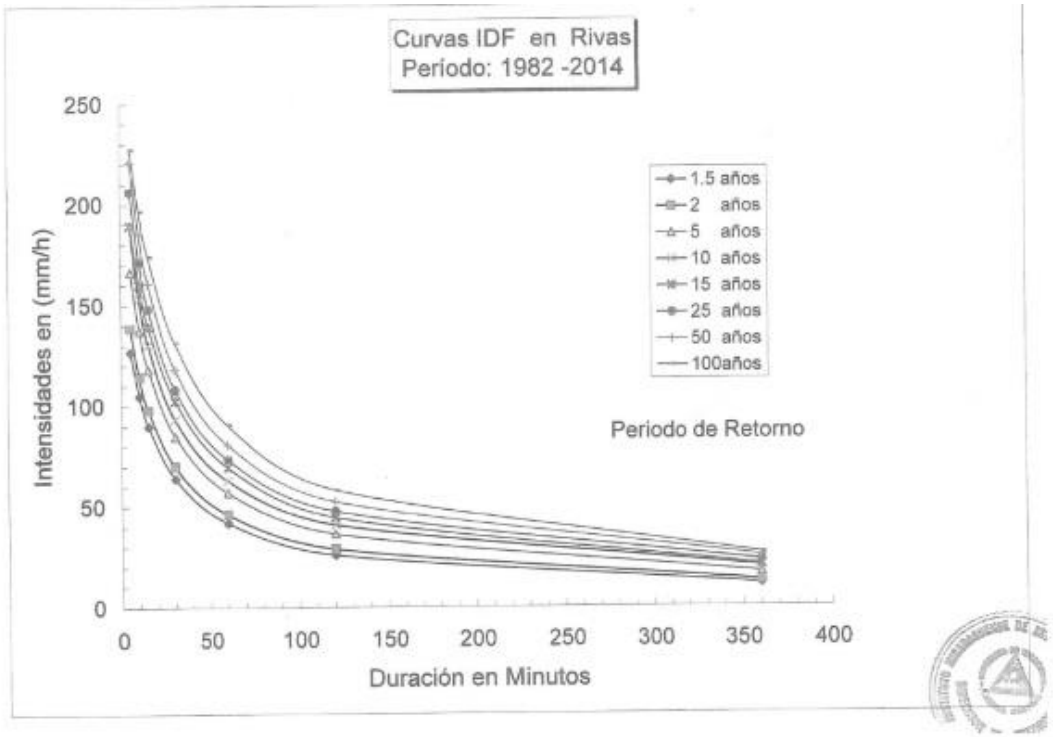
	5	10	15	30	60	120	360
1.5 años	122.3	104.1	90.3	65.6	43.1	26.2	10.9
2 años	136.6	111.2	97.2	71.0	48.5	29.6	12.3
5 años	172.0	128.4	114.4	84.3	61.8	38.2	15.8
10 años	195.4	139.9	125.7	93.1	70.6	43.9	18.1
15 años	208.5	146.3	132.1	98.0	75.5	47.1	19.5
25 años	224.9	154.3	140.0	104.2	81.7	51.0	21.1
50 años	246.8	165.0	150.7	112.4	89.9	56.3	23.3
100años	268.6	175.6	161.2	120.6	98.1	61.6	25.4

PARAMETROS DE LAS ECUACIONES DE LA FORMA:
I = A/(t+d)b

T: Años	r	A	d	b
1.5	-0.9996	1396.3	14	0.815
2	-0.9993	1341.0	13	0.785
5	-0.9976	1366.5	12	0.743
10	-0.9953	1165.5	9	0.689
15	-0.9955	1849.1	15	0.760
25	-0.9941	1567.8	12	0.716
50	-0.9927	1771.7	13	0.720
100	-0.9910	2910.1	20	0.792

INTENSIDADES (mm/h) OBTENIDAS DE LAS ECUACIONES DE AJUSTE

Periodo	Tiempo en Minuto						
Retorno (Tr)	5	10	15	30	60	120	360
1.5 años	126.8	104.8	89.8	64.0	41.9	25.8	11.2
2 años	138.5	114.3	98.0	69.9	46.2	28.8	12.8
5 años	166.4	137.4	118.0	85.0	56.9	36.3	16.8
10 años	189.0	153.1	130.3	93.3	62.9	40.9	19.8
15 años	189.7	160.1	139.4	102.4	69.4	44.4	20.4
25 años	206.2	171.4	148.0	107.9	73.3	47.5	22.6
50 años	220.9	185.1	160.7	118.0	80.6	52.3	24.9
100años	227.2	196.7	174.1	131.2	90.4	58.0	26.3



ACUMULADOS DE PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

En el periodo de febrero a abril, se puede observar una disminución significativa de las lluvias con acumulados promedios de 3.8 mm a 9.5 mm. El promedio de febrero a abril es de 16.9 mm de precipitación, equivalente al 1.13% de las lluvias anuales. Coincidiendo con el período seco que se presenta en estos meses, en el resto de las regiones del país

la precipitación media anual es de 1485.00 mm, equivalente al 98.9% de la precipitación anual. El período lluvioso dura seis meses desde mayo hasta octubre, los mayores acumulados se registran en los meses de junio, septiembre y octubre, con un comportamiento mensual superior a los 200 mm, siendo septiembre el mes con mayor acumulado de precipitación media (288.1 mm), estas lluvias copiosas en algunos casos se deben a la influencia de las vaguadas, al paso de perturbaciones tropicales (Ondas Tropicales, Depresiones, Tormentas Eléctricas ó Huracanes) y los vientos que soplan del Este, que al paso por el mar Caribe se cargan de humedad.

ESTACION RIVAS	
ACUMULADOS DE PRECIPITACION MEDIA ANUAL	
PERIODO 1971-2015	
MESES	PRECIPITACION en mm
1	11.5
2	4.1
3	2.5
4	10
5	161.8
6	242.2
7	148.2
8	191.4
9	292.9
10	260.7
11	95.5
12	29.4



INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - RIVAS / RIVAS — Latitud: 11° 26' 00" N
Código: 69 070 — Longitud: 85° 50' 00" W
Años: 1968 - 2008 — Elevación: 70 msnm
Parámetro: precipitación (mm) — Tipo: HMP

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Suma	Relación	Clasificacion	Desv	Acumulada
1968 -1969	361	208.2	150.1	76.6	230	554.5	31	21.2	0	0	0	5.3	1855.9	111.5%	Normal	170.9	170.9
1969 - 1970	185	384.8	111.7	331.4	407.2	772.7	77.7	37.6	4.6	6.5	57.4	34.3	2430.7	162.3%	Lluvias o	925.7	1096.5
1970 - 1971	171.7	145.7	382.2	265.8	341.6	174.8	92.2	83	20.1	11	2.7	0.4	1697.2	114.3%	Normal	212.2	1308.7
1971 -1972	104	322.1	108.6	266.9	559.5	292.2	27	20.5	19.5	5.4	0	0	1723.5	116.1%	Normal	238.5	1547.1
1972 -1973	190	257.7	62.5	133	156	58.6	125	6.5	0.1	1.1	0	13.2	978	65.9%	Se co	-507.0	1040.1
1973 - 1974	64.3	269.1	156	337	349	558.8	68.5	17.4	39.2	1.2	0	0.6	1855.1	111.5%	Normal	170.1	1210.1
1974 - 1975	54.8	296.6	87.7	159.1	535.5	146.4	20.5	9.6	4.8	0.8	0	2.5	1317.9	88.7%	Normal	-167.1	1043
1975 - 1976	28.8	83.7	138.2	216.7	306	157.2	224.1	32.5	2.5	0.5	3	0	1394.8	93.9%	Normal	-90.2	952.8
1976 -1977	167.1	278.6	60.5	40.6	117.9	287	35.8	6.5	1.2	0.7	0	4	1000	67.3%	Se co	-485.0	467.7
1977 -1978	181.4	230.8	102.8	199.1	193.9	65.6	138.4	116.4	0.7	0	0	10.2	1239.3	83.5%	Se co	-245.7	222
1978 - 1979	226.2	197.8	240.7	158.9	171.2	243.1	52.6	58	5.2	0	5.7	93.4	1428.8	96.2%	Normal	-56.2	165.7
1979 -1980	195.7	409.8	246.2	211.3	595.7	410.6	202.7	6.8	1.4	24.7	1.7	1.8	2908.2	195.4%	Lluvias o	823.2	988.9
1980 - 1981	306.5	177.9	132.6	282.5	223.5	471.2	200.9	58.1	0.2	5.5	10.4	31.2	1898.1	127.8%	Lluvias o	413.1	1401.9
1981 - 1982	160.1	562.2	126.9	298	195.5	395.7	80.3	4.3	1.8	6.6	2.1	20.5	1853.8	111.4%	Normal	168.8	1570.7
1982 -1983	627.5	284.9	167.6	39	228.6	115.2	92.2	20.6	5	0	0.5	0	1581.3	106.5%	Normal	96.3	1666.9
1983 1984	23.5	289.5	194.3	174	163.8	272.9	92.9	6.7	3.2	7	11.3	0	1239.1	83.4%	Se co	-245.9	1421
1984 -1985	229.3	181.1	282.7	212.2	457.6	114.9	84.8	49.3	5	8	0.5	19	1654.4	111.4%	Normal	169.4	1590.4
1985 -1986	70.1	110.8	153.7	148.5	126.4	375.7	83.4	25.4	5	2.9	0.8	0	1088.5	73.3%	Se co	-396.5	1193.8
1986 -1987	198.4	380.1	116.7	194.5	207.5	546.5	52.6	10	26	0	0	0	1532.1	103.2%	Normal	47.1	1240.9
1987 -1988	22.7	64.9	260.6	113.9	86.2	505.8	15.1	63.7	4	0	0.1	0.4	937.4	63.1%	Se co	-547.6	693.2
1988 -1989	179.4	565.9	164.5	419.6	310.6	567.4	41.8	54.6	17.6	5.5	0.4	0	2125.2	143.1%	Lluvias o	640.2	1333.4
1989 -1990	52.7	145.1	149.2	180.5	265.8	129.6	186.4	34.1	3.7	3.2	24.2	0	1152.5	77.6%	Se co	-332.5	1000.8
1990 -1991	254.7	68.7	107.4	111.9	196.8	134.5	101	12.5	0	0	0	0	887.5	59.5%	Se co	-497.5	503.3
1991 - 1992	191.7	228	97.7	131.2	231.9	133.9	12.5	24.5	4.1	0	0.6	0	1056.1	71.1%	Se co	-428.9	74.4
1992 - 1993	45.8	275.1	175.3	146.5	318.1	124.3	31.2	13.6	19.5	1	0	14.8	1183.3	78.3%	Se co	-321.7	-247.4
1993 -1994	484	313.4	144.2	185.7	280.8	75	13.5	18.6	19.7	18.7	0	3.5	1544.7	104.0%	Normal	59.7	-187.7
1994 -1995	53.2	71.7	128.5	103.1	241.7	102.6	90.8	53.7	0.7	0.7	11.2	41.1	899	60.5%	Se co	-586.0	-773.8
1995 - 1996	96.7	353.8	187	468.8	548.1	596.8	102.6	12.5	43.3	2.6	0	0	2012.5	135.5%	Lluvias o	527.5	-246.3
1996 - 1997	318.6	242.7	188.9	145.3	152.2	287.7	207.8	0.2	20.7	5.6	0.7	7.1	1575.5	106.1%	Normal	90.5	-155.9
1997 - 1998	42.6	305.6	65.3	121	237	256.2	166.6	44.9	0	0.4	0	1.4	1261	84.9%	Normal	-224.0	-379.9
1998 -1999	90.2	131.4	212	194.4	215.7	948.7	52.4	26	35.5	14.1	0.5	34.5	1953.2	131.5%	Lluvias o	468.2	88.2
1999 -2000	80.3	216.8	87	206.2	659.8	544.1	132.8	12.7	35	4.7	0.3	0	1759.7	118.5%	Lluvias o	274.7	362.9
2000 -2001	152.5	144	100.7	153.1	467.4	126.9	140	23.5	2.2	2.5	0	0.3	1292.9	87.1%	Normal	-192.1	170.8
2001 - 2002	215.1	219.2	173.2	135.6	199.8	216.8	101.4	6	8.7	5.6	1.1	0	1280.5	86.2%	Normal	-204.5	-33.8
2002 - 2003	555.6	56.5	154.7	118.9	400.4	67.8	53.5	24.3	1.5	0	5.7	5.5	1226	82.6%	Se co	-259.0	-292.8
2003 -2004	118.4	401.3	235.5	66.2	262.5	250.4	211.1	9.5	9.8	0.6	1	7	1884.7	112.1%	Normal	179.7	-113.2
2004 - 2005	556.9	205.1	183.5	232.5	120.2	281.5	103.7	23.2	5.4	0.2	0.8	8.6	1519.7	102.3%	Normal	54.7	-78.5
2005 -2006	383.5	349.7	197.8	193.4	312.9	499.2	114	6.9	21.3	4.5	0	0.1	2082.9	140.3%	Lluvias o	597.8	519.3
2006 -2007	186.9	279.3	123.6	87.3	154.7	148.3	60.8	-	0.4	4.4	0	-	965.7	65.0%	Se co	-519.3	0
Suma	7107.3	9803.2	6141.1	7249.8	11236.2	10787.4	3709.6	1035.2	398.5	146.4	141.7	360.3	57916.70				
Media	182.2	246.2	157.5	185.9	288.1	276.6	95.1	27.2	10.2	3.8	3.6	9.5	1485.00				
Máximo	627.5	565.9	382.2	468.8	659.8	948.7	224.1	116.4	43.3	24.7	57.4	93.4	2410.70				
Mínimo	22.7	58.5	60.5	39	86.2	36.9	12.5	0.2	0	0	0	0	899.00				

Fuente: INETER

5.4 Temperatura

La distribución espacial de la temperatura media anual en el sector de Rivas es de 27 °C al oeste en la depresión del pacifico, la cual aumenta hasta alcanzar los 28.5 °C. en el mes de mayo.

En la siguiente tabla se ilustran los valores promedios de temperatura en cada uno de los meses del año

ESTACION NUEVA RIVAS	
TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE	
PERIODO 1971-2015	
MESES	TEMPERATURA EN 0 C
1	26.1
2	26.5
3	27.6
4	28.5
5	28.4
6	27.3
7	26.9
8	27
9	26.7
10	26.7
11	26.6
12	26.2
PROMEDIO	27.0

5.5 Evaporación en pana

Este término se usa para calcular la evapotranspiración y mediante esta describir los distintos procesos físicos por los cuales el agua líquida se convierte en vapor de agua.

El comportamiento de la evaporación en pana en la estación de Rivas, se presenta en el siguiente cuadro:

ESTACION RIVAS
Periodo (1971-2015)
Valores mensuales de evaporacion en Pana, en (mm)

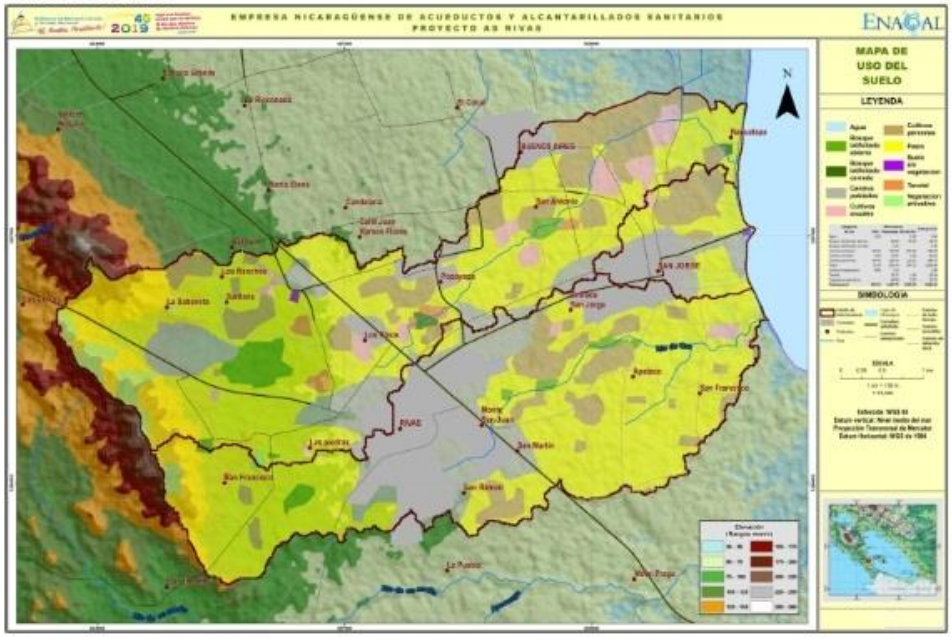
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
146	160	207	202	181	124	114	119	113	118	117	126	1727

5.6 Factores abióticos, uso actual, uso potencial y conflicto de uso del suelo en el área de influencia del proyecto.

USO ACTUAL DEL SUELO

El uso actual del suelo, fue delimitado y calculado a partir de la verificación de campo, imágenes satelitales y los mapas últimos actualizados de uso actual del suelo a nivel nacional, elaborados por la dirección de Ordenamiento Territorial del INETER.

En el siguiente mapa se presenta de forma ilustrativa la distribución del uso actual del suelo en el área de estudio.



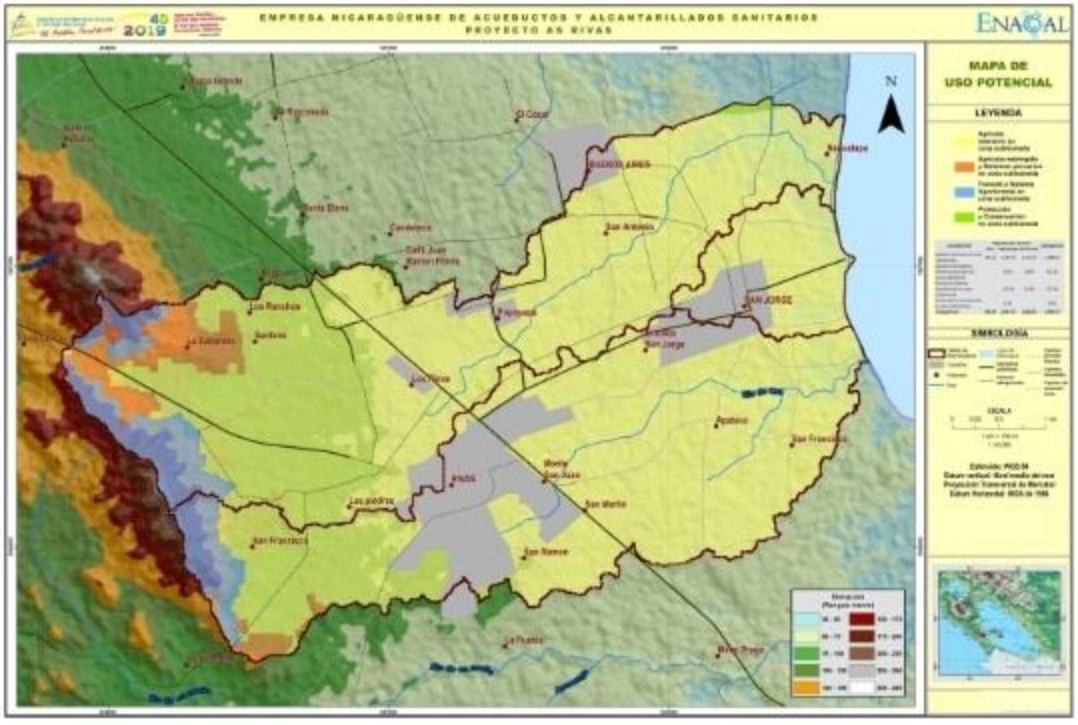
En la siguiente tabla, se presentan los valores del resultado de cuantificación por cada una de las categorías de uso en cada una de las micro cuencas.

Categorias de uso	Microcuenca			Total general
	Otra	Popoyuapa	Río de Oro	
Agua	0.33		0.30	0.64
Bosque latifoliado abierto		46.69	19.53	66.22
Bosque latifoliado cerrado		6.24		6.24
Centros poblados	85.50	219.00	363.99	668.49
Cultivos anuales	2.04	70.97	9.20	82.20
Cultivos perennes	44.79	230.76	131.21	406.75
Pasto	71.79	819.74	767.71	1,659.24
Suelo sin vegetacion	0.86	1.54		2.40
Tacotal		18.72	1.54	20.26
Vegetacion arbustiva		44.08	9.03	53.10
Total general	**205.32**	**1,457.72**	**1,302.52**	**2,965.56**

USO POTENCIAL DEL SUELO

El uso potencial del suelo, fue delimitado y calculado a partir de los mapas últimos actualizados de uso potencial del suelo a nivel nacional, elaborados por la dirección de Ordenamiento Territorial del INETER.

En el siguiente mapa se presenta de forma ilustrativa la distribución del uso potencial del suelo en el área de estudio.

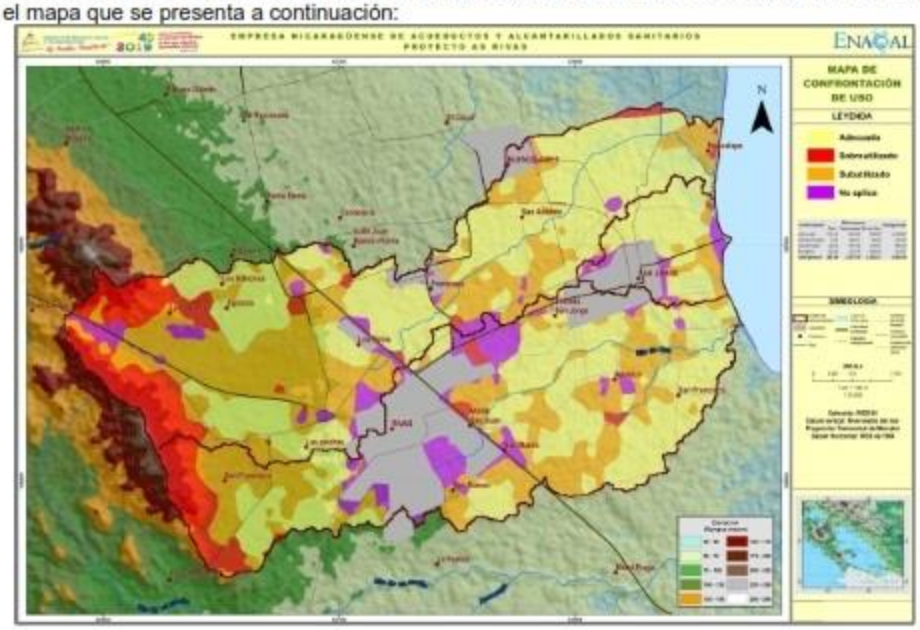


En la siguiente tabla, se presentan los valores del resultado de cuantificación por cada una de las categorías de uso potencial en cada una de las micro cuencas.

Uso potencial	Etiquetas de columna			Total general
	Otra	Popoyuapa	Río de Oro	
Agrícola Intensivo en zona subhúmeda	205.32	1,243.74	1,219.76	2,668.81
Agrícola restringido y Sistemas pecuarios en zona subhúmeda		92.35	20.87	113.22
Forestal y Sistema Agroforestal en zona subhúmeda		115.19	61.90	177.09
Protección y Conservación en zona subhúmeda		6.45		6.45
Total general	**205.32**	**1,457.72**	**1,302.52**	**2,965.57**

CONFLICTO DE USO DEL SUELO

El conflicto de uso del suelo, se ha calculado, mediante la interacción, del uso actual y el uso potencial del suelo, haciendo uso de la herramienta del SIG., el resultado de las áreas en conflicto de uso se presentan en el mapa que se presenta a continuación:

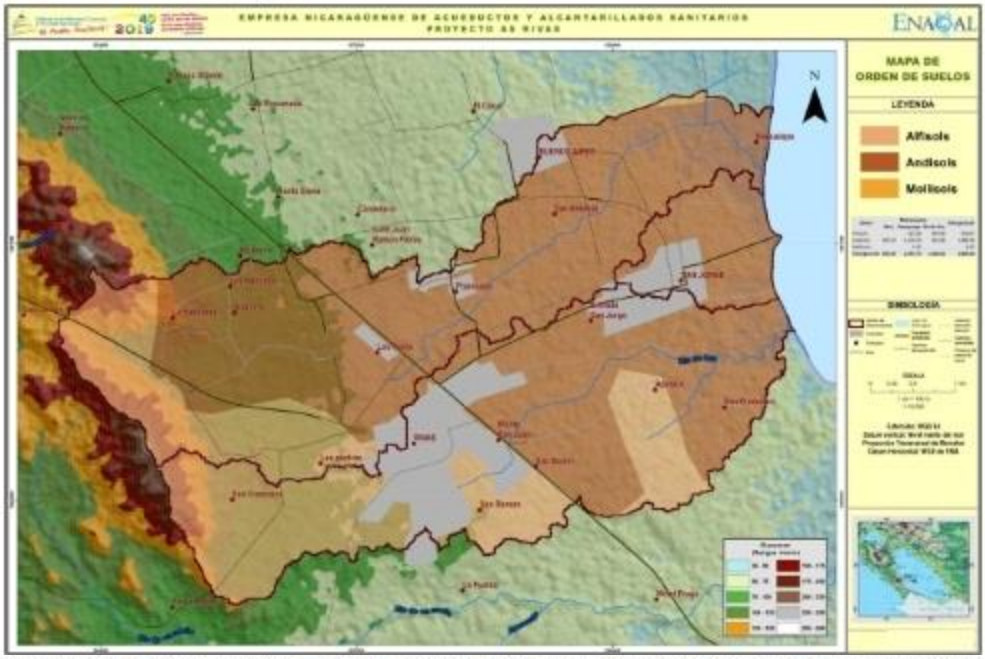


En la siguiente tabla, se presentan los valores del resultado de cuantificación por cada una de las área de uso en conflicto en cada una de las micro cuencas.

Confrontación	Microcuenca			Total general
	Otra	Popoyuapa	Río de Oro	
Adecuado	113.15	663.30	494.40	1,270.85
Sobreutilizado	0.87	181.07	93.65	275.59
Subutilizado	28.76	497.58	379.45	905.78
No aplica	62.62	115.74	335.01	513.37
Total general	**205.39**	**1,457.70**	**1,302.51**	**2,965.59**

5.7 Suelos

En la siguiente figura se encuentran descritos, los tipos de suelos encontrados en el área de influencia directa del proyecto.

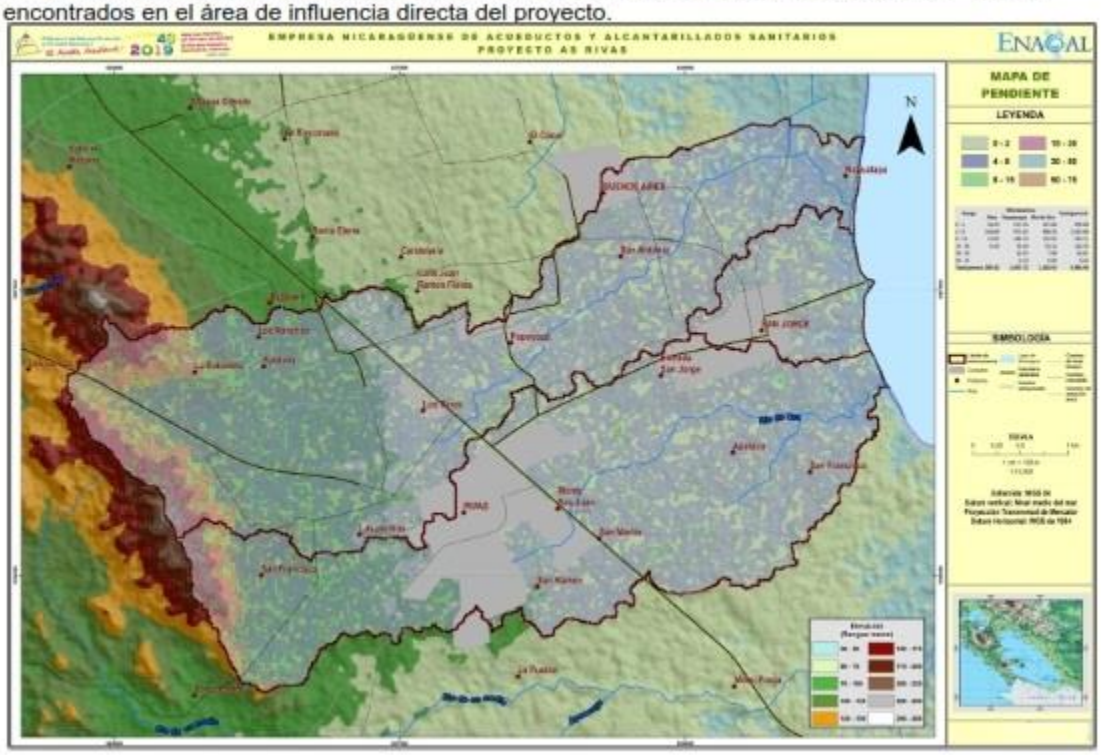


Los cuales se han cuantificado en las áreas y tipos que se describen en el siguiente cuadro para cada una de las micro cuencas identificadas.

Orden	Microcuenca			Total general
	Otra	Popoyuapa	Río de Oro	
Alfisols		327.09	649.58	976.67
Andisols	205.32	1,124.19	652.94	1,982.44
Mollisols		6.45		6.45
Total general	**205.32**	**1,457.72**	**1,302.52**	**2,965.56**

5.8 Pendiente

En la siguiente figura se encuentran descritos, las categorías de tipos de pendientes suelos encontrados en el área de influencia directa del proyecto.



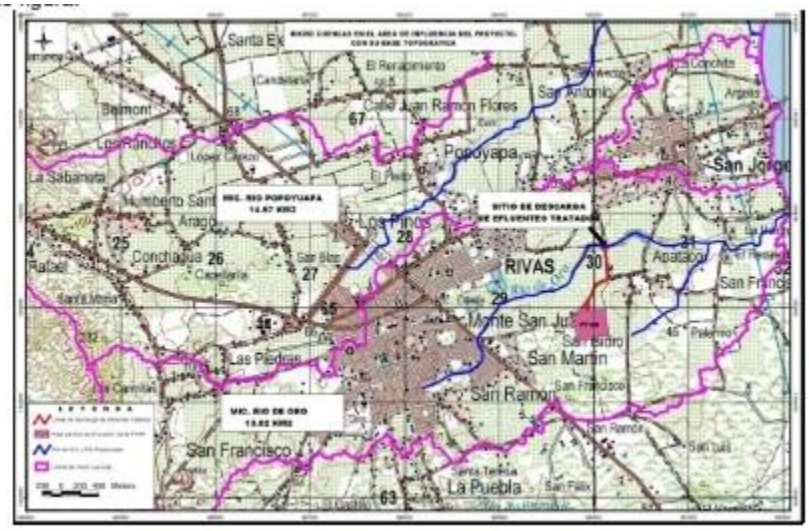
En la siguiente tabla se presentan los valores del resultado de la cuantificación de cada uno de los rangos de pendientes.

Rango	Microcuenca			Total general
	Otra	Popoyuapa	Río de Oro	
0 - 2	44.59	217.35	237.06	499.00
4 - 8	148.08	972.65	898.35	2,019.08
8 - 15	12.05	180.13	125.92	318.11
15 - 30	0.59	76.64	33.12	110.35
30 - 50		10.62	7.98	18.61
50 - 75		0.33	0.09	0.42
Total general	**205.32**	**1,457.72**	**1,302.52**	**2,965.56**

6 MICRO CUENCAS HIDROGRAFICA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

EL área de influencia directa del proyecto, esta compuesta, por dos micro cuencas hidrográficas, nombradas como micro cuenca Popoyuapa con un área de 14.57 km^2 , micro cuenca Rio de Oro con un área de 13.02 km^2.que contienen vaguadas y cauces de drenaje de flujo intermitente y permanentes que drenan tanto en periodos lluviosos como en periodos secos, de oeste a este, que drenan sus aguas a través de dos cauces principales, que desembocan en la costa del lago de Nicaragua.

La red de drenaje y la delimitación de cada una de estas micro cuencas y áreas de drenaje se presentan en la siguiente figura:



Las características físicas naturales principales de cada una de las micro cuencas descritas e ilustradas anteriormente, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuenca Hidrografica	*ClvRgn*	*Rio Popoyuapa*	*Rio de Oro*
Area de la cuenca	**A_km2**	14.57	13.02
Perimetro de la cuenca	**P_km**	34.245	30.206
Elevacion media	**Em_m**	47.5	50
Pendiente media	**Pm_m/m**	0.003852	0.005788
Coefuciente de compacidad (Gravelius)	**Kc**	2.8	3.1
Relacion circular	**Rci**	0.77	0.82
Relacion Hipsometrica	**Rh**	1.36	1.23
Longitud del eje del rio principal	**Lc_km**	6.489	5.182
Coeficiente de sinuocidad hidraulica	**Sh**	1.13	1.13
Altitud maxima inicial	**Emx_msnmm**	60	65
Altitud minima final	**Emn_msnmm**	35	35
Pendiente promedio del rio principal	**Sc_%**	0.38	0.57
Tiempo de concentracion Kirpich	**Tc_Kirpich_h**	1.25	0.9
Indice de Forma Horton	**Tc_CHPW_h**	1.35	1.49
Relacion de Elongacion	**Re**	0.92	0.95

La relación de elongación varía entre 0.60 y 1.00 para una amplia variedad de climas y geologías, además está fuertemente correlacionada con el relieve de la cuenca, de manera que valores cercanos a la unidad son típicos de regiones con relieve bajo, en cambio donde Re varía de 0.60 a 0.80 se trata de fuertes relieves y pendientes pronunciadas del terreno.

7 METODOLOGIA APLICADA PARA EL CALCULO DE CAUDALES MAXIMOS

Para estimar los caudales dentro de las áreas de drenaje delimitadas, se ha aplicado el **Método Racional Americano modificado**, el cual incorpora los parámetros de Área (A), Intensidad de la lluvia (I) y Coeficiente de Escorrentía (C).

Este método se ha aplicado a las micro cuencas, como una comprobación, debido a sus características de uniformidad en lo que respecta al uso de suelo, pendientes y tipo de suelo, lo cual también se ha comprobado y calculado también por el método del SCS, Servicio de Conservación de Suelos, donde se toma en cuenta el numero de Curva CN, que esta basado en el Uso del Uso actual del suelo, Clasificación de los tipos de Suelos , capacidad hidrológica, pendiente y condiciones de humedad antecedente., Información que se ha tomado de cada uno de los mapas elaborados ya descritos anteriormente y su cálculo de áreas mediante el procesamiento con el uso de la herramienta del SIG, programa **ARGIS.10.2.**

7.1.1 Metodología

7.1.1.1 Parámetros Básicos en la Aplicación

a) Área de Drenaje

El parámetro área se ha obtenido directamente del mapa topográfico donde se delimitaron las áreas de drenaje, a través del programa ARCGIS 10.2.

b) Intensidad de la lluvia

El parámetro intensidad de la lluvia, es muy importante para el análisis hidrológico por su Intensidad, duración y frecuencia, por lo que se considera las ecuaciones y parámetros ajustados para un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años, de la estación Hidrometereologica principal de Rivas, de la cual se incluye la información oficial de las curvas IDF. Cabe destacar que este parámetro involucra al tiempo de concentración el cual se basa a la vez en la estimación de pendientes y longitudes del cauce. Utilizando el tiempo de concentración (Tc) calibrado por el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, ajustado los parámetros: longitud de cauce y pendientes, por tanto, a condiciones propicias del área Centroamericana y a la tipología de las micro cuencas de la región.

c) Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía (C) es el que presenta mayor sensibilidad e incertidumbre para su cálculo dado el grado de subjetividad que el consultor debe asumir respecto al uso de suelo, tipo de suelo y pendientes, atendiendo a esos componentes, en el presente estudio se ha utilizado la tabla propuesta por el Departamento de Drenaje Pluvial de la Alcaldía de Managua, con base en las normas checoslovacas para estabilización de cauces y cárcavas.

Tabla Parámetros para el cálculo de Coeficientes de Escorrentía

Uso del suelo	**Us**
Vegetación densa, bosques, cafetal con sombras, pastos	0.04
Malezas, arbustos, solar baldío, cultivos perennes, parques, cementerios, campos deportivos	0.06
Sin vegetación o con cultivos anuales	0.10
Zonas suburbanas (viviendas , negocios)	0.20
Casco urbano y zonas industriales	0.30 – 0.50
Tipo de suelo	**Ts**
Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez)	1.00
Semipermeable (terreno arcilloso arenoso)	1.25
Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga)	1.50
Pendiente del terreno (%)	**Pt**
0.0 – 3.0	1.00
3.1 – 5.00	1.50
5.1 – 10.0	2.00
10.1 – 20.0	2.50
20.1 y mas	3.0
C = Us * Ts * Pt	

7.1.1.2 Procedimiento desarrollado

1. Se procedió a la delimitación de las áreas de drenaje siguiendo el orden natural de la escorrentía y atendiendo los diferentes propósitos del estudio, considerando lo siguiente:

   - Áreas de drenaje a nivel interno del sitio del proyecto.
   - Área de drenaje a nivel externo del área del proyecto compuesto por las dos micro cuencas delimitadas Popoyuapa y Rio de Oro.

   La delimitación de las áreas de drenaje y ubicación de la Planta de Tratamiento, se ha establecido de acuerdo al levantamiento topográfico y el mapa topográfico oficial del INETER a esc. 1:50000, siguiendo la divisoria para cada una de ellas, el sistema de drenaje del área de estudio es muy particular drenando con dirección oeste a este, a

través de dos cauces principales bien definidos que finalmente drenan directamente a la zona costera del lago de Nicaragua.
Una vez delimitadas las áreas de drenaje se ha obtenido la cuantificación de sus áreas con el uso de la herramienta ARGIS IDRISI Y ARCGIS 10.2, su cota máxima y cota mínima, así como la longitud de recorrido del cauce principal. Con esos datos se ha procedido a calcular la pendiente.

2. El tiempo de concentración se ha calculado mediante la fórmula de Basso del Programa Hidrometeorológico Centroamericano, el cual se basa en la longitud del cauce y pendiente, según la siguiente expresión:
3. La intensidad de la lluvia fue obtenida a través de la fórmula $I = A/(Tc + d)^b$ donde A, d y b son parámetros calibrados de la serie histórica 1971 -2014 de la Estación Hidrometereologica Principal de Bluefields, y con periodos de retorno de 25, 50 y 100 años, y Tc es el tiempo de concentración en minutos. (Ver Anexo 1-A: Curvas IDF Estación de Bluefields).
4. Los coeficientes de escorrentía se han calculado considerando la pendiente, el uso de suelo y el tipo de suelo. (Ver mapa y tabla del uso del suelo presentado anteriormente).
5. Una vez obtenidos los parámetros de área (A), Intensidad de la lluvia (I) y el coeficiente de escorrentía (c) se ha aplicado la fórmula del Método Racional modificado y adecuado para obtener el caudal: $Q = 0.2778\ CIA$ en m^3/s

7.2 Procedimientos y cálculos mediante el método del SCS, Servicio de Conservación de Suelos.

Para la realización de los cálculos de caudales mediante el uso de esta metodología, se ha cuantificado primeramente el Numero de Curva, para cada uno de las micro cuencas, calculo que está basado en el tipo y uso del suelo, pendiente y condiciones hidrológicas de los suelos, para la cual se aplica la siguiente tabla.
En este estudio se utilizaron las siguientes tablas para obtener CN en función del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo para AMC - III.

hidrologica de los suelos y una condicion de humedad antecedente II con un indice de abstraccion (Ia) de 0.20						
Uso de La Tierra	Tratamiento o Practica	Condicion Hidrologica	Grupos de Suelos			
			A	B	C	D
	Hileras Rectas		72	81	88	91
Cultivos Anuales	Con Curvas de Nivel		67	76	73	86
	Curvas de Nivel y Terraza		62	71	78	81
Plantacion	Café	Pobre Cobertura	48	68	79	83
		Estadio Medio	35	60	73.5	79
		Buena Cobertura	22	52	68	75
	Frutales	Mala	72	81	88	91
		Regular	67	76	83	86
		Buena	62	71	78	81
	Banano o Platanos	Mala	72	81	88	91
		Regular	67	76	83	86
		Buena	62	71	78	81
	Caña de Azucar	Quema linea Rectas	43	65	77	82
		Sin quema L. Recta	45	66	7	83
		Postura en Contorno	28	55	70	78
Barbecho		Mala	77	86	91	94
		Regular	68	83	89	9
		Buena	58	79	86	89
Pasto		Mala	68	79	86	89
		Regular	54	70	80	85
		Buena	39	61	74	80
Pasto con Pino		Mala	54	69	79	85
		Regular	42	63	75	82
		Buena	3	58	71	80
Bosque de Coniferas o Bosques Deciduo			45	66	77	83
Bosque Lati Foleado o Bosque Mixto Sombreado			25	55	70	77
Tierra Degradada			77	86	91	94
Suelo Urbano						
Residencial						
Tamaño del Lote	% Impermeable					
Menos de 400 m^2	65%		77	85	90	952
1000 m^2	38%		61	75	83	87
1320 m^2	30%		57	72	81	86
2000 m^2	25%		54	70	80	85
4000 m^2	20%		51	68	79	84
Parqueos Pavimentados, Techos, Autopistas			98	98	98	98
Calles y Caminos						
Pavimentados con bordillos y alcantarillas			98	98	98	98
Caminos de Material Selecto			76	75	89	91
Caminos de rodadura			72	82	87	89

(CN)									
Numeros de Curva para Casos de Condicion									
de Humedad Antecedente I y III									
CN para	CN para	CN para	Valores	La Curva*	CN para	CN para		Valores	La Curva*
Condicion	Condicion	Condicion	S	comienza	Condicion	Condicion		S	comienza
II	I	III		cuando	II	I	III		cuando
				P=					P=
			(pulgadas)	(pulgadas)				(pulgadas)	(pulgadas)
100	100	100	0	0	60	40	78	6.67	1.33
99	97	100	0.101	0.02	59	39	77	6.95	1.39
98	94	99	0.204	0.04	58	38	76	7.24	1.45
97	91	99	0.309	0.06	57	37	75	7.54	1.51
96	89	99	0.417	0.08	56	36	75	7.86	1.57
95	87	98	0.526	0.11	55	35	74	8.18	1.64
94	85	98	0.638	0.13	54	34	73	8.52	1.70
93	83	98	0.753	0.15	53	33	72	8.87	1.77
92	81	97	0.870	0.17	52	32	71	9.23	1.85
91	80	97	0.989	0.20	51	31	70	9.61	1.92
90	78	96	1.11	0.22	50	31	70	10.00	2.00
89	76	96	1.24	0.25	49	30	69	10.40	2.08
88	75	95	1.36	0.27	48	29	68	10.80	2.16
87	73	95	1.49	0.30	47	28	67	11.30	2.26
86	72	94	1.63	0.33	46	27	66	11.70	2.34
85	70	94	1.76	0.35	45	26	65	12.20	2.44
84	68	93	1.90	0.38	44	25	64	12.70	2.54
83	67	93	2.05	0.41	43	25	63	13.20	2.64
82	66	92	2.20	0.44	42	24	62	13.80	2.76
81	64	92	2.34	0.47	41	23	61	14.40	2.88
80	63	91	2.50	0.50	40	22	60	15.00	3.00
79	62	91	2.66	0.53	39	21	59	15.60	3.12
78	60	90	2.82	0.56	38	21	58	16.30	3.26
77	59	89	2.99	0.60	37	20	57	17.00	3.40
76	58	89	3.16	0.63	36	19	56	17.80	3.56
75	574	88	3.33	0.67	35	18	55	18.60	3.72
74	55	88	3.51	0.70	34	18	54	19.40	3.88
73	54	87	3.70	0.74	33	17	53	20.30	4.06
72	53	86	3.89	0.78	32	16	52	21.20	4.24
71	52	86	4.08	0.82	31	16	51	22.20	4.44
70	51	85	4.28	0.86	30	15	50	23.30	4.66
69	50	84	4.49	0.90					
68	48	84	4.70	0.94	25	12	43	30.00	6.00
67	47	83	4.92	0.98	20	9	37	40.00	8.00
66	46	82	5.15	1.03	15	6	30	56.70	11.34
65	45	82	5.38	1.08	10	4	22	90.00	418.00
64	44	81	5.62	1.12	5	2	13	190.00	38.00
63	43	80	5.87	1.17	0	0	0	Infinito	Infinito
62	42	79	6.13	1.23					
61	41	78	6.39	1.28					
* Para CN en la columna 1									

1. Separación de la escorrentía de la lluvia total.

Con el método adoptado, la separación de la escorrentía de la lluvia total es mediante las siguientes relaciones:

$$\sum P < S entonces \sum E = 0$$

$$\text{Para } \sum P > S$$

$$S = 5.08 * \left[\frac{1000}{CN} - 10 \right]$$

Entonces:

$$\sum E = \frac{\left(\sum Pi - S \right)^2}{\sum Pi + 4 * S}$$

Siendo:

∑P: es la precipitación desde el comienzo del aguacero hasta el instante considerado en mm.

∑E: es la lluvia efectiva o escorrentía acumulada provocada por ∑P en mm.

S: es el parámetro del umbral de la escorrentía que incluye la retención inicial y la infiltración (mm).

CN: Número de la curva que depende del tipo de suelo y la cubierta vegetal de la cuenca y depende también de las condiciones Hidrológicas previas al aguacero que origina la escorrentía (adimensional).

El escurrimiento del intervalo es:

$$E = \sum E_i - E_{i-1}$$

2. Hidrogramas de las crecidas.

La transformación de las láminas de escorrentía a los hidrogramas de crecidas en los cauces de recolección, se hace mediante el Hidrograma Unitario Triangular (HUT) del NRCS el cual se basa en los siguientes postulados:

Postulado I: Los hidrogramas generados por las tormentas de lluvias de la misma duración tienen el mismo tiempo de base, independiente de la intensidad de la lluvia.

Postulado II: En una cuenca dada los caudales son proporcionales a la altura de la precipitación efectiva para todas las lluvias de la misma duración.

Postulados III: Los caudales producidos por las lluvias sucesivas pueden ser encontrados por la adición sucesiva de los caudales producidos por las lluvias individuales, tomando en cuenta los tiempos de ocurrencia.

El Hidrograma Triangular está definido por las siguientes relaciones:

$$Tp = 0.5xD + 0.6xTc$$

$$Tb = 2.67xTp$$

$$Qp = 0.208xEx\frac{A}{Tp}$$

Siendo:

Tp : Tiempo de punta del hidrograma en horas

Tc: Tiempo de Concentración de la cuenca en horas;

Tb: Tiempo de base del hidrograma en horas;

D= duración del Intervalo en Horas;

Qp= Caudal Pico del Intervalo en m^3/seg;

E = Escorrentía efectiva del Intervalo en mm;

A: Área de Drenaje en Km^2

Cada intervalo de lluvia que produce escorrentía genera un hidrograma triangular unitario y el hidrograma total se obtiene de la suma de los hidrogramas triangulares parciales, el máximo valor de este hidrograma corresponde el caudal de diseño.

Para el caso de cuencas excesivamente grandes se subdividió el área y se determinó el caudal que aporta cada subcuenca por el método del Hidrograma Unitario Triangular (HTU) del NRCS. Este caudal se transita a la cuenca siguiente hasta llegar al punto cierre.

El Tránsito de Avenidas se realizó con el modelo de Muskingum según se muestra a continuación:

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_1$$

Siendo:

I = flujo de entrada

O = flujo de salida

C_i = Coeficiente adimensional

Donde:

C_0 = -(Kx-0.5t)/f ; C_1 = (Kx+0.5t)/f y C_2 = (K-Kx-0.5t)/f

f = K-Kx+0.5t

t = tc/2; tc = Tiempo de concentración

t = Intervalo de encauzamiento

k = LT/VT, Constante de almacenamiento expresada en minutos.

LT = Longitud de Tránsito.

VT= Velocidad de tránsito, promedio de las velocidades de cada subcuenca transitándose.

X = Constante adimensional que indica la importancia de I (flujo de entrada) y de O (flujo de salida) para la determinación del coeficiente de C_i; x varía entre 0.1 y 0.3 según las características del cauce.

Para cauces en estado natural es recomendable tomar x = 0.2 como un valor medio.

Deberá cumplirse que $C_0 + C_1 + C_2 = 1$

7.3 Resumen del resultado del Cálculo de Caudales Máximos por los dos métodos aplicados

Las características y cálculos de caudales de aportación, para los periodos de retorno de 25 50 y 100 años se presentan en las siguientes tablas:

RESULTADOS DEL CALCULO DEL NUMERO DE CURVA CN

			CN de la cuenca															
Micro Cuenca	Area de drenaje (Km2)	Longitud (Km)	Cultivos	Pastos	Bosque de Coniferas	Bosque Latifoliado	Centros Poblados	% Cultivos	% Pastos	% Bosque de Coniferas	% Bosque Latifoliado	% Centros Poblados	Cálculo de CN ponderado (AMC II)	CN (AMC III)	S	Sc media	Tc (min)	Lag Time (min)
Popoyuapa	4.88	4.90	78.00	70.00	66.00	55.00	96.00	0.207	0.606	0.000	0.036	0.150	75.00	96.00	1.04	0.1697	31.89	19.13
Rio de Oro	4.17	3.80	78.00	70.00	66.00	55.00	96.00	0.108	0.598	0.000	0.015	0.280	75.00	69.00	6.26	0.2220	37.09	22.26

TIPOS DE SUELOS EXISTENTES EN LAS DIFERENTES MICROCUENCAS SEGÚN INETER

Micro Cuenca	Area Sub Cuenca (Km2)	AREAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELOS (Km2)						
		Alfisoles	Inceptisoles	Entisoles	Ultisoles	Mollisoles	Vertisoles	Afloramiento Rocoso
Popoyuapa	14.57	3.271	0.000	11.242	0.000	0.065	0.000	0.000
Rio de Oro	13.02	6.496	0.000	6.529	0.000	0.000	0.000	0.000

USO ACTUAL DE SUELO EN LAS MICROCUENCAS SEGÚN MAPA OFICIAL DEL USO DEL SUELO INETER 2015

Micro Cuenca	Area Sub Cuenca (Km2)	AREAS DE LOS DISTINTOS USOS DE SUELO OBTENIDA DE LOS MAPAS DE INETER (Km2)										
		Bosques de Pino Abierto	Bosques de Pino Cerrado	Bosque Latifoliado Abierto	Bosque Latifoliado Cerrado	Centros Poblados	Cultivos Anuales	Cultivos Perennes	Pasto	Tacotal	Vegetacion Arbustiva	Agua
Popoyuapa	14.57	0.000	0.000	0.467	0.062	2.190	0.710	2.308	8.197	0.187	0.441	0.000
Rio de Oro	13.02	0.000	0.000	0.195	0.000	3.640	0.092	1.312	7.677	0.015	0.090	0.003

Micro Cuenca	Area Sub Cuenca (Km2)	AREAS DE USO DE SUELO AGRUPADAS (Km2)					% DE LOS DISTINTOS USOS					Chequeo
		Cultivos	Pastos	Bosque de Coniferas	Bosque Latifoliado	Centros Poblados	% Cultivos	% Pastos	% Bosque de Coniferas	% Bosque Latifoliado	% Centros Poblados	
Popoyuapa	14.57	3.02	8.83	0.00	0.53	2.19	0.207	0.606	0.000	0.036	0.150	1.00
Rio de Oro	13.02	1.40	7.79	0.00	0.20	3.64	0.108	0.598	0.000	0.015	0.280	1.00

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CAUDALES MAXIMOS

CALCULO DE LOS CAUDALES DE LAS MICROCUENCAS T= 25 AÑOS

Mcuenca	Área	Hmax	Hmin	L	S	S	Tc	I	Coeficiente de escorrentia			C	Q
	Km2	m	m	m	m/m	%	min	mm/hora	Us	Ts	Pt	C	m3/s
Popoyuapa	14.5772	60	35	6489.89	0.004	0.39	74.98	73.30	0.10	1.50	1.00	0.15	44.52
Rio de Oro	13.0252	65	35	5182.58	0.006	0.58	53.90	73.30	0.06	1.50	1.00	0.09	23.87

CALCULO DE LOS CAUDALES DE LAS MICROCUENCAS T= 50 AÑOS

Mcuenca	Área	Hmax	Hmin	L	S	S	Tc	I	Coeficiente de escorrentia			C	Q
	Km2	m	m	m	m/m	%	min	mm/hora	Us	Ts	Pt	C	m3/s
Popoyuapa	14.5772	60	35	6489.89	0.004	0.39	74.98	80.60	0.10	1.50	1.00	0.15	48.96
Rio de Oro	13.0252	65	35	5182.58	0.006	0.58	53.90	80.60	0.06	1.50	1.00	0.09	26.25

CALCULO DE LOS CAUDALES DE LAS MICROCUENCAS T = 100 AÑOS

Mcuenca	Área	Hmax	Hmin	L	S	S	Tc	I	Coeficiente de escorrentia			C	Q
	Km2	m	m	m	m/m	%	min	mm/hora	Us	Ts	Pt	C	m3/s
Popoyuapa	14.5772	60	35	6489.89	0.004	0.39	74.98	90.40	0.10	1.50	1.00	0.15	54.91
Rio de Oro	13.0252	65	35	5182.58	0.006	0.58	53.90	90.40	0.06	1.50	1.00	0.09	29.44

Estudio Hidrometeorológico del área de drenaje
Página 32

METODO SCS TR=25

Mcuenca	Kirpich	Californian	Giandiotti	Temez	Def	tr	tp	tb	Qp
Popoyuapa	2.38	2.37	6.25	3.69	2.38	1.43	2.62	6.99	**40.50**
Rio de Oro	1.71	1.70	5.07	2.87	1.71	1.03	1.88	5.02	**31.01**

METODO SCS TR=50

Mcuenca	Kirpich	Californian	Giandiotti	Temez	Def	tr	tp	tb	Qp
Popoyuapa	2.38	2.37	6.25	3.69	2.38	1.43	2.62	6.99	**48.24**
Rio de Oro	1.71	1.70	5.07	2.87	1.71	1.03	1.88	5.02	**37.41**

METODO SCS TR=100

Mcuenca	Kirpich	Californian	Giandiotti	Temez	Def	tr	tp	tb	Qp
Popoyuapa	2.38	2.37	6.25	3.69	2.38	1.43	2.62	6.99	**59.08**
Rio de Oro	1.71	2.37	6.25	3.69	1.71	1.03	1.88	5.02	**46.46**

COMPARATIVO DE RESULTADOS DE CÁLCULO DE CAUDALES MAXIMOS

COMPARATIVO DE RESULTADOS

Metodo Racional modificado			
Mcuenca	**T=25**	**T= 50**	**T=100**
Popoyuapa	44.52	48.96	54.91
Rio de Oro	23.87	26.25	29.44
TOTAL	68.40	75.21	84.35

Metodo SCS			
Mcuenca	**T=25**	**T= 50**	**T=100**
Popoyuapa	40.50	48.24	59.08
Rio de Oro	31.01	37.41	46.46
TOTAL	71.51	85.65	105.54

En este caso, por ser micro cuencas con áreas mayores a los 5 km^2, retomamos los caudales para un Tr= 100 años obtenidos por el método del Servicio de Conservación de Suelos SCS. Para la micro cuenca Popoyuapa 59.09 **m^3/seg.**, y para la micro cuenca Rio de Oro 46.46 **m^3/seg.**

8 CALCULOS HIDRAULICOS EN EL CUERPO RECEPTOR

Como parte de las verificaciones de campo, durante la visita se verificaron las características físicas, de las sección transversal y longitudinal del cuerpo receptor, para estimar la capacidad de drenaje y características hidráulicas del mismo.





CARACTERÍSTICAS DEL SITIO PRESELECCIONADO PARA LA DESCARGA.

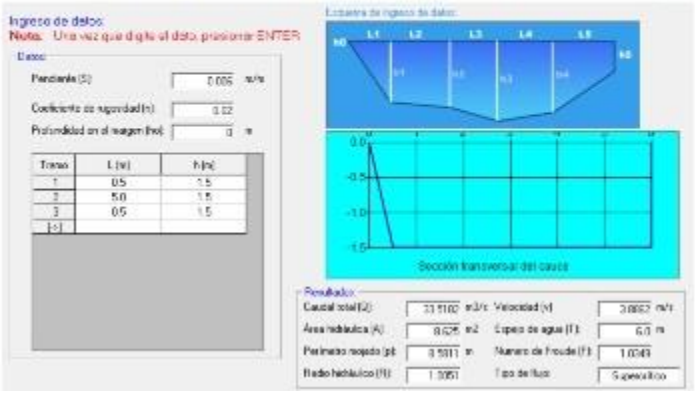
Tipo de obra: Caja puente de alcantarilla de concreto ciclópeo con aletones
Tipo de sección: Rectangular,
Dimensiones de la entrada : Largo 2.9 mts, alto 1.0 mts.
Dimensiones a la salida : Largo 2.75 mts alto 1.0 mts
Dimensiones medias para calculo: Largo 2.825 mts, alto 1.0 mts, pendiente de fondo 0.05 m/m
Caudal máximo a drenar, para un periodo de retorno de Tr=100 años hasta el punto de cierre, se estima en = 33.45 m^3/seg

Resultado del cálculo hidráulico



SECCION DEL CAUCE DE RIO AGUAS ABAJO DEL SITIO DE DESCARGA

Tipo de sección: Rectangular de suelo natural.
Dimensiones de la entrada : Largo 5 mts, alto 1.5 mts.
Caudal máximo a drenar, para un periodo de retorno de Tr=100 años = 33.45 m^3/seg



ANALISIS CONCLUSIVO DE LA EVALUACION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CUERPO RECEPTOR.

Según resultado el cauce tiene capacidad de drenar en este tramo 33.5 m^3/seg, y el caudal calculado máximo para un periodo de retorno de 100 años hasta este sitio de cierre de la micro cuenca (Rio de Oro) con un área de aporte de 9.37 km^2, su caudal estimado es de 33.45 m^3/seg. lo cual es ligeramente menor que la capacidad calculada. Por tanto el riesgo de desborde es de moderado a bajo, por las condiciones de sección del cauce y la obra de pase existente en el sitio, el nivel del inver inferior del tubo de descarga en el sitio, debe estar como mínimo a una altura de 1.5 mts por encima del fondo del lecho del cauce existente y con su ángulo de descarga en la dirección del flujo aguas abajo a fin de evitar taponamiento hidráulico en la descarga.

9 ANALISIS HIDROGEOLOGICO DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Rivas se localiza en la Sub-Provincia hidrogeológica Planicie Nandaime - Rivas. En la superficie y en el sub-suelo de élla están presentes rocas sedimentarias marinas plegadas de edad Cretácica cubiertas por depósitos coluviales – aluviales Cuaternarios.

Los estudios hidrogeológicos de la planicie referida, confirman la existencia, a lo largo y ancho de élla, de un reservorio (acuífero o depósitos) subterráneo regional de potencial apreciable.

El acuífero de la planicie de Rivas, al Oeste y Sur se extiende hasta el pie de la sub provincia colinas de Rivas. Dichas colinas están conformadas por rocas sedimentarias marinas Eocénicas de la Formación Rivas. Tales rocas se presentan masivas y fracturadas por lo que tienen de moderada a ligera capacidad para almacenar y transmitir agua; por lo tanto, pueden considerarse semipermeables; al Norte, se expande más allá del río Ochomogo, y al este, alcanza el lago de Nicaragua (Cocibolca).

El acuífero principal se encuentra en las capas de arenas finas a muy gruesas sueltas y en las areniscas que descansan sobre las rocas sedimentarias marinas de la Formación Rivas.

El espesor del acuífero varía de acuerdo con la profundidad a la cual se encuentra el basamento hidrogeológico, constituido por las rocas sedimentarias marinas mencionadas. La revisión de las columnas geológicas de los distintos pozos perforados permitió la elaboración de la figura 2.5 que muestra la configuración del basamento hidrogeológico. Según tal figura las profundidades menores del basamento se encuentran en las inmediaciones de los bordes Oeste y Sur y las mayores, en las vecindades del agua.

La recarga del reservorio proviene de las lluvias que caen sobre la subprovincia Serranías de Brito y de las aguas lluvias que se precipitan directamente en la planicie fluvio coluvial aluvial Cuaternaria. También, alimentan al acuífero las aguas de exceso de riego. En el caso de la zona acuífera donde están emplazados los pozos de Chatilla, es probable que se produzcan recarga proveniente del lago inducida por el bombeo de dicho pozo.

Durante la visita de campo, se verifico el funcionamiento de un pozo excavado que abastece la comunidad de Pataco, que abastecen un número considerable de familias.

Con el propósito de verificar y actualizar las características hidráulicas de los pozos, también se realizo un inventario de los pozos excavados existentes, que en la mayoría eran de uso privado, y con fines de uso domestico y de labores de industria de fabricación de ladrillos cuarterón.

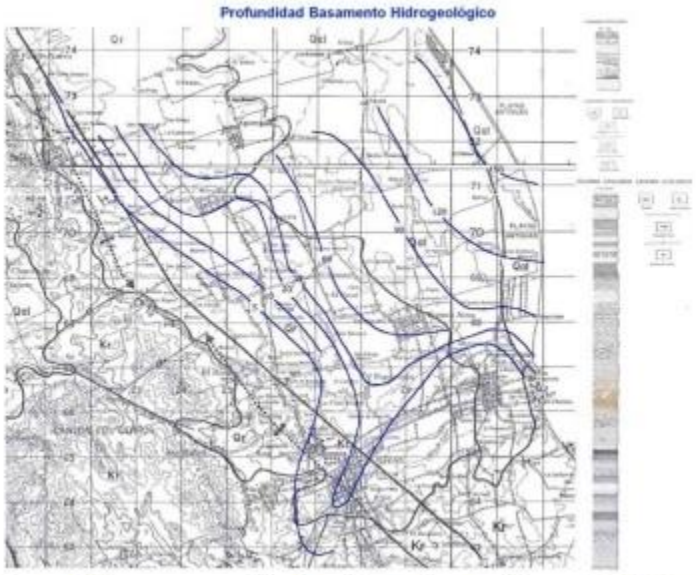
En la siguiente tabla se presenta los resultados del inventario de los pozos excavados y perforados levantados en campo.

ID	X	Y	NT	PROF (mts)	ALT. BROCAL (mts)	DIAM. BROCAL (mts)	PROPIETARIO	Observaciones
EXC 1	630150	1265253	58	7.4	0.75	0.9	Don Miguel	Sin uso
EXC 2	630353	1265336	50	8.9	0.75	1.3	Brigida Romero	Sin uso
EXC 3	630321	1265315	48	9	0.8	1	Ramona pasos	Sin uso
EXC 4	630374	1265271	40	8.9	0.7	1.1	Ana A. Lopez	Para Fab. Ladrillos
EXC 5	630434	1265213	51	10.4	0.75	1.05	Juan A. Morales	Para Lavar Ropa
EXC 6	630457	1265152	53	9.36	0.5	1.3	Jacinto Morales	Para Ind. De Ladrillos
EXC 7	630329	1264967	61	12.3	0.65	1	Lucrecia	Sin uso
EXC 8	630465	1264091	65	12	0.7	1.4	Finca Palermo	Bebedero Vacuno
EXC 9	629545	1263876	116	8.7	0.7	1.25	Ofa. Sn. Ramon	Baño y Uso Particular
EXC 10	630505	1265316	55	7.75	0.74	1.4	Marcos Duarte	Sin uso
EXC 11	630776	1265348	54	7.5	0.8	1.4	Gregorio Miranda	Uso domestico
EXC 12	631261	1265177	52	9.6	0.6	0.85	Reyes Ant. Rojas	Uso domestico
EXC 13	631630	1264079	51	5.7	0.7	1.15	Marta Fonseca	Abrevadero de Ganado
PERF 1	630216	1265302	57	11.29	0	0.15	La comunidad de Pataco	Abastecimiento a toda la comunidad de Pataco
EXC------	Pozo excavado							
PERF------	Pozo perforado							

En el siguiente mapa se presenta la ubicación de los pozos inventariados en campo

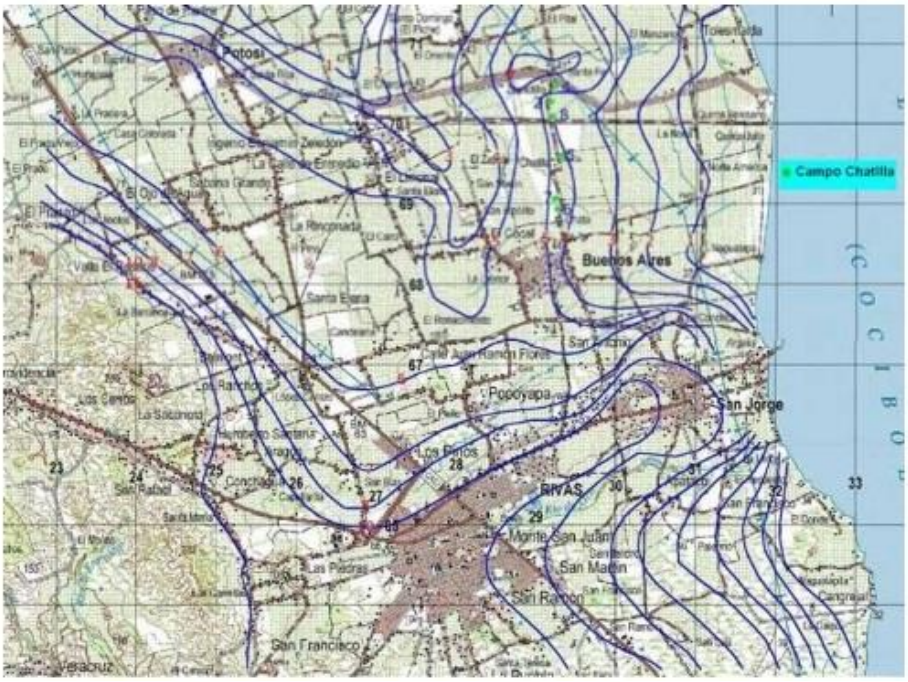


BASAMENTO HIDROGEOLOGICO



Las aguas subterráneas inician su recorrido desde las cimas y laderas de la Serranía de Brito (al Oeste), que una vez infiltradas, se mueven subterráneamente y alimentan a la planicie, la atraviesan subterráneamente y finalmente descargan en el Lago Cocibolca (al Este). El agua subterránea, en general, sale de la planicie bajo un gradiente hidráulico variando entre 0.0040 y 0.0047.

El agua subterránea, en el campo de pozos Chatilla y sus vecindades inmediatas, se encuentran a profundidades oscilando entre 3.78 m (Chatilla 5) y 6.43 m (Chatilla 4). Ver figura que se presenta a continuación, y en el area del proyecto las profundidades varian entre 12.5 y 7.0 mts de profundidad.



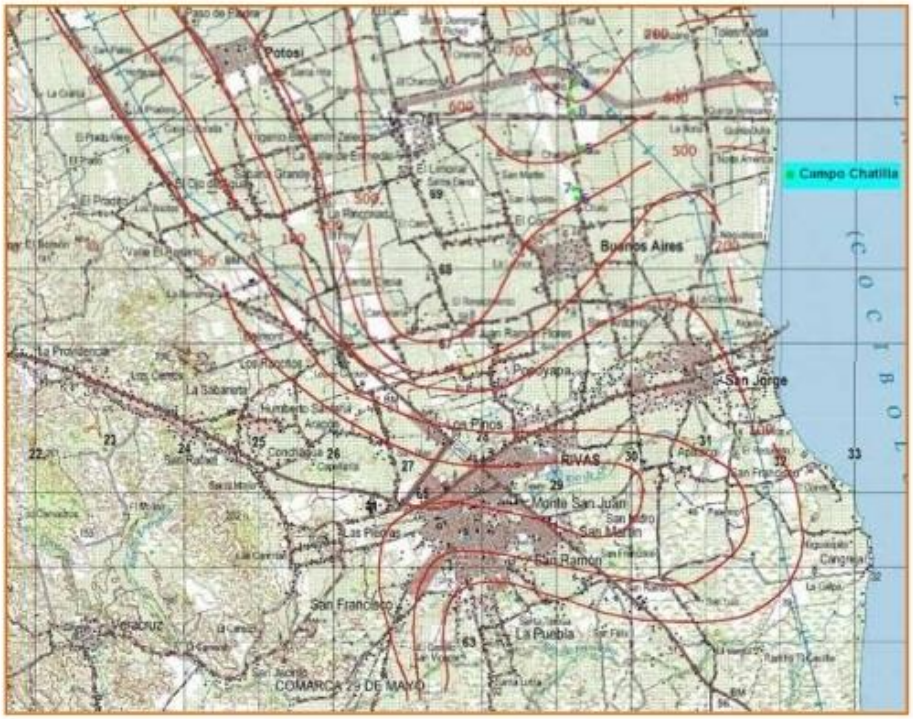
La superficie freática en los alrededores del campo de pozos Chatilla, ha experimentado ascensos regionales de 2.01 m (Chatilla 5) y 2.78 m (Chatilla 6) en el transcurso del tiempo, mientras que los pozos Chatilla 2,4 y 7 presentan descensos regionales oscilando entre 0.15 y 0.25 m/año, debido a la explotación intensiva y extensiva del acuífero (depósito o reservorio). El descenso promedio regional es de 0.20 m/año.

La transmisividad (T) del material acuífero se encuentra entre 181 m²/día y 762 m²/día, siendo 405 m²/día y 362.5 m²/día los valores promedio y mediana, respectivamente. (Ver figura 2.7)

El coeficiente de almacenamiento (S) anda entre 1 x 10^{-3} y 9 x 10^{-2}, siendo 2.48 x 10^{-2} el valor promedio

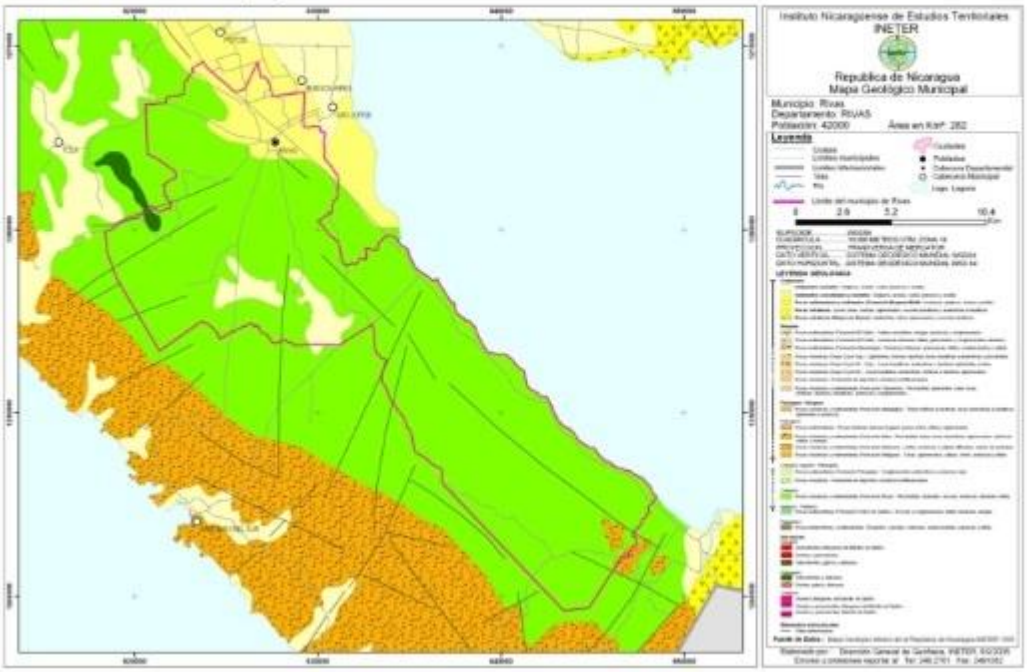
La eficiencia de los pozos (capacidad específica o caudal específico) se encuentra entre 2.85 m³/h/m y 27.39 m³/h/m siendo 10.35 m³/h/m y 11.04 m³/h/m, las cifras promedio y mediana correspondientemente.

Transmisividad en m²/día



GEOLOGIA DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

En el siguiente mapa, se ilustra, la información de la formación geológica predominante en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Mapa geológico oficial del INETER , esc. 1:50,000.

La mayor parte del área en estudio donde discurre la formación acuífera está cubierta por la formación del cuaternario, compuesta por sedimentos consolidados y recientes: guijarros , arenas, suelos arenosos y arcillas.

Características Hidráulicas del Material Acuífero.

Los estudios hidrogeológicos de la planicie referida, confirman la existencia, a lo largo y ancho de élla, de un reservorio (acuífero o depósitos) subterráneo regional de potencial apreciable.

El acuífero de la planicie de Rivas, al Oeste y Sur se extiende hasta el pie de la sub provincia colinas de Rivas. Dichas colinas están conformadas por rocas sedimentarias marinas Eocénicas de la Formación Rivas. Tales rocas se presentan masivas y fracturadas por lo que tienen de moderada a ligera capacidad para almacenar y transmitir agua; por lo tanto, pueden considerarse semipermeables; al Norte, se expande más allá del río Ochomogo, y al este, alcanza el lago de Nicaragua (Cocibolca).

El acuífero principal se encuentra en las capas de arenas finas a muy gruesas sueltas y en las areniscas que descansan sobre las rocas sedimentarias marinas de la Formación Rivas.

CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE LOS SUELOS

En el mes de septiembre del 2018, en el sitio de estudio, específicamente en el área seleccionada, para la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, se realizaron dos pruebas de infiltración , para tener una valoración de la capacidad de infiltración de los suelos existentes.

Las pruebas de infiltración se realizaron en dos calicatas con medidas de 1m x 1 m x 0.9 mts de profundidad, Al fondo de esta se perforo un agujero con diámetro de 0.42 mts y 0.47 mts de profundidad, donde se realizo directamente la prueba de infiltración. El agujero fue saturado previamente con agua hasta su nivel máximo, y luego se midió el rebajamiento con intervalo de 15 minutos durante un periodo de dos horas, para un total de 8 lecturas en cada pozo de infiltración.

A continuación imágenes ilustrativas de la realización de las pruebas de infiltración.





CARACTERISTICAS DEL SUB-SUELO

En general en los puntos donde se realizaron las infiltraciones se encuentra compuesto por limos y arcillas de alta compresibilidad tipo MH y suelos francos arcillosos. De color amarillento a oscuro

REGISTRO DE CAMPO

REGISTRO DE CAMPO DE PRUEBAS DE INFILTRACIÓN EN CALICATA No.1

Calicata # 1- Sector PTAR-RIVAS
Coordenadas de Ubicación : Norte 1265003 Oeste 629932 Altura 52 msnmm
Dimensiones de la recamara : 1m x 1 m x 1 m
Dimensiones del pozo de infiltracion: Prof. 0.47 mts, Diametro: 0.42m
Caracteristicas del suelo: Franco Arcilloso, color café oscuro, espesor 1.47 mts

No. De Medicion	Hora de inicio (p,m)	Hora final (p.m)	Lectura Inicial (cms)	Lectura final (cms)	Rebajamiento (cms)	Observacion
1	01:35	01:50	14	25	11	
2	01:50	02:05	25	33	8	
3	02:05	02:20	33	36	3	
4	02:20	02:35	36	37	1	
5	02:40	02:55	12	28	16	Se volvio a rellenar
6	02:55	03:10	28	32	4	
7	03:10	03:25	32	36	4	
8	03:25	03:40	36	38	2	
Rebajamiento total en cms----------					49	
Rebajamiento promedio total en cms/min----------					0.41	

REGISTRO DE CAMPO DE PRUEBAS DE INFILTRACIÓN EN CALICATA No.2

Calicata # 2- Sector PTAR-RIVAS
Coordenadas de Ubicación : Norte 1265103 Oeste 629982 Altura 61 msnmm
Dimensiones de la recamara : 1.2m x 1.35 m x .9 m
Dimensiones del pozo de infiltracion: Prof. 0.38 mts, Diametro: 0.45m
Caracteristicas del suelo: Franco, limo- Arcilloso, color café claro, espesor 1.48 mts

No. De Medicion	Hora de inicio (p,m)	Hora final (p.m)	Lectura Inicial (cms)	Lectura final (cms)	Rebajamiento (cms)	Observacion
1	01:50	02:05	10	20.4	10.4	
2	02:05	02:20	20.4	25.2	4.8	
3	02:25	02:40	12.5	24.3	11.8	Se volvio a rellenar
4	02:40	02:55	24.3	28	3.7	
5	02:55	03:10	28	32.4	4.4	
6	03:10	03:25	32.4	35.5	3.1	
7	03:25	03:40	35.5	38	2.5	
8	03:40	03:55	38	40	2	
Rebajamiento total en cms----------					42.7	
Rebajamiento promedio total en cms/min----------					0.356	

- **Coeficiente de Permeabilidad, K**

Para el cálculo del Coeficiente de Permeabilidad K, se utilizó la siguiente fórmula:

$$k = \frac{Q}{Pe} * \frac{\alpha w}{C}, cm/seg$$

$$C = (2\Pi D)\frac{\sqrt{\frac{L^2}{D} - 1}}{Ln\left(\frac{L}{D} + \sqrt{\frac{L^2}{D} - 1}\right)}, cm$$

Donde:
Q = Agua absorbida (cm3/s)
Pe= Presión efectiva (g/cm2)
αw= Densidad del agua (g/cm3)
C= Coeficiente de Forma, dado por:
D = Diámetro del barreno (cm)
L = Longitud del tramo de prueba (cm)

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica. Edición 2010

La fórmula para determinar la tasa de percolación en Litros/m²*día es la siguiente:

$$V_f = \frac{115}{\sqrt{t}}$$

Donde:
t: tasa de infiltración (min/cm)
Vf: Velocidad máxima de aplicación de aguas negras (Litros/m²*día)

VELOCIDADES PERMISIBLES DE APLICACIÓN DE AGUAS NEGRAS EN SISTEMAS DE ABSORCIÓN

PARAMETROS	
tasa de infiltración min/cm	Litros/m²*día
0.40	182.00
0.80	129.00
1.20	105.00
1.60	91.00
2.00	81.00
4.00	58.00
6.00	47.00
12.00	33.00
18.00	27.00
24.00	23.00

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Costa Rica. Edición 2010

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

Sondeo	Profundidad (m)	PRUEBA No.	Tasa de Percolación L/m² x día	Tasa de Percolación Recomendada L/m² x día	Coeficiente de Permeabilidad K cm/seg
Calicata#1	1.0 – 1.42	INF - 1	102.51	110	5.39×10^{-4}
Calicata#2	0.9 – 1.28	INF - 2	97.36	100	4.375×10^{-5}

De acuerdo a los resultados obtenidos, los suelos existentes, son de baja a moderada permeabilidad, característica de suelos Franco- arcillosos y franco-limo arenosos.

- **Calidad del agua subterránea en el área de influencia del proyecto**

La calidad mineral de las aguas subterráneas del área estudiada, se conoce a partir de diecisiete (17) análisis físico-químico. Los análisis más antiguos son de fecha 24/04/2008 y los más recientes, 11/02/2011. Los análisis señalados fueron realizados en los Laboratorios Central de ENACAL y en el Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA). (Ver cuadro 4.1).

La determinación de metales pesados fueron realizadas en el Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA).

En vista que en las zonas circundantes al campo de pozos Chatilla, se desarrolla una actividad agrícola intensa y extensiva, donde se hace uso de plaguicidas en cantidades apreciables, se considero prudente investigar la presencia o no de plaguicidas en las aguas subterráneas de la zona. Se investigaron los tipos de plaguicidas carbamatos, órganos clorados y órganos fosforados. En total se muestrean cinco (5) pozos de los cuales cuatro (4) pozos son perforados y pertenecen al campo de pozos de ENACAL y uno (1) pozo excavado ubicado dentro de la zona seleccionada para desarrollo futuro. Los análisis de plaguicidas se hicieron en los laboratorios del Centro de Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA – UNAN).

La calidad bacteriológica de las mismas aguas, se sabe a partir de tres (3) análisis efectuados el 11/02/2011 en los laboratorios del Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente (CIEMA).

Para establecer la adecuabilidad mineral para bebida, y la calidad bacteriológica de las aguas para el uso de consumo humano, se hizo uso de las Normas de Calidad de las Aguas para Consumo Humano del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993).

El grado de toxicidad de los plaguicidas se determinó empleando las normas United States Environmental Protection Agency (2006). National Primary Drinking Water Regulations (USEPA), Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993) y La Organización Mundial de la Salud (2004). Guías para la Calidad del Agua Potable, 3ra edición. Ginebra. (OMS)

CALIDAD MINERAL DEL AGUA SUB TERRANEA

El carácter químico de las aguas subterráneas, es bicarbonato cloro cálcico sódico.

De acuerdo a los valores reportados de conductividad eléctrica (459 - 767 ohmios/m.), sólidos totales disueltos (222 - 421 mg/l), pH (7.09 – 8.03) y dureza (175.2 – 337.28 mg/l), las aguas subterráneas del área estudiada por su conductividad y sólidos totales disueltos son dulces; por su PH, se encuentran entre ligeramente alcalinas y por su dureza, son duras (ver cuadro 4.1) La observación de la figura 4.1 demuestra que los contenidos de sólidos disueltos van disminuyendo en la medida que el agua subterránea se mueve desde el pie de las colinas de Rivas hacia el lago de Nicaragua; pero antes de alcanzar al lago, ellos vuelven a incrementarse. La disminución de las concentraciones pueden deberse a la recarga de lluvia que recibe el acuífero y los incrementos observados pueden estar relacionados con las concentraciones de sales que se producen en los sectores costeros debido a la evaporación de las aguas superficiales que quedan encharcadas en las zonas planas y bajas de la planicie.

Figura 4.1 Sólidos Totales Disueltos



Los contenidos de calcio y cloruros se encuentran muy por debajo del limite recomendado, es excepción las aguas del pozo Buenos Aires cuyas concentraciones de calcio (81.44 ppm) y cloruros (85 ppm) que están entre los límites recomendados y tolerables.

Las cifras de sodio, potasio, nitritos, nitratos, sulfatos y floruros están muy por debajo del límite recomendado.

Los valores de magnesio están muy por debajo del límite recomendado se exceptúan las aguas del pozo Chatilla 6 con una concentración de 40.3 ppm la cual esta cerca del límite máximo tolerable.

Los metales pesados Arsénico, Cadmio, Cromo Total, Cobre y Plomo en las aguas subterráneas del área, siempre están en concentraciones muy por debajo a las señaladas en la Norma CAPRE.

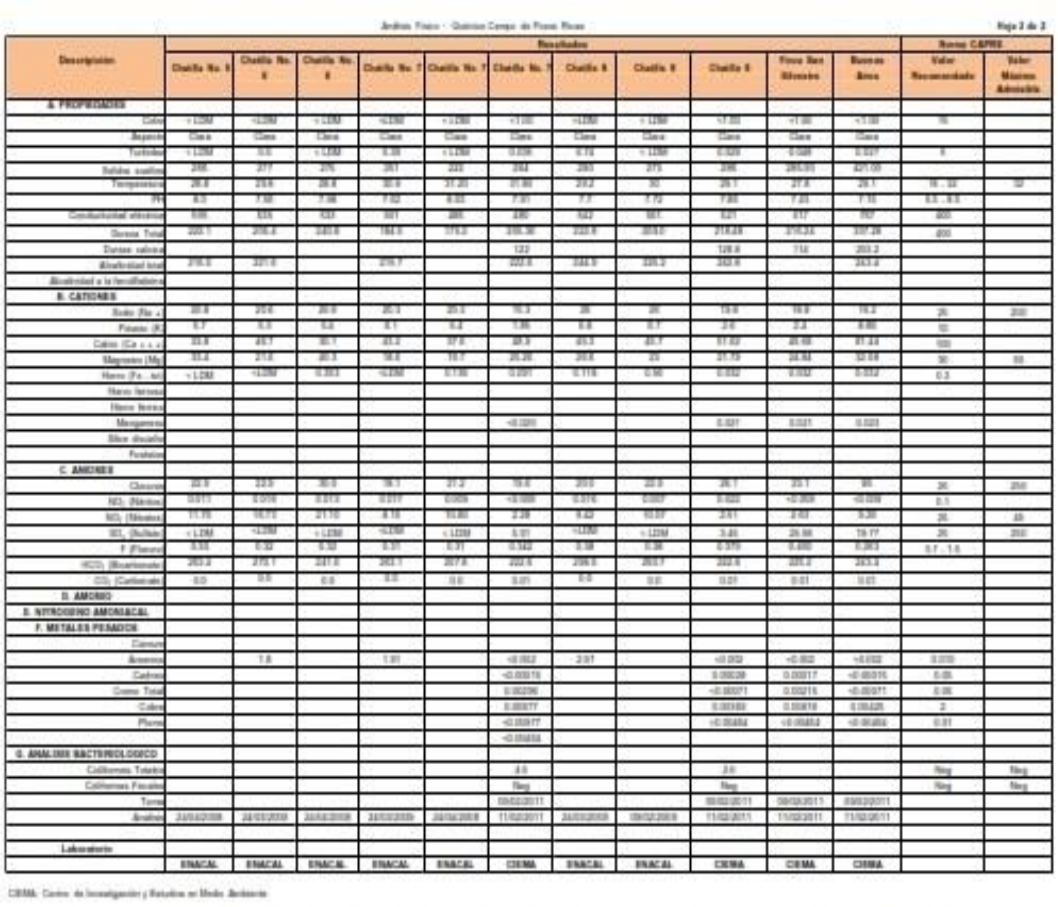
Los contenidos de sustancia inorgánicas (minerales) reportados en los análisis, se presentan en concentraciones extremadamente bajas no perjudiciales para la salud. Por lo tanto, las aguas subterráneas del área, desde el punto de vista de calidad mineral o inorgánica, son de buena calidad mineral y adecuadas para bebida.

Cuadro 4.1 Análisis Físico Químico Campo de Pozos Chatilla

Análisis Físico - Químico Campo de Pozos — Hoja 1 de 2

Descripción	U.M	Rivas	Resultados					Norma CAPRE	
		Chatilla No. 3	Chatilla No. 2	Chatilla No. 4	Chatilla No. 4	Chatilla No. 4	Chatilla No. 5	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
A. PROPIEDADES									
Color	(UC)	<LDM	< LDM	<LDM	< LDM	<1.00	ND	15	
Aspecto		Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara		
Turbidez	(UNT)	0.0	< LDM	0.0	< LDM	0.034	<LDM	5	
Solidos suelitos	mg/l	291	276	256	263	252.00	257		
Temperatura	°C	28.6	28.6	28.9	28.7	29.2	28.8	18 - 32	32
PH		7.23	8.03	7.09	7.98	7.76	7.18	6.5 - 8.5	
Conductividad eléctrica	µS/cm	580	562	488	488	459	469	400	
Dureza Total	mg/l	207.1	218.9	196.4	212.7	186.56	211.1	400	
Dureza calcica						106.96			
Alcalinidad total	mg/l	260.4	220.0	204.1	206.1	210.4	197.3		
Alcalinidad a la fenolftaleina									
B. CATIONES									
Sodio (Na +)	mg/l	23.7	23.7	27.2	27.2	15.1	20.8	25	200
Potasio (K)	mg/l	4.8	6.5	7.3	4.6	2.79	5	10	
Calcio (Ca + +)	mg/l	45.3	43.8	37.6	37.6	42.87	43	100	
Magnesio (Mg)	mg/l	22.8	26.6	25.4	28.9	19.82	25.2	30	50
Hierro (Fe - tot)	mg/l	0.069	< LDM	<LDM	< LDM	0.041	<LDM	0.3	
Hierro ferroso									
Hierro ferrico									
Manganeso						0.02			
Silice disuelto									
Fosfatos	mg/l								
C. ANIONES									
Cloruros	mg/l	22.9	27.3	18.1	27.3	21.5	30.8	25	250
NO_2 (Nitritos)	mg/l	0.015	0.008	0.016	< LDM	<0.009	0.006	0.1	
NO_3 (Nitratos)	mg/l	5.05	5.09	10.07	11.80	1.96	5.9	25	45
SO_4 (Sulfato)	mg/l	10.13	< LDM	<LDM	< LDM	5.96	<LDM	25	250
F (Floruro)	mg/l	0.37	0.37	0.40	0.40	0.392	0.30	0.7 - 1.5	
HCO_3 (Bicarbonato)	mg/l	317.5	268.2	248.8	251.3	210.4	240.6		
CO_3 (Carbonato)	mg/l	0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0		
D. AMONIO									
E. NITROGENO AMONIACAL									
F. METALES PESADOS									
Cianuro									
Arsenico	mg/l	3.18		<LDM		<0.002	<LDM	0.010	
Cadmio	mg/l					0.00021		0.05	
Cromo Total	mg/l					0.00178		0.05	
Cobre	mg/l					0.00613		2	
Plomo	mg/l					<0.00464		0.01	
G. ANALISIS BACTERIOLOGICO									
Coliformes Totales	UFC/100ml					7.8		Neg	Neg
Coliformes Fecales	UFC/100ml					Neg		Neg	Neg
Toma						09/03/2011			
Analisis		24/03/2009	24/04/2008	24/03/2009	24/04/2008	11/02/2011	24/03/2009		
Laboratorio									
		ENACAL	ENACAL	ENACAL	ENACAL	CIEMA	ENACAL		

CIEMA: Centro de Investigación y Estudios en Medio Ambiente



Descripción	Resultados											Norma CAPRE	
	Chatilla No. 5	Chatilla No. 6	Chatilla No. 8	Chatilla No. 7	Chatilla No. 7	Chatilla No. 7	Chatilla 8	Chatilla 9	Chatilla 8	Finca San Silvestre	Buenos Aires	Valor Recomendado	Valor Máximo Admisible
A. PROPIEDADES													
Color	< LDM	<LDM	< LDM	<LDM	< LDM	<1.00	<LDM	< LDM	<1.00	<1.00	<1.00	15	
Apariencia	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara		
Turbiedad	< LDM	0.5	< LDM	0.35	< LDM	0.206	0.74	< LDM	0.329	0.048	0.027	5	
Sólidos totales	266	277	276	261	233	262	263	273	266	265.00	421.00		
Temperatura	26.8	23.6	26.8	30.9	31.20	31.80	23.2	30	28.1	27.8	28.1	18 - 32	32
PH	8.5	7.58	7.66	7.52	8.53	7.91	7.7	7.72	7.85	7.03	7.15	6.5 - 8.5	
Conductividad eléctrica	506	524	533	501	465	490	522	501	521	517	797	400	
Sólidos Totales	200.1	206.8	203.8	194.8	173.8	205.36	222.8	203.8	218.68	215.24	337.26	400	
Dureza cálcica						122			128.8	114	203.2		
Alcalinidad total	216.5	221.8		216.7		222.8	244.9	226.3	242.8		243.4		
Alcalinidad a la fenolftaleína													
B. CATIONES													
Sodio (Na +)	20.8	21.6	20.8	20.3	20.3	19.3	20	20	19.8	19.8	19.2	25	200
Potasio (K)	0.7	0.5	0.8	0.1	0.3	1.06	0.8	0.7	2.6	2.2	0.80	10	
Calcio (Ca + + +)	33.8	45.7	30.1	43.2	37.6	38.8	45.3	33.7	51.63	46.48	81.24	100	
Magnesio (Mg)	33.4	21.6	20.3	18.6	19.7	20.26	20.6	23	21.75	24.82	32.68	30	50
Hierro (Fe...tal)	< LDM	<LDM	< 0.03	<LDM	0.130	0.071	0.116	0.10	0.032	0.032	0.032	0.3	
Hierro ferroso													
Hierro férrico													
Manganeso						<0.020			0.021	0.021	0.023		
Sílice disuelta													
Fosfatos													
C. ANIONES													
Cloruros	20.8	22.8	20.8	18.1	21.2	19.8	20.8	22.8	26.1	23.1	30	25	250
NO_3 (Nitratos)	0.011	0.018	0.013	0.017	0.009	<0.008	0.016	0.007	0.022	<0.008	<0.008	0.1	
NO_2 (Nitratos)	11.76	10.73	21.10	8.18	10.80	2.28	9.23	10.07	3.61	2.63	5.20	25	45
SO_4 (Sulfato)	< LDM	<LDM	< LDM	<LDM	< LDM	5.01	<LDM	< LDM	3.45	29.98	19.77	25	250
F (Fluoruro)	0.55	0.32	0.32	0.31	0.31	0.322	0.38	0.36	0.379	0.680	0.363	0.7 - 1.5	
HCO_3 (Bicarbonato)	263.2	270.1	267.8	263.1	267.8	222.8	208.8	263.7	222.8	220.2	263.4		
CO_3 (Carbonato)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01		
D. AMONIO													
E. NITRÓGENO AMONIACAL													
F. METALES PESADOS													
Cianuro													
Arsénico		1.8		1.91		<0.002	2.97		<0.002	<0.002	<0.002	0.010	
Cadmio						<0.00016			0.00039	0.00017	<0.00016	0.05	
Cromo Total						0.00206			<0.00071	0.00216	<0.00071	0.05	
Cobre						0.00077			0.00093	0.00818	0.00425	2	
Plomo						<0.00477			<0.00454	<0.00454	<0.00454	0.01	
						<0.00458							
G. ANALISIS BACTERIOLOGICO													
Coliformes Totales						2.0			2.0			Neg	Neg
Coliformes Fecales						Neg			Neg			Neg	Neg
Toma						09/02/2011			09/02/2011	09/02/2011	09/02/2011		
Análisis	24/01/2011	24/01/2011	24/01/2011	24/01/2011	24/01/2011	11/02/2011	24/01/2011	09/02/2011	11/02/2011	11/02/2011	11/02/2011		
Laboratorio													
	ENACAL	ENACAL	ENACAL	ENACAL	ENACAL	CIEMA	ENACAL	ENACAL	CIEMA	CIEMA	CIEMA		

De la observación del cuadro 4.2, que proporciona los resultados de la investigación de plaguicidas carbamatos, órganos clorados y órganos fosforados, en las aguas de los pozos perforados Finca Silvestre, Chatilla N^0 4, Chatilla N^0 7, Chatilla N^0 8 y Buenos Aires, se desprende que no hay presencia de tales sustancias en las aguas subterráneas del área estudiada. De existir éllas se encontrarían en concentraciones menores al límite de detección del método empleado. (Ver cuadro 4.2).

Plaguicidas	Unidades	Limite Detección	Pozo				
			Plaguicida Finca	Chatilla	Chatilla	Chatilla	Buenos Aires
A- CARBAMATOS							
Aldicarb	ng.l⁻¹	62.18	nd	nd	nd	nd	nd
Aldicarb Sulfón	ng.l⁻¹	375.68	nd	nd	nd	nd	nd
Bendiocarb	ng.l⁻¹	136.65	nd	nd	nd	nd	nd
Carbaril	ng.l⁻¹	742.02	nd	nd	nd	nd	nd
Carbofurán	ng.l⁻¹	130.49	nd	nd	nd	nd	nd
Metiocarb	ng.l⁻¹	420.72	nd	nd	nd	nd	nd
Oxamil	ng.l⁻¹	21.70	nd	nd	nd	nd	nd
Propoxur	ng.l⁻¹	207.77	nd	nd	nd	nd	nd
B - ORGANOFOSFORADO							
Clorpirifos	ng.l⁻¹	0.96	nd	nd	nd	nd	nd
Co - ral (coumafos)	ng.l⁻¹	50.00	nd	nd	nd	nd	nd
Def (Tribufos)	ng.l⁻¹	15.00	nd	nd	nd	nd	nd
Diazinon	ng.l⁻¹	25.00	nd	nd	nd	nd	nd
Etil - Paration	ng.l⁻¹	15.00	nd	nd	nd	nd	nd
Etion	ng.l⁻¹	20.00	nd	nd	nd	nd	nd
Fenamifos	ng.l⁻¹	41.58	nd	nd	nd	nd	nd
Fention	ng.l⁻¹	50.00	nd	nd	nd	nd	nd
Forate	ng.l⁻¹	50.00	nd	nd	nd	nd	nd
Gution (Azinfos Metil)	ng.l⁻¹	100.00	nd	nd	nd	nd	nd
Malation	ng.l⁻¹	25.00	nd	nd	nd	nd	nd
Metamidofos	ng.l⁻¹	36.55	nd	nd	nd	nd	nd
Metil - Paration	ng.l⁻¹	15.00	nd	nd	nd	nd	nd
Mocap (Profos)	ng.l⁻¹	50.00	nd	nd	nd	nd	nd
Terbufos	ng.l⁻¹	25.00	nd	nd	nd	nd	nd
Zolone (Fosalone)	ng.l⁻¹	15.00	nd	nd	nd	nd	nd
C -							
Alfa - Clordano	ng.l⁻¹	0.21	nd	nd	nd	nd	nd
Gamma - Clordano	ng.l⁻¹	0.21	nd	nd	nd	nd	nd
Alfa - HCH	ng.l⁻¹	0.23	nd	nd	nd	nd	nd
Beta - HCH	ng.l⁻¹	0.67	nd	nd	nd	nd	nd
Delta - HCH	ng.l⁻¹	0.29	nd	nd	nd	nd	nd
Gamma - HCH (Lindano)	ng.l⁻¹	0.36	nd	nd	nd	nd	nd
DBCP	ng.l⁻¹	0.32	nd	nd	nd	nd	nd
pp - DDE	ng.l⁻¹	0.19	nd	nd	nd	nd	nd
pp - DDD	ng.l⁻¹	0.26	nd	nd	nd	nd	nd
pp - DDT	ng.l⁻¹	0.82	nd	nd	nd	nd	nd
Heptacloro	ng.l⁻¹	0.14	nd	nd	nd	nd	nd
Heptacloro - Epóxido	ng.l⁻¹	0.11	nd	nd	nd	nd	nd
Aldrin	ng.l⁻¹	0.32	nd	nd	nd	nd	nd
Dieldrin	ng.l⁻¹	0.16	nd	nd	nd	nd	nd
Endrin	ng.l⁻¹	0.28	nd	nd	nd	nd	nd
Endrin Aldehído	ng.l⁻¹	0.19	nd	nd	nd	nd	nd
Endrin Cetona	ng.l⁻¹	0.26	nd	nd	nd	nd	nd
Endosulfan I	ng.l⁻¹	0.25	nd	nd	nd	nd	nd
Endosulfan II	ng.l⁻¹	0.11	nd	nd	nd	nd	nd
Endosulfan Sulfato	ng.l⁻¹	0.42	nd	nd	nd	nd	nd
Metoxicloro	ng.l⁻¹	0.38	nd	nd	nd	nd	nd
Toxafeno	ng.l⁻¹	8.70	nd	nd	nd	nd	nd

CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRANEA

El método utilizado para la detección y el recuento de agentes patógenos, es de los tubos múltiples (Número más probable). Según el método mencionado en una muestra de 100 ml de cualquier agua de bebida no debe detectarse ninguna bacteria, tampoco ningún coliformes termoresistente.

Los pozos Chatilla N^0 4, 7 y 8 muestran presencia de coliformes totales y por lo tanto, la posible presencia de patógenos intestinales.

En el cuadro 4.3 se dan los resultados de los análisis bacteriológicos efectuados dentro del presente estudio.

Cuadro 4.3

N^0 en el Plano	Propietario	Lugar	Coliformes	
			Totales NMP/100 ml	Fecales NMP/100 ml
4	ENACAL	Chatilla	7.8	Negativo
7	ENACAL	Chatilla	4.5	Negativo
8	ENACAL	Chatilla	2.0	Negativo

19.9 Anexo 9: Estudios de Calidad del Aire y Análisis de Ruido



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales

PIENSA

INFORME TECNICO

Estudio de línea Base de Calidad del Aire realizado en la ciudad de Rivas y Nandaime, (Fichtner W & T Suc. Nicaragua) en diciembre del 2018.

Elaborado por:

Lic. Bayardo A. Bojorge Sánchez. Responsable de Lab. Calidad de Aire.

Autorizado por:

Ing. María Lidia Gómez. Coordinadora de Laboratorios Ambientales

COORDINACION TECNICA PIENSA-UNI

Managua, Nicaragua
20 de diciembre del 2018

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517
Celular: 8866-6702 /8866-6705 • Email: piensa@uni.edu.ni
Web: www.piensa.uni.edu.ni
Managua, Nicaragua

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha sido realizado a solicitud de la Empresa Fichtner W & T Suc. Nicaragua en dos sitios, un sitio en un terreno utilizado para la producción de plátanos en las afueras del casco urbano de la ciudad de Rivas y el otro sitio fue ubicado en un terreno utilizado para la producción de caña de azúcar en las afueras de la ciudad de Nandaime, en estos terrenos se tiene previsto construir la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de cada una de estas ciudades. Las mediciones cuyos resultados aparecen en las Tablas adjuntas, se obtuvieron in situ durante los periodos del lunes 10 al martes 11 y del miércoles 12 al jueves 13 de diciembre del 2018, en las ciudades de Rivas y Nandaime respectivamente. Los contaminantes medidos en los sitios antes señalados en este informe fueron los siguientes: Partículas Totales Suspendidas (PTS), Partículas Menores de 10 micras (PM_{10}), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Dióxido de Azufre (SO_2) y Monóxido de Carbono (CO).

2. CONCEPTOS TÉCNICOS

2.1 Material particulado (por sus siglas en inglés PM).

Son partículas sólidas o líquidas de diversos tamaños, origen y composición que se encuentran suspendidas en la atmósfera. Su tamaño varía de 0.005 a 100 µm de diámetro aerodinámico. *Fuente: NTON 05012-02*

2.1.1 Material particulado menor o igual a 10 micrómetros (por sus siglas en inglés PM10).

Partículas suspendidas en el aire con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros (µm). *Fuente: NTON 05012-02*

2.1.2 Partículas Totales en Suspensión (PTS)

Son todas las sustancias orgánicas e inorgánicas, de diferente tamaño y composición que se encuentran dispersas en la atmósfera en forma de pequeñas partículas sólidas o pequeñas gotas de líquido. *Fuente: NTON 05012-02*

2.2 Dióxido de Nitrógeno (NO_2).

Gas de color marrón claro producido directa e indirectamente por la quema de combustibles. En el proceso de combustión, el nitrógeno del aire se oxida para formar principalmente óxido nítrico (NO) y en menor proporción Dióxido de Nitrógeno NO_2. *Fuente: NTON 05012-02*

2.3 Dióxido de Azufre (SO_2).

Gas incoloro e inodoro en concentraciones bajas y de olor acre en concentraciones altas. Producido por la combustión de combustibles fósiles que contienen azufre tales como el carbón y el petróleo y por varios procesos industriales, como la fundición de metales no ferrosos, la producción de ácido sulfúrico y la conversión de pulpa en papel. *Fuente: NTON 05012-02*

2.4 Monóxido de carbono (CO).

Gas incoloro e inodoro que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles (como gas, gasolina, kerosene, carbón, petróleo o madera). Los automóviles con motores de ignición a chispa son unas de las principales fuentes de emisión de CO. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas, hornillas de la cocina y los calentadores a kerosene, también pueden emitir CO. *Fuente: NTON 05012-02*

3. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO Y CRITERIO DE SELECCIÓN DE LOS MISMOS.

La ubicación de los sitios de muestreo fue orientada por el representante de la Empresa Fichtner W&T Suc. Nicaragua; el Ing. Rodrigo Ibarra; estos sitios habían sido seleccionados previamente por ENACAL, tomando en cuenta la ubicación de las futuras Plantas de Tratamiento de Agua Residual (PTAR) en la ciudad de Rivas y Nandaime. A continuación los sitios y sus coordenadas:

No.	Sitio de muestreo	Coordenadas
1	Carretera Panamericana, camino a comunidad Apataco 1.2 km. Rivas. Ver mapa en Anexos.	16 P0629910E / 1264973N
2	Ingenio Xavier Guerra, CASUR a 3.5 km al suroeste de la ciudad. Nandaime. Ver mapa en Anexos.	16 P0604636E / 1295434N

4. METODOLOGÍA

4.1. Medición de Partículas Totales Suspendidas (PTS) y Partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10})

Para la medición de las Partículas Totales Suspendidas (PTS) y Partículas menores de 10 micrómetros (PM10) en los dos sitios de muestreo, se utilizó un equipo EPAM 5000-Haz Dust Particulate Monitors de la Marca EDC, el cual succiona un flujo de aire de 4 L/min a través de un filtro de poliTetrafluor Eteno. El caudal se mantiene constante.

El resultado en los sitios de muestreo se determinó mediante el peso de los filtros antes y después del muestreo a humedad constante en el Laboratorio. La diferencia

de peso es debido a la precipitación de partículas. La medición en los dos sitios de muestreo se realizó durante un período de 24 horas.

4.1.1 Referencia del método

PTS y PM_{10}: - Medidor de Bajo Volumen y Análisis Gravimétrico. 40CFR53 (US EPA)
- EPAM 5000 – Haz Dust Particulate Monitors, Sensor Óptico Infrarrojo

4.2. Medición de Dióxido de nitrógeno (NO_2), Dióxido de Azufre (SO_2) y Monóxido de Carbono (CO).

Para la medición de los Gases: NO_2, SO_2 y CO se utilizó un equipo de la marca Aeroqual modelo Series 500, el cual posee una tecnología de sensores electroquímicos, los cuales funcionan basándose en el principio de la valoración potenciométrica sensible a los iones. Los sensores están rellenos con un electrolito acuoso, específico para la tarea, en el que están dispuestos tres electrodos, igualmente combinados específicamente, entre los que hay un campo eléctrico. Los sensores están sellados del exterior mediante membranas permeables al gas. Las moléculas del contaminante pasan a través de la membrana permeable al gas, al electrodo de trabajo donde se forman iones H^+ como consecuencia de una reacción química. Estos migran en el campo eléctrico al contraelectrodo, donde se genera un flujo de corriente en el circuito externo mediante otra reacción química desencadenada por el oxígeno (O2) del aire puro, también aportado. El tercer electrodo (electrodo de referencia) sirve para estabilizar la señal del sensor. La caída de tensión desarrollada en una resistencia situada en el circuito sirve luego como señal de medición que se utiliza para el procesado electrónico posterior y determinar la concentración del gas a monitorear. Este equipo cuenta con un sensor para cada uno de los gases que se midieron. El muestreo de los gases NO_2 y SO_2 se realizó por un periodo de 24 horas.

4.2.1 Referencia del método

AEROQUAL Series 500 – Sensor Electroquímico.

5. RESULTADOS Y ANALISIS DE LAS MEDICIONES

Tabla No. 1.
Concentraciones de los contaminantes muestreados en el Sitio en Rivas

Tipo de Contaminante	Concentración promedio	Valor límite permisible NTON 05012-02
Partículas Totales Suspendidas (PTS)	72.50 µg/m^3	260 µg/m^3 /día
Partículas menores de 10 micras (PM_{10})	34.18 µg/m^3	150 µg/m^3 /día
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0.087 ppm	0.21 ppm/h
Dióxido de Azufre (SO_2)	0.03 ppm	0.14 ppm/24 h
Monóxido de Carbono (CO)	1.03 ppm	9.0 ppm/8h

µg/m^3: Microgramos por metro cúbico.
ppm: Partes por millón
ND: No Detectable

5.1. Análisis de Resultados de la Tabla No. 1.

Las concentraciones de material particulado en sus formas de Partículas Totales Suspendidas (PTS) y Partículas Menores de 10 micras (PM_{10}) medidas en este sitio de muestreo, no superan los límites máximos permisibles establecidos por la NTON 05012-02. Sin embargo, las concentraciones encontradas pueden ser el resultado principalmente del tráfico vehicular que circula por la carretera no pavimentada que conduce hacia la comunidad de Apataco, la cual presenta suelo erosionado, ocasionando difusión de material particulado al ambiente; otra fuente significativa de material particulado fue la erosión eólica de los suelos en el terreno en el cual se instalaron los equipos de medición. En menor grado se podría mencionar el aporte de las emisiones de partículas generadas en las casas de habitación en los alrededores del sitio de muestreo, provenientes de la combustión de leña para cocinar los alimentos.

Las concentraciones promedios de los gases Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono obtenidas en este Sitio de muestreo están por debajo de los límites máximo permisibles que establece la NTON 05012-02 para cada uno de estos tipos de contaminantes atmosféricos. Su presencia se podría deber a las emisiones provenientes de los motores de los vehículos que circulan en el camino de tierra que conduce hacia la comunidad de Apataco y a las emisiones provenientes de las casas de habitación en los alrededores del sitio de muestreo, en donde se utiliza leña para cocinar los alimentos.

Tabla No. 2.
Concentraciones de los contaminantes muestreados en el Sitio en Nandaime

Tipo de Contaminante	Concentración promedio	Valor límite permisible NTON 05012-02
Partículas Totales Suspendidas (PTS)	43.71 µg/m^3	260 µg/m^3 /día
Partículas menores de 10 micras (PM_{10})	30.93 µg/m^3	150 µg/m^3 /dia
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0.032 ppm	0.21 ppm/hora
Dióxido de Azufre (SO_2)	ND	0.14 ppm/24 h
Monóxido de Carbono (CO)	ND	9.0 ppm/8h

µg/m^3: Microgramos por metro cúbico.
ppm: Partes por millón
ND: No Detectable

5.2. Análisis de Resultados de la Tabla No. 2.

Las concentraciones de material particulado en sus formas de Partículas Totales Suspendidas (PTS) y de Partículas Menores de 10 micras (PM_{10}) medidas en este sitio de muestreo, no superan los límites máximos permisibles establecidos por la NTON 05012-02. Las concentraciones encontradas pueden ser el resultado de las actividades agrícolas en la producción de la caña de azúcar y a la erosión eólica de los suelos en los terrenos en los alrededores del sitio de muestreo. Cabe destacar que el tráfico vehicular en esta zona durante el muestreo fue casi nulo, por tal motivo no es una fuente significativa de material particulado.

La concentración promedio del gas Dióxido de Nitrógeno, obtenida en este Sitio de muestreo está por debajo del límite máximo permisible que establece la NTON 05012-02 para este tipo de contaminante atmosférico. Su presencia se podría atribuir a la descomposición de nitratos en los suelos de los terrenos en los alrededores del sitio de muestreo.

La presencia de los contaminantes gaseosos Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono no fueron detectadas en ningún periodo de medición durante el muestreo.

6. CONCLUSIONES

6.1. Las concentraciones promedios de PTS y PM_{10} obtenidas en cada uno de los sitios de muestreo, no superaron los valores límites permisibles que para estas formas de material particulado establece la NTON 05012-02, los cuales son 260 $\mu g/m^3$ y 150 $\mu g/m^3$ respectivamente, para muestreos de 24 horas.

6.2. Las concentraciones promedio de Dióxido de nitrógeno detectadas en cada uno en los sitios de muestreo no superaron el valor límite permisible que la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Calidad del Aire (NTON 05012-02) establece para este contaminante que es de 0.21 ppm para una hora de muestreo.

6.3. La presencia de Dióxido de azufre, fue detectada solamente en el sitio ubicado en Rivas, pero su concentración no supero el límite de 0.14 ppm, establecido por la NTON 05012-02 para un muestreo de 24 horas.

6.4. La presencia de Monóxido de carbono, fue detectada solamente en el sitio ubicado en Rivas, pero su concentración no supero el límite de 9.0 ppm, establecido por la NTON 05012-02 para un muestreo de 8 horas.

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS **CA-1812-0747**

CLIENTE	DIRECCIÓN		TELEFONO
Fichtner W & T Suc. Nicaragua.	Granada-Nicaragua.		2552-2900
ATENCIÓN	**CARGO**	**EMAIL**	**CELULAR**
Ing. Felix Rosales	Gerente General	fichtner-hvtsa.granada@amx.	NR

FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS			
13/12/2018	14/12/2018	19/12/2018	20/12/2018	3329	Dos (02)

			Rango o valor máximo permisible o recomendado
Fecha y Hora de Muestreo	10/12/18; 8:43 a.m	12/12/18; 9.30 a.m	
Muestreado por	Lic. Jhony Cabrera V.	Lic. Jhony Cabrera V.	
Supervisor de Muestreo en Campo	Ing. Rodrigo Ibarra	Ing. Rodrigo Ibarra	
Fuente	NA	NA	
Tipo de muestra	Aire	Aire	
Observaciones de Ubicación	PTAR-Rivas	PTAR-Nandaime	
Coordenadas	16 P0629910E / 1264973N	16 P0604636E / 1295434N	
Codificación PIENSA	LA-1812-0744	LA-1812-0745	

METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	UNIDAD	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 2	NTON 05 012-02*
Air Samp. No. 501	Partículas Totales Suspendidas (PTS)	$\mu g/m^3$	**72.50**	**43.71**	260.0
40 CFR 53 USEPA	Partículas Menores de 10 micras (PM_{10})	$\mu g/m^3$	**34.18**	**30.93**	150.0
Sensores	Dióxido de Nitrogeno (NO_2)	ppm	**0.087**	**0.032**	0.21
Sensores	Dióxido de Azufre (SO_2)	ppm	**0.03**	**ND**	0.14
Sensores	Monóxido de Carbono (CO)	ppm	**1.03**	**ND**	9.0

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
Abreviaturas y símbolos: **NA**: No Aplica, **ND**: No Detectable, **NE**= No especificado en la Norma, **NS**= No solicitado por el cliente
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: **SM** = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017
EPA = Environmental Protection Agency, * Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense: Norma Técnica de Calidad del Aire
PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el personal de Laboratorios PIENSA-UNI.

Los resultados reportardos corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ing. Maria Lidia Gomez
Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio asegura los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001417

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni





CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE RUIDO
EMPLAZAMIENTO DE PTAR
NANDAIME
RIVAS

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

CERTIFICADO DE ANALISIS DE RUIDO AMBIENTAL

CA-1812-746

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN			TELEFONO
Fichtner W&T Suc. Nicaragua.		Granada-Nicaragua.			25522900
ATENCIÓN:	CARGO	E-mail			CELULAR
Ing. Félix Rosales	Gerente General	fichtner-hvtsa.granada@amx.de.com			—
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO: INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	Cadena de Custodia	NUMERO DE MUESTRAS
13/12/2018	14/12/2018	18/12/2018	19/12/2018	3311, 3312, 3329	Cuatro (04)
TIPO DE MUESTRA			SUPERVISOR DE MUESTREO EN CAMPO		
Medición de Ruido Ambiental			Ing. Rodrigo Ibarra		

Periodo de Muestreo	27-28, 29-30/11/2018 y 10-11, 12-13/12/2018
Muestreado por:	Lic. Jocsan Flores, Lic. Jhony Cabrera
Codificación PIENSA	LA-1811-0704, LA-1811-0705, LA-1812-0744, LA-1812-0745

1. EQUIPO DE MEDICIÓN DE RUIDO

Equipo // Marca	Serie // Tipo	Filtro de Ponderación	Respuesta	Resolución
3M-Sound Pro DL	BLP070014	A	Slow	0,1 dB

2. DESCRIPCIONES DE PREDIOS VECINOS A LA EMPRESA

Sur	Oeste	Este	Norte
N/A	N/A	N/A	N/A

N/A: No aplica, los Puntos de Control se encuentran en diferentes sitios sin perímetros definidos

3. UBICACIÓN APROXIMADA DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

Punto	1	2	3	4
Sitio	PTAR-El Rama	PTAR-Nueva Guinea	PTAR-Rivas	PTAR-Nandaime
Georreferencias	16 P0805497E / 1347360N	16 P0777394E / 1295958N	16P0629910E / 1264973N	16P0604636E / 1295434N

4. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Ver mapas de ubicación en documentos anexos

0001420

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

5. CARACTERISTICAS DE OPERACIÓN DE LA FUENTE FIJA

Punto	Ubicación	Tipo de medición	Fuentes de Ruido	Régimen de funcionamiento	
				horas/día	días/semana
1	PTAR-El Rama	Estable	Naturaleza (Viento, Insectos, Fauna, etc.)	24	7 días
2	PTAR-Nueva Guinea	Estable	Naturaleza (Viento, Insectos, Fauna, etc.)	24	7 días
3	PTAR-Rivas	Estable	Trafico Vehicular, Poblaciones cercanas, Naturaleza	24	7 días
4	PTAR-Nandaime	Estable	Trafico Vehicular, Naturaleza	24	7 días

6. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Periodos de Muestreo	27-28, 29-30/11/2018 y 10-11, 12-13/12/2018

Punto	Ubicación	NPS eqv. (dB)	NPS eqv. Valor Guía OMS (dB)
1	PTAR-El Rama	46.75	70.0
2	PTAR-Nueva Guinea	42.89	70.0
3	PTAR-Rivas	52.88	70.0
4	PTAR-Nandaime	46.60	70.0

0001A13

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni

Universidad Nacional de Ingeniería
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente
Managua, Nicaragua

7. METODOLOGIA Y JUSTIFICACIONES TÉCNICAS

dB: la unidad empleada para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora, es el DECIBEL.

NP Seqv: Nivel de Presión Sonora, se reporta cuando éste es constante en un mismo intervalo de tiempo y se expresa como "Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente". El intervalo de tiempo de registro de cada medición en el equipo en este estudio, se estableció en 5 segundos. El tiempo de medición del nivel de Presión Sonora por Punto de Control fue de 5 minutos.

(NPSeqv) fuente: Es aquel ruido que genera la fuente objeto a evaluación en estado trabajando. El instrumento se apunta en dirección a la fuente siendo evaluada, en este caso no existía en los sitios una fuente fija, ya que este es un estudio de línea base. El tiempo de medición por punto de control fue de 5 minutos.

(NPSeqv) permitido: los niveles de presión sonora equivalente, NPSeqv, expresados en decibeles (dB), en ponderación con escala A, que se obtiene de la emisión de una fuente fija emisora de ruido y corresponde al valor guía para el ruido en ambientes específicos que establece la OMS en su documento Guías para el ruido urbano, elaborado en la reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril de 1999.

8. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados que aparecen en el cuadro 6 (resultados de las mediciones) se realizaron durante el día y la noche, se logro determinar durante el muestreo que las mediciones obtenidas en la mayoría de los sitios, corresponden principalmente a fuentes propias del entorno natural, a excepción del sitio de muestreo en Rivas, donde existían fuentes antropogénicas tales como el trafico vehicular y casas de habitación en las cercanías al mismo, en este sitio es donde se obtuvo el mayor valor de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NP Seqv) en este estudio, pero este no supera el valor guía establecido por la OMS que es de 70.0 dB. El nivel mas bajo en decibeles (dB) se obtuvo en el sitio de Nueva Guinea. Los resultados obtenidos en cada uno de los sitios de muestreo son característicos de zonas rurales o semi rurales como lo es el caso del sitio en Rivas.

9. CONCLUSIONES

1) 1- En ninguno de los cuatro sitios de medición el valor de Nivel de Presión Sonora NPSeqv obtenido, supero el valor guía que establece la OMS que es de 70 dB.

2) Las mediciones realizadas en cada uno de los sitios son un estudio de líneas base para la construcción de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en cada una de las ciudades descritas en este certificado.

3) En este estudio las principales fuente de ruido fueron de origen natural, a excepción del sitio en Rivas en el cual hubieron otras fuentes de ruido del tipo antropogénicas.

Ing. María Lidia Gómez
Coordinadora Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

0001418

Teléfonos: Dirección: (505) 2278-1462 • Área Académica: 2270-5613 y 8866-6702 (M) • Atención al Cliente: 8496-8568 (C) y 8152-7314 (M)
Coordinación de Laboratorios: 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni