# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GUANGARCUCHO

MAYO DE 2017

# CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO ..... 9
FICHA TÉCNICA ..... 18
1. SIGLAS Y ABREVIATURAS ..... 19
2. INTRODUCCIÓN ..... 21
3. ALCANCE ..... 22
4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 22
4.1 OBJETIVO GENERAL ..... 22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 22
5. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL APLICABLE AL PROYECTO ..... 22
5.1 NORMATIVA APLICABLE ..... 23
5.2 MARCO INSTITUCIONAL ..... 24
6. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO ..... 26
7. LÍNEA BASE ..... 30
7.1 METODOLOGÍA ..... 30
7.2 MEDIO FÍSICO ..... 32
7.2.1 RECURSO AGUA ..... 32
7.2.2 CLIMATOLOGÍA ..... 51
7.2.3 RECURSO SUELO ..... 62
7.2.4 RECURSO AIRE ..... 73
7.2.5 ANÁLISIS DEL PAISAJE DE LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA ..... 80
7.2.6 CONCLUSIONES DEL COMPONENTE FÍSICO ..... 84
7.3 COMPONENTE BIÓTICO ..... 85
7.3.1 GENERALIDADES ..... 85
7.3.2 ÁREA DE ESTUDIO BIOLÓGICO ..... 86
7.3.1 CARACTERÍSTICAS Y REPRESENTATIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS ..... 88
7.3.2 ÁREAS PROTEGIDAS ..... 92
7.3.3 COMPONENTE FLORA ..... 94
7.3.4 COMPONENTE FAUNA ..... 106
7.3.5 INTEGRIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO CUENCA (SECTOR PUENTE DE GUANGARCUCHO. CUE-CUE-050) ..... 118
7.3.6 ÁREAS SENSIBLES ..... 121
7.3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL COMPONENTE BIÓTICO ..... 122
7.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL ..... 123
7.4.1 PERFIL DEMOGRÁFICO ..... 123
7.4.2 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS ..... 124
7.4.3 GRUPO DE OCUPACIÓN ..... 125
7.4.4 CATEGORÍA DE OCUPACIÓN ..... 125

7.4.5 EDUCACIÓN ..... 126
7.4.6 VIVIENDA ..... 127
7.4.7 ESTRATIFICACIÓN ..... 128
7.4.8 INFRAESTRUCTURA FÍSICA ..... 128
7.4.9 ASENTAMIENTOS POBLACIONALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES GUANGARCUCHO ..... 139
7.4.10 ARQUEOLÓGICO ..... 140
7.4.11 TRANSPORTE ..... 141
7.4.12 CAMPO SOCIO-INSTITUCIONAL: SOCIALIZACIÓN PREVIA DEL PROYECTO ..... 141
7.4.13 LISTA DE INFORMANTES CALIFICADOS ..... 143
7.4.14 MEDIO PERCEPTUAL ..... 144
7.4.15 CONCLUSIONES DEL COMPONENTE SOCIAL ..... 146
7.5 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS Y FUENTES DE CONTAMINACIÓN ..... 146
8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 154
8.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO ..... 154
8.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO ..... 154
8.2.1 CAUDAL DE TRATAMIENTO ..... 155
8.2.2 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DEL EFLUENTE ..... 155
8.2.3 CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ..... 156
8.3 CAMINOS DE ACCESO ..... 177
8.4 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO ..... 177
8.4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO ..... 178
8.5 MANO DE OBRA REQUERIDA ..... 178
8.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS FASES DEL PROYECTO: ..... 179
8.6.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ..... 180
8.6.2 ETAPA DE FUNCIONAMIENTO ..... 182
8.6.3 ETAPA DE CIERRE ..... 183
8.7 MAQUINARIA. ..... 183
8.8 MATERIALES E INSUMOS ..... 188
8.8.1 DEMANDA GENERAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA ..... 189
8.8.2 GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 190
9. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS ..... 197
9.1 ALTERNATIVA 1: PROCESO DE TRATAMIENTO BASADO EN FANGOS ACTIVADOS ..... 197
9.2 ALTERNATIVA 2: PROCESO DE TRATAMIENTO BASADO EN FANGOS ACTIVADOS DE AIREACIÓN PROLONGADA EN CANALES DE OXIDACIÓN ..... 197
9.3 ALTERNATIVA 3 CON LECHOS BACTERIANOS (FILTROS PERCOLADORES), CON DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LODOS EN UNA ETAPA, SIN CALENTAMIENTO. ..... 198

9.4. ALTERNATIVA 4. SI NO SE IMPLANTARA EL PROYECTO ..... 199
9.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ..... 199
9.5.1. COSTOS ..... 199
9.5.2. EFICIENCIA DE TRATAMIENTO ..... 200
9.5.3. MATRIZ DE COMPARACIÓN ..... 201
9.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 204
10. DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA ..... 206
10.1 Á REA REFERENCIA L DEL PROYECTO ..... 206
10.2 AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO ..... 206
10.3 AREA DE GESTIÓN (INFLUENCIA INDIRECTA) DEL PROYECTO ..... 207
11. INVENTARIO FORESTAL ..... 211
12. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 212
12.1 METODOLOGÍA ..... 212
12.1.1 MATRIZ DE LEOPOLD ..... 212
12.2 ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTOS ..... 216
12.3 FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS ..... 219
12.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MATRICIAL ..... 221
12.5 RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 225
12.5.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN ..... 229
12.5.2 FASE DE OPERACIÓN: ..... 230
12.5.3 FASE DE CIERRE Y ABANDONO: ..... 231
12.6 CONCLUSIONES ..... 231
13. ANÁLISIS DE RIESGOS ..... 244
13.1 GENERALIDADES ..... 244
13.2 RIESGOS DEL PROYECTO HACIA EL AMBIENTE (ENDÓGENOS) ..... 244
13.2.1 VALORACIÓN DE RIESGOS ENDÓGENOS ..... 247
13.3 RIESGOS DEL AMBIENTE HACIA EL PROYECTO (EXÓGENOS) ..... 256
13.3.1 VALORACIÓN DE RIESGOS EXÓGENOS ..... 257
14. PROTOCOLOS DE PRUEBA ..... 268
15. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ..... 269
15.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ..... 270
15.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS ..... 278
15.3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL ..... 283
15.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS ..... 287
15.5 PLAN DE CONTINGENCIAS ..... 290
15.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO ..... 294
15.7 PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS ..... 300

15.8 PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA ..... 301
15.9 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO ..... 302
15.10 CRONOGRAMA VALORADO ..... 310
16. DEFINICIONES ..... 313
17. BIBLIOGRAFÍA ..... 316

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 7.1PARÁMETROS MORFO MÉTRICOS DEL RÍO CUENCA ..... 39
TABLA 7.2 UBICACIÓN Y CÓDIGOS DE LAS ESTACIONES EN LOS TRAMOS BAJOS DE LOS RÍOS DE CUENCA ..... 40
TABLA 7.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DE LOS RIOS URBANOS DE CUENCA, 2015 ..... 42
TABLA 7.4 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DE LOS RIOS URBANOS DE CUENCA, 2016 43
TABLA 7.5 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE ACUERDO AL WQI ..... 43
TABLA 7.6 MATRIZ COLORIMÉTRICA DE LA CALIDAD BIOLÓGICA. ..... 45
TABLA 7.7 VALORES ASUMIDOS PARA EL CAUDAL BASE DE LAS SUBCUENCAS ..... 48
TABLA 7.8 CAUDALES EN PUNTOS DE INTERÉS DEL RÍO CUENCA PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO (M³/S) ..... 48
TABLA 7.9 PRECIPITACIÓN PERIODO (1999-2015) ..... 53
TABLA 7.10 PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES EN ESTACIONES DE ESTUDIO (MM) ..... 56
TABLA 7.11 TEMPERATURA EN LA ZONA DEL PROYECTO ..... 57
TABLA 7.12 VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA ZONA DEL PROYECTO ..... 60
TABLA 7.13 DIRECCIÓN DEL VIENTO EN LA ZONA DEL PROYECTO ..... 60
TABLA 7.14 HUMEDAD EN LA ZONA DEL PROYECTO ..... 61
TABLA 7.15 EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA ZONA DEL PROYECTO ..... 61
TABLA 7.16 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO ..... 69
TABLA 7.17 FACTORES DE SEGURIDAD PARA TALUD ..... 69
TABLA 7.18 CAPACIDADES DE CARGA ..... 70
TABLA 7.19 CÓDIGO, DIRECCIÓN Y CONTAMINANTES DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO ..... 74
TABLA 7.20 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA ESTACIÓN MACHÁNGARA, AÑO 2015 ..... 75
TABLA 7.21 RESULTADOS MENSUALES DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA ESTACIÓN MACHÁNGARA, AÑO 2015 ..... 76
TABLA 7.22 RESULTADOS DE MONITOREO DE RUIDO ..... 80
TABLA 7.23 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA PARA T1 ..... 97
TABLA 7.24: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA PARA T2 ..... 102
TABLA 7.25: ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA REFERENCIAL ..... 105
TABLA 7.26: MAMÍFEROS REGISTRADOS ..... 108
TABLA 7.27: ABUNDANCIA RELATIVA DE AVES ..... 109
TABLA 7.28: LISTA DE ESPECIES REGISTRADAS ..... 112
TABLA 7.29: CÁLCULOS PARA EL ÍNDICE DE SIMPSON ..... 113
TABLA 7.30: CÁLCULOS DEL ÍNDICE DE SHANNON ..... 114
TABLA 7.31: ESPECIES REGISTRADAS ..... 115
TABLA 7.32 ZONA DE ESTUDIO, POBLACIÓN DEL AÑO 2010 ..... 124
TABLA 7.33: RAMA DE ACTIVIDAD, AÑO 2010 ..... 124
TABLA 7.34: GRUPO DE OCUPACIÓN, AÑO 2010 ..... 125

TABLA 7.35 CATEGORÍA DE OCUPACIÓN DE LA POBLACIÓN, AÑO 2010 ..... 126
TABLA 7.36: NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA POBLACIÓN, AÑO 2010 ..... 126
TABLA 7.37 CONDICIONES DE ALFABETISMO ..... 127
TABLA 7.38 TIPO Y MATERIALES DE LA VIVIENDA ..... 127
TABLA 7.39 MATERIALES DE LAS PAREDES EXTERIORES ..... 127
TABLA 7.40 AUTO IDENTIFICACIÓN SEGÚN CULTURA Y COSTUMBRES ..... 128
TABLA 7.41 TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO ..... 138
TABLA 7.42 LISTA DE INFORMANTES CALIFICADOS ..... 143
TABLA 8.1 CAUDAL MEDIO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PTAR GUANGARCUCHO ..... 155
TABLA 8.2: BASES DE DISEÑO DEL EFLUENTE ..... 155
TABLA 8.3 UNIDADES PARA CONTROL DE OLORES ..... 169
TABLA 8.4 INSTALACIONES AUXILIARES ..... 175
TABLA 8.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ..... 178
TABLA 8.6 MANO DE OBRA REQUERIDA ..... 178
TABLA 8.7 EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZARSE EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ..... 183
TABLA 8.8 EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZARSE EN LA ETAPA DE OPERACIÓN ..... 183
TABLA 8.9 INSUMOS DEL PROYECTO ..... 189
TABLA 8.10 DEMANDA GENERAL DE ENERGIA ELECTRICA ..... 190
TABLA 8.11: PELIGROSIDAD DE RESIDUOS SEGÚN ORIGEN ..... 190
TABLA 8.12 DESECHOS SÓLIDOS NORMALES ..... 192
TABLA 8.13: DESECHOS HIDROCARBUROS Y ACEITES QUÍMICOS ..... 192
TABLA 8.14 CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL BIOGÁS ..... 193
TABLA 8.15 CANTIDADES DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS POR DÍA EN LA PTAR GUANGARCUCHO ..... 194
TABLA 8.16 REQUERIMIENTOS DE CALOR PARA CALDEROS EN LA PTAR GUANGARCUCHO ..... 194
TABLA 8.17 CANTIDAD DE GAS NECESARIA PARA CALDEROS ..... 195
TABLA 8.18 CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE CO2 POR AÑO ..... 196
TABLA 9.1 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA A LA ENTRADA Y SALIDA DE LA PTAR UCUBAMBA ..... 199
TABLA 9.2 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL MODELO CAPDETWORKS ..... 200
TABLA 9.3 RESULTADOS MODELACIÓN CON GPS-X ..... 201
TABLA 9.4 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS ..... 202
TABLA 10.1 AREA DE INFLUENCIA DE LA PTARG ..... 209
TABLA 12.1 CRITERIO DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 214
TABLA 12.2 ESCALA DE VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA DE IMPACTO ..... 215
TABLA 12.3 ESCALA DE VALORACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL IMPACTO ..... 215
TABLA 12.4 ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 216
TABLA 12.5 FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES A RECIBIR IMPACTOS ..... 219
TABLA 12.6 NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN ..... 221
TABLA 12.7 NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN ..... 222
TABLA 12.8 NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CIERRE ..... 224
TABLA 13.1 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA ..... 245
TABLA 13.2: GRAVEDAD ..... 246
TABLA 13.3 ANÁLISIS DE RIESGO ..... 247
TABLA 13.4 RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A LA NORMA NFPA 820 ..... 250
TABLA 13.5 TIPOS DE RIESGO EXÓGENOS ..... 256
TABLA 13.6 MATRIZ DE RIESGO REALIZADA POR LA FUNDACIÓN NATURA ..... 257
TABLA 13.7: RIESGOS EXÓGENOS ASOCIADOS AL PROYECTO ..... 257

TABLA 13.8 CAUDALES EN PUNTOS DE INTERÉS DEL RÍO CUENCA PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO (M³/S) ..... 259
TABLA 13.9 FACTORES DE SEGURIDAD PARA TALUD ..... 262
TABLA 14.1 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA A LA ENTRADA Y SALIDA DE LA PTAR UCUBAMBA ..... 268
TABLA 14.2 BASES DE DISEÑO DEL EFLUENTE ..... 268

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 6.1 ÁREA DEL PROYECTO ..... 27
ILUSTRACIÓN 6.2 MAPA DE INTERSECCIÓN CON AREAS PROTEGIDAS ..... 29
ILUSTRACIÓN 7.1 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO ..... 33
ILUSTRACIÓN 7.2 SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO ..... 35
ILUSTRACIÓN 7.3 MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO ..... 36
ILUSTRACIÓN 7.4 HIDROGRÁFIA DEL ÁREA DEL PROYECTO ..... 38
ILUSTRACIÓN 7.5 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA ..... 41
ILUSTRACIÓN 7.6 VALORES PROMEDIOS DEL ÍNDICE WQI. EN TRAMOS URBANOS, 2015 ..... 44
ILUSTRACIÓN 7.7 CALIDAD BIOLÓGICA RÍO CUENCA TRAMOS BAJOS ..... 46
ILUSTRACIÓN 7.8 INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE LOS RÍOS URBANOS DE CUENCA ..... 47
ILUSTRACIÓN 7.9 USOS DE AGUA PROPUESTOS ..... 50
ILUSTRACIÓN 7.10 TIPO DE CLIMA DEL ÁREA DEL PROYECTO ..... 52
ILUSTRACIÓN 7.11 UBICACIÓN DE ESTACIÓN UCUBAMBA ..... 53
ILUSTRACIÓN 7.12 PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL 2015 ..... 54
ILUSTRACIÓN 7.13 RANGO DE PRECIPITACIÓN EN LA ZONA DEL PROYECTO ..... 55
ILUSTRACIÓN 7.14 RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES EN ESTACIONES DE ESTUDIO. ..... 57
ILUSTRACIÓN 7.15 TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL 2015 ..... 58
ILUSTRACIÓN 7.16 TEMPERATURA EN EL ÁREA DEL PROYECTO ..... 59
ILUSTRACIÓN 7.17 FORMACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO ..... 64
ILUSTRACIÓN 7.18 ZONAS GEOMORFOLÓGICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO ..... 66
ILUSTRACIÓN 7.19 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DISPUESTO PTAR GUANGARCUCHO ..... 67
ILUSTRACIÓN 7.20 TIPOS DE SUELO DEL ÁREA DEL PROYECTO ..... 68
ILUSTRACIÓN 7.21 USO DE SUELO EN EL SECTOR DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO ..... 72
ILUSTRACIÓN 7.22 ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE ..... 75
ILUSTRACIÓN 7.23 PARTÍCULAS SEDIMENTABLES DURANTE LOS MESES DE 2015 ..... 76
ILUSTRACIÓN 7.24 DIÓXIDO DE AZUFRE DURANTE LOS MESES DE 2015 ..... 77
ILUSTRACIÓN 7.25 DIÓXIDO DE NITRÓGENO DURANTE LOS MESES DE 2015 ..... 77
ILUSTRACIÓN 7.26 OZONO DURANTE LOS MESES DE 2015 ..... 78
ILUSTRACIÓN 7.27 UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN DE RUIDO ..... 79
ILUSTRACIÓN 7.28 UNIDADES HOMOGÉNEAS DEL PAISAJE ..... 83
ILUSTRACIÓN 7.29 ÁREA DE ESTUDIO BIOLÓGICO ..... 87
ILUSTRACIÓN 7.30 MAPA DE ECOSISTEMAS ..... 89
ILUSTRACIÓN 7.31 ZONA DE VIDA ..... 91
ILUSTRACIÓN 7.32 ÁREA DE BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORA ..... 93
ILUSTRACIÓN 7.33 MAPA PARA PARA EL ESTUDIO DEL COMPONENTE BIÓTICO ..... 95
ILUSTRACIÓN 7.34: COBERTURA VEGETAL EN T1 ..... 96
ILUSTRACIÓN 7.35: HÁBITO DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS ..... 97
ILUSTRACIÓN 7.36: DOMINANCIA DE FAMILIAS ..... 97
ILUSTRACIÓN 7.37: ACUMULACIÓN DE ESPECIES ..... 98
ILUSTRACIÓN 7.38: ORIGEN DE ESPECIES VEGETALES DE T1 ..... 99

ILUSTRACIÓN 7.39: COBERTURA VEGETAL EN T1 ..... 101
ILUSTRACIÓN 7.40: HÁBITO DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS ..... 101
ILUSTRACIÓN 7.41: DOMINANCIA DE FAMILIAS ..... 102
ILUSTRACIÓN 7.42: ACUMULACIÓN DE ESPECIES ..... 103
ILUSTRACIÓN 7.43: ORIGEN DE ESPECIES VEGETALES DE T2 ..... 104
ILUSTRACIÓN 7.44: CANTIDAD DE REGISTROS ..... 107
ILUSTRACIÓN 7.45: FAMILIAS DE AVES ..... 109
ILUSTRACIÓN 7.46: FAMILIAS DE AVES ..... 109
ILUSTRACIÓN 7.47: ACUMULACIÓN DE ESPECIES. ..... 110
ILUSTRACIÓN 7.48: GREMIOS ..... 111
ILUSTRACIÓN 7.49: MATRIZ COLORIMÉTRICA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA. ..... 119
ILUSTRACIÓN 7.50 ESTACIÓN DE MONITOREO ..... 120
ILUSTRACIÓN 7.51 LOCALIDADES EN LA ZONA DE INFLUENCIA ..... 136
ILUSTRACIÓN 7.52 RECORRIDO DE LA CICLORUTA POR EL PREDIO DEL PROYECTO ..... 137
ILUSTRACIÓN 7.53 REDES DE AGUA POTABLE ADMINISTRADAS POR ETAPA ..... 138
ILUSTRACIÓN 7.54 POBLADOS CERCANOS AL AREA DEL PROYECTO ..... 139
ILUSTRACIÓN 7.55 DISTANCIA ENTRE SECTORES POBLADOS Y EL ÁREA DE IMPLANTACION ..... 140
ILUSTRACIÓN 7.56 UBICACIÓN DE ÁREA PATRIMONIAL Y DE AMORTIGUAMIENTO ..... 145
ILUSTRACIÓN 7.57 ÁREAS EROSIONADAS EN EL SITIO DEL PROYECTO ..... 148
ILUSTRACIÓN 7.58 RIESGOS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE ..... 150
ILUSTRACIÓN 7.59 PUNTOS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA ..... 152
ILUSTRACIÓN 8.1 UBICACIÓN DEL TERRENO DE LA PTAR GUANGARCUCHO ..... 154
ILUSTRACIÓN 8.2 ESQUEMA DE TRATAMIENTO MEDIANTE LODOS ACTIVADOS ..... 156
ILUSTRACIÓN 8.3 DIAGRAMA DEL FLUJO DE AGUA DE LA PTAR GUANGARCUCHO ..... 158
ILUSTRACIÓN 8.4 DIAGRAMA DEL FLUJO DE LOS LODOS EN LA PTAR GUANGARCUCHO ..... 168
ILUSTRACIÓN 10.1 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ..... 208
ILUSTRACIÓN 12.1 PORCENTAJE DE IMPACTOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN ELABORACIÓN: CONSULTOR ..... 221
ILUSTRACIÓN 12.2 IMPACTOS NEGATIVOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN ..... 222
ILUSTRACIÓN 12.3 PORCENTAJE DE IMPACTOS EN LA FASE DE OPERACIÓN ..... 223
ILUSTRACIÓN 12.4 IMPACTOS NEGATIVOS EN LA FASE DE OPERACIÓN ..... 223
ILUSTRACIÓN 12.5 PORCENTAJE DE IMPACTOS EN LA FASE DE CIERRE ..... 224
ILUSTRACIÓN 12.6 IMPACTOS NEGATIVOS EN LA FASE DE CIERRE ..... 225
ILUSTRACIÓN 13.1 AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL EN ECUADOR ..... 258
ILUSTRACIÓN 13.2 LIMITES DE INUNDACIÓN SECTOR PTARG ..... 260
ILUSTRACIÓN 13.3: MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES PDOTENCIALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO ..... 261
ILUSTRACIÓN 13.4: MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES PDOTENCIALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO SNI ..... 263
ILUSTRACIÓN 13.5 RIESGO VOLCÁNICO ..... 265
ILUSTRACIÓN 13.6: MAPA DE RIESGO SÍSMICO DE ECUADOR ..... 267

# RESUMEN EJECUTIVO

## INTRODUCCIÓN

La planta de tratamiento de aguas residuales, PTAR, actualmente en operación, se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Cuenca, sector de Ucubamba, en el kilómetro 8,5 de la autopista Cuenca – Azogues. Cuenta con una área de 45 ha. La capacidad de la PTAR de Ucubamba es del orden de 1.800 l/s.

El funcionamiento de la planta de Ucubamba es adecuado, sin embargo, su capacidad máxima para depurar las aguas negras, con las mejoras implementadas, finalizará en un par de años, lo cual unido a un elevado crecimiento de nuevas áreas residenciales y al desarrollo de nuevos sectores de carácter residencial aguas abajo del sistema de depuración actual, la necesidad de recuperar los ecosistemas de agua de las zonas afectadas y ampliar el área de servicio con el tratamiento de aguas residuales a nuevos sectores de la ciudad, han determinado la necesidad de construir a la brevedad posible un nuevo sistema de depuración aguas abajo del existente. Con esta previsión, ETAPA EP, ya en la segunda etapa de los planes maestros, adquirió, en el sector de Guangarcucho, los terrenos para la nueva planta de depuración.

### UBICACIÓN DE LA PTAR GUANGARCUCHO

Los terrenos previstos, por ETAPA EP, para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales Guangarcucho PTARG, pertenecen a la parroquia de Nulti, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

### CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO

En base a la Guía metodológica del Ministerio del Ambiente del año 2015, se ha definido un área de referencia de 330 ha, dentro de la cual se levantará la información de la línea base de los componentes Físicos, Biológicos y Sociales, en la misma que se gestionarán los impactos positivos y negativos ocasionados por el proyecto sobre los componentes socio ambientales, en la ilustración 2 se muestra la delimitación del área de influencia definida.

- **Componente Físico**

La zona de implantación del proyecto está en la parroquia Nulti sector de Guangarcucho, el sector es un área de expansión urbana que ya ha sido notablemente intervenida. El tipo de clima de la zona es el Ecuatorial Mesotérmico, en el año 2015 se registró una precipitación anual de 583,9 mm con temperatura promedio de 15,48 ºC, la velocidad de viento promedio fue de 0,8 m/s con una dirección sur este, información recopilada de la estación meteorológica de Ucubamba.

De los monitoreos de calidad de agua físico-químicos del río Cuenca indican que en dos de las estaciones tiene un índice de calidad buena y en la estación antes del puente Guangarcucho presenta un índice de calidad media, pudiendo atribuirse a que las

urbanizaciones asentadas a lo largo de su trayectoria descargan directa o indirectamente sus aguas residuales domésticas a este cuerpo receptor.

El área se encuentra dentro del tipo de suelo vertisol, donde los principales usos son pastizal cultivado, suelos degradados y cultivos de ciclo corto, información tomada del PDOT del cantón Cuenca, 2015, de los recorridos de campo se observó también algunos usos agropecuarios y de algunas industrias como son: El terminal de Productos Limpios, ADELCA, Central Hidroeléctrica el Descanso y una amplia línea de Moteles.

En cuanto a calidad de aire se considera una calidad de aire buena, por su ubicación alejada de la urbe de acuerdo a los monitoreos realizados por la EMOV en el año 2015, en cuanto al ruido en un punto cercano al área del proyecto en todos los horarios supera la norma vigente información tomada de los monitoreos realizados por la CGA y la Universidad del Azuay en el año 2015.

Del análisis del paisaje se observa que ha tenido una notable intervención, la vegetación nativa ha sido reemplazada casi en su totalidad identificándose una gran variedad de elementos construidos y suelos degradados. Únicamente existen arboles aislados por las vías.

- **Componente Biológico**

Durante la investigación del componente biológico se registró pocas especies de plantas, esto debido a que se trata de una zona forestada con especies nativas y con remociones de tierra antiguos para construcciones de vías en general. No se han registrado especies endémicas o amenazadas. En cuanto a mamíferos, la ausencia de especies de mastofauna en la zona podría deberse a importantes alteraciones de su hábitat como: presencia de zonas urbanas muy cercanas al sitio de estudio, presencia de personas y animales domésticos y ruido generado por vehículos que circulan por la zona. En cuanto a reptiles, su ausencia indica que la zona está contaminada, lógicamente por las condiciones de ser una zona ganadera y con agua contaminada, la zona no presenta las condiciones para que este tipo de organismos puedan vivir en el lugar.

En lo que respecta a peces, la especie registrada indica que el rio puede contener vida a pesar de su estado, y que si se regula mejor su calidad podría mejorar y ser una zona apta para la vida de varias especies de la ciudad.

Finalmente el agua del río Cuenca que el sitio de estudio presenta un estado ecológico malo, debido principalmente a descargas industriales clandestinas y residuales puntuales, actividades de lavado de ropa, comida y modificación en su hidromorfología.

- **Componente Social**

En lo que respecta al componente social según el censo poblacional realizado por el INEC en el año 2010, dentro del área de influencia del proyecto se han identificado 451 habitantes de los cuales el 52% son Hombres y el 48% mujeres, las principales actividades a las que se dedican son a la construcción, seguida por la industria manufacturera, la ganadería y agricultura y por el comercio.

El sector de ubicación de la PTAR de Guangarcucho, cuenta con servicio de agua potable desde la Planta de potabilización de Tixán. Se cuenta con una matriz principal de 110 mm de diámetro en PVC, junto a la vía Rápida Cuenca-Azogues-Biblián y que avance hacia el Sector de San Juan Pamba, además una matriz secundaria de 63 mm que ingresa hacia los predios de ETAPA. Finalmente es importante indicar que todos los sectores consolidados cuentan con servicio de agua potable y matrices públicas hasta sus viviendas.

Según datos del INEC el 78,4% de las viviendas tienen servicio Higiénico conectado a pozo séptico y el 15, 5% no tienen ningún servicio higiénico. El 95% de la Población cuenta con servicio de luz eléctrica. Un porcentaje alto (41%) de la población indican que queman la basura y el 51% señalan que la eliminan mediante el carro recolector.

**CAUDAL A SER TRATADO EN GUANGARCUCHO**

La nueva PTARG recibirá el exceso de caudal que no podrá ser procesado por la actual PTAR Ucubamba, los caudales de las zonas de Nulti y Challuabamba y de las descargas industriales aguas abajo de Ucubamba. Así, el caudal de diseño de la nueva planta de tratamiento Guangarcucho será de 1.200 l/s.

**TOPOGRAFÍA DEL SITIO PREVISTO PARA LA PTAR GUANGARCUCHO**

Se presenta la topografía del terreno dispuesto para las obras de la PTAR Guangarcucho, pudiendo observarse que es irregular, con una plataforma alta aproximadamente en la cota 2.351 msnm, una elevación y un talud intermedio, y finalmente una zona baja, en la margen derecha del río Cuenca que llega hasta el nivel cercano a 2.325 msnm.

El terreno, en el sistema WGS 84, se ubica entre las coordenadas norte: 9685600 y 9685300 y entre las coordenadas este: 734800 y 735100.

Se aprecia que para la instalación de las obras se formarán dos plataformas, en la plataforma alta, las obras se ubicarán entre los niveles 2.345 y 2.344 msnm, y en la plataforma baja entre los 2.332 y 2.330 msnm.

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO**

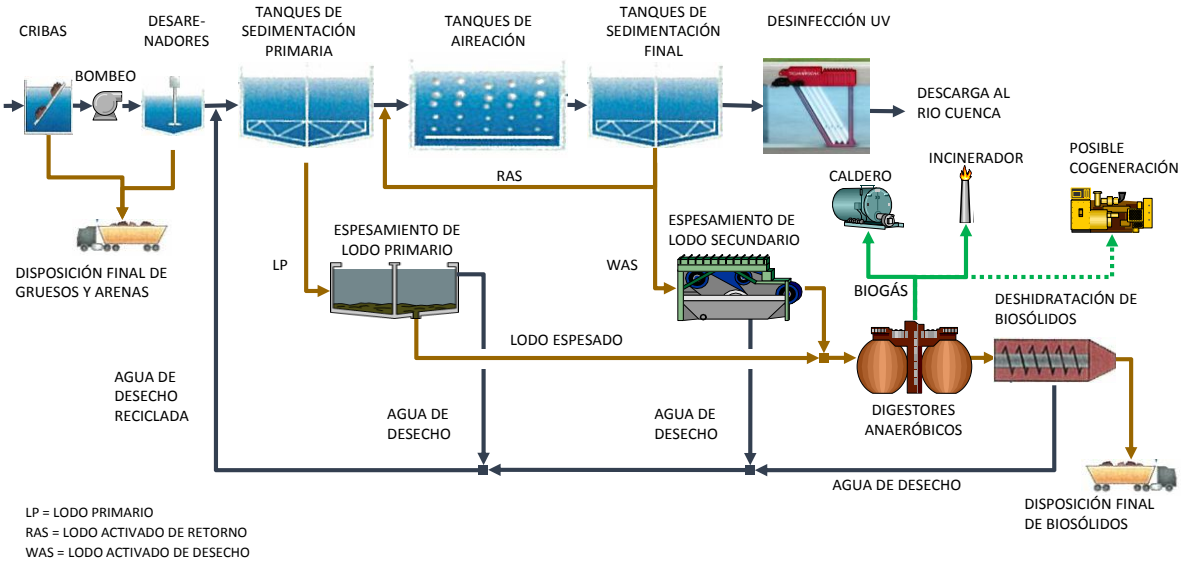
Para la PTAR Guangarcucho, se estudiaron tres alternativas tecnologías de tratamiento:

- Alternativa 1: Proceso Convencional de Lodos Activados.
- Alternativa 2: Lodos Activados de Aireación Prolongada.
- Alternativa 3: Filtros Percoladores.

Luego en base a un riguroso análisis realizado que consideró aspectos técnicos, eficiencias en los procesos, requerimiento de áreas, facilidades operativas, costos de inversión y de funcionamiento, además la recomendación del Consorcio GREELEY AND HANSEN-ACSAM, y que fuera aceptada por la Administración de ETAPA EP y Fiscalización, se seleccionó la que corresponde a la Alternativa 1, es decir un sistema de tratamiento mediante lodos activados con alimentación escalonada.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN SELECCIONADO: PROCESO CONVENCIONAL DE LODOS ACTIVADOS

Los lodos activados son un proceso de tratamiento secundario de crecimiento suspendido que utiliza microorganismos para la eliminación de sólidos orgánicos disueltos, así como sólidos sedimentables y no sedimentables en suspensión. El término lodos activados quiere decir que las partículas están llenas de bacterias, hongos y protozoos. Estos microorganismos y partículas se encuentran en forma natural en las aguas residuales crudas. Los microorganismos se cultivan en tanques de aireación, en los que se proporciona oxígeno a los microorganismos y estos obtienen nutrientes del agua residual. Esta alternativa considera un sistema convencional de lodos activados, cuyo esquema de los trenes de tratamiento de líquidos y sólidos, con tratamiento de lodos mediante digestión anaerobia se muestra a continuación.




## LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Para la línea de tratamiento del agua se tienen los siguientes componentes:

- Pretratamiento: El sistema de pretratamiento considerado, comprende la llegada del afluente a través del interceptor hacia una cámara de llegada, un pozo de gruesos, cribas de extracción de sólidos gruesos, una estación de bombeo, cribas finas y desarenadores.

El agua que llega desde el interceptor será conducida, mediante una tubería hasta la estructura de trampa de sólidos de gran tamaño, luego, el flujo será llevado hacia las cribas de extracción de sólidos gruesos y, enseguida a la estación de bombeo que impulsará el agua hasta las cribas finas, para a continuación pasar a los desarenadores.

- Tratamiento Primario: El efluente de las cribas y desarenadores entra a los sedimentadores primarios para la remoción de sólidos suspendidos del agua residual cruda,

materiales flotantes y remoción de una fracción de la carga orgánica antes del tratamiento secundario.

Se ha previsto la instalación de tres tanques de sedimentación primaria.

- Tratamiento Secundario: Conformado por tanques de aireación seguidos de sedimentadores secundarios con recirculación de lodos biológicos a los tanques de aireación.

Desde los sedimentadores primarios, por medio de tuberías, se transportará el agua hacia los tanques de aireación. El efluente de los tanques de aireación se dirigirá hasta los sedimentadores secundarios. Desde los sedimentadores secundarios, los lodos activados serán recirculados hacia los tanques de aireación.

Se ha considerado el diseño de cuatro tanques de aireación y cuatro sedimentadores secundarios.

- Desinfección: El sistema de desinfección que tendrá la planta corresponde a la desinfección ultravioleta (UV).

El efluente de la desinfección, por medio de tuberías será conducido hacia su descarga en el río Cuenca.

**LÍNEA DE TRATAMIENTO DE LODOS**

Para la línea de tratamiento de lodos se tienen los siguientes componentes:

- Espesamiento de lodos primarios:
- Espesamiento de lodos activos de desecho:
- Digestión Anaerobia:
- Deshidratación de biosólidos:
- Finalmente, los lodos deshidratados serán almacenados en silos, como paso previo a su transporte.

Además, como parte de los procesos de tratamiento de agua y lodos, se tendrá un sistema de control de olores que considera que las instalaciones para el tratamiento no deberán causar emisiones de olores ofensivos de forma persistente más allá de la propiedad de la planta.

**OTROS SISTEMAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

La planta de tratamiento Guangarcucho contará además con los sistemas internos de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial y obras complementarias como: cerramiento perimetral, iluminación de áreas internas y de áreas externas, vías internas, áreas verdes, parqueaderos.

Con respecto a los edificios, para el área de procesos se tendrá el edificio eléctrico, el edificio de sopladores, el edificio de control para digestores y el edificio de deshidratación. La construcción existente en el lugar se mantendrá y servirá para el área administrativa, además se contará con un edificio eléctrico, un auditorio, guardianías y bodega-almacén.

**PRINCIPALES ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES A LA CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA EN GUANGARCUCHO**

Las principales actividades previstas para la etapa constructiva de la Planta se indican a continuación:

i. Entrada y salida de vehículos y equipo de construcción
ii. Conformación de plataformas, labores de corte y relleno, desalojo de escombros
iii. Construcción de campamentos, dotación de agua potable y disposición de excretas
iv. Construcción de obras para evitar daños por crecida del río Cuenca
v. Transporte de materiales, suministros y herramientas
vi. Excavaciones para las obras civiles, desalojo de escombros y material sobrante
vii. Construcción de obras civiles, hidráulicas y de vialidad
viii. Transporte y bodegaje de equipos
ix. Instalación de equipos
x. Pruebas con los equipos y de arranque de la planta de tratamiento
xi. Actividades de vegetación y arborización
xii. Generación de residuos sólidos y aguas servidas.
xiii. Señalización integral de la planta de tratamiento

Las principales actividades estimadas para la etapa operativa se sintetizan a continuación:

i. Entrada y salida de vehículos para las labores administrativas y operativas
ii. Actividades operativas para el funcionamiento de la PTARG
iii. Control de procesos, control de la calidad del afluente y efluente
iv. Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e instalaciones
v. Generación de residuos sólidos y residuos especiales
vi. Generación y disposición final de lodos

**BENEFICIOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA PTARG**

La construcción y funcionamiento de la PTARG será un evento altamente benéfico para la ciudad y el cantón Cuenca por las siguientes razones:

i. Se depurarán las aguas servidas en un caudal estimado en 1.200 l/s, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies.

ii. Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de aguas servidas.

iii. Se generará mano de obra en las etapas constructiva y operativa. Se dinamizará la economía.

iv. La PTAR se constituirá en un referente nacional e internacional, para todos los GADs Municipales sobre lo que se debe hacer para la disposición final de aguas servidas.

**POTENCIALES IMPACTOS ESPERADOS EN LA ETAPA CONSTRUCTIVA Y OPERATIVA DE LA PLANTA EN GUANGARCUCHO**

Se han identificado impactos ambientales tanto para la etapa de construcción, operación y cierre de la PTARG.

En la etapa de construcción se identificaron un total de 24 impactos negativos de los cuales 12 son poco significativos y 12 son medianamente significativo. Entre los impactos más evidentes tenemos:

- Alteración de la calidad de aire por generación de material particulado principalmente por actividades de excavación, corte y preparación del terreno, y la generación de ruido por operación de maquinaria pesada y entrada y salida de vehículos.
- Potencial alternación de la calidad de agua por trabajos en la margen del río, vertimiento de aguas servidas generadas en el proceso constructivo, y por mala gestión de desechos sólidos.
- Molestias a la comunidad por inicio de obras de construcción civil y conflictos de tránsito por entrada y salida de vehículos.
- Accidentes para el personal de obra por aplicación de procesos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección inadecuados.
- Como impacto positivo esta la generación de empleo, la cual en la etapa de construcción contempla la contratación de alrededor de 100 personas entre técnicos y obreros.

En la etapa de operación se identificaron un total de 20 impactos negativos de los cuales 6 impactos son poco significativos y 14 impactos medianamente significativos, entre los más relevantes se tiene:

- Potencial generación de ruido y malos olores durante la operación del sistema de depuración. Se prevé la generación de gases como $CH_4$, $CO_2$, $H_2S$.
- Generación y disposición inadecuada de lodos y residuos sólidos.
- Accidentes de los trabajadores por falta de señalización y aplicación de procesos inseguros.
- Contaminación del agua por deficiencias en el proceso de depuración.
- Molestias a la comunidad por generación de olores.
- Como impacto positivo está la depuración de aguas servidas evitando la contaminación de los ríos de la ciudad, así como el mejoramiento de la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho.

Durante la fase de cierre y abandono los principales impactos identificados son la generación de escombros y desechos por el desmantelamiento de las instalaciones y la suspensión del servicio de tratamiento de aguas residuales.

**PRINCIPALES MEDIDAS AMBIENTALES PLANTEADAS PARA LA GESTIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS**

**1. Plan de prevención y mitigación de impactos:** Medidas y procedimientos técnicos, normativos, administrativos y operativos que tiendan a prevenir, evitar, reducir nuevos impactos negativos antes de que ocurran.

- **Control de Polvo.** Cubrir volquetas durante el trasporte y en el almacenamiento temporal de escombros y materiales pétreos, riego para evitar que el polvo se levante durante trabajos de excavación y cimentación.
- **Control ruido y emisión de gases**. Mantenimiento adecuado de equipos y maquinaria, uso de tecnologías modernas amigables con el ambiente.
- **Reforestación del área y Disminución del impacto visual.** Se establecerá una barrera viva alrededor del equipamiento.
- **Control de contaminación de fuentes hídricas:** Adecuada gestión de los efluentes generados durante la etapa de construcción y control operativo durante la operación.

**2. Plan de manejo de desechos.** Prevenir, tratar, reciclar/rehusar y disponer los diferentes desechos, de conformidad con las directrices establecidas en la Normativa Ambiental Vigente

- **Gestión adecuada de desechos**. Clasificación, almacenamiento y disposición final conforme a la legislación ambiental. Disposición adecuada de los lodos generados durante la operación.

**3. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental**

- Capacitar al personal: Gestión de desechos, seguridad laboral, manejo adecuado de equipos y maquinaria.

**4. Plan de relaciones comunitarias**

- Comunicar a los moradores del sector sobre el proyecto, brindar toda la información que lo requieran mediante talleres informativos, reuniones, publicaciones en la prensa, cuñas radiales, trípticos, afiches.

**5. Plan de contingencias:** Actuación ante emergencias.

- Vigilancia constante del proceso de depuración para evitar deficiencias del sistema.
- Protocolos de seguridad ante emergencias. Mantener al día planes de emergencias, realización de simulacros, sistemas contra incendios.

**6. Plan de seguridad y salud en el trabajo.**

- Adecuación del área de trabajo. Sanitarios, vestidores, comedores, servicios básicos.

- Señalización de la zona de implantación e instalaciones durante la fase de construcción y funcionamiento.
- Capacitación constante a todo el personal en temas de seguridad laboral.

**7. Plan de Rehabilitación de áreas afectadas**

- Reforestar y restaurar el área.
- Educación ambiental en el sector.

**8. Plan de monitoreo y seguimiento.**

- Seguimiento del Plan de manejo.
- Auditorías ambientales de cumplimiento.
- Monitoreo de calidad de agua, aire y ruido.

## FICHA TÉCNICA

| DATOS DEL PROYECTO | |
|---|---|
| **Nombre proyecto** | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GUANGARCUCHO |
| **Código del proyecto** | **MAE-RA-2016-278656** |
| **Proponente** | EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DE CUENCA |
| **Ente responsable** | COORDINACIÓN GENERAL ZONAL - ZONA 6 (AZUAY, CAÑAR, MORONA SANTIAGO) - DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AZUAY |

| UBICACIÓN GEOGRÁFICA | | |
|---|---|---|
| **Provincia** | **Cantón** | **Parroquia** |
| Azuay | Cuenca | Nulti |

| DIRECCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD |
|---|
| El proyecto se ubica en la parroquia rural Nulti, en el sector de Guangarcucho en la intersección entre la vía a Jadán y la Autopista Cuenca-Azogues |

| DETALLE DEL PROYECTO | |
|---|---|
| **Sector** | Saneamiento |
| **Superficie** | 12 ha de terreno y 7 ha de construcción |
| **Altitud** | 2342 msnm |

| ADJUNTAR PLANO DE IMPLEMENTACIÓN |
|---|
| FORMATO PDF |

| CONSULTOR CALIFICADO | |
|---|---|
| Consultor calificado | Ing. Gonzalo Clavijo Campos |

**EQUIPO CONSULTOR**

| NOMBRE | FORMACIÓN PROFESIONAL | COMPONENTE DE PARTICIPACIÓN | DESCRIPCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN |
|---|---|---|---|
| Ing. Msc. Gonzalo Clavijo Campos | Ing. Civil Máster en Ing. Ambiental | Consultor Principal | Consultor Principal |
| Biol. Saúl Duchitanga Vele | Biólogo | Componente biológico | Análisis del componente biológico de la línea base |
| Ing. Tatiana López Ortiz | Ing. Ambiental | Componente Físico, identificación de impactos y PMA | Identificación y valoración de impactos ambientales, Plan de manejo ambiental. |
| Soc. Juan Carlos Iñiguez Cárdenas | Sociólogo | Componente social | Análisis del componente social en la elaboración de la línea base socioambiental, identificación de actores sociales y socialización |

| Cláusula de responsabilidad * | |
|---|---|
| | Yo, Ing. IVÁN PALACIOS PALACIOS con cédula de identidad 0100055631. Declaro bajo juramento que los especialistas que constan en el equipo técnico de la consultora, son los que formaron parte de la estructuración del estudio en cada uno de sus componentes. En caso de falsedad o modificación a lo mencionado, asumimos solidariamente las responsabilidades y sanciones determinadas por la ley.* |

# 1. SIGLAS Y ABREVIATURAS

| SIGLAS Y ABREVIATURAS | | |
|---|---|---|
| Nro. | Sigla/Abreviatura | Nombre completo |
| 1 | AID | Área de Influencia Directa |
| 2 | AII | Área de Influencia Indirecta |
| 3 | BVP | Bosques y Vegetación Protectora |
| 4 | CI | Conservación Internacional |
| 5 | CITES | Convenio Internacional de Tráfico de Especies Silvestres |
| 6 | CGA | Comisión de Gestión Ambiental |
| 7 | DBO | Demanda Bioquímica de Oxigeno |
| 8 | EIA | Estudio de Impacto Ambiental |
| 9 | EMOV | Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte |
| 10 | EPP | Equipo de Protección personal |
| 11 | ETAPA EP | Empresa Pública Municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de Cuenca |
| 12 | GAD | Gobierno Autónomo Decentralizado |
| 13 | IERSE | Instituto de estudios de régimen seccional del Ecuador |
| 14 | INAMHI | Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología |
| 15 | INEC | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos |
| 16 | INEN | Instituto Ecuatoriano de Normalización |
| 17 | INPC | Instituto Nacional de Patrimonio Cultural |
| 18 | MAE | Ministerio del Ambiente |
| 19 | MAGAP | Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca |
| 20 | NCAA | Nivel de Calidad de Aire Ambiente |
| 21 | NO2 | Dióxido de nitrógeno |
| 22 | O3 | Ozono |
| 23 | OD | Oxígeno Disuelto |
| 24 | PEA | Población Económicamente Activa |
| 25 | PFE | Patrimonio forestal del Estado |
| 26 | PMA | Plan de Manejo Ambiental |
| 27 | PDOT | Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial |
| 28 | PTARG | Planta de tratamiento de aguas residuales Guangarcucho |
| 29 | PVC | Policloruro de Vinilo |
| 30 | SNAP | Sistema Nacional de Áreas Protegidas |
| 31 | SO2 | Dióxido de azufre |
| 32 | TDRs | Términos de referencia |
| 33 | TULSMA | Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente |
| 34 | USEPA | Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos |
| 35 | UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza |
| 36 | $CH_4$ | Metano |

| SIGLAS Y ABREVIATURAS | | |
|---|---|---|
| Nro. | Sigla/Abreviatura | Nombre completo |
| 37 | $S_2H$ | Sulfuro de hidrógeno |
| 38 | $DBO_5$ | Demanda Bioquímica de Oxígeno |
| 39 | SST | Sólidos Suspendidos Totales |
| 40 | RAS | Lodos de retorno |
| 41 | WAS | Lodos de desecho |

# 2. INTRODUCCIÓN

La planta de tratamiento de aguas residuales PTAR actualmente en operación, se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Cuenca, sector de Ucubamba, en el Km 8,5 de la autopista Cuenca – Azogues. Cuenta con una área de 45 Ha. La capacidad de la PTAR de Ucubamba es del orden de 1.800 l/seg, el caudal máximo horario de tratamiento en época de sequía es de 2.270 l/seg y el caudal máximo horario de tratamiento en época de lluvias es 2.500 l/seg.

El periodo de diseño de las lagunas finaliza en los próximos años, lo cual unido a un elevado crecimiento de nuevas áreas residenciales y al desarrollo de nuevos sectores de carácter residencial aguas abajo del sistema de depuración actual, determina la necesidad de construir a un corto plazo un nuevo sistema de depuración aguas servidas debajo de la existente. ETAPA con el fin de cumplir lo previsto ya en la segunda etapa de los planes maestros adquirió en el sector de Guangarcucho los terrenos necesarios para la nueva planta de depuración, además contrato al Consorcio GREELEY AND HANSEN-ACSAM CONSULTORES para el desarrollo de los diseños y estudios concernientes a este nuevo proyecto, siendo esta una obra de vital importancia para la ciudadanía así como también para el cuidado del medio ambiente, específicamente de las fuentes hídricas del cantón.

Ante lo mencionado como parte de los estudios se pretende llevar a cabo la Regulación Ambiental para la Construcción, Operación – Mantenimiento y cierre - abandono de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Guangarcucho ante la Autoridad Competente (Ministerio del Ambiente MAE), basado en el Acuerdo Ministerial No. 061: REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, Registro Oficial, Lunes 4 de Mayo de 2015, con la finalidad de contribuir al cuidado del ambiente y mejorar el diálogo y armonía entre el desarrollo del proyecto y la población aledaña.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) contiene un análisis de las fases de construcción, funcionamiento y abandono dentro del área de influencia del proyecto. Además el EIA incluye el Plan de Manejo Ambiental (PMA) que ayudará a mitigar los impactos negativos ocasionados en cada fase del proyecto. Este Plan estará estructurado con medidas de prevención, mitigación, control y/o compensación a realizarse bajo un cronograma establecido.

Particularmente, el Estudio de Impacto Ambiental, se realizó sobre la base de la obtención de parámetros ambientales que resultaron del análisis de información primaria y secundaria, realizando una evaluación en el sitio de la implantación del proyecto y actividades relacionadas con el área de influencia. Para el efecto, un grupo técnico de la consultora laboró in situ, a fin de obtener la información básica de las condiciones ambientales de la zona geográfica que contempla el Estudio de Impacto Ambiental. Se realizó el levantamiento de la línea base ambiental, con la finalidad de plasmar el diagnóstico de la situación actual de la zona de influencia, se identificó, evaluó y valoró los impactos ambientales generados por efecto de la construcción, funcionamiento y abandono del proyecto, se formuló un Plan de Manejo Ambiental orientado a la prevención, mitigación y control de los impactos ambientales negativos y a la Potenciación de los impactos positivos.

# 3. ALCANCE

El alcance para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales Guangarcucho, se centrará en cubrir todas las fases del ciclo de vida del proyecto (Construcción, Operación – Mantenimiento y Cierre - Abandono).

# 4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## 4.1 OBJETIVO GENERAL

- Dar cumplimiento a lo establecido en la Normativa Ambiental aplicable. Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental enmarcado en la Legislación ambiental vigente y demás leyes aplicables al Estudio de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales en Guangarcucho ubicada en el cantón Cuenca.

## 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del presente estudio son:

- ✓ Aplicar metodologías establecidas por el MAE para determinar las condiciones Socio-Ambientales actuales del lugar donde se desarrolla el proyecto.
- ✓ Desarrollar el diagnóstico ambiental del área de estudio del proyecto.
- ✓ Realizar la caracterización del Componente Biótico del Área de Influencia.
- ✓ Identificar los posibles impactos socio - ambientales que podrían producirse por la construcción, operación y cierre del proyecto sobre los componentes del ambiente.
- ✓ Determinar las áreas de influencia directa e indirecta, así, como las áreas sensibles que pudieren ser afectadas por los posibles impactos ambientales ocasionados por el funcionamiento del proyecto.
- ✓ Realizar el análisis de alternativas de nuevas infraestructuras a ser implantadas.
- ✓ Identificar los riesgos tanto del ambiente al proyecto como del proyecto al ambiente (endógeno y exógeno).
- ✓ Formular un Plan de Manejo Ambiental para el proyecto, con el objeto de evitar, minimizar o compensar los posibles impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto.

# 5. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL APLICABLE AL PROYECTO

En el sistema legislativo ecuatoriano, se puede encontrar un importante número de disposiciones contenidas en la propia Constitución Política de la República del Ecuador, Instrumento Internacionales suscritos por nuestro País, Leyes Orgánicas, Leyes Ordinarias,

Reglamentos, Decretos, Acuerdos, Ordenanzas y otros comprendidos de normas de gestión ambiental.

Este capítulo tiene como objetivo principal el conocimiento y la aplicación de las disposiciones ajustables al área ambiental, con relación a la teoría jurídica conocida como Pirámide Kelseniana, que establecer con claridad la supremacía de unas disposiciones sobre otras, cuyo orden se sintetizan a continuación.

## 5.1 NORMATIVA APLICABLE

- ✓ Constitución de la república del Ecuador publicada en el registro oficial (R.O.) N° 499 el 20 de octubre de 2008.
- ✓ Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático
- ✓ Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático
- ✓ Convenio UNESCO sobre Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad
- ✓ Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización
- ✓ Código orgánico integral penal (COIP)
- ✓ Código del trabajo
- ✓ Ley de Gestión Ambiental
- ✓ Ley orgánica de Recursos Hídricos, uso y aprovechamiento del agua
- ✓ Ley de prevención y control de la contaminación ambiental
- ✓ Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre
- ✓ Ley de aguas
- ✓ Ley que protege la biodiversidad en el Ecuador
- ✓ Reglamento general de la ley de Patrimonio Cultural
- ✓ Reglamento de aplicación de los mecanismos de participación social establecidas en la ley de gestión ambiental (D. E. No. 1040)
- ✓ Instructivo al reglamento de aplicación de los mecanismos de participación social establecidos en la ley de gestión ambiental
- ✓ Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

- ✓ Reglamento para el manejo de los desechos sólidos

- ✓ Acuerdo ministerial No. 061, reforma del libro VI del TULSMA
- ✓ Acuerdo ministerial No. 097-A del ministerio del ambiente (julio 2015).

- ✓ Acuerdo ministerial No. 066 del ministerio del ambiente (2013). Instructivo al reglamento de aplicación de los mecanismos de participación social establecidos en la ley de gestión ambiental (D. E. 1040)

- ✓ Acuerdo ministerial No. 142 del ministerio del ambiente (2012). Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales

- ✓ Acuerdo ministerial No. 161 del ministerio del ambiente (2011). Listado de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilizan en el Ecuador. Libro VI, anexo 7

- ✓ Norma técnica ecuatoriana (NTE) INEN 439:84 colores, señales y símbolos de seguridad.

- ✓ Norma técnica ecuatoriana NTE INEN ISO 3864-1 símbolos gráficos.

## 5.2 MARCO INSTITUCIONAL

Las instituciones que están relacionadas con el proyecto son las siguientes:

- ✓ El Ministerio del Ambiente MAE Autoridad Ambiental Nacional en Ecuador, que ejerce el rol de rector de la gestión ambiental, que permita garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

- ✓ Empresa Pública Municipal de telecomunicaciones, agua PDOTable, alcantarillado y saneamiento de Cuenca ETAPA EP, la misma que será la encargada directa de la correcta y adecuada ejecución del Plan de Manejo Ambiental; esto es la aplicación de todas las medidas. Por lo tanto, el gerente o represente legal, tendrá responsabilidad ante las autoridades locales, en el caso de incumplimiento de las medidas propuestas en este plan.

- ✓ Gobierno Autónomo Desentralizado Municipal del cantón Cuenca, encargado de la planificación y control municipal.

- ✓ Secretaría del Agua SENAGUA, entidad cuya misión es dirigir la gestión integral e integrada de los recursos hídricos en todo el territorio nacional a través de políticas, normas, control y gestión desconcentrada para generar una eficiente administración del uso y aprovechamiento del agua.

- ✓ El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), encargado de investigar, conservar, preservar, restaurar, exhibir y promocionar el Patrimonio Cultural en el Ecuador.

- ✓ Instituto ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), entidad autónoma que forma parte del sistema de seguridad social del Ecuador y es responsable del control de seguridad laboral de los trabajadores.

- ✓ GAD de Nulti por cuanto los predios en los cuales se localizará la PTARG se encuentra en esta jurisdicción.

- ✓ GAD de LLacao en consideración a que la Area de Influencia Directa del Proyecto abarca territorio de la Parroquia de Llacao.

- ✓ Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca EMAC EP entidad encargada de la gestión de los residuos sólidos, escombros y áreas verdes.

# 6. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto de la Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se localiza en la Provincia del Azuay, cantón Cuenca en la parroquia de Nulti (Ilustración 6.1). El área a intervenir es alrededor de 12 ha. Pero el estudio se ampliará fuera del perímetro a todo el área de influencia

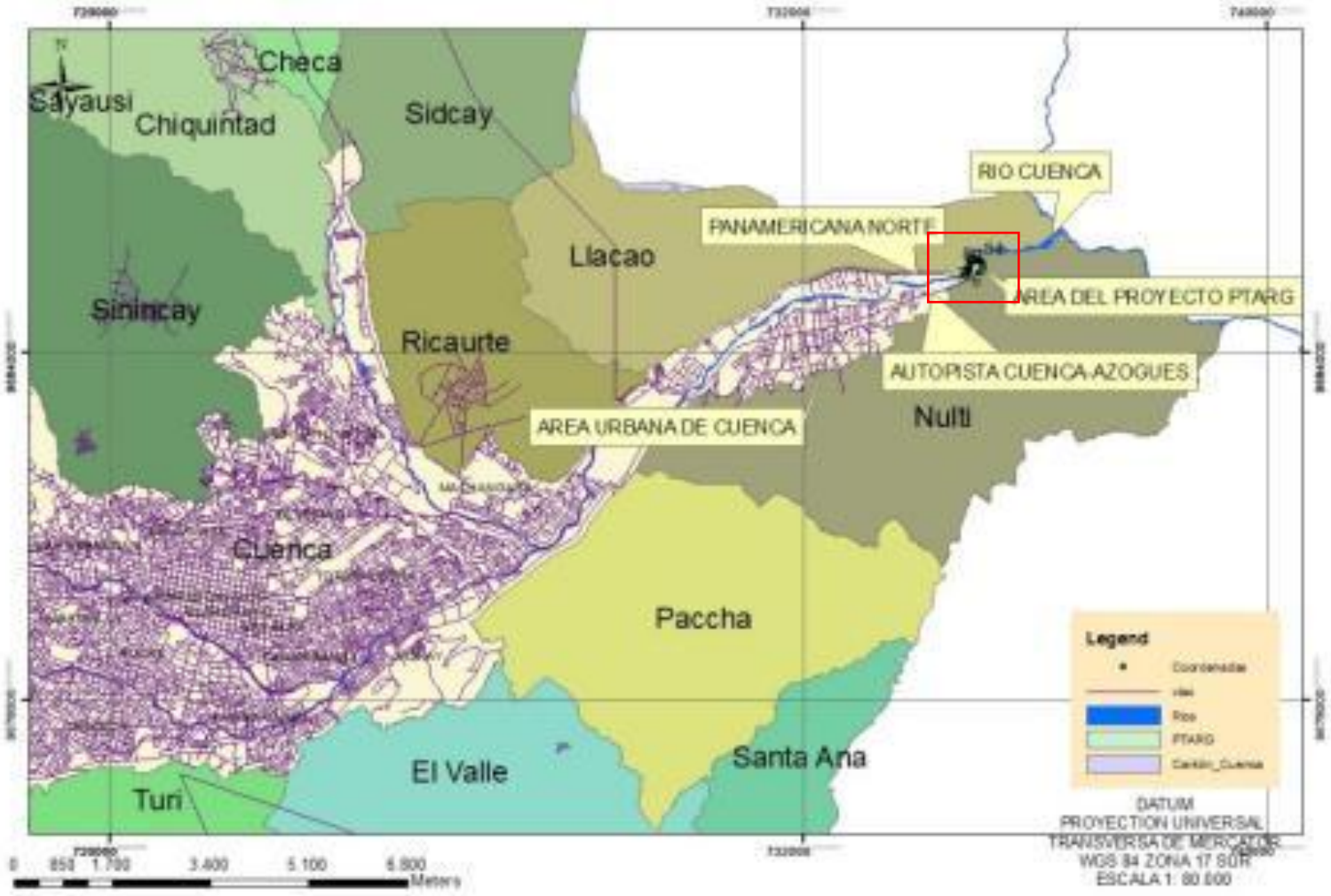



**ILUSTRACIÓN 6.1 ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTÓN CUENCA, 2015*

El proyecto no intersecta con el sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), Patrimonio forestal del Estado (PFE) bosques y vegetación protectora (BVP) como se muestra en la ilustración 6.2, se encuentra en una zona de expansión urbana, en los límites con la provincia del Cañar, como comunidades cercanas al proyecto tenemos a San Juan Pamba, Cruz Loma, Chocarsi, Molle, Llactón, Challuabamba, entre otros. El área de implantación se encuentra en la margen derecho del Río Cuenca.

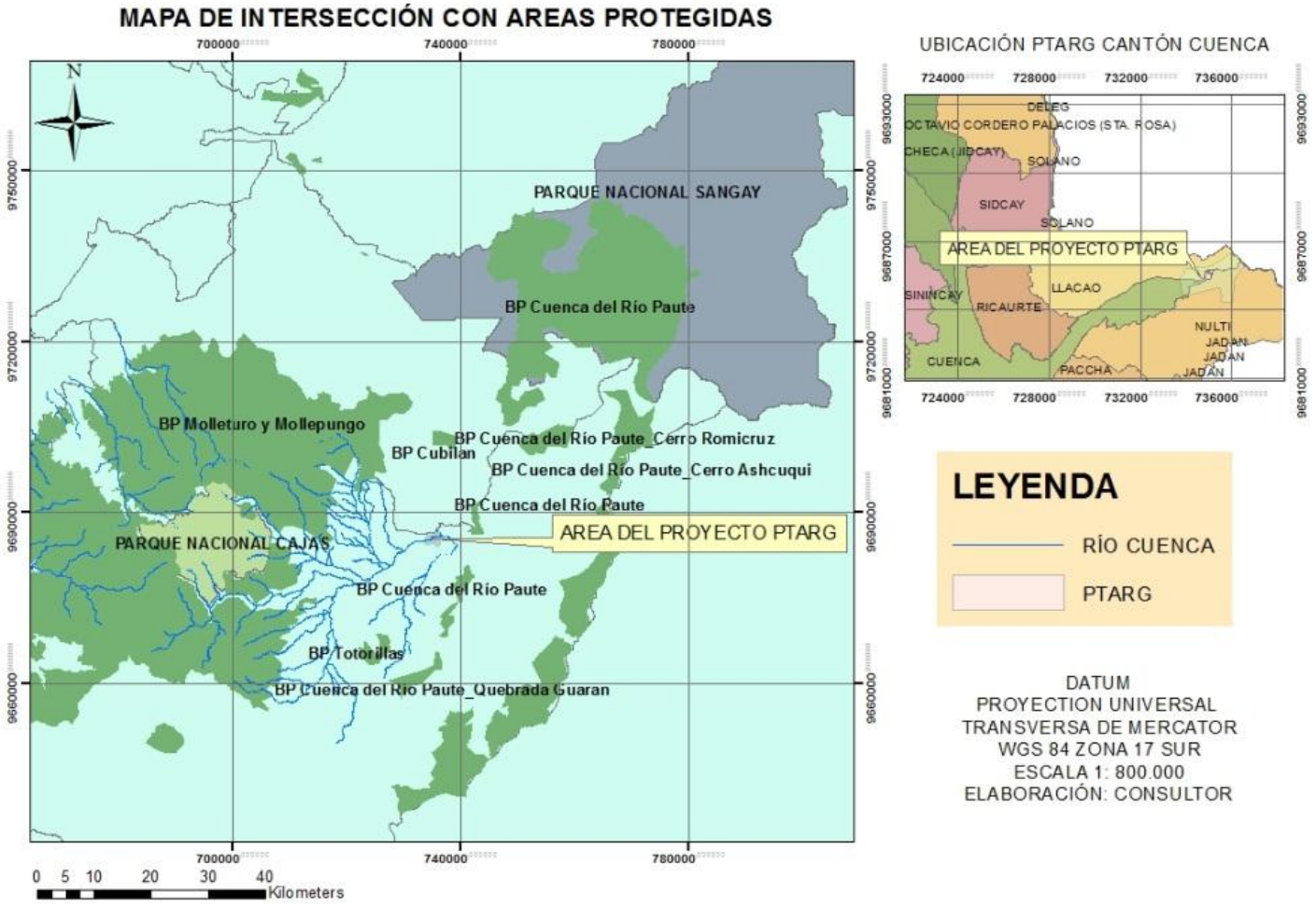



**ILUSTRACIÓN 6.2 MAPA DE INTERSECCIÓN CON AREAS PROTEGIDAS**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: MAE, 2015*

# 7. LÍNEA BASE

## 7.1 METODOLOGÍA

La definición y caracterización de la línea base ambiental es posible mediante la descripción de los aspectos medioambientales del área de influencia referencial del proyecto, que para su mejor análisis se encuentra subdivididas en tres subgrupos: medio físico, medio biótico, y social. La caracterización de los factores ambientales consideró el levantamiento de información primero de tipo bibliográfica y segundo se constató mediante visitas al sitio donde se desarrolla el proyecto.

Para la descripción del Área referencial se utilizó información secundaria como: el PDOT del cantón Cuenca año 2015, datos meteorológicos y monitoreos de calidad de aguas realizado por ETAPA EP, monitoreos de la calidad de aire disponibles en la EMOV EP y monitoreos de ruido a cargo de la Comisión de Gestión Ambiental y de la Universidad del Azuay, bibliografía especializada y cartografía actualizada entregada pos la Municipalidad de Cuenca, además se partió de información primaria en base a: Evaluaciones Ecológicas rápidas, recorridos de campo, y entrevistas con los pobladores y especialistas.

A continuación se describe la metodología aplicada para la estructuración de la información correspondiente a los diferentes factores ambientales: físicos, bióticos y socio – económicos, inmersos en el Proyecto. Dentro de cada uno de ellos se analizó los principales componentes ambientales cuya calidad será el indicador de importancia en los impactos generados y el objetivo de las medidas a implementar.

La metodología de caracterización del componente físico comprende una recopilación y análisis de la información secundaria específica existente del área y de información primaria generada por la consultora para el diseño de la planta, comprende los siguientes temas:

- Recurso agua.- Para la descripción de este componente se recurrirá a información cartográfica proporcionada por la I. Municipalidad de Cuenca, para el análisis de hidrografía general, en cuanto a la hidrología superficial se identificará los cuerpos de agua mediante recorridos de campo por el área referencial; en el análisis de la calidad de agua se recurrirá a los monitoreos realizados por ETAPA en tres estaciones a lo largo del río Cuenca tanto en el año 2015 como en el 2016.

- Clima.- Se analizará la información estadística de fuentes cercanas respecto a parámetros que incidirían directa e indirectamente en procesos de modificación de las características ambientales dentro del área referencial de la actividad. Además se describirán las características climáticas del área. Las principales fuentes de información serán las tomadas de la estación meteorológica de Ucubamba manejada por ETAPA y del anuario meteorológico del INAMHI.

- Recurso Suelo: El equipo consultor caracterizará el área referencial de la actividad realizando una descripción general en base a la información secundaria tomada del PDOT del cantón Cuenca, así como de la información específica generada por la

consultora para el desarrollo del proyecto como son los estudios geológicos. El uso actual del suelo se describirá en base a información proporcionada por la Municipalidad de Cuenca, así como también se realizarán recorridos de campo para verificar el uso actual que se está dando al área.

- Calidad del aire.- Se realizará una descripción general de la calidad del aire dentro del área tomando datos de la estación más cercana que es la de Machángara de la red de monitoreo que maneja la EMOV EP. En cuanto al ruido se tomará la información de los muestreos realizados por la Universidad del Azuay y por de la Comisión de Gestión ambiental CGA de la I. Municipalidad de Cuenca.

Para la caracterización del medio biótico se efectuaron muestreos y trabajos de campo, el muestreo se realizó a partir del 13 de julio hasta el 17 de julio del año 2016. Para la fase de campo se utilizó el método de Evaluación Ecológica Rápida (Sobrevila y Bath, 1992), el mismo que se basa en información directa levantada en campo mediante transectos o puntos de observación, y utilización de bibliografía especializada como: Avifauna de Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca de Astudillo Webster P. (2013); Fieldbook of the Birds of Ecuador (2013); Hummingbirds of Ecuador de Robert S. y Ridgely (2011); Mamíferos del Ecuador de Tirira D. (2007); Guía de Anfibios y Lagartijas de Cuenca y el Cajas de Toral E. (2010); Flores Silvestres del Ecuador de Anhalzer y Lozano (2006); Guía Ilustrada de Especies Agrodiversas en el Ecuador de Rivas K. (2012) y Árboles y Arbustos de Mazán Tomo I y II de Serrano P. y Minga D. (1996 y 2000).

También se realizaron entrevistas informales a personas que habitan en el sector, sobre todo para conocer nombres comunes de algunas plantas, y avistamientos de fauna por el sector, el muestreo para los diferentes grupos bióticos se distribuyó en el área de influencia directa del proyecto. En campo se levantó información de mastofauna, Ornitofauna, herpetofauna, ictiología y flora, en cuanto a entomofauna no se pudo realizar ya que se estaban realizando trabajos preliminares en el sitio de implantación de la planta. La metodología para cada componente biológico se detalla posteriormente en cada uno de los componentes.

Para ejecutar la línea base socioeconómico y cultural del presente estudio, se desarrolló un proceso metodológico que comprende en primer lugar la búsqueda de toda la información que se establece de los términos de referencia, reconocimiento del área referencial del estudio, así como actividades de trabajo de campo para obtener información de fuentes primarias, con esta información se realiza el procesamiento de los datos obtenidos y la redacción del informe. En estos recorridos de campo, se identificó a los actores sociales y se socializó el estudio que se encuentra desarrollándose. Toda la información estadística fue proporcionada por el INEC del censo realizado en el 2010, como es población, actividades económicas, nivel de instrucción, dotación de servicios básicos, actividad productiva, ocupación. Además se realizó un taller de socialización con los pobladores de la parroquia Nulti, el evento tuvo lugar en la casa comunal de San Juan Pamba, se convocó mediante invitaciones personales a los dirigentes de cada comunidad que conforman la parroquia, el taller contó con la presencia de autoridades de ETAPA EP, Fiscalización, equipo consultor del componente socio-ambiental y técnicos de la asociación Greeley and Hansen-ACSAM.

El objetivo principal de la reunión fue dar a conocer las bondades técnicas del proyecto y los posibles impactos que pudieran suscitarse por el desarrollo de la actividad, así como las medidas ambientales que se llevarán a cabo para prevenir, mitigar y controlar dichos impactos, con la finalidad de conocer la opinión que tienen los moradores del sector acerca del proyecto.

En lo que se refiere a información secundaria para esta investigación se utilizó la información del PDOT del Cantón Cuenca, PDOT de la parroquia Nulti y PDOT parroquia Llacao, actualizados del año 2015, siendo la información más ajustada y existente en su nivel más cercano al área de influencia directa y referencial del estudio. También se recurrió a información del INEC del último Censo de Población y Vivienda del año 2010. Para obtener la información primaria se utilizó entrevistas semiestructuradas que fueron aplicadas a informantes claves que conocen determinada información. En el análisis social se consideró como área de influencia social las parroquias Nulti donde está ubicado el proyecto, la parroquia Llacao aledaña al sitio de implantación del proyecto y una pequeña parte de la zona urbana de Cuenca.

## 7.2 MEDIO FÍSICO

### 7.2.1 RECURSO AGUA

#### 7.2.1.1 Hidrografía general

Para el estudio hidrológico del lugar de implantación de la planta se tomó información del PDOT del cantón Cuenca. El sitio de estudio se encuentra localizado en la cuenca hidrográfica del Río Santiago como se muestra en la siguiente ilustración.

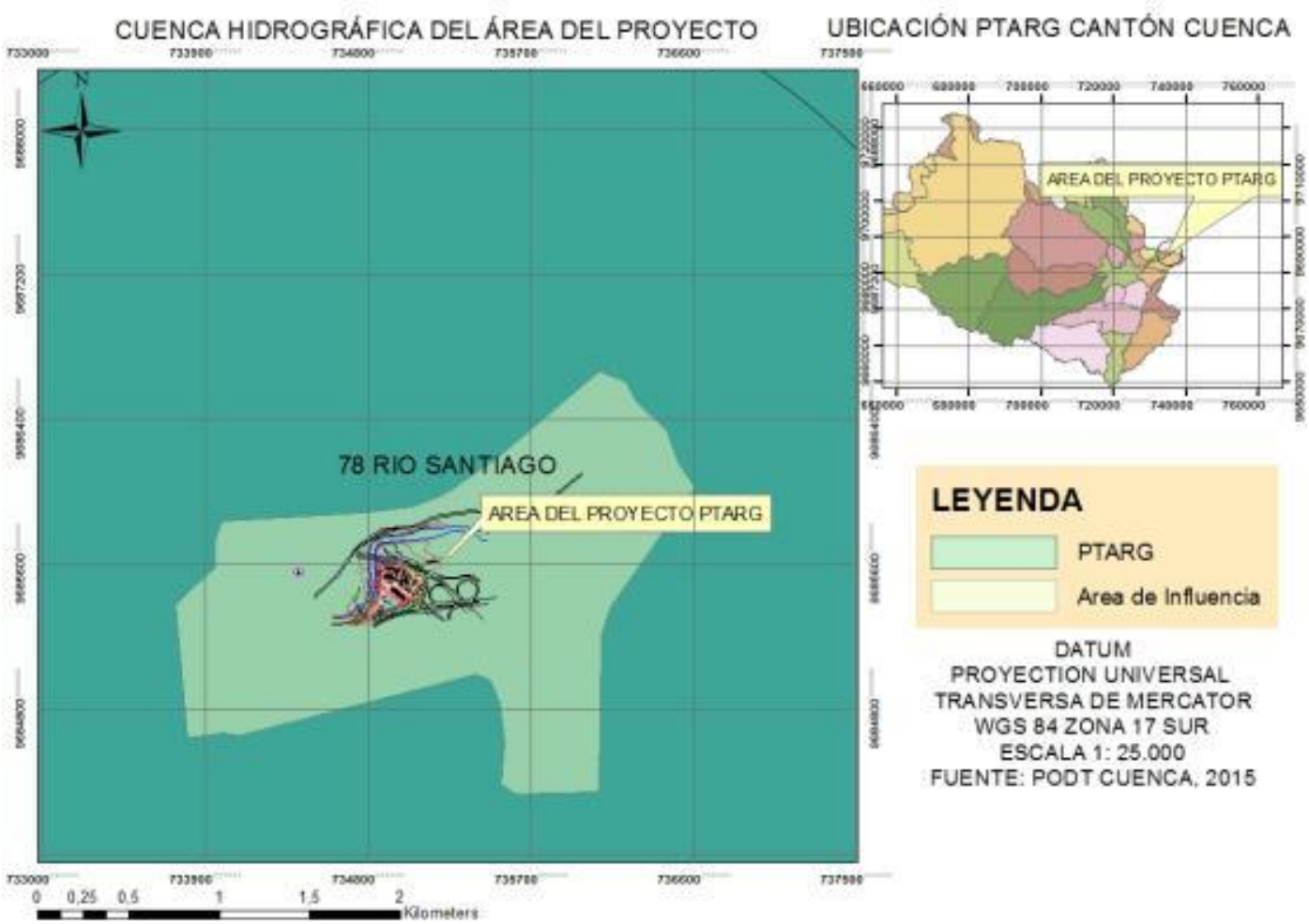



**ILUSTRACIÓN 7.1 CUENCA HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CUENCA, 2015*

El área de estudio se encuentra en la subcuenca del río Upano y microcuenca del río Cuenca. Como se observa en la Ilustración 7.2 y 7.3

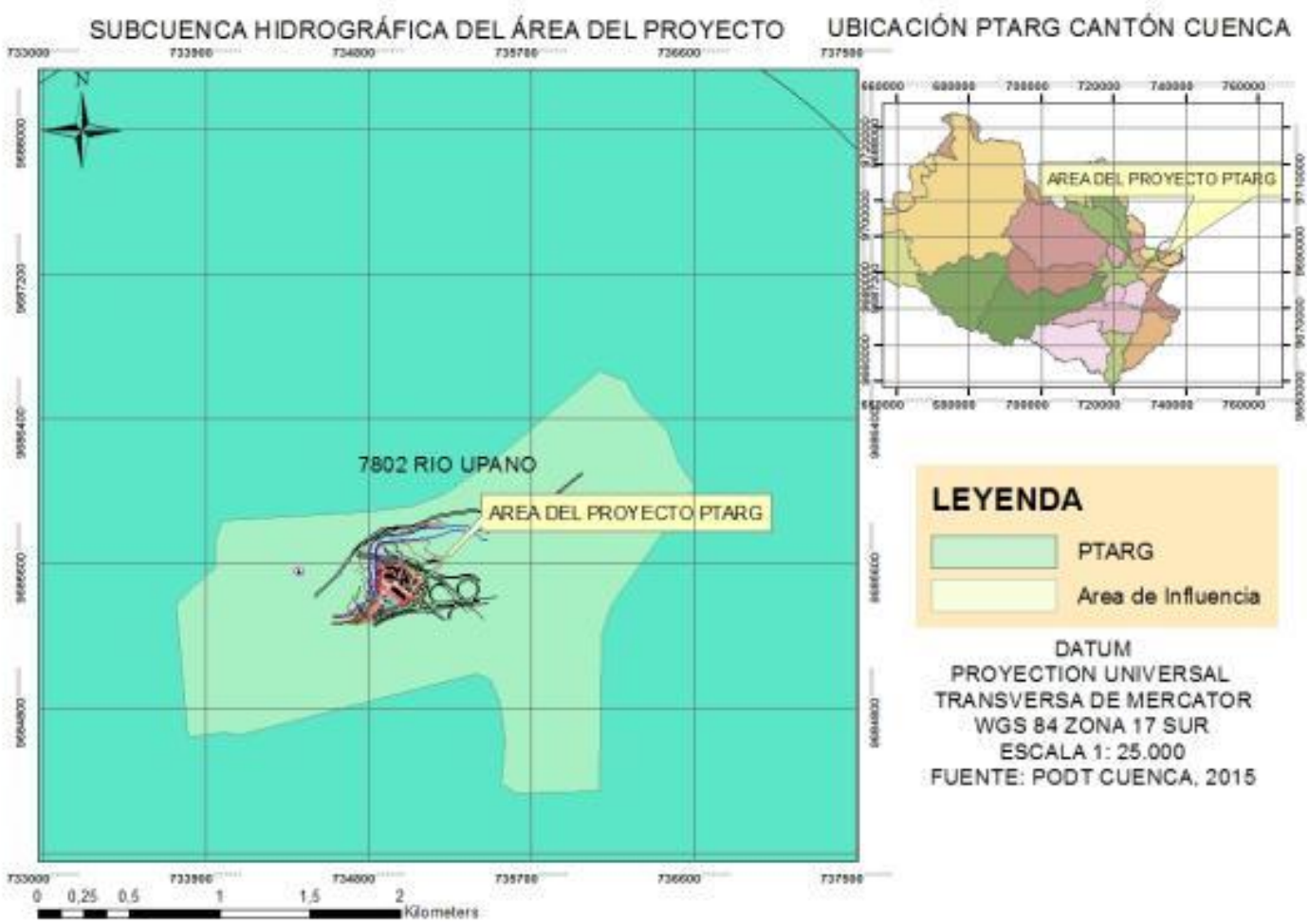



**ILUSTRACIÓN 7.2 SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CUENCA, 2015*

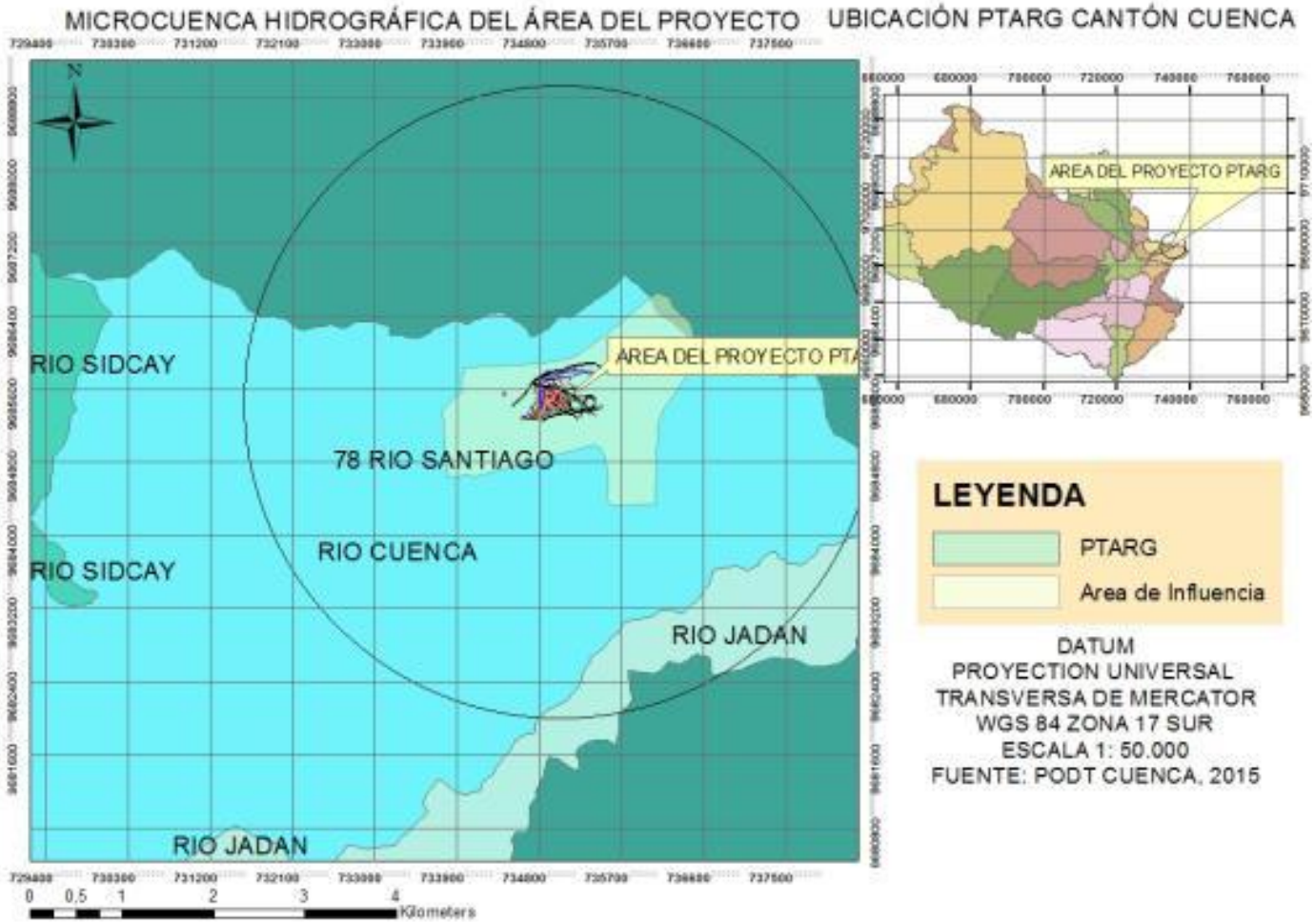



**ILUSTRACIÓN 7.3 MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CUENCA, 2015*

La microcuenca hidrográfica del río Cuenca llega hasta una sección ubicada a la altura de la central termoeléctrica El Descanso, cubriendo un área total de drenaje de 1.392,9 $Km^2$.

#### 7.2.1.1 Hidrología

El río principal aledaño al proyecto es el Río Cuenca siendo el resultado de la confluencia del río Machángara y Tomebamba, el cual está ubicado en el margen izquierdo de la planta, en este cuerpo hídrico se descargará las aguas residuales tratadas, otras fuentes hídricas que se encuentran dentro de la zona de estudio es la quebrada Minas y la quebrada Guangarcucho las mismas que desembocan en el río Cuenca aguas abajo de la ubicación de la PTAR.

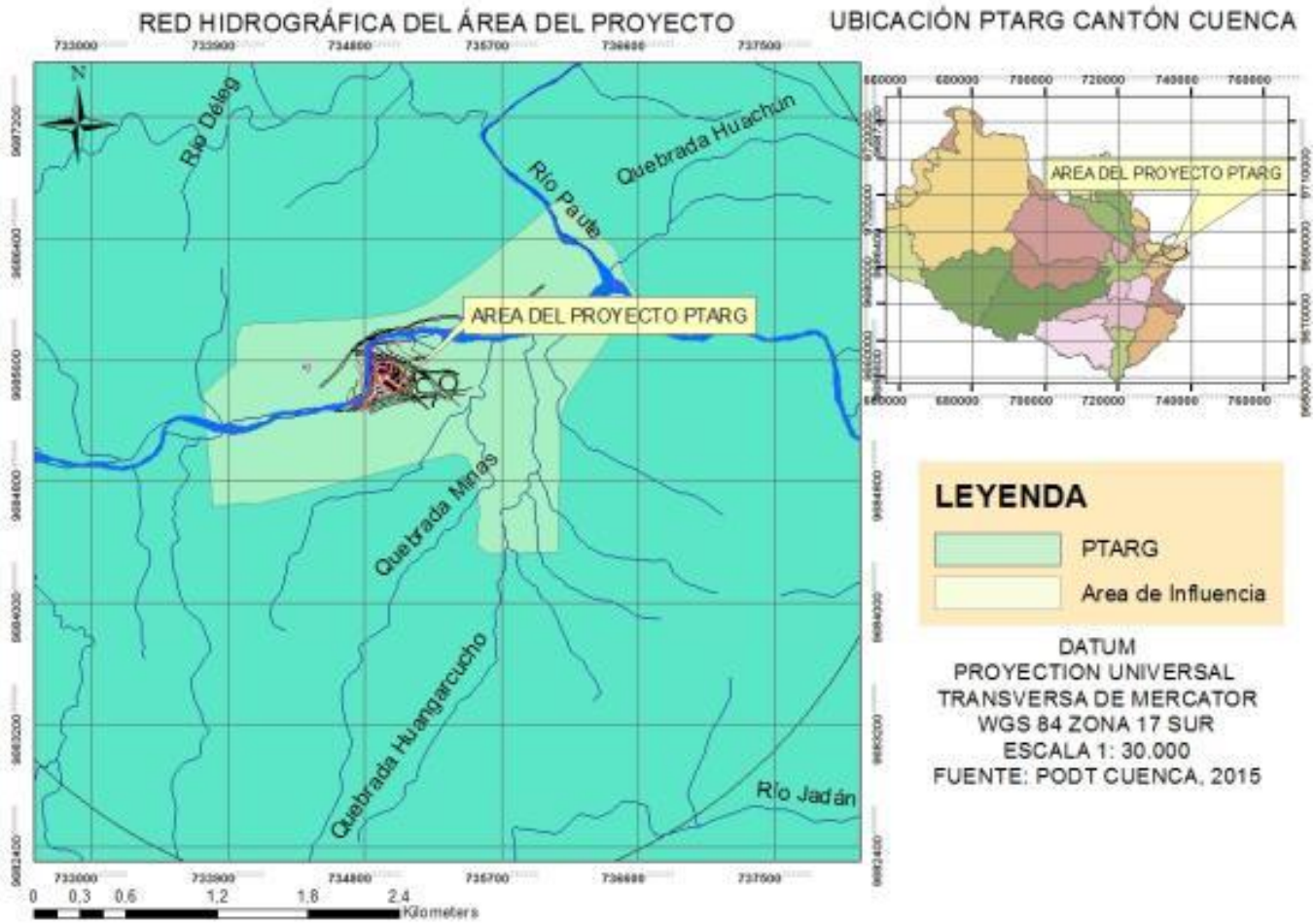



**ILUSTRACIÓN 7.4 HIDROGRÁFIA DEL ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CUENCA, 2015*

### 7.2.1.2 Cuerpos hídricos

Como se mencionó anteriormente el principal cuerpo hídrico identificado dentro del área referencial del proyecto es el río Cuenca, en la siguiente tabla se muestran algunas características divididas en tramos, información que fue generada por la consultora para el desarrollo de los estudios hidrográficos y modelación de la cuenca, como se puede observar el ancho del cauce va de los 15 m hasta los 30 m en los diferentes tramos.

**TABLA 7.1PARÁMETROS MORFO MÉTRICOS DEL RÍO CUENCA**

| Tramo | Rugosidad n | Longitud (m) | Ancho cauce (m) |
|---|---|---|---|
| Yanuncay-Tomebamba | 0.04 | 2300 | 15 |
| Tomebamba- Milchichig | 0.04 | 3100 | 20 |
| Milchichig-Machángara | 0.04 | 1200 | 25 |
| Machángara-Sidcay | 0.04 | 4350 | 25 |
| Sidcay-Burgay | 0.04 | 4000 | 30 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

Para la selección del caudal base (Q inicial) se realizaron verificaciones de los eventos de crecida máximos anuales en el río Cuenca sector de Ucubamba en el sitio de la estación, utilizando datos reales para la estimación de este parámetro. El periodo de verificación del caudal base corresponde al año 2014 donde se presentaron varios eventos puntuales previos al evento máximo del año y en donde se estable un caudal base aproximado entre 65 y 70m³/s.

### 7.2.1.3 CALIDAD DEL AGUA

Para la descripción de este apartado se tomó datos del “Informe de calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de los tramos urbanos de los ríos de la ciudad de Cuenca, 2015” realizado por la Subgerencia de Gestión Ambiental de ETAPA EP, dentro del Programa de Monitoreo y Vigilancia de Recurso Hídricos.

El río Cuenca se forma luego de la confluencia de los ríos Tomebamba y Machángara, con una longitud de 12 kilómetros y una pendiente del 0,97%. A pesar de la disminución de la pendiente frente a sus ríos confluentes, posee aun características de un río de montaña con una gran capacidad de oxigenación y un lecho compuesto de bloques, piedras, cantos y zonas de meandros con grava y arena.

Al inicio del río Cuenca, en la margen izquierda, convergen las aguas residuales de todos los interceptores y empieza el emisario final que trabaja a presión hasta llegar a la PTAR de Ucubamba. El río Cuenca no tiene interceptores marginales en sus orillas, las urbanizaciones asentadas a lo largo de su trayectoria descargan directa o indirectamente sus aguas residuales domésticas a este cuerpo receptor.

El efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba descarga las aguas tratadas en el río Cuenca a 3,5 Km de distancia. La PTAR consiste en dos módulos

independientes compuestos por lagunas de estabilización (aireadas, facultativas y maduración), que están en funcionamiento desde el año 1999.

### a) Ubicación e identificación de las estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo se ubicaron en base a diferentes criterios como la representatividad de las muestras a ser tomadas; la ubicación de estructuras tales como captaciones, diques, descargas de alcantarillado, localización de interceptores, localización de fuentes no puntuales de contaminación, localización de cuerpos tributarios y necesidad de información para otros proyectos.

El río Cuenca atraviesa el área en donde se implantará la PTAR Guangarcucho. Dentro de la red de monitoreo existen tres estaciones:

**TABLA 7.2 UBICACIÓN Y CÓDIGOS DE LAS ESTACIONES EN LOS TRAMOS BAJOS DE LOS RÍOS DE CUENCA**

| Río | Estación | Código | Latitud | Longitud | Altitud |
|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca | En puente Ucubamba | CUE-CUE-020 | 9681817 | 728203 | 2409 |
| | Sidcay | CUE-CUE-030 | 9683311 | 729942 | 2384 |
| | Antes del Puente Guangarcucho | CUE-CUE-050 | 9685706 | 734864 | 2340 |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORME DE CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS TRAMOS URBANOS DE LOS RÍOS DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

En la siguiente ilustración se indica la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de agua en relación a la ubicación del proyecto.

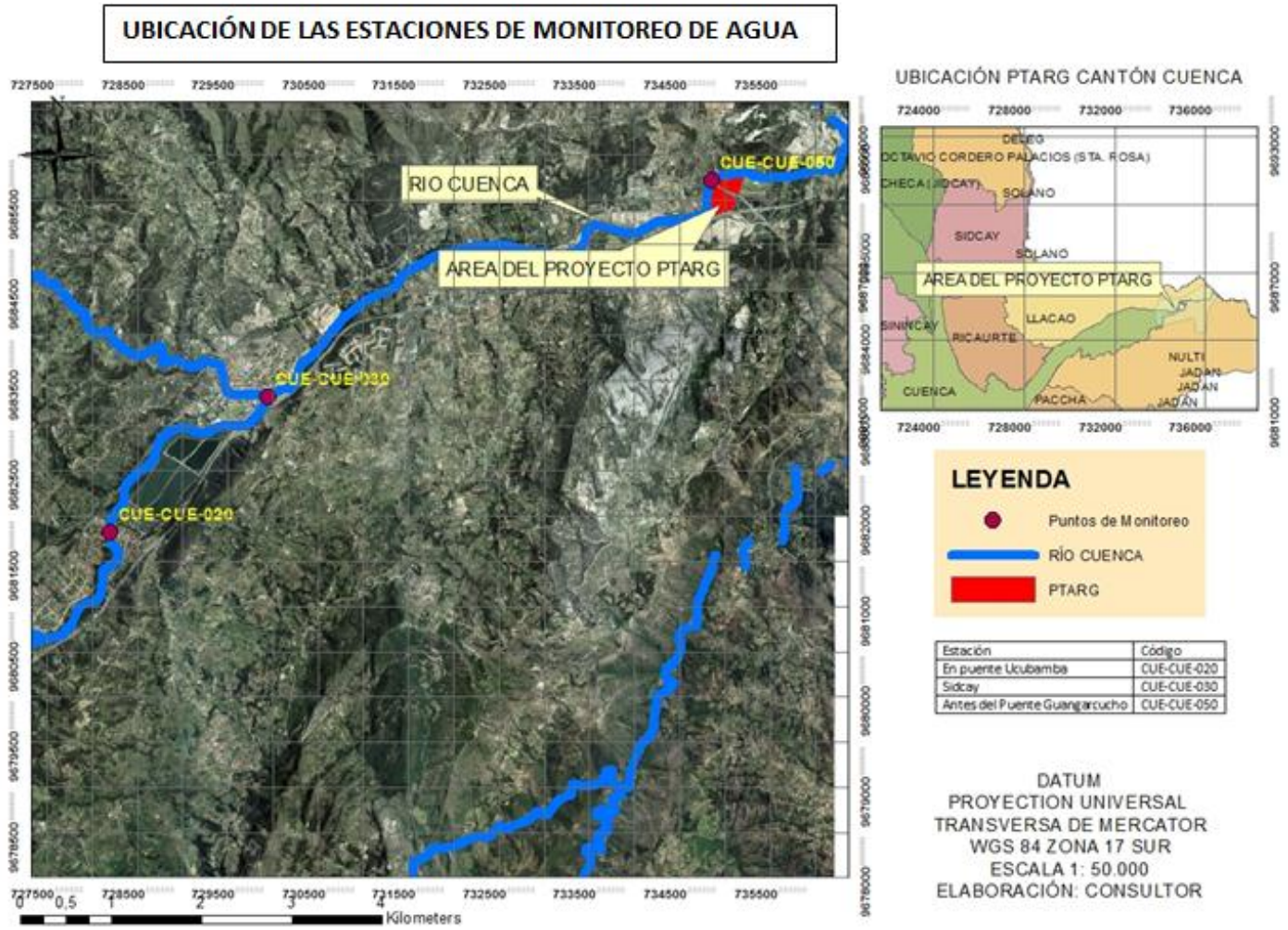



**ILUSTRACIÓN 7.5 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA**

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*

*FUENTE: INFORME DE CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS TRAMOS URBANOS DE LOS RÍOS DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

**b) Resultados de la calidad fisicoquímica de los ríos que atraviesan el área urbana de Cuenca.**

A continuación se indican los valores obtenidos en el año 2015 de los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) a los 5 días, Coliformes Termotolerantes, Oxígeno Disueltos (OD), Sólidos Totales, Turbiedad del 23-junio-2015, potencial Hidrógeno , Fósforo (P), Nitrato ($NO_3^-$) y Temperatura (T)

De los resultados obtenidos comparando con la Normativa Ambiental vigente A.M. 097 criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios se puede observar lo siguiente:

- La DBO en los tres puntos de monitoreo está por debajo de la lo exigido por la normativa (20mg/l), observándose que la estación en el sector del puente de Guangarcucho presenta el mayor valor de los tres puntos monitoreados.

- En cuanto al pH se obtuvieron valores entre 7,2 y 7,3 estando dentro del rango permitido que es de 6,5 a 9.

- Los nitratos que se originan de la disolución de rocas y minerales, de la descomposición de materias animales y vegetales y de efluentes industriales, en el rio Cuenca presentan concentraciones en el año 2015 que varían entre 0.23 y 0.32 mg/l, manteniéndose con valores muy por debajo de la normativa (13mg/l)

En cuanto a sólidos totales varía entre 143 y 226 en sus concentraciones promedio, el mayor aporte está representado por la estación CUE-CUE-050 ubicada en el puente Guangarcucho.

Respecto a los Coliformes Termotolerantes se observa en el 2015 la concentración de coliformes se mantiene en el orden de exponencial 05. El origen de esta contaminación es que las múltiples actividades antrópicas se muestran en el río Cuenca que representa la confluencia de todos los ríos y que a pesar de que exista un factor de dilución importante en el río el crecimiento poblacional es cada vez más notorio seguido de actividades turísticas y de la falta de sensibilización de la población en el cuidado del recurso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en los tres puntos de muestreo.

**TABLA 7.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DE LOS RIOS URBANOS DE CUENCA, 2015**

| | DBO | Coliformes Termotolerantes | OD | Sólidos Totales | Turbiedad | PDOTencial Hidrogénico | P | $NO_3^-$ | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mg/l | NMP/100 ml | mg/l | mg/l | NTU | | mg/l | mg/l | $^{O}C$ |
| **CUE-CUE-020** | 3 | 1,40E+05 | 7,8 | 143 | 18,4 | 7,3 | 0,18 | 0,23 | 13,9 |
| **CUE-CUE-030** | 5,9 | 4,20E+05 | 7,8 | 185 | 20 | 7,2 | 0,51 | 0,23 | 13,9 |
| **CUE-CUE-050** | 6,8 | 6,40E+04 | 7,8 | 226 | 21,6 | 7,2 | 0,31 | 0,32 | 14,1 |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: INFORME DE CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS TRAMOS URBANOS DE LOS RÍOS DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

Otro monitoreo se realizó en marzo de 2016 donde se observó resultados similares al realizado en el 2015, en cuanto a la DBO se ve un ligero incremento, sin embargo esta con valores por debajo de lo permitido por la normativa, el pH mantiene valores similares de 7,1 a 7,2 unidades, de la misma manera los nitratos presentan valores similares al monitoreo

anterior, en cuanto a los sólidos totales se ve una ligera disminución en la estación antes del puente Guangarcucho de 226 a 162 mg/l.

**TABLA 7.4 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DE LOS RIOS URBANOS DE CUENCA, 2016**

| | Unidades | CUE-CUE-020 | CUE-CUE-030 | CUE-CUE-050 |
|---|---|---|---|---|
| %Oxígeno Disuelto | % | 101 | 100 | 100 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP /100 ml | 7,90E+04 | 1,30E+05 | 4,60E+04 |
| pH | Unidades de pH | 7,2 | 7,2 | 7,1 |
| $DBO_5$ | mg/l | 4,3 | 5,9 | 7,5 |
| Nitratos + Nitritos | µgN/l--mg/l | 0,24 | 0,27 | 0,31 |
| Fósforo Total | ug/l--mg/l | 0,14 | 0,23 | 0,27 |
| Temperatura (T1) | °C | 15,4 | 15,7 | 15,8 |
| Temperatura (T2) | °C | 15,3 | 15,6 | 15,6 |
| Turbiedad | NTU | 22,9 | 18,7 | 37,1 |
| Sólidos Totales | mg/l | 126 | 152 | 162 |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | 3,30E+05 | 1,30E+05 | 3,30E+05 |
| Oxígeno Disuelto | mg/l | 7,61 | 7,51 | 7,58 |
| Color Aparente | UC Pt-Co | 250 | 278 | 329 |
| Conductividad | µs/cm | 98,6 | 115,1 | 126,7 |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: MONITOREOS ETAPA EP, 2016*

### c) Índice de calidad de agua (WQI)

Para la clasificación de la calidad de agua se realiza de acuerdo a los siguientes rangos numéricos.

**TABLA 7.5 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE ACUERDO AL WQI**

| Índice de Calidad | Clasificación |
|---|---|
| 91 – 100 | Excelente |
| 71 – 90 | Buena |
| 51 – 70 | Media |
| 26 – 50 | Mala |
| 0 – 25 | Muy mala |

*ELABORACIÓN: INFORME DE CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS TRAMOS URBANOS DE LOS RÍOS DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

En la siguiente ilustración se muestra los resultados promedios del índice de calidad del año 2015 en todas las estaciones de monitoreo con la finalidad de comparar con las estaciones monitoreadas en el río Cuenca.

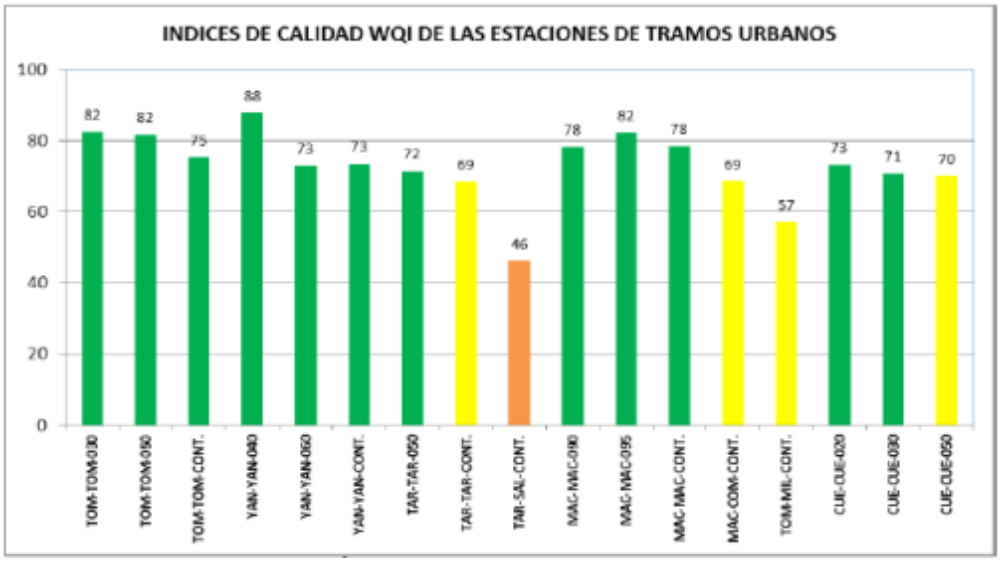



**ILUSTRACIÓN 7.6 VALORES PROMEDIOS DEL ÍNDICE WQI. EN TRAMOS URBANOS, 2015**
*ELABORACIÓN: INFORME DE CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS TRAMOS URBANOS DE LOS RÍOS DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

De los valores promedios del índice WQI del año 2015 se concluye que:

- Los ríos Tomebamba y Yanuncay en todas sus estaciones de control presentan una condición de calidad Buena.

- En TAR-TAR-CONT. Ubicada al final de la microcuenca; el valor obtenido lo clasifica como calidad Media, esta situación se debe a inconvenientes existentes en el interceptor debido a los taponamientos, a los asentamientos poblacionales y a la influencia de la quebrada El Salado, la misma que tiene calidad Mala con 46 puntos.

- El índice WQI del río Machángara en las estaciones MAC-MAC-090 y MAC-MAC-095 lo clasifica como condición Buena con 78 y 82 puntos respectivamente, lo que refleja el buen funcionamiento del interceptor en el tramo que recoge la descarga del Camal Municipal.

- En la estación MAC-MAC-CONTROL a la salida de la microcuenca el índice presenta un valor de 78 que corresponde a una condición Buena.

- En cuanto a la Quebrada de Milchichig se puede observar, que en la estación TOM-MIL-CONTROL presenta una condición Media con un valor de 57 puntos.

- En cuento al índice de calidad de agua en el río Cuenca en dos de sus estaciones presenta una calidad buena y en la última referente a la monitoreada en el puente Guangarcucho tiene un índice de calidad Media, lo cual puede deberse a las descargas existentes aguas arriba de los sectores de Chaulluabamba.

**d) Resultados de la integridad ecológica del río Cuenca.**

Para conocer la salud biológica de los ríos se utilizó el índice BMWP/Col. que es una modificación del establecido en Inglaterra en 1970 como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macro invertebrados como bioindicadores. Este método solo requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia y

ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica.

A las familias sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae se les asigna puntajes de 10, mientras que a las familias más tolerantes como Oligochaeta, se les da puntajes de 1. La suma de todos los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje final del BMWP, teniendo valores que van de 0 desde aguas sumamente contaminadas a puntaje mayores a 100 puntos, es decir aguas en un excelente estado.

**TABLA 7.6 MATRIZ COLORIMÉTRICA DE LA CALIDAD BIOLÓGICA.**

| Valor | Significado | Color | Clase |
|---|---|---|---|
| > 101 | Aguas muy limpias | Azul | I |
| 61 – 100 | Son evidentes algunos efectos de contaminación | Verde | II |
| 36 – 60 | Aguas contaminadas | Amarillo | III |
| 16 – 35 | Aguas muy contaminadas | Naranja | IV |
| < 15 | Aguas fuertemente contaminadas | Rojo | V |

*FUENTE: INFORME DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE LOS TRAMOS URBANOS*

La salud biológica del río Cuenca en la estación CUE-CUE-020 (Río Cuenca en el puente de Ucubamba), según el índice BMWP/Col, se ubica dentro de la categoría (Aguas contaminadas); por los efectos los ríos Tomebamba y Machángara, sin embargo también aumenta considerablemente el caudal (25,66 $m^3/s$), por lo que los efectos de dilución hacen que la carga orgánica no aumente considerablemente y las comunidades biológicas tolerantes puedan desarrollarse.

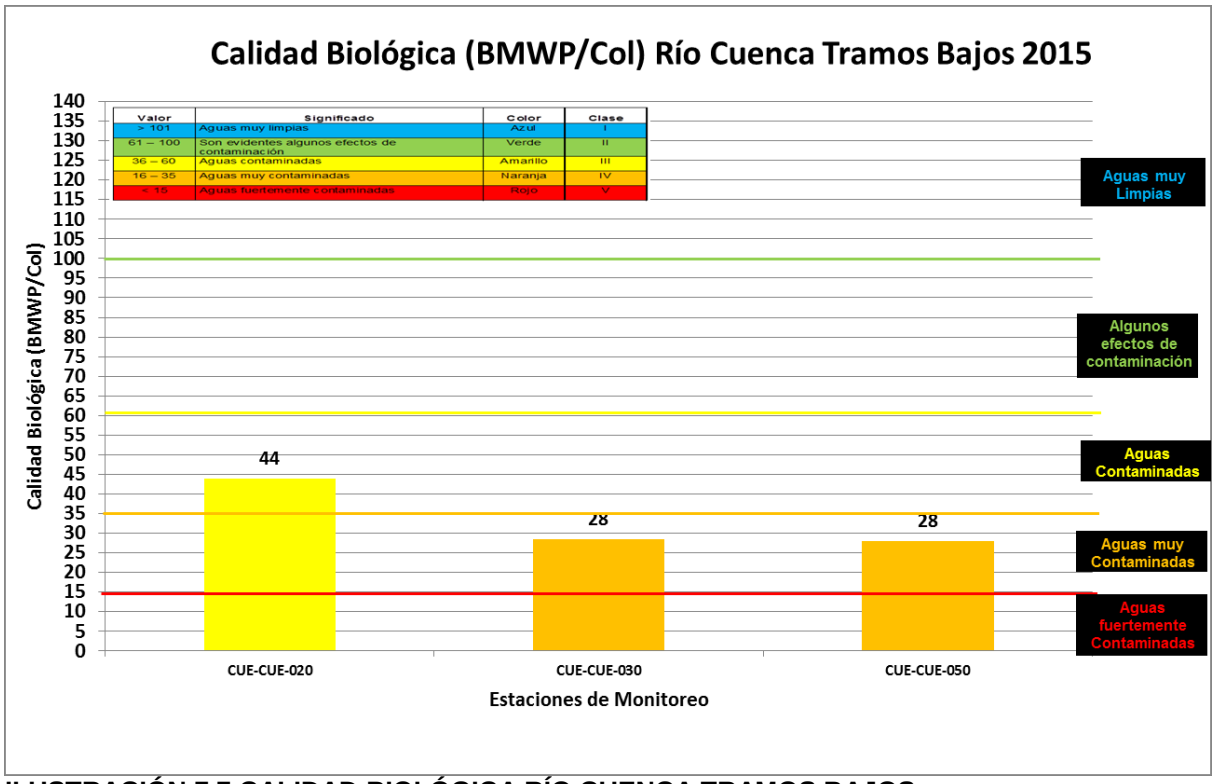



**ILUSTRACIÓN 7.7 CALIDAD BIOLÓGICA RÍO CUENCA TRAMOS BAJOS**
*FUENTE Y ELABORACIÓN: INFORME DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE LOS TRAMOS URBANOS, 2015*

La estaciones Cue-Cue-030 en (Río Cuenca antes de la junta con el Sidcay) y Cue-Cue-050 (Río Cuenca aguas arriba del puente de Guangarcucho), desciende a la categoría (Aguas muy contaminadas), pudiéndose observar aun que las condiciones físico químicas y de caudal son similares a la estación Cue-Cue-020, por lo tanto esta baja de categoría se atribuye al fuerte impacto producido por las minas de áridos que se localizan en estos tramos, modificando fuertemente las orillas y el lecho del río, afectando la presencia de algunos grupos de macro invertebrados.

En la siguiente ilustración se puede observar la categoría de calidad de agua de la ciudad y específicamente del área de estudio.

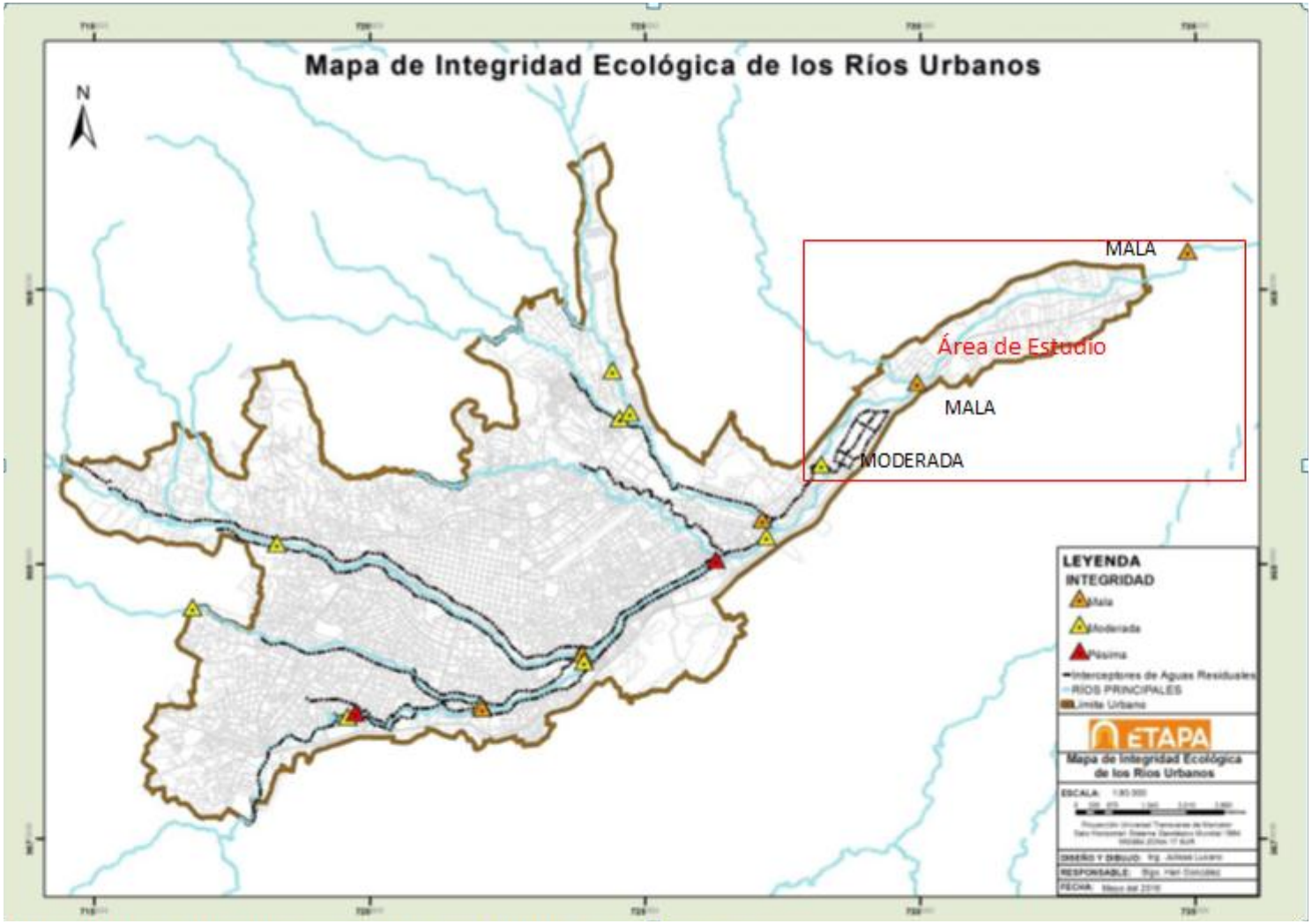



**ILUSTRACIÓN 7.8 INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE LOS RÍOS URBANOS DE CUENCA**
*FUENTE Y ELABORACIÓN: INFORME DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE LOS TRAMOS URBANOS, 2015*

### 7.2.1.4 Determinación de caudales máximos de crecida

La estación de medición de caudales en Ucubamba presenta una serie de caudales instantáneos de 14 años. El proyectar para periodos de retorno altos como 100 o 200 años incrementa las incertidumbres de los resultados requeridos por el proyecto.

El estudio para la determinación de caudales máximos de crecidas se realizó a partir de subcuencas, en base a la experiencia del consultor los siguientes valores de caudal base para las subcuencas estudiadas son indicados en la siguiente tabla, teniendo un caudal base para el sitio de interés cercano al valor obtenido en la estación de Ucubamba. Estos valores únicamente incrementarán el caudal total esperado por el evento extremo de diseño.

**TABLA 7.7 VALORES ASUMIDOS PARA EL CAUDAL BASE DE LAS SUBCUENCAS**

| Subcuenca | Caudal Base ($m^3/s$) |
|---|---|
| Tarqui | 5 |
| Yanuncay | 20 |
| Tomebamba | 20 |
| Milchichig | 1 |
| Machángara | 15 |
| Sidcay | 3 |
| Deleg | 2 |
| Burgay | 10 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

Mediante modelos hidrológicos se han determinado los caudales para los periodos de retorno de 5,10, 25, 50, 100 y 200 años para los dos sitios de interés como son el río Cuenca sector Guangarcucho y el río Paute en la confluencia de los ríos Cuenca y Burgay. El caudal final para el periodo de retorno de 100 años es de 728$m^3/s$ en el sector de Guangarcucho, valor acorde a las precipitaciones regionales de los últimos 18 años y a la información disponible y procesada, los resultados generales se indican en la siguiente tabla:

**TABLA 7.8 CAUDALES EN PUNTOS DE INTERÉS DEL RÍO CUENCA PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO ($m^3/s$)**

| Río | Q5 Años | Q10 Años | Q25 Años | Q50 Años | Q100 Años | Q200 Años |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca en Guangarcucho | 208,1 | 290,2 | 427,4 | 564,3 | 727,8 | 901,6 |
| Paute en confluencia Cuenca-Burgay | 256,9 | 402,0 | 667,4 | 769,1 | 1161,2 | 1468,9 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

#### 7.2.1.1 Usos de agua

Los estudios del Plan Maestro II, no consideran el uso recreativo con contacto secundario, ni preservación de flora y fauna, en los tramos bajos de los ríos. Por lo tanto en estos tramos solo se considera el uso estético. Pero la meta de calidad de agua fijada por ETAPA EP para DBO5 asegurará la existencia del uso preservación de fauna. En la siguiente imagen se muestra los posibles usos que tendrá el agua, aguas debajo de la nueva PTARG se está planteando un uso industrial.

Es muy importante mencionar que la PTARG pertenece a proyectos de saneamiento, por lo que representa un impacto altamente positivo o benéfico en temas de calidad de agua ya que su función principal es la depuración de aguas grises generadas en la ciudad de Cuenca antes de ser vertidas en el río Cuenca.

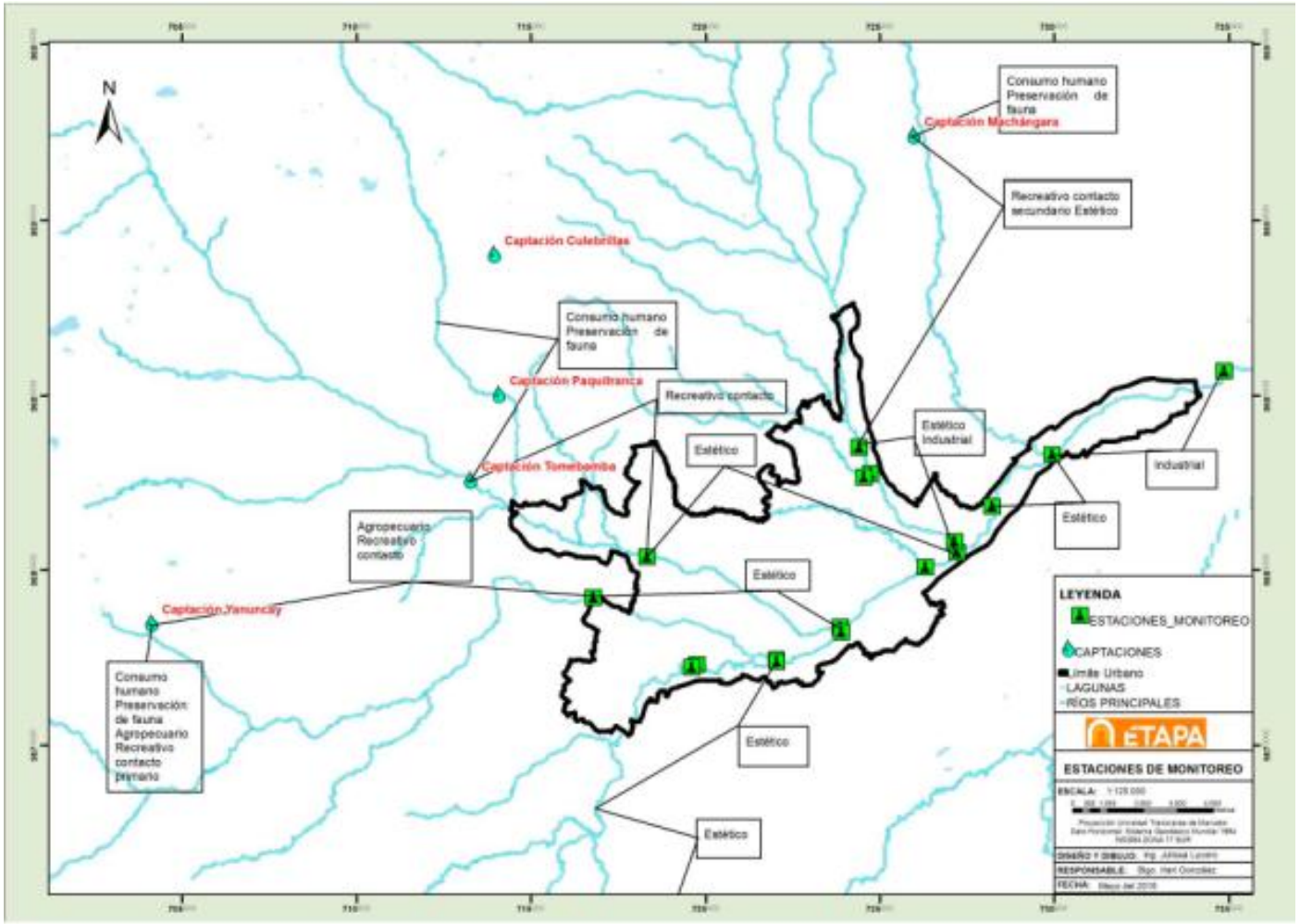



**ILUSTRACIÓN 7.9 USOS DE AGUA PROPUESTOS**
*FUENTE Y ELABORACIÓN: INFORME DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE LOS TRAMOS URBANOS, 2015*

### 7.2.2 CLIMATOLOGÍA

#### 7.2.2.1 Clima

Conforme la clasificación de Pourrut (1993), el área de influencia del proyecto se encuentra dentro del tipo de clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo. La temperatura va de 18-22ºC, con una precipitación anual que va desde los 500 mm, información que fue tomada del PDOT del Cantón Cuenca 2015.

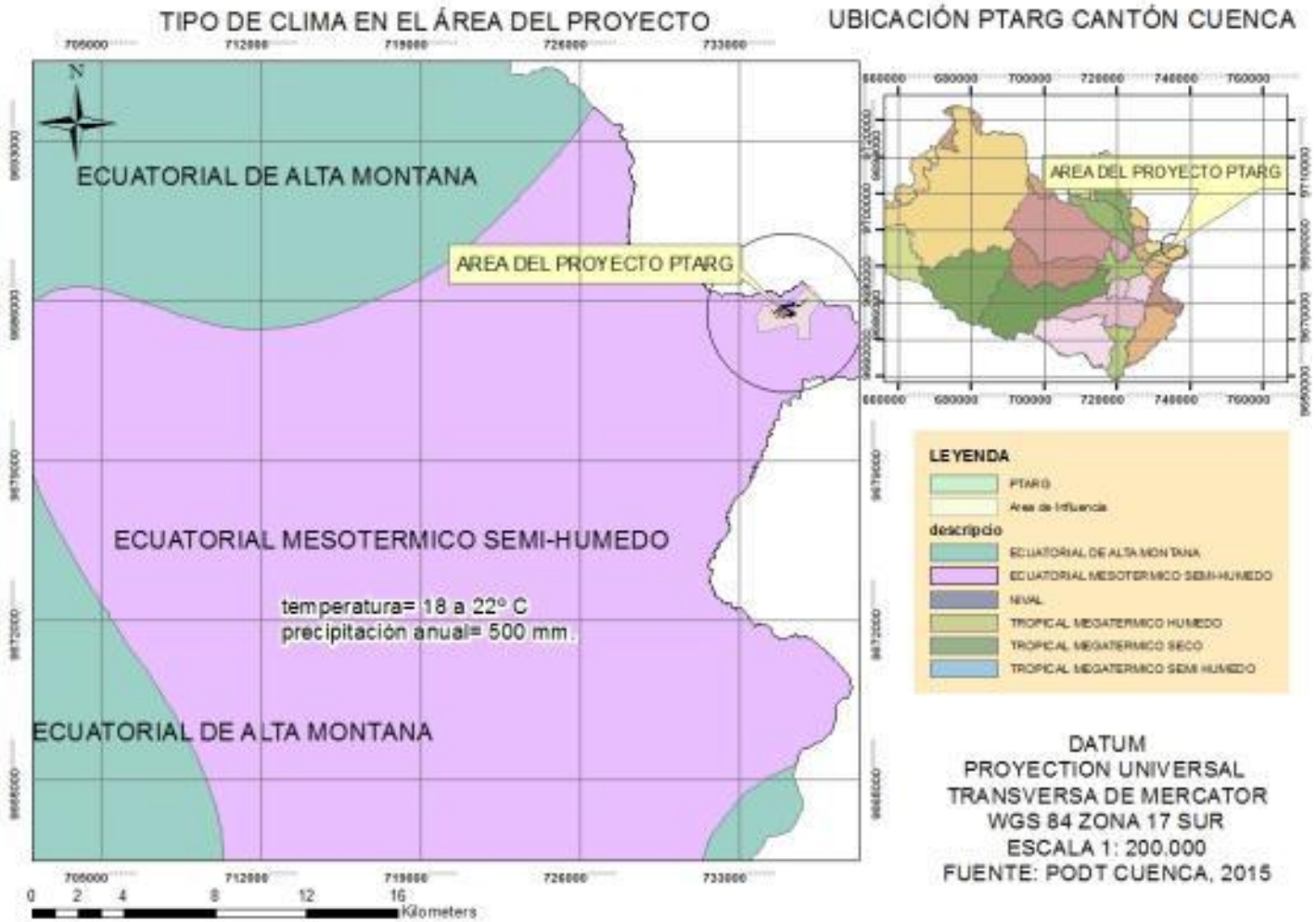



**ILUSTRACIÓN 7.10 TIPO DE CLIMA DEL ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE. PDOT CANTÓN CUENCA, 2015*

### 7.2.2.2 Precipitación

La información meteorológica registrada corresponde a la estación Ucubamba de la empresa ETAPA EP, cuyos datos de ubicación son los siguientes: Latitud 728275 Longitud 9.682.315 y altitud a 2.430 msnm.

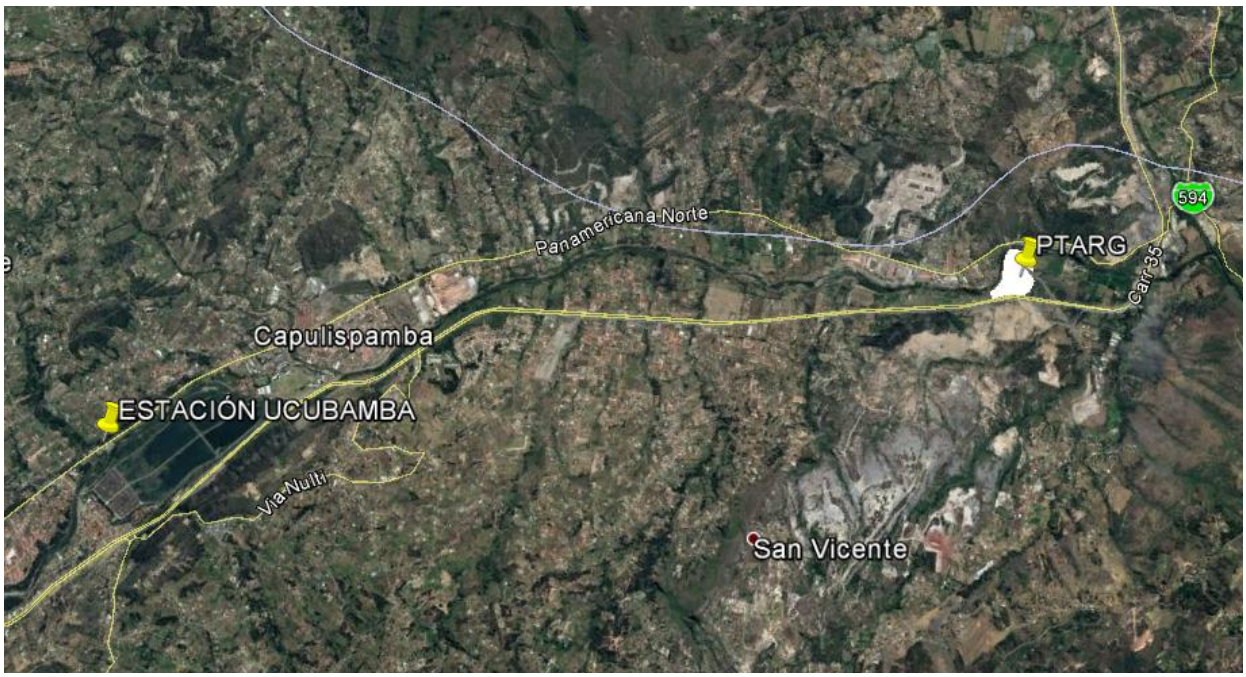



**ILUSTRACIÓN 7.11 UBICACIÓN DE ESTACIÓN UCUBAMBA**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 1999-2015*

Dentro del periodo analizado (1999-2016) el año con mayor precipitación es el 2011 con 1.289 mm y el año con menor precipitación es en el 2015 con 583,9 mm, como se muestra en la siguiente tabla. Durante los años de monitoreo se tiene un promedio de lluvia por año de 74 mm.

**TABLA 7.9 PRECIPITACIÓN PERIODO (1999-2015)**

| Año | Promedio mensual(mm) | Total anual(mm) |
|---|---|---|
| **1999** | 106,1 | 1.272,8 |
| **2000** | 82,1 | 985,1 |
| **2001** | 63,9 | 766,4 |
| **2002** | 67,1 | 805,7 |
| **2003** | 69,0 | 828,3 |
| **2004** | 68,3 | 819,0 |
| **2005** | 98,3 | 1.179,0 |
| **2006** | 58,1 | 697,0 |
| **2007** | 58,6 | 703,5 |
| **2008** | 60,7 | 728,0 |
| **2009** | 63,0 | 756,0 |
| **2010** | 79,8 | 957,5 |
| **2011** | 107,4 | 1.289,0 |
| **2012** | 82,4 | 988,5 |

| Año | Promedio mensual(mm) | Total anual(mm) |
|---|---|---|
| **2013** | 60,9 | 731,0 |
| **2014** | 65,0 | 780,0 |
| **2015** | 48,7 | 583,9 |
| **2016** | 91,4 | |
| **Promedio Anual** | **74,0** | **875,0** |

*ELABORACION: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 1999-2015*

De los datos registrados en el año 2015 se observa que no hay una tendencia marcada de lluvia a lo largo del año como se ve en la siguiente ilustración el mes con mayor precipitación es marzo con 150,6 mm que representa el 26% de la lluvia total en ese año, por el otro extremo el mes con menor precipitación es el mes de septiembre con 5,4 mm de precipitación.

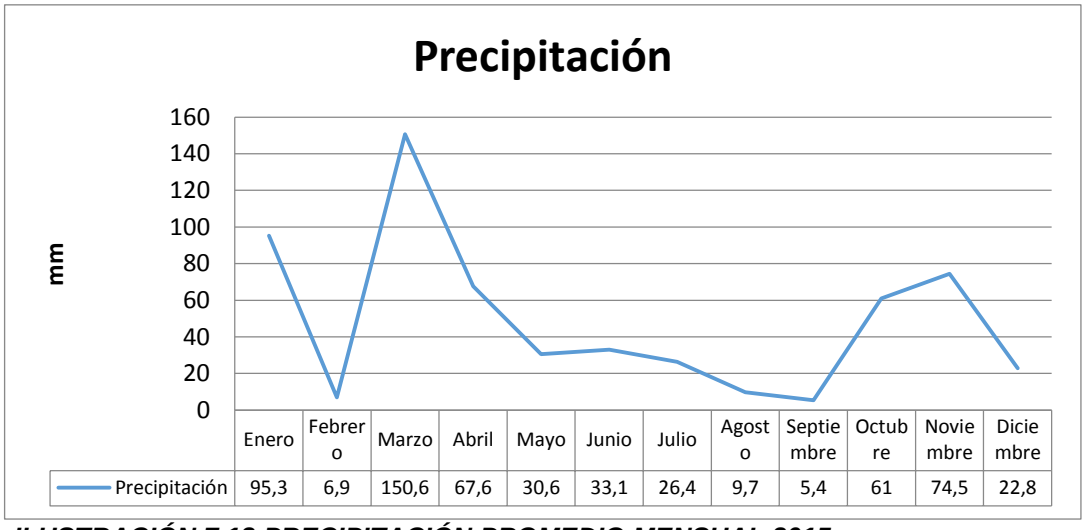



***ILUSTRACIÓN 7.12 PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL 2015***
*ELABORACION: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

La información tomada del MAGAP 2002 indica que el rango de precipitación en esa zona es de 500 a 750 mm de lluvia coincidiendo con la cantidad de lluvia monitoreada en la estación de Ucubamba para el año 2015 que alcanzó los 583,9 mm.

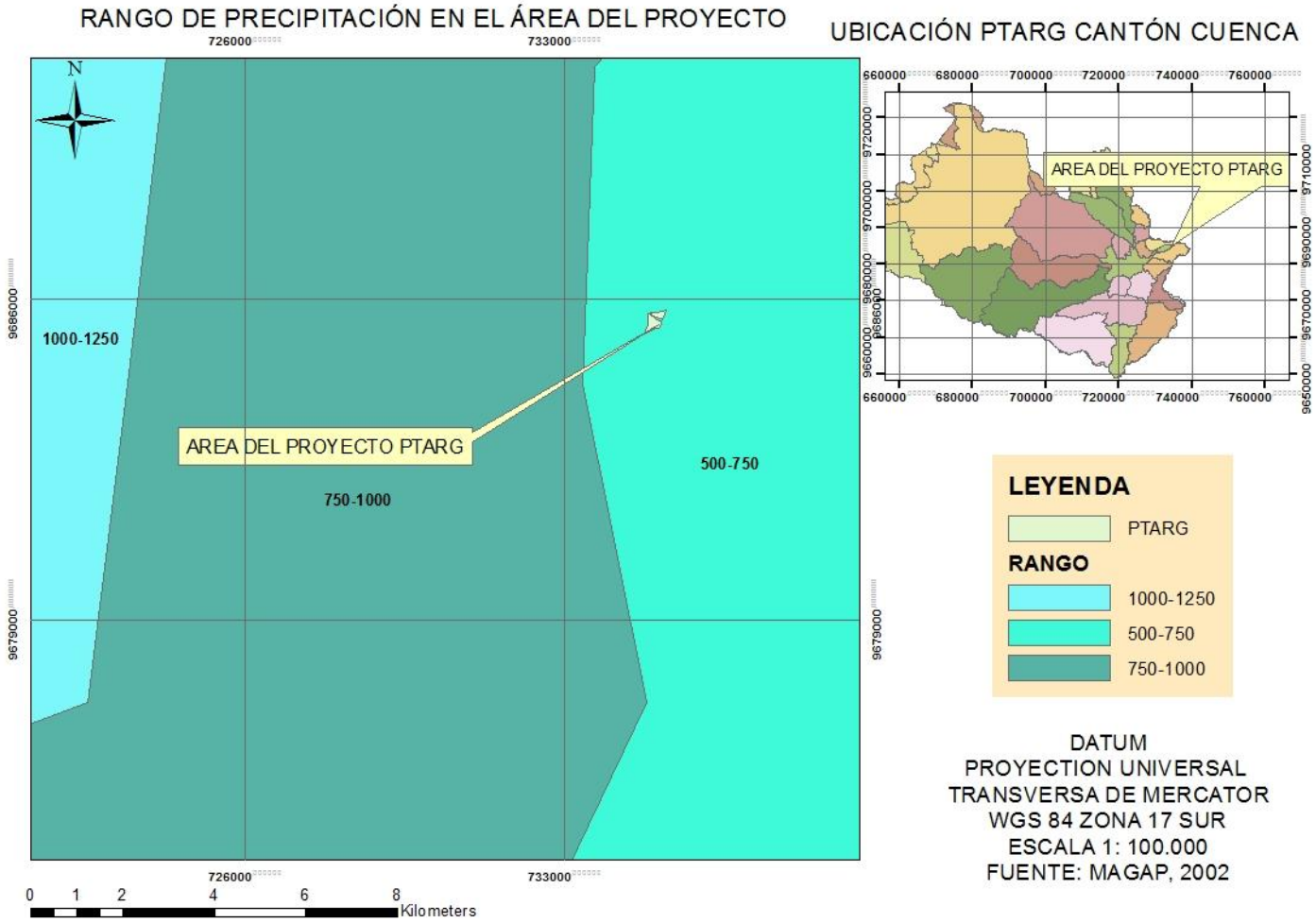



***ILUSTRACIÓN 7.13 RANGO DE PRECIPITACIÓN EN LA ZONA DEL PROYECTO***
*ELABORACION: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: MAGAP, 2002*

También se realizó un análisis de la precipitación en toda la cuenca del Río Cuenca. La información que se dispone de precipitaciones es por un lado información diaria para las estaciones del INAMHI e información instantánea para las estaciones de ETAPA EP, la cual ha sido procesada a diferentes escalas temporales para su análisis y validación.

Todas las estaciones de análisis están dentro de la cuenca hidrográfica del río Cuenca y por tanto fundamentales para el análisis espacio temporal de las lluvias de la región. La precipitación media mensual de las estaciones se presenta en la siguiente tabla.

**TABLA 7.10 PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES EN ESTACIONES DE ESTUDIO (MM)**

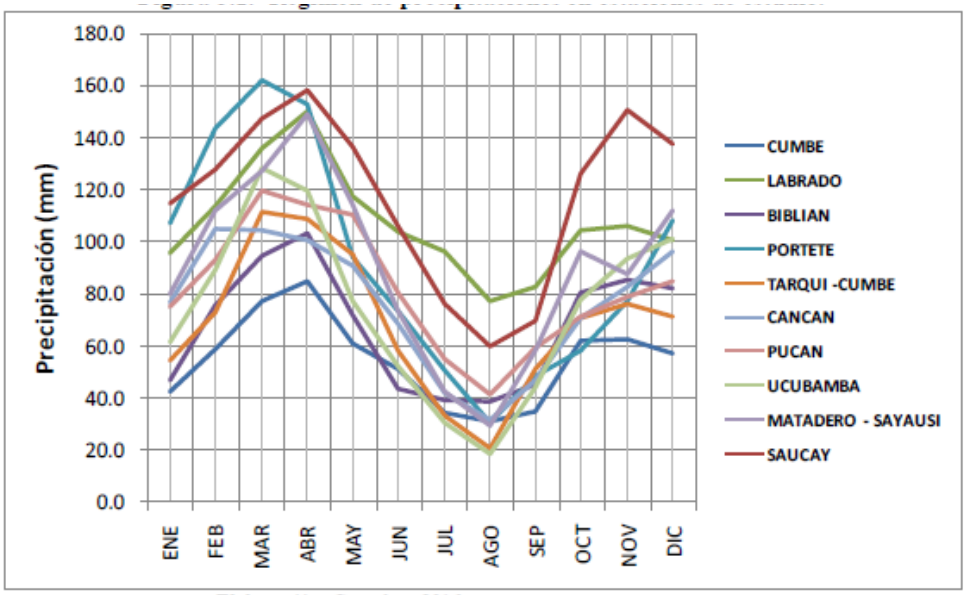
| PRECIPITACIONES MENSUALES | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ESTACION | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| Cumbe | 42.8 | 58.8 | 77.0 | 84.8 | 61.3 | 51.1 | 34.2 | 31.2 | 35.1 | 62.2 | 62.4 | 57.2 | 657.9 |
| Labrado | 96.3 | 113.9 | 136.0 | 150.1 | 117.6 | 104.3 | 96.7 | 77.7 | 83.3 | 104.8 | 106.2 | 100.9 | 1287.3 |
| Biblian | 46.7 | 75.8 | 94.5 | 103.3 | 71.6 | 43.5 | 39.4 | 38.8 | 45.0 | 80.4 | 85.4 | 82.0 | 840.3 |
| Portete | 107.3 | 144.0 | 162.3 | 152.8 | 94.0 | 73.3 | 50.6 | 30.4 | 48.2 | 58.1 | 77.3 | 108.4 | 1107.1 |
| Tarqui en Cumbe | 54.3 | 72.9 | 111.7 | 109.0 | 95.3 | 58.5 | 33.3 | 20.7 | 51.3 | 70.6 | 76.3 | 71.6 | 825.4 |
| Cancán | 76.9 | 105.4 | 104.6 | 101.2 | 91.0 | 68.9 | 42.2 | 31.9 | 47.3 | 70.9 | 82.8 | 96.6 | 919.7 |
| Pucán | 75.3 | 92.9 | 119.7 | 114.5 | 110.7 | 80.7 | 55.2 | 41.7 | 59.5 | 71.3 | 79.3 | 85.3 | 986.0 |
| Ucubamba | 61.5 | 89.6 | 128.5 | 119.9 | 77.2 | 52.3 | 30.8 | 18.8 | 44.4 | 78.1 | 93.8 | 101.6 | 896.4 |
| Matadero Sayausi | 80.1 | 112.3 | 127.7 | 149.5 | 114.8 | 73.5 | 42.8 | 29.5 | 58.5 | 96.5 | 88.1 | 112.5 | 1085.8 |
| Saucay | 115 | 128 | 148 | 159 | 137 | 106 | 76 | 59.92 | 69.96 | 126.8 | 151.1 | 138 | 1415.1 |

*ELABORACION Y FUENTE: CONSULPROY, 2016*

La estación de mayor volumen de precipitación anual es el Labrado con valores promedio cercanos a los 1.300 mm, mientras que la zona con menor presencia de lluvias corresponde a Cumbe en la subcuenca del río Tarqui.

En la siguiente ilustración se presenta el régimen de precipitaciones para las estaciones en la cuenca alta del río Cuenca.

**ILUSTRACIÓN 7.14 RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES EN ESTACIONES DE ESTUDIO.**




*ELABORACION Y FUENTE: CONSULPROY, 2016*

Puede notarse que el régimen de precipitaciones es similar con la presencia de dos periodos de invierno, uno de febrero a mayo y otro de octubre a diciembre. La estación de El Labrado es la que presenta mayor volumen de precipitaciones en verano con valores promedio en Agosto cercanos a los 80mm.

### 7.2.2.3 Temperatura

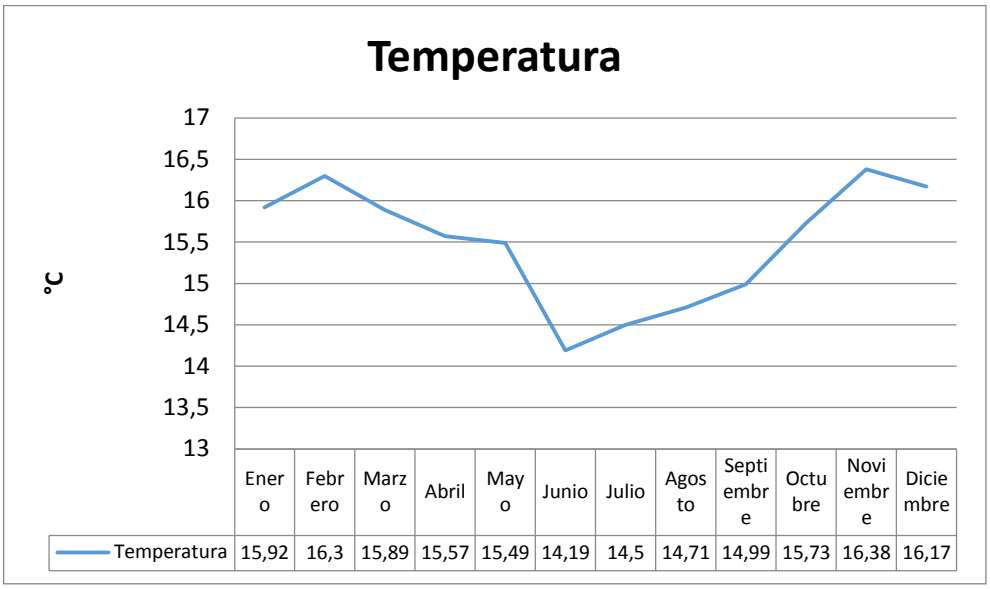
La fuente de información fue datos tomados de la estación meteorológica de Ucubamba. La temperatura promedio anual para el año 2014 fue de 14,83 ˚C y en 2015 se registró un aumento de casi 1 °C con un valor de 15,48 ˚C, los meses más calurosos registrados en el año 2015 fueron noviembre, diciembre y febrero con valores sobre los 16 °C, en el mes de junio se registró el valor más bajo de temperatura (14,19°C).

**TABLA 7.11 TEMPERATURA EN LA ZONA DEL PROYECTO**

| Promedio mensual | Temperatura Aire |
|---|---|
| **Unidades** | **°C** |
| | **Media** |
| **2014** | **14,83** |
| **2015** | **15,48** |
| Enero | 15,9 |
| Febrero | 16,3 |
| Marzo | 15,9 |
| Abril | 15,6 |
| Mayo | 15,5 |
| Junio | 14,2 |
| Julio | 14,5 |
| Agosto | 14,7 |
| Septiembre | 14.9 |
| Octubre | 15,7 |
| Noviembre | 16,4 |
| Diciembre | 16.2 |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

**ILUSTRACIÓN 7.15 TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL 2015**




*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

Los datos obtenidos en la estación de Ucubamba coinciden con la información cartográfica tomada del MAGAP que indica que en la zona el rango de temperatura va de 14 a 16 °C.

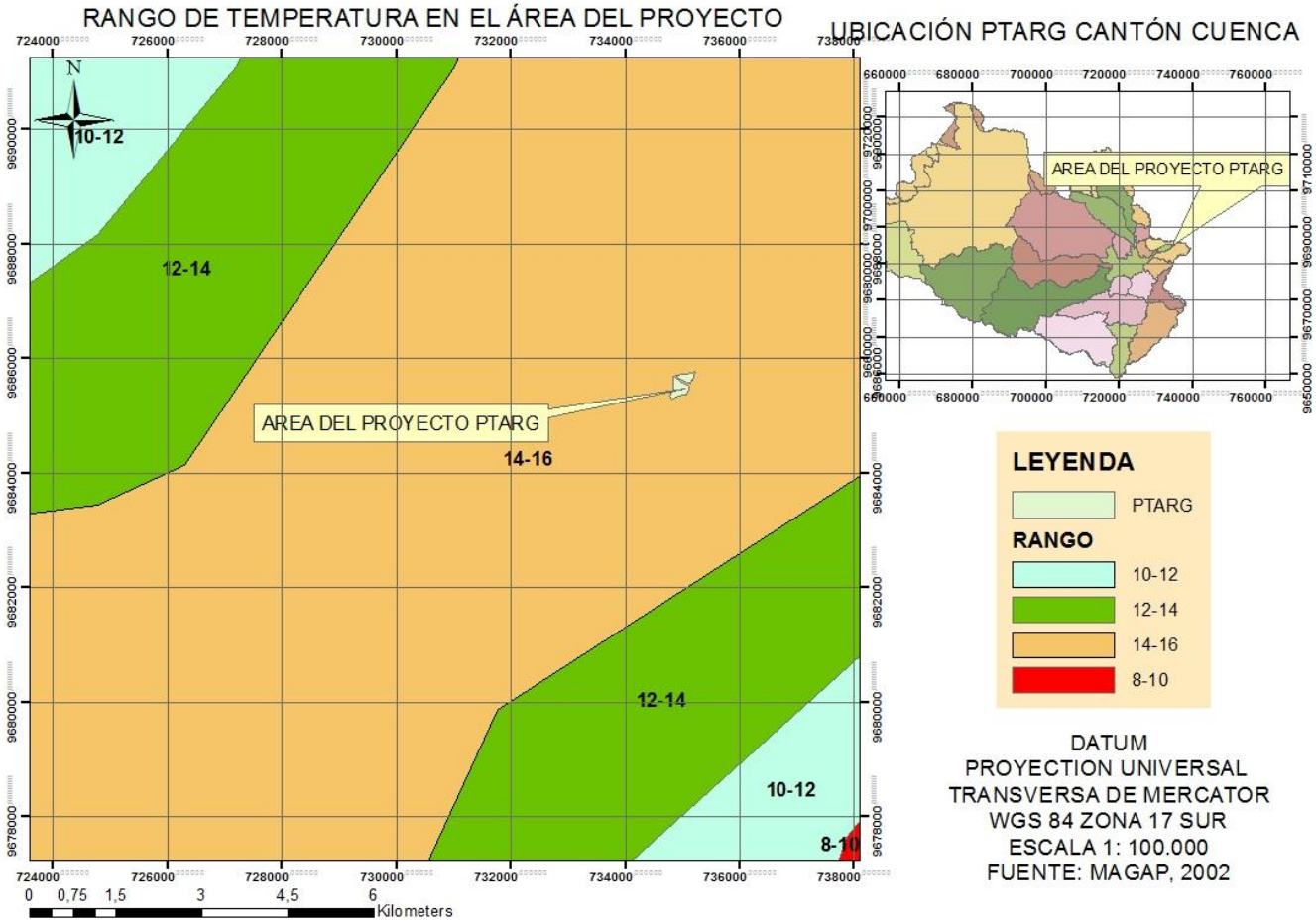



**ILUSTRACIÓN 7.16 TEMPERATURA EN EL ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: MAGAP, 2002*

### 7.2.2.4 Vientos

Los vientos son moderados en la zona, con una velocidad para el año 2015 de 0,8 m/s y para el 2016 alcanza los 0,7 m/s, es decir casi imperceptible.

**Tabla 7.12 VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA ZONA DEL PROYECTO**

| Velocidad del viento | | | |
|---|---|---|---|
| **Unidades** | **m/s** | **Unidades** | **m/s** |
| | **Media** | | **Media** |
| **2015** | **0,8** | **2016** | **0,7** |
| Enero | 0,9 | Enero | 0,6 |
| Febrero | 0,8 | Febrero | 0,8 |
| Marzo | 0,7 | Marzo | 0,6 |
| Abril | 0,8 | Abril | 0,5 |
| Mayo | 0,8 | Mayo | 0,7 |
| Junio | 0,9 | Junio | 0,7 |
| Julio | 0,9 | | |
| Agosto | 0,9 | | |
| Septiembre | 1,0 | | |
| Octubre | 0,7 | | |
| Noviembre | 0,7 | | |
| Diciembre | 0,9 | | |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

La media mensual de la dirección viento para el año 2015 es de 140,7 grados y para el 2016 es de 142,74 grados, es decir dirección sur- sureste.

**TABLA 7.13 DIRECCIÓN DEL VIENTO EN LA ZONA DEL PROYECTO**

| Dirección del viento | | | |
|---|---|---|---|
| **Unidades** | **Grados** | **Unidades** | **Grados** |
| | **Media** | | **Media** |
| **2015** | **140,7** | **2016** | **142,74** |
| Enero | 151,52 | Enero | 166,5 |
| Febrero | 149,25 | Febrero | 142,4 |
| Marzo | 152,44 | Marzo | 143,2 |
| Abril | 139,29 | Abril | 142,1 |
| Mayo | 140,12 | Mayo | 135,8 |
| Junio | 126,81 | Junio | 126,5 |
| Julio | 130,25 | | |
| Agosto | 131,72 | | |
| Septiembre | 135,30 | | |
| Octubre | 142,82 | | |
| Noviembre | 152,64 | | |
| Diciembre | 136,20 | | |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

### 7.2.2.5 Humedad

El mes de mayor humedad en el año 2015 fue marzo con 83,60%, mientras el valor más elevado en lo que va del año 2016 se registró en abril con 85,30%.

**TABLA 7.14 HUMEDAD EN LA ZONA DEL PROYECTO**

| Humedad Aire | | | |
|---|---|---|---|
| **Unidades** | **%** | **Unidades** | **%** |
| | **Media** | | **Media** |
| **2015** | **78,71** | **2016** | **82,34** |
| Enero | 78,6 | Enero | 77,3 |
| Febrero | 75,6 | Febrero | 78,7 |
| Marzo | 83,6 | Marzo | 84,5 |
| Abril | 83,1 | Abril | 85,3 |
| Mayo | 82,1 | Mayo | 83,4 |
| Junio | 82,4 | Junio | 84,8 |
| Julio | 80,8 | | |
| Agosto | 75,9 | | |
| Septiembre | 72,1 | | |
| Octubre | 78,7 | | |
| Noviembre | 77,2 | | |
| Diciembre | 74,6 | | |

*ELABORACION: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

### 7.2.2.6 Evapotranspiración

El mes de mayor evapotranspiración en el año 2015 fue febrero con 473,0 mm mientras el valor más elevado en lo que va del año 2016 se registró en enero con 485mm, para los dos años se registra un promedio de 402,03 y 403,9 mm respectivamente valores menores a los registrados de la precipitación.

**TABLA 7.15 EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA ZONA DEL PROYECTO**

| Humedad Aire | | | |
|---|---|---|---|
| **Unidades** | **mm** | **Unidades** | **mm** |
| | **Media** | | **Media** |
| **2015** | **402,03** | **2016** | **403,9** |
| Enero | 373,4 | Enero | 485,3 |
| Febrero | 473,0 | Febrero | 382,8 |
| Marzo | 411,8 | Marzo | 401,5 |
| Abril | 404,3 | Abril | 423,3 |
| Mayo | 407,2 | Mayo | 408,3 |
| Junio | 313,5 | Junio | 322,2 |
| Julio | 353,5 | | |
| Agosto | 373,2 | | |
| Septiembre | 433,2 | | |
| Octubre | 395,3 | | |
| Noviembre | 443,0 | | |
| Diciembre | 443,1 | | |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICA EN UCUBAMBA DE ETAPA, 2015*

### 7.2.3 RECURSO SUELO

#### 7.2.3.1 Geología

Durante el trabajo de campo del Equipo Consultor, se determinó que las litologías que afloran en el área corresponden a procesos magmáticos del SE con influencia del SO del Valle Interandino, tanto intrusivos como volcánicos y faces sedimentarias, tanto continentales como marinas y que se describen en las siguientes litologías.

**a) Depósitos Coluviales (DC)**

Depósitos de ladera y de pie de talud con materiales que han sufrido poco transporte; son muy heterogéneos dependiendo de la zona y el fenómeno inestable que les dio origen: deslizamientos, derrumbes, flujos, etc. En este caso particular está formado por areniscas tobáceas de grano fino a grueso y localmente conglomerados de la Fm. Azogues.

**b) Depósitos aluviales recientes (Da)**

Depósitos recientes, material transportado y depositado por los ríos, el cual forma parte de las llanuras de inundación. Están compuestos por bloques, gravas y arenas limosas en diferentes porcentajes y composición; sus formas van de redondeadas a sub angulares debido a la dinámica y morfología del curso fluvial, así como a la acción glaciar.

Se podría considerar como depósitos aluviales los sedimentos producto de la formación de un lago remanente, que fue formado por represamiento de los ríos Paute, Jadán y Burgay en marzo de 1993. Los sedimentos finos encontrados en las calicatas se los puede considerar como producto de tres orígenes: la sedimentación de volcano sedimentos producto de eventos volcánicos de la Formación Llacao y Turi, sedimentos que fueron transportados por corrientes superficiales hacia las partes bajas y por el aporte de sedimentos de la laguna artificial de la Josefina que han rellenado la topografía existente en ese momento. Por ello las potencias de estos sedimentos son variables de acuerdo a la superficie rellenada, pero de las investigaciones realizadas se podría indicar que la mayor cantidad de sedimentos correspondería a volcano sedimentos.

El material fino también sería resultado de sedimentos tobáceos depositados en un medio de baja energía; la consistencia dura que adquiere en medio seco es por la propiedad cementante que tiene la toba. Este material tobáceo es de baja permeabilidad y por lo general se presenta seco o con una humedad natural baja. Estos sedimentos bajo el nivel freático podrían saturarse y tener una baja resistencia al corte.

**c) Formación Azogues (MioMAz)**

Según el Informe Precupa (1998) y el Léxico Estratigráfico (Duque, 2000) fue nombrada por primera vez por Wolf en 1892 bajo el nombre “Areniscas de Azogues”, para toda la cuenca sedimentaria de Cuenca. Redefinida sucesivamente, hasta 1957 que Erazo da la descripción actual. Ultimas dataciones por Steinmann en 1996.
Está constituida por una secuencia sedimentaria típicamente clástica. Areniscas tobáceas de grano medio a grueso, café amarillentas, con capas de lutitas, limolitas y pocas intercalaciones de conglomerados.

En la zona de estudio está presente a lo largo de toda la cuenca sedimentaria, en los flancos del anticlinal de Cuenca, sinclinal de Azogues. Grandes cortes en areniscas de la Fm. Azogues se ven en la nueva autopista y la Panamericana, antigua Cuenca – Azogues.

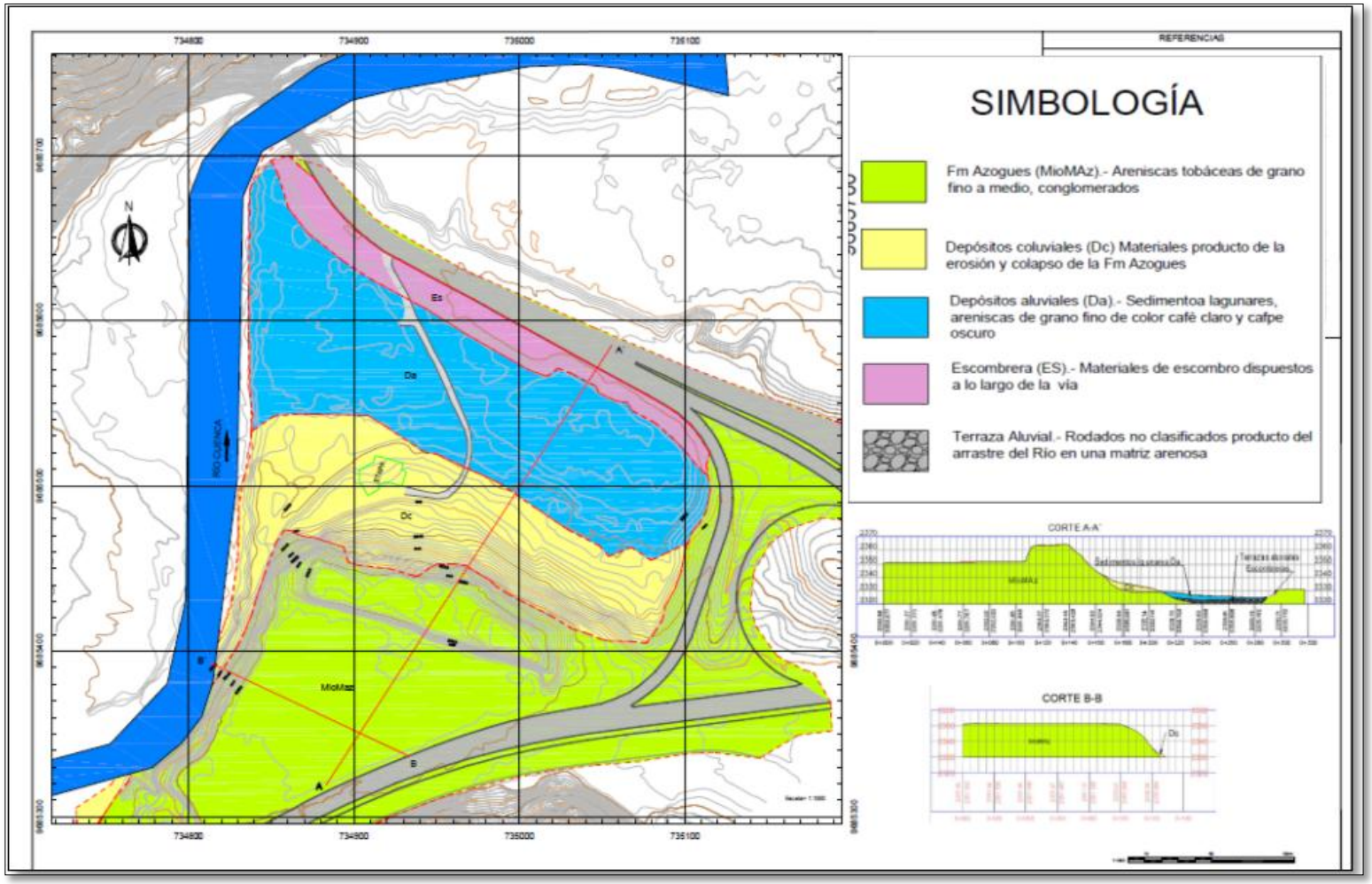



**ILUSTRACIÓN 7.17 FORMACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DEL PROYECTO**
*FUENTE: PDOT CANTON CUENCA, 2015,*
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

### 7.2.3.2 Geomorfología

Según el Plan de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca, el área del proyecto se ubica dentro de la zona 1(mapa de la clasificación geomorfológica publicada en el Almanaque Electrónico en año 2002) que pertenece a relieves Interandinos (Cuenca Interandina), se ubica en la vertiente hacia el Atlántico encontrándose en un rango altitudinal de 2.300 a 3.000 msnm., es una depresión compuesta por sedimentos terciarios plegados; tiene una topografía irregular de pendientes variables, la zona de emplazamiento del proyecto pertenece al área de expansión urbana.

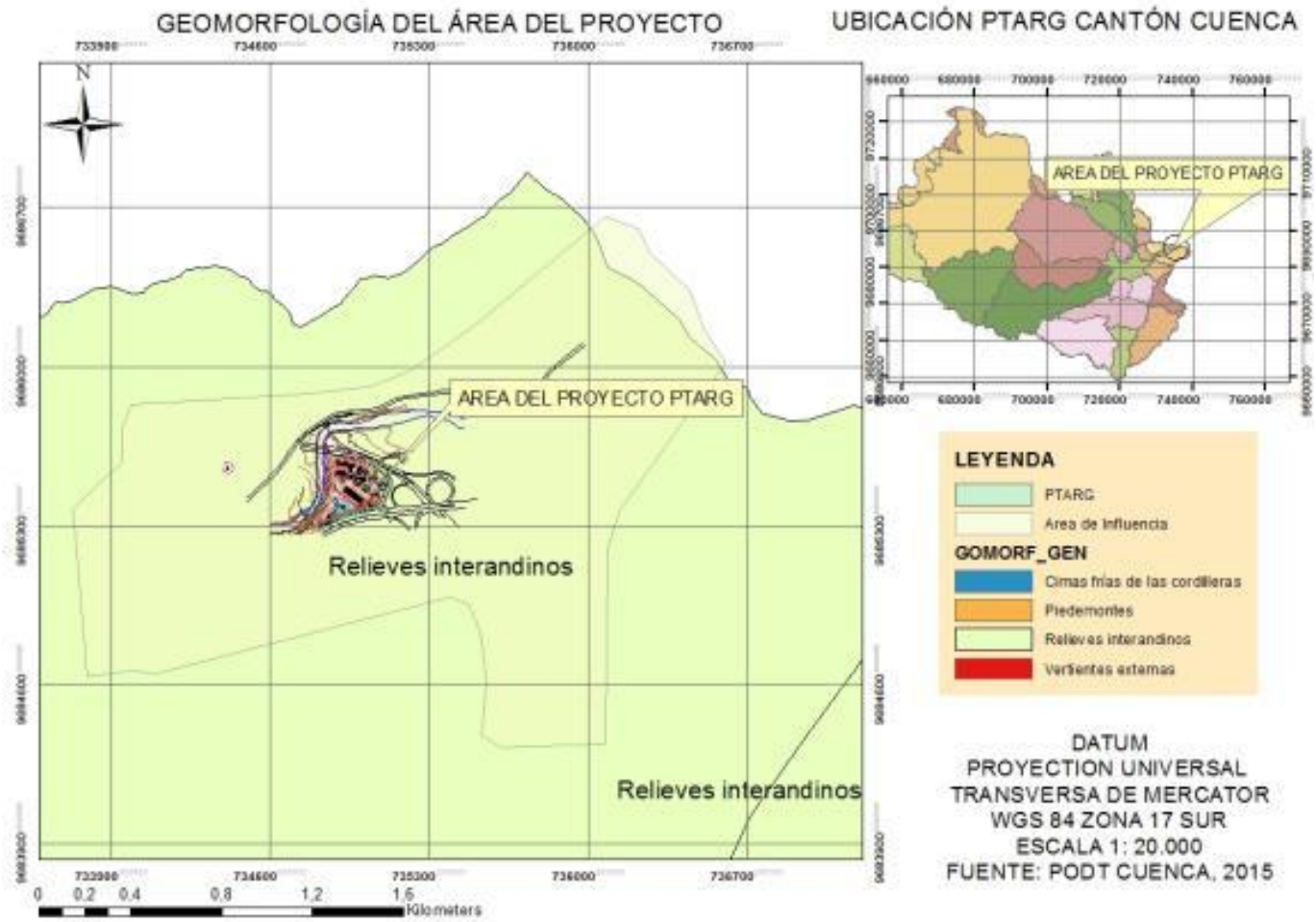



**ILUSTRACIÓN 7.18 ZONAS GEOMORFOLÓGICAS DEL ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTÓN CUENCA, 2015*

- **Topografía del sitio previsto para la PTAR Guangarcucho**

La siguiente Ilustración presenta la topografía del terreno dispuesto para las obras de la PTAR Guangarcucho, pudiendo observarse que es irregular, con una plataforma alta aproximadamente en la cota 2.351 msnm, una elevación y un talud intermedio, y finalmente una zona baja, en la margen derecha del río Cuenca que llega hasta el nivel cercano a 2.325 msnm.

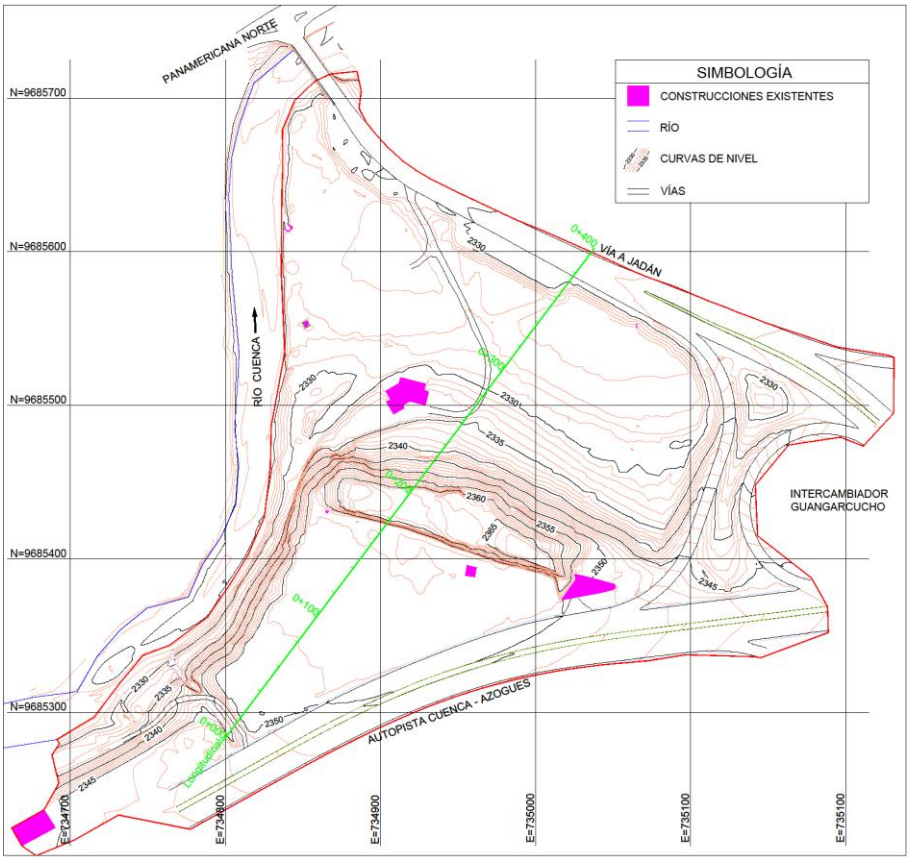



**ILUSTRACIÓN 7.19 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO DISPUESTO PTAR GUANGARCUCHO**
*FUENTE Y ELABORACIÓN: CONSORCIO GREELEY AND HANSEN - ACSAM*

Se aprecia que para la instalación de las obras se formarán dos plataformas, en la plataforma alta, las obras se ubicarán entre los niveles 2.345 y 2.344 msnm, y en la plataforma baja entre los 2.332 y 2.330 msnm.

### 7.2.3.3 Tipos de Suelo

Para describir los tipos de suelo de la región se utilizó la cartografía proporcionada por el GAD de Cuenca, utilizada en el PDOT 2015. El tipo de suelo predominante en el sector donde se implantará el proyecto es el Vertisol. Son suelos, tienen poca materia orgánica, alto grado de saturación debido a su composición mineralógica. Es muy pesado cuando se encuentra húmedo, debido a su gran capacidad de retención de agua, pero son extremadamente duros cuando se encuentran secos, además de volverse hasta cierto punto impermeable, pues necesita de grandes cantidades de agua para humedecerse de nuevo.

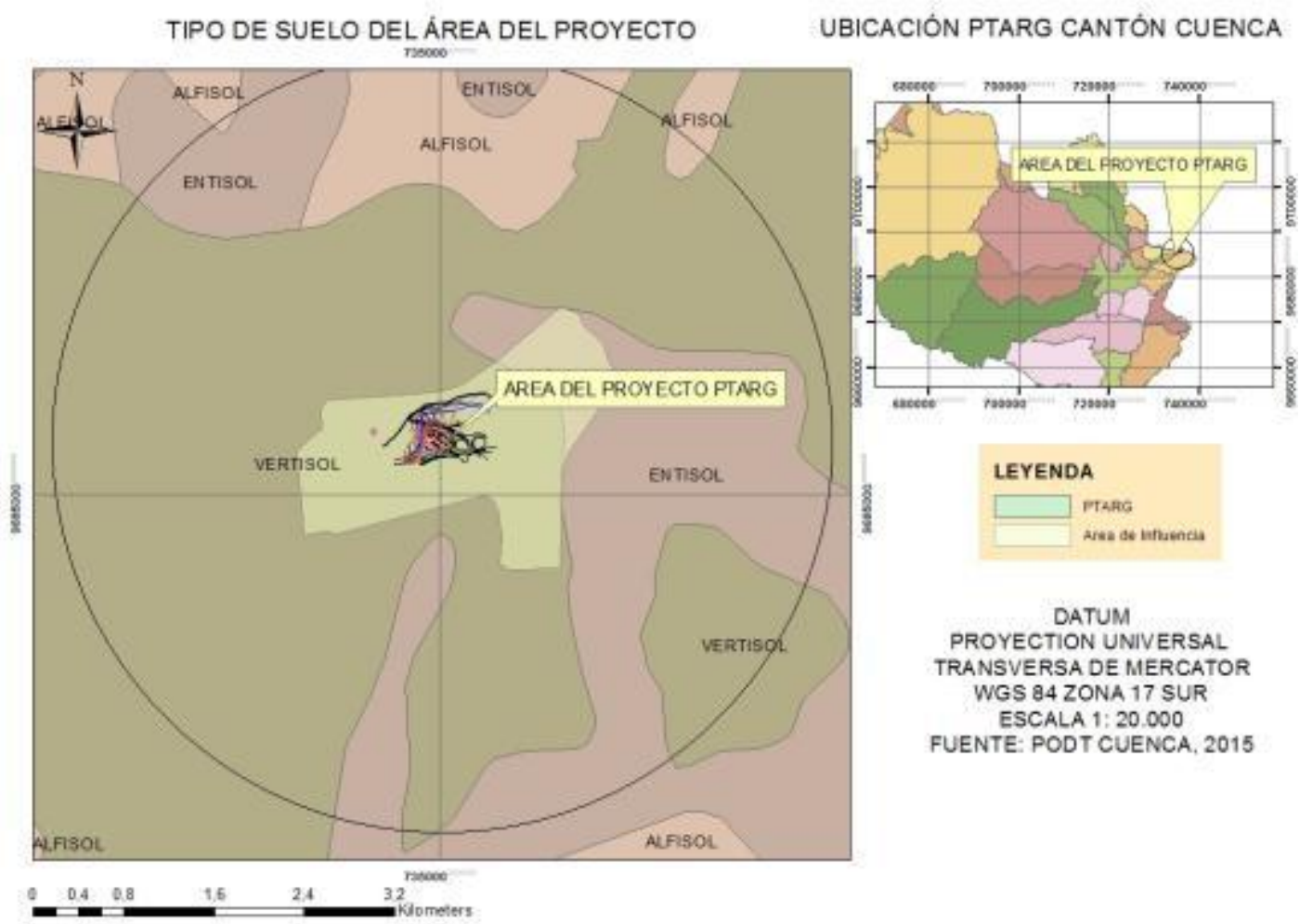



**ILUSTRACIÓN 7.20 TIPOS DE SUELO DEL ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTÓN CUENCA, 2015*

### 7.2.3.4 Calidad del suelo

Para determinar las características físico-mecánicas de los suelos donde se implantará la nueva PTAR se realizaron varias perforaciones donde se encontró como principales componentes del suelo arena arcillosa, arcilla de plasticidad media y arena fina, las muestras tomadas presentan una humedad que va entre 9,7% a 20,0%. En cuanto al límite líquido presentan valores entre 29 al 38%, el límite plástico valores entre 11 y 20% y con un índice de plasticidad de 14 a 20%.

**TABLA 7.16 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO**

| CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS SUELOS | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código de la muestra | Coordenadas (WGS -84) | | Humedad Relativa % | Limite Liquido (LL) % | Limite Plástico (LP) % | Índice de Plasticidad (IP) % | Arcilla | Limo | Arena | Grava |
| | X | Y | | | | | | | | |
| Muestra 1 | 734.877 | 9685348 | 11,7 | 34 | 20 | 14 | Arena media arcillosa, con poca grava, condición densa | | | |
| Muestra 2 | 734.916 | 9685540 | 10,9 | 29 | 14 | 15 | Arena media arcillosa | | | |
| Muestra 3 | 734.953 | 9685534 | 20 | 38 | 20 | 19 | Arcilla de plasticidad media con arena fina | | | |
| Muestra 4 | 734.974 | 9685479 | 9,7 | 31 | 16 | 15 | Arena arcillosa | | | |
| Muestra 5 | 735.010 | 9685486 | 10,8 | 31 | 11 | 20 | Arena arcillosa | | | |

*FUENTE Y ELABORACIÓN: CONSULTOR*

### 7.2.3.5 Geotecnia

En cuanto a la estabilidad de suelos y de taludes se ha generado información propia de la consultora a través de varios modelos en resumen se explica a continuación:

Para el análisis del talud (desnivel que quedaría entre la plataforma de los sedimentadores primarios y los reactores biológicos) en condiciones dinámicas (Abramson, 2002) se ha empleado el programa Slide considerando un análisis pseudo-estático utilizando un coeficiente sísmico horizontal de 0,15 g, en virtud de que la zona, de conformidad con la Norma Ecuatoriana para la Construcción, tendría un factor Z de 0,25 y un factor de amplificación o reducción dinámica de 1. Se han realizado análisis de estabilidad, en condiciones estáticas y dinámicas, que determinan los factores de seguridad que se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 7.17 FACTORES DE SEGURIDAD PARA TALUD**

| Análisis | Factor de seguridad | |
|---|---|---|
| | Condiciones estáticas | Condiciones dinámicas |
| Sin cargas por sedimentadores primarios y reactores biológicos | 3,2 | 2,2 |
| Con cargas por sedimentadores primarios y reactores biológicos | 2,9 | 2,1 |

*FUENTE Y ELABORACIÓN: CONSULTOR*

Abramson (2002) indica que para el diseño de taludes típicamente se requieren factores de seguridad en condiciones estáticas de entre 1,25 y 1,5. Teniendo presente esto y de conformidad con el criterio de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el sentido de que serían aceptables factores de seguridad mínimos de 1,5 en condiciones de carga muerta más carga viva normal, y de 1,1 en condiciones de carga muerta más carga viva normal y más sismo de diseño pseudo-estático, se concluiría que el talud sería seguro.

Para determinar la capacidad de carga se han realizado corridas del programa computacional "Load Cap" para losas de cimentación de las unidades que conforman la PTAR. Se han obtenido los resultados de capacidad de carga última y admisible mostrados en la siguiente Tabla.

**TABLA 7.18 CAPACIDADES DE CARGA**

| Área de cimentación | Capacidad de carga (kPa) | | |
|---|---|---|---|
| | Última | Admisible en condiciones estáticas | Admisible en condiciones dinámicas |
| Digestores y Tanques de lodos | 7.619 | 2.540 | 5.079 |
| Sedimentadores Secundarios | 8.628 | 2.876 | 5.752 |
| Sedimentadores Primarios | 354.956 | 23.970 | 47.940 |
| Reactor biológico | 328.716 | 17.389 | 34.778 |

*FUENTE Y ELABORACIÓN: CONSULTOR*

Las cargas calculadas en los diseños estructurales que se transmitan al terreno en cada una de las estructuras, deben ser menores a las admisibles presentadas en la tabla anterior para condiciones estáticas y dinámicas.

### 7.2.3.6 Uso del suelo

De acuerdo a las Ortofotos disponibles de SIG Tierras (2014) y de recorridos de campo se determinó el uso de suelos y/o la cobertura de suelos de la zona de influencia directa e indirecta del proyecto. El cual se divide en tres categorías que son las siguientes:

- Suelos desnudos
- Vegetación, e
- Infraestructura.

En el caso de los suelos desnudos, son terrenos que han sido deforestados y utilizados como zonas de cultivo, que por el desgaste de los mismos han sido abandonados y han quedado descubiertos de vegetación, esta categoría representa 140 hectáreas dentro de la zona de influencia Indirecta del proyecto.

En el caso de la vegetación está formada principalmente por pequeños bosquetes de eucaliptos, pinos y acacias. En pocos casos existe vegetación arbustiva nativa, pero de igual manera muy deteriorada y combinada con especies exóticas. En el área de estudio estos pequeños arbustos se encuentran en la colina del frente del proyecto, pasando la vía, sitio que no será modificado durante el proyecto. En esta categoría están 129 hectáreas.

Finalmente dentro de la categoría de Infraestructura se encuentran las vías, viviendas, ciudadelas, y demás zonas urbanizables. En esta categoría se encuentran 153 ha. Como se

observa en el siguiente mapa. Entre los equipamientos observados dentro del área de influencia del proyecto están: una terminal de productos limpios de Petroecuador, industria de acero ADELCA, una planta de almacenamiento y envasado de GLP AUSTROGAS e instalaciones dedicadas a la fabricación de Hormigones. Como uso residencial existen pocas viviendas la mayoría son quintas vacacionales, reinando en la zona en el margen derecho de la Panamericana Norte la presencia de moteles.

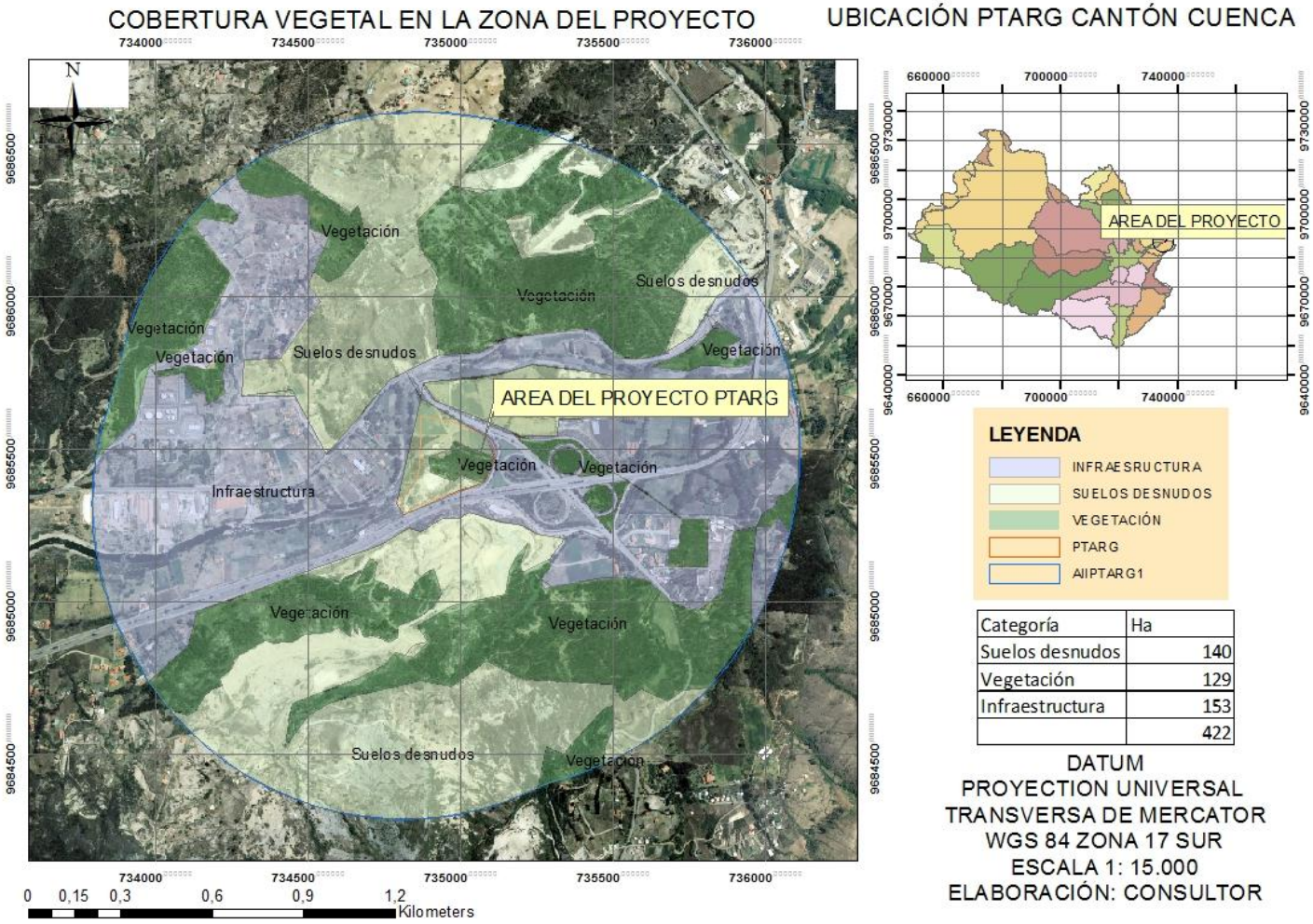



**ILUSTRACIÓN 7.21 USO DE SUELO EN EL SECTOR DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: SIG TIERRAS, 2014*

**FOTO 7.1. USO DE SUELO DE LA ZONA DE INFLUENCIA**

Cultivos de Maíz

Cultivos de Alfalfa

Industrias

Viviendas

### 7.2.4 RECURSO AIRE

#### 7.2.4.1 Calidad de Aire

Para la descripción de la calidad de aire se toma como referencia el "Informe de la calidad de aire de la ciudad de Cuenca durante el año 2015" elaborado por la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte, EMOV EP en mayo de 2016.

- **Red de monitoreo**

La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en Cuenca cuenta actualmente con 20 puntos de vigilancia localizados en diferentes sitios de la ciudad que cumplen con las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

**TABLA 7.19 CÓDIGO, DIRECCIÓN Y CONTAMINANTES DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO**

| Código | Nombre | Ubicación | Contaminantes | Escala |
|---|---|---|---|---|
| MAN | Machángara | Jardines del Río y Calle Londres | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| EIA | Escuela Ignacio Andrade | Reino de Quito y Avenida González Suárez | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| EHS | Escuela Héctor Sempértegui | Camino a Ochoa León | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| CHT | Colegio Herlinda Toral | Altar Urco y Avenida Paseo de los Cañarís | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| TET | Terminal Terrestre | Avenidas Madrid y España | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| ECC | Escuela Carlos Crespi II | Calle de la Bandolia y Calle del Arpa | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| ODO | Facultad de Odontología – Universidad de Cuenca | Avenida Pasaje de Paraíso y Avenida 10 de Agosto | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| EVI | Escuela Velasco Ibarra | Avenida Felipe II y Avenida Isabel Católica | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| BAL | Balzay CEA – Universidad de Cuenca. | Avenida Ordóñez Laso y Avenida Cerezos | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| VEG | Vega Muñoz | Vega Muñoz y Luís Cordero | $NO_2$, $SO_2$, BTEX | Microescala |
| CCA | Colegio Carlos Arízaga Vega | Calle J. Lavalle y Calle A. Ricaurte | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, $MP_{10}$, BTEX | Urbana, vecinal |
| MUN | Municipio | Calle Simón Bolívar y Calle Presidente Borrero | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, CO, $MP_{2.5}$, $MP_{10}$, PS, BTEX | Urbana, vecinal |
| EIE | Escuela Ignacio Escandón | Avenida Loja y Calle Ignacio de Rocha | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, $MP_{10}$, BTEX | Urbana, vecinal |
| BCB | Estación de bomberos | Calle Presidente Córdova y Luís Cordero | $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Microescala |
| LAR | Calle Larga | Calle Larga y Borrero | $NO_2$, $SO_2$ BTEX | Microescala |
| ICT | Antenas de Ictocruz | Camino a Ictocruz | $O_3$ | Regional |
| CEB | Cebollar | Calle del Cebollar | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |
| MIS | Misicata | Calle Carmela Malo | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PS, BTEX | Vecinal |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

Como se observa en la siguiente ilustración la estación más cercana al área del proyecto es la de Machángara cuyo código es MAN ubicada en Jardines del río y calle Londres.

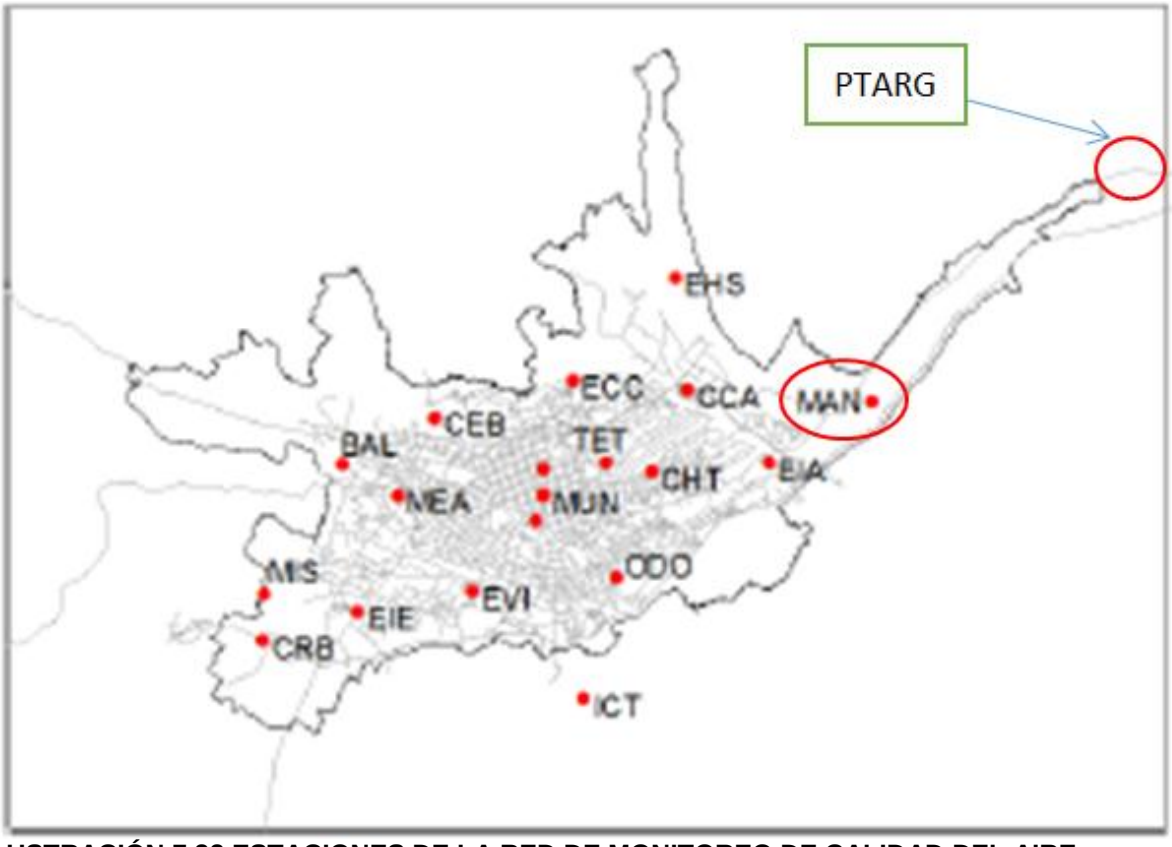



**ILUSTRACIÓN 7.22 ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

- **Resultados de la medición de los contaminantes en la zona de PTAR Guangarcucho.**

La estación más cercana al lugar del proyecto es la estación Machángara (MAN), ubicada en Jardines del Río y Calle Londres, en donde se realiza la medición de los siguientes parámetros: partículas sedimentables, dióxido de azufre ($SO_2$), dióxido de nitrógeno ($NO_2$) y ozono ($O_3$).

Tomando como referencia la Norma de Calidad de Aire Ambiental, se puede concluir que los resultados promedio obtenidos en la estación de monitoreo Machángara, se encuentran dentro de los límites permisibles**.**

**TABLA 7.20 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA ESTACIÓN MACHÁNGARA, AÑO 2015**

| Normativa | Parámetro | Límites permisibles | Unidad | Resultados año 2015 |
|---|---|---|---|---|
| Norma de Calidad del Aire Ambiental | Partículas sedimentables | 1 mg/cm$^2$ durante 30 días | mg/cm$^2$ | 0,25 |
| | Dióxido de azufre $SO_2$ | Promedio anual: 60 µg/m$^3$ | µg/m$^3$ | 8,32 |
| | Dióxido de nitrógeno $NO_2$ | Promedio anual: 40 µg/m$^3$ | µg/m$^3$ | 13,63 |
| | Ozono $O_3$ | Promedio 8 horas: 100 µg/m$^3$ | µg/m$^3$ | 45,58 |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

A continuación se incluye resultados mensuales de la medición de contaminantes del aire del año 2015, en donde se observa que estos parámetros no superan los límites establecidos por la Norma de Calidad del Aire Ambiental.

**TABLA 7.21 RESULTADOS MENSUALES DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA ESTACIÓN MACHÁNGARA, AÑO 2015**

| | Partículas Sedimentables mg/cm$^2$ | Dióxido de Nitrógeno µg/m$^3$ | Dióxido de Azufre µg/m$^3$ | Ozono µg/m$^3$ |
|---|---|---|---|---|
| ene-15 | 0,20 | 14,61 | 11,01 | 33,75 |
| feb-15 | 0,27 | 13,84 | 9,35 | 53,59 |
| mar-15 | 0,24 | menor a 0,01 | 13,39 | 40,23 |
| abr-15 | 0,30 | menor a 0,01 | 14,34 | 39,15 |
| may-15 | 0,19 | 22,51 | 10,69 | 31,41 |
| jun-15 | 0,33 | 2,54 | 11,23 | 50,08 |
| jul-15 | 0,17 | 4,24 | 11,44 | 38,91 |
| ago-15 | 0,21 | 18,79 | 13,21 | 43,81 |
| sep-15 | 0,34 | 3,07 | 16,33 | 55,80 |
| oct-15 | 0,22 | 0,87 | 14,12 | 53,96 |
| nov-15 | 0,29 | 19,31 | 20,21 | 45,27 |
| dic-15 | 0,23 | menor a 0,01 | 18,26 | 60,94 |
| 2015 | 0,25 | 8,32 | 13,63 | 45,58 |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

En cuanto a partículas sedimentables el mes de septiembre fue donde se registró el valor más elevado con 0,34 mg/cm$^2$ sin embargo es un valor muy por debajo de lo exigido por la normativa ambiental.

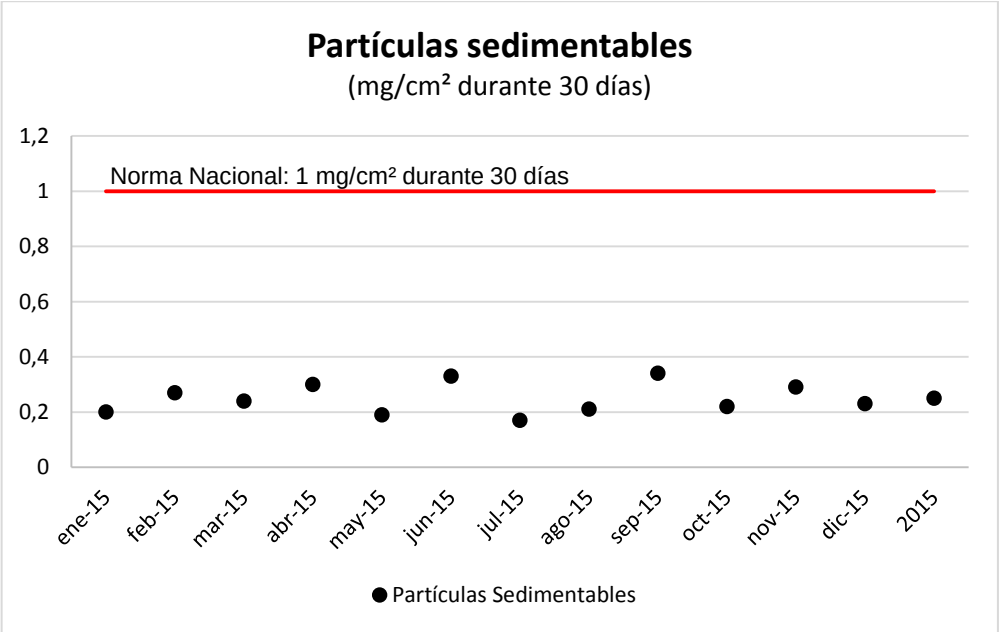



**ILUSTRACIÓN 7.23 PARTÍCULAS SEDIMENTABLES DURANTE LOS MESES DE 2015**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR.*

*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

En cuanto al $NO_2$ en el mes de mayo se registra el valor más elevado y los meses de marzo, abril y diciembre con valores por debajo del 0,01 µg/$m^3$.

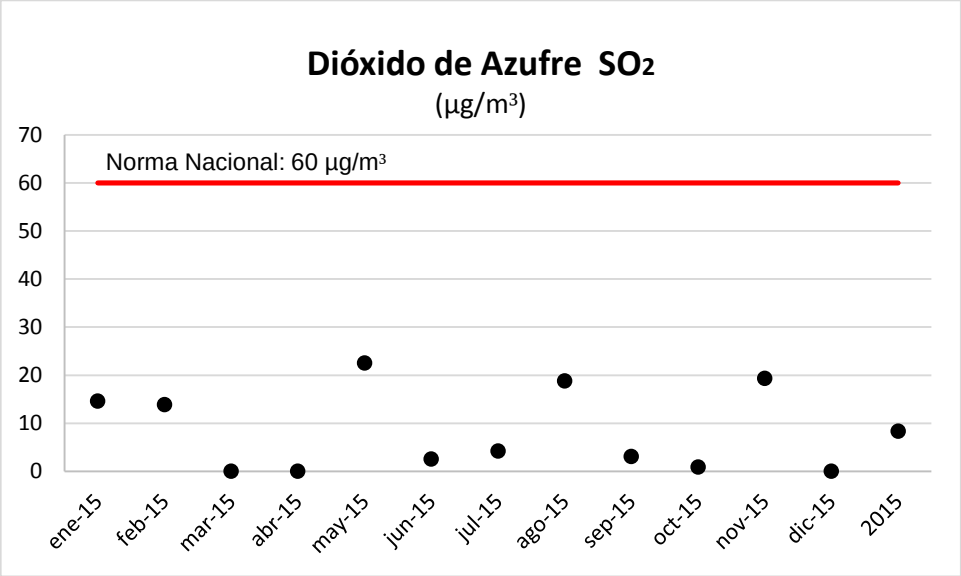



**ILUSTRACIÓN 7.24 DIÓXIDO DE AZUFRE DURANTE LOS MESES DE 2015**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR.*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

En el mes de noviembre se registra la mayor concentración de $SO_2$ y en febrero la menor, sin embargo todos los valores tienen la misma tendencia sin existir diferencias relevantes entre los valores.

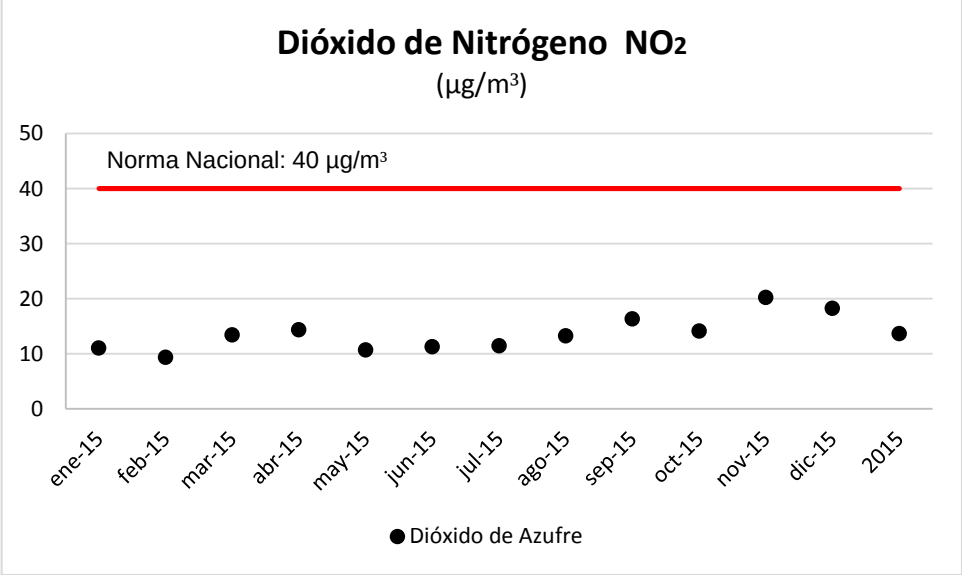



**ILUSTRACIÓN 7.25 DIÓXIDO DE NITRÓGENO DURANTE LOS MESES DE 2015**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR.*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

Finalmente en el caso del $O_3$ el mayor valor se registra en el mes de diciembre, todos los valores siguen un atendencia similar sin tener picos altos ni bajos, en todos los meses la concentración se encuentra por debajo de lo permitido por la normativa ambiental.

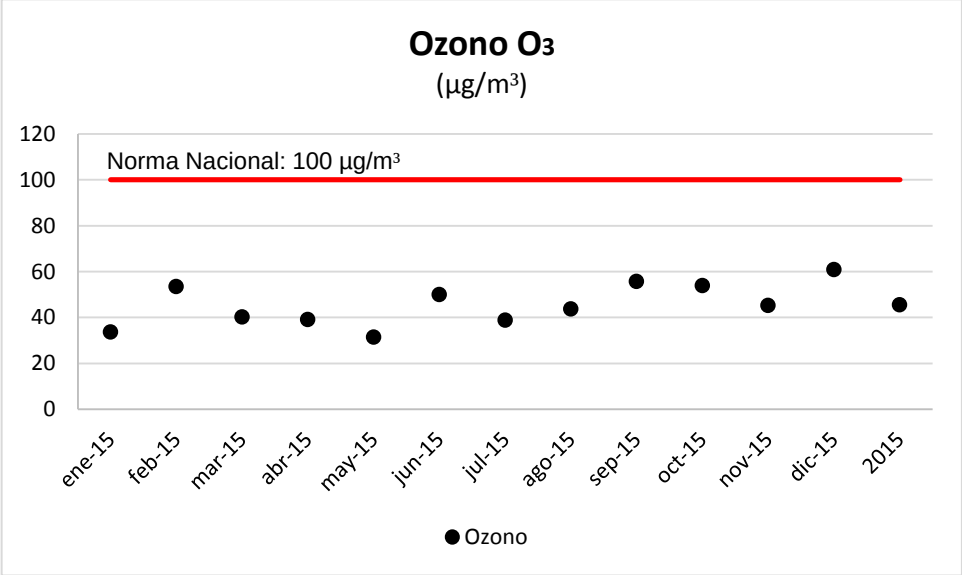



**ILUSTRACIÓN 7.26 OZONO DURANTE LOS MESES DE 2015**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR.*
*FUENTE: INFORME DE LA CALIDAD DE AIRE DE LA CIUDAD DE CUENCA, 2015*

### 7.2.4.2 Monitoreos de ruido

Para datos de ruido en el área del proyecto se tomó como referencia los monitoreos realizados por la Universidad del Azuay en el año 2015, el punto de monitoreo se ubicó en la autopista Cuenca- Azogues en las coordenada 732041,440 y 9684356,294 como se muestra en la siguiente ilustración.

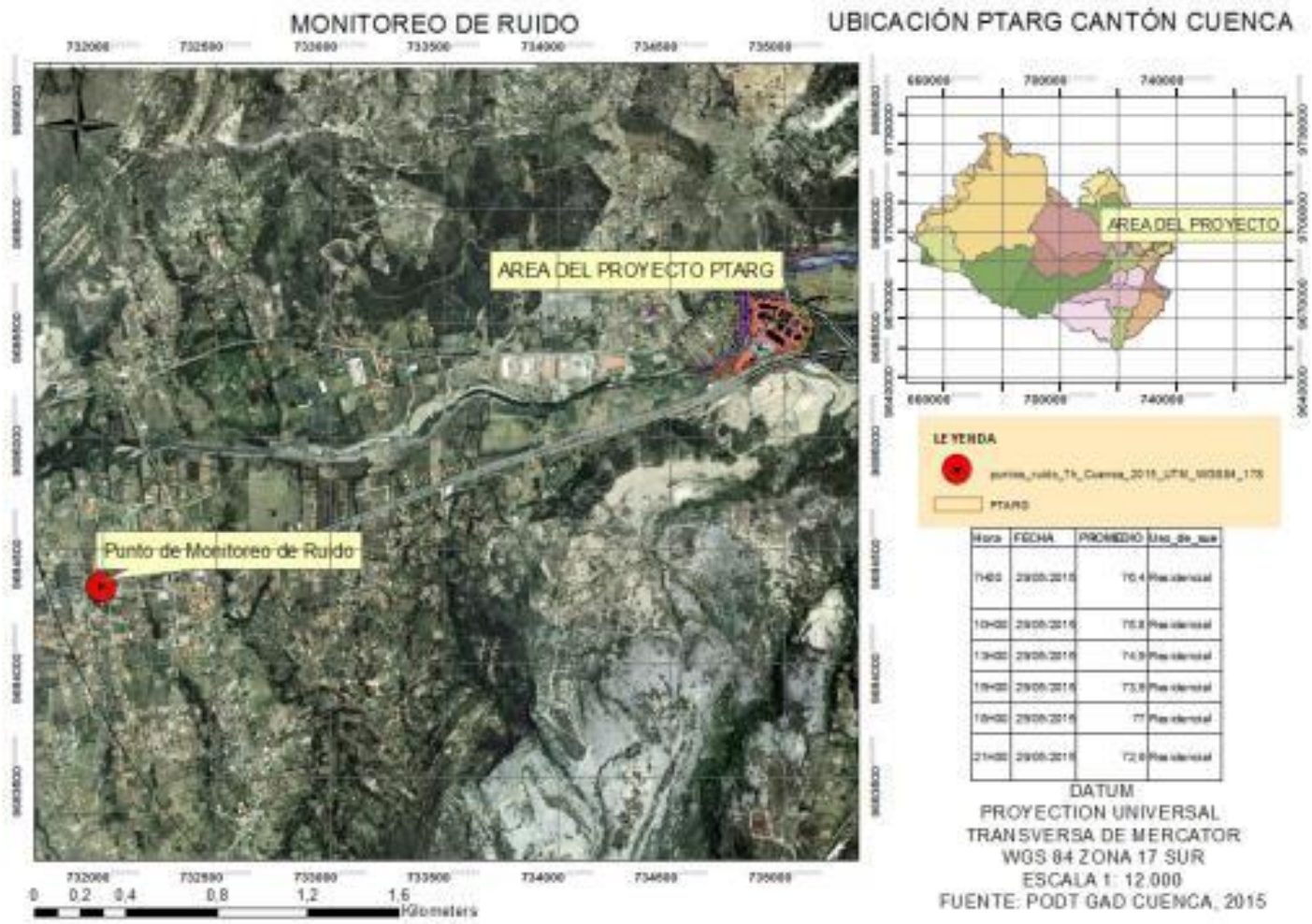



**ILUSTRACIÓN 7.27 UBICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN DE RUIDO**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR.*
*FUENTE: CGA, UNIVERSIDAD DEL AZUAY, 2015*

Los resultados de monitoreo de ruido muestran que todos los datos están superando el límite permitido por la legislación ambiental determinada para uso de suelo como residencial que es de 55 dB, todos los resultados están sobre los 70 dB, esto se debe a que la zona es de masivo tránsito vehicular

**TABLA 7.22 RESULTADOS DE MONITOREO DE RUIDO**

| Hora | Fecha | Promedio | Uso de suelo | Calle Principal | Calle Secundaria | Observación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7H00 | 29/05/2015 | 76,4 | Residencial | Autopista Cuenca Azogues | Triángulo (Challuabamba) | 1 Camión: se parqueo al inicio por un lapso de 3 minutos. Gente hablando. Fuerte Viento. |
| 10H00 | 29/05/2015 | 75,8 | Residencial | Autopista Cuenca Azogues | Triángulo (Challuabamba) | 3 camiones. Aceleración. |
| 13H00 | 29/05/2015 | 74,9 | Residencial | Autopista Cuenca Azogues | Triángulo (Challuabamba) | 6 camiones, 1 bus. Aceleración. |
| 15H00 | 29/05/2015 | 73,9 | Residencial | Autopista Cuenca Azogues | Triángulo (Challuabamba) | 3 camiones, 1 bus. Aceleración. |
| 18H00 | 29/05/2015 | 77 | Residencial | Autopista Cuenca Azogues | Triángulo (Challuabamba) | 1 ambulancia, 4 camiones, 1 bus. Aceleración. |
| 21H00 | 29/05/2015 | 72,9 | Residencial | Autopista Cuenca Azogues | Triángulo (Challuabamba) | 1 camión, 1 bus. Aceleración. Trafico disminuye. |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR.*
*FUENTE: CGA, UNIVERSIDAD DEL AZUAY, 2015*

### 7.2.5 ANÁLISIS DEL PAISAJE DE LA ZONA DE IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA

Para la descripción del paisaje se debe tener en cuenta que la percepción es de carácter multisensorial y subjetiva externa en un territorio. En la que interviene el sujeto observador y el objeto observado, por lo tanto se trata de una experiencia de carácter subjetivo que se aprecia a través de los diferentes sentidos. El análisis se realizó en base a recorridos de campo y a fotografías tomadas.

Para determinar los diferentes componentes del medio biofísico y su entorno se ha tomado algunos criterios establecidos por Gómez D. (2008) el cual describe los siguientes aspectos: estructura, textura, elementos naturales, elementos construidos, unidades de paisaje y contaminantes estéticos.

- **Estructura**

En el área de estudio se identifican varias unidades geomorfológicas que constituyen los elementos predominantes de la percepción visual por lo que la morfología está definida por diferentes tipos de unidades, en este caso para la zona de estudio existen: colinas medianas y colinas altas.

**FOTO 7.2: PREDIO EN LOS QUE SE LOCALIZARÁ LA PTARG**

**FOTO 7.3: ZONAS ALEDAÑAS AL PROYECTO**

- **Textura**

Este componente se determina por la disposición espacial, forma, densidad y tamaño de los elementos visibles en la superficie terrestre, que se percibe a través de sentidos como la vista (contrastes) y el tacto (grano). Los principales determinantes de texturas en el área de estudio son: vegetación dispersa, pastos y algunos cultivos. Además elementos antrópicos y actividades humanas con incidencia en la zona del proyecto: algunas viviendas, puente, vías de primer orden, en el área de influencia se identificó algunas industrias.

**FOTO 7.4: VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO**

**FOTO 7.5. VIVIENDAS CERCANAS AL SECTOR**

- **Elementos naturales**

Entre los elementos naturales destacan: árboles, arbustos, pastos, suelos descubiertos, un río y algunas aves.

**FOTO 7.6: SUELO DESCUBIERTO EN EL ÁREA DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO**

**FOTO 7.7. RIO CUENCA COLINDANTE AL ÁREA DEL PROYECTO**

- **Elementos construidos**

Las actividades antrópicas condicionan o modifican el paisaje natural siendo necesario identificar y caracterizar dichas intervenciones, en tal sentido se determinaron las siguientes formas de organización espacial en el medio físico en el sitio de estudio: vías de primer orden, viviendas dispersas en el área de influencia del proyecto.

**FOTO 7.8: VÍA COLINDANTES AL ÁREA DEL PROYECTO**

**FOTO 7.9. VIVIENDAS DISPERSAS CERCANAS AL PROYECTO**

- **Unidades homogéneas de la base paisajística**

La determinación de las unidades de paisaje se realizó a través del método de superposición de las unidades geomorfológicas y del uso de suelos que constituyen los elementos primarios básicos del paisaje.

En el sitio de estudio se identificaron unidades de paisaje que se citan a continuación:
U1. Cultivos
U2. Pastos
U3. Asentamientos humanos
U4. Vegetación leñosa.

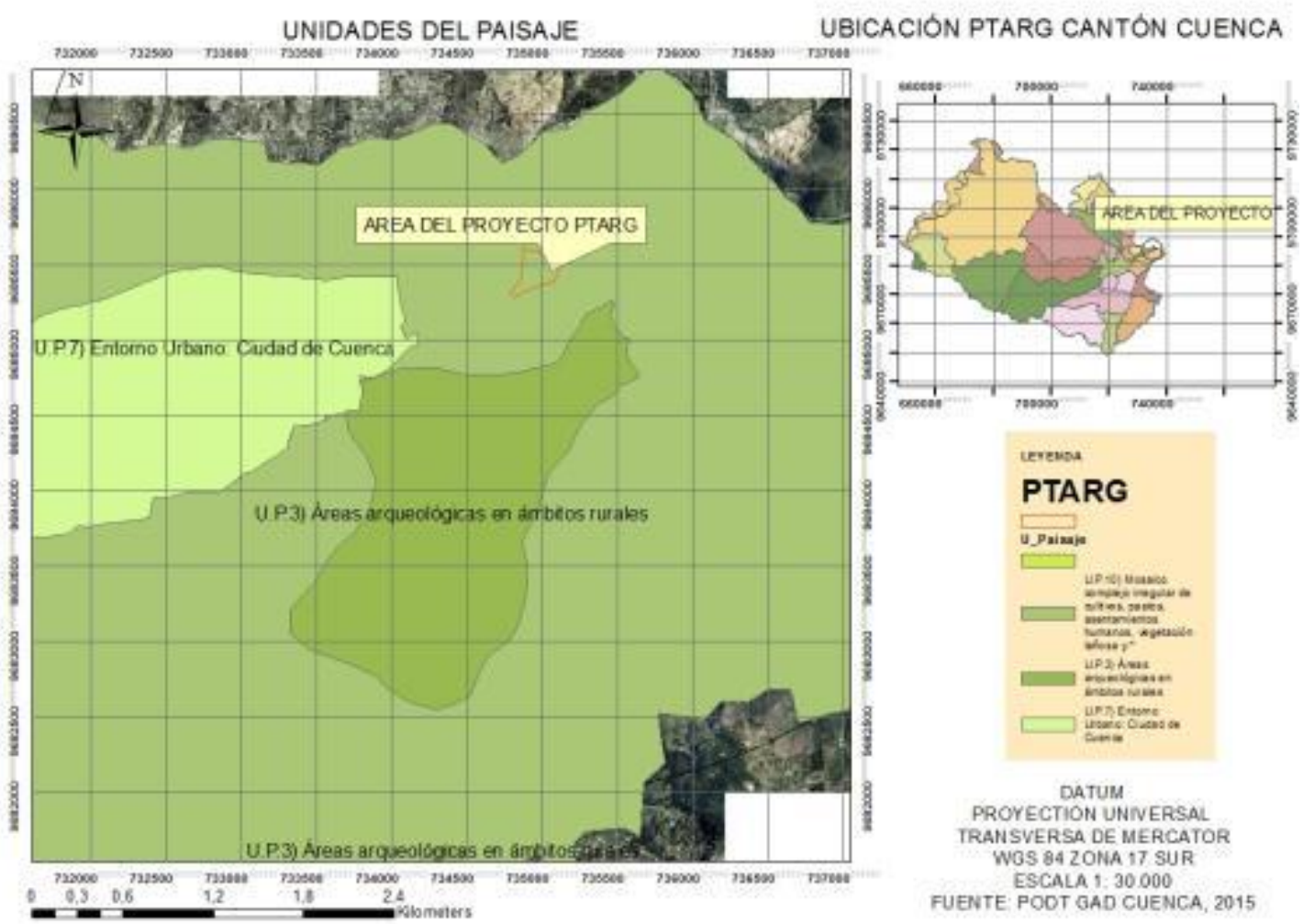



***ILUSTRACIÓN 7.28 UNIDADES HOMOGÉNEAS DEL PAISAJE***
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTÓN CUENCA, 2015*

**FOTO 7.10: ASENTAMIENTOS HUMANOS**

**FOTO 7.11. CULTIVOS**

- **Impactos visuales**

Los impactos visuales actúan sobre los recursos naturales: vegetación, agua, suelo y aire. La pérdida de vegetación en la zona de influencia da paso a la urbanización. La vegetación es un componente estético importante, sin embargo al ser eliminada puede influir en la calidad escénica natural. Las siguientes características determinan los impactos visuales en el sector.

- Desmontes, suelos erosionados.
- Color del agua.
- Escombros
- Vegetación destruida. Color de agua. Fábricas

**FOTO 7.12: SUELOS EROSIONADOS**

**FOTO 7.13. ESCOMBROS**

### 7.2.6 CONCLUSIONES DEL COMPONENTE FÍSICO

La zona de implantación del proyecto está en la parroquia Nulti sector de Guangarcucho, el sector es un área de expansión urbana que ya ha sido notablemente intervenida.

La zona de estudio se encuentra en la cuenca del río Santiago, subcuenca del río Upano microcuenca del río Cuenca. Los ríos que atraviesa la zona de estudio tenemos el río Cuenca, cuerpo hídrico que será el receptor de las aguas tratadas de la planta y las quebradas Minas y Guangarcucho.

De los monitoreos de calidad de agua físico-químicos del río Cuenca comparando con la normativa ambiental vigente, todos los parámetros cumplen con la norma, en cuanto a los índices de calidad de agua indican que en dos de las estaciones tiene un índice de calidad buena y en la estación antes del puente Guangarcucho presenta un índice de calidad media, pudiendo atribuirse a que las urbanizaciones asentadas a lo largo de su trayectoria descargan directa o indirectamente sus aguas residuales domésticas a este cuerpo receptor.

Del monitoreo de integridad ecológica del río Cuenca, las estaciones Cue-Cue-030 y Cue-Cue-050 (Río Cuenca aguas arriba del puente de Guangarcucho), desciende a la categoría (Aguas muy contaminadas), esta baja de categoría se atribuye al fuerte impacto producido por las minas de áridos que se localizan en estos tramos, modificando fuertemente las orillas y el lecho del río, afectando la presencia de algunos grupos de macro invertebrados.

El tipo de clima de la zona es el ecuatorial Mesotérmico, en el año 2015 se registró una precipitación anual de 583,9 mm con temperatura promedio de 15,48 ºC, la velocidad de viento promedio fue de 0,8 m/s con una dirección sur este. Porcentajes de humedad promedio de 78,71 % para el año 2015 y 82,34 % para el 2016, en cuanto a la evapotranspiración alcanzo un promedio de 402,9 mm.

La geología del lugar es apta para la construcción y buen terreno de cimentación, con pendientes relativamente planas ubicada en una terraza aluvial de Nivel 1.

El área se encuentra dentro del tipo de suelo vertisol, donde los principales usos son suelos desnudos, vegetación e infraestructura.

La topografía del lugar es irregular, con una plataforma alta aproximadamente en la cota 2.351 msnm, una elevación y un talud intermedio, y finalmente una zona baja.

En cuanto a calidad de aire se considera una calidad de aire buena, por su ubicación alejada de la urbe, con respecto al ruido en el punto monitoreado en todos los horarios supera la norma vigente, atribuyéndose al elevado tránsito vehicular de la zona.

Del análisis del paisaje se concluye que ha tenido una notable intervención, la vegetación nativa ha sido reemplazada casi en su totalidad identificándose una gran variedad de elementos construidos y suelos degradados.

## 7.3 COMPONENTE BIÓTICO

### 7.3.1 GENERALIDADES

Como parte del “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO Y CIERRE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE GUANGARCUCHO” los términos de referencia establecen que se realizará una línea base biótica. Es así que en este informe se describen y analizan los compontes biológicos levantados en campo, mediante evaluaciones ecológicas rápidas.

El muestreo para los diferentes grupos bióticos se distribuyó en el área de influencia directa del proyecto. En campo se levantó información de avifauna, mastofauna, herpetofauna, ictiología y flora. En general la zona de estudio presenta un estado semiurbano con

remanentes de vegetación nativa, con dominancia de árboles introducidos como eucalipto, acacia y pinos. La mastofauna y los anfibios han sido desplazados en su totalidad, mientras que las aves se han adaptado a las actividades urbanas, evidenciándose una considerable presencia de ellos.

### 7.3.2 ÁREA DE ESTUDIO BIOLÓGICO

El área de estudio para el componente biológico se determinó en base a los posibles riesgos que puede traer el proyecto sobre los organismos. Es así que se consideraron las acciones o actividades del proyecto y su afección sobre la flora y fauna. Además de los factores ambientales en riesgo que podría contener una biodiversidad importante en caso de recomendar su conservación. En el siguiente mapa se detalla la Zona de Influencia Directa (135,73 ha) determinada para el componente biológico.

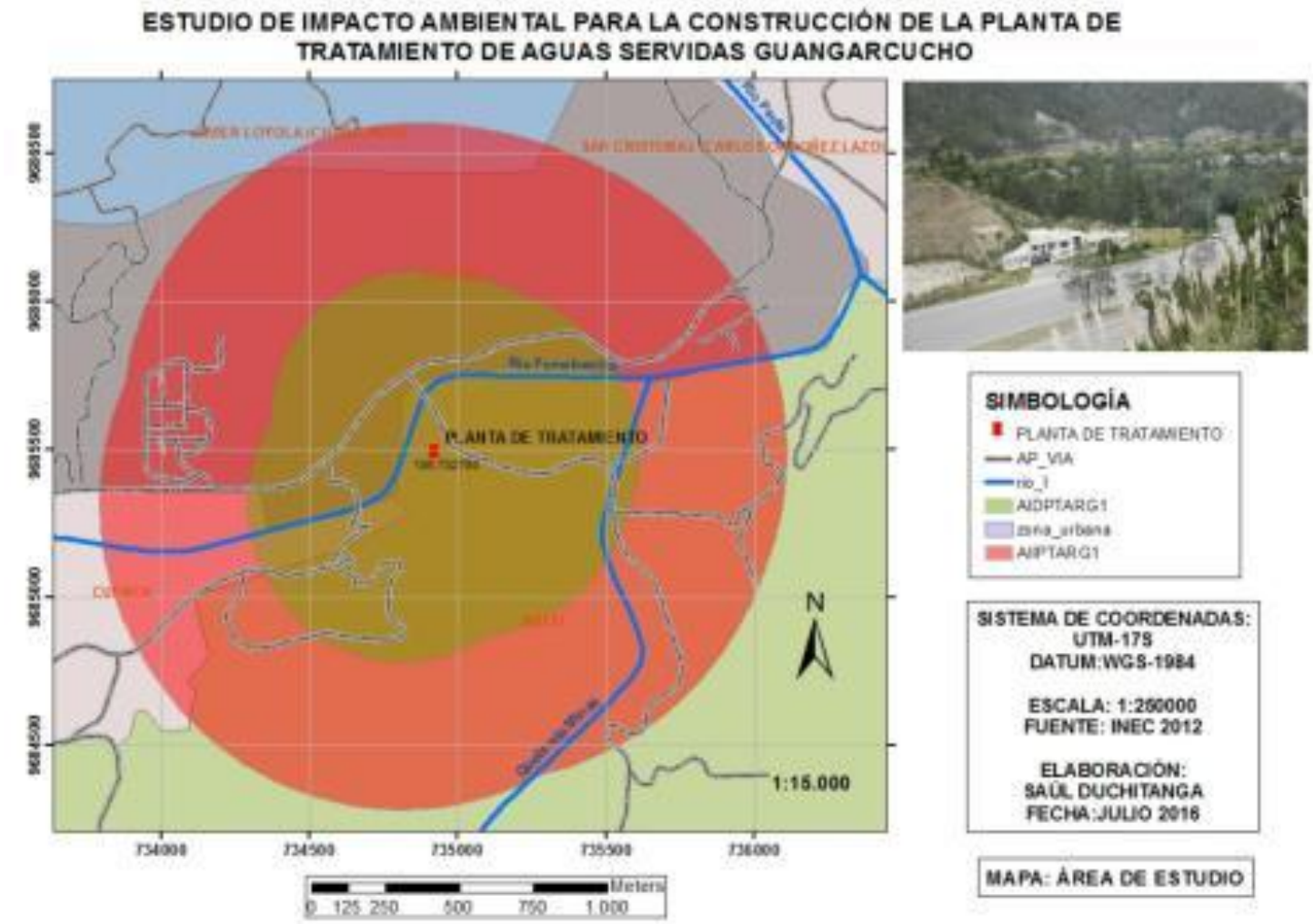



**ILUSTRACIÓN 7.29 ÁREA DE ESTUDIO BIOLÓGICO**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2012*

### 7.3.1 CARACTERÍSTICAS Y REPRESENTATIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS

#### 7.3.1.1 CLASIFICACIÓN DEL MAE

Conforme a la clasificación del Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental (2013), elaborado por el Ministerio del Ambiente, las áreas de influencia directa e indirecta se encuentran en un ecosistema de INTERVENCIÓN, lo que concuerda con las características encontradas en campo. Como se observa en el siguiente mapa.

**ILUSTRACIÓN 7.30 MAPA DE ECOSISTEMAS**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: MAE 2013.*

### 7.3.1.2 Zona de vida De HOLDRIDGE

Según Holdridge (1947 y 1967) el sitio de estudio se encuentra localizado en la zona de vida *Bosque Seco Monatano Bajo,* dentro de la cuenca del río Santiago, subcuenca del río Upano de acuerdo al SIN (2014). Si bien este ecosistema en su estado natural puede presentar importante diversidad de flora y fauna, en la zona esto ha sido reemplazado casi en su totalidad, ya sea por infraestructura o vegetación exótica. En el siguiente mapa se observa la distribución de este aspecto ecológico de acuerdo a MAGAP (2002).

**ILUSTRACIÓN 7.31 ZONA DE VIDA**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: MAGAP 2002.*

### 7.3.2 ÁREAS PROTEGIDAS

El sitio de estudio se encuentra fuera de las Áreas de Bosque de Vegetación Protectoras del Ecuador, y fuera del SNAP. El Bosque Protector más cercano se encuentra ubicado a más de 6200 metros de distancia, como se ve en el siguiente mapa.

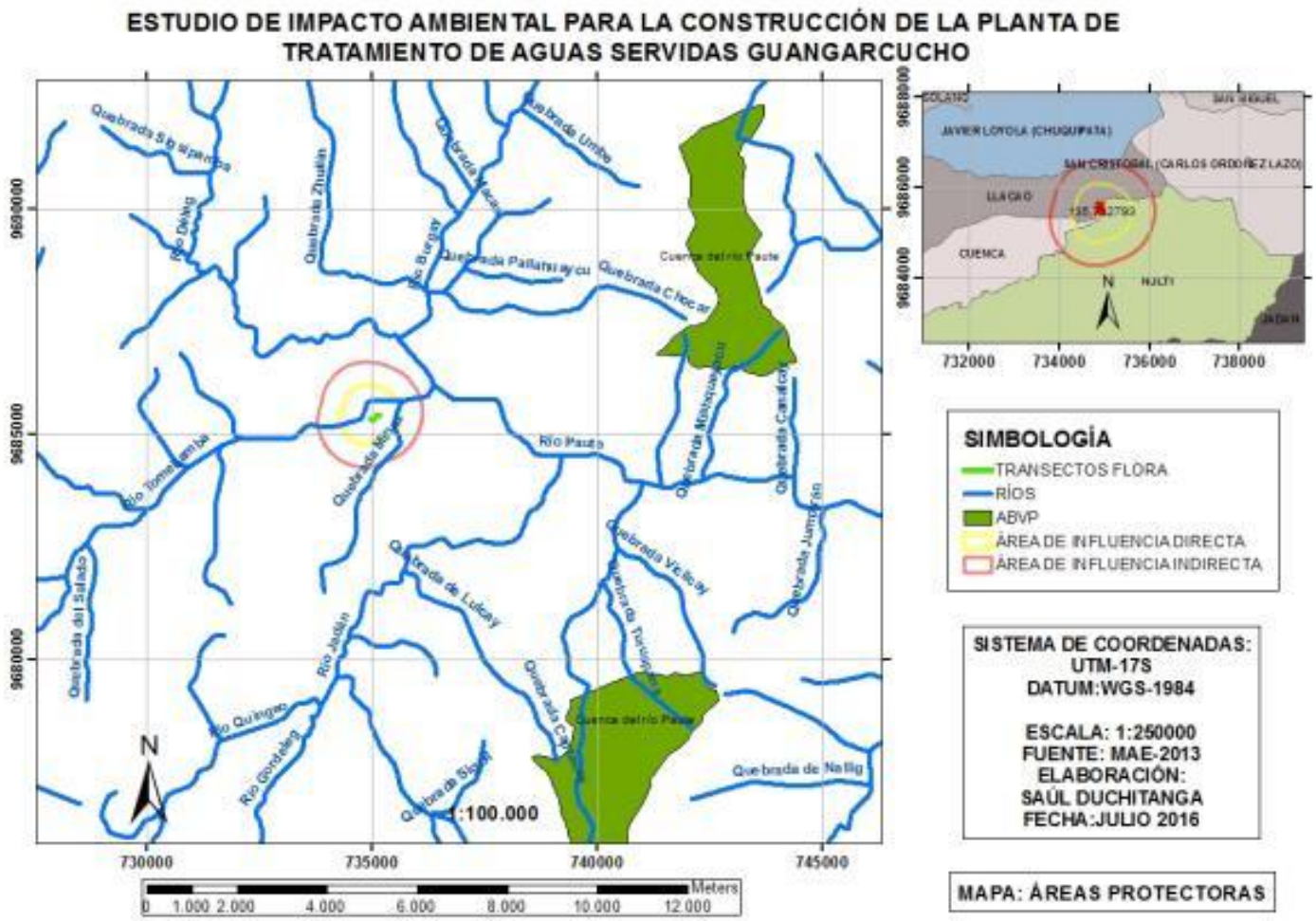



**ILUSTRACIÓN 7.32 ÁREA DE BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORA**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: MAE, 2013*

### 7.3.3 COMPONENTE FLORA

#### 7.3.3.1 Formaciones vegetales

De acuerdo a Sierra (1999) la formación vegetal característica del sitio es ***Matorral húmedo montano*****,** que es similar a la formación equivalente en el norte, pero menos húmeda y con una composición florística diferente (Harling 1979). Comprende a los valles relativamente húmedos entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m. que se encuentran en el callejón interandino. La vegetación original está, en su mayor parte, destruida y ha sido reemplazada por cultivos y por bosques de Eucalyptus globulus. Los remanentes de vegetación original se encuentran generalmente en pendientes pronunciadas, barrancos y otros sitios poco accesibles.

Los matorrales o los pequeños remanentes de bosques naturales pueden presentar una composición de especies distintas entre distintas localidades, dependiendo del grado de humedad y el tipo de suelo. En Azuay, *Oreopanax avicenniifolius* es frecuente. En el sitio de estudio, las especies nativas frecuentes son: *Pentacalia Arbutifolia, Cortaderia jubata* y *Tillandsia sp.* Mientras que las especies exóticas más comunes son: *Eucaliptus globulus, Salix humboldtiana y Acacia farnesiana.*

**Foto: 7. 14: Vegetación más común en el sitio**

Vegetación dominada por Eucalipto, común en la zona de estudio.

#### 7.3.3.2 Metodología flora

Para determinar la diversidad vegetal se realizaron 2 transectos de 50m X 10m (0,1 ha) dentro del área de influencia directa. Luego del análisis visual de la composición y estado del ecosistema se determinó que los parámetros útiles para el estudio son: composición florística, hábito, origen, cobertura, diversidad, abundancia y endemismo. Las muestras fueron identificadas en el lugar de muestreo, utilizando la naturaleza de los individuos y ciertas características fenológicas, datos que servirán para elaborar el inventario florístico. Algunas especies fueron identificadas *ex situ*, a partir de fotografías y datos morfológicos levantados en campo. Adicionalmente se realizó recorridos al azar en el área influencia indirecta, para identificar especies nuevas. En el siguiente mapa se describen los transectos y puntos de muestreo, tanto para flora y fauna que se describen más adelante.

**ILUSTRACIÓN 7.33 MAPA PARA PARA EL ESTUDIO DEL COMPONENTE BIÓTICO**
ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR
FUENTE: INEC, 2013

### 7.3.3.3 TRANSECTO 1 (Montaña)

- **COBERTURA VEGETAL**

La cobertura vegetal fue determinada en campo, tomando como indicador el hábito dominante en el transecto, y la presencia de suelo descubierto, la elección de este transecto ubicado en el montaña frente a las oficinas, fue debido a su buen estado y donde se podía observar especies nativas en buen estado. La dominancia de cobertura en T1 fue para árboles y arbustos con un 30% cada uno, los arboles representados por eucaliptos principalmente y los arbustos por sigsales, chilcos, lladanes, etc., y una importante presencia de suelos descubiertos.

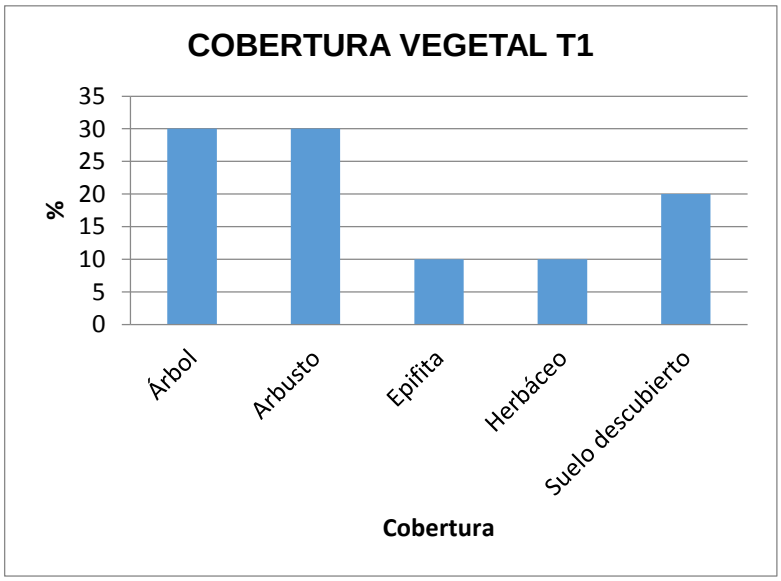



**ILUSTRACIÓN 7.34: COBERTURA VEGETAL EN T1**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **HÁBITO**

En T1 se ha registrado un total de 17 especies de plantas superiores. Para el análisis de la diversidad se ha evaluado la textura, apariencia y forma de las especies: del total de especies registradas el 65% corresponde a arbustos, el 23% son herbáceas y solo el 6% son arbustos. Como se observa en la siguiente ilustración.

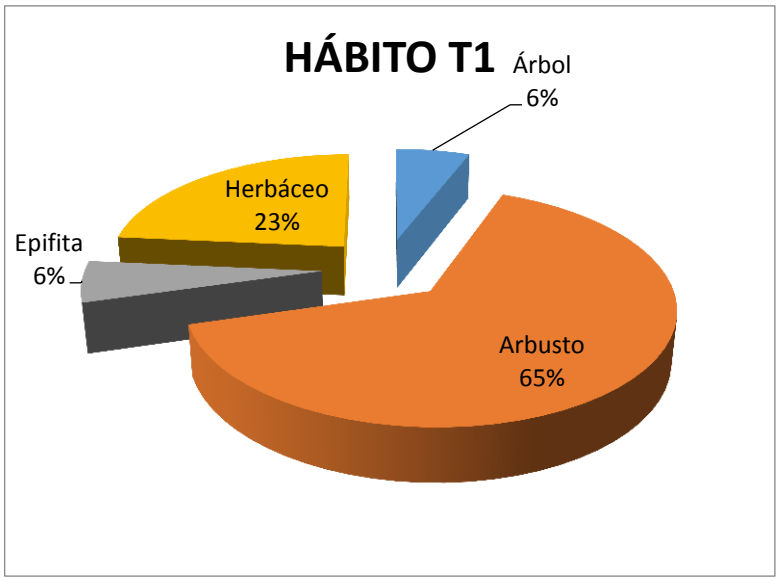



**ILUSTRACIÓN 7.35: HÁBITO DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS**

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA**

En cuanto a composición se registró un total de 15 familias. La familia Poaceae representa el 12% con especies de paja y sigsal; seguido por la familia Asteraceae con el 12% con individuos como: chilco y shirán, mientras que el restante solamente registró una especie cada una.

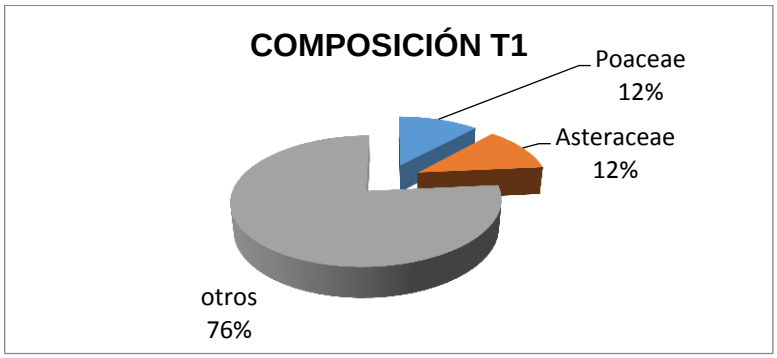



**ILUSTRACIÓN 7.36: DOMINANCIA DE FAMILIAS**

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA**

En el transecto de 500 m2 se registraron un total de 17 especies y 442 individuos. La especie con mayor número de individuos fueron: *Calamaglostis intermedia* con 120 individuos, seguido por *Ferreynanthus verbascifolius* igual con 36 individuos, y *Tillandsia sp* con 34 individuos. En la siguiente tabla se pueden observar la diversidad y abundancia para este transecto.

**TABLA 7.23 DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA PARA T1**

| DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA | | |
|---|---|---|
| 1 | *Agave americana* | 13 |
| 2 | *Baccharis latifolia* | 2 |

| DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA | | |
|---|---|---|
| 3 | *Bidens leucantha* | 5 |
| 4 | *Tillandsia sp.* | 34 |
| 5 | *Pentacalia arbutifolia* | 19 |
| 6 | *Spartium junceum* | 2 |
| 7 | *Eucalyptus globulus* | 23 |
| 8 | *Passiflora mollissima* | 8 |
| 9 | *Cortaderia sp.* | 40 |
| 10 | *Calamagrostis intermadia* | 120 |
| 11 | *Rubus sp.* | 1 |
| 12 | *Valeriana tormentosa* | 1 |
| 13 | *Lantana sp.* | 1 |
| 14 | *Ferreynanthus verbascifolium* | 36 |
| 15 | *s/i* | 120 |
| 16 | *s/i* | 16 |
| 17 | *si* | 1 |
| | | 442 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

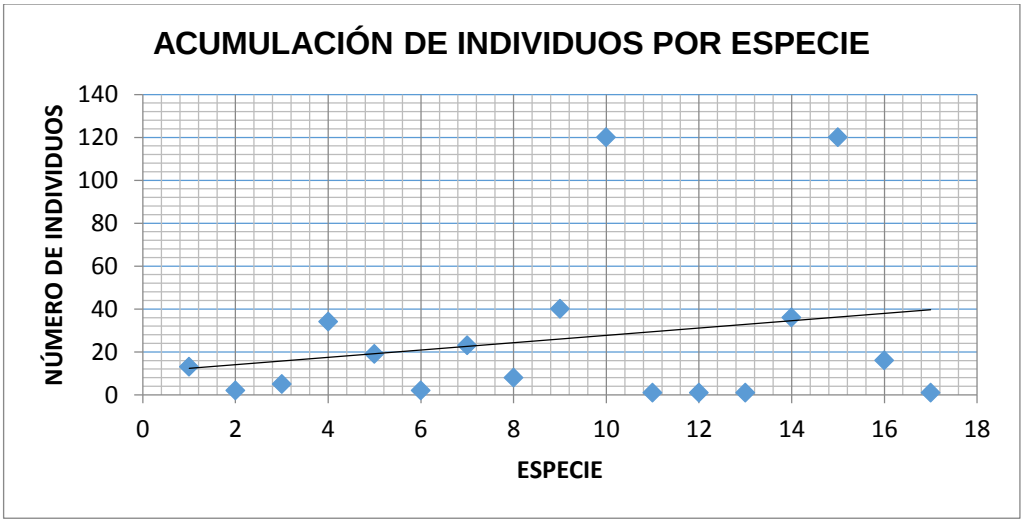



**ILUSTRACIÓN 7.37: ACUMULACIÓN DE ESPECIES**

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

**Foto: 7.15: Registros en T1**

| *Passiflora mollissima* | *Ferreynanthus verbascifolius* |
|---|---|
| | |
| *Tillandsia sp.* | *Calamagrostis intermadia* |

- **ORIGEN**

De las 17 especies encontradas el 88% corresponden a especies nativas, mientras que solamente el 12% corresponden a especies exóticas, siendo el penco y el eucalipto principalmente. En la siguiente ilustración se puede observar los resultados.

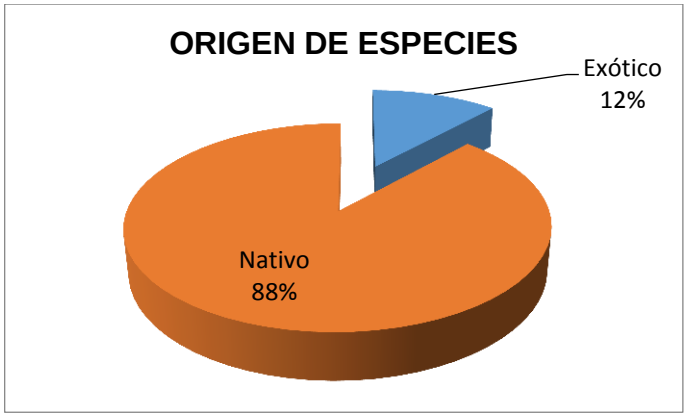



**ILUSTRACIÓN 7.38: ORIGEN DE ESPECIES VEGETALES DE T1**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ENDEMISMO**

No se han registrado especies endémicas o incluidas en la lista de especies amenazadas del UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Esto debido a la fuerte intervención antrópica, en donde casi toda la vegetación nativa ha sido retirada. Si bien existen arbustos propios de la zona, estos se encuentran muy aislados y dentro del bosque de eucaliptos.

- **INDICES DE DIVERSIDAD DE SIMSON**

Es también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que permiten medir la riqueza de organismos. Es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro y Anexo 1.

| ÍNDICE | VALOR |
|---|---|
| **D=Índice de Dominancia de Simpson** | 0,17540591 |
| **1-D=Índice de Diversidad de Simpson** | 0,82459409 |

En este sentido T1 presenta una dominancia baja (D=0,17), demostrando que la dominancia de una especies con respecto a las demás es muy baja. Por lo contrario 1-D indica que si bien la dominancia es baja, la diversidad es alta. En conclusión el sitio estudiado tiene una importante diversidad de plantas, con una dominancia baja.

- **ÍNDICE DE SHANNON WEAVER**

Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. La ventaja de un índice de este tipo, es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Para el sitio de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

| ÍNDICE | VALOR |
|---|---|
| **H'=** | -2,98226951 |

Según los datos obtenidos se puede concluir que el sitio de estudio presenta una diversidad normal de plantas, ya que esta entre dos y tres. Siendo un valor bueno para un ecosistema urbanizado, esto puede deberse a que la zona de muestreo es una zona restringida al público en general, a pesar de estar en zona urbana.

### 7.3.3.4 TRANSECTO 2 (bosque)

- **COBERTURA VEGETAL**

La cobertura vegetal fue determinada en campo, tomando como indicador el hábito dominante en el transecto, y la presencia de suelo descubierto, la elección de este transecto ubicado en el bosque de eucalipto a lado de la vía, fue debido a que se podía encontrar especies nuevas no registradas en T1. La dominancia de cobertura en T12 fue: herbáceas con un 39% (*Penisetum clandestinum, Senecio chionogeton, Arundo sp y Calamagrostis*

*intermedia*); seguido por árboles de eucalipto principalmente con un 28%; y arbustos 25%, casi no se registró suelos descubiertos.

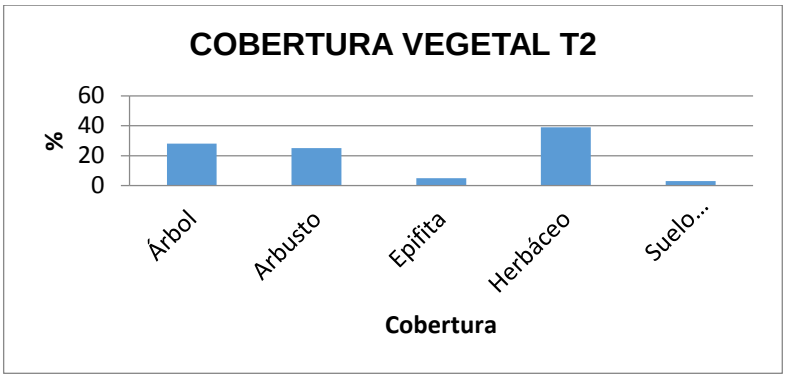



**ILUSTRACIÓN 7.39: COBERTURA VEGETAL EN T1**
*ELABORACIÓNY FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **HÁBITO**

En T2 se ha registrado un total de 16 especies de plantas superiores. Para el análisis de la diversidad se ha evaluado la textura, apariencia y forma de las especies: del total de especies registradas el 50% corresponde a arbustos, el 19% son herbáceas y el 25% son arbustos. Como se observa en la siguiente ilustración.

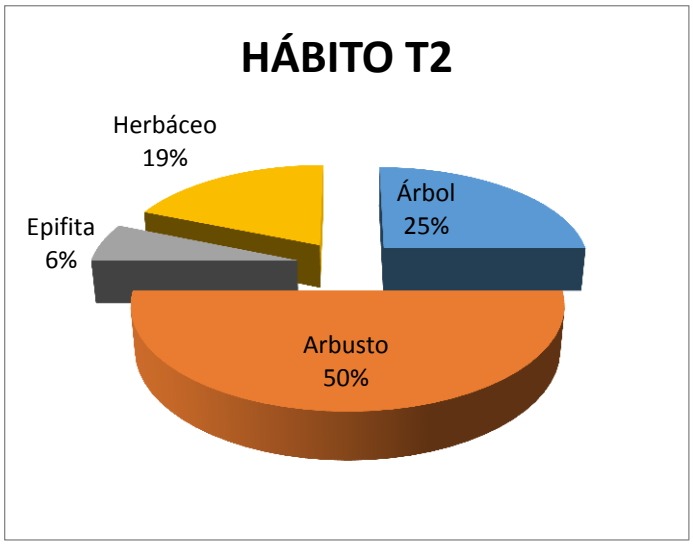



**ILUSTRACIÓN 7.40: HÁBITO DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA**

En cuanto a composición se registró un total de 11 familias. La familia Poaceae representa el 19% con especies de paja, carrizo y sigsal; seguido por la familia Asteraceae con el 19% con individuos como: chilco y senecio, las demás solo registraron una o dos especies para cada una.

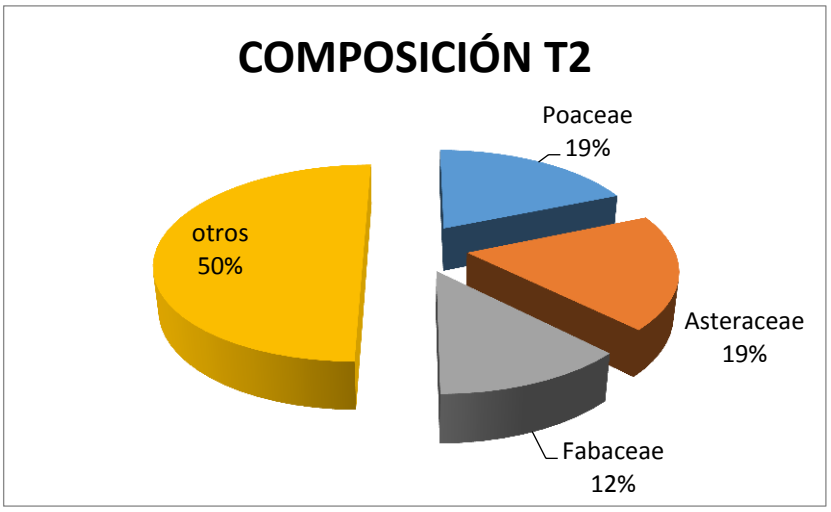



**ILUSTRACIÓN 7.41: DOMINANCIA DE FAMILIAS**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA**

En el transecto de 500 $m^2$ se registraron un total de 16 especies y 405 individuos. La especie con mayor número de individuos fueron: *Arundo sp* con 150 individuos, seguido por *Senecio chionogeton* con 110 individuos. En la siguiente tabla se pueden observar la diversidad y abundancia para este transecto.

**TABLA 7.24: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA PARA T2**

| *DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA* | | |
|---|---|---|
| *1* | *Baccharis latifolia* | 3 |
| *2* | *Taraxacum officinale* | 1 |
| *3* | *Senecio chionogeton* | 110 |
| *4* | *Tillandsia sp.* | 2 |
| *5* | *Pentacalia arbutifolia* | 2 |
| *6* | *Acacia farnesiana* | 1 |
| *7* | *Spartium junceum* | 5 |
| *8* | *Eucalyptus globulus* | 5 |
| *9* | *Cortaderia sp.* | 5 |
| *10* | *Calamagrostis intermedia* | 65 |
| *11* | *Arundo sp.* | 150 |
| *12* | *Rubus sp.* | 28 |
| *13* | *Ferreynanthus verbascifolium* | 8 |
| *14* | *Schinus molle* | 2 |
| *15* | *s/i* | 5 |
| *16* | *s/i* | 13 |
| | | 405 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

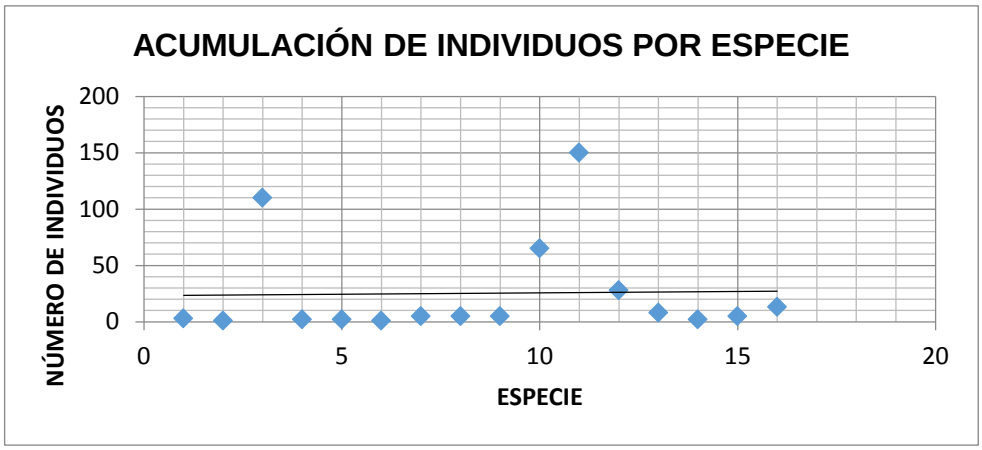



**ILUSTRACIÓN 7.42: ACUMULACIÓN DE ESPECIES**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

**FOTO: 7.16: REGISTROS EN T2**

| | |
|---|---|
| | |
| *Arundo sp.* | *Baccharis latifolia* |
| | |
| *Rubus sp.* | *Senecio chionogeton* |

- **ORIGEN**

De las 16 especies encontradas el 69% corresponden a especies nativas, mientras que solamente el 31% corresponden a especies exóticas, siendo el eucalipto principalmente. En la siguiente ilustración se puede observar los resultados.

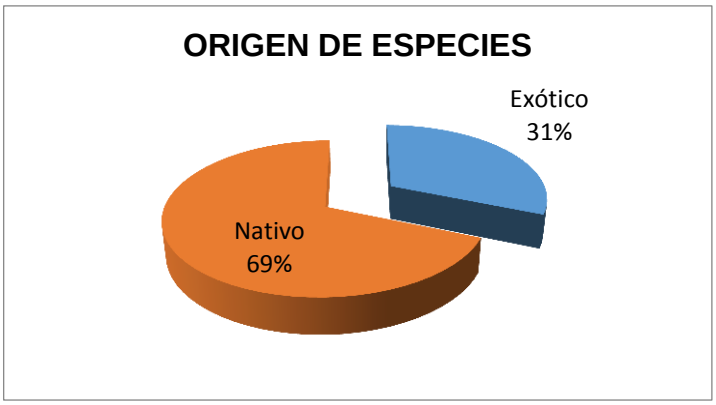



**ILUSTRACIÓN 7.43: ORIGEN DE ESPECIES VEGETALES DE T2**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ENDEMISMO**

De igual manera no se han registrado especies endémicas o incluidas en la lista de especies amenazadas del UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Esto debido a la fuerte intervención antrópica

- **INDICES DE DIVERSIDAD DE SIMPSON**

El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

| ÍNDICE | VALOR |
|---|---|
| **D=Índice de Dominancia de Simpson** | 0,24365188 |
| **1-D=Índice de Diversidad de Simpson** | 0,75634812 |

En este sentido T2 presenta una dominancia baja (D=0,24) aunque este número es mayor a T1, demostrando que la dominancia de una especies con respecto a las demás es baja. Así mismo 1-D indica que si bien la dominancia es baja, la diversidad es relativamente alta. En conclusión el sitio estudiado tiene una importante cantidad de especies, entre exóticas y nativas.

- **ÍNDICE DE SHANNON WEAVER**

La ventaja de un índice de este tipo, es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Para T2 se obtuvieron los siguientes resultados.

| ÍNDICE | VALOR |
|---|---|
| **H'=** | -2,52441666 |

Según los datos obtenidos se puede concluir que el sitio de estudio presenta una diversidad normal de plantas, ya que esta entre dos y tres. Siendo un valor bueno para un ecosistema urbanizado y con dominancia de árboles exóticos como el Eucalipto.

### 7.3.3.5 Especies importantes registradas FUERA DE LOS TRANSECTOS

Por su parte, del recorrido realizado por el AII, se pudo anotar la existencia de una variedad importante de árboles maderables, comestibles y herbáceos. Casi todas las especies son cultivadas para el consumo humano o como cercas vivas. En el Área de influencia Indirecta (AII) no se encontraron remanentes de vegetación nativa en buen estado, por lo que no fueron necesarios transectos para su estudio. También es necesario indicar que en el AII las especies vegetales no serán removidas para el establecimiento del proyecto, por lo que no sufrirán alteración alguna.

**TABLA 7.25: ESPECIES REGISTRADAS EN EL ÁREA REFERENCIAL**

| | Familia | Especie | Nombre Común | Hábito |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Adoxaceae | *Sambucus peruviana* | Sauco | Árbol |
| 2 | Agavaceae | *Yucca gloriosa* | Yuca | Arbusto |
| 3 | Amaranthaceae | *Amaranthus caudatus* | Ataco | Herbáceo |
| 4 | Araceae | *Zantedeschia aethiopica* | Cartucho | Herbáceo |
| 5 | Araliaceae | *Hedera americana* | Hiedra | Herbáceo |
| 6 | Asteraceae | *Baccharis latifolia* | Chilco | Arbusto |
| 7 | | *Taraxacum officinale* | Diente de León | Herbáceo |
| 8 | | *Bidens leucantha* | Shirán | Herbáceo |
| 9 | Betulaceae | *Alnus acuminata* | Aliso | Árbol |
| 10 | Bromeliaceae | *Tillandsia sp.* | Huicundo | Epifita |
| 11 | Coriariaceae | *Coriaria ruscifolia* | Piñan | Arbusto |
| 12 | Cupressaceae | *Cupressus macrocarpa* | Ciprés | Árbol |
| 13 | Euphorbiaceae | *Ricinos communis* | Higuerón | Arbusto |
| 14 | Fabaceae | *Acacia farnesiana* | Acacia | Árbol |
| 15 | | *Spartium junceum* | Retama | Arbusto |
| 16 | Geraniaceae | *Pelargogium zonale* | Geranio | Herbáceo |
| 17 | Leguminoseae | *Medicago sativa* | Alfalfa | Herbáceo |
| 18 | | *Trifolium repens* | Trébol | Herbáceo |
| 19 | Malváceas | *Hibiscus sp.* | Cucarda | Arbusto |
| 20 | Myricaceae | *Myrica parvifolia* | Laurel sacha | Arbusto |
| 21 | | *Eucalyptus globulus* | Eucalipto | Árbol |
| 22 | | *Callistemon sp.* | Cepillo | Árbol |
| 23 | Orquideaceae | *Epidendrum arachnoglossum* | Flor de cristo | Herbáceo |
| 24 | Pinaceae | *Pinus patula* | Pino | Árbol |
| 25 | Poaceae | *Penisetum clandestinum* | Kicuyo | Herbáceo |
| 26 | | *Zea mais* | Maíz | Herbáceo |
| 27 | | *Cortaderia sp.* | Sigsal | Arbusto |
| 28 | | *Calamagrostis intermadia* | Paja | Herbáceo |
| 29 | Polygonaceae | *Rumex sp.* | Vinagrera | Herbáceo |
| 30 | Rosaceae | *Rubuss sp.* | Mora | Arbusto |
| 31 | | *Eriobotrya japonica* | Níspero | Árbol |
| 32 | | *Rosa sp.* | Rosa | Arbusto |
| 33 | Salicaceae | *Salix humboldtiana* | Sauce | Árbol |
| 34 | Solanaceae | *Datura stramonium* | Floripondio | Herbáceo |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

**FOTO: 3.17: ESPECIES IMPORTANTES FUERA DE LOS TRANSECTOS DE ESTUDIO**

| | |
|---|---|
| | |
| *Ricinos communis* | *Epidendrum arachnoglossum* |
| | |
| *Coriaria ruscifolia* | *Eriobotrya japónica* |

### 7.3.4 COMPONENTE FAUNA

#### 7.3.4.1 Mamíferos

La mastofauna (mamíferos que viven en un determinado espacio geográfico) del sitio de estudio se determinó de acuerdo al piso zoogeográfico establecido por Albuja *et. al.* (1980), para la zona corresponde un *Piso Zoogeográfico Templado.* Que va desde los 2200 msnm hasta los 3000 msnm. Ha este piso pertenecen algunas especies amenazadas. Sin embargo en este estudio no se comprobó la existencia de ninguna.

Para la descripción de mamíferos se establecieron dos transectos de observación ubicados en sitios estratégicos por donde podrían transitar estos animales, para la búsqueda e identificación de huellas y otros rastros, cada una con una longitud de 1000 m de largo por 10 m de ancho. En los transectos se realizó recorridos diurnos y nocturnos (16h00 a 19h00 y de 06h00 a 08h00) durante tres días y con un esfuerzo total de 7 horas de muestreo. En cada transecto se anotó todo lo que se observó en 10 metros a cada lado.

A la metodología antes descrita se añadió también los resultados de entrevistas informales realizadas a dos personas que trabajan en el sitio (Sr. Luis Cajamarca y Sra. Gladis Pizarro). Se utilizó como material de ayuda, dibujos y fotografías de mamíferos, con la finalidad de que los informantes identifiquen los animales conocidos por ellos. El material de ayuda fue tomado de Tirira (2007). Los informantes no fueron escogidos al azar. Los criterios que se utilizaron para seleccionarlos según Tirira D. (1999) fueron:

• Personas adultas residentes en la zona de estudio.
• Campesinos con conocimientos de naturaleza.

- **DIVERSIDAD DE MAMÍFEROS**

Las especies descritas a continuación pueden o no estar presentes actualmente en el sitio, debido a importantes perturbaciones al ecosistema por actividades antrópicas como: presencia de personas, automóviles, vías, viviendas y animales domésticos. En total se obtuvieron 7 registros. Por medio de observación directa (vivos) se realizaron tres registros de dos especies: *Didelphis pernigra* y *Rattus sp*. Por medio entrevista se realizó tres registros de *Conepatus semistriatus, Didelphis pernigra* y *Sylvilagus brasiliensis.* Y un registro de individuo muerto *Mus musculos* (posiblemente muerto por un perro que vive en la zona según guardianes de las oficinas de ETAPA). Por medio de rastros no se recopiló información. En la siguiente ilustración se describen los registros para cada transecto.

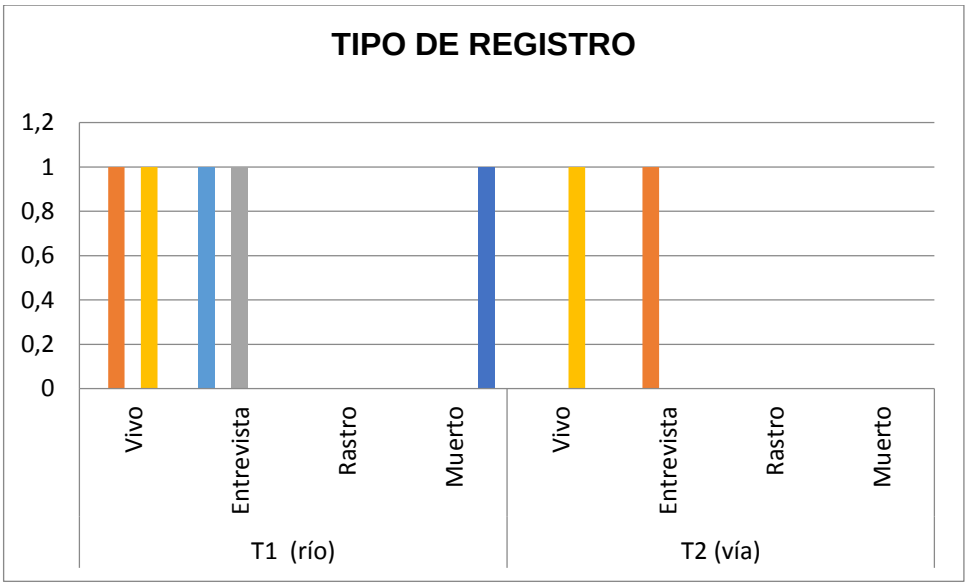



**ILUSTRACIÓN 7.44: CANTIDAD DE REGISTROS**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Es importante indicar que las ratas se observaron en los dos transectos, tanto en el río por la presencia de basura y en la vía cerca de los locales de venta informal de comida. Por su parte el zorro o Zarigüeya se observó debajo del puente, lugar con importante vegetación exótica. Sin embargo es muy probable que haya emigrado recientemente ya que durante el monitoreo se pudo observar que existió remoción de tierra y vegetación con maquinaria pesada. En lo que respecta al conejo y al añas, estas especies fueron observadas por los habitantes de la zona hace más de un año, por lo que posiblemente no estén presentes.

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ENDEMISMO**

Según la lista roja de mamíferos del Ecuador adaptado de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) no se ha registrado especies amenazadas. Ni tampoco especies dentro de la lista del Convenio Internacional de Tráfico de Especies

Silvestres (CITES). No se registraron especies endémicas. En la siguiente tabla se puede observar el detalle de los individuos registrados.

**TABLA 7.26: MAMÍFEROS REGISTRADOS**

| Familia | Nombre científico | Nombre Común | Distribución | Situación Actual-Lista Roja Ecuador |
|---|---|---|---|---|
| Mustelidae | *Conepatus semistriatus* | Añas | Desde México a Perú | De frecuente a poco común, LC Preocupación menor |
| Didelphidae | *Didelphis pernigra* | Zorro, Zarigüeya | Sudamérica | Común, No incluida |
| Leporidae | *Sylvilagus brasiliensis* | Conejo | Costa, Sierra, Amazonía y estribaciones de los Andes. 0 a 4800 metros de altitud. | Común, LC Preocupación menor |
| | *Rattus sp.* | Rata común | Todo el mundo | No incluido |
| Cricetidae | *Mus musculus* | Ratón común | Todo el mundo | No incluido |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

*Mus musculus*

### 7.3.4.2 Avifauna

Para determinar la avifauna del sitio de estudio se realizaron listas de unidades fijas con un esfuerzo de seis unidades de muestreo (Campbell 1982). El horario establecido para el muestreo fue de 08h00 a 10h00 y de 15 h00 a 18h00 por dos días, con un total de 10 horas de muestreo. El método consiste en generada la primera lista se procede a generar una nueva, prestando atención a especies previamente registradas. Para la observación y registro de aves se utilizó binoculares y cámara de fotos CANON /D con lente de 200mm. La identificación se realizó con la ayuda de la Guía de Aves de los Cuatro Ríos de Cuenca de Astudillo P. (2013) y Fieldbook of the Birds of Ecuador de McMullan y Navarrete (2013).

- **COMPOSICIÓN AVIFAUNA**

Se registraron 20 especies pertenecientes a 14 familias. Cabe mencionar que los registros fueron obtenidos por el método de observación directa, por lo que no se han registrado

especies de difícil observación. También se debe señalar que el tamaño y la composición en un lugar determinado varían con el tiempo, debido a una característica fundamental de la distribución espacial de las especies y por lo tanto los rangos de distribución no son estables a lo largo del tiempo. En la siguiente ilustración se presenta la diversidad de familias registradas, con una dominancia de la familia Trochilidae (colibrís).

**ILUSTRACIÓN 7.45: FAMILIAS DE AVES**

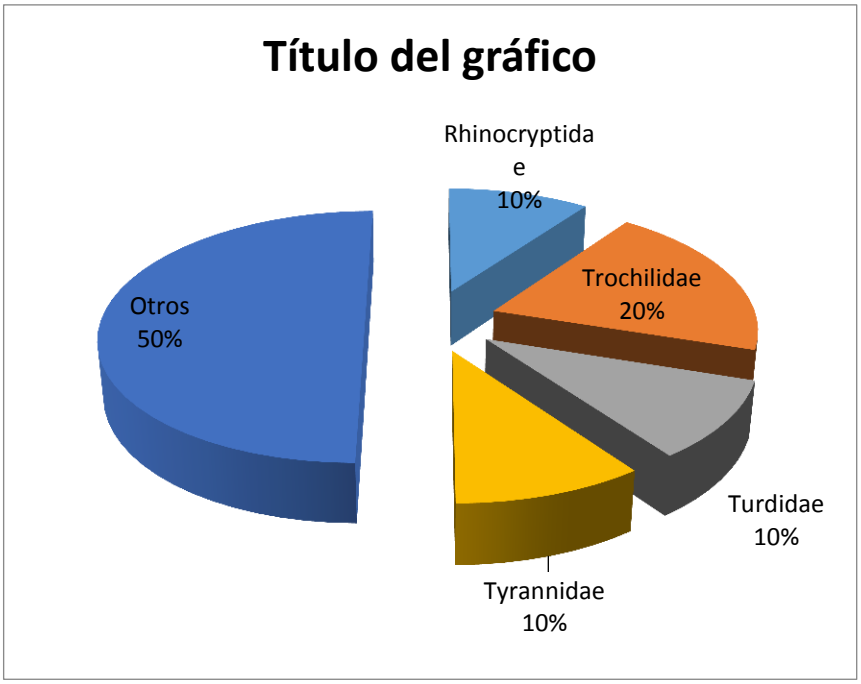



**ILUSTRACIÓN 7.46: FAMILIAS DE AVES**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA**

Del total de 20 especies registradas, los datos de abundancia relativa muestran que las especies *Zonotrichia capensis, Turdus chiguanco* y *Notiochelidon cyanoleuca,* presentan la mayor cantidad por unidades encontradas, con 16 o más registros cada una. La mayoría de especies estuvieron ubicadas sobre arbustos, cerca del rio y pocos en árboles de la zona. En la siguiente tabla se pueden observar la abundancia de las especies.

**TABLA 7.27: ABUNDANCIA RELATIVA DE AVES**

| | ESPECIE | CANTIDAD |
|---|---|---|
| 1 | *Geranoaetus polyosoma* | 1 |
| 2 | *Anas bahamensis* | 3 |
| 3 | *Pheucticus chrysogaster* | 3 |
| 4 | *Zenaida Auriculata* | 4 |
| 5 | *Zonotrichia capensis* | 28 |
| 6 | *Falco sparverius* | 2 |
| 7 | *Notiochelidon cyanoleuca* | 16 |
| 8 | *Sturnella bellicosa* | 1 |

| | ESPECIE | CANTIDAD |
|---|---|---|
| 9 | *Scytalopus latrans* | 2 |
| 10 | *Sayornis nigricans* | 5 |
| 11 | *Diglossa sittoides* | 6 |
| 12 | *Lesbia nuna* | 1 |
| 13 | *Patagona gigans* | 1 |
| 14 | *Colibri coruscans* | 8 |
| 15 | *Chaetocercus mulsant* | 1 |
| 16 | *Turdus fuscaster* | 15 |
| 17 | *Turdus chiguanco* | 23 |
| 18 | *Anairetes parulus* | 2 |
| 19 | *Camptostoma obsoletum* | 1 |
| 20 | *Tyto alba* | 1 |
| | | 124 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Es importante señalar que los puntos en donde se registraron mayor número de individuos fueron en el Punto 2 (Puente) y 6 (Río AII), con 32 y 23 individuos respectivamente. En el caso del puente cabe indicar que es una zona con importante vegetación arbustiva, a pesar de la presencia de animales domésticos y personas fue un lugar muy frecuentado sobre todo por colibrís. También pudo ser debido a la presencia de aves acuáticas, como se observa en la siguiente ilustración

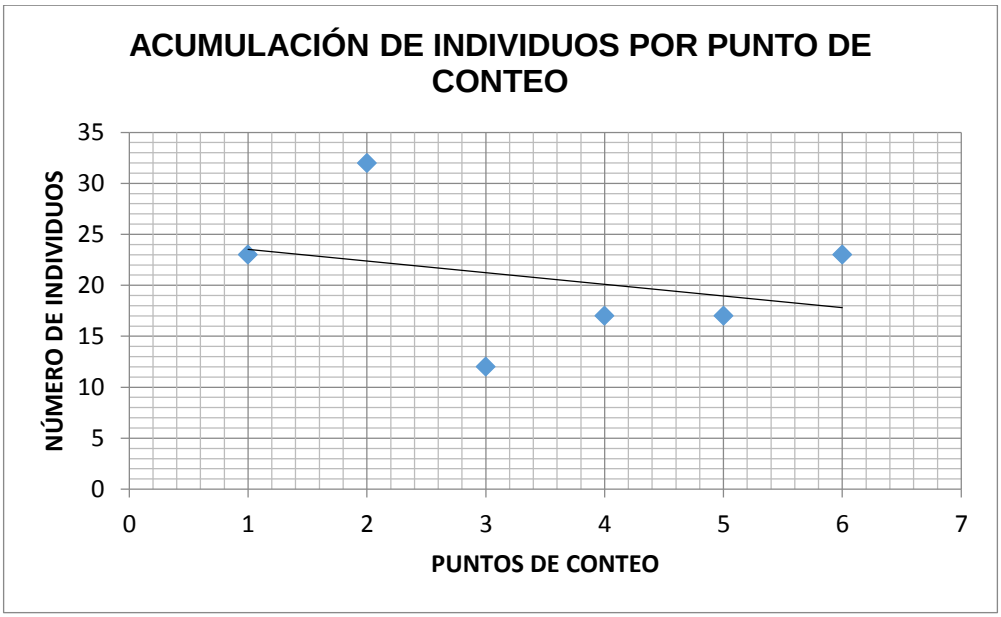



**ILUSTRACIÓN 7.47: ACUMULACIÓN DE ESPECIES.**

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **GREMIO TRÓFICO**

El principal gremio alimenticio es el Nectarívoro representado por los colibrís; seguido por el gremio de Omnívoros con familias como mirlos, tórtolas entre otras; y, en tercer lugar por algunas rapaces. Estas especies obedecen al tipo de ecosistema intervenido, con presencia de plantas ornamentales de las viviendas, disponibilidad de alimentos humanos y un cuerpo de agua importante. A pesar de ser una zona semiurbana intervenida existe un cierto equilibrio entre los diferentes gremios.

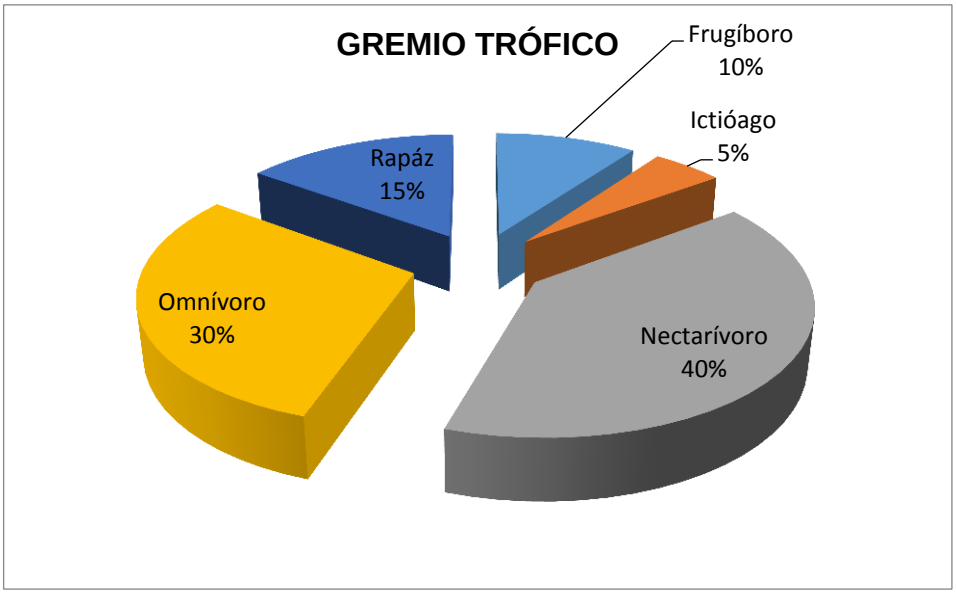



**ILUSTRACIÓN 7.48: GREMIOS**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

**FOTO: 7.18: AVES IMPORTANTES DEL SITIO DE ESTUDIO**

| | |
|---|---|
| | |
| *Falco sparveriu* | *Pheucticus chrysogaster* |

| | |
|---|---|
| | |
| *Colibri coruscans* | *Anas bahamensis* |
| | |
| *Turdus chiguanco* | *Zenaida Auriculata* |
| | |
| *Diglossa sittoides* | *Sayornis nigricans* |

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ENDEMISMO**

No se registraron especies endémicas, todas tienen una amplia distribución a lo largo del Ecuador y otros países. En cuanto al estado de conservación de las especies no se registró ningún individuo en, la lista roja del Ecuador, ni tampoco en CITES. Las especies son:

**TABLA 7.28: LISTA DE ESPECIES REGISTRADAS**

| Nº | Familia | Nombre en latín | Nombre común |
|---|---|---|---|
| 1 | Accipitridae | *Geranoaetus polyosoma* | Gavilán variable |
| 2 | Anatidae | *Anas bahamensis* | Anade cariblanco |
| 3 | Cardinalidae | *Pheucticus chrysogaster* | Piquigruezo amarillo sureño |
| 4 | Columbidae | *Zenaida Auriculata* | Tortola orejuda |
| 5 | Emberizidae | *Zonotrichia capensis* | Chingolo |

| Nº | Familia | Nombre en latín | Nombre común |
|---|---|---|---|
| 6 | Falconidae | *Falco sparverius* | Quililico, Cernícalo americano |
| 7 | Hirundinidae | *Notiochelidon cyanoleuca* | Golondrina azuliblanca |
| 8 | Icteridae | *Sturnella bellicosa* | Pastoreo peruano |
| 9 | Rhinocryptidae | *Scytalopus latrans* | Tapaculo negruzco |
| 10 | Rhinocryptidae | *Sayornis nigricans* | Febe guardarríos |
| 11 | Thraupidae | *Diglossa sittoides* | Pinchaflor pechicanelo |
| 12 | Trochilidae | *Lesbia nuna* | Colibrí colacintillo coliverde |
| 13 | Trochilidae | *Patagona gigans* | Colibrí gigante |
| 14 | Trochilidae | *Colibri coruscans* | Colibrí orejavioleta ventriazul |
| 15 | Trochilidae | *Chaetocercus mulsant* | Estrellita ventriblanca |
| 16 | Turdidae | *Turdus fuscaster* | Mirlo grande |
| 17 | Turdidae | *Turdus chiguanco* | Mirlo chiguanco |
| 18 | Tyrannidae | *Anairetes parulus* | Cachudito torito |
| 19 | Tyrannidae | *Camptostoma obsoletum* | Tiranolete silvador sureño |
| 20 | Tytonidae | *Tyto alba* | Lechuza |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **ÍNDICE DE SIMPSON**

A continuación se presenta la tabla de resultados de los cálculos realizados.

**TABLA 7.29: CÁLCULOS PARA EL ÍNDICE DE SIMPSON**

| ESPECIE | INDIVIDUOS | DIVERSIDAD RELATIVA (pi) | pi^2 |
|---|---|---|---|
| *Buteo polyosoma* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| *Anas bahamensis* | 3 | 0,024193548 | 0,000585328 |
| *Pheucticus chrysogaster* | 3 | 0,024193548 | 0,000585328 |
| *Zenaida Auriculata* | 4 | 0,032258065 | 0,001040583 |
| *Zonotrichia capensis* | 28 | 0,225806452 | 0,050988554 |
| *Falco sparverius* | 2 | 0,016129032 | 0,000260146 |
| *Notiochelidon cyanoleuca* | 16 | 0,129032258 | 0,016649324 |
| *Sturnella bellicosa* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| *Scytalopus latrans* | 2 | 0,016129032 | 0,000260146 |
| *Sayornis nigricans* | 5 | 0,040322581 | 0,001625911 |
| *Diglossa sittoides* | 6 | 0,048387097 | 0,002341311 |
| *Lesbia nuna* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| *Patagona gigans* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| *Colibri coruscans* | 8 | 0,064516129 | 0,004162331 |
| *Chaetocercus mulsant* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| *Turdus fuscaster* | 15 | 0,120967742 | 0,014633195 |
| *Turdus chiguanco* | 23 | 0,185483871 | 0,034404266 |
| *Anairetes parulus* | 2 | 0,016129032 | 0,000260146 |
| *Camptostoma obsoletum* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| *Tyto alba* | 1 | 0,008064516 | 6,50364E-05 |
| | 124 | D=Indice de Dominancia de Simpson | 0,128251821 |
| | | 1-D=Indice de Diversidad de Simpson | 0,871748179 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Se puede observar que D presenta un valor muy bajo, demostrando que la dominancia de una especies con respecto a las demás es muy baja. Por lo contrario 1-D indica que si bien

la dominancia es baja, la diversidad es alta, valor que casi llega a 1. En conclusión el sitio estudiado tiene importante diversidad de aves, con dominancia baja.

- **ÍNDICE DE SHANNON WEAVER**

Para el sitio de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

**TABLA 7.30: CÁLCULOS DEL ÍNDICE DE SHANNON**

| ESPECIE | CANTIDAD | ABUNDANCIA RELATIVA (PI) | H´ |
|---|---|---|---|
| *Buteo polyosoma* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| *Anas bahamensis* | 3 | 0,02419355 | -0,12990082 |
| *Pheucticus chrysogaster* | 3 | 0,02419355 | -0,12990082 |
| *Zenaida Auriculata* | 4 | 0,03225806 | -0,15981278 |
| *Zonotrichia capensis* | 28 | 0,22580645 | -0,48477064 |
| *Falco sparverius* | 2 | 0,01612903 | -0,09603542 |
| *Notiochelidon cyanoleuca* | 16 | 0,12903226 | -0,38118662 |
| *Sturnella bellicosa* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| *Scytalopus latrans* | 2 | 0,01612903 | -0,09603542 |
| *Sayornis nigricans* | 5 | 0,04032258 | -0,18678501 |
| *Diglossa sittoides* | 6 | 0,0483871 | -0,21141454 |
| *Lesbia nuna* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| *Patagona gigans* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| *Colibri coruscans* | 8 | 0,06451613 | -0,25510944 |
| *Chaetocercus mulsant* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| *Turdus fuscaster* | 15 | 0,12096774 | -0,36862569 |
| *Turdus chiguanco* | 23 | 0,18548387 | -0,45084347 |
| *Anairetes parulus* | 2 | 0,01612903 | -0,09603542 |
| *Camptostoma obsoletum* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| *Tyto alba* | 1 | 0,00806452 | -0,05608223 |
| | 124 | H'= | -3,4390317 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Según los datos obtenidos se puede concluir que el sitio de estudio presenta una diversidad alta de aves, ya que es superior a 3. Siendo un valor muy bueno para un ecosistema urbanizado, esto puede deberse a la disponibilidad de alimentos y la adaptación de las aves a la intervención antrópica.

### 7.3.4.3 Herpetofauna

La obtención de datos de herpetofauna se realizó en cuatro transectos, con una longitud de 20m por 5m metros cada una, dos en el AID y dos en el AII. El horario de muestreo fueron los siguientes: de 10h00 a 12h00 y de 19h00 a 21h00, por dos días, con un esfuerzo total de 8 horas de muestreo. Es importante mencionar que durante la investigación no se recolectaron individuos por parte del equipo consultor. Únicamente realizaron capturas fotográficas.

La metodología utilizada fue de búsqueda directa cubriendo toda el área. Adicionalmente se realizó búsquedas dirigidas en sitios frecuentados (charcos, arbustos y pasto). Para la

búsqueda de reptiles se utilizó los mismos transectos. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de campo de Anfibios del Ecuador (2008), y la página en internet de la PUCE- Anphibia Web Ecuador (2012). Adicionalmente se realizó entrevistas informales a los pobladores para esto se utilizó la guía de campo de Anfibios del Ecuador.

- **DIVERSIDAD DE HERPETOFAUNA**

Antes de presentar los resultados del estudio se debe mencionar que los anfibios y reptiles son de los mejores indicadores de la salud de todos los ecosistemas en los que viven, según Russell A. Mittermeier (2004), presidente de Conservación Internacional (CI).

Por observación directa se realizaron 8 registros de una sola especie (*Stenocercus festae)*, mientras que por medio de entrevistas se registraron 3 especímenes, que debido a las alteraciones dos de ellas (*Gastrotheca pseustes* y *Pholidobolus macbreida*) seguramente ya no están presentes en el sitio de estudio. En la siguiente tabla se puede observar otros datos sobre ellas.

**TABLA 7.31: ESPECIES REGISTRADAS**

| Familia | Nombre científico | Nombre Común | UICN |
|---|---|---|---|
| Amphignathodontidae | *Gastrotheca pseustes* | Rana marsupial | EN |
| Tropidurinae | *Stenocercus festae* | Lagartija común | No incluido |
| Gymnophtalmidae | *Pholidobolus macbreiday* | Cuilampalo | NT |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN**

Luego del análisis de las especies encontradas según la UICN una especie se encuentra en peligro de extinción, y una como casi amenazada. Sin embargo en el presente estudio no se observaron. De acuerdo a la entrevista realizada moradores del sector indican que la rana marsupial se lo vio por última vez hace un año en la época de invierno, y el cuilampalo de igual manera hace varios meses. Para corroborar la existencia de los mismos es necesario realizar monitoreos más extensos y en diferentes épocas del año. Ya que la época de muestreo fue seca.

**FOTO: 7.19: *STENOCERCUS FESTAE***

### 7.3.4.4 ICTIOFAUNA

De acuerdo a la Lista de Peces de Agua Dulce e Intermareales del Ecuador elaborado por Barriga R. (2012) el sitio de muestreo se encuentra ubicado en la Zona Ictiohidrográfica Andina (Fuera de las zonas de Barriga R.), que cubre toda la cordillera andina del Ecuador. Así mismo este autor señala que para esta zona solo se ha registrado una especie endémica *Grandulus quitoensis* y una introducida *Onchorynchus mykiss* o trucha arcoíris.

Para determinar la composición ictiológica se realizaron seis transectos de pesca dentro del río Cuenca. El horario de muestreo fue a partir de las 07h00 hasta las 11h00 am, para el trabajo se contó con la ayuda de tres personas con muchos años de experiencia en pesca (Cesar Villavicencio con más de 20 años de experiencia en pesca con anzuelo, Jesica Tello y Cristian Orellana con más de 5 años de experiencia de pesca con red), dando un total de 12 horas de esfuerzo en el muestreo. Para la captura de peces se utilizó una red de 2m por 3m, y una caña de pescar con mosca. Los individuos capturados fueron devueltos al río luego de ser debidamente registrados (tamaño, fotografía, etc.). Además se hizo una caracterización del estado de la ribera.

**FOTO: 7.20: MUESTREO DE PECES EN EL RIO CUENCA**

- **ECOSISTEMA DE RIBERA**

Es importante señalar que el día en que se realizó el muestreo de peses el río se encontraba de un color café oscuro. Cosa que no se vio los días anteriores, esto podría ser debido a la fabricas de cerámica ubicadas aguas arriba. Sin embargo esto debe ser un trabajo que ETAPA y la CGA deberían regular y controlar para que no se contamine el río.

Por otro lado el ecosistema ribereño del sitio se encuentra dominado por especímenes arbóreos como: *Salix humboldtiana* y *Eucaliptus globulus*. Además existe basura acumulada en las riveras. Con respecto al suelo, está cubierto con rocas de formación volcánica de todos los tamaños, se evidencia también depósitos de lodo y arena combinados. Como ya se mencionó el agua presenta una coloración café oscura. En general el estado de la ribera es regular. Como se ve en las siguientes fotografías.

**Foto 7.21:** Estado de la rivera de la zona de captación

- **DIVERSIDAD**

En todos los sitios de muestreo se capturaron 15 individuos, 13 por medio de red y 2 con anzuelo, luego de su registro todas fueron devueltas al río. La única especie encontrada es la trucha arcoíris como se presenta a continuación.

| Familia | Nombre científico | Nombre Común |
|---|---|---|
| Salmonidae | *Onchocynchus mykiss* | Trucha arcoiris |

**FOTO: 7.22: ESPÉCIMEN ENCONTRADO EN LOS MUESTREOS**

*Onchocynchus mykiss*

Equipo de trabajo

- **ESTADO DEL SITIO**

Si bien el rio se encuentra en un estado contaminado por varios factores como: pasar por una ciudad, existe una planta de tratamiento de aguas residuales aguas arriba, existen fábricas y tal vez hogares que descargan sus efluentes al rio directamente, se registró una importante cantidad de truchas arcoíris a pesar que no es invierno, demostrando que la especie está habitando constantemente en el rio, y más importante en esta zona muy contaminada.

Esto quiere decir que si bien el agua presenta muchas características de que no se puede dar la vida allí, sucede lo contrario ya que la trucha arcoíris requiere de que el agua tenga ciertas condiciones naturales para poder vivir, esto de acuerdo a su hábitat normal que son aguas del páramo. Sumado a esto la presencia de *Anas bahamensis,* que es el pato cari blanco, especie rara en la ciudad y de difícil observación estuvo presente el mismo día del muestreo de peces, demostrando con ello que el rio puede contener más vida de la que aparentemente parece.

#### 7.3.4.5 Entomología

Con respecto a insectos, no se pudo realizar la caracterización en el sitio, ya que las obras para la construcción de la planta han comenzado. En este sentido no se registró insectos presentes debido a movimiento de escombros y maquinaria pesada presente.

**FOTO: 7.23: SITUACIÓN ACTUAL DEL PREDIO**

### 7.3.5 INTEGRIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO CUENCA (SECTOR PUENTE DE GUANGARCUCHO. CUE-CUE-050)

El río Cuenca se forma luego de la confluencia de los ríos Tomebamba y Machángara, con una longitud de 12 kilómetros y una pendiente del 0.97%. A pesar de la disminución de la pendiente frente a sus ríos confluentes, posee aun características de un río de montaña con una gran capacidad de oxigenación y un lecho compuesto de bloques, piedras, cantos y zonas de meandros con grava y arena.
Al inicio del río Cuenca, en la margen izquierda, convergen las aguas residuales de todos los interceptores y empieza el emisario final que trabaja a presión hasta llegar a la planta de tratamiento. El río Cuenca no tiene interceptores marginales en sus orillas, las urbanizaciones asentadas a lo largo de su trayectoria descargan directa o indirectamente sus aguas residuales domésticas a este cuerpo receptor.

El efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba (PTAR) descarga las aguas tratadas en el río Cuenca a 3.5 Km de distancia del punto de muestreo. La PTAR consiste en dos módulos independientes compuestos por lagunas de estabilización (aeradas, facultativas y maduración), que entraron en funcionamiento a finales de 1999.

Para determinar la calidad ecológica del río se recurrió al "Estudio de la Integridad Ecológica de los Ríos Urbanos del Cantón Cuenca" realizado por la Subgerencia de Gestión Ambiental de ETAPA-EP (2015).

La valoración de la Integridad Ecológica, estudia al cuerpo de agua a través de su hidromorfología (características del río: lecho, sustrato, vegetación de ribera, etc.) y el estado de comunidades biológicas que lo habitan (macroinvertebrados, peces, algas, etc.); (Acosta, et al.2009), (Encalada, 2011), (Acosta, et al.2014).

### 7.3.5.1 Metodología

En este estudio se utilizó la metodología propuesta por (Acosta et al, 2009), publicada en el "Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (C.E.R.A) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú"; calibrada y se encuentra en el "Protocolo de Evaluación de la Integridad Ecológica de los Ríos de la Región Austral Del Ecuador" (Acosta et al., 2014) y para interpretar los resultados se utiliza la matriz colorimétrica de la metodología propuesta por (Encalada, 2011).

**ILUSTRACIÓN 7.49: MATRIZ COLORIMÉTRICA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA.**

*FUENTE: SUBGERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ETAPA-EP*

Para determinar la Integridad Ecológica previamente se debe realizar cinco mediciones y análisis:

- Calidad de Hábitat Fluvial (IHF)
- Calidad de la Vegetación de Rivera (QBR)
- Calidad Fisicoquímica de Agua en Campo
- Medidas de parámetros in situ con equipos, y
- Macroinvertebrados Bentónicos.

Para este estudio se utilizaron los datos obtenidos de la Estación de Monitoreo CUE-CUE-050, que se encuentra ubicada en el puente de Guangarcucho como se observa en el siguiente mapa.

**ILUSTRACIÓN 7.50 ESTACIÓN DE MONITOREO**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: SUBGERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL DE ETAPA-EP*

- **RESULTADOS**

**Calidad Hidromorfológica.**
La calidad del agua en el punto de muestreo es mala, directamente influenciada por tramos urbanos característicos rodeados de vías, casas, infraestructuras rígidas como enrocados, puentes, desechos sólidos poco abundantes
Con un valor de 17 (mala) para la estación CUE-CUE-050, las modificaciones del urbanismo descontrolado cambian drásticamente las riberas de los ríos urbanos afectan a la calidad del agua, procesos ecológicos y a los organismos que lo habitan.

**Calidad Biológica**
La salud biológica del río Cuenca en la estación Cue-Cue-020 (Río Cuenca en el puente de Ucubamba), según el índice BMWP/Col, se ubica dentro de la categoría (Aguas contaminadas); por los efectos los ríos Tomebamba y Machángara, sin embargo también aumenta considerablemente el caudal (25,66 m3/s), por lo que los efectos de dilución hacen que la carga orgánica no aumente considerablemente y las comunidades biológicas tolerantes puedan desarrollarse.

La estaciones Cue-Cue-030 en (Río Cuenca antes de la junta con el Sidcay) y Cue-Cue-050 (Río Cuenca antes del puente de Guangarcucho), desciende a la categoría (Aguas muy contaminadas), pudiéndose observar que las condiciones físico químicas y de caudal son similares a la estación Cue-Cue-020, por lo tanto esta baja de categoría se atribuye al fuerte impacto producido por las minas de áridos que se localizan en estos tramos, modificando fuertemente las orillas y el lecho del río, afectando la presencia de algunos grupos de macroinvertebrados.

**Integridad Ecológica**

La estación CUE-CUE-050 presenta una integridad ecológica Mala, ya que está asociada a descargas residuales domesticas puntuales y a una fuerte alteración de la hidromorfología (orillas fuertemente alteradas, lo que limita aún más la presencia de macroinvertebrados sensibles, disminuye la presencia de grupos medianamente sensibles y aumenta la presencia de familias tolerantes a los impactos negativos.

### 7.3.6 ÁREAS SENSIBLES

Si bien el sitio de estudio se encuentra deteriorado por las diferentes actividades antrópicas y la ampliación urbanística, pueden existir factores que aceleren el proceso de degradación del ecosistema como: eliminación total de las especies nativas, construcción o ampliación de vías e infraestructura relacionada con la actividad comercial y urbana.

Estas actividades contribuyen a la alteración y el desequilibrio de los ecosistemas naturales, lo que se traduce en los siguientes problemas: depredación de la cobertura vegetal natural protectora; incremento de la producción de sedimentos, arrastre y sedimentación; ocurrencia de fenómenos torrenciales; disminución de la calidad del medio ambiente, paisajismo y otros valores naturales.

Sin embargo en el AID y el AII no existen áreas naturales en buen estado, ya que la mayor parte de la vegetación es plantada y se consideran ecosistemas semiurbanos designados para infraestructura principalmente.

### 7.3.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL COMPONENTE BIÓTICO

La vegetación nativa del sitio de estudio ha sido remplazada casi en su totalidad, únicamente existen algunos árboles y arbustos combinados con pastos. No existen parches o remanentes de vegetación nativa no intervenida o en buen estado. Únicamente existen arboles aislados por las vías. Durante la investigación se registró pocas especies de plantas, esto debido a que se trata de una zona forestada con especies nativas y con remociones de tierra antiguos para construcciones de vías en general. No se han registrado especies endémicas o amenazadas.

En cuanto a mamíferos, la ausencia de especies de mastofauna en la zona podría deberse a importantes alteraciones de su hábitat como: presencia de zonas urbanas muy cercanas al sitio de estudio, presencia de personas, animales domésticos y ruido generado por vehículos que circulan por la zona. Con respecto a las aves, los índices de diversidad indican que existe un importante número de especies, para una zona intervenida esto es importante, sin embargo la mayoría son especies adaptadas a zonas urbanizadas o semiurbanizadas. No existe diferencias importantes en los puntos muestreados y su distribución tiende a ser uniforme.

En cuanto a reptiles, su ausencia indica que la zona está contaminada, lógicamente por las condiciones de ser una zona ganadera y con agua contaminada, la zona no presenta las condiciones para que este tipo de organismos puedan vivir en el lugar.

En lo que respecta a peces, la especie registrada indica que el rio puede contener vida a pesar de su estado, y que si se regula mejor su calidad podría mejorar y ser una zona apta para la vida de varias especies de la ciudad. Finalmente el agua del río Cuenca que el sitio de estudio presenta un estado ecológico malo, debido principalmente a descargas industriales clandestinas y residuales puntuales, actividades de lavado de ropa, comida y modificación en su hidromorfología.

Es importante señalar que toda la zona del río y sus riveras, por donde se implante el proyecto debe ser conservada y restaurada en su totalidad, ya que es la zona en donde se registró el mayor número de especies, además se deberían conservar los chaparros intervenidos que existen en la zona, reforestándolos con especies de flora nativas (retama, chilca, sigsal, Huicundo, lladan, lengua de vaca, paja, y árboles de aliso, acacia, quishuar y gañal), se debería eliminar los eucaliptos, y hacer de esta una zona restaurada que sirva para la conservación y recuperación de las especies de flora y fauna de la zona, como complemento se puede realizar educación ambiental. La estabilización de los taludes con terraceo, y siembra a tres boleo, mediante un sistema agroforestal será fundamental para la recuperación de suelos. Se deberá sembrar también plantas de frutas nativas (mora, capulí, piñan, taxo, mote muro), flores de orquídeas, cartuchos, floripondio, sauco, etc., para que aumente la presencia de colibrís he insectos. Esto se podrá realizar en un espacio destinado para que la biodiversidad se conserve, preferiblemente junto al río.

## 7.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

El estudio de diagnóstico socio-cultural, en el marco del EIA, del PMA y de mitigación de impactos causados por la construcción, operación, cierre y abandono de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Guangarcucho, es un proceso que consiste en recoger y sistematizar datos e información pertinente con el propósito de preparar y programar un conjunto de actividades, decisiones dirigidas al logro de los objetivos, para lo cual se implementan estrategias y proyectos concertados con la participación ciudadana.

El ¨Buen Vivir es un principio constitucional que recoge una visión del mundo centrada en el ser humano, como parte de un entorno natural y social¨, el estudio de diagnóstico del sistema socio cultural, se basa en este tipo de desarrollo, con la característica visión holística del desarrollo humano, en donde la vida es una unidad y totalidad.

En este contexto, la equidad e igualdad en todos los ámbitos de la vida, es una condición necesaria e indispensable para un desarrollo social, sostenible y democrático que garantice la igualdad de oportunidades de género, que tanto las mujeres como los hombres gozarán de las mejoras económicas y sociales alcanzadas en la sociedad. La eliminación de las desigualdades entre el hombre y la mujer constituye al mismo tiempo causa y efecto del crecimiento. Así también la igualdad, social, territorial, generacional, la cual debe significar, disminución de brechas, potenciar oportunidades y ´buscar la igualdad reconociendo las diferencias y especificidades. Otra perspectiva que recoge este análisis y estudio de diagnóstico, es el de la Inclusión, fundamentada en el reconocimiento de las diversidades e identidades, territoriales, sexuales, de género, culturales, que fortalezcan el sentido de pertenencia. En este contexto es menester fortalecer la participación y organización ciudadana, desde la construcción y consolidación de espacios públicos de diálogo y concertación ciudadana.

### 7.4.1 PERFIL DEMOGRÁFICO

La demografía es el estudio estadístico de las poblaciones humanas en el estado actual, su distribución en un momento determinado, considerando su evolución histórica. El instrumento utilizado en el estudio del desarrollo local sustentable, es la planificación del ordenamiento territorial, pues aplica estrategias que operativizan objetivos de desarrollo económico, social y ambiental lo cual mantiene el equilibrio entre la población y su entorno natural, dinamiza actividades de servicios, producción, e interacción social.

- **Composición de la población**

Se definió un área de estudio que podría verse afectada por el desarrollo del proyecto, según el Censo de Población y de Vivienda realizado en noviembre del 2010 la zona poseía, una población de 451 habitantes, de los cuales 236 son hombres y constituyen el 52,32 % del total, mientras 215 son mujeres, representan el 47,68 % del total. La zona de estudio identificada cuenta con una superficie total de 346 ha.

La siguiente tabla, indica que el grupo de mayor importancia es el que se encuentra comprendido entre 10 a 14 años y el de entre 5 a 9 años, cuyos porcentajes son de 11,8/% y

de 11,3% respectivamente. En general los grupos comprendidos entre 0 a 29 años son los de mayor importancia en donde son los hombres los que predominan en número, sin embargo no es muy significativa la diferencia entre el número de hombres y de mujeres.

Los grupos de edad numéricamente de menor importancia son los de los adultos mayores de entre 70 años y más, que son apenas el 2,7% del total de la población del área de estudio. De lo cual se puede inferir una alta mortalidad, sin embargo el bajo número de habitantes puede ser debido a la alta emigración hacia los polos de desarrollo, sin descartar una fuerte mortalidad.

**TABLA 7.32 ZONA DE ESTUDIO, POBLACIÓN DEL AÑO 2010**

| Rangos de Edad | Hombre | Mujer | Total |
|---|---|---|---|
| 0-4 | 18 | 22 | **40** |
| 5-9 | 29 | 22 | **51** |
| 10-14 | 34 | 19 | **53** |
| 15-19 | 24 | 24 | **48** |
| 20-24 | 21 | 21 | **42** |
| 25-29 | 23 | 18 | **41** |
| 30-34 | 14 | 15 | **29** |
| 35-39 | 9 | 17 | **26** |
| 40-44 | 16 | 11 | **27** |
| 45-49 | 13 | 7 | **20** |
| 50-54 | 9 | 11 | **20** |
| 55-59 | 9 | 9 | **18** |
| 60-64 | 8 | 7 | **15** |
| 65-69 | 3 | 6 | **9** |
| 70-74 | 2 | 1 | **3** |
| 75-79 | 2 | 2 | **4** |
| 80-84 | 1 | 2 | **3** |
| 85-89 | 0 | 0 | **0** |
| 90 - 94 | 0 | 1 | **1** |
| 95 y mas | 1 | 0 | **1** |
| **Total** | **236** | **215** | **451** |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010*

### 7.4.2 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La principal Rama de Actividad de los habitantes, de la zona es la construcción, que alcanza el 23%, seguido del comercio con el 12,8% y la industria manufacturera con el 12,2% del total de la actividad; mientras que las otras actividades están con porcentajes por debajo del 10% de la población de esta área.

Cabe destacar que en el área la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca es insipiente así como la actividad de transporte que apenas registra operadores.

**TABLA 7.33: RAMA DE ACTIVIDAD, AÑO 2010**

| Rama de actividad (Primer nivel) | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Hombre | 2. Mujer | Total | % |
| 1. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca | 14 | 5 | 19 | 9,7 |
| 2. Explotación de minas y canteras | 10 | 1 | 11 | 5,6 |
| 3. Industrias manufactureras | 15 | 9 | 24 | 12,2 |

| Rama de actividad (Primer nivel) | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Hombre | 2. Mujer | Total | % |
| 5. Distribución de agua, alcantarillado y gestión de deshechos | 1 | 1 | 2 | 1,0 |
| 6. Construcción | 44 | 1 | 45 | 23,0 |
| 7. Comercio al por mayor y menor | 14 | 11 | 25 | 12,8 |
| 8. Transporte y almacenamiento | 5 | 1 | 6 | 3,1 |
| 9. Actividades de alojamiento y servicio de comidas | 6 | 5 | 11 | 5,6 |
| 10. Información y comunicación | 1 | - | 1 | 0,5 |
| 11. Actividades financieras y de seguros | - | 1 | 1 | 0,5 |
| 13. Actividades profesionales, científicas y técnicas | 3 | 1 | 4 | 2,0 |
| 14. Actividades de servicios administrativos y de apoyo | 9 | 4 | 13 | 6,6 |
| 15. Administración pública y defensa | 4 | 2 | 6 | 3,1 |
| 16. Enseñanza | 1 | 2 | 3 | 1,5 |
| 17. Actividades de la atención de la salud humana | 1 | 1 | 2 | 1,0 |
| 18. Artes, entretenimiento y recreación | 1 | - | 1 | 0,5 |
| 19. Otras actividades de servicios | - | 1 | 1 | 0,5 |
| 20. Actividades de los hogares como empleadores | - | 7 | 7 | 3,6 |
| 22. no declarado | 3 | 6 | 9 | 4,6 |
| 23. Trabajador nuevo | 4 | 1 | 5 | 2,6 |
| **Total** | 136 | 60 | 196 | 100,0 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

### 7.4.3 GRUPO DE OCUPACIÓN

La distribución de los principales grupos de ocupación en la zona de la PTARG recae en Oficiales, operarios y artesanos con el 28,6%, este es el empleo mayoritario que oferta la fuerza de trabajo del área, seguido de Trabajadores de los servicios y vendedores que tiene un carácter de no propietarios de medios de trabajo; a una mayor distancia se encuentran personal de ocupaciones elementales con el 10,7%. Mientras que el grupo de menor frecuencia que ingresa al mercado laboral es el grupo de Directores y gerentes, con el 2%.

**TABLA 7.34: GRUPO DE OCUPACIÓN, AÑO 2010**

| Grupo de ocupación (Primer Nivel) | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Hombre | 2. Mujer | Total | % |
| 1. Directores y gerentes | 4 | - | 4 | 2,0 |
| 2. Profesionales científicos e intelectuales | 4 | 6 | 10 | 5,1 |
| 3. Técnicos y profesionales del nivel medio | 3 | - | 3 | 1,5 |
| 4. Personal de apoyo administrativo | 8 | 2 | 10 | 5,1 |
| 5. Trabajadores de los servicios y vendedores | 21 | 19 | 40 | 20,4 |
| 6. Agricultores y trabajadores calificados | 12 | 6 | 18 | 9,2 |
| 7. Oficiales, operarios y artesanos | 47 | 9 | 56 | 28,6 |
| 8. Operadores de instalaciones y maquinaria | 19 | 1 | 20 | 10,2 |
| 9. Ocupaciones elementales | 11 | 10 | 21 | 10,7 |
| 11. no declarado | 3 | 6 | 9 | 4,6 |
| 12. Trabajador nuevo | 4 | 1 | 5 | 2,6 |
| **Total** | 136 | 60 | 196 | 100,0 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

### 7.4.4 CATEGORÍA DE OCUPACIÓN

La categoría de ocupación, es la relación de dependencia en la que una persona ejerce su trabajo, se realiza el análisis de acuerdo a la población que labora por cuenta propia que son

quienes “desarrollan su actividad utilizando para ello solo su trabajo personal, es decir no depende de un patrón ni hace uso de personal asalariado aunque puede estar auxiliado por trabajadores no remunerados. Se incluye los socios de cooperativas de producción o de sociedades de personas que no emplean asalariados.

La Población Económicamente Activa que labora por cuenta propia representa el 16,3% de la PEA que se encuentra en la zona de la PTARG, los cuales se emplean en comercio al por mayor y menor, a actividades de servicio, entre otras.

Es importante señalar que el mayor porcentaje corresponde a los empleados u obreros privados, ya que la población se emplea en la construcción, como jornaleros, por lo cual el trabajo que realizan quienes laboran por cuenta propia representa un bajo porcentaje, ya que no existe organización que les aglutine para el fomento de estas actividades.

**TABLA 7.35 CATEGORÍA DE OCUPACIÓN DE LA POBLACIÓN, AÑO 2010**

| Categoría de ocupación | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Hombre | 2. Mujer | **Total** | **%** |
| 1. Empleado u obrero del Estado, Municipio o Consejo Provincial | 7 | 2 | 9 | 4,6 |
| 2. Empleado u obrero privado | 51 | 19 | 70 | 35,7 |
| 3. Jornalero o peón | 50 | 6 | 56 | 28,6 |
| 4. Patrono | 5 | 1 | 6 | 3,1 |
| 5. Socio | 3 | - | 3 | 1,5 |
| 6. Cuenta propia | 15 | 17 | 32 | 16,3 |
| 7. Trabajador no remunerado | - | 2 | 2 | 1,0 |
| 8. Empleado domestico | - | 7 | 7 | 3,6 |
| 9. no declarado | 1 | 5 | 6 | 3,1 |
| 10. Trabajador nuevo | 4 | 1 | 5 | 2,6 |
| **Total** | 136 | 60 | 196 | 100,0 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010*

### 7.4.5 EDUCACIÓN

El nivel de instrucción de una persona es el grado más elevado de estudios realizados o en curso, sin tener en cuenta si se han terminado o están provisional o definitivamente incompletos. El número mayor de población del área de estudio, es el que accedió a un nivel de instrucción primario, a un nivel secundario, básico y superior, seguramente porque es el grupo más significativo de la población total, pues es el 61%, que se encuentra en edad de estudiar. Por lo tanto hay acceso al estudio en el sector; sin embargo el nivel de instrucción ninguno del 5,4% de la población tiene que ser tomado en cuenta para liberar del analfabetismo el área; los otros niveles de menor incidencia como el de postgrados registra el 1%.

**TABLA 7.36: NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA POBLACIÓN, AÑO 2010**

| Nivel de instrucción al que asiste o asistió | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Hombre | 2. Mujer | **Total** | **%** |
| 1. Ninguno | 8 | 14 | 22 | 5,4 |
| 4. Primario | 109 | 87 | 196 | 47,7 |
| 5. Secundario | 37 | 44 | 81 | 19,7 |
| 6. Educación Básica | 27 | 17 | 44 | 10,7 |
| 7. Educación Media | 7 | 8 | 15 | 3,6 |
| 8. Ciclo Postbachillerato | 2 | - | 2 | 0,5 |

| Nivel de instrucción al que asiste o asistió | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9. Superior | 24 | 20 | 44 | 10,7 |
| 10. Postgrado | 2 | 2 | 4 | 1,0 |
| 99. Se ignora | 2 | 1 | 3 | 0,7 |
| **Total** | 218 | 193 | 411 | 100,0 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

Además de acuerdo al censo realizado por el INEC el 92% índico que si sabe leer escribir y el 8% restante no saben leer y escribir.

**TABLA 7.37 CONDICIONES DE ALFABETISMO**

| Sabe leer y escribir | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1. Hombre | 2. Mujer | **Total** | % |
| 1. Si | 205 | 173 | 378 | 92 |
| 2. No | 13 | 20 | 33 | 8 |
| **Total** | 218 | 193 | 411 | 100 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

### 7.4.6 VIVIENDA

En cuanto al tipo de vivienda en el sector predominan las de tipo casa y villas con el 90,5%, seguidas por el 7,8% las de tipo media agua, y el 1,7% de otro tipo particular. Los materiales predominantes del techo de las viviendas es el asbesto con el 61,21%, el 20,69% representan las cubiertas con teja y el 15,52% las hechas con zinc.

**TABLA 7.38 TIPO Y MATERIALES DE LA VIVIENDA**

| Tipo de vivienda | Material del techo o cubierta | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hormigón (losa, cemento) | Asbesto (Eternit, Eurolit) | Zinc | Teja | Otros materiales | **Total** | **%** |
| Casa/Villa | 1 | 65 | 15 | 24 | - | 105 | 90,5 |
| Mediagua | - | 6 | 3 | - | - | 9 | 7,8 |
| Otra vivienda particular | - | - | - | - | 2 | 2 | 1,7 |
| **Total** | 1 | 71 | 18 | 24 | 2 | 116 | 100,0 |
| | 0,86 | 61,21 | 15,52 | 20,69 | 1,72 | 100,00 | |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

EL material de las paredes exteriores de las casas predomina el ladrillo o bloque con el 76,72%, el adobe o tapia representa el 15,52%, y la madera con el 5,17%.

**TABLA 7.39 MATERIALES DE LAS PAREDES EXTERIORES**

| Tipo de vivienda | Material de paredes exteriores | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ladrillo o bloque | Adobe o tapia | Madera | Caña revestida | Otros materiales | **Total** |
| Casa/Villa | 81 | 18 | 6 | - | - | 105 |
| Mediagua | 8 | - | - | 1 | - | 9 |
| Otra vivienda particular | - | - | - | - | 2 | 2 |
| **Total** | 89 | 18 | 6 | 1 | 2 | 116 |

| Tipo de vivienda | Material de paredes exteriores | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ladrillo o bloque | Adobe o tapia | Madera | Caña revestida | Otros materiales | **Total** |
| | 76,72 | 15,52 | 5,17 | 0,86 | 1,72 | 100,00 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

### 7.4.7 ESTRATIFICACIÓN

Del total de la población del área de influencia el 90,9% se auto identifican como mestizos y el 5,1% como blancos, los demás alcanzan porcentajes inferiores como son indígenas, afro ecuatorianos, montubios, etc.

**TABLA 7.40 AUTO IDENTIFICACIÓN SEGÚN CULTURA Y COSTUMBRES**

| Auto identificación según cultura y costumbres | Sexo | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **1. Hombre** | **2. Mujer** | **Total** | **%** |
| 1. Indígena | 3 | 1 | 4 | 0,9 |
| 2. Afro ecuatoriano | 3 | 1 | 4 | 0,9 |
| 4. Mulato | - | 1 | 1 | 0,2 |
| 5. Montubio | 1 | 3 | 4 | 0,9 |
| 6. Mestizo | 215 | 195 | 410 | 90,9 |
| 7. Blanco | 11 | 12 | 23 | 5,1 |
| 8. Otro | 3 | 2 | 5 | 1,1 |
| **Total** | 236 | 215 | 451 | 100,0 |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

### 7.4.8 INFRAESTRUCTURA FÍSICA

Del levantamiento de información en campo se realizaron recorridos por todos los tramos que tendrán influencia por la construcción y operación de la PTAR identificando todos los equipamientos existentes, el recorrido para una mejor comprensión se lo realizó por tramos como se muestra a continuación.

- **PRIMER TRAMO ÁREA POBLADA**

Una primera área habitada se la identifica al acceder desde la ciudad de Cuenca por la vía rápida Cuenca – Azogues hasta el intercambiador de Jadán, donde se encuentra localizada una urbanización al margen derecho, donde da inicio el área referencial, con las siguientes características:

En la vía Cuenca Azogues de sur a norte,

Margen derecho. Se observa la presencia de urbanizaciones tales como:

1. Condominios Miravalle,
2. Los Aromos,
3. Quinta Mercedes.

En el margen izquierdo, no se observa viviendas sino infraestructura de servicios, es el caso de:

4. Parqueadero de Nutri Leche de propiedad del Sr.  Alejandrino Moncayo
5. Cafetería, que se desconoce el propietario, y no se obtuvo información.
6. Mecánica Industrial de propiedad de Guillermo Chiriboga.

7. Comedor, de propiedad de FERREPROCT. Este sitio de comedores, está en proceso de adquisición por parte de ETAPA;

8. Casa de ETAPA, que se encuentra deshabitada.

- **SEGUNDA TRAMO ÁREA POBLADA**

Un segundo asentamiento se encuentra en la vía del Distribuidor de la vía rápida Cuenca a Jadán, en donde se identificaron los siguientes sectores y se observa la siguiente infraestructura habitacional y de servicios:

En San Juan Pamba:

**PARROQUIA NULTI, SECTOR SAN JUAN PAMBA, ESCUELA MIGUEL CHERREZ MALDONADO**

9. Vivienda del Sr. Julio Ayón Gómez, en donde reside su hija Cinthya Eloísa Ayón Bermeo.

10. Vivienda del Sr. Eugenio González Abad, el que mantiene una unidad productiva artesanal alimentaria.

11. Vivienda del Sr. Juan Fernando Arizaga Lucero que vive en Cuenca, y donde vive la Sra. Rosa Cárdenas guardiana de la casa.

Distribuidor Guangarcucho, Vía a Jadán, margen izquierdo

Las siguientes propiedades son quintas vacacionales, se encuentran en la calle perpendicular sin nombre a la vía principal de Jadán, junto al terreno que ocupó como campamento la Compañía Constructora Hidalgo&Hidalgo, de cuyos propietarios no se rescató información:

**PARROQUIA NULTI, SECTOR GUANGARCUCHO, CAMINO DE ACCESO A QUINTAS VACACIONALES, EX CAMPAMENTO DE HIDALGO, HIDALGO**

12. Quinta vacacional de propiedad del Sr. Bolívar Arévalo, quien no reside en el área, la información se la recibió del cuidador Sr. Juan Yunga.
13. Quinta vacacional de propiedad del Sr. Alberto Zhindón, no reside en el área, se recibió información de la vecindad.
14. Quinta vacacional de propietario desconocido por la vecindad.
15. Quinta vacacional de propiedad del Ing. Sergio Lozano, no reside en el área, se recibió información de la vecindad.

Vía Jadán margen izquierdo se identificó las siguientes viviendas:

16. Vivienda de propiedad de la Sra. Margarita Astudillo, residente del área.

17. Vivienda del Sr. Hernán Sumba, residente del área.
18. Vivienda de propiedad de la Sra. Julia Yanza, residente del área.
19. Vivienda de propiedad del Sr. Antonio Castro, residente del área.

20. Vivienda de propiedad de la Sr. Rubén Carabajo Heras, residente del área.
21. Vivienda de propiedad del Ing. Fabián Cárdenas, residente del área.

22. Vivienda de propiedad del Sr. Iván Wester, residente del área.
23. Vivienda de propiedad del DR. Patricio Wester, residente del área.
24. Ciudadela de propiedad de la familia Ordoñez (3 familias), residentes del área.

25. Vivienda de la de propiedad del Sr. Luis Torres, residente del área.

26. Empresa FERREPROCT, ofrece servicios en el AID.

27. Mecánica automotriz,

28. Restaurant y Criadero El Galpón del Cuy, ofrece servicios de y para alimentación

- **TERCER TRAMO, AREA POBLADA**

Un tercer asentamiento está localizado en dirección Oeste – Este se retorna 650 metros a la vía Panamericana Norte hasta la entrada a la Terminal de Productos Limpios, límite sur AID.

Considerando lo observado, en el sector de la Panamericana Norte tramo Cuenca-Azogues en el margen derecho, se encuentran predios utilizados en servicios y empresas comerciales como son los siguientes:

**PARROQUIA DE LLACAO, GUANGARCUCHO, PANAMERICANA NORTE, SECTOR DE INDUSTRIAS Y SERVICIOS**

29. Abhudabi Motel,
30. El Edén, Motel
31. ADELCA, Panamericana Norte Km. 13 1/2, fábrica de materiales de construcción en acero y hierro,
32. La Luna Motel
33. Distribuidora Duragas
34. Los Pinos Motel
35. Prefabricados del Austro
36. El Jade Motel
37. Anthea Loft
38. Maderpallet Fábrica,
39. Prefabricados del Austro, materiales de construcción.

40. Quinta Vacacional del Ing. Gerardo Cordero, en donde reside un guardián y su familia.
41. Quinta Vacacional del Sr. Jaime Martínez, acude el fin de semana.
42. Quinta Vacacional de la Sra. Eva …,
43. Quinta Vacacional del Sr. Humberto Polo,
44. Quinta Vacacional del Sr.Gabriel Ulloa,
45. Quinta Vacacional del Ing. Carlos Rigoberto Alvarado,

46. Quinta Vacacional del Dr. Alfonso Alvarado,
47. Quinta Vacacional del Sr. Jorge Alvarado, Marcelo Peña,
48. Quinta Vacacional del Sr. Luis Molina,
49. Quinta Vacacional de los Herederos de Guillermo Gárate.

En este mismo tramo, en el margen izquierdo de esta vía, se encuentran empresas de servicios, así como complejos de vivienda, los cuales se describen a continuación:

Terminal de Productos Limpios, se encuentra en el sector Challuabamba, Panamericana Norte KM13, ocupa un área aproximada de 22 hectáreas, ocupado por las siguientes empresas:

50. Petrocuenca,
51. Austrogas EP, planta de almacenamiento y envasado,
52. Petroecuador,

A continuación se encuentra localizado un complejo habitacional con las siguientes características:

Complejo Habitacional Moncayo, cuenta con 11 viviendas:

53. Vivienda 1, cuyo propietario/a no se encuentra en el lugar,
54. Vivienda 2, cuyo propietario/a no se encuentra en el lugar,
55. Vivienda de la familia Monsalve Ordoñez,
56. Vivienda de Holly y Joe Durr,
57. Vivienda de las familia Acosta Andrade,
58. Vivienda de la familia Vintimilla Crespo,

59. Vivienda de la familia Moncayo González,
60. Vivienda de la familia Padrón Moncayo,
61. Vivienda en construcción,
62. Vivienda de la familia Crespo Acosta,
63. Vivienda del Sr. Raúl Camaniero.

Luego de este complejo se encuentran localizadas las viviendas de:

64. Vivienda de la Dra. Rosana Alvarado,
65. Vivienda del Sr. Jorge Saavedra,
66. Vivienda de la Sra. Eliana Moncayo,
67. Vivienda en construcción del Sr. Julio Moncayo,
68. Vivienda en construcción del Ing. Jorge Flores,
69. Vivienda del Sr. Eduardo Moncayo,
70. Vivienda del Sr. Alejandrino Moncayo,

Las viviendas descritas en el párrafo anterior colindan con la calle Fernando Cordero, que es la vía para dirigirse al barrio Cruz Loma de LLacao, en cuyo margen derecho se localizan las siguientes viviendas:

71. Vivienda del Diseñador Carlos Pesantez,
72. Vivienda del Sr. Pedro Vásquez,
73. Vivienda del Sr. Iván Andrade,
74. Vivienda del Sr. Esteban Vintimilla,
75. Vivienda del Papá de Esteban Vintimilla

- **CUARTO TRAMO, AREA POBLADA**

Se observa, la siguiente infraestructura:

76. Centro de Acupuntura y Medicina,
77. BENBAREC, es una empresa dedicada a la molienda de materiales no metálicos, que busca identificar y satisfacer las necesidades de tamaño de grano de las materias primas utilizadas
78. Bodega de la Empresa Eléctrica,
79. Central Hidroeléctrica del Descanso.

En el margen izquierdo se encuentra:

80. Restaurant Rancho El Descanso

81. Centro Comercial en construcción.

En la siguiente imagen se identifican algunas de las localidades en la zona de influencia del proyecto.

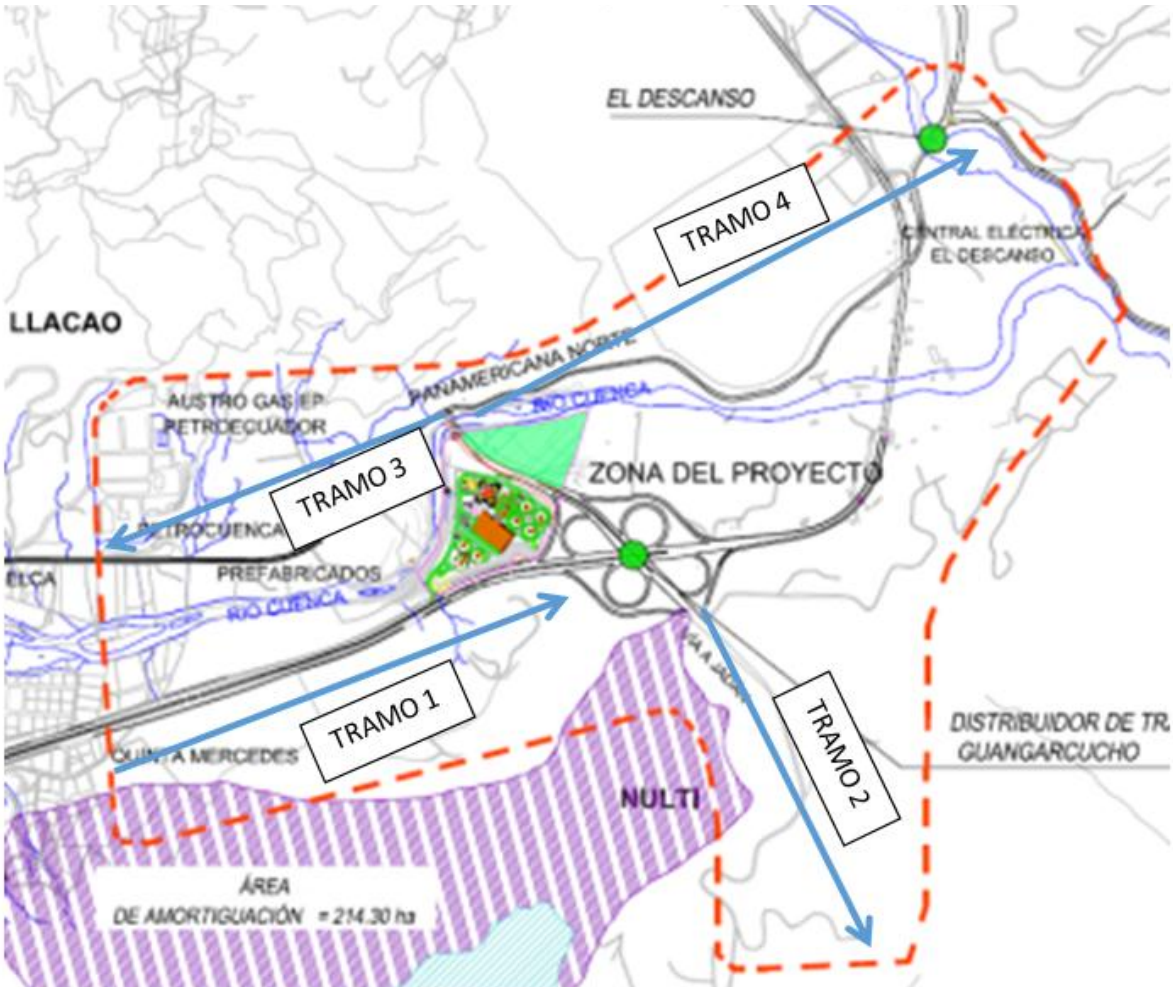



**ILUSTRACIÓN 7.51 LOCALIDADES EN LA ZONA DE INFLUENCIA**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: COSULTOR*

**Ciclo vía y Sendas Peatonales Cuenca-Azogues-Biblián**: El Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, elaboró los estudios y diseños finales de la Ciclo vía y Sendas Peatonales, siguiendo la antigua línea férrea. Para el caso particular de los predios destinados a la PTAR-G, la ciclo vía se encuentra pegada a la margen derecha del río Cuenca, aspecto que se debe tener en cuenta en la planificación del presente proyecto, por ser un equipamiento deportivo-recreativo de especial interés para los 3 cantones.

**ILUSTRACIÓN 7.52 RECORRIDO DE LA CICLORUTA POR EL PREDIO DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

- **SERVICIOS BÁSICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA**

a) **Servicio de agua Potable:** El sector de ubicación de la PTAR de Guangarcucho, cuenta con servicio de agua potable desde la Planta de potabilización de Tixán. Se cuenta con una matriz principal de 110 mm de diámetro en PVC, junto a la vía Rápida Cuenca-Azogues-Biblián y que avanza hacia el Sector de San Juan Pamba, además una matriz secundaria de 63 mm que ingresa hacia los predios de ETAPA. Finalmente es importante indicar que todos los sectores consolidados cuentan con servicio de agua potable y matrices públicas hasta sus viviendas.

b) **Servicio de alcantarillado:** El sector de ubicación de la PTAR en Guangarcucho, no cuenta con redes de alcantarillado. Hasta la presente fecha se cuenta únicamente con interceptores marginales al río Cuenca, hasta el lugar previsto para planta, pero que no está en operación por la carencia de la misma. Los sectores consolidados tienen tratamientos individuales mediante fosas sépticas, letrinas o sistemas similares.

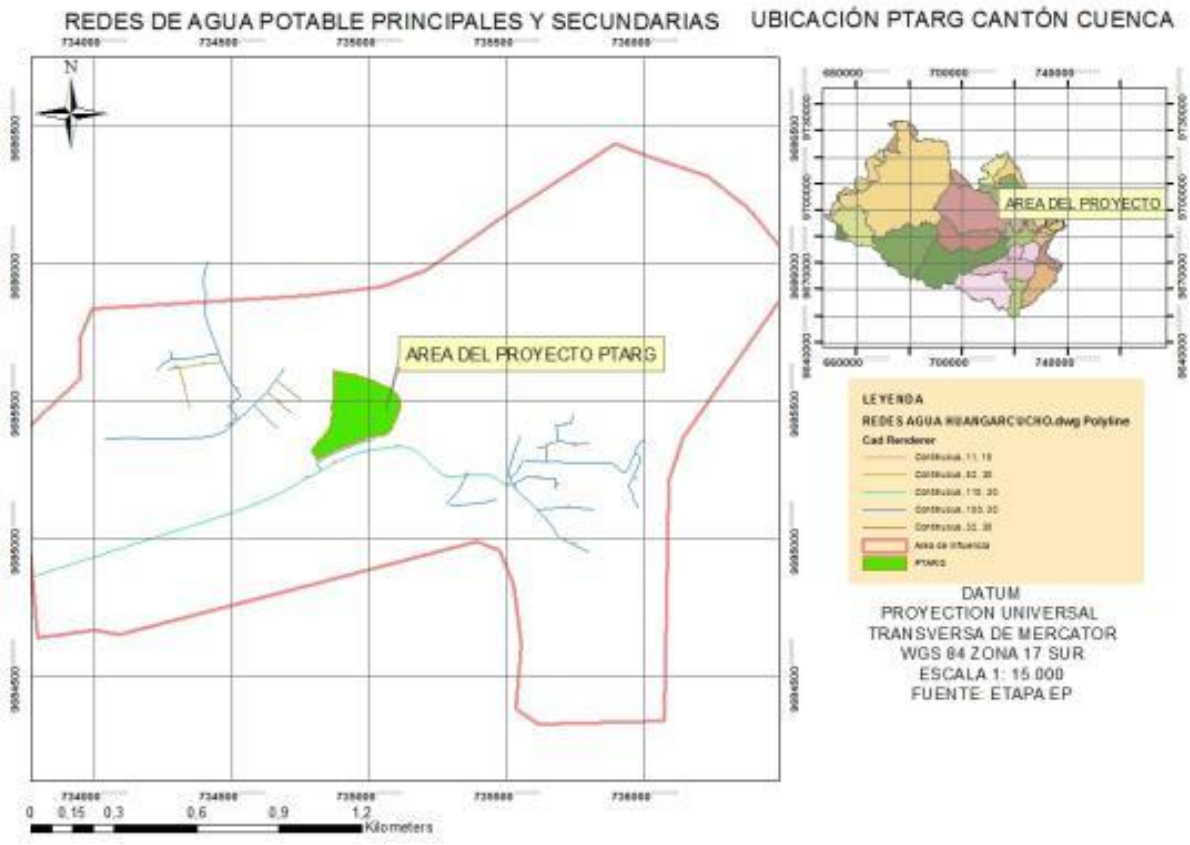



**ILUSTRACIÓN 7.53 REDES DE AGUA POTABLE ADMINISTRADAS POR ETAPA**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

De acuerdo al censo realizado por el INEC en el sector solo el 1,7% está conectado a red pública de alcantarillado, el 78,4% está conectado a pozo séptico y el 1,7% conectado a pozo ciego, el 0,9% indica que descarga directamente al río, el 15,5% indica que no tiene el servicio.

**TABLA 7.41 TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO**

| | Conectado a red pública de alcantarillado | Conectado a pozo séptico | Conectado a pozo ciego | Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada | Letrina | No tiene | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Casa/Villa | 2 | 81 | 2 | 1 | 2 | 17 | 105 |
| Mediagua | - | 8 | - | - | - | 1 | 9 |
| Otra vivienda particular | - | 2 | - | - | - | - | 2 |
| **Total** | 2 | 91 | 2 | 1 | 2 | 18 | 116 |
| % | 1,7 | 78,4 | 1,7 | 0,9 | 1,7 | 15,5 | |

*ELABORACIÓN: GRUPO CONSULTOR*
*FUENTE: INEC, 2010.*

### 7.4.9 ASENTAMIENTOS POBLACIONALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES GUANGARCUCHO

La PTARG se ubica en el sector Panamericana Norte en el sector denominado Guangarcucho, aproximadamente en el Km 13 y 1/2 en la jurisdicción de la parroquia Nulti; el estudio identificó varios asentamientos humanos que se corresponden con las vías de acceso principales al AID, como son la vía rápida Cuenca Azogues, la Panamericana Norte, la vía que va del Distribuidor a Jadán; con esta división se observa:

De manera general los beneficiarios de este proyecto es toda la población del cantón Cuenca. Específicamente se ha determinado la población que recibe los impactos directos de la PTARG son las que se encuentran cerca del proyecto como son: Challuabamba, Cruz Loma, Chocarsi, San Juan Pamba y el Molle. En la siguiente ilustración se visualiza de una mejor manera los sectores cercanos a la PTAR.

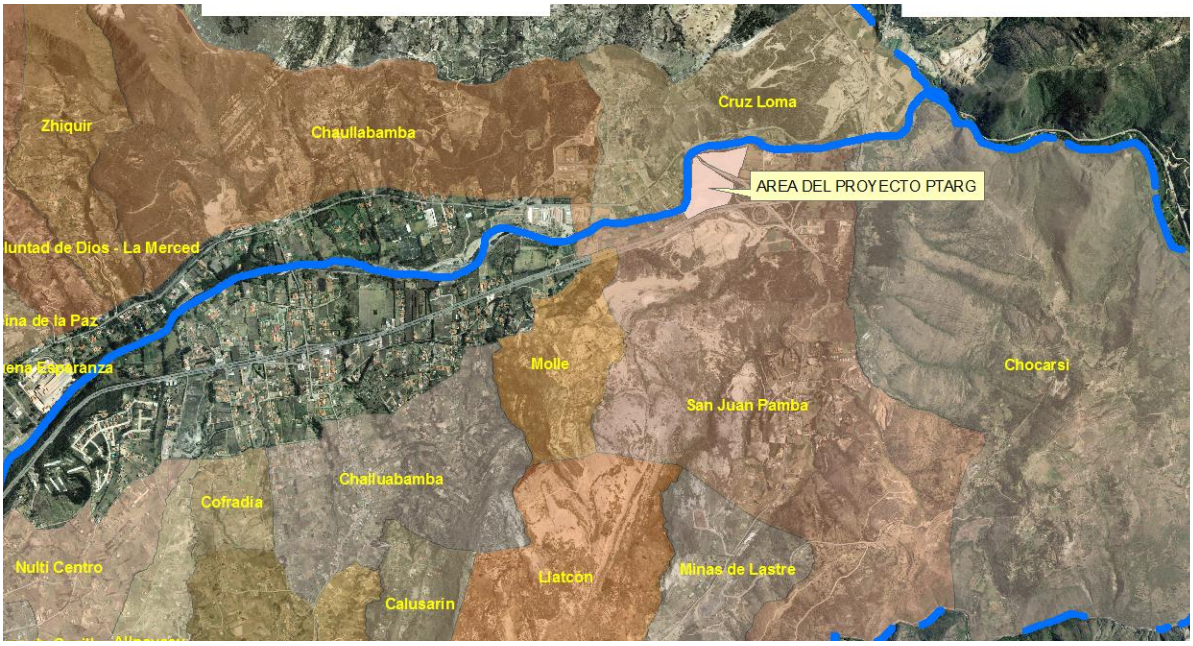



**ILUSTRACIÓN 7.54 POBLADOS CERCANOS AL AREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTON CUENCA, 2015*

En la siguiente imagen se observa a que distancias se encuentran cada uno de los equipamientos y poblados del sector, la parte consolidada de la ciudad está a 2.83km de la PTAR, por otra parte está a 1,95km de San Juan Pamba, un equipamiento importante en el sector está el terminal de productos limpios el cual se ubica a 1,53 km de la planta.

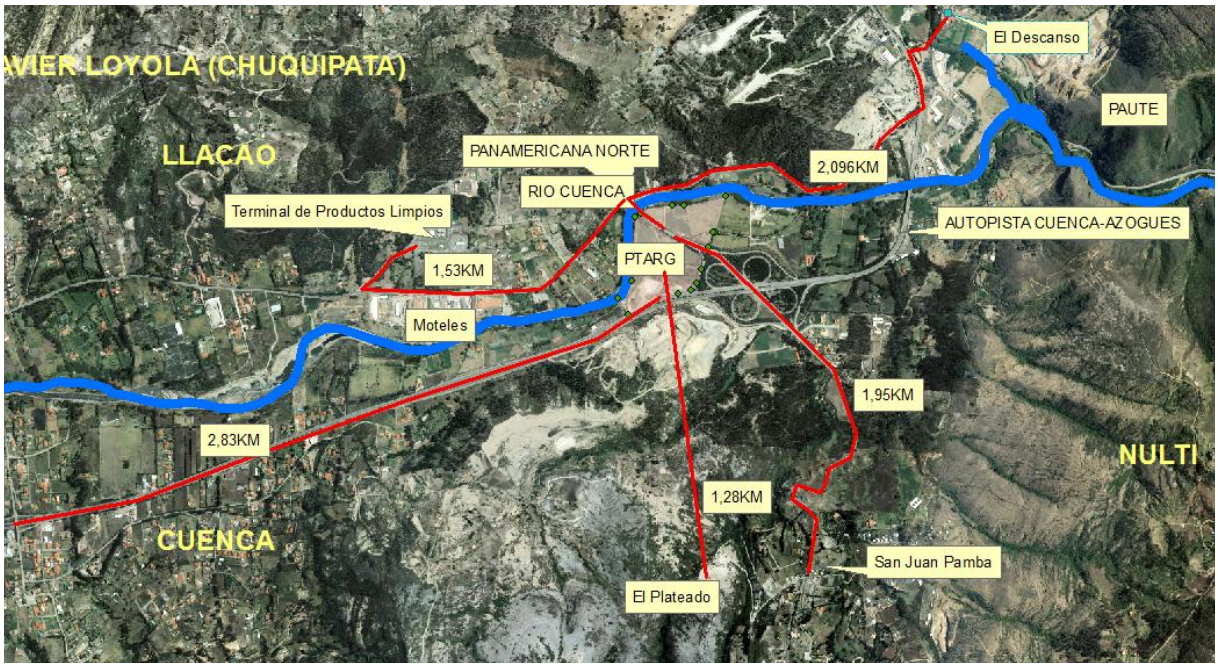



**ILUSTRACIÓN 7.55 DISTANCIA ENTRE SECTORES POBLADOS Y EL ÁREA DE IMPLANTACION**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTON CUENCA, 2015*

### 7.4.10 ARQUEOLÓGICO

Se presentó un informe del análisis arqueológico al INPC, el mismo se centra en el estudio cerámico del predio para la construcción de la Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Guangarcucho, este se encuentra ubicado en la entrada norte de la ciudad de Cuenca, en la zona de acceso a la Cuenca del Paute, sus nexos filiativos con Cerro Narrío (Collier y Murra; 1982; 2007) y Pirincay (Karen Olsen Brunhs; 2007) son innegables. El estudio, se contextualiza además con la incorporación de otros sitios formativos de la provincia del Azuay como: Cashalao (Chordeleg), Kaushin (Cumbe), Ayapamba (Valle del Jubones), Pillcocajas (Valle del Jubones), Parque Nacional Cajas (LLaviuku I, LLaviuku II, Mamamak I y Mamamak II) en donde está presente de manera incuestionable el horizonte Narrío.

Del estudio se ha podido recuperar dentro del Montículo de Guangarcucho un grupo de ceramios cuyas características técnicas son tiestos gruesos, groseros y burdos, sin mayores recursos ornamentales, tendientes a vincularse con formas estandarizadas, propias de sociedades tardías que se manifestaban por un incremento demográfico ostensible. Dicho corpus cerámico está ligado a la producción alfarera cañari denominado Tacalzhapa, cuyo desenvolvimiento cultural abarcaría desde el Período de los Desarrollos Regionales hasta el periodo de integración (700 a.C -1.200 d.C) (Idrovo; 1990-1992; 2000).

Existe también una pequeñísima cantidad de tiestos tipo “eggshell” (Tipo cáscara de huevo) pero la cantidad de ellos es tan pequeña que no se ha podido establecer fehacientemente, en nuestro caso, la presencia de este horizonte en este sector.

Lamentablemente la zona de estudio se presenta muy disturbada donde las acciones antrópicas se han sucedido en el tiempo, primero la construcción de la carretera Cuenca- El Carmen de Jadán; luego la implementación de la antigua línea férrea que unía Cuenca-Sibambe, unido a esto el desastre de la Josefina que produjeron irreversibles cambios en la geografía y arqueología del sector.

### 7.4.11 TRANSPORTE

La zona del proyecto cuenta con varias vías importantes como es la Panamericana Norte y la Autopista Cuenca-Azogues por donde circulan gran cantidad de buses provinciales e interprovinciales, los cuales son utilizados por los moradores del sector para desplazarse de un sitio a otro.

### 7.4.12 CAMPO SOCIO-INSTITUCIONAL: SOCIALIZACIÓN PREVIA DEL PROYECTO

Con el objetivo de conocer la percepción que tiene la población cercana al proyecto se organizó reunión informativa, se coordinó con los dirigentes de cada comunidad, entre ellas: Zhizhio, Chocarsi, San Juan Pamba, Puycay, Challuabamba, Molle, Carusarín, Cofradia, Tablón, Alpayacu, El Arenal, Loma de capilla, Santa Cecilia y Directivos de la parroquia de Nulti, la convocatoria se la realizó mediante invitaciones personales a cada dirigentes de las comunidades mencionadas, haciendo extensiva la invitación a toda la comunidad que desee asistir.

Los principales temas a difundir en la reunión fueron los siguientes:

1. Dar a conocer acerca del proyecto de la PTARG que la empresa ETAPA EP está llevando a cabo en el sector.
2. Proporcionar información acerca del Estudio de Impacto Ambiental que se está desarrollando para este proyecto.
3. Proporcionar información en temas ambientales, con la finalidad de aclarar las incertidumbres y preocupaciones que la población tiene al respecto.
4. Dar a conocer acerca de las bondades técnicas de la PTARG.
5. Conocer las inquietudes que los pobladores tengan acerca del proyecto.

Con esta reunión se logró un cercamiento con la comunidad, previo al proceso de participación social que tendrá lugar en coordinación con la Autoridad Ambiental competente, en este caso el MAE.

- **Informe de la Reunión**

El día jueves 22 de diciembre de 2016 a la 19h40, se llevó a cabo el Primer Taller informativo de Socialización, con los dirigentes y pobladores de la parroquia Nulti. El evento tuvo lugar en la Casa Comunal de San Juan Pamba, parroquia Nulti. Al mismo asistieron representantes y pobladores de las localidades de San Juan Pamba, Molle, Alpayacu, Chaullabamba, Puycay, Chocarsi, Guangarcucho y Llatcón. Además se contó con la presencia de un representante de ETAPA EP el Ing. Vicente González, personal de fiscalización del proyecto el Ing. Alfonso Neira y el Ing. Arturo Barros, del Consocio Greeley and Hansen-ACSAM el Ing. Walter Novillo y el Ing. Juan Pablo Vicuña, y finalmente personal del equipo socio-ambiental el Ing. Gonzalo Clavijo e Ing. Tatiana López.

El Ing. Vicente González inició el evento con una breve introducción y descripción del proyecto, sus características más importantes del mismo así como también presentó al equipo encargado del desarrollo del proyecto de diseños definitivos de la PTAR.

**Foto 7.24 y 7.25: Intervención del Ing. Vicente González, Delegado de ETAPA EP e Ing. Juan Pablo Vicuña del Consorcio GREELEY AND HANSEN-ACSAM**

Una vez presentada la Introducción se dio apertura a la intervención del Ing. Gonzalo Clavijo encargado del estudio ambiental y en consecuencia, del desarrollo del componente socio-ambiental del proyecto, quien dio a conocer a detalle el proyecto planificado como son la localización seleccionada, sus bondades técnicas, cuidados técnicos y ambientales previstos, el área de influencia del proyecto. A continuación, como sustento técnico, el Ing. Juan Pablo Vicuña del consorcio Greeley and Hansen-ACSAM presentó el proceso de selección de la mejor alternativa para la depuración de las aguas servidas y las características del funcionamiento de la PTAR seleccionada, en el predio de Guangarcucho.

Se recalcó que este Taller de San Juan Pamba no será el único que se desarrollará y que se prevé nuevos acercamientos que incluyen la Audiencia Pública establecida para los Estudios de Impacto Ambiental que requieren Licencia Ambiental, el mismo que se planifica para el mes de febrero del 2017, y será revisado por el Ministerio del Ambiente MAE.

Al evento asistieron 30 personas, dando una buena acogida al proyecto, mostraron además un gran apoyo ya que lo consideran una obra de saneamiento que beneficia a toda la ciudadanía y al cuidado del medio ambiente; además indicaron que solicitarán que se actualicen los estudios de diseño de alcantarillado de la zona de San Juan Pamba, considerando que como medida de compensación deberían dar saneamiento a todo este sector y así ellos también tendrían un beneficio directo de la PTARG.

Aunque no es un tema de la PTARG, los asistentes presentaron gran preocupación por el tema de la ubicación de la planta de asfalto frente al predio donde se implantará la PTARG, por lo que indican que una obra de cuidado ambiental como es el saneamiento se vería opacada por una planta de potenciales impactos ambientales, están inquietos por el tema de que el terreno que estaba destinado para la PTAR ahora se esté reservando para la implantación de la planta asfáltica y que pertenece a ETAPA EP.

**Foto 7.26 y 7.28: Asistentes al Taller informativo de la Planta de Aguas Servidas en Guangarcucho, realizado en la Casa Comunal de San Juan Pamba**

### 7.4.13 LISTA DE INFORMANTES CALIFICADOS

En la siguiente tabla se muestra una lista de informantes calificados, quienes fueron invitados a la reunión preliminar de socialización realizada en San Juan Pamba, a quienes se envió invitaciones personales, así como también hubo acercamientos a través de llamadas telefónicas sobre del proyecto de la PTAR.

**TABLA 7.42 LISTA DE INFORMANTES CALIFICADOS**

| No | NOMBRE | COMUNIDAD | CELULAR |
|---|---|---|---|
| 1 | Darío Sarmiento | Zhizhio | |
| 2 | Jaime Chacón | Zhizhio | |
| 3 | Marlene Naula | Chocarsi (Vocal) | |
| 4 | Edison Zambrano | Chocarsi (Secretario) | 0984307529 |
| 5 | Laura Zambrano | Chocarsi (vocal) | 0984289016 |
| 6 | Ángel Sumba | Chocarsi (vocal) | 0992948348 |
| 7 | Lautaro Yanza | Chocarsi (Presidente) | 0969935009 |
| 8 | Teresa Juela | Mina de Lastre | |
| 9 | Carlos Patiño | San Juanpamba | 0984841361 |
| 10 | Segundo Peñafiel | San Juanpamba | |
| 11 | Manuel Jiménez | Latcón | 0969209870 |
| 12 | Ángel Saltos | Puycay | 0958712712 |
| 13 | Teresa Carpio | Puycay | 0989672353 |
| 14 | Venancio Clavijo | Puycay | 0992415529 |
| 15 | Luis Lozado | Challuabamba (Presidente) | 0992283114 |
| 16 | Patricio Tarqui | Challuabamba | 0989998031 |
| 17 | Angel Cabrera | Challuabamba | |
| 18 | Ermin Vélez | Molle (Presidente) | 0982799682 |
| 19 | Amado Fajardo | Representante (Apangoras) | |
| 20 | José Tinizhañay | Presidente (Carusarin) | |
| 21 | Modesto Narváez | Cofradia | 0987822803 |
| 22 | José Llivichuzcha | Tablón (Presidente) | 09880900159 |
| 23 | Miguel Fajardo | Alpayacu (Presidente) | |
| 24 | Alberto Sancho | Alpayacu (Síndico) | 0939303114 |

| No | NOMBRE | COMUNIDAD | CELULAR |
|---|---|---|---|
| 25 | Juan Carlos Pañega | El Arenal (Presidente) | |
| 26 | Angel Cumbe | Loma de Capilla | 0986498368 |
| 27 | Alberto Aucapiña | Loma de Capilla | 0991909992 |
| 28 | Lucas Paucar | Centro Parroquial | |
| 29 | Bertha Tenesaca | Santa Cecilia | |
| 30 | Martín Paredes | Síndico de Ventanillas | 0991516488 |
| 31 | Arq. Damián Padilla | Presidente GAD Parroquia Nulti | |
| 32 | Ab. Jorge Auquilla | Miembro Junta Parroquial Nulti | 0993283935 |
| 33 | Sr. José Uruchima | Miembro Junta Parroquial Nulti | 0983639977 |
| 34 | Ab. Eva Quinde | Miembro Junta Parroquial Nulti | 0994191990 |
| 35 | Lcdo. Carlos Patiño | Vocal Subrogante Junta Parroquial Nulti | 0998435137 |

*FUENTE Y ELABORACION: CONSULTOR*

### 7.4.14 MEDIO PERCEPTUAL

En la parroquia Nulti, representada por el paisaje propio de la sierra, se ubican los siguientes vestigios que son: el cerro de Jalzhi, desde donde se tiene un majestuoso panorama de la ciudad de Cuenca y de la vecina ciudad de Azogues (Cañar), muy cerca del centro parroquial, está localizado el cerro El Plateado sitio arqueológico y yacimiento paleontológico, la Iglesia Matriz cuyo frontis fue restaurada en el año 2013 y la cual fue declarada Patrimonio Cultural por el INPC, sus artesanías (panadería, pirotecnia, cestería, macanería, tejido de sogas/jimbas ) su cultura, tradiciones, sus festividades y religiosidad en las que se realiza diferentes actividades como: quema de castillos, exhibición de juegos pirotécnicos, procesiones, el juego de la escaramuza, etc., festividades a las cuales acude gran cantidad de gente de procedencia cantonal y nacional (Lucero, 2015).

El sector patrimonial de El Plateado se ubica en la cordillera de los Andes a unos 15 km de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay. Sus límites políticos lo ubican casi en su totalidad dentro de la parroquia rural Nulti.

El área patrimonial de El Plateado cuenta con una superficie de 113,44 ha de acuerdo al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural INPC; asimismo, el área de amortiguamiento que complementa la zona es de 214,3 ha. Las dos áreas tienen una cobertura total de 327,74 ha. El cerro de El Plateado, ubicado en la parte oriental de Cuenca, según un informe emitido por la Dirección Regional del INPC, es un sitio arqueológico y yacimiento paleontológico.

En el sector de El Plateado, el arqueólogo e historiador Gustavo Reinoso Hermida ha localizado restos fósiles como dientes del hipopótamo americano, huesos de dientes de especies faunísticas no identificadas, así como pedazos de troncos convertidos en piedra, después de millones de años, precisa un informe suscrito por los biólogos Mónica Pesantez Astudillo y Andreas Shubert. Esta zona habría sido el fondo de un lago, el cual por actividad

tectónica se levantó eventualmente, exponiendo el sedimento del lago, formándose hace millones de años la roca sedimentaria, característica de El Plateado.

Según Tito Astudillo, presidente de la Casa de la Cultura, núcleo del Azuay, sostiene que por el sector pasa un ramal del Capac Ñan, Camino del Inca. Más no solamente se destacan los restos fósiles, también especies naturales endémicas abundantes sólo en El Plateado, tales como el amancay, una especie de orquídea y cactus.

Dentro de la fauna de El Plateado están anfibios, un reptil y una especie de culebra (la de nombre científico Philodrys); en cuanto a las aves, se mencionan al mochuelo andino, colibrí, chotacabras, gavilán, colibrí enano, colibrí gigante. De los mamíferos, hay chucurrillos y zarigüeyas.

En la ilustración a continuación se puede apreciar la ubicación del área patrimonial y la zona de amortiguamiento, en relación al proyecto de la PTARG, se observa que el proyecto no intersecta con esta área de interés sin embargo se la ha considerado dentro del estudio debido a que el área de influencia del proyecto intersecta con la de amortiguamiento, establecida por el INPC, sin embargo es importante indicar que en esta zona de amortiguamiento se han identificado actividades como canteras.

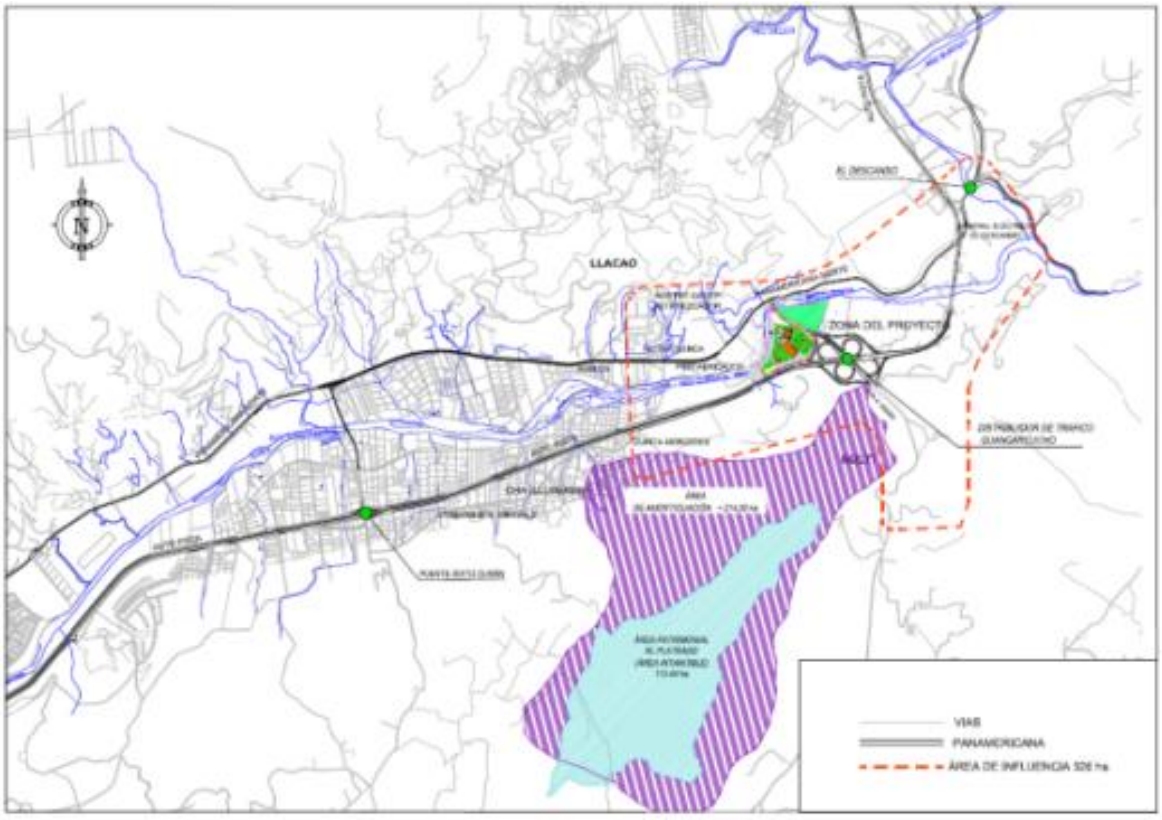



**ILUSTRACIÓN 7.56 UBICACIÓN DE ÁREA PATRIMONIAL Y DE AMORTIGUAMIENTO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

La importancia del sector el Plateado radica en los valores: ambiental, cultural-histórico y natural que presenta, se destaca su ubicación ya que desde el sitio se contempla un

conjunto de elementos físicos considerados como símbolos históricos y culturales, que fueron ocupadas por asentamientos humanos que antecedieron a la colonización española, otra característica es el color que posee la roca, un sustrato gris azulado por el que se conforma la zona permitiendo su realce en el medio físico.

### 7.4.15 CONCLUSIONES DEL COMPONENTE SOCIAL

La población residente es 451 habitantes en la zona de estudio. La población en su gran mayoría de sexo masculino y representa una población joven comprendida entre 0 a 29 años.

La población del sector se dedica principalmente a la construcción, seguida por actividades de comercio y la industria manufacturera. La mayoría de la PEA son oficiales, operarios y artesanos.

Considerando que la mayoría de la población está en edad de estudiar existe un buen porcentaje del nivel de instrucción primario, secundario, básico y superior.

En cuanto a los servicios básicos la zona cuenta con el servicio de agua potable, no cuenta con redes de alcantarillado, hasta la presente fecha se cuenta únicamente con interceptores marginales al río Cuenca, hasta el lugar previsto para planta.

En cuanto al aspecto arqueológico la zona de estudio se presenta muy disturbada donde las acciones antrópicas que han sucedido en el tiempo, primero la construcción de la carretera Cuenca- El Carmen de Jadán; luego la implementación de la antigua línea férrea que unía Cuenca- Sibambe, unido a esto el desastre de la Josefina que produjeron irreversibles cambios en la geografía y arqueología del sector

Las principales poblaciones influenciadas por el proyecto son Challuabamba, Cruz Loma, Chocarsi, San Juan Pamba y el Molle. En la siguiente ilustración se visualiza de una mejor manera los sectores cercanos a la PTAR.

Del taller desarrollado se puede concluir que hay apoyo de las Comunidades vecinas a la construcción y funcionamiento de la PTARG, lo único que piden es que ellos tambien puedan beneficiarse del proyecto mediante obras de saneamiento, es decir conexiones domiciliarias y redes de alcantarillado y que sea adecuado el manejo ambiental durante la construcción y funcionamiento de la obra.

## 7.5 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS Y FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Las principales fuentes de contaminación en la zona de estudio están relacionadas con la actividad urbanística. También existe erosión del suelo y aguas abajo podría contaminar la aún más, esto debido a remoción de suelos como se observó durante el estudio. La basura es una seria amenaza para la salud del ecosistema. En muchos casos los desechos son tirados al río aguas arriba, esto podría ocasionar efectos nocivos como la presencia de ratas, malos olores y generación de lixiviados.

**Suelo:** En el área de influencia se encontraron algunos sitios erosionados, primero se revisó la información proporcionada por el GAD de Cuenca y posteriormente se realizó recorridos de campo lo que se corroboró la existencia de degradación del suelo, aproximadamente hay 56,9 ha erosionadas dentro del área de influencia del proyecto, en la siguiente imagen se puede observar los sitios afectadas.

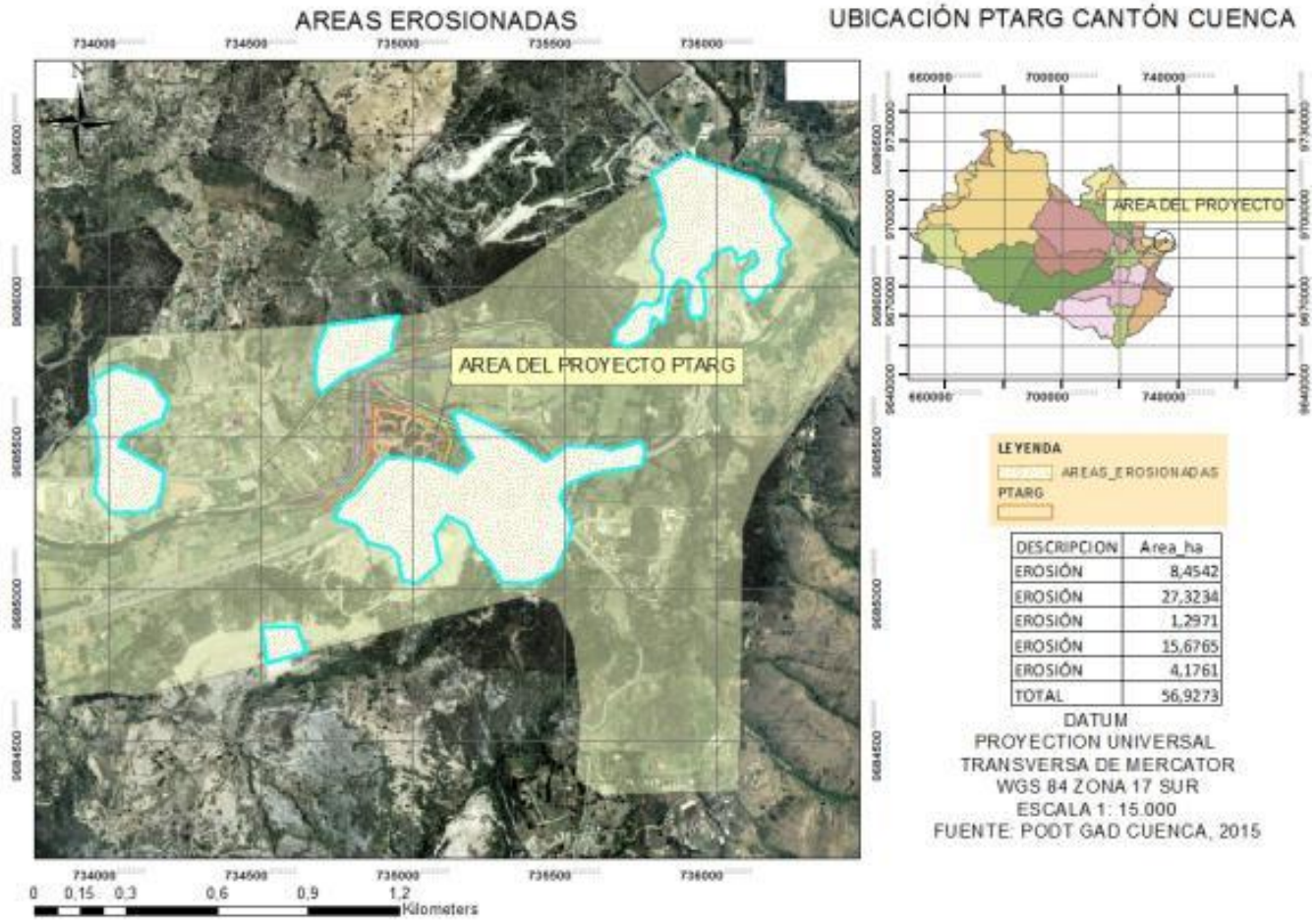



**ILUSTRACIÓN 7.57 ÁREAS EROSIONADAS EN EL SITIO DEL PROYECTO**
*ELABORACION: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTON CUENCA, 2015*

**Aire:** La zona de influencia del proyecto según el PDOT del cantón Cuenca, indica que se encuentra en un área de riesgo medio de contaminación de aire, mediante recorridos de campo se pudo identificar fuentes de contaminación dentro del área como son la terminal de productos limpios y prefabricados del austro, y además la Central Eléctrica El Descanso.

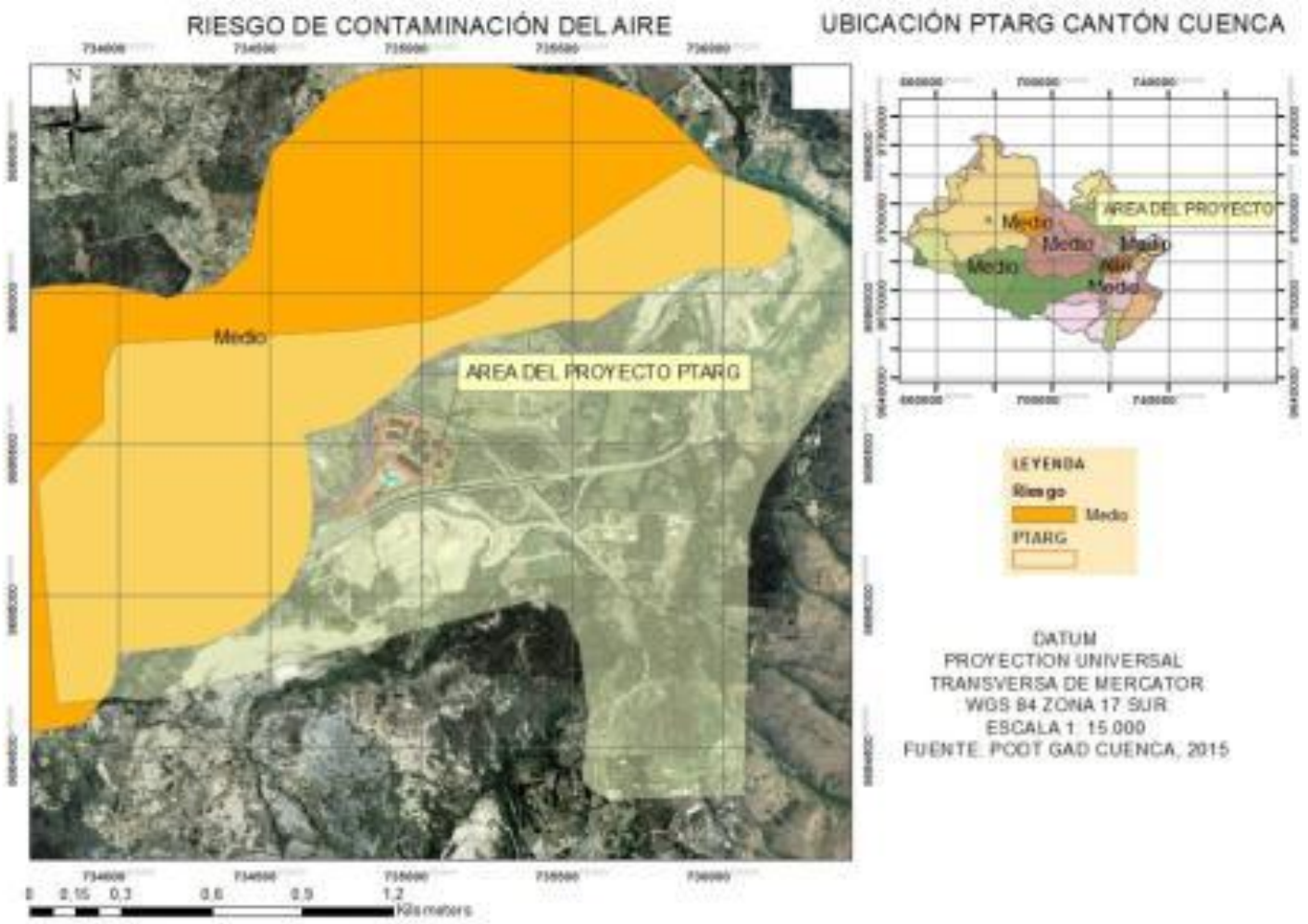



**ILUSTRACIÓN 7.58 RIESGOS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE**
*ELABORACION: CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTON CUENCA, 2015*

**Agua:** Mediante recorridos de campo a lo largo de las riberas del río Cuneca aguas arriba de la implantación de la PTARG, se evidenció varias descargas de aguas residuales en el río, además se observó basura a lo largo de la orilla del río, lo cual trae problemas de contaminación del agua así como también un impacto visual y deterioro del paisaje. En la siguiente ilustración se muestra los puntos identificados con las respectivas coordenadas de ubicación. De acuerdo a la información recopilada acerca del saneamiento esto se debe a que el mayor porcentaje de la población aguas abajo de la PTAR de Ucubamba no cuentan con sistema de alcantarillado por lo que disponen sus aguas residuales en pozo séptico o directamente al río.

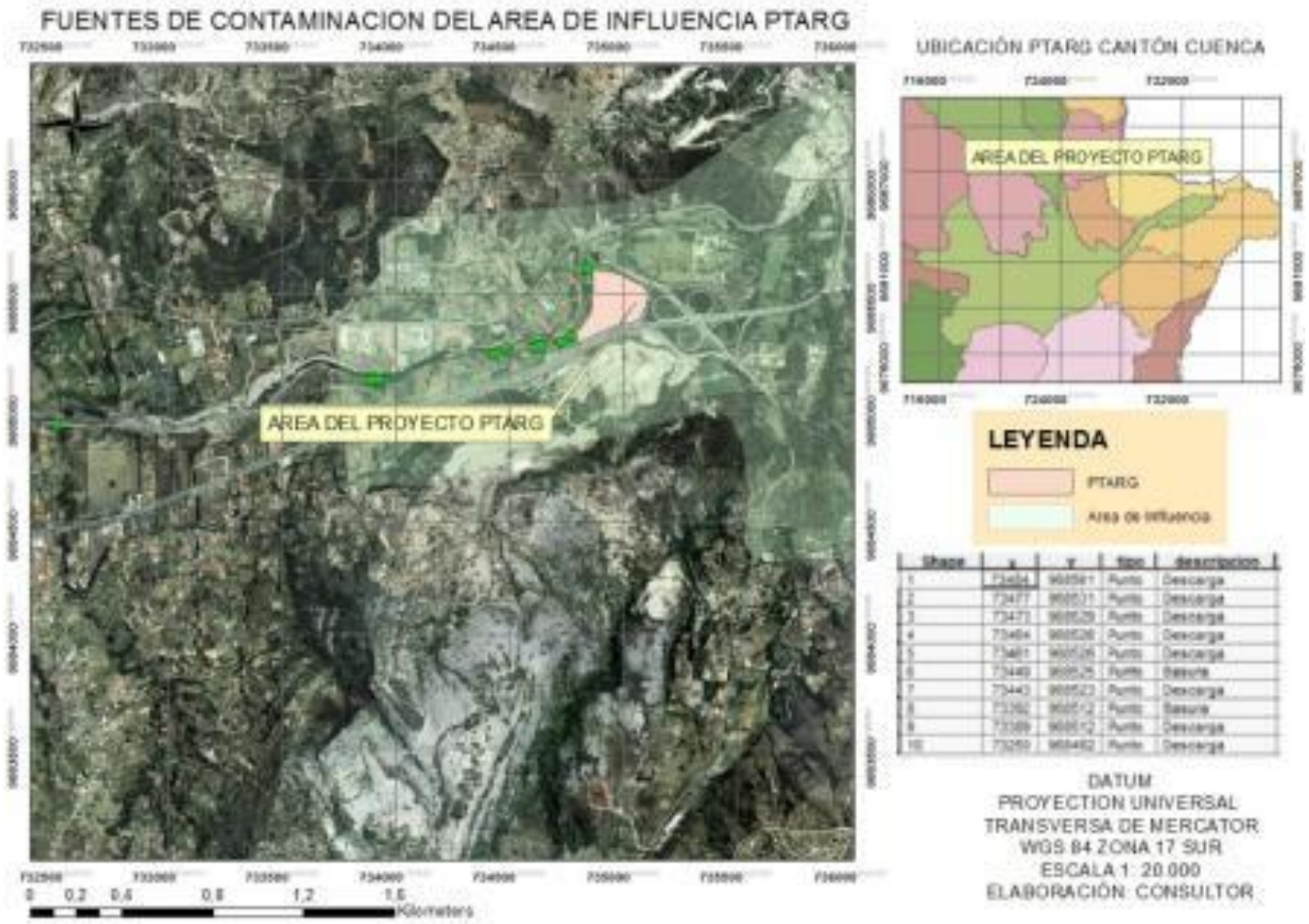



**ILUSTRACIÓN 7.59 PUNTOS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

**FOTO: 7.29, 7.30: DESCARGA DE EFLUENTES AL RÍO CUENCA**

**FOTO: 7.31, 7.32: PRESENCIA DE BASURA EN LAS RIBERAS DEL RÍO CUENCA**

# 8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 8.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Los terrenos previstos, por ETAPA EP, para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales Guangarcucho PTARG, pertenecen a la parroquia de Nulti, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

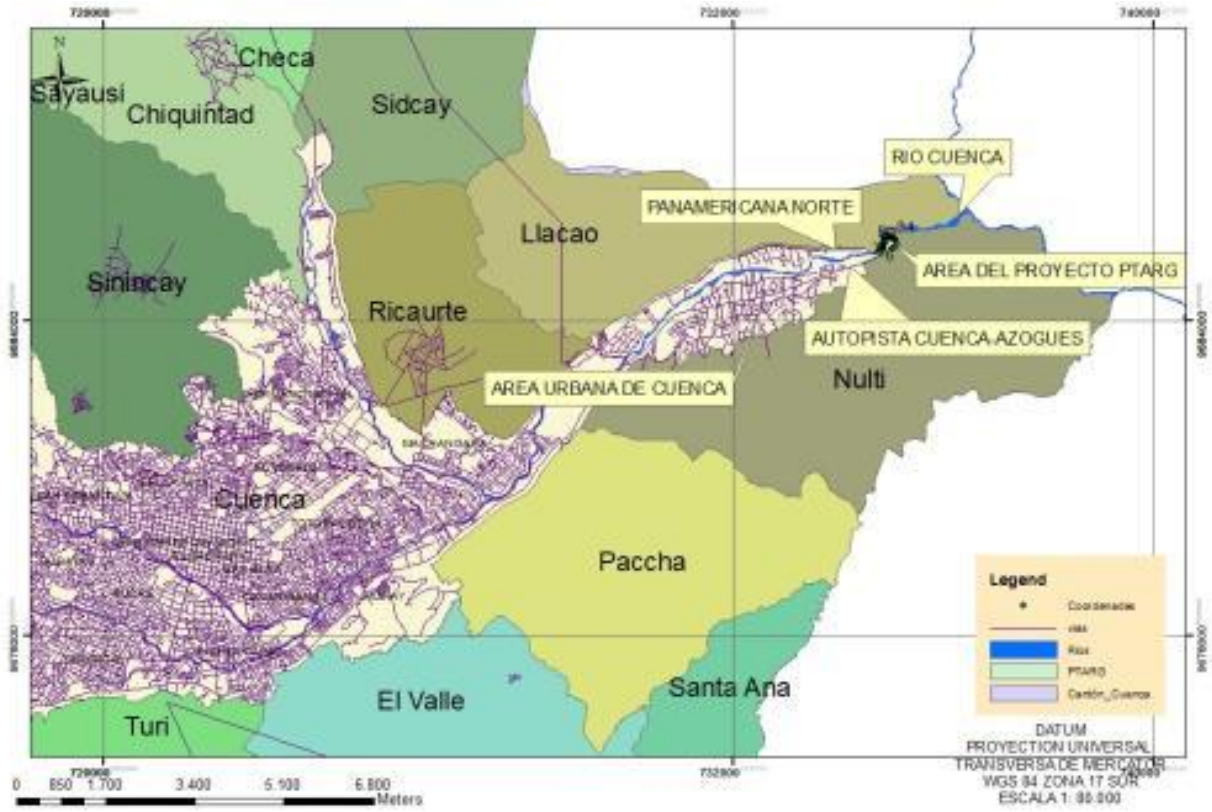



**ILUSTRACIÓN 8.1 UBICACIÓN DEL TERRENO DE LA PTAR GUANGARCUCHO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

ETAPA EP dispone de un terreno de 12 ha para la implantación de la PTAR, sin embargo el área de construcción cubrirá alrededor de 7,9 ha. El terreno se encuentra limitado al Norte con la vía a Jadán, al Sur la Autopista Cuenca-Azogues, al Este el distribuidor de tránsito Guangarcucho y al Oeste el río Cuenca. La obra se implantará a 30 m de la ribera del río, hay que considerar además que por esa área pasará la ciclo ruta descrita en la línea base.

## 8.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Guangarcucho, tiene capacidad de recibir el exceso de caudal que no podrá ser procesado por la actual PTAR Ucubamba, los caudales de las zonas de Nulti y Chaullabamba y de las descargas industriales aguas abajo de Ucubamba.

Se considera que el caudal de diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Guangarcucho, será alrededor de 1.200 litros/segundo ó 103.680 $m^3$/día. Es decir, nos encontraríamos en el rango con caudales mayores a 5.000 $m^3$/día.

Los caudales se medirán continuamente utilizando medidores de caudal en línea. Los datos serán recogidos en forma electrónica y enviados al Sistema de Control de la Planta para su despliegue en pantalla y su almacenamiento. Será importante para el operador tener acceso continuo a la información del caudal para el control apropiado de los procesos de la Planta.

La Planta de Tratamiento de Guangarcucho usa procesos biológicos y físicos para remover los SST y la $DBO_5$, además, se reduce la carga de bacterias (ejemplo: coliformes, e-coli) mediante el proceso de desinfección UV.

### 8.2.1 CAUDAL DE TRATAMIENTO

ETAPA EP, para toda la vida útil de la PTAR Guangarcucho, proporcionó información del caudal a ser tratado, comunicando además que, a partir del año 2019 (y aproximadamente hasta el año 2025) la PTAR Ucubamba se someterá a un proceso de retiro masivo de materiales sedimentados, por lo que, la PTAR Guangarcucho, durante ese período funcionará a su máxima capacidad, con lo cual, los caudales medios diarios previstos a ser procesados en la PTAR Guangarcucho serían los que se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 8.1 CAUDAL MEDIO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA PTAR GUANGARCUCHO**

| Año | PTAR Guangarcucho (L/s) |
|---|---|
| 2018 | 308 |
| 2020 | 1.200 |
| 2025 | 1.200 |
| 2030 | 549 |
| 2035 | 561 |
| 2040 | 748 |
| 2045 | 970 |
| 2050 | 1.200 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

### 8.2.2 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DEL EFLUENTE

Como base de los elementos de diseño, la calidad del efluente para el sistema de tratamiento de aguas residuales fue establecido para la PTAR Guangarcucho, siendo parametros muy por debajo de la normativa ambiental vigente. La siguiente tabla presenta un resumen de los requerimientos estándares para el efluente de la planta.

**TABLA 8.2: BASES DE DISEÑO DEL EFLUENTE**

| Componente del Sistema | | Promedio Diario |
|---|---|---|
| Características del Efluente: | | |
| | $DBO_5$, mg/L | $\leq$ 25 |
| | SST, mg/L | $\leq$ 35 |

| Componente del Sistema | | Promedio Diario |
|---|---|---|
| | Coliformes Fecales, NMP/100ml | ≤ 1000 |
| | Nitrógeno Total, mg/L | - |
| | Fósforo Total, mg/L | - |
| | pH | 6-9 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

### 8.2.3 CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Se realizará el tratamiento de aguas residuales mediante el proceso de LODOS ACTIVADOS.

Los lodos activados son un proceso de tratamiento secundario de crecimiento suspendido que utiliza microorganismos en la eliminación de sólidos orgánicos disueltos, así como sólidos sedimentables y no sedimentables en suspensión. El término lodos activados quiere decir que las partículas están llenas de bacterias, hongos y protozoos. Estos microorganismos y partículas se encuentran en forma natural en las aguas residuales crudas. Los microorganismos se cultivan en tanques de aireación, en los que se proporciona oxígeno a los microorganismos y estos obtienen nutrientes del agua residual. Esta alternativa considera un sistema convencional de lodos activados, cuyo esquema de los trenes de tratamiento de líquidos y sólidos, con tratamiento de lodos mediante digestión anaerobia se muestra en la siguiente Ilustración.

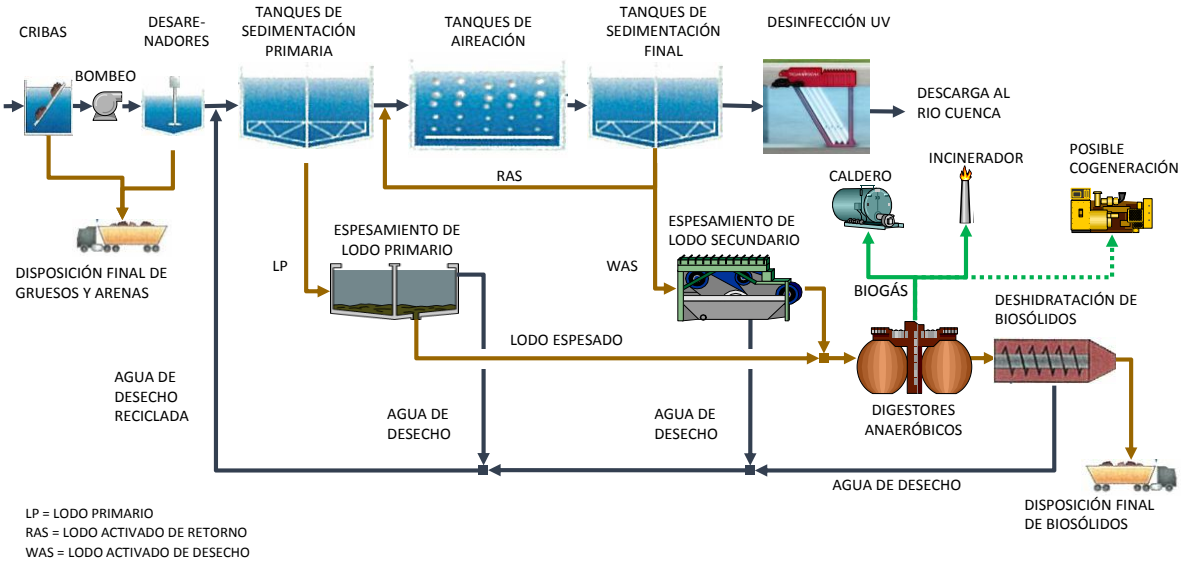



**ILUSTRACIÓN 8.2 ESQUEMA DE TRATAMIENTO MEDIANTE LODOS ACTIVADOS**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

#### 8.2.3.1 Línea de tratamiento del agua en la etapa de operación

- Pretratamiento: El sistema de pretratamiento considerado, comprende la llegada del afluente a través del interceptor hacia un cajón de ingreso, un pozo de gruesos,

cribas de extracción de sólidos gruesos, cribas finas, una estación de bombeo y desarenadores.

El agua que llega desde el interceptor será conducida, mediante una tubería hasta la estructura de trampa de sólidos de gran tamaño, luego, el flujo será llevado hacia las cribas de extracción de sólidos gruesos y, enseguida a la estación de bombeo que impulsará el agua hasta las cribas finas, para a continuación pasar a los dos desarenadores tipo vórtice.

- Tratamiento Primario: El efluente de los desarenadores se reparte a tres sedimentadores primarios para la remoción de sólidos suspendidos del agua residual cruda, materiales flotantes (natas y espumas) y remoción de una fracción de la carga orgánica antes del tratamiento secundario.

- Tratamiento Secundario: Conformado por tanques de aireación, con el correspondiente sistema de sopladores-difusores, seguidos de sedimentadores secundarios con recirculación de lodos biológicos a los tanques de aireación.

  Desde los sedimentadores primarios, por medio de tuberías, se transportará el agua hacia los tanques de aireación. El efluente de los tanques de aireación se dirigirá hasta los sedimentadores secundarios. Desde los sedimentadores secundarios, los lodos activados serán recirculados hacia los tanques de aireación, en tanto que el agua será trasportada hacia la desinfección.

  Se ha considerado el diseño de cuatro tanques de aireación y cuatro sedimentadores secundarios.

- Desinfección: El sistema de desinfección que tendrá la planta corresponde a la desinfección ultravioleta (UV).

- Descarga Final: El efluente de la desinfección, será conducido hacia su descarga en el río Cuenca, pasando por un vertedero de medición de caudal y por una cascada para disipar la energía.

- Además, como parte de los procesos de tratamiento del agua, se tendrán dos sistemas de control de olores. El primer sistema para el tratamiento de los olores generados en los cuartos de las cribas y estación de bombeo inicial, y el segundo sistema para el control de olores de los desarenadores.

En la siguiente ilustración se puede observar el diagrama de flujo de agua de la PTAR

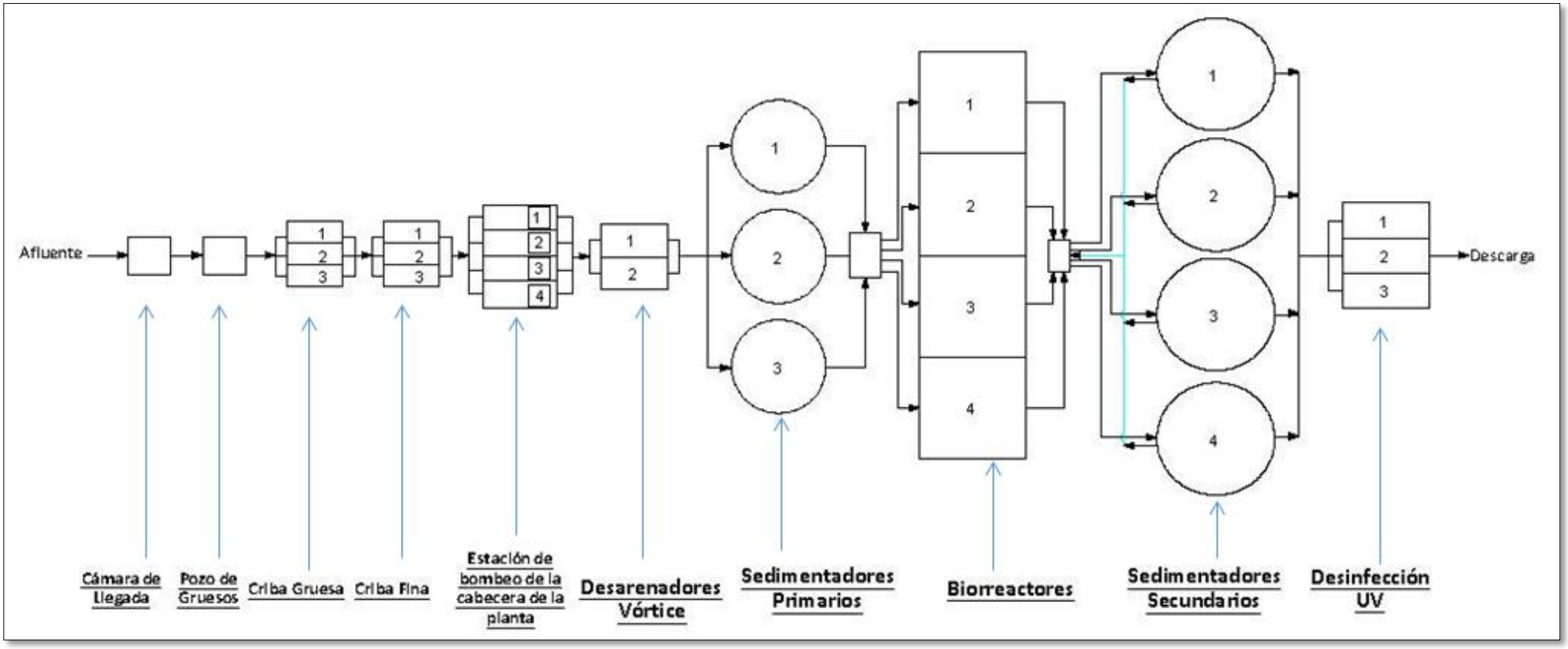



**ILUSTRACIÓN 8.3 DIAGRAMA DEL FLUJO DE AGUA DE LA PTAR GUANGARCUCHO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

### 8.2.3.2 Instalaciones y equipamiento de la línea de tratamiento de agua en la etapa operativa

- **Cajón de ingreso (Componente 1)**

El agua de la planta de tratamiento Guangarcucho llegará a través de dos interceptores denominados XII-B y XIIB´, respectivamente desde la margen izquierda y margen derecha del río Cuenca. Estos interceptores se juntan en un cajón construido en la margen derecha. A partir de este cajón se inician las obras de la PTAR.

Hasta el final del período de la realización de los diseños de la PTAR, al cajón existente llegan solamente las tuberías de la margen izquierda, es decir, las correspondientes al interceptor XII-B. Este interceptor se conecta en el cajón construido mediante dos tuberías de diámetro 1.000 mm, cada una con una compuerta de control. El cajón existente cuenta además con dos tuberías de 900 mm con dirección al río Cuenca que, hasta que se construya la PTAR sirve como descarga final de los interceptores mencionados.

Como parte del proyecto de la PTAR se ha considerado realizar los siguientes ajustes al cajón existente:

- Instalar una tubería de 1.500 mm para dirigir el flujo hacia la PTAR.
- Construir, junto al cajón existente, otro cajón con un vertedero rectangular que permitirá regular el caudal de ingreso a la PTAR, mantener las dos tuberías existentes que se dirigen al río de diámetro 900 mm y colocar una válvula elastomérica unidireccional que evite, durante las crecidas, que el agua del río ingrese al cajón existente y en consecuencia a la PTAR. El vertedero en su borde superior cuenta con una lámina de acero inoxidable, con orificios alargados y pernos de sujeción, de forma que permitan la calibración de su altura a una posición fija. El nivel del vertedero deberá garantizar que ingrese a la PTAR el caudal normal medio y sus variaciones horarias, correspondiente al período seco y al año de operación.

Además a unos 4 m del cajón existente se ha previsto un nuevo cajón que tendrá la función de orientar el flujo hacia los procesos de pretratamiento que además contará con una compuerta que permitirá regular el flujo y además impedir el ingreso del agua a la PTAR en las ocasiones que esta acción sea necesaria.

- **Cajón de unión (Componente 1a)**

Este componente ha sido diseñado para direccionar el flujo desde el Cajón de ingreso hacia las unidades de pretratamiento.

- **Pozo de Gruesos (Componente 1b)**

El pozo de gruesos tiene la función de retener los materiales de mayor peso, así como los de arrastre y flotantes más voluminosos para evitar que estos dificulten la llegada del agua residual al resto de la planta.

- **Rejas Gruesas (Componente 2a)**

En total hay tres canales del cribado grueso para el afluente. Dos canales incluyen cribas de afluente con rastrillo mecánico de 38 mm de apertura con una capacidad nominal de 1.200 L/s, cada uno. El tercer canal incluye una reja con una canastilla de limpieza manual. En el dado caso que las cribas con rastrillo mecánico fallen, el flujo será transferido a la unidad de reserva.

El Cuarto de Rejas es confinado y ventilado para poder efectuar el control de olores. El aire evacuado del Cuarto de Rejas se lleva a las Instalaciones para Control de Olores, ubicadas junto al cuarto de rejas. El cuarto de Rejas es considerado como un lugar peligroso debido a que el aire está directamente en contacto con las aguas residuales crudas.

No se puede permitir el ingreso a ninguna de las estructuras sin haber previamente usado un medidor de gases y calidad de aire para determinar que el aire dentro de estas es idóneo para la protección de la salud y vida humana.

- **Rejas Finas (Componente 2b)**

En total hay tres canales del cribado fino para el afluente. Dos canales incluyen cribas de afluente con rastrillo mecánico de 6 mm de apertura con una capacidad nominal de 1.200 L/s, cada uno. El tercer canal incluye una reja con canastilla de limpieza manual. En caso que las cribas con rastrillo mecánico fallen, el flujo será transferido a la unidad de reserva.

El Cuarto de Rejas es confinado y ventilado para poder efectuar el control de olores. El aire evacuado del Cuarto de Rejas se lleva a las Instalaciones para Control de Olores, ubicadas junto al cuarto de rejas. El cuarto de Rejas es considerado como un lugar peligroso debido a que el aire está directamente en contacto con las aguas residuales crudas.

Se espera recolectar alrededor desde 725 Kg/d a 1075 Kg/d de cribados gruesos y finos, que serán descargados al relleno sanitario.

- **Estación de Bombeo Inicial (Componente 3)**

El agua residual que ha sido filtrada fluirá hacia las bombas de la Estación de Bombeo del Inicial compuesta por cuatro bombas sumergibles del mismo tamaño, de las cuales tres bombas estarán activas trabajando y una en espera. El pozo húmedo ha sido dividido en dos, lo que facilitará el mantenimiento. Compuertas deslizantes a la entrada permitirán separar cada mitad del pozo húmedo para asuntos de limpieza o mantenimiento. Cada bomba está diseñada para un caudal de 800 L/s.

El pozo húmedo es confinado y ventilado para poder efectuar el control de olores. El aire evacuado del Cuarto de Rejas se lleva a las Instalaciones para Control de Olores, ubicadas junto al cuarto de rejas.

Los medidores de gas son para la detección de gases serán instalados en la estación de bombeo pues este edificio es cerrado. Las rejas se encuentran abiertas al aire libre y no requieren de medición de gases en su parte superior. La parte inferior tiene su sistema de control de olores y cuando se requiera ingresar a los canales para mantenimiento los

operadores deben seguir las recomendaciones de ingreso a lugares confinados y tener medidor portátil de calidad de aire.

El tipo de medidores de gases son para: CH4, CO2, H2S y O2, con alarma. Es un sistema instalado para cuartos cerrado adaptado a una red eléctrica de 120 V o 220 V y 60 Hz con comunicación al sistema SCADA.

- **Línea de Impulsión: Bombeo Inicial – Desarenadores**

La estación de bombeo de agua cruda impulsa el agua hacia los desarenadores mediante dos tuberías de hierro dúctil, la una de diámetro 900 mm y la otra de 1.200 mm, cada una de unos 96 m. de longitud. La tubería de 900 mm tiene capacidad para conducir 800 L/s y la de 1.200 mm 1.600 L/s, lo que da en total los 2.400 L/s que es el caudal máximo instantáneo.

Para medir el caudal que circula por cada tubería se ha previsto la instalación de un medidor en cada tubería, ubicados en una caja cerca de la cámara del múltiple de la estación de bombeo.

- **Desarenadores tipo vórtice (Componente 4)**

Para la planta de Guangarcucho se ha previsto dos tanques desarenadores tipo vórtice. Cada desarenador tendrá una capacidad de 1.305 L/s.

Los tanques desarenadores están diseñados para inducir un vórtice que mejorará la separación y remoción de arenas y proveyendo aproximadamente entre 3 a 5 minutos de tiempo de retención bajo un flujo promedio anual. Este tiempo de retención será lo suficientemente largo para sedimentar la arena del agua residual cruda filtrada. Los tanques desarenadores tipo vórtice son diseñados con un fondo de la tolva cónico para la remoción de arenas a través del sistema combinado de bombeo y tuberías. Natas y espumas superficiales pasarán a través de los tanques desarenadores para recolectarse en los sedimentadores primarios.

Para retirar las arenas de los desarenadores se tendrá un sistema de bombeo compuesto por dos bombas para cada desarenador, de las cuales, una estará en funcionamiento y otra bomba en reserva debido a las condiciones abrasivas que se presentan al bombear la mezcla de arena y agua, esperando que el mantenimiento se presente con gran frecuencia. Las bombas de arenas transportan la mezcla de arena y agua recogida de cada tanque, hacia el equipo de lavado de arenas.

La cantidad de arenas recogidas se espera sean desde 4.550 Kg/d hasta 6.820 Kg/d.

- **Sedimentadores primarios (Componente 5)**

El agua residual cruda después de la remoción de las cribas y la remoción de arena entra en los sedimentadores primarios desde un sistema de distribución de flujo ubicada luego de los desarenadores tipo vórtice. Los sedimentadores primarios remueven los sólidos suspendidos del agua residual cruda, materiales flotantes, y una fracción de la carga orgánica antes del tratamiento secundario.

La sedimentación primaria es un proceso físico que puede remover del 20 - 35% de $DBO_5$ y del 40 - 60% de los SST. En la planta de Guangarcucho, se espera una remoción de $DBO_5$ del 30% y de SST del 50%.

La PTAR contará con tres sedimentadores primarios circulares de diámetro igual a 35 m y un nivel de agua de 4 m que incluyen un sistema colector central de lodos. Cada sedimentador está equipado con vertederos de rebose y canaleta del efluente, y bombeo del sistema lodos primarios para remover el lodo del fondo de la tolva del sedimentador. Cada sedimentador primario es alimentado y controlado por una tubería independiente.

Las aguas residuales entran al tanque y la velocidad del líquido se reduce enormemente. Esto permite que los sólidos se sedimenten y se acumulen en el fondo del tanque. Las aguas residuales salen del tanque fluyendo sobre un vertedero. Los mecanismos barre lodos, en el fondo del tanque, mueven los lodos que se acumulan en la parte inferior, hacia un sumidero para poderlos bombear como una mezcla pastosa.

Remoción de natas y espumas

Durante el proceso de sedimentación, las natas y espumas flotan hacia la superficie. Las natas y espumas son movidas por brazos desnatadores que se agarran a brazos barredores de lodos. La espuma y las natas son removidas de la superficie del agua antes del deflector, y son colocadas en la superficie frente a los vertederos del efluente, y depositadas dentro de una cámara de recolección de espumas, para posteriormente ser bombeadas hacia el tanque concentrador de natas y espumas.

El bombeo de natas y espumas de cada sedimentador está compuesto por dos bombas, una en funcionamiento y una en reserva.

Remoción de lodos primarios

De la sección inferior de la tolva de la sedimentación primaria, el lodo será retirado por medio de un sistema de tubería hacia una estación de bombeo. La estación de bombeo de lodo primario, de los tres sedimentadores, está compuesto por tres bombas en funcionamiento y una de repuesto. Mediante la estación de bombeo se transportarán los lodos hacia los Tanques espesadores de lodos primarios.

- **Reactores biológicos (Componente 6)**

El sistema de tratamiento secundario de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Guangarcucho incluye los siguientes seis procesos principales:

- Reactores biológicos: usado para contactar la biomasa con el efluente primario. Remueve los componentes solubles tales como $DBO_5$ y nutrientes.
- Sedimentadores finales: separa componentes particulados del agua antes de la desinfección.
- Sopladores: proveen aire presurizado al sistema de difusión de aire que se encuentra dentro de los biorreactores.
- Bombas para la recirculación de lodo activado (RAS): recircula biomasa que se sedimenta de los sedimentadores finales hacia la cabeza del biorreactor.

- Bombas de Lodos Activados de Desecho (WAS): retira exceso de biomasa del sistema para mantener óptimas condiciones de operación, tales como la relación de comida - masa y la edad de lodos.
- Bombas para Natas y Espumas: bombea los sólidos flotantes de los sedimentadores secundarios para transferirlos al concentrador de Natas y espumas.

Los Sistemas de Lodos Activados utilizan el tratamiento biológico para reducir aún más la cantidad de $DBO_5$ y de SST. Aquí los microorganismos se utilizan para consumir los contaminantes y formar una masa creciente y activa de nuevos microorganismos. Los microorganismos se separan de las aguas residuales por sedimentación mientras que una parte se recicla como lodos activados de retorno.

En los Tanques de Aireación o Reactores Biológicos es donde se cultivan los microorganismos. Existen cuatro tanques de aireación. La materia orgánica del influente al proceso sirve de alimento para los organismos. Se suministra aire por medio de los sopladores para que los organismos puedan respirar. A la mezcla de microorganismos y lodos en los Tanques de Aireación se le denomina licor mezclado. El licor mezclado pasa a los Tanques de Sedimentación Secundaria donde a los organismos se les permite sedimentarse en tanques circulares. Mecanismos de raspadores mueven los lodos sedimentados a un sumidero central donde se retiran de los tanques por medio de las Bombas de Lodos de Retorno ubicadas en el edificio denominado “Bombeo de Decantación Secundaria”. Una parte de los lodos se devuelve a los Tanques de Aireación para que hagan contacto con las aguas residuales que entran (estos son los lodos activados de retorno o RAS), pero debido a que durante el proceso se cultivan más microorganismos, algunos deben ser evacuados. Los lodos evacuados se denominan Lodos Activados de Desecho (WAS).

El proceso de aireación en los tanques es configurado como un sistema de alimentación escalonada al reactor con cuatro diferentes puntos de alimentación o pases dentro de cada tanque de aireación.

El primer pase incluye la introducción de un flujo del licor mezclado que proviene de los sedimentadores secundarios. El segundo pase consiste de un efluente primario y flujo del primer pasaje. El tercer y cuarto pase, incluye una alimentación del efluente primario y flujo del tercer y cuarto pase respectivamente.

El diseño del sistema aeróbico escalonado es primordialmente basado sobre el concepto de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno carbonácea (DBOC). La función de alimentación escalonada incrementa concentraciones del licor mezclado en el biorreactor y reduce las cargas en los sedimentadores para mejorar la capacidad y control de la sedimentación. Una de las causas más importantes en los problemas de sedimentación es una inadecuada cantidad de oxígeno en la primera zona aeróbica, lo que ocasiona micro-ambientes con bajo oxígeno. La aeración en los tanques está diseñada para crear rápidamente condiciones aérobicas que minimicen este problema. Adicionalmente, si es necesario, un sistema de cloración del lodo activado de recirculación puede ser incluido con el propósito de mejorar aún más el control de la sedimentación. Aguas abajo de la primera

zona aeróbica, los niveles de oxígeno disuelto pueden llegar a reducirse alcanzando valores hasta de 0,5 mg/L para conservar la energía en el soplador.

El aire que es suplido por el sistema de sopladores estará muy caliente para ser puesto directamente dentro de las tuberías de distribución de PVC en los reactores. El aire suministrado por el soplador será enfriado pasándolo a través del licor mezclado con tuberías de distribución de acero inoxidable.

- **Sedimentadores Secundarios (Componente 8)**

El diseño del tratamiento secundario incluye cuatro sedimentadores secundarios de diámetro igual a 40 m. Cada sedimentador, tendrá un nivel de agua de 5 m, un suelo inclinado del 12%, y deflectores para prevenir una corriente ascendente de sólidos sedimentados. Durante una operación normal, cada sedimentador está directamente conectado a un único tanque de aeración dedicado, y los lodos activados de recirculación serán retornados del sedimentador a ese mismo tanque. Los sedimentadores serán configurados con un sistema central de recolección de lodos. El agua que pasa por los sedimentadores, o efluente secundario, fluirá sobre el vertedero perimetral hacia una canaleta interior. La canaleta inclinada direccionará el flujo hacia la cámara del efluente desde el cual el efluente podrá ser llevado a gravedad hacia el sistema de desinfección UV.

Los Tanques de Sedimentación Secundario remueven los lodos por asentamiento gravitacional. Las condiciones que permiten el asentamiento gravitacional también permiten que las natas y espumas se acumulen en la superficie. Los sólidos que se asientan en el fondo de los Tanques de Sedimentación Secundaria son transportados por el sistema de recolección de lodos hacia una tolva en el fondo de cada tanque. Las tolvas de cada tanque están unidas por medio de una red de tuberías, bombas y accesorios que se concentran en el edificio Bombeo de Decantación Secundaria que permitirá la recirculación de lodos hacia los rectores biológicos (RAS) y el lodo restante o de desecho (WAS) transportarlo hacia los Espesadores de Banda por Gravedad.

Remoción de natas y espumas

Durante el proceso de sedimentación, las natas y espumas flotan hacia la superficie. Las natas y espumas son movidas por brazos desnatadores que se agarran a brazos barredores de lodos. La espuma y las natas son removidas de la superficie del agua antes del deflector, y son colocadas en la superficie frente de los vertederos del efluente, y depositadas dentro de una cámara de recolección de espumas, para posteriormente ser bombeadas hacia el tanque Concentrador de natas y espumas.

El bombeo de natas y espumas de cada sedimentador está compuesto por dos bombas, una en funcionamiento y una en reserva.

Remoción de lodos

Las tolvas de cada tanque están unidas por medio de una red de tuberías, bombas y accesorios que se concentran en el edificio Bombeo de Decantación Secundaria que

permitirá la recirculación de lodos hacia los rectores biológicos (RAS) y el lodo restante o de desecho (WAS) transportarlo hacia los Espesadores de Banda por Gravedad.

- **Bombeo de Decantación Secundaria (Componente 7)**

Se ha denominado como Bombeo de Decantación Secundaria a la estructura ubicada entre los sedimentadores secundarios, encontrándose el bombeo de extracción de lodos desde los sedimentadores secundarios. En esta estructura se diferencian las bombas que permitirán la recirculación de los lodos hacia los reactores biológicos (RAS) y los lodos sobrantes o de desechos (WAS) que se conducirán hacia los espesadores de banda por gravedad (GBTs).

Para la recirculación de lodos habrá seis bombas, de las cuales, cuatro estarán trabajando y dos serán de repuesto. Cada sedimentador tendrá una bomba propia con velocidad ajustable y compartirá una bomba de repuesto con un sedimentador adyacente. Las bombas de recirculación de lodos descargarán normalmente en el primer pase del tanque biorreactor, permitiendo cuatro sistemas independientes de lodos activados. Cada una de las líneas de descarga del lodo de recirculación de los sedimentadores estará equipada con un medidor de flujo.

Además del control de las bombas, se ha suministrado la capacidad para poder adicionar una pequeña cantidad de solución de cloro a los lodos de retorno. El objetivo es matar organismos filamentosos que convierten a los lodos en poco sedimentables. Los organismos filamentosos son susceptibles a pequeñas dosis de solución de cloro y morirán con dosis que tienen muy poco efecto sobre otros microorganismos.

Para los lodos de desecho (WAS) se cuenta con cuatro bombas, con la instalación de dos bombas para dos sedimentadores, una funcionando y una en espera.

- **Desinfección UV (Componente 9)**

Para cumplir con los requerimientos de desinfección, el sistema se ha diseñado para tratar el efluente de los sedimentadores secundarios y cumplir un estándar de menos de 1.000 NMP de coliformes por 100 mililitros de muestra. Para Guangarcucho se ha considerado que el sistema más adecuado para este proceso es por medio de la Desinfección UV.

Para obtener una buena desinfección es necesaria una buena sedimentación de sólidos en los sedimentadores secundarios. El objetivo es mantener los sólidos suspendidos bajo 20 mg/L.

Las lámparas ultravioleta están colocadas en tres canales, dos en servicio activo y una en modo de emergencia. Las lámparas estarán inclinadas y escalonadas para una buena distribución de luz en la lámina de agua y están colocadas en dos bancos en serie para conseguir la muerte de patógenos. Lámparas ultravioleta adicionales son puestas en servicio cuando el flujo incrementa y las mismas se apagan cuando el flujo se reduce para ahorrar energía. Durante todo el tiempo el número de lámparas en las unidades es suficiente para conseguir la muerte de patógenos. Las lámparas ultravioletas estarán equipadas con

sensores de intensidad, y funciones in-situ de limpieza química y mecánica para mantener una operación eficiente.

- **Descarga final**

Luego de que el agua pase por el proceso de desinfección, se tendrá la descarga final hacia el río Cuenca, mediante un canal rectangular abierto con un vertedero rectangular ajustable que permitirá conocer el caudal del efluente de la planta y finalmente una caída en cascada para que el agua llegue hasta los niveles bajos del río evitando la erosión de su orilla.

De acuerdo a los estudios hidrológicos del río Cuenca, proporcionados por ETAPA EP, en el punto de descarga de la PTAR, se ha estimado que el río tendrá un nivel igual a 2327,75 msnm para un período de retorno de 100 años. En el tanque de desinfección UV la altura de agua tendrá un nivel mayor al mencionado del río con lo que la descarga de la PTAR se producirá aún en condiciones de crecida del río.

#### 8.2.3.3 Línea de tratamiento de lodos

Los componentes para el tratamiento de los lodos generados en la PTAR Guangarcucho, desde las primeras unidades hasta su disposición final son los siguientes:

- Espesamiento de lodos primarios: Comprende el proceso de concentración de los sólidos removidos de los sedimentadores primarios previo al ingreso a los digestores. El objetivo es producir una concentración de solidos de 4,5 al 6 por ciento. Los lodos sedimentados son recolectados y bombeados al tanque de espesamiento de lodos a gravedad. Se ha previsto la instalación de dos espesadores de lodos a gravedad.

- Espesamiento de lodos activos de desecho: Los lodos de desecho de los sedimentadores secundarios serán espesados antes de su digestión para reducir el volumen del tanque requerido para una adecuada estabilización de sólidos. Todos los lodos de desecho serán espesados a través del uso de las bandas espesadoras a gravedad (GBTs). Se ha considerado la instalación de tres espesadores.

- Los lodos y natas de los sedimentadores primario y sedimentadores secundarios serán conducidos hacia un concentrador de natas y desde aquí, a los digestores.

- Digestión Anaerobia: Los lodos espesados pasarán al proceso de digestión que estabilizará los sólidos generados en el proceso de tratamiento de aguas residuales. El tiempo de retención mínimo requerido por los sólidos es de 15 días a temperaturas de al menos 35° C para cumplir con los estándares de destrucción de patógenos y con una destrucción mínima de 38% de sólidos volátiles para cumplir los requisitos de reducción de atracción de vectores. Como se ha indicado, en el párrafo anterior, los digestores recibirán también el efluente del espesador de natas. Se tendrán tres digestores y un tanque de almacenamiento de los lodos digeridos.

- Deshidratación de biosólidos: Luego de la digestión, los lodos serán deshidratados por medio de un sistema de centrífugas, mediante el cual, se podrá obtener una torta

de concentración de sólidos alta, y así, poder ser transportados con mayor facilidad hacia su destino final. En el diseño se han previsto tres centrífugas, una en funcionamiento, una de repuesto y una en reparación.

- Finalmente, los lodos deshidratados serán almacenados, como paso previo a su transporte hacia el relleno sanitario.

En la siguiente Ilustración se muestra el diagrama de flujo de lodo para la Planta.

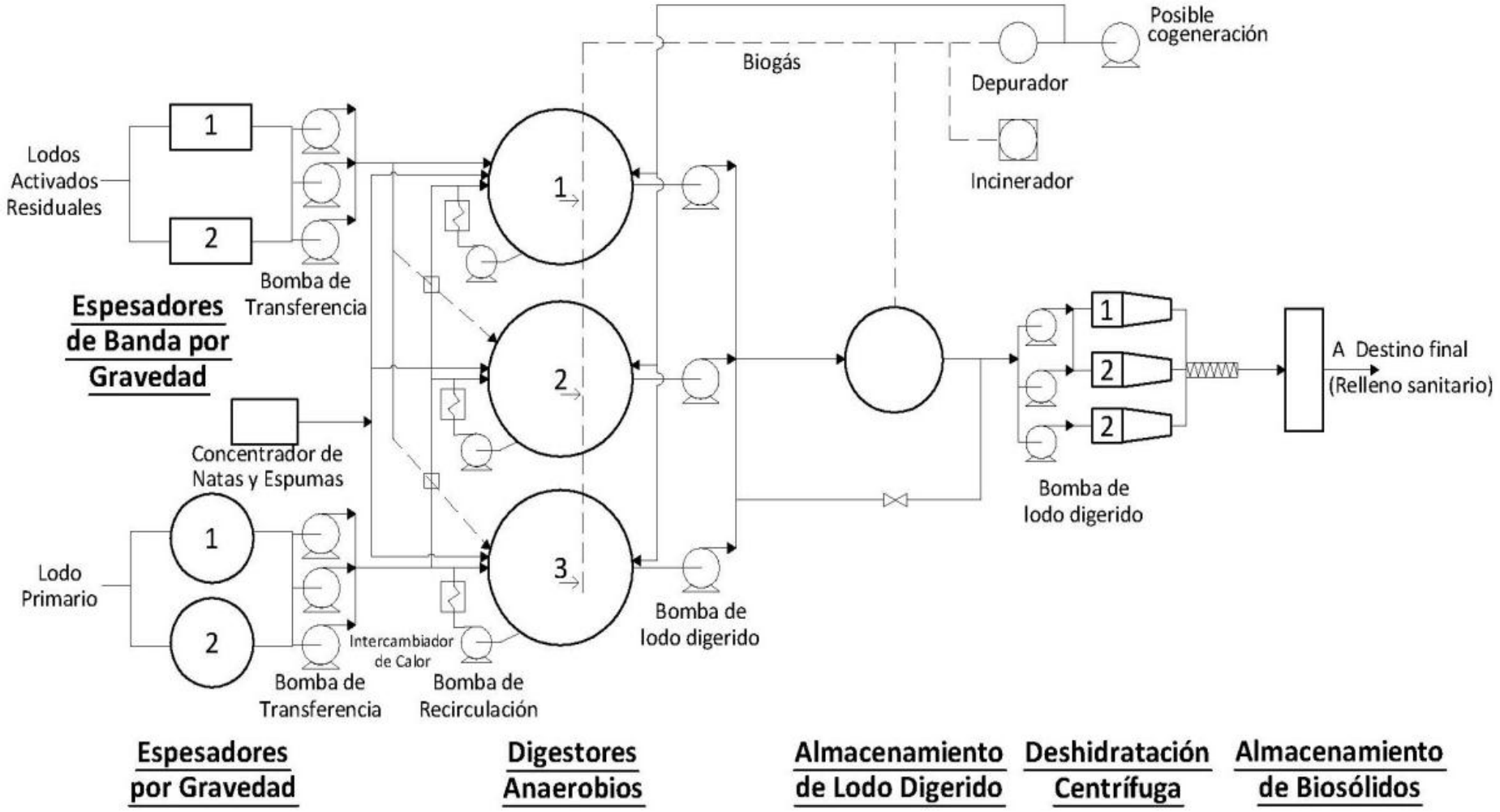



**ILUSTRACIÓN 8.4 DIAGRAMA DEL FLUJO DE LOS LODOS EN LA PTAR GUANGARCUCHO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Además, como parte de los procesos de tratamiento de lodos, se tendrán tres sistemas de control de olores para el tratamiento de los olores generados en: los espesadores de lodos primarios; el segundo sistema para los olores de las bandas espesadoras a gravedad y de las centrífugas de deshidratación y, el tercero para el tanque Concentrador de Natas.

A estas unidades, se deben sumar las relacionadas con el retiro de materiales de las unidades del pozo de gruesos, cribas gruesas, cribas finas y desarenadores analizadas en la sección anterior.

El sistema de control de olores se lo hará por medio de un sistema de filtro biopercolador para la degradación del sulfuro de hidrógeno $H_2S$, con un medio sintético poroso y la formación de un biofilm. En la siguiente tabla se indican las unidades para control de olores mencionadas anteriormente.

**TABLA 8.3 UNIDADES PARA CONTROL DE OLORES**

| No. | Unidades para Control de Olores | Volumen de aire | Cambios de aire por hora | Caudal de aire |
|---|---|---|---|---|
| | | m3 | # | m3/hr |
| 1 | Tratamiento preliminar, cribas y estacion de bombeo | 1286 | 8 | 10180 |
| 2 | Desarenadores, canales y vortex | 393 | 6 | 2355 |
| 3 | Espesadores de lodos primarios | 205 | 12 | 2460 |
| 4 | Equipo de espesadores banda GBT, y centrífugas | 36 | 6 | 215 |
| 5 | Concentrador de Natas | 26 | 6 | 155 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

### 8.2.3.4 Instalaciones de la línea de tratamiento de lodos

- **Espesamiento de lodos primarios (Componente 12)**

El espesamiento de los lodos primarios se realizará en dos unidades de Espesadores de Lodos a Gravedad. En este proceso se concentran los sólidos removidos de los sedimentadores primarios previo a la descarga a los digestores.

Dos tanques operarán como espesadores a gravedad para concentrar los lodos primarios. Cada unidad tiene un tanque cubierto de 12,5 metros de diámetro, con una profundidad de agua de 3 metros, equipado con un mecanismo de recolección para conducir los lodos espesados al centro del tanque y estos sean removidos.

Los tanques serán cubiertos para control de olores. El aire maloliente será recolectado para su tratamiento.

El espesamiento por gravedad se da en estructuras similares a los sedimentadores provistos de raspa lodos en el brazo, el cual está conectado a un castillete con paletas verticales que rodando y golpeando las partículas de lodo favorecen la expulsión de agua, la sedimentación y la compactación del sólido, mientras que, el agua expulsada es derramada en superficie.

Los sólidos de los sedimentadores primarios serán removidos y transportados hacia los espesadores por una estación de bombeo ubicada cerca del auditorio.

Después de ingresar a los espesadores a gravedad los sólidos se acumularan en la zona de sedimentación y luego serán comprimidos por la presión de los sólidos más superficiales de la zona de espesamiento. El agua desplazada fluye a través de canales intersticiales de la matriz de sólidos hacia una zona de líquido clarificado en la superficie. El agua clarificada es recogida por la canaleta y enviada a gravedad al sistema de alcantarillado sanitario de la planta que tiene su descarga al inicio de la planta, concretamente en el Cajón de unión. Los sólidos concentrados son recolectados y removidos del fondo de los tanques espesadores y bombeados a los digestores.

Los lodos primarios llegarán a los espesadores con una concentración de aproximadamente 1 por ciento de sólidos secos y saldrán de los espesadores con una concentración de aproximadamente 4,5 por ciento de sólidos secos. Este espesamiento reduce significativamente el volumen del digestor. Para conducir los lodos desde los espesadores hasta los digestores se cuenta con una estación de bombeo ubicada en medio de los dos concentradores de sedimentadores primarios.

- **Espesamiento de lodos activos de desecho (Componente 19)**

Los lodos de los sedimentadores secundarios serán espesados antes de su digestión y así reducir el volumen, de los digestores, requerido para una adecuada estabilización de sólidos. Todos los lodos de desecho serán espesados a través del uso de las bandas espesadoras a gravedad.

Desde la estructura reconocida como Bombeo de Decantación Secundaria, las bombas de lodos sobrantes o de desechos (WAS) transportarán los lodos hacia las Bandas Espesadoras a Gravedad (GBTs).

En el diseño se ha previsto la implementación de tres equipos de bandas espesadoras a gravedad.

El sistema de bandas espesadoras a gravedad incluirá un sistema de polímeros para promover una buena separación de sólidos y agua en las bandas. Tres sistemas de polímeros serán instalados en el edificio en el que se localizan las Bandas Espesadoras a Gravedad y las Centrífugas utilizadas para la deshidratación de los lodos. De estos tres sistemas de polímeros, el primero servirá específicamente para las Bandas Espesadoras a Gravedad, el segundo para las Centrífugas y el tercero, de reserva para cualquiera de los dos procesos.

El traslado de la solución de polímero a los tanques de alimentación será mediante bombas. La solución de polímero será alimentada individualmente a cada banda espesadora a gravedad mediante una bomba alimentadora.

Cuando se utiliza acondicionamiento con polímeros, estos espesadores son muy efectivos para el espesamiento de lodos activados residuales, y típicamente se logra un 95% de captura de sólidos y concentraciones de sólidos espesados mayores al 5%.

En cada equipo de Banda Espesadora a Gravedad se tiene una cobertura para evitar que los olores se disipen en el edificio en el que están instaladas. El aire maloliente será

recolectado para su tratamiento.

Los lodos espesados por las bandas serán trasladados mediante bombeo hacia los digestores.

- **Concentrador de Natas (Componente 14)**

La concentración de Natas y Espumas se realizará en dos unidades. En este proceso se concentran las Natas y Espumas removidas de los sedimentadores primarios y secundarios previo a la descarga a los digestores.

Dos tanques operarán como concentradores donde las natas y Espumas flotan a la superficie, tras un tiempo de retención de aproximadamente 30 minutos.

Los tanques serán cubiertos para control de olores. El aire maloliente será recolectado para su tratamiento.

Las natas y espumas de los sedimentadores serán removidas y transportadas hacia los concentradores por medio de estaciones de bombeo ubicadas cerca de los sedimentadores.

Después de ingresar a los concentradores, las natas y espumas flotan a la superficie y se acumularan para luego ser recogidas y bombeadas a los digestores. El agua desplazada fluye a gravedad al sistema de alcantarillado sanitario de la planta que tiene su descarga al inicio de la planta.

- **Digestión anaerobia y almacenamiento de lodos digeridos (Componentes 16 y 15)**

La digestión anaerobia servirá para digerir los lodos primarios crudos y los lodos activados de desecho, ambos, previamente espesados. La digestión es utilizada para la estabilización biológica de los lodos, reduciendo la masa de sólidos para disposición. Este proceso produce metano que será utilizado, una parte para los calderos y lo restante para la quema. En la digestión se aumenta la concentración de la torta deshidratada de lodos y disminuye el olor de esta, reduciendo la atracción de los vectores y los niveles de patógenos en los biosólidos.

Existen tres corrientes que alimentan a los digestores anaerobios: los lodos primarios (de los tanques espesadores a gravedad), los lodos activados de desecho (de las Bandas Espesadoras a Gravedad), ambos previamente espesados, las natas y espumas (de los Concentradores de Natas y Espumas).

El proceso de digestión anaeróbica mesofílica incluye tres digestores y un edificio de control en donde se instalarán los equipos de calefacción, bombeo y gas.

El lodo es calentado por un sistema re-circulatorio de bombeo que incluye intercambiadores de calor tubular para cada digestor. Agua caliente generada por calderos provee calor mediante los intercambiadores de calor para mantener una temperatura constante en los digestores.

Los digestores tendrán una temperatura de operación de 35°C con un tiempo de retención de sólidos de por lo menos 15 días para la producción de lodos a una tasa máxima mensual con un digestor fuera de servicio para mantenimiento.

El tanque de almacenamiento de lodos digeridos recibirá los lodos provenientes de los digestores.

El tanque de almacenamiento de lodos digeridos da un espacio amplio entre los digestores y las centrifugas. Esto permite que las centrifugas sean operadas en turnos de una o dos por día.

- **Deshidratación de biosólidos (Componente 20)**

La deshidratación de los lodos espesados se lleva a cabo con el fin de hacer posible la evacuación al relleno sanitario. La deshidratación se obtiene después de la etapa de digestión, por medios mecánicos.

Para la PTAR Guangarcucho, se ha considerado el uso de tres centrífugas para la deshidratación. Las centrífugas son máquinas complejas que funcionan a altas velocidades de rotación.

Las centrífugas de deshidratación son la tecnología líder disponible para producir tortas deshidratadas de alto contenido de sólidos, alrededor de un 24%. Esto es una ventaja de costos significativa sobre las tecnologías de deshidratación de menor contenido de sólidos tales como los filtros prensa, y es la razón por la que se aplican ampliamente las centrífugas para la deshidratación de biosólidos. Las desventajas de centrifugar la deshidratación incluyen mayores requisitos de energía y mayores demandas de polímeros que otras tecnologías.

Cada centrífuga tiene una bomba centrífuga de alimentación. Estas bombas toman los lodos digeridos del tanque de almacenamiento de lodos digeridos. La configuración de las tuberías permite que cualquier centrífuga sea alimentada por cualquier bomba alimentadora.

Tres sistemas de polímeros serán instalados en el edificio en el que se localizan las Bandas Espesadoras a Gravedad y las Centrífugas utilizadas para la deshidratación de los lodos. De estos tres sistemas de polímeros, el primero servirá específicamente para las Bandas Espesadoras a Gravedad, el segundo para las Centrífugas y el tercero, de reserva para cualquiera de los dos procesos.

En cada equipo de centrífuga se tiene una cobertura para evitar que los olores se disipen en el edificio en el que están instaladas. El aire maloliente del concentrado será recolectado para su tratamiento.

El conducto de descarga de lodos deshidratados estará alineado con la orientación del transportador de tornillo. El concentrado fluirá a gravedad a través de un drenaje de la planta hacia la estación de bombeo del afluente. El sistema de polímero preparará la solución de polímero a ser adicionada al lodo digerido previo a la deshidratación.

El concentrado, agua decantada de las centrífugas, es conducido a gravedad al sistema de drenaje de la planta que está conectado con el sistema de alcantarillado sanitario de la planta que a su vez tiene su descarga al inicio del tratamiento, antes del pozo de gruesos.

Los lodos deshidratados serán colocados en una zanja de almacenamiento ubicada junto a las centrífugas, como paso previo a ser transportadas al relleno sanitario. La producción de biosólidos se espera que sea de 82 $m^3$/d a 117.5 $m^3$/d.

- **Otros sistemas y obras complementarias**

La planta de tratamiento Guangarcucho contará además con los sistemas internos de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial y obras complementarias como: cerramiento perimetral, iluminación de áreas internas y de áreas externas, vías internas, áreas verdes, parqueaderos. Los edificios de la planta incluyen:

- Estación de Guardia de Seguridad.
- Edificio Administrativo.
- Edificio de Mantenimiento.
- Laboratorio de Procesos de la Planta.
- Estación de Bombeo de la cabecera de la Planta.
- Edificio del Tratamiento Preliminar.
- Edificio de Sopladores.
- Edificio de Tratamiento de Lodos/ Edificio de Recuperación de Energía.
- Edificio de Espesador de Lodos.
- Digestores en forma ovoidal.
- Edificio de Desinfección.
- Subestación Eléctrica.

- **Sistema de Control SCADA y Auditorio**

El Centro de Control SCADA proyectado estará ubicado en la parte alta del Edificio del Auditorio de la PTAR Guangarcucho, en un local diseñado y adecuado para tal efecto. El Centro de Control incluirá:

a) Espacio dedicado para la sala de control apropiadamente iluminado y con un ambiente de reducción de ruido, aire acondicionado y que pueda ser equipado con todas las ayudas requeridas por los operadores para el control eficiente y el monitoreo de la planta de tratamiento desde su fase de ingreso a la planta hasta el vertido final del efluente tratado y desinfectado.
b) Ambientes separados para los Servers y el UPS.
c) Espacio para Ingenieros / técnicos del sistema de Monitoreo.

En la parte baja del edificio del Auditorio, se ubicará propiamente el Auditorio con una capacidad para 84 personas.

- **Sistema de agua de la planta y combate de incendios de edificios**

La planta contará con un sistema de agua potable y combate de incendios para las edificaciones, con los siguientes componentes principales:

a) Acometida desde la red pública de ETAPA EP ubicada en la autopista Cuenca-Azogues.
b) Cisternas para el abastecimiento de agua para usos del personal y para combate de incendios con sus respectivos equipos de presurización (hidroneumáticos). Se contará con dos hidroneumáticos de 5 HP para el agua de usos del personal y dos hidroneumáticos adicionales de 10 HP para el combate de incendios (Gabinetes).
c) Sistema de tuberías de distribución desde las respectivas cisternas y equipos de presurización, hasta el ingreso a las edificaciones.
d) Redes secundarias al interior de las edificaciones, independientes para cada sistema.
e) Ramales secundarios de abastecimiento a cada aparato sanitario o gabinete de incendio, según el caso.

- **Red de agua de servicio**

El agua requerida para los procesos como lavado de las diferentes unidades en los procesos de tratamiento, así como, disponibilidad de agua para colocación de hidrantes, se ha diseñado la red de agua de servicio que tiene su captación al final del tanque de desinfección UV. Para la presurización del agua se ha previsto la instalación de tres bombas, dos en funcionamiento y una en reserva. Cada bomba tendrá una potencia de 15 HP.

- **Sistema de alcantarillado sanitario**

Todos los edificios de la Planta tienen alcantarillado sanitario. Los drenajes de fontanería y drenajes de piso están conectados al sistema de alcantarillado sanitario que tiene su descarga al inicio del tratamiento, específicamente en el Cajón de Unión.

- **Sistema de alcantarillado pluvial**

Las aguas lluvias provenientes de los techos, drenajes de patios y de sumideros en las vías, están conectadas al sistema de alcantarillado para aguas lluvias. La descarga de este alcantarillado se lo realizará al río Cuenca.

- **Instalaciones auxiliares**

En este tipo de obras deberán tenerse en cuenta las siguientes instalaciones auxiliares:

1. Zona habilitada junto a las áreas donde los trabajadores pueden descansar o comer. Estas zonas contarán, en los puntos que determine la dirección de obra, zona de recogida de desechos (con sus correspondientes tachos) y zona de instalaciones sanitarias (wáteres químicos portátiles) con su correspondiente mantenimiento.
2. Zona habilitada, según normativa vigente, para el almacenaje o manejo de desechos de tipo combustibles o aceites.
3. Zona habilitada, según normativa vigente, para el almacenaje o manejo de substancias químicas (pinturas, disolventes, etc.).

**TABLA 8.4 INSTALACIONES AUXILIARES**

| Instalaciones | Si | No | Especificaciones |
|---|---|---|---|
| Campamentos | X | | Instalaciones temporales como oficinas, bodegas, vestuarios, y servicios higiénicos. |
| Bodegas | X | | Bodegas para materiales de construcción, herramientas menores y maquinaria liviana. |
| Caminos | X | | Optimizar los existentes. |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

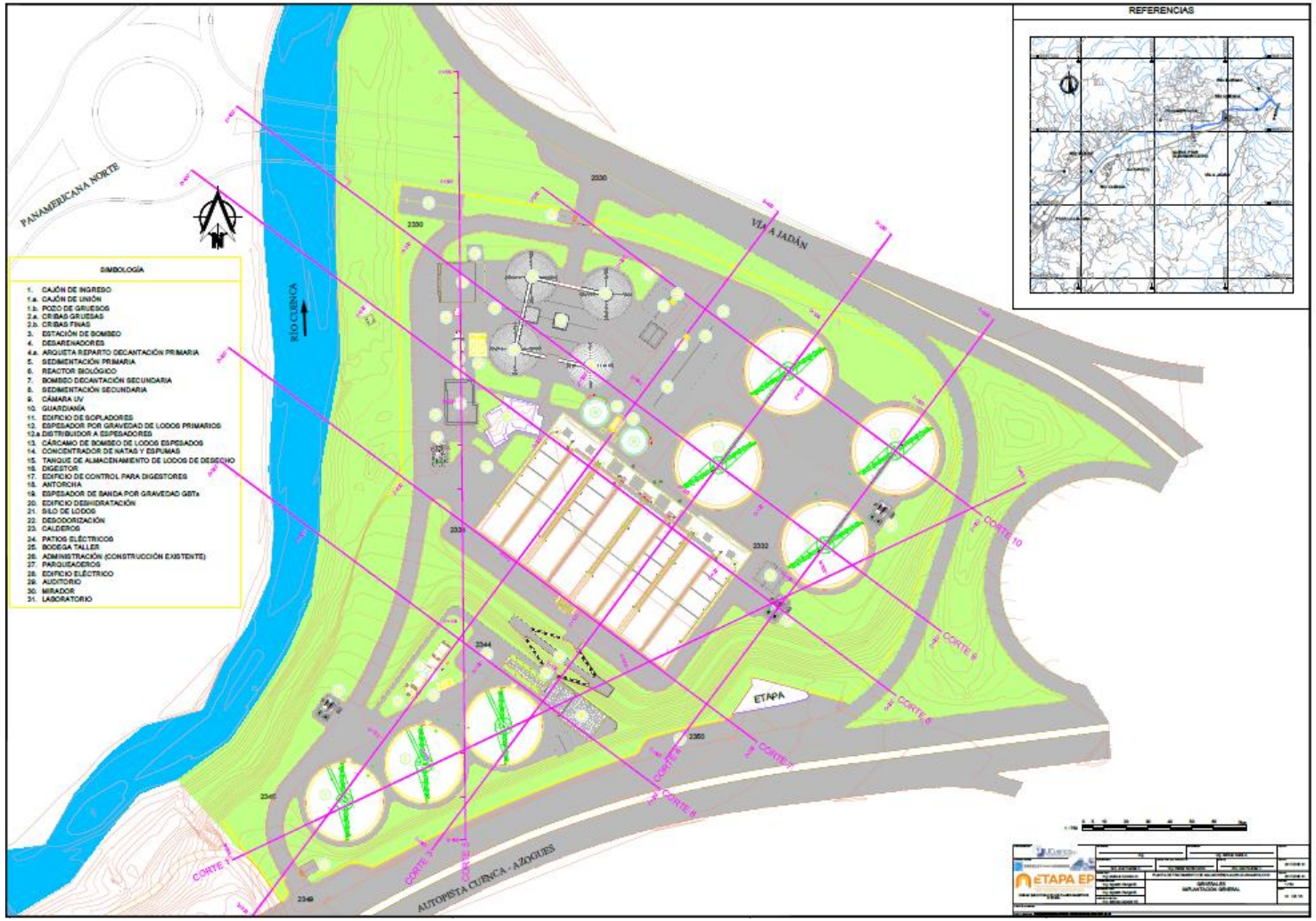



**ILUSTRACIÓN 8.3 OBRAS DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

## 8.3 CAMINOS DE ACCESO

Se puede acceder al predio a través de dos vía principales que son: la Panamerica Norte y la Autopista Cuenca Azogues, el ingreso actual al predio de construcción se lo realiza por la vía a Jadan. Se ubica cerca del distribuidor de Guangarcucho.

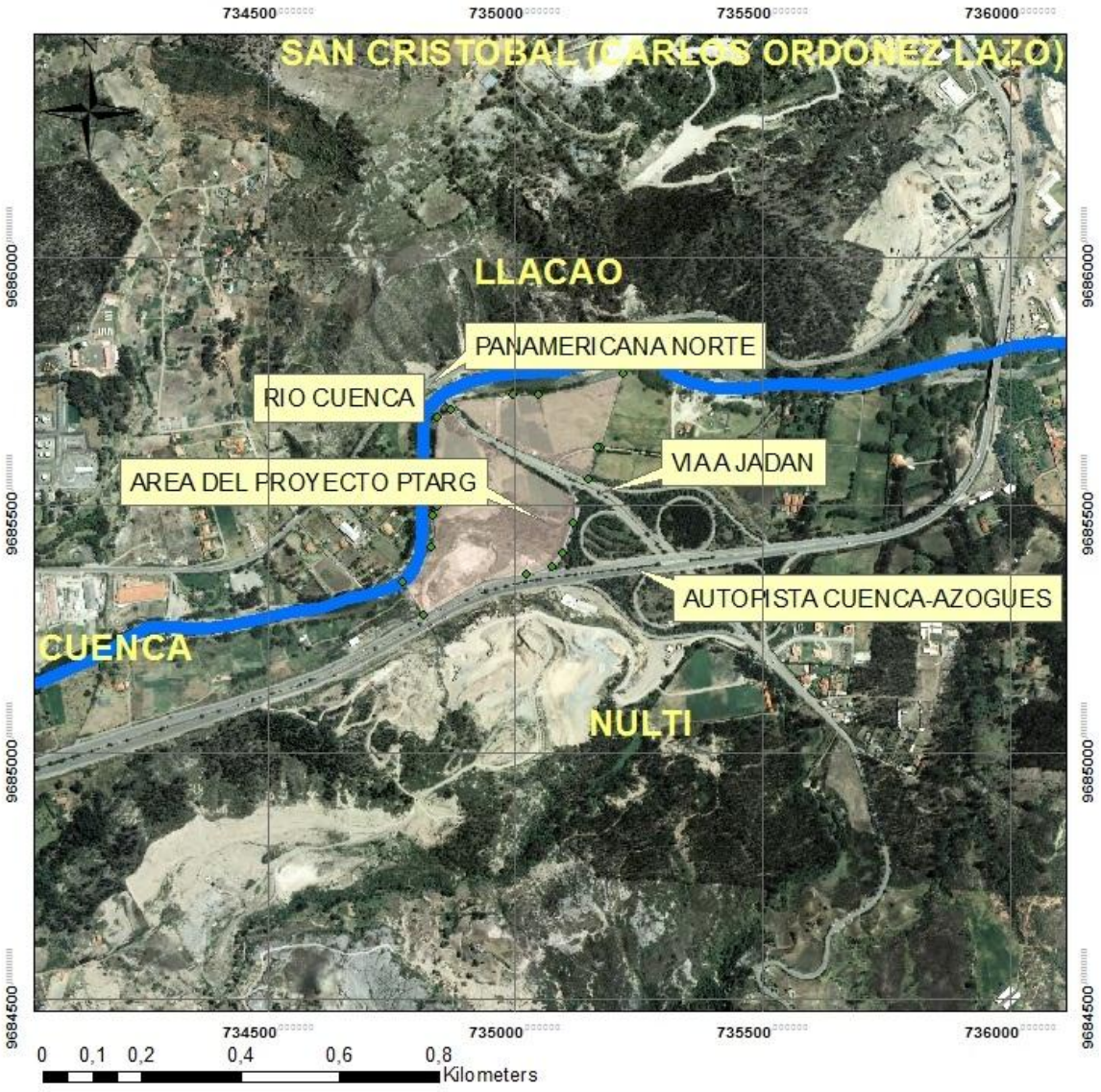



**ILUSTRACIÓN 8.4 CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

## 8.4 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Se tiene previsto que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Guangarcucho comience a funcionar en el año 2020, tenido una vida útil de 30 años, llegando a su fin de periodo en el año 2050.

### 8.4.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Se planificó que comience la construcción de la PTAR en Agosto del 2017 y finalice en noviembre de 2018, esperando que la planta comience a funcionar en diciembre de 2018, con un periodo de vida útil de aproximadamente 30 años.

**TABLA 8.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

| Fase | Fecha inicio | Fecha fin |
|---|---|---|
| **Construcción** | 01/10/2017 | 31/05/2019 |
| **Operación y Mantenimiento** | 01/06/2019 | 31/12/2050 |
| **Cierre y Abandono** | 01/01/2051 | 01/01/2052 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

## 8.5 MANO DE OBRA REQUERIDA

Se ha considerado un total de 107 personas para el desarrollo del etapa de construcción y de 19 para la etapa de operación.

**TABLA 8.6 MANO DE OBRA REQUERIDA**

| Actividad | Cargo/especialidad | Número |
|---|---|---|
| Etapa de Construcción | **POR EL CONSTRUCTOR** | |
| | Director de obra | 1 |
| | Superintendente | 1 |
| | Ingeniero de diseño (tratamiento de PTAR) | 1 |
| | Ingeniero de programación y costos | 1 |
| | Analista de planillas | 1 |
| | Ingeniero de Seguridad Industrial | 1 |
| | Residente de obra | 1 |
| | Inspectores | 2 |
| | Operadores de equipo | 2 |
| | Ayudantes de operador | 2 |
| | Geotécnico | 1 |
| | Ambientalista | 1 |
| | Ingeniero Hidráulico | 1 |
| | Ingeniero Eléctrico | 1 |
| | Ingeniero Mecánico | 1 |
| | Ingeniero de Control | 1 |
| | Jefe de hormigones | 1 |
| | Ingeniero estructural | 1 |
| | Ingeniero Vial | 1 |
| | Arquitecto | 1 |
| | Dibujantes | 2 |
| | Topógrafo | 1 |
| | Cadenero | 2 |
| | Albañiles y peones | 60 |
| | Choferes | 3 |
| | Subtotal | 91 |
| | **POR LA FISCALIZACIÓN** | |
| | Director de Fiscalización | 1 |

| Actividad | Cargo/especialidad | Número |
|---|---|---|
| | Jefe de Grupo | 1 |
| | Especialista en tratamiento de aguas residuales | 1 |
| | Inspector de obra | 1 |
| | Especialista Hidráulico | 1 |
| | Especialista ambiental | 1 |
| | Ingeniero de Seguridad Industrial | 1 |
| | Especialista Geotécnico | 1 |
| | Especialista Estructural | 1 |
| | Especialista Mecánico | 1 |
| | Especialista Eléctrico y control | 1 |
| | Especialista Vial | 1 |
| | Dibujante | 1 |
| | Especialista de Programación y Costos | 1 |
| | Choferes | 2 |
| | Subtotal | 16 |
| | TOTAL | 107 |
| Etapa de funcionamiento | Jefe de Operación y Mantenimiento | 1 |
| | Supervisor del Área de Operación | 1 |
| | Supervisor del Área de Mantenimiento | 1 |
| | Secretaria | 1 |
| | Chofer | 1 |
| | Conserje | 1 |
| | Operadores de la PTAR | 4 |
| | Operador SCADA | 1 |
| | Laboratorista | 1 |
| | Ayudante de Laboratorio | 1 |
| | Tecnólogo eléctrico | 1 |
| | ´Tecnólogo mecánico | 1 |
| | Plomero | 2 |
| | Jornaleros | 2 |
| | TOTAL | 19 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

## 8.6 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A EJECUTARSE DE ACUERDO A LAS FASES DEL PROYECTO:

Se describirá los procesos desarrollados en la etapa de construcción, funcionamiento y cierre del proyecto:

- La etapa de construcción contempla las obras de ingeniería civil con la construcción de las unidades de tratamiento de agua, de lodo y de los edificios necesarios para el funcionamiento de la planta.
- La etapa de funcionamiento es la operación y control del sistema de la planta así como el mantenimiento de la misma.

- La etapa de cierre, una vez cumplido el periodo de vida de la planta se procederá a la suspensión, cierre y planteamiento de otras alternativas.

### 8.6.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En esta etapa se desarrollaran distintas actividades de construcción. En general, para las unidades de tratamiento y edificios, será necesaria la intervención de mano de obra, maquinaria pesada y equipo especializado de trabajo que incluirán: replanteo, remoción de capa vegetal, excavación, desalojo de material, nivelación de áreas, replantillos, encofrados, colocación de tubería, enlucidos, y demás que permitan la implantación del proyecto.

La etapa de construcción tendrá las siguientes actividades:

- **Remoción de la capa vegetal**

Abarca toda actividad de remover la capa vegetal baja para la construcción de las distintas unidades, edificios y obras auxiliares del proyecto. Se necesitará la intervención mayoritaria de obreros. La cantidad estimada de remoción es de 30.000,00 $m^2$.

- **Desalojos y Conformación de Plataformas**

Posterior a la remoción de la capa vegetal se procederá a desalojar dicha materia del sitio para realizar el replanteo del terreno de acuerdo a los planos de diseño y a la conformación de las plataforma de trabajo.

- **Construcción de Campamentos y áreas de almacenamientos de materiales**

Se incluirán instalaciones temporales como bodegas para materiales de construcción, herramientas menores y maquinaria liviana, vestuarios, y servicios higiénicos. Se considerara la dotación de agua y la eliminación de excretas.

- **Excavación y desalojos para la construcción de unidades de tratamiento y edificaciones.**

Esta actividad se refiere a las excavaciones a máquina y a mano para establecer la cimentación de infraestructuras como las unidades de tratamiento de agua y de lodos, así como de las edificaciones necesarias para el funcionamiento de la planta. Este material sobrante producto de las excavaciones será desalojado a una escombrera autorizada.

Se tiene previsto un volumen de excavación de 200.000,00 $m^3$ y un desalojo de materia de 120.000,00 $m^3$.

- **Transporte de materiales de construcción**

Mediante volquetas se transportará hacia los frentes de trabajo material de construcción como grava, arena, piedra y cemento.

- **Construcción de la obra civil**

Esta etapa abarca todas las acciones y actividades necesarias para construcción de las unidades de tratamiento, edificaciones y obras complementarias en donde el material predominante es el hormigón armado.

A continuación se enumeran los componentes de obra civil de la planta de tratamiento:

- Obras para evitar daños en las crecidas del Río Cuenca.
- Tratamiento de agua: Cámara de llegada, pozo de gruesos, estación de bombeo, cribas gruesas, cribas finas y desarenadores. Tres tanques de sedimentación primaria, cuatro tanques de aireación, cuatro tanques de sedimentación secundaria, desinfección ultravioleta, descarga al río Cuenca.
- Tratamiento de lodos: Espesamiento de lodos primarios, espesamiento de lodos secundarios, digestión anaerobia, deshidratación de sólidos.
- Construcción de Edificios: Existe un edificio que servirá para la administración de la planta; además, se construirán las siguientes nuevas edificaciones: Un auditorio, edificio eléctrico, dos guardianías, pequeño laboratorio y una bodega-almacén
- Cerramiento perimetral: 1.050,00 m
- Vías internas: 1.300,00 m.

Dentro de la construcción de la obra civil se ha planificado que se lo realice en cuatro grupos que se indican a continuación:

**GRUPO 1.**

- Cajón del Ingreso
- Cajón de Unión
- Pretratamiento y Estación de Bombeo Inicial
- Laboratorio
- Bodega-Taller
- Cámara UV
- Vertedero de descarga
- Desodorización
- Conducciones de agua
- Espesadores por Gravedad de Lodos primarios
- Cárcamo de bombeo de Lodos Espesados a Digestores
- Edificio de espesador de Banda por gravedad GBTs y Centrifugas
- Plataforma de descarga de biosólidos
- Cámara de bombeo de natas primarias y secundarias
- Concentrador de natas y espumas
- Caldero
- Conducciones de lodos y natas
- Red de agua potable y combate contra incendios
- Red de alcantarillado sanitario
- Red de alcantarillado pluvial
- Red de agua de servicio
- Áreas verdes
- Cerramiento

**GRUPO 2.**

- Excavación plataforma 1 (corte) y protección de taludes
- Vías
- Aceras y bordillos
- Desarenadores y arqueta de reparto
- Sedimentación primaria
- Cámara de bombeo de lodos primarios
- Auditorio
- Guardianía
- Edificio Eléctrico
- Patios Eléctricos
- Obras eléctricas de Control
- Componente ambiental

**GRUPO 3.**

- Edificio de control para digestores
- Digestores y Almacenamiento de lodos digeridos
- Manejo de Biogás

**GRUPO 4.**

- Sedimentación secundaria
- Reactores Biológicos y sopladores
- Estación de bombeo de decantación secundaria

- **Suministro e instalación de equipos para la planta**

Comprende lo dotación y la instalación de los equipos necesarios para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

- **Retiro de material sobrante y maquinaria**

Todo el material sobrante de la construcción se trasportará a una escombrera autorizada.

### 8.6.2 ETAPA DE FUNCIONAMIENTO

**a) Funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales y lodos**

Durante el funcionamiento de la planta de tratamiento se tiene previsto las siguientes actividades:

- Operación y control del sistema de tratamiento de agua y de lodos la cual se explicó con anterioridad:

Pretratamiento, Tratamiento primario y secundario, sedimentación, desinfección y descarga final.

- Extracción y transporte de gruesos, arenas y lodos

**b) Mantenimiento técnico**

Para tener un correcto funcionamiento de todo el sistema se tendrá un adecuado mantenimiento de las instalaciones y equipo de la planta que se resume a continuación:

- Operación y mantenimiento de: compuertas, válvulas, sistemas de bombas, difusores.
- Operación y mantenimiento del laboratorio.
- Mantenimiento de tuberías.
- Mantenimiento de cámaras.
- Mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas.
- Mantenimiento de edificios.
- Mantenimiento de vías.
- Limpieza y mantenimiento de áreas verdes, veredas y camineras.

### 8.6.3 ETAPA DE CIERRE

Una vez que la planta llegue a su vida útil, que está proyectada para el año 2050, se procederá al cierre de las instalaciones.

**1. Planificación para el cierre:**

Se suspenderá el sistema de tratamiento y se procederá a realizar el desmontaje y transporte a chatarrización de equipos, demolición de las estructuras que ya no se consideren útiles para el nuevo uso del sitio.

**2. Transporte de escombros**

Se procederá al transporte de escombros que serán depositados en un lugar autorizado, se rellenarán los sitios en los que se ubicaban las obras profundas y se realizará la conformación de nuevas instalaciones y áreas verdes en el sitio.

## 8.7 MAQUINARIA.

La maquinaria que se utilizará en el proceso de construcción y operación de la planta de tratamiento de agua será la siguiente:

**TABLA 8.7 EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZARSE EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

| Maquinaria o equipo | Descripción |
|---|---|
| **Etapa de Construcción** | |
| Tractores | 2 |
| Motoniveladora | 1 |
| Retroexcavadora sobre ruedas | 1 |
| Bulldozer con hoja angulable | 1 |
| Cargador sobre ruedas | 1 |
| Rodillo pata de cabra o similar | 1 |
| Rodillo liso vibratorio | 1 |
| Bob-cat | 1 |
| Camiones cisternas | 2 |
| Volquetas | 5 |
| Dumper | 1 |
| Vibropisonador (Sapito) | 3 |
| Planchas vibradoras | 2 |
| Vibrador de inmersión | 6 |
| Camiones hormigonera | 3 |
| Equipo para hormigón lanzado | 1 |
| Estación total | 1 |
| Nivel automático | 1 |
| Camionetas doble cabina doble tracción | 3 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

**TABLA 8.8 EQUIPOS Y MAQUINARIA A UTILIZARSE EN LA ETAPA DE OPERACIÓN**

| EQUIPO | CANTIDAD | DIMENSIONES / DISEÑO |
|---|---|---|
| **CAJÓN DE INGRESO** | | |
| COMPUERTA PLANA DESLIZANTE | 1 | Dimensiones: 1,6 m x 1,6 m |
| VÁLVULA ELASTOMÉRICA UNIDIRECCIONAL | 1 | Diámetro 900 mm |

| EQUIPO | CANTIDAD | DIMENSIONES / DISEÑO |
|---|---|---|
| **POZO DE GRUESOS** | | |
| POLIPASTO PARA LEVANTAR LAS CANASTILLAS | 1 | Capacidad 10 Ton |
| **CRIBAS GRUESAS** | | |
| COMPUERTAS PLANAS DESLIZANTES | 6 | Dimensiones: 1.2 m x 1.5 m |
| CRIBAS GRUESAS DE LIMPIEZA MECÁNICA | 2 | Separación 38 mm |
| COMPACTADOR DE CRIBADOS, CRIBAS GRUESAS | 1 | Cantidad de material a procesar: 650-990 l/día, 575-875 kg/día |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE REJA MANUAL Y REJILLA CANASTO MANUAL | 1 | Capacidad 2 Ton |
| **CRIBAS FINAS** | | |
| COMPUERTAS PLANAS DESLIZANTES | 6 | Dimensiones: 1.2 m x 1.5 m |
| CRIBAS FINAS DE LIMPIEZA MECÁNICA | 2 | Separación 6 mm |
| COMPACTADOR DE CRIBADOS, CRIBAS FINAS | 1 | Cantidad de material a procesar: 200 l/día, 150-200 kg/día |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE REJA MANUAL Y REJILLA CANASTO MANUAL | 1 | Capacidad 2 Ton |
| **ESTACIÓN DE BOMBEO** | | |
| COMPUERTAS PLANAS DESLIZANTES | 2 | Dimensiones: 1.2 m x 1.5 m |
| BOMBAS CENTRÍFUGAS SUMERGIBLES | 4 | • Caudal de diseño de la cada bomba 800 L/s<br>• Potencia nominal 235 kW (315 HP).<br>• Velocidad de rotación: 800 - 1300 rpm (aproximado). |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE BOMBAS | 1 | Capacidad 10 Ton |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE ACCESORIOS | 1 | Capacidad 3 Ton |
| EQUIPO DE CONTROL DE OLORES | 1 | Capacidad: 10.178 $m^3/h$ |
| SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES | 1 | Detección de $CH_4$; $H_2S$, $CO_2$ y $O_2$ |
| **DESARENADORES** | | |
| COMPUERTA PLANA DESLIZANTE | 1 | Dimensiones: 1,2 m x 1,2 m |
| COMPUERTA PLANA DESLIZANTE | 1 | Dimensiones: 0,9 m x 0,9 m |
| COMPUERTAS PLANAS DESLIZANTES | 2 | Dimensiones: 1,37 m x 1,2 m |
| EQUIPAMIENTO CÁMARA DESARENADORA TIPO VÓRTICE | 2 | • Capacidad por Unidad: 1.305,0 L/s<br>• Capacidad Bombas de Arena: 14 L/s |
| LAVADOR DE ARENAS | 1 | • Caudal del flujo de agua/arena a procesar: 15 L/s |
| EQUIPO DE CONTROL DE OLORES | 1 | Capacidad: 2.353 $m^3/h$ |
| **SEDIMENTADORES PRIMARIOS** | | |
| Equipo para sedimentador primario: • Puente principal fijo. • Columna central de soporte. • Cámara cilíndrica de distribución central. • Jaula central de soporte de la cámara cilíndrica central y sistemas barrelodos. | 3 | • Diámetro interno del sediment. 35 m<br>• Altura de agua 4m<br>• Altura neta en el borde perimetral 5m<br>• Inclinación radial del fondo |

| EQUIPO | CANTIDAD | DIMENSIONES / DISEÑO |
|---|---|---|
| • Sistema de brazos para barrido de lodos hacia la fosa central del sedimentador. • Sistema de barrido de material sobrenadante hacia cámara recolectora de borde. • Sistema de limpieza de vertederos y canal perimetral de recolección del agua. • Placa vertedero perimetral • Tableros y dispositivos eléctricos para al mando automático del puente barredor. | | hacia el centro de la unidad 8,33% |
| **REACTORES BIOLÓGICOS** | | |
| EQUIPO SOPLADOR PARA BIOREACTORES | 4 | • Caudal del flujo de aire: 5.2 $m^3/s$. • Potencia 480 kW |
| DIFUSORES DE BURBUJA FINA | 4 | Para cada reactor: 6 parrillas con un total de 3.231 difusores |
| SISTEMA DE MEDICIÓN DE $O_2$ | 32 | 8 Medidores para cada reactor |
| **SEDIMENTADORES SECUNDARIOS** | | |
| Equipo para sedimentador primario: • Puente principal fijo. • Columna central de soporte. • Cámara cilíndrica de distribución central. • Jaula central de soporte de la cámara cilíndrica central y sistemas barrelodos. • Sistema de brazos para barrido de lodos hacia la fosa central del sedimentador. • Sistema de barrido de material sobrenadante hacia cámara recolectora de borde. • Sistema de limpieza de vertederos y canal perimetral de recolección del agua. • Placa vertedero perimetral • Tableros y dispositivos eléctricos para al mando automático del puente barredor. | 4 | • Diámetro interno del sediment. 40 m • Altura de agua 5 m • Altura neta en el borde perimetral 6 m • Inclinación radial del fondo hacia el centro de la unidad 8,33% |
| **ESTACIONES DE BOMBEO RAS Y WAS** | | |
| BOMBAS RAS (Centrífugas, anti-atasco, de cámara seca) | 6 | • Caudal de diseño de la cada bomba 180 L/s • Potencia nominal 250 HP. |
| BOMBAS WAS (Centrífugas, anti-atasco, de cámara seca) | 4 | • Caudal de diseño de la cada bomba 53 L/s • Potencia nominal 150 HP |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE BOMBAS | 1 | Capacidad 2,5 Ton |
| **ESTACION DE BOMBEO DE LODOS DESDE SEDIMENTADOR PRIMARIO** | | |
| BOMBAS LODOS SEDIMENTADOR PRIMARIO (Centrífugas, anti-atasco de cámara seca) | 4 | • Caudal de diseño de la cada bomba 13,1 L/s • Potencia nominal 10 HP |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE BOMBAS | 1 | Capacidad 2,5 Ton |
| **ESTACIÓN DE BOMBEO DE NATAS Y ESPUMAS** | | |
| BOMBAS DE NATAS Y ESPUMAS DESDE SEDIMENTADOR PRIMARIO (Centrífugas, | 6 | • Caudal de diseño de la cada bomba |

| EQUIPO | CANTIDAD | DIMENSIONES / DISEÑO |
|---|---|---|
| anti-atasco de cámara seca) | | 4,4 L/s<br>• Potencia nominal 5 HP |
| BOMBAS DE NATAS Y ESPUMAS DESDE SEDIMENTADOR SECUNDARIO (Centrífugas, anti-atasco de cámara seca) | 8 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>3,3 L/s<br>• Potencia nominal 10 HP |
| **ESPESADORES POR GRAVEDAD DE LODOS PRIMARIOS** | | |
| • Puente principal fijo.<br>• Columna central de soporte.<br>• Cámara cilíndrica de distribución central.<br>• Jaula central de soporte de la cámara cilíndrica central y sistemas barrelodos.<br>• Sistema de brazos para barrido de lodos hacia la fosa central del espesador.<br>• Tableros y dispositivos eléctricos para al mando automático del puente barredor.<br>• Placa vertedero perimetral<br>Conjunto bomba-motor y sistema de apoyo, incluye codo para línea de succión. | 2 | • Diámetro interno del espesador: 12,5 m<br>• Altura del nivel de agua: 3,0 m<br>• Inclinación radial del fondo hacia el centro de la unidad: 8,33 %<br>• Caudal de diseño: 26,2 L/s |
| CUBIERTA DE ALUMINIO PARA LOS ESPESADORES DE LODOS PRIMARIOS | 2 | Diámetro de 12,5 m |
| BOMBAS PARA IMPULSIÓN DE LODOS ESPESADOS Y DIGERIDOS DESDE ESPESADORES A DIGESTORES (Bombas de desplazamiento positivo de cavidad progresiva) | 3 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>19,7 L/s<br>• Potencia nominal 50 HP |
| EQUIPO DE CONTROL DE OLORES | 1 | Capacidad: 2.455 $m^3$/h |
| **ESPESADORES POR GRAVEDAD DE LODOS SECUNDARIOS** | | |
| EQUIPAMIENTO PARA LOS ESPESADORES A GRAVEDAD DE LODOS EXTRAÍDOS DE LOS SEDIMENTADORES SECUNDARIOS (GRAVITY BELT THICKENERS, GBTs) | 3 | • Caudal de diseño: Promedio 36 L/s, Pico 53 L/s<br>• Ancho efectivo de banda de deshidratación: 3 m |
| BOMBAS PARA IMPULSIÓN DE LODOS ESPESADOS Y DIGERIDOS DESDE ESPESADORES A GRAVEDAD A DIGESTORES (Bomba de desplazamiento positivo de cavidad progresiva) | 3 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>10,8 L/s<br>• Potencia nominal 20 HP |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE EQUIPOS GBT'S | 3 | Capacidad 2,5 Ton |
| **DIGESTORES Y JetMix** | | |
| Sistema de Mezcla JetMix | 3 | Recirculación completa del lodo en el digestor cada 6 horas. Esto equivale a un caudal de recirculación 5550 GPM (350 L/s). |
| **SISTEMA DE BOMBEO EN DIGESTORES Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO** | | |
| BOMBAS PARA ALIMENTACIÓN DEL LODO DE DIGESTORES HACIA EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO (Bombas centrífugas para manejo de sólidos) | 9 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>63,8 L/s<br>• Potencia nominal 150 HP |
| BOMBAS PARA ALIMENTACIÓN DEL LODO DESDE LOS DIGESTORES HACIA | 6 | • Caudal de diseño de la cada bomba |

| EQUIPO | CANTIDAD | DIMENSIONES / DISEÑO |
|---|---|---|
| EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (Bombas centrífugas para manejo de sólidos) | | 34,8 L/s<br>• Potencia nominal 50 HP. |
| BOMBAS PARA LA RECIRCULACIÓN DE LODO EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO | 2 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>34,8 L/s<br>• Potencia nominal 60 HP. |
| BOMBEO ALIMENTACIÓN DEL LODO DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO HACIA LAS CENTRÍFUGAS (Bombas de desplazamiento positivo de cavidad progresiva) | 3 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>34,8 L/s<br>• Potencia nominal 60 HP. |
| **SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE LODOS EN LOS DIGESTORES** | | |
| INTERCAMBIADOR DE CALOR | 3 | • Producción de lodo (Kg/d) 45.087<br>• Temperatura para digestión (°C) 35<br>• Requerimientos de calor para el lodo (J/Hr) 1.5E+8 |
| CALDEROS | 2 | • Requerimiento Total de Calor<br>Por la Caldera (BHP) 23.4<br>• Volumen de Agua Requerido<br>Durante Recirculación (m3/d) 168 $m^3$/d |
| **CENTRIFUGADORAS PARA DESHIDRATACIÓN DE LODO DIGERIDO** | | |
| CENTRIFUGADORAS PARA DESHIDRATACIÓN DE LODO DIGERIDO | 3 | • Volumen de lodos digeridos a procesar: 11,83 L/s (promedio 81,6 $m^3$/día) |
| POLIPASTO PARA LEVANTE DE EQUIPOS DE DESHIDRATACIÓN | 3 | Capacidad 15 Ton |
| EQUIPO DE CONTROL DE OLORES | 1 | Capacidad: 213 $m^3$/h |
| **QUEMADOR DE GAS Y ARRESTADORES** | | |
| QUEMADOR DE GAS | 1 | Capacidad: 13,2 n $m^3$/min (466 scfm) |
| ARRESTADOR DE GAS TIPO CÚBICA CON VÁLCULA TÉRMICA | 1 | Capacidad: 13,2 n $m^3$/min (466 scfm) |
| ARRESTADOR DE FLAMA TIPO CILÍNDRICO | 4 | Capacidad: 4 n $m^3$/min (134 scfm) |
| ARRESTADOR DE FLAMA TIPO CÚBICO | 1 | Capacidad: 13,2 n $m^3$/min (466 scfm) |
| VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA | 1 | • 13,2 n $m^3$/min (466 scfm)<br>• Presión de Entrada 25 - 35 mBar<br>• Presión de Salida 15 mBar |
| **CONCENTRADOR DE NATAS Y ESPUMAS** | | |
| BOMBAS DESDE EL CONCENTRADOR DE NATAS Y ESPUMAS A LOS DIGESTORES | 2 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>10,8 L/s<br>• Potencia nominal 25 HP |
| **CONTROL DE OLORES EN CONCENTRADOR DE NATAS Y ESPUMAS** | | |

| EQUIPO | CANTIDAD | DIMENSIONES / DISEÑO |
|---|---|---|
| EQUIPO DE CONTROL DE OLORES | 1 | Capacidad: 150 $m^3$/h |
| **EQUIPO ULTRAVIOLETA** | | |
| EQUIPO DE LÁMPARAS DE DESINFECCIÓN ULTRAVIOLETA | 1 | Dosis: 30 mJ/$cm^2$<br>• Flujo Pico: 2.400 L/s<br>• Flujo Promedio: 1.200 L/s<br>• Concentración máxima de Coliformes Fecales a la salida: 1000 (NMP/100 mL) |
| COMPUERTAS PLANAS DESLIZANTES | 6 | Dimensiones: 1,4 m x 2,0 m |
| **DOSIFICADOR DE POLÍMEROS** | | |
| DOSIFICADOR DE POLÍMEROS. | 3 | Dosificador de Polímero para GBTs<br>•<br>• Cantidad: 1 equipo<br>Dosificador de Polímero para Centrífugas<br>• Cantidad: 1 equipo + 1 en espera |
| **DOSIFICADOR DE HIPOCLORITO DE SODIO** | | |
| DOSIFICADOR DE HIPOCLORITO DE SODIO | 1 | • Caudal 16,8 L/s |
| **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE SERVICIO** | | |
| BOMBAS CENTRÍFUGAS Y ACCESORIOS DE CÁRCAMO SECO | 2 | • Caudal de diseño de la cada bomba<br>19 L/s<br>• Potencia nominal 75 HP. |
| **SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA USOS LOGÍSTICOS INTERNOS Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA COMBATE DE INCENDIOS** | | |
| SISTEMA HIDRONEUMÁTICO PARA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA USOS LOGÍSTICOS INTERNOS | 2 | Caudal Máximo de Diseño 5 L/s<br>• Potencia Requerida Motor 5 HP<br>**Tanque Hidroneumático**<br>• Caudal Medio Bombeado al Tanque 5 L/s<br>• Volumen Tanque 654,84 litros (173.01 Galones) |
| SISTEMA HIDRONEUMÁTICO PARA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA COMBATE DE INCENDIOS | 2 | Caudal Máximo de Diseño 8 L/s<br>• Potencia Requerida Motor 10 HP<br>**Tanque Hidroneumático**<br>• Caudal Medio Bombeado al Tanque 8 L/s<br>• Volumen Tanque 1.046 litros (279 Galones) |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

## 8.8 MATERIALES E INSUMOS

A continuación se muestran los insumos que serán empleados en la fase de construcción y operación.

**TABLA 8.9 INSUMOS DEL PROYECTO**

| Tipo | Descripción |
|---|---|
| **Construcción** | |
| Hormigón | Predominante para la construcción de las unidades de tratamiento y edificaciones |
| Gasolina | Pequeñas cantidades. Solo para maquinaria manual. |
| Diésel | Pequeñas cantidades. Solo para maquinaria manual y repostaje de maquinaria auxiliar. |
| Aceites | Pequeñas cantidades. Solo para maquinaria manual y maquinaria auxiliar |
| Pinturas, lacas, resinas y disolventes | Pequeñas cantidades. Solo para remates. |
| Agua no Potable | Para riegos y preparación de materiales. |
| Agua Potable | Para trabajadores. En contenedor apropiado. |
| **Operación** | |
| Hipoclorito de Sodio | Solución de hipoclorito al 12,5% (1l/galón)<br>Total de galones de hipoclorito:6 a 9 gal /d (22.7 L/d a 34 L/d) |
| Polímero | Uso de polímero: 53 lb/d a 176 lb/d<br>Uso de polímero: 210 lb/d a 540 lb/d |
| Energía Eléctrica | Se estima una Demanda Aparente Simultánea Total igual a 2.835,24 Kw en la etapa de operación. |
| Agua Potable | Uso doméstico dentro de las instalaciones de la PTARG |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

### 8.8.1 DEMANDA GENERAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La PTAR Guangarcucho está ubicada en un terreno que se adecuará en dos plataformas y que tiene desniveles importantes entre el cajón de llegada e inicio del sistema y a la vez para la recirculación de lodos, por lo tanto son necesarios sistemas importantes de bombeo. Las cargas principales consistirán en las estaciones de bombeo de afluente y de recirculación de los lodos activados, los sopladores de aireación, el sistema de desinfección UV, y las Centrífugadoras. Las cargas menores incluirán las cargas de los edificios, transporte y mezclado del sedimento, y diversas cargas de pequeños de procesos.
Se han proyectado cuatro transformadores y se cuenta con un transformador existente.

La carga instalada total es igual a 4.530,61 kW, con el siguiente detalle:

- Transformador T01/ A/B: Para los Biorreactores: 1.855,26 kW
- Transformador T02: Para Sedimentadores Secundarios, Espesadores, Deshidratación: 613,06 kW
- Transformador T03 A/B: Para Estación de bombeo de cabecera; Cribado, Digestores, Desinfección: 1.842,48 kW
- Transformador T04 A/B: Para Desarenadores, Sedimentadores Primarios: 164,17 kW
- Transformador T05-SA (Existente): Para Edificio existente: 32,41 kW

A su vez, la Demanda Aparente Simultánea Total es igual a 2.835,24, con el siguiente detalle:

- Transformador T01/ A/B: Para los Biorreactores: 1.272,84 kW
- Transformador T02: Para Sedimentadores Secundarios, Espesadores, Deshidratación: 339,47 kW

- Transformador T03 A/B: Para Estación de bombeo de cabecera; Cribado, Digestores, Desinfección: 1.068,50 kW
- Transformador T04 A/B: Para Desarenadores, Sedimentadores Primarios: 134,32 kW
- Transformador T05-SA (Existente): Para Edificio existente: 20,11 kW

En la siguiente tabla se muestra a mayor detalle los consumos totales de energía pronosticada.

**TABLA 8.10 DEMANDA GENERAL DE ENERGIA ELECTRICA**

*PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GUANGARCUCHO PTAR-G - ETAPA EP*

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA GENERAL INSTALACIÓN**

| Nº | DESCRIPCIÓN CARGA | C.I. [kW] | Dmax [kW] | Factor Simult. | DSimult [kW] | cosΦ | DSimult [kVA] | TENSIÓN [V] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **TRANSFORMADORES T01A/B** - BIOREACTORES | 1855.26 | 1279.84 | 0.995 | 1272.84 | 0.97 | 1312.21 | 22000.0 |
| 2 | **TRANSFORMADOR T02** - SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, ESPESADORES, DESHIDRATACIÓN | 613.06 | 358.78 | 0.946 | 339.47 | 0.97 | 349.97 | 22000.0 |
| 3 | **TRANSFORMADORES T03A/B** - ESTACIÓN DE BOMBEO CABECERA, CRIBADO, DIGESTORES, DESINFECCIÓN | 1865.71 | 1108.91 | 0.964 | 1068.50 | 0.97 | 1101.55 | 22000.0 |
| 4 | **TRANSFORMADOR T04** - DESARENADORES, SEDIMENTADORES PRIMARIOS | 164.17 | 144.47 | 0.930 | 134.32 | 0.97 | 138.48 | 22000.0 |
| 5 | **TRANSFORMADOR T05-SA** - SSAA EDIFICIO DE MEDIA TENSIÓN PTAR-G | 32.41 | 31.14 | 0.646 | 20.11 | 0.97 | 20.73 | 22000.0 |
| | | 4530.61 | | | 2835.24 | | 2922.93 | |

| | | |
|---|---|---|
| CARGA ACTIVA INSTALADA TOTAL: | 4530.61 | [KW] |
| DEMANDA APARENTE SIMULTANEA TOTAL: | 2922.93 | [KVA] |
| FACTOR DE RESERVA GENERAL: | 30.00 | [%] |
| RESERVA GENERAL: | 876.88 | [KVA] |
| DEMANDA DE DISEÑO: | 3685.82 | [KW] |
| | 3799.81 | [KVA] |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

### 8.8.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

Según lo establecido en la legislación vigente, los residuos generados en todos los trabajos a realizarse, se manejarán en conformidad con el Plan de Manejo Ambiental: Plan de Manejo de Desechos. A continuación se muestra un listado con los posibles residuos generados en las obras de montaje/desmontaje a gestionar:

**TABLA 8.11: PELIGROSIDAD DE RESIDUOS SEGÚN ORIGEN**

| RESIDUO | PELIGROSIDAD | ORIGEN |
|---|---|---|
| Acero/Acero galvanizado | No peligroso | Montaje/ Operación y mantenimiento/ Desmontaje |
| Aluminio | No peligroso | Montaje/ Operación y mantenimiento/ Desmontaje del tendido |
| Hormigón | No peligroso | Montaje/ Desmontaje de cimentaciones |
| Mezcla inertes (hormigón, cerámica, metales, etc.) | No peligroso | Montaje/ Desmontaje |

| RESIDUO | PELIGROSIDAD | ORIGEN |
|---|---|---|
| Plásticos | No peligroso | Restos de envases y embalajes en cualquier fase |
| Envases | No peligroso | Restos de envases y embalajes en cualquier fase |
| Maderas | No peligroso | Restos de envases y embalajes en cualquier fase |
| Tierra de excavación | No peligroso | Montaje/ Desmontaje de cimentaciones y posible apertura de nuevos accesos |
| Tierra vegetal | No peligroso | Obra civil montaje (Excavaciones y posible apertura de nuevos accesos) |
| Restos vegetales (podas, talas) | No peligroso | Montaje/ Operación y mantenimiento |
| Vidrio | No peligroso | Montaje/ Desmontaje |
| Restos orgánicos | No peligroso | Montaje/ Operación y mantenimiento/ Desmontaje (Presencia de personal) |
| Cribados gruesos y finos | No peligroso | Resultado del Pretratamiento del agua residual |
| Arenas | No peligroso | Productos generados en los desarenadores |
| Biosólidos | No peligroso | Productos generados en los sedimentadores. |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Todos y cada uno de los residuos se retirarán en el menor tiempo posible, gestionándose adecuadamente según lo dispuesto en la normativa vigente.

- **Descargas líquidas:**

En la fase de construcción y operación por el volumen de personal y mano de obra presente.

Se dispondrá de baterías sanitarias en las áreas seleccionadas por la dirección de obra en la zona de trabajo.

Estas instalaciones dispondrán de un contrato con un gestor de mantenimiento y recogida de desechos. La periodicidad de dicho contrato estará en función del personal presente en obra y quedará vinculado al cronograma de obra.

- **Desechos Sólidos Normales**

La actividad de construcción será la que mayor volumen de desechos genere, en su mayoría conformada por residuos vegetales (ramas, hojas y troncos). Estos serán acopiados y retirados de la obra a escombreras autorizadas.

El resto de desechos sólidos solo se producirán de manera visible en la fase de construcción.

En la fase de operación normal se espera recolectar alrededor de 725 Kg/d a 1075 Kg/d de cribados gruesos y finos. La cantidad de arenas recogidas se espera sean desde 4.550 Kg/d hasta 6.820 Kg/d. Y la producción de biosólidos se espera que sea de 82 $m^3$/d a 117.5 $m^3$/d, que serán descargados al relleno sanitario.

Se colocaran los tachos correspondientes (punto ecológico), en las zonas seleccionadas por la dirección de obra, para la recolección de residuos sólidos reciclables, no reciclables y no peligrosos, que serán transportados donde señalen las empresas encargadas del servicio de recolección de desechos, a partir de lo cual serán gestionadas por ellas. Los residuos más comunes serán:

**TABLA 8.12 DESECHOS SÓLIDOS NORMALES**

| TIPO DE RESIDUO | COLOR DE RECIPIENTE | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|
| Reciclables | Azul | Plásticos /Envases multicapa |
| Reciclables | Blanco | Vidrio / metal |
| Reciclables | Gris | Papel / cartón |
| No reciclables, no peligrosos. | Negro | Todo residuo no reciclable |
| Orgánicos | Verde | Origen Biológico como restos de comida o tratamientos de vegetación susceptible de ser aprovechado. |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Con respecto a la disposición del lodo de la PTAR Guangarcucho serán llevados al relleno sanitario de Pichacay, propiedad de la empresa municipal EMAC EP. La distancia entre Guangarcucho y Pichacay es alrededor de 31 km. Según las leyes sanitarias, los rellenos pueden aceptar sólidos y semi-sólidos no peligrosos. En el caso del lodo de la planta de Guangarcucho no existen estos residuos ya que no hay una contaminación industrial importante, pero debe ser deshidratado para alcanzar un 30% del contenido de sólidos.

- **Desechos con Hidrocarburos, Aceites y Químicos**

La generación de este tipo de desechos en general será nula. Durante las actividades de construcción y mantenimiento se pueden producir los siguientes desechos que serán gestionados por gestores autorizados.

**TABLA 8.13: DESECHOS HIDROCARBUROS Y ACEITES QUÍMICOS**

| TIPO | UBICACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|
| Frascos o recipientes de productos combustibles y químicos | Áreas específicas en zona de trabajo | Utilización de recipientes de lubricantes y combustibles, medicinas, líquidos de limpieza, pintura, pintura anticorrosiva, removedores de sales, aerosoles, productos para control de maleza y otros. |
| Paños absorbentes y guaipes | Áreas específicas en zona de trabajo | Limpieza de equipos, recarga de combustible o cambio de lubricante. |
| Restos tierras contaminados | Áreas específicas en zona de trabajo | Accidentes. |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

- **Desechos de construcción**

Principalmente dentro de este grupo de desechos se consideran las tierras de excavación de la fase de movimientos de obra, ya que en la fase de operación y mantenimiento, la generación de este tipo de desechos será nula.

➢ **Emisiones al aire**

**OLORES:** En todas las plantas de tratamiento de aguas residuales se generan olores. Si los procesos son anaerobios (sin oxígeno) la magnitud es mayor. El sistema de lodos activados es aerobio (con oxígeno), por lo que, los olores generados son menores y, en los sitios en los que se producen en la PTAR Guangarcucho serán controlados. La minimización de olores hace que se tenga ausencia de insectos. Los olores serán: contenidos, ventilados y recolectados hacia un sistema de depuración del biofiltro antes de ser emitidos a la atmósfera.

**RUIDO:** En general los equipos no presentarán ruidos mayores, los sopladores son ruidosos por lo que, en los diseños se contempla instalar lumbreras acústicas para minimizar el ruido exterior.

**GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA DIGESTIÓN ANAEROBIA**

Una de las principales emisiones se dará en el tratamiento de lodos, el proceso es anaerobio por lo que da lugar a la formación de metano. Para el caudal de diseño igual a 1.200 L/s se espera una producción de biogás de 9,2$m^3$/min, equivalentes a 13.248 $m^3$/día, de los cuales, 1.114 $m^3$/día serán utilizados en los calderos y lo restante, igual a 12.134 $m^3$/día pueden ser incinerados o aprovechados para cogeneración. El biogás que se produce en este proceso de tratamiento contiene los componentes que se muestran en la siguiente tabla en los porcentajes típicos indicados.

**TABLA 8.14 CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DEL BIOGÁS**

| Componente | Unidad | Característica del Biogás en el Agua Residual |
|---|---|---|
| $CH_4$ | % | 60 – 75 |
| $CO_2$ | % | 33 – 19 |
| $N_2$ | % | 1 – 0 |
| $O_2$ | % | < 0,5 |
| $H_2O$ | % | 6 (a 40° C) |
| $H_2S$ | $mg/m^3$ | 1.000 – 4.000 |
| Capacidad calorífica | $kJ/m^3$ | 22.380 |
| Densidad | $kg/m^3$ | 1,11 |

*FUENTE: BIOGAS RENEWABLE ENERGY*

La producción de biogás en el proceso de digestión anaerobia es una de las mejores medidas del desempeño del proceso de digestión, además que el biogás por su concentración de metano pude ser utilizado como combustible, por lo que su cuantificación en producción, recolección y uso es importante.

La producción de biogás en el PTAR Guangarcucho de acuerdo a la modelación en GPS-X indica un valor promedio de 9,2 $m^3$/min. Esto es teniendo en cuenta un tratamiento promedio de 681 $m^3$/d de lodo, con una cantidad de sólidos totales de 31.302 kg/día, y una cantidad de sólidos volátiles de 23.478 kg/día. Esta cantidad de gas es igual a 13.248 $m^3$/d, considerando que el biogás tiene una densidad de 1,11 kg/$m^3$, el peso de este volumen es igual a 14.705 kg/d, como se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 8.15 CANTIDADES DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS POR DÍA EN LA PTAR GUANGARCUCHO**

| Componente | Unidad | Cantidad |
|---|---|---|
| Cantidad de gas producido, (Modelo GPS-X) | $m^3$/min | 9,2 |
| Cantidad de gas producido por día | $m^3$/d | 13.248 |
| Densidad del biogás | kg/$m^3$ | 1,11 |
| Cantidad de biogás producido | kg/d | 14.705 |

*FUENTE: CONSULTOR*

Como se mencionó anteriormente el biogás producido puede ser utilizado como combustible. El biogás de la digestión anaerobia tiene una capacidad calorífica de combustión del 60% comparado con el gas natural, pues contiene alrededor de 65% de metano, mientras el gas natural es una mezcla de metano, propano y butano. El biogás tiene una capacidad calorífica de 22.400 kJ/$m^3$ en comparación con el gas natural que tiene 37.300 kJ/$m^3$. El biogás puede ser utilizado como combustible para diferentes equipos de la planta o para la cogeneración eléctrica. En el caso de la PTAR Guangarcucho será utilizado como combustible para los calderos para calentar el lodo de los digestores.

Se espera que se utilice alrededor de un 37% del biogás producido para el calentamiento de los calderos. A continuación se muestra un resumen del cálculo de los requerimientos de calor de los calderos.

**TABLA 8.16 REQUERIMIENTOS DE CALOR PARA CALDEROS EN LA PTAR GUANGARCUCHO**

| Requerimientos de Calor para Calderos | Unidad | Para Caudal Promedio Diario | Para Caudal Máximo Mensual |
|---|---|---|---|
| Flujo de lodos diario producido para digestión | $m^3$/d | 681 | 984 |
| Peso específico del lodo espesado | kg/$m^3$ | 1200 | 1200 |
| Peso del lodo de digestión | kg/d | 817.200 | 1’180.800 |
| Temperatura del lodo para digestión | °C | 35 | 35 |
| Temperatura mínima del lodo | °C | 16 | 16 |
| Requerimiento de calor para calentar el lodo | | | |
| Calor específico del lodo | J/Kg-°C | 4200 | 4200 |
| Requerimiento de calor | J/hr | 2,72E+09 | 3,93E+09 |

| Requerimientos de Calor para Calderos | Unidad | Para Caudal Promedio Diario | Para Caudal Máximo Mensual |
|---|---|---|---|
| Pérdidas de calor en el sistema | J/hr | 6,75E+08 | 6,75E+08 |
| Requerimiento de calor para calderos | kJ/hr | 3,39E+096 | 4,60E+06 |
| | BTU/hr | 3,22E+06 | 4,36E+06 |
| | BHP | 96 | 130 |

*FUENTE: ELABORACIÓN CONSORCIO*

Los calderos utilizarán biogás como combustible. La cantidad de gas necesario para los calderos se muestra a continuación.

**TABLA 8.17 CANTIDAD DE GAS NECESARIA PARA CALDEROS**

| Cantidad de gas requerido | Unidad | Promedio Diario | Máximo Mensual |
|---|---|---|---|
| Requerimiento de calor para calderos | kJ/hr | 3,39E+06 | 4,60E+06 |
| Capacidad de combustible de biogás / gas natural | % | 60% | 60% |
| Capacidad de combustible del gas natural | $kJ/m^3$ | 37.300 | 37.300 |
| Capacidad de combustible del biogás | $kJ/m^3$ | 22.380 | 22.380 |
| Eficiencia de los calderos | % | 75% | 75% |
| Requerimiento de biogás | $m^3/d$ | 4.850 | 6.579 |
| Cantidad de gas producido, (Modelo GPS-X) | $m^3/min$ | 9,2 | 13,2 |
| | $m^3/d$ | 13.248 | 19.008 |
| Densidad del biogás | $kg/m^3$ | 1,11 | 1,11 |
| Peso del biogás producido | kg/d | 14.705 | 21.099 |
| Cantidad de gas requerido para combustión | % | 37% | 35% |
| Biogás a ser incinerado o aprovechado en cogeneración | $m^3/d$ | 8.398 | 12.429 |

*FUENTE: CONSULTOR*

El biogás restante o que no vaya a ser utilizado debe ser incinerado.

- **Emisiones de CO2 por combustión de biogás**

Una preocupación importante es la determinación de emisión de gases contaminantes a la atmósfera por la generación de biogás y su combustión.

Utilizando la metodología AP-42 (U.S. EPA 1998, 2008) se calcula la cantidad de $CO_2$ que se emite a la atmósfera por la quema de biogás. La metodología transforma la cantidad de $CH_4$ en $CO_2$.

$$X = R_{CO_2} + \left(R_{CH_4} \times DE \times \frac{44}{16}\right)$$

X = Emisiones de $CO_2$ en Mg $CO_2$/yr

$R_{CH4}$ = Cantidad de CH4 en el biogás (Mg $CH_4$/yr)

$R_{CO2}$ = Cantidad de CO2 en el biogás (Mg $CO_2$/yr)

DE = Eficiencia de destrucción del quemador

44 = Peso molecular del CO2 (kg/kg-mol)

16 = Peso molecular del CH4 (kg/kg-mol)

El resultado indica que en promedio las emisiones de $CO_2$ por año por la producción de biogás en la PTAR Guangarcucho son de alrededor de 3.000 toneladas, como se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 8.18 CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE CO2 POR AÑO**

| Componente | Unidad | Cantidad |
|---|---|---|
| Cantidad de gas producido, (Modelo GPS-X) | $m^3$/min | 9,2 |
| Cantidad de gas producido por día | $m^3$/d | 13.248 |
| Densidad del biogás | kg/$m^3$ | 1,11 |
| Cantidad de biogás producido | kg/d | 14.705 |
| Cantidad de biogás por año | Ton/año | 5.367 |
| Cantidad de $CH_4$ en el biogás | % | 60 – 75 |
| $R_{CH4}$ | Ton/año | 612 - 765 |
| Cantidad de $CO_2$ en el biogás | % | 33 – 19 |
| $R_{CO2}$ | Ton/año | 1.771 – 1.020 |
| DE (eficiencia del quemador) | % | 98% |
| X emisiones de $CO_2$ | Ton/año | 3.420 a 3.081 |

*FUENTE: CONSULTOR*

Una preocupación grande en determinar la huella de carbono en plantas de tratamiento de aguas residuales con respecto a la emisión de gases de efecto invernadero, consumo de energía, producción de energía y créditos de carbono. Resultados de análisis en plantas de tamaño pequeño y mediano, como el caso de la PTAR Guangarcucho, indican que las emisiones directas de $CO_2$ e indirectas de $N_2O$ son las de mayor contribución. El proceso de digestión anaerobia y la disposición de lodos suelen ser los de mayores emisiones. Sin embargo el uso de gas producto de la digestión anaerobia como combustible para la generación de energía genera créditos en la cuantificación de la huella de carbono.

El uso del biogás como combustible para los calderos para generar calor para el proceso de digestión anaerobia de la PTAR Guangarcucho, es una buena solución para reducir el consumo de energía de otras fuentes. En este caso el cálculo del consumo de energía en los calderos no se toma en cuenta en la producción de gases de efecto invernadero. Los cálculos anteriores indican que se puede aprovechar para este propósito alrededor del 37% del gas producido.

# 9. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Los terrenos propuestos en los estudios de factibilidad para la ubicación de la futura PTAR son los idóneos desde un punto de vista de disponibilidad de espacio como por las ventajas en cuanto a los costos económicos asociados al sistema de conducción de aguas residuales respecto de otras alternativas que requieren mayores longitudes de conducciones y sistemas adicionales de impulsión mediante estaciones de bombeo.

Se ha planteado un estudio comparativo de tres alternativas que son en las que se ha incluido, el predimensionamiento, definición del proceso de tratamiento, presupuestos de construcción y operación, y área de ocupación. Las tres alternativas estudiadas son:

## 9.1 ALTERNATIVA 1: PROCESO DE TRATAMIENTO BASADO EN FANGOS ACTIVADOS

Los lodos activados son un proceso de tratamiento secundario de crecimiento suspendido que utiliza microorganismos para la eliminación de sólidos orgánicos disueltos, así como sólidos sedimentables y no sedimentables en suspensión. El término lodos activados quiere decir que las partículas están llenas de bacterias, hongos y protozoos. Estos microorganismos y partículas se encuentran en forma natural en las aguas residuales crudas. Los microorganismos se cultivan en tanques de aireación, en los que se proporciona oxígeno a los microorganismos y estos obtienen nutrientes del agua residual.

Los sistemas cuentan con un tratamiento preliminar para la eliminación de sólidos inorgánicos grandes, escombros, y basuras. Un sistema de sedimentación primaria se encarga de eliminar el material flotante y partículas orgánicas sedimentables. El sistema de lodos activados puede tratar el efluente de los sedimentadores primarios o agua residual cruda. Al entrar a los tanques de aireación los microorganismos de los lodos activados consumen los sólidos del agua residual. Luego esta agua pasa a un sistema de sedimentación secundaria, donde el agua es separada de los sólidos y microorganismos mediante decantación. Los sólidos sedimentados y microorganismos son bombeados en parte nuevamente hacia la cabecera de la planta, mientras que el agua clarificada sigue hacia el siguiente proceso.

Los lodos de desecho pasan a un sistema de tratamiento que pueden incluir procesos de espesamiento, digestión aerobia o anaerobia y deshidratación antes de su disposición final.

## 9.2 ALTERNATIVA 2: PROCESO DE TRATAMIENTO BASADO EN FANGOS ACTIVADOS DE AIREACIÓN PROLONGADA EN CANALES DE OXIDACIÓN

La aireación prolongada en canales de oxidación es un proceso modificado de tratamiento de lodos activados que utiliza tiempos prolongados de retención de sólidos (SRT) para remover los compuestos orgánicos biodegradables. El canal de oxidación consiste en un canal circular u ovalado provisto de aireación mecánica. Normalmente son sistemas de

mezcla completa, pero pueden ser modificados para acercarse a un sistema de flujo pistón (mientras más se acerca al flujo pistón es necesario difusores de aire antes que aireación mecánica, pero ya su operación no sería como un canal de oxidación). Normalmente la aireación mecánica se la realiza con aireadores de eje horizontal, vertical o inclinado.

Un sistema de tratamiento preliminar precede normalmente a los canales de oxidación. Un tratamiento primario no es una práctica típica para este tipo de tratamiento, por lo tanto no se considera en esta alternativa. El flujo a los canales de oxidación es aireado y mezclado con el caudal de recirculación del sedimentador secundario. El efluente de la sedimentación secundaria requiere desinfección antes de ser descargado al cuerpo de agua receptor.

Se utilizan regularmente aireadores superficiales, como cepillos rotores, aireadores de disco, de tubo o difusores de burbuja fina. Estos además de proporcionar oxígeno al licor mezclado también proveen recirculación. La aireación incrementa rápidamente el oxígeno disuelto que luego decrece a medida que la biomasa lo consume mientras el licor mezclado circulo el reactor y también mantiene los sólidos suspendidos.

Muchos fabricantes han desarrollado modificaciones a las zanjas de oxidación en especial para la eliminación de nutrientes, con ciclos de fases anóxicas y aerobias para lograr nitrificación y desnitrificación parcial, o también para obtener zanjas más profundas y de menor superficie.

## 9.3 ALTERNATIVA 3 CON LECHOS BACTERIANOS (FILTROS PERCOLADORES), CON DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LODOS EN UNA ETAPA, SIN CALENTAMIENTO.

Los filtros percoladores son una tecnología de tratamiento biológico de aguas residuales municipales e industriales que tiene cerca de 100 años. Los filtros son un reactor biológico de película fija no sumergido que usa rocas o un medio plástico de relleno sobre el cual el agua residual se distribuye continuamente. Para esta alternativa se ha considerado el uso de un medio plástico de relleno, pues resulta en un sistema con mayor capacidad de tratamiento. El tratamiento ocurre cuando el agua residual fluye sobre la película biológica pegada al medio plástico de relleno.

Los filtros percoladores con medio plástico de relleno son construidos en formas redondas, cuadradas u otras y sus profundidades varían entre 4 y 12 m. Otros componentes del sistema incluyen el sistema de dosificación con rociadores de agua residual, una estructura de soporte del medio plástico de relleno y un sumidero inferior para colectar el efluente líquido del filtro que puede ser una estructura porosa que permita el paso del aire.

El agua afluente es normalmente aplicada sobre el medio de relleno, mediante brazos rociadores extendidos a lo largo del diámetro interno de los filtros y que rota alrededor de los filtros para distribuir de manera uniforme el agua por unidad de área.

Esta alternativa de tratamiento requiere un tratamiento preliminar del agua residual seguido de un tratamiento primario previo al ingreso del agua a los filtros. Con esto se evita el ingreso de materiales como plásticos y cauchos que podrían causar obstrucción al medio

filtrante. El efluente pasa a un sistema de sedimentadores secundarios y finalmente a la desinfección antes de su descarga final.

La comunidad biológica creada en el sistema incluye bacterias aerobias y facultativas, hongos, algas y protozoos, además de organismos más grandes como gusanos, larvas de insectos y caracoles. La micropelícula que se crea puede tener un espesor de 0,1 a 0,2 mm, pudiendo llegar a ser de hasta 10 mm.

## 9.4. ALTERNATIVA 4. SI NO SE IMPLANTARA EL PROYECTO

Para el análisis de la alternativa si no existiera el proyecto se considera primero que la actual PTAR de Ucubamba ya se encuentra por terminar su vida útil, por esta razón se plantea la construcción de una nueva PTAR, se hará una análisis de la calidad del afluente que ingresa a la planta y el efluente que es vertido al río Cuenca luego de pasar por el proceso de depuración.

De acuerdo a la siguiente tabla se puede observar que parámetros como la $DBO_5$, la DQO, y sólidos suspendidos totales sin tratamiento no cumplirían con la normativa ambiental vigente, generando una contaminación del cuerpo hídrico, de la misma manera se observa que una vez que las aguas residuales salen del proceso de depuración los parámetros analizados alcanzan valores por debajo de lo permitido.

**TABLA 9.1 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA A LA ENTRADA Y SALIDA DE LA PTAR UCUBAMBA**

| Año 2015 | Caudal (L/s) | pH | $DBO_5$ (mg/L) | DQO (mg/L) | ST (mg/L) | SST (mg/L) | SSV (mg/L) | S. sed (mg/L) | N. Org (mg/L) | NO2 + NO3 (mg/L) | P. Total (mg/L) | SO4 (mg/L) | Sulfuros (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Afluente | 1562 | 7,14 | 147,75 | 329,51 | 505,4 | 245,5 | 147,5 | 5,38 | 12,1 | 0,77 | 4,89 | 41,4 | <1,07 |
| Efluente | 1574 | 7,54 | 30,92 | 104,43 | 316,19 | 40,27 | 42,2 | 0,4 | 10,7 | 0,24 | 2,45 | 42,5 | 1,14 |
| A.M 097 TULSMA | | 6,5-9 | 100 | 200 | 1600 | 130 | | | | | 10 | 1000 | 0,5 |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORMES DE CALIDAD DE AGUA ETAPA EP, 2015; A.M. 097-A DEL MINISTRIO DEL AMBIENTE*

## 9.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

### 9.5.1. COSTOS

CapdetWorks hace un análisis de costos de construcción, operación, mantenimiento, materiales, químicos, energía y de ciclo de vida. Los costos se calculan de acuerdo a algoritmos y de una base de datos del modelo que incluye costos unitarios, y curvas de costos. El software permite que se ajusten los costos de acuerdo a la realidad local. Para el análisis de las tres alternativas se ajustaron los costos de terrenos, mano de obra, materiales y energía con costos locales. Ya que los equipos y maquinarias se fabrican en el exterior se mantuvieron los costos de la base de datos del modelo.

Para el análisis del costo presente del ciclo de vida se estimó un tiempo de construcción de dos (2) años y un período de vida útil de 32 años (hasta el año 2050). Además se consideró un porcentaje de interés anual del 8%.

**TABLA 9.2 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL MODELO CAPDETWORKS**

| Alternativa | Costo Presente ($) | Costo de Construcción ($) | Costo de Operación ($/año) | Costo de Mantenimiento ($/año) | Costo de Materiales ($/año) | Costo de Químicos ($/año) | Costo de Energía ($/año) | Amortización ($/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alternativa 1 – Lodos Activados | 77.000.000 | 43.600.000 | 322.000 | 75.800 | 556.000 | 414.000 | 1.330.000 | 3.850.000 |
| Alternativa 2 – Aireación Extendida | 76.800.000 | 39.900.000 | 322.000 | 51.400 | 509.000 | 425.000 | 1.670.000 | 3.560.000 |
| Alternativa 3 – Filtros Percoladores | 79.000.000 | 46.700.000 | 306.000 | 84.900 | 501.000 | 278.000 | 1.500.000 | 4.060.000 |

*ELABORACIÓN: CONSORCIO GREELEY AND HANSEN - ACSAM*

De la estimación de costos se observa que la Alternativa 2 – Tratamiento mediante aireación extendida es la de menor costo presente tuvo, $76,8 millones de dólares, mientras que la Alternativa 1 – Tratamiento mediante sistema de lodos activados tiene un costo presente del ciclo de vida muy cercano de $77,0 millones de USD. La Alternativa 3 tuvo el mayor costo presente durante su ciclo de vida, $79,0 millones de USD. Los costos de construcción varían entre las tres alternativas, siendo la Alternativas 2 ($39,9 millones de USD) la de menor costo y la Alternativa 3 ($46,7 millones de USD) la de mayor costo. En cuanto a operación, mantenimiento y materiales, la Alternativa 3 es la que menor costo muestra ($1,17 millones de USD). El consumo de energía es mayor para la Alternativa 2 ($1,67 millones de USD) mientras que la Alternativa 1 es la de menor costo de energía ($1,33 millones de USD).

### 9.5.2. EFICIENCIA DE TRATAMIENTO

De la modelación de las tres alternativas se observa que todas cumplirían con las condiciones del efluente. Las alternativas 1 y 2 son las de mayor eficiencia en remoción de contaminantes, muestran concentraciones similares de contaminantes en el efluente, y es la Alternativa 2 la de mayor remoción de carbono, nitrógeno y fósforo. La Alternativa 3 tiene buena remoción de sólidos pero es la de menor eficiencia en la remoción de $DBO_5$, DQO y fósforo.

De acuerdo a estos resultados cualquiera de las tres alternativas podría tener un eficiente sistema de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo teniendo en cuenta que en el futuro podría existir requerimientos normativos de descarga de aguas residuales más exigentes, un sistema de tratamiento como los de las alternativas 1 y 2 tendrían mejor remoción de nutrientes.

Los resultados de la modelación que muestran las características del efluente de agua tratada para cada alternativa se describen a continuación. La siguiente tabla muestra una comparación de algunos de los resultados de modelación de las tres alternativas analizadas.

**TABLA 9.3 RESULTADOS MODELACIÓN CON GPS-X**

| Parámetro del Efluente | Unidad | Alternativa 1: Lodos Activados | Alternativa 2: Aireación Extendida | Alternativa 3: Filtros Percoladores |
|---|---|---|---|---|
| Caudal | L/s | 1.200 | 1.200 | 1.200 |
| $DBO_5$ | mg/L | 6,03 | 3,15 | 18,6 |
| DQO | mg/L | 22,7 | 17,4 | 46,5 |
| SST | mg/L | 13,2 | 12,3 | 2,8 |
| SSV | mg/L | 6,2 | 4,0 | 1,5 |
| Nitrógeno Total | mgN/L | 26,6 | 1,41 | 17,1 |
| Fósforo Total | mgP/L | 0,24 | 0,20 | 0,32 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSORCIO GREELEY AND HANSEN - ACSAM*

### 9.5.3. MATRIZ DE COMPARACIÓN

Las tres alternativas han sido desarrolladas con tecnologías de tratamiento probadas y que han sido utilizadas en muchos lugares del mundo. Los resultados de la evaluación técnica y económica dan valores muy similares entre las tres, siendo las características de implantación y de operación las que definen la aplicabilidad de las alternativas.

De las tres alternativas la alternativa 1, tratamiento con lodos activados, es la opción más robusta pues esta tecnología tiene más flexibilidad para tratar diferentes tipos de aguas residuales, puede ajustarse a normativas más exigentes como para remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo. El sistema mediante la alimentación escalonada y aireación con difusores puede crear zonas anóxicas y aerobias para obtener nitrificación y desnitrificación en el mismo sistema. En consecuencia la capacidad de resiliencia es mucho más grande para esta alternativa. El sistema de aireación escalonada permite distribuir la carga de sólidos de manera que se obtiene una demanda de oxígeno uniforme en los reactores. Además permite que los caudales picos puedan derivarse al último pase de los reactores y minimizar la carga de sólidos en los sedimentadores. Sin embargo es un sistema más complejo de diseñar y de operar comparado con las otras dos alternativas.

El tratamiento de aireación extendida en zanjas de oxidación es el que presentó mejor remoción y calidad del efluente. Por el extenso tiempo de remoción hidráulica y mezcla rápida permite minimizar el impacto de cargas tóxicas o sobre cargas hidráulicas repentinas sin comprometer la calidad del efluente. Además produce menor cantidad de lodos que otros sistemas biológicos y bien estabilizados. La desventaja más grande es que requiere de más área para la instalación de los reactores biológicos. El consumo de energía es mayor

especialmente en aireación. Tampoco es tan flexible como el sistema de lodos activados y su expansión en capacidad o sistema de tratamiento es más complicada. Algunas modificaciones a su sistema de tratamiento para reducir el espacio de implantación o mejorar sus características han sido desarrolladas por industrias privadas y pueden resultar caros de implementar.

La alternativa de filtros percoladores es una tecnología que ha sido utilizada por cerca de 100 años para el tratamiento de aguas residuales. Es un sistema simple y confiable, para su operación no es necesario de muchos conocimientos y experiencia técnica. Tiene buenos rendimientos en el control de material orgánico y si se utilizan medios plásticos para la creación de la bio-película su eficiencia es mayor. Reduce rápidamente el $DBO_5$ soluble y las unidades pueden ser eficientes para nitrificación. Sin embargo no es un sistema flexible para ser expandido en su capacidad o para normativas más exigentes de tratamiento y es posible que requiera tratamientos adicionales. Este sistema presenta frecuentes problemas de olores y de presencia de roedores, insectos y otros vectores. Para el control de olores y vectores es posible que se necesite cubrir los tanques e instalar un sistema de control de olores lo cual aumentaría el costo de construcción de esta alternativa. Es alta la incidencia de obstrucciones. Por lo tanto es necesario que se preste mucha atención a su operación. Este ha sido una tecnología utilizada más en comunidades pequeñas o medianas.

La siguiente tabla muestra una comparación entre las alternativas considerando cuatro características principales: área de instalaciones, posibilidad de implantación, costo de construcción y costo de ciclo de vida.

**Tabla 9.4 MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS**

| Parámetro del Efluente | Alternativa 1: Lodos Activados | Alternativa 2: Aireación Extendida | Alternativa 3: Filtros Percoladores |
|---|---|---|---|
| Área de Implantación | 1,48 ha | 1,85 ha | 1,59 ha |
| Posibilidad de Implantación en el sitio | Si es posible implantar los procesos | No es posible implantar las zanjas de oxidación | Si es posible implantar los procesos |
| Costo de construcción | $ 43.600.000 | $ 39.900.000 | $ 46.700.000 |
| Costo de ciclo de vida | $ 77.000.000 | $ 76.800.000 | $ 79.000.000 |

| Parámetro del Efluente | Alternativa 1: Lodos Activados | Alternativa 2: Aireación Extendida | Alternativa 3: Filtros Percoladores |
|---|---|---|---|
| Ventajas | • Menor área de implantación de las instalaciones.<br>• Las instalaciones pueden ser emplazadas en el área disponible.<br>• Remoción de contaminantes de acuerdo con las exigencias del efluente.<br>• Distribuye la carga de sólidos de manera que se obtiene una demanda de oxígeno uniforme.<br>• Sistema robusto y probado adaptable a diferentes tipos de aguas residuales.<br>• La alimentación escalonada lo convierte en un sistema flexible para ajustarse a diferentes condiciones operativas, inclusive a procesos anóxicos y aerobios.<br>• Los flujos picos pueden derivarse al último de los reactores y minimizar la carga de sólidos en los sedimentadores.<br>• Menor consumo de energía. | • Proceso muy confiable de operación simple.<br>• Menores costos de operación y mantenimiento.<br>• Presenta la mayor remoción de contaminantes y mejor calidad del efluente.<br>• No requiere tratamiento primario.<br>• Los tiempos extendidos de retención hidráulica y la mezcla completa permite minimizar el impacto de cargas tóxicas o sobre cargas hidráulicas repentinas sin comprometer la calidad del efluente.<br>• Sistema adaptable para remoción de nutrientes.<br>• Produce lodos bien estabilizados.<br>• Produce menos lodos que los otros procesos biológicos.<br>• Menor costo presente. | • Sistema biológico simple y confiable.<br>• Muy efectivo en el tratamiento de altas concentraciones de material orgánico, dependiendo del tipo de medio filtrante.<br>• Medios filtrantes plásticos brindan mejores eficiencias en el tratamiento.<br>• Reduce rápidamente el $DBO_5$ soluble.<br>• Unidades eficientes para nitrificación.<br>• Elementos de procesos durables.<br>• Bajos requerimientos de energía.<br>• Nivel moderado de conocimientos y experiencia técnica para la operación del sistema. |
| Desventajas | • Mayores costos de construcción.<br>• Sistema más complejo de operación y mantenimiento.<br>• Sistema de aireación más complejo para diseñar.<br>• Posibilidad de aumento de volumen de lodos filamentosos. | • Mayor área requerida para la instalación de las zanjas de oxidación.<br>• Requiere mayor energía de aireación.<br>• La expansión de la capacidad de la planta es más complicada.<br>• Apropiado para comunidades pequeñas o medianas.<br>• Las zanjas de oxidación no pueden emplazarse en el sitio. | • Mostró la menor eficiencia en la remoción de contaminantes de las tres alternativas.<br>• Flexibilidad y control del sistema es limitado.<br>• Es posible que se necesiten tratamientos adicionales para cumplir con normativas de descarga más exigentes.<br>• Mayor atención en su operación.<br>• Alta incidencia de obstrucciones.<br>• Problemas de olores y vectores.<br>• Problemas con caracoles.<br>• Apropiado para comunidades pequeñas o medianas.<br>• Mayor costo de construcción y mayor costo de vida útil. |

## 9.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las tres alternativas estudiadas son sistemas probados y muy utilizados para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. Es así que los resultados de remoción de contaminantes comprueban que las tres alternativas pueden tratar el agua residual de la ciudad de Cuenca y cumplir con los requerimientos normativos del efluente.
- Las mayores diferencias de las alternativas están en el área requerida para su implantación, la resiliencia de los procesos de tratamiento para adaptarse a normativas futuras más exigentes y los costos de ciclo de vida.
- La Alternativa 1 es la que menor área de implantación requiere, de acuerdo al dimensionamiento preliminar del modelo.
- Las Alternativas 2 y 3 requieren de mayor espacio para la implantación de sus instalaciones. En la Alternativa 2, en el sitio del proyecto, no se pudo emplazar el área requerida para las zanjas de oxidación. Aunque en la Alternativa 3 se ubicaron los filtros en el sitio del proyecto, su posición muy cerca de los taludes proyectados, pudieran ocasionar problemas de estabilidad.
- La Alternativas 2 es la que logró la mayor remoción de contaminantes y mejores condiciones del efluente, sin embargo la diferencia con las características del efluente de la Alternativa 1 es pequeña. La Alternativa 3 es la que mostró la menor eficiencia de remoción de contaminantes.
- El sistema de lodos activados con alimentación escalonada de la Alternativa 1, es el más flexible en su operación, tiene la capacidad de adaptarse a diferentes tipos de agua residual, permite tener una distribución más uniforme del oxígeno disuelto y además puede ajustarse a diferentes condiciones operativas, inclusive procesos anóxicos y aerobios para remoción de nutrientes.
- La Alternativa 2 también es adaptable para remoción de nutrientes. Mientras que la Alternativa 3 no es un sistema flexible y es posible que se necesiten tratamientos adicionales para lograr remoción de nutrientes.
- La capacidad de expansión de las Alternativas 2 y 3 es más complicada que para la Alternativa 1. Además se tienen experiencias que indican que el sistema de Filtros Biológicos ha sido sustituido por el sistema de Lodos Activados.
- El mayor costo de construcción es el de la Alternativa 3 ($46,7 millones de USD), su mayor rubro son las torres de filtros. Mientras que la Alternativa 2 tiene el menor costo de construcción ($39,9 millones de USD).
- Los costos de operación, mantenimiento y materiales son menores para la Alternativa 3 ($1,17 millones de USD), pues es el sistema de menores requerimientos operativos.
- El sistema de lodos activados es el de mayor costo de operación y mantenimiento presenta ($1,37 millones de USD).
- Los requerimientos de energía son mayores para la Alternativa 2, en comparación con las otras alternativas, lo que se refleja en un mayor costo de ciclo de vida.
- Para el cálculo del valor presente se consideró el costo de construcción actual y los costos de operación, mantenimiento, materiales y consumo de energía durante el ciclo de vida del proyecto. Los resultados dieron costos presentes muy cercanos entre las tres alternativas.
- La Alternativa 2 que corresponde al tratamiento con aireación extendida es la que muestra el menor valor presente de $76,8 millones de USD. Para la Alternativa 1 se obtuvo un valor presente muy cercano, $77 millones de USD, es decir una diferencia

de $200.000 USD entre las dos alternativas; mientras que, la Alternativa 3 tiene el mayor costo presente $79 millones de USD.

De acuerdo con los resultados de la modelación y el dimensionamiento preliminar de las tres alternativas, el sistema que puede emplazarse en el área del proyecto es el de lodos activados, correspondiente a la Alternativa 1, la Alternativa 3 de Filtros Biológicos podría caber en el sitio previsto con ajustes adicionales, en tanto que la Alternativa 2 de Aireación Extendida requiere de un área mayor a la disponible. La Alternativa 1 cumple con los requerimientos normativas de calidad del efluente y tiene mucha flexibilidad para ajustar su operación a normativas futuras más exigentes y posiblemente remoción de nutrientes. Económicamente también es una opción más viable que la alternativa 3 por costos. En base a todo este análisis, la recomendación para ETAPA-EP sobre la tecnología de tratamiento de aguas residuales para la nueva PTAR Guangarcucho es la que corresponde a la Alternativa 1, es decir un sistema de tratamiento mediante lodos activados con alimentación escalonada.

# 10. DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA

El área de influencia del presente proyecto se genera en base a la Guía metodológica para definición de áreas de influencia, del Ministerio del Ambiente, la misma que está vigente desde marzo del 2015, y que considera lo establecido en el art. 16 del Capítulo II, Título III del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente reformado con Acuerdo Ministerial 061 de Mayo del 2015. Se ha definido un área de influencia de 330 ha de las cuales se describen:

a) Área Referencial del Proyecto
b) Área de Influencia Directa
c) Área de Gestión (Indirecta)

Las mismas se determinaron en base a diferentes aspectos, mismos que se describen a continuación:

## 10.1 ÁREA REFERENCIAL DEL PROYECTO

La misma que comprende el Área de Gestión (Indirecta) así como el Área de Influencia Directa.

Ésta área se ha construido a partir de los siguientes insumos:

a) Coordenadas específicas de actividades y perfil del proyecto, y que se presentan en la Ficha Técnica del documento

b) Jurisdicción político administrativa del proyecto: EL proyecto se localiza en el cantón Cuenca, parroquia Nulti, considerando que el área de influencia se encuentra también en la parroquia Llacao.

## 10.2 AREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO

La delimitación del Área de Influencia Directa, la cual de conformidad a la "Guía Técnica para la definición de áreas de influencia", del Ministerio del Ambiente-Subsecretaría de Calidad Ambiental (SCA), se define como: "La unidad espacial donde se manifiestan de manera evidente los impactos socio ambientales, durante la realización de los trabajos", se ha establecido a partir de los siguientes criterios:

- **RECURSO AGUA:** Si consideramos el recurso agua, el área de gestión debe ser antes y luego de la descarga, por lo que se ha considerado 1,0 Km aguas arriba del sitio previsto para la PTAR y 1,0 Km aguas abajo, pero considerando además el concepto de SISTEMAS HIDROGRÁFICOS o Cuenca Hidrográficas, es decir luego de la unión del río Cuenca y Burgay, para formar el Paute.
- **RECURSO SUELO:** El área que podría potencialmente afectase con la construcción y funcionamiento de la PTAR, sería dentro del área de ubicación de los predios

adquiridos para la implantación del proyecto, siendo la misma menor al área de influencia directa.

- **RECURSO AIRE:** El aire podría ser afectado por malos olores originados por deficiencias en el funcionamiento de la PTAR, se estima de lo observado en la PTAR de Ucubamba, que es inferior a los 500 m, siendo este el criterio adoptado. Es decir dentro del área delimitada, se encuentran los sectores que se localizan inclusive hasta los 1.500 m, como es el caso la zona de ubicación del Terminal de Productos Limpios.
- **RECURSO FLORA Y VEGETACIÓN:** El área de localización del recurso flora y vegetación, que potencialmente puede afectarse, constituye los predios en los cuales se localizará la PTAR, la misma que es menor al área de influencia directa.
- **RECURSO FAUNA:** El área de localización del recurso fauna, que potencialmente puede afectarse, constituyen los predios en los cuales se localizará la PTAR, la misma que es menor al área de influencia directa. La fauna acuática ubicada aguas debajo de la PTAR será sin lugar a duda beneficiada positivamente y su extensión podría ser de varios kilómetros, siempre y cuando el saneamiento sea integral, con la depuración de las aguas servidas de los cantones Azogues, Biblián y Deleg.
- **ASPECTOS SOCIALES:** Los sectores poblacionales que se han demarcado dentro del Área de Influencia Directa, son los que se encuentran dentro de un radio de 1,0 Km. Es importante indicar que los predios en los cuales se ubica la PTAR tienen una estructura de crecimiento particular, por cuanto hacia el este por la presencia del barrando del Cerro Pacchamama y al Oeste por la presencia de actividad minera, la presencia de viviendas es escasa.

## 10.3 AREA DE GESTIÓN (INFLUENCIA INDIRECTA) DEL PROYECTO

El área de gestión del proyecto, área espacial en donde se gestionará los impactos positivos y negativos ocasionados por el proyecto sobre los componentes socio ambientales, se ha generado a partir de trabajo de campo para el levantamiento de la Línea Base Ambiental del proyecto, así como de las características propias del proyecto (localización de infraestructura, accesos, actividades a desarrollarse, etc.).

Para definir el área de gestión se han considerado los siguientes componentes socio ambientales:

- Recurso suelo: Afecciones por uso y ocupación.
- Características Ambientales y sociales del área del proyecto.

## 10.4 DETERMINACIÓN DE ÁREAS SENSIBLES

No se encontraron áreas socialmente sensibles como viviendas, infraestructura comunitaria, y fuentes de agua para uso comunitario en el área de influencia, que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

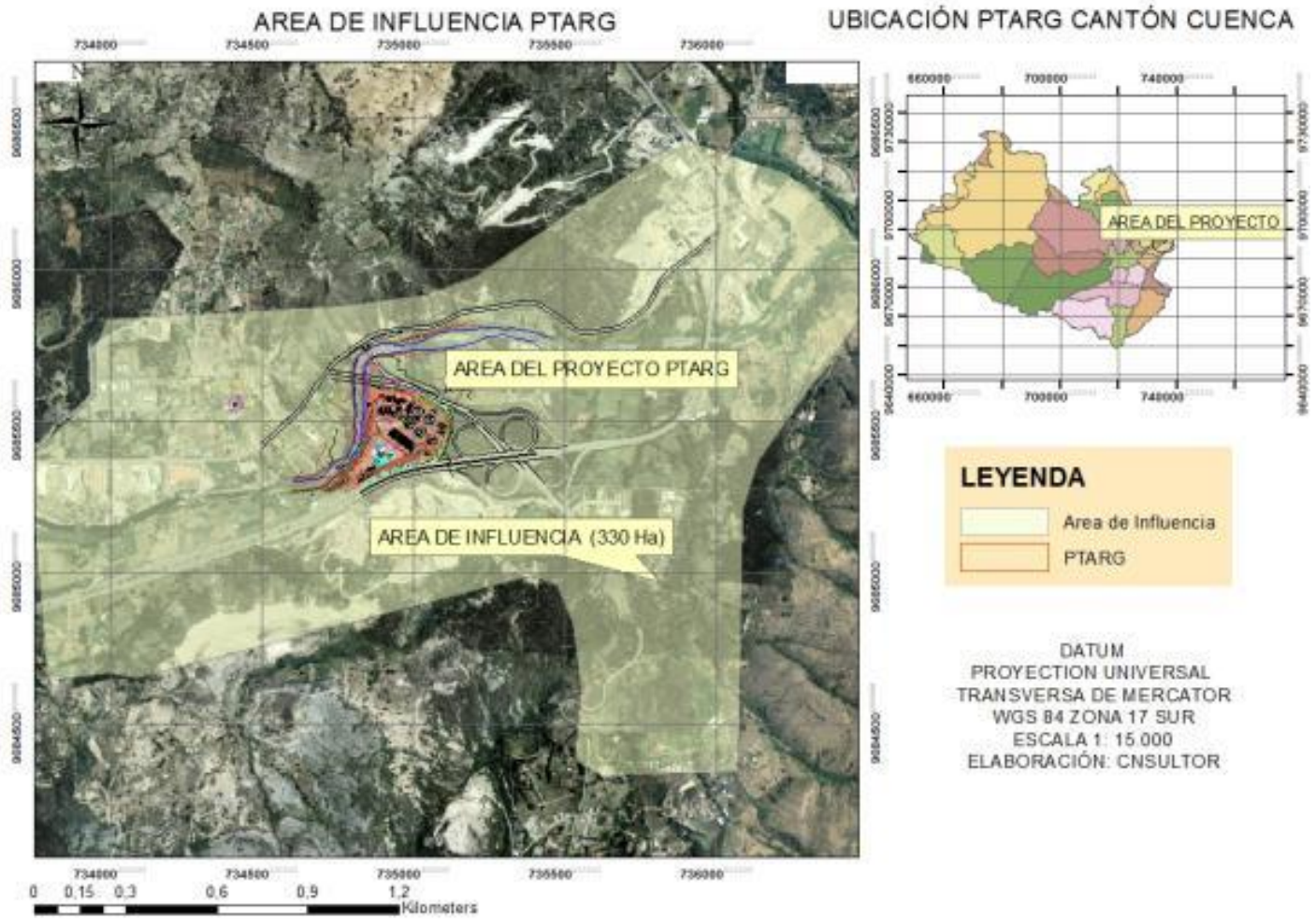



**ILUSTRACIÓN 10.1 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las distancias de las áreas de influencia consideradas

**TABLA 10.1 AREA DE INFLUENCIA DE LA PTARG**

| | | |
|---|---|---|
| **Área de influencia directa** | | |
| **Componente físico** | | |
| | | |
| **Descripción*** | Distancia* | |
| Si consideramos el recurso agua, el área de gestión debe ser antes y luego de la descarga, por lo que se ha considerado 1,0 Km aguas arriba del sitio previsto para la PTAR y 1,0 Km aguas abajo. El área de suelo que podría potencialmente afectase con la construcción y funcionamiento de la PTAR, sería dentro del área de ubicación de los predios adquiridos para la implantación del proyecto. El aire podría ser afectado por malos olores originados por deficiencias en el funcionamiento de la PTAR, se estima de lo observado en la PTAR de Ucubamba, que es inferior a los 500 m, siendo este el criterio adoptado. | 1 | km |
| | | |
| **Componente biótico** | | |
| | | |
| **Descripción*** | **Distancia** | |
| El área de localización del recurso flora y vegetación, que potencialmente puede afectarse, constituye los predios en los cuales se localizará la PTAR. El área de localización del recurso fauna, que potencialmente puede afectarse, constituyen los predios en los cuales se localizará la PTAR La fauna acuática ubicada aguas debajo de la PTAR será sin lugar a duda beneficiada positivamente y su extensión podría ser de varios kilómetros, siempre y cuando el saneamiento sea integral | 1 | m |
| **Área de influencia indirecta** | | |
| | | |
| **Componente físico** | | |
| | | |
| **Descripción** | **Distancia** | |
| Comprende a todos los elementos identificados en el espacio territorial respecto al área donde se ubicará el proyecto, se considera una distancia de 100m a la redonda que puedan afectarse por actividades del proyecto a partir del área de influencia directa. | 100 | m |
| | | |
| **Componente biótico** | | |
| | | |
| **Descripción** | **Distancia** | |

| | | |
|---|---|---|
| Se consideró principalmente la extensión de los impactos ambientales identificados del componente biótico, para el funcionamiento de la Planta determinándose un Área de Influencia Indirecta (AII) de 100m a la redonda. | 100 | m |

**Determinación de áreas de influencia del proyecto medio social**

| | Área de influencia directa | | Área de influencia indirecta | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Infraestructura y/o actividades a las que afecta el proyecto | Propietarios | Comunidades, centros, poblados, etc. | Parroquias, territorios de nacionalidades indígenas, etc. | Otras jurisdicciones: Cantón, Provincia, etc. (Dependerá del alcance del proyecto) | |
| Construcción | Privados | Sector de Guangarcucho | Nulti, Llacao | Otros | |
| Operación | Privados | Sector de Guangarcucho | Nulti, Llacao | Cuenca | |
| | | | | | |

**Distancia entre elementos del proyecto y los elementos sensibles del medio social**

| Distancias | | | |
|---|---|---|---|
| **Infraestructura** | **Elementos sensibles** | | |
| | **Elemento** | **Descripción** | **Distancia (m)** |
| Construcción obra civil | Viviendas | Viviendas en el margen izquierdo del río cuenca la más cercana está a 7m. | 7 |
| Construcción obra civil | Autopista y Panamericana Norte | El proyecto colinda con estas vías, donde habrá riesgo por la entrada y salida de vehículos. | 1 |

# 11. INVENTARIO FORESTAL

No procede la realización de un inventario Forestal ya que no se identificaron especies nativas dentro del área que será intervenida para la implantación del proyecto.

# 12. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

## 12.1 METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la evaluación de impactos ambientales fue la siguiente:

a) Identificación de actividades a desarrollarse durante la fase de construcción, operación y abandono del proyecto, y que podrían causar impactos ambientales. Para la realización de ésta actividad se consideran los criterios emitidos por el equipo técnico que realiza el presente estudio.

b) Identificación de componentes ambientales (Abiótico, Biótico y Antrópico). Para la identificación de las alteraciones ambientales, se toma en consideración las características ambientales del entorno (componentes ambientales, caracterizados en el diagnóstico y considerados como sensibles) y las potenciales acciones generadoras de impactos en el sector de ubicación del proyecto y su área de influencia.

c) Para la evaluación de impactos ambientales que se producirán en el área de influencia, se ha desarrollado la Matriz de Leopold modificada, que permite establecer las relaciones causa efecto de acuerdo a las características del proyecto. Adicionalmente, se han priorizado los impactos de mayor magnitud y relevancia, los mismos que contarán con medidas correctivas.

### 12.1.1 MATRIZ DE LEOPOLD

Para la calificación y valoración se utiliza una metodología en base a una Matriz Tipo Leopold modificada, que toma en cuenta las características ambientales del área de influencia y por otro lado las actividades desarrolladas por el proyecto para las diferentes fases.

En consecuencia, la calificación y valoración de impactos, tiene como propósito establecer y determinar los impactos que generan los mayores efectos negativos, de acuerdo a su orden de importancia, obtenido de la jerarquización de los mismos, a efectos de proceder a su mitigación y control, mediante la aplicación de medidas ambientales protectoras.

La valoración cualitativa de impactos se deberá realizar calificando el grado de magnitud e importancia del impacto identificado, mediante los siguientes criterios:

- Carácter
- Intensidad
- Extensión
- Duración
- Reversibilidad
- Riesgo

- **Carácter genérico del impacto y variación de la calidad ambiental**

Se refiere a si el impacto será positivo o negativo con respecto al estado pre-operacional de la actividad.

| | |
|---|---|
| **POSITIVO (+)** | **Si el componente presenta una mejora con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto.** |
| **NEGATIVO (-)** | **Si el componente presenta deterioro con respecto a su estado previo a la ejecución del proyecto.** |

- **Intensidad del Impacto**

Es el grado con que el impacto alterará un componente ambiental.

| | |
|---|---|
| **Alta** | **Alteración muy notoria y extensiva, que puede recuperarse a corto o mediano plazo, siempre y cuando exista una intervención oportuna y profunda del hombre, que puede significar costos elevados.** |
| **Moderada** | **Alteración notoria, producida por la acción de una actividad determinada, donde el impacto es reducido y puede ser recuperado con una mitigación sencilla y poco costosa.** |
| **Baja** | **Impactos que con recuperación natural o con una ligera ayuda por parte del hombre, es posible su recuperación.** |

- **Extensión del Impacto**

Hace referencia a la extensión espacial que el efecto tendrá sobre el componente ambiental.

| | |
|---|---|
| **Regional** | **La región geográfica del proyecto** |
| **Local** | **Aproximadamente tres kilómetros a partir de la zona donde se realizarán las actividades del proyecto.** |
| **Puntual** | **En el sitio en el cual se realizarán las actividades y su área de influencia directa.** |

- **Duración del Impacto**

Se refiere a la duración de la acción impactante, no de sus efectos.

| | |
|---|---|
| **Permanente** | **Cuando la permanencia del efecto continúa aun cuando se haya finalizado la actividad.** |
| **Temporal** | **Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminarla.** |
| **Periódica** | **Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca.** |

- **Reversibilidad del Impacto**

Implica la posibilidad, dificultad o imposibilidad de que el componente ambiental afectado retorne a su situación inicial, y la capacidad que tiene el ambiente para retornar a una situación de equilibrio dinámico similar a la inicial.

| | |
|---|---|
| **Irrecuperable** | **Si el elemento ambiental afectado no puede ser recuperado.** |
| **Poco recuperable** | **Señala un estado intermedio donde la recuperación será dirigida y con ayuda humana.** |
| **Recuperable** | **Si el elemento ambiental afectado puede volver a un estado similar al inicial en forma natural.** |

- **Riesgo del Impacto**

Expresa la probabilidad de ocurrencia del impacto.

| | |
|---|---|
| **Alto** | **Existe la certeza de que el impacto se produzca en forma real.** |
| **Medio** | **La condición intermedia de duda de que se produzca o no el impacto.** |
| **Bajo** | **No existe la certeza de que el impacto se produzca, es una probabilidad.** |

- **Magnitud e Importancia del Impacto**

La magnitud y la importancia son parámetros que deben ser calculados, sobre la base de los valores de escala dados a las variables señaladas. En la tabla presentada a continuación, los criterios de Valoración de Impactos Ambientales, se presenta los valores que deberán ser asignados en base a las variables analizadas.

**TABLA 12.1 CRITERIO DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

| Variable | Simbología | Carácter | Valor |
|---|---|---|---|
| **Magnitud** | **M** | | |
| **Intensidad** | i | Alta | **3** |
| | | Moderada | **2** |
| | | Baja | **1** |
| **Extensión** | e | Regional | **3** |
| | | Local | **2** |
| | | Puntual | **1** |
| **Duración** | d | Permanente | **3** |
| | | Temporal | **2** |
| | | Periódica | **1** |
| **Importancia** | **I** | | |
| **Reversibilidad** | r | Irrecuperable | **3** |
| | | Poco recuperable | **2** |
| | | Recuperable | **1** |
| **Riesgo** | g | Alto | **3** |
| | | Medio | **2** |
| | | Bajo | **1** |
| **Extensión** | e | Regional | **3** |
| | | Local | **2** |
| | | Puntual | **1** |
| ***ELABORACIÓN: CONSULTOR*** | | | |

Se realizará el cálculo de la magnitud de los impactos, la cual constituye una valoración del efecto de la acción, por lo que su cálculo se basará en la sumatoria acumulada de los

valores de las variables intensidad, extensión y duración. Para lo que se deberán asumir los siguientes valores de peso:

- Peso del criterio de intensidad: 0,40
- Peso del criterio de extensión: 0,40
- Peso del criterio de duración: 0,20

La fórmula que se utilizará para calcular la magnitud del impacto para cada una de las interacciones ambientales identificadas es:

**M= (0,40i) + (0,40e) + (0,20d)**

Además se calculará la importancia la cual está en función de las características del impacto, y la misma se deduce a la sumatoria acumulada de la extensión, reversibilidad y riesgo. Se deberán asumir los siguientes valores de peso:

- Peso del criterio de extensión: 0,30
- Peso del criterio de reversibilidad: 0,20
- Peso del criterio de riesgo: 0,50

La fórmula que deberán utilizar para calcular la importancia del impacto para cada una de las interacciones ambientales identificadas es:

**I = (0,30e) + (0,20r) + (0,50g)**

La interpretación de los resultados obtenidos, de la magnitud e importancia del impacto se valorarán de acuerdo a la siguiente tabla denominada Escala de Valoración de la Magnitud e Importancia del Impacto.

**TABLA 12.2 ESCALA DE VALORACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA DE IMPACTO**

| Escala valores estimados | Valoración del impacto |
|---|---|
| 1,0 – 1,6 | Bajo |
| 1,7 – 2,3 | Medio |
| 2,4 – 3,0 | Alto |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

. Para finalizar se definirá la severidad de los impactos como el nivel de impacto ocasionado sobre el componente ambiental. Dicho valor se obtendrá multiplicando la magnitud por la importancia antes calculada. El resultado se deberá comparar con la escala de valores asignados para el efecto que se presenta en la siguiente tabla de escala de Valoración de la Severidad del Impacto

**TABLA 12.3 ESCALA DE VALORACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL IMPACTO**

| Escala valores estimados | Severidad del impacto |
|---|---|
| 1,0 – 3,0 | Poco Significativo |
| 3,1 – 6,0 | Medianamente Significativo |
| 6,1 – 9,0 | Altamente Significativo |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

## 12.2 ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTOS

A continuación se indica las principales acciones que generarían los posibles impactos ambientales.

**TABLA 12.4 ACCIONES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES**

| CONSTRUCCIÓN<br>ACTIVIDADES | COMPONENTE | ASPECTO AMBIENTAL | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Conformación de Plataformas labores de corte y relleno, desalojo de escombros | Aire | Calidad de Aire | Generación de material particulado y ruido por movimientos de tierra y nivelación del terreno |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo dando lugar a erosión y compactación. |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Modificación del relieve natural del terreno por las labores de terraceo, corte y relleno. |
| Construcción de campamentos y áreas de almacenamientos de materiales | Aire | Calidad del Aire | Alteración de la calidad del aire por presencia de material particulado |
| | Agua | Calidad de Agua | Contaminación del agua y suelo por generación de aguas servidas. |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad de suelo por residuos sólidos generados en la adecuación de campamentos. |
| Excavación y desalojos para la construcción de obras civiles | Aire | Calidad del Aire | Afección a la calidad del aire por generación de material particulado, gases de combustión (vehículos y maquinaria pesada), incremento del nivel sonoro. |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo por movimiento de tierras |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Deterioro del paisaje excavaciones y presencia de maquinaria pesada |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes de los obreros por labores en excavaciones profundas |
| Construcción de obras para evitar daños por crecida del río Cuenca | Agua | Calidad del Agua | Contaminación del agua, por trabajos junto a la margen del río |
| | Socioeconómico | Seguridad Laboral | Accidentes laborales por trabajos en la orilla del río. |
| Construcción de obras civiles, hidráulicas y de vialidad | Aire | Calidad de aire | Deterioro de la calidad de aire por generación de material particulado y ruido |
| | Agua | calidad del agua | Alteración de la calidad del agua superficial, por descarga de efluentes y por inadecuado manejo de desechos sólidos en el área de influencia del proyecto. |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles, aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc.; generados en la construcción |
| | Socioeconómico | Seguridad | Accidentes por la entrada y salida de |

| CONSTRUCCIÓN<br>ACTIVIDADES | COMPONENTE | ASPECTO AMBIENTAL | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| | | | vehículos y equipo de construcción |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas |
| | Socioeconómico | Empleo | Generación de fuentes de trabajo en el sector |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto |
| Suministro e instalación de equipos | Aire | Calidad de Aire | Generación de ruido y polvo por entrada y salida de vehículos |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por residuos sólidos generados |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias por entrada y salida de vehículos |
| | | Salud y seguridad | Accidentes con el personal técnico en la instalación de equipos y pruebas de funcionamiento. |
| Manejo y disposición de escombros y material sobrante | Aire | calidad de aire | Generación de material particulado en carga y descarga de escombros |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Afección estética y paisajística del sector por actividades como: ingreso y salida de vehículos llenos de material a desalojar |

| OPERACIÓN<br>ACTIVIDADES | COMPONENTE | ASPECTO | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Sistema de Pretratamiento | Aire | Calidad del aire | Generación de olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$) |
| | Suelo | Calidad del suelo | Generación de residuos sólidos (cribados gruesos y finos) |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Afección a los trabajadores por concentración de gases, y por no seguir procedimientos de trabajo |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias a la comunidad por generación de olores |
| Bombeo a la segunda fase | Aire | Calidad del aire | Generación de olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$). |
| Sistema de Tratamiento primario | Suelo | Calidad del suelo | Generación de residuos sólidos (arenas y lodos). |
| Sistema de tratamiento secundario | Suelo | Calidad del suelo | Generación de residuos sólidos (lodos de desecho). |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Generación de ruido efecto del funcionamiento de los sopladores |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo |
| Desinfección UV | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo |

| OPERACIÓN ACTIVIDADES | COMPONENTE | ASPECTO | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Descarga final al rio Cuenca | Agua | Calidad del agua | Contaminación del agua por deficiencias en el proceso de depuración |
| Sistema de Tratamiento de lodos | Aire | Calidad del aire | Generación de malos olores y de gases ($CH_4$, $H_2S$), la quema del metano dará lugar a emanación de CO2 y CO. |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Mala disposición de lodos que salen del proceso de tratamiento |
| | Social | Calidad de vida | Molestias a la comunidad por generación de olores |
| Limpieza y mantenimiento preventivo y correctivo del sistema | Agua | calidad del agua | Aguas residuales producto de la limpieza del sistema |
| | Suelo | calidad del suelo | Disposición inadecuada residuos generados del proceso de mantenimiento como grasa, lubricantes, etc |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Afecciones estéticas y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales, por no seguir procedimientos adecuados de trabajo |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias a la comunidad por entrada y salida de vehículos y equipo de mantenimiento de la planta. |
| Proceso de depuración completo | Agua | Calidad del Agua | Se depurarán las aguas servidas, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Afección a la salud por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de operación de la planta. |
| | Socioeconómico | Empleo | Generación de fuentes de trabajo |
| | Socioeconómico | Calidad de Vida | Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de aguas servidas |

| CIERRE Y ABANDONO<br>ACTIVIDADES | MEDIO | ASPECTO | RESULTADO |
|---|---|---|---|
| Planificación del cierre | Socioeconómico | Calidad de vida | Suspensión del servicio de tratamiento de aguas residuales |
| Generación y Transporte de Escombros | Aire | Calidad del aire | Alteración de la calidad del aire por presencia de material particulado y ruido |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo por la Generación de desechos y escombros |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

## 12.3 FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS

A continuación, se presentan los factores que serían afectados negativamente por las actividades del Proyecto

**TABLA 12.5 FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES A RECIBIR IMPACTOS**

| Nº | FACTORES | IMPACTO O EFECTO. |
|---|---|---|
| MEDIO FISICO | **Componente Abiótico** | |
| | Calidad de Aire | Se prevé la generación de polvo por la excavación, la carga y descarga de materiales de construcción y por las actividades de construcción. La entrada y salida de vehículos afectará también en menor medida la calidad de aire, así como el desalojo de materiales.<br><br>El ruido proviene de la mayoría de las actividades del proceso de preparación de sitio y construcción generarán contaminación acústica de carácter temporal, puntual y discontinuo que será objeto de medidas de reducción.<br><br>En la etapa de operación se prevé la generación de malos olores y gases como el metano, H2S y CO2. |
| | Calidad de Agua | Considerando las actividades del proyecto demandarán recurso hídrico en los procesos de preparación de sitio y de construcción.<br><br>Durante la construcción generarán vertidos líquidos provenientes del lavado de carretillas, palas y entre otros, también se considera las aguas grises generados por los trabajadores.<br><br>Contaminación del rio por deficiencias operativas.<br><br>Se depurarán las aguas servidas en un caudal estimado en 1.200 l/s, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies. |

| | | |
|---|---|---|
| | Calidad del Suelo | Cambios en la calidad del suelo por generación de residuos sólidos, así como la remoción de tierras y compactación.<br><br>Generación y disposición inadecuada de lodos, material sedimentable y otros residuos.<br><br>Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles, aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc.; generados en la construcción |
| MEDIO BIÓTICO | **Componente Biótico** | |
| | Flora | Este es afectado por el desbroce de la capa vegetal y deterioro de las plantas existentes y por la acumulación de escombros sobre la cobertura vegetal. |
| | Fauna | Afecta a la fauna en general por los ruidos generados de las maquinarias, semipesados, equipos menores en funcionamiento. Bajo este contexto, las especies se desplazan hacia donde encuentran menos perturbación para su hábitat. |
| | | |
| MEDIO SOCIO-ECONÓMICO | | |
| | **Componente Social** | |
| | Generación de empleo | Las distintas etapas del proyecto generarán empleo temporal, lo cual se considera un impacto positivo neto. Además del empleo Indirecto generado por servicios de vigilancia, limpieza, mantenimiento, etc. |
| | Calidad de vida | La calidad de vida en la fase de construcción serán afectados por el polvo, ruidos, olores y la disposición inadecuada de los residuos sólidos sobre el espacio físico, este efectos serán de carácter temporal.<br><br>Como impacto positivo puede mejorar la calidad de vida de la sociedad, Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de aguas servidas. |
| | Seguridad ocupacional | En las diferentes actividades constructivas y en el mantenimiento del sistema de tratamiento de agua se presentarán riesgos a la seguridad, por lo que se utilizara el equipo de protección personal adecuado a cada actividad de los trabajadores. También se implementara el plan de seguridad e higiene ocupacional del proyecto. |
| | Cultural-Paisajístico | La afectación a la calidad paisajística, se debe a las actividades de la fase de construcción del sistema de tratamiento de agua; también afectaría al paisaje la disposición inadecuada de los residuos sólidos, restos de la construcción y escombros. |

## 12.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MATRICIAL

### FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las interacciones resultantes entre actividades y los medios en sus respectivos componentes en la fase de construcción han contabilizado en 25 de las cuales un 96,0% son negativas (50% poco significativos; 50% medianamente significativas) y un 4% son positivas.

**TABLA 12.6 NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

| RESULTADOS | NÚMERO DE IMPACTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Impactos negativos | | | Impactos positivos | | |
| | poco | mediano | alto | poco | mediano | alto |
| Subtotal por severidad | 12 | 12 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Porcentaje por severidad (%) | 50 | 50 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Subtotal por Naturaleza | 24 | | | 1 | | |
| Porcentaje subtotal | 96,00 | | | 4,00 | | |
| Total | 25 | | | | | |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

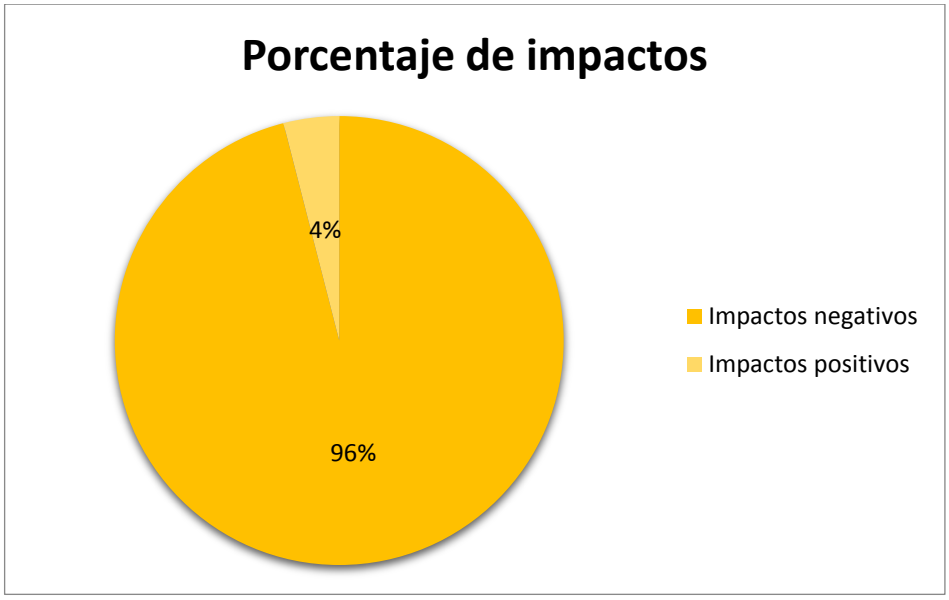



**ILUSTRACIÓN 12.1 PORCENTAJE DE IMPACTOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

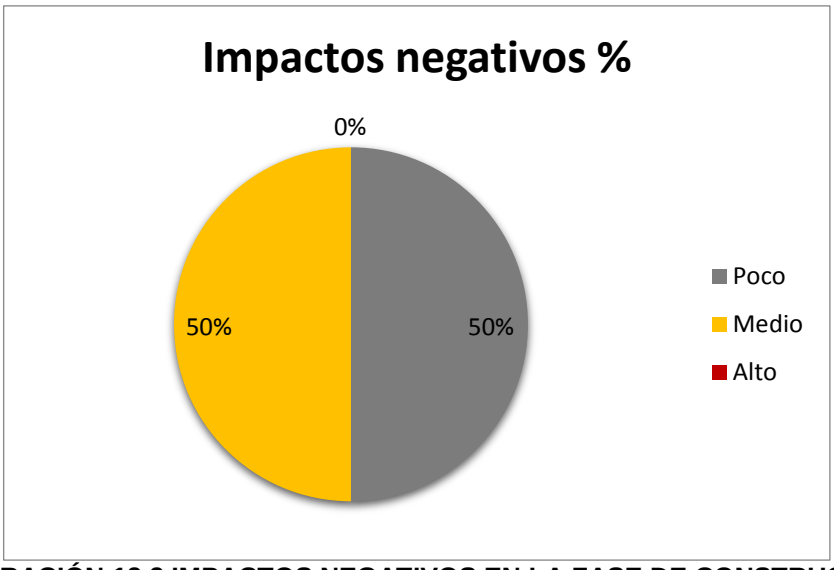



**ILUSTRACIÓN 12.2 IMPACTOS NEGATIVOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

## FASE DE OPERACIÓN

Para la fase de operación se ha determinado que existen 23 interacciones entre positivas y negativas, de las cuales 20 (86,96%) son negativas y 3 (13,04%) son positivas.

De los impactos negativos identificados 30% son poco significativas y 70% son medianamente significativas. De las interacciones positivas el 66,67% son medianamente significativas y 33,33% de alto impacto.

**TABLA 12.7 NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN**

| RESULTADOS | NÚMERO DE IMPACTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Impactos negativos | | | Impactos positivos | | |
| | poco | mediano | alto | poco | mediano | alto |
| Subtotal por severidad | 6 | 14 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| Porcentaje por severidad (%) | 30,00 | 70,00 | 0,00 | 0,00 | 66,67 | 33,33 |
| Subtotal por Naturaleza | 20 | | | 3 | | |
| Porcentaje subtotal | 86,96 | | | 13,04 | | |
| Total | 23 | | | | | |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

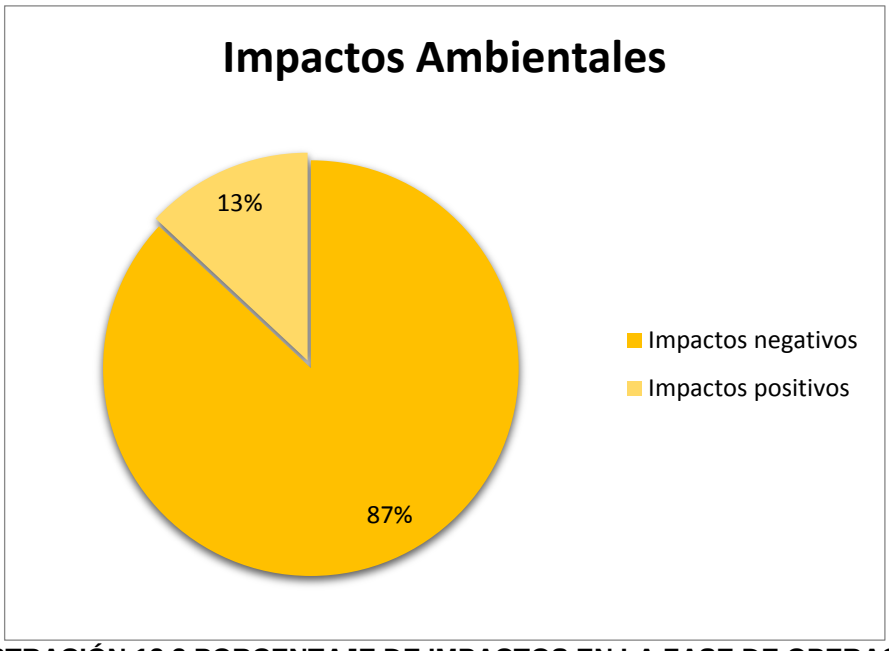



**ILUSTRACIÓN 12.3 PORCENTAJE DE IMPACTOS EN LA FASE DE OPERACIÓN**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

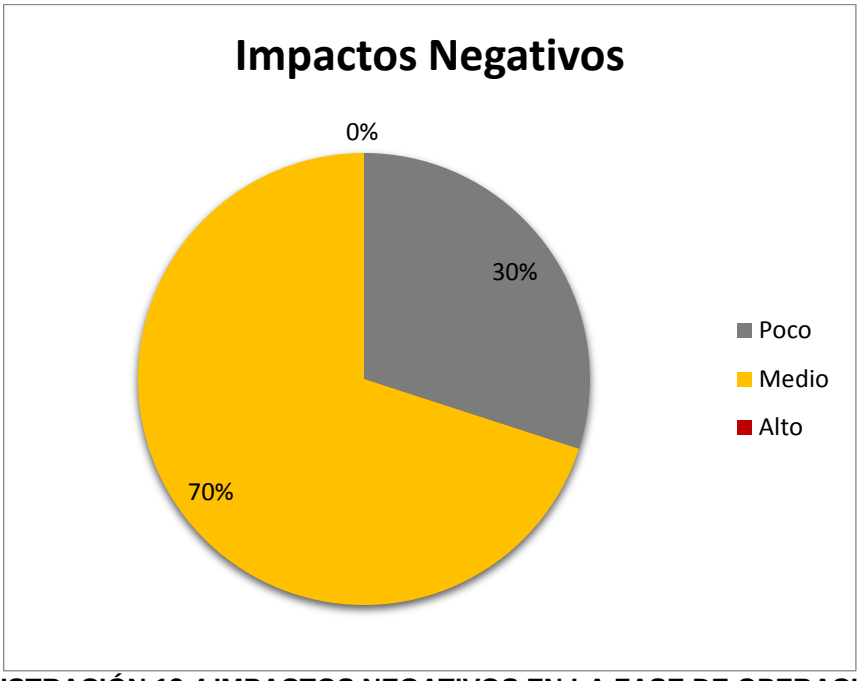



**ILUSTRACIÓN 12.4 IMPACTOS NEGATIVOS EN LA FASE DE OPERACIÓN**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

### FASE DE CIERRE Y ABANDONO

En la fase de desmantelamiento y cierre de instalaciones se han identificado un total de 3 interacciones de las cuales el 100% corresponden a afecciones negativas, dentro de estas el 33,3% son poco significativos y 33,3% son de medianamente significativos, y 33,3% de intensidad alta.

**TABLA 12.8 NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EN LA ETAPA DE CIERRE**

| RESULTADOS | NÚMERO DE IMPACTOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Impactos negativos | | | Impactos positivos | | |
| | poco | mediano | alto | poco | mediano | alto |
| Subtotal por severidad | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Porcentaje por severidad (%) | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Subtotal por Naturaleza | 3 | | | 0 | | |
| Porcentaje subtotal | 100,00 | | | 0,00 | | |
| Total | 3 | | | | | |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

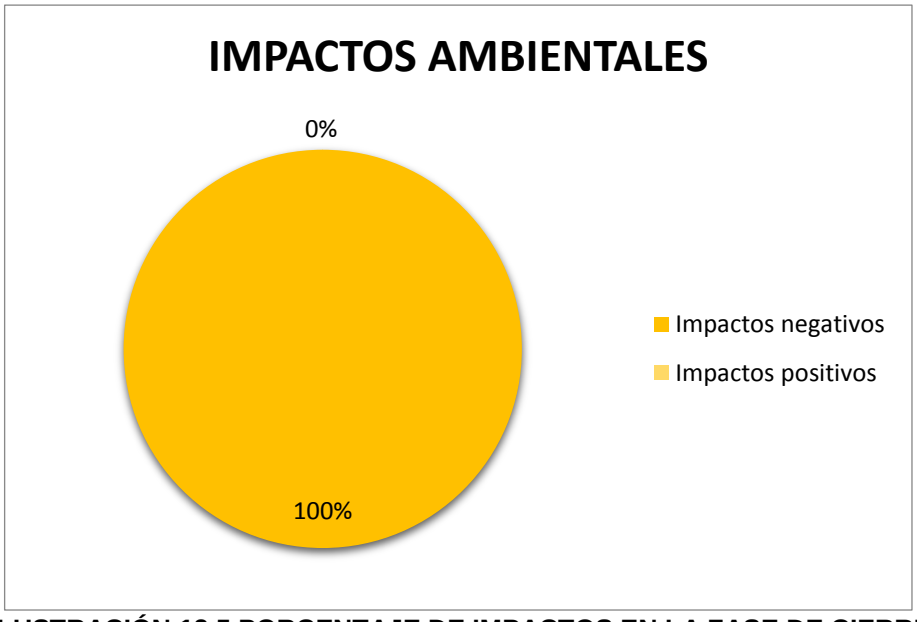



**ILUSTRACIÓN 12.5 PORCENTAJE DE IMPACTOS EN LA FASE DE CIERRE**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

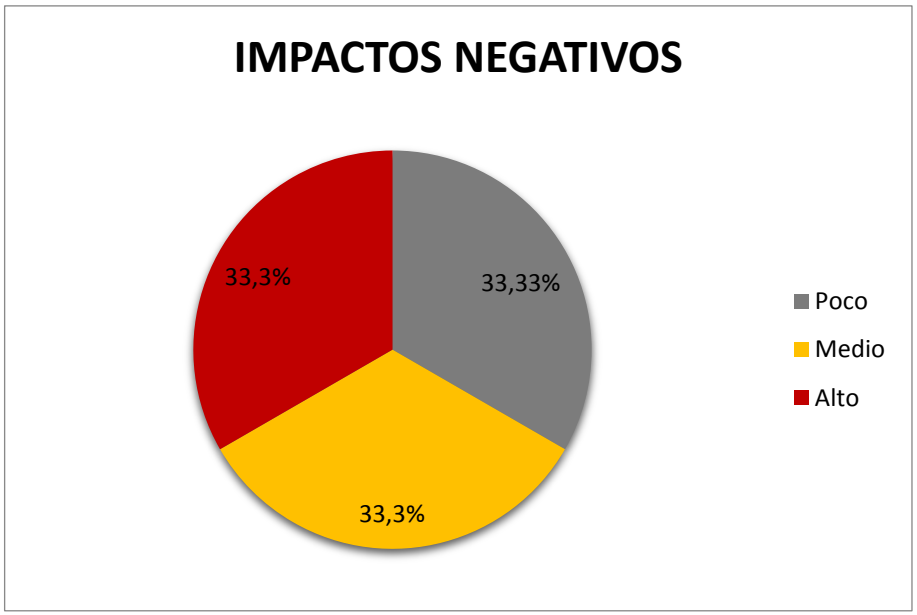



**ILUSTRACIÓN 12.6 IMPACTOS NEGATIVOS EN LA FASE DE CIERRE**
*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

## 12.5 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y DETERMINACIÓN DE SU SIGNIFICACIÓN

En la etapa de construcción se identificaron 12 impactos medianamente significativos diferenciados para cada actividad. Entre los impactos en los cuales se debe tomar atención están los siguientes:

1. Alteración de la calidad de aire por presencia de material particulado, por la construcción de campamentos y almacenamiento de materiales. Para la implementación de campamentos y bodegas provisionales se realizará actividades de desbroce y preparación del terreno, lo que dará lugar a la generación de material particulado, el almacenamiento de materiales especialmente los áridos y pétreos también son fuente de dispersión de partículas por acciones del viento.

2. Contaminación del agua y suelo por la generación de aguas servidas durante la construcción de la planta, las oficinas existentes están lejanas y no podrán ser accesibles para todos los obreros, además las baterías sanitarias existentes no abastecen al número de obreros pronosticados para la etapa constructiva.

3. Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado, gases de combustión e incremento del nivel sonoro, un impacto evidente en construcción es el ruido generado por la maquinaria empleada, así como la emisión de gases y partículas producto de la combustión interna de los motores a diesel del equipo pesado.

4. Accidentes de los obreros por labores de excavaciones profundas, en este tipo de trabajos si no se toman las medidas y procedimientos adecuados puede ocasionar la

caída del personal al interior de la excavación, también puede provocar accidentes por el uso de la maquinaria pesada en estas actividades.

5. Contaminación del agua, por trabajos junto al margen del río, como se mencionó en la descripción de la línea base, el río Cuenca se encuentra aledaño al sitio de implantación del proyecto, por lo que las actividades realizadas durante la etapa de construcción pueden ocasionar la contaminación del río por erosión del margen derecho y el deterioro de la vegetación existente en las riberas del río.

6. Alteración de la calidad del agua superficial, por descarga de efluentes y por inadecuado manejo de desechos sólidos en el área de influencia del proyecto, si no se da el manejo adecuado a los desechos comunes y escombros así como también a los efluentes, estos pueden llegar al río contaminándolo y deteriorando su calidad.

7. Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles, aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc., generado por actividades propias de la construcción.

8. Accidentes por entrada y salida de vehículos y equipo de construcción. Al estar ubicada la planta en una zona de alta afluencia vehicular la constante entrada y salida de vehículos cargados con materiales para la construcción así como también para el desalojo de escombros puede dar lugar a accidentes de tránsito.

9. Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas, como se mencionó anteriormente el sitio está ubicado en una zona de alta afluencia vehicular por lo que la entrada y salida de vehículos puede ocasionar alteración en el tráfico vehicular si no se toman las medidas pertinentes.

10. Accidentes laborales por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto durante la fase constructiva.

11. Accidentes del personal técnico en la instalación de equipos y pruebas de funcionamiento, si el personal no está formado y capacitado para esta actividad puede dar paso a accidentes laborales e incluso daños en el equipo.

12. Afección estética y paisajística del sector por actividades como: ingreso y salida de vehículos llenos del material a desalojar. Durante la etapa constructiva se verá deteriorado el paisaje de la zona debido al equipo constructivo en operación y transporte de escombros.

13. Como impacto positivo está la generación de fuentes de trabajo en el sector, de acuerdo a los diseños en la etapa constructiva laboraran alrededor de unas 100 personas distribuidas entre técnicos y obreros.

En la etapa de operación se identificaron un total de 20 impactos negativos de los cuales 6 impactos son poco significativo y 14 impactos medianamente significativos además se encontró 3 impactos positivos, 2 medianamente significativo y 1 altamente significativos. Entre los impactos en los cuales se debe tomar atención estan los siguientes:

1. Generación de olores y gases ($CH_4$, $H_2S$), en el proceso de pretratamiento, especialmente en el cajón de llegada del afluente y el canal de rejillas, son lugares confinados en donde llega el agua residual cruda dando lugar a la generación de malos olores y por la descomposición de gases como el metano.

2. Afección a los trabajadores por concentración de gases en el sistema de pretratamiento y por no seguir procedimientos de trabajo, son áreas peligrosas donde se generan gases asfixiantes que puede generar incluso la muerte del trabajador sino no toman las medidas y procedimientos adecuados.

3. Molestias a la comunidad por generación de malos olores especialmente en la etapa de pretratamiento, como se mencionó anteriormente en la etapa de llegada del agua residual cruda da lugar a la generación de malos olores por generación de H2S que si no es controlado puede ocasionar molestias a la comunidad aledaña.

4. En la estación de bombeo se prevé la generación de malos olores y gases ($CH_4$, $H_2S$). El cuarto de bombeo es confinado donde se transporta el agua cruda hacia los desarenadores.

5. Alta generación de lodos de desecho en el sistema de tratamiento secundario. El proceso de tratamiento secundario da lugar a la generación de lodos activados (RAS) que recirculan al proceso de tratamiento y otros que son lodos de desecho (WAS) los cuales deberán ser tratados antes de ser enviados al relleno sanitario.

6. Generación de ruido efecto del funcionamiento de los sopladores, estos son utilizados en los reactores biológicos para suministrar aire al proceso, estos equipos pueden llegar a alcanzar una presión sonora de hasta 100 Decibeles.

7. Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo dentro del sistema de tratamiento secundario. Las caídas, con alturas frecuentemente > a 4 metros, pueden ser comunes en una PTAR. El peligro proviene también de una caída en un tanque del proceso que contiene agua residual.

8. Contaminación del agua por deficiencias en el proceso de depuración, un impacto considerable para el medio ambiente sería no llegar a la eficiencia del sistema que se espera debido a fallas en el proceso de depuración y verter el efluente con parámetros por encima de lo permitido por la normativa ambiental vigente.

9. Generación de malos olores y gases ($CH_4$, $H_2S$) en el tratamiento de lodos por digestión anaerobia. Representa uno de los impactos de mayor importancia por el volumen de gas metano a ser quemado aproximadamente 13.248 $m^3$/d, lo que implica la emanación a la atmósfera de aproximadamente unas 3.420 Ton/año de $CO_2$ el mismo que se mencionó en la descripción del proyecto.

10. Molestias a la comunidad por generación de olores en el proceso de tratamiento de lodos. El $H_2S$ es el constituyente más característico de los gases producidos en los sistemas anaerobios y uno de los principales compuestos responsables de la generación de malos olores por lo que en el proceso de tratamiento de lodos se debe controlar la producción de este gas.

11. Disposición inadecuada de residuos generados del proceso de mantenimiento de los equipos e instalaciones, como grasa, lubricantes, piezas de repuesto, etc. Si no se cuenta con un sitio específico y adecuado de almacenamiento de residuos empleados en el mantenimiento de los equipos de la PTAR estos pueden dar lugar a la contaminación del suelo y por acción de la lluvia escorrentía puede llegar a contaminar el río.

12. Afecciones estéticas y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones. Algo muy importante es el mantenimiento periódico de la PTAR durante la etapa operativa, preservando las características estéticas del lugar, de igual manera las áreas verdes descuidadas darían un aspecto antiestético al lugar.

13. Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo para el mantenimiento del sistema de tratamiento. El mantenimiento de las unidades de tratamiento es un aspecto esencial dentro de la etapa operativa de la PTAR, si no se sigue los procedimientos adecuados y no se cuenta con el personal formado y capacitado, podría traer consecuencias graves para el personal que realiza estas actividades debido a que son unidades confinadas donde se generan gases y además tienen alturas considerables.

14. Afección a la salud de los trabajadores por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de operación de la planta, si existe señalización deficiente de áreas críticas, pasos peatonales, rutas de evacuación, sitios restringidos, uso de quipo de protección y no se cuenta con el equipo de protección personal adecuado podría ocasionar accidentes tanto al personal como a visitantes dentro de la PTAR.

15. Se depurarán las aguas servidas, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies, este proyecto es benéfico para el medio ambiente y la sociedad ya que evitará que las aguas grises sin tratar sean vertidas directamente al

río Cuenca dañando sus características ecológicas y perjudicando el uso que se pueda dar al río en las zonas bajas.

16. Generación de fuentes de trabajo, se crearán fuentes de trabajo para la administración, operación y mantenimiento de la PTAR.

17. Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de aguas servidas, un problema que fue identificado en el levantamiento de la línea base fue la contaminación del río aguas debajo de la actual PTAR de Ucubamba donde el sector ha sido testigo de un importante crecimiento demográfico, por lo que el presente proyecto recolectará todas esas aguas grises para tratarlas antes de ser vertidas al río, evitando problemas de saneamiento en el sector.

En la etapa de cierre y abandono pronosticada para el año 2051 año en el cual termine la vida útil de la planta, se identificaron un total de 3 impactos negativos de los cuales 1 impacto es poco significativo, 1 impacto es medianamente significativo y 1 es altamente significativo. A continuación se muestran los impactos en los que hay que tener consideración:

1. Suspensión del servicio de tratamiento de aguas residuales, este impacto sería altamente significado para el medio ambiente, como se mencionó este es un proyecto benéfico sobre todo para preservar las características físico químicas y biológicas del río Cuenca, por lo que su suspensión daría lugar al vertimiento de las aguas grises directamente a este cuerpo de agua causando su deterioro.

2. Alteración de la calidad del suelo por la Generación de desechos y escombros, una vez que se haya terminado la vida útil de la PTAR todas sus instalaciones y equipamiento deberá ser demolido para el empleo del área en otros actividades, lo que dará lugar a la generación de una gran cantidad de desechos y escombros.

## 12.6 RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Del análisis matricial realizado anteriormente se ha establecido un listado de los impactos ambientales diferenciados para cada etapa del proyecto.

### 12.6.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

#### a) Impactos Ambientales Negativos

Se identificaron 12 impactos medianamente significativos en la etapa de construcción. Entre estos están los siguientes:

- Alteración de la calidad de aire por presencia de material particulado.
- Contaminación del agua y suelo por generación de aguas servidas generadas por los obreros de construcción.

- Alteración de la calidad del aire por generación de material particulado, gases de combustión (vehículos y maquinaria pesada), incremento del nivel sonoro.
- Accidentes de los obreros por labores de excavaciones profundas.
- Contaminación del agua, por trabajos junto al margen del río.
- Alteración de la calidad del agua superficial, por descarga de efluentes y por inadecuado manejo de desechos sólidos en el área de influencia del proyecto.
- Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles, aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc.
- Accidentes por entrada y salida de vehículos y equipo de construcción.
- Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas.
- Accidentes laborales por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto
- Accidentes del personal técnico en la instalación de equipos y pruebas de funcionamiento.
- Afección estética y paisajística del sector por actividades como: ingreso y salida de vehículos llenos del material a desalojar.

b) **Impactos Ambientales Positivos**

- Generación de fuentes de trabajo en el sector

### 12.6.2 FASE DE OPERACIÓN:

#### a) Impactos Ambientales Negativos

Se identificaron 14 impactos medianamente significativos además se encontró 3 impactos positivos, 2 medianamente significativo y 1 altamente significativos. Entre estos están los siguientes:

- Generación de olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$), en el proceso de pretratamiento.
- Afección a los trabajadores por concentración de gases en el sistema de pretratamiento y por no seguir procedimientos de trabajo.
- Molestias a la comunidad por generación de malos olores especialmente en la etapa de pretratamiento.
- En la estación de bombeo se prevé la generación de malos olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$).
- Alta generación de lodos de desecho en el sistema de tratamiento secundario.
- Generación de ruido efecto del funcionamiento de los sopladores.
- Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo dentro del sistema de tratamiento secundario.
- Contaminación del agua por deficiencias en el proceso de depuración

- Generación de malos olores y gases ($CH_4$, $H_2S$) en el tratamiento de lodos por digestión anaerobia.
- Molestias a la comunidad por generación de olores en el proceso de tratamiento de lodos.
- Disposición inadecuada de residuos generados del proceso de mantenimiento de los equipos e instalaciones, como grasa, lubricantes, piezas de repuesto, etc.
- Afecciones estéticas y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones.
- Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo para el mantenimiento del sistema de tratamiento.
- Afección a la salud de los trabajadores por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de operación de la planta

**b) Impactos Ambientales Positivos**

- Se depurarán las aguas servidas, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies
- Generación de fuentes de trabajo.
- Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de aguas servidas

### 12.6.3 FASE DE CIERRE Y ABANDONO:

**a) Impactos Ambientales**

Se identificaron un total de 3 impactos negativos de los cuales 1 impacto es poco significativo, 1 impacto es medianamente significativo y 1 es altamente significativo. A continuación se muestran los impactos en los que hay que tener consideración:

- Suspensión del servicio de tratamiento de aguas residuales
- Alteración de la calidad del suelo por la Generación de desechos y escombros

## 12.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se identificaron un total de 29 impactos negativos distribuidos en cada fase del proyecto, estos tendrán que ser atendidos en el Plan de Manejo Ambiental y un total de 4 impactos positivos que tendrán que ser potenciados.

De los impactos positivos evaluados, se afectan al medio Físico en la mejora de la calidad de agua superficial; el medio socioeconómico también tiene de positivo la generación de empleo, cambios en la calidad de vida y el desarrollo económico local.

Por otro lado para las actividades que generen impactos negativos significativos se deberá seguir correctamente las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental, sobre todo dando énfasis a la seguridad del trabajador en zonas con tráfico vehicular para evitar accidentes y en las actividades de operación y mantenimiento.

Entre los principales impactos ambientales negativos ocasionados por el desarrollo del proyecto se mencionan los siguientes:

**-Emisión de Partículas y Polvo**.- La ejecución de la obra generará emisiones de polvo, que incidirán mediante el incremento de concentraciones de material particulado en el aire del área de influencia del proyecto. El polvo será producido por la presencia de áreas abiertas y todas las actividades en la etapa de construcción como limpieza y desbroce, excavaciones, movimientos de tierra, etc. Generación de polvo por actividades de compactación del terreno, por actividades de transporte de desalojos y por limpieza final del área de trabajo.

**-Emisión de gases.-** Uso de equipos de combustión y maquinaria pesada de construcción como retroexcavadoras con llantas y oruga, concretera, martillo neumático, vibradores de concreto, entre otros y el uso de volquetes, camiones, camionetas, camión grúa, cargadores frontales serán fuentes de contaminación del aire en la etapa de operación, en la etapa de operación se prevé la generación de olores por la presencia de H2S y emisiones de gas metano por la descomposición anaerobia en el tratamiento de lodos. Además dentro de las actividades de operación está la quema del metano lo cual da lugar a la emisión de CO2.

**-Generación de Ruido. -** El ruido es un factor ambiental que será alterado por diversas acciones y actividades del proyecto, específicamente durante la etapa de construcción se emplearán equipos, maquinarias y volquetas para transporte de materiales, concretera, entre otros. El funcionamiento de maquinaria pesada incrementará los niveles de ruido existentes en el área de influencia del proyecto. Serán afectados los propios trabajadores de la construcción. Durante la operación los niveles de ruido serán moderados sin embargo se prevé la generación de ruido por la actividad de los sopladores en los digestores biológicos.

**-Calidad del Agua. -** Durante la etapa de construcción se generarán algunas descargas de aguas servidas (por ejemplo, del campamento) que modificarán la calidad del agua de los drenajes naturales. Durante la etapa de operación las aguas tratadas serán descargadas al río Cuenca, es por esto que se identificaron aspectos positivos en cuanto a la calidad del agua.

**-Calidad del suelo.** - En la etapa de construcción se podría contaminar el suelo en el área de influencia directa ambiental por el derrame de aceites y grasas, o por el vertimiento accidental de combustibles que se utilizan en la construcción. En la etapa de operación se podrían contaminar los suelos por una inadecuada disposición de lodos provenientes del proceso de tratamiento de agua.

**-Generación de desechos sólidos.** - Indiscutiblemente la mayoría de etapas tienen una generación de desechos sólidos, sean estos comunes, de materia orgánica o de material de

construcción y escombros, la gestión de estos debe ser adecuada e integral para evitar daños a la salud y amontonamiento innecesario de materiales

**-Cambios en la calidad de vida.** - La implementación del proyecto se constituirá en una oportunidad para mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón Cuenca y sobre todo a las áreas aledañas a la planta que no cuentan con el servicio de alcantarillado, porque permitirá conducir las aguas servidas generadas en cada una de sus viviendas y sitios de trabajo, para ser tratadas y evitar focos de contaminación y brote de enfermedades infecto contagiosas. También posibilitará a la población en general al acceso a fuentes de trabajo. Este es un impacto de magnitud e importancia altas, de carácter positivo y permanente. Por otro lado una mala disposición y tratamiento de las aguas servidas domésticas podría contaminar el río, y dar lugar a molestias en la comunidad por generación de malos olores.

**-Riesgos laborales y accidentes.** - La movilización y operación de la maquinaria pesada y volquetas que prestarán servicios en la construcción del proyecto implican riesgos de generación de accidentes que podrían afectar a terceras personas. Hay la posibilidad de riesgos de seguridad de los trabajadores en la excavación de zanjas; riesgos de seguridad debido a trabajos en altura durante la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. La salud ocupacional tiene un alto potencial de afectación por varias de las actividades, en la etapa de operación principalmente en las actividades de mantenimiento de las unidades de tratamiento.

Los resultados obtenidos de la Evaluación de Impacto Ambiental muestran que tiene mayor peso el impacto positivo sobre el ambiente y la sociedad que los impactos negativos. Los impactos ambientales de mayor significancia se presentan durante la etapa de operación por la generación de gases y el riesgo en el mantenimiento de las unidades de tratamiento. Aquellos impactos ambientales que serán tomados en consideración para el planteamiento de medidas que contribuyan con su mitigación o potenciación serán aquellos que presenten un nivel de significancia moderado, ya que no se identificaron impactos negativos con significancia alta a más de la suspensión del servicio de depuración al final de la vida útil.

Finalmente es importante destacar sobre la importancia de la socialización del proyecto con las viviendas cercanas, para solucionar potenciales conflictos ya sea por la ubicación o construcción de la obra.

- **MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CONSTRUCCIÓN**

| FASE DE CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CONSTRUCCIÓN | | | | CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDADES | COMPONENTE | ASPECTO AMBIENTAL | RESULTADO | C | MAGNITUD (M) | | | | | IMPORTANCIA (I) | | | | | TOTAL (M*I) | SEVERIDAD |
| | | | | | i | e | d | CALIFIC | ESCALA | e | r | g | CALIFIC | ESCALA | | |
| Conformación de Plataformas labores de corte y relleno, desalojo de escombros | Aire | Calidad de Aire | Generación de material particulado y ruido por movimientos de tierra y nivelación del terreno | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 1 | 2 | 2 | 1,7 | MEDIO | -3,06 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo dando lugar a erosión y compactación. | -1 | 1 | 1 | 3 | 1,4 | BAJO | 1 | 2 | 2 | 1,7 | MEDIO | -2,38 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Modificación del relieve natural del terreno por las labores de terraceo, corte y relleno. | -1 | 2 | 1 | 1 | 1,4 | BAJO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -2,10 | POCO SIGNIFICATIVO |
| Construcción de campamentos y áreas de almacenamientos de materiales | Aire | Calidad del Aire | Alteración de la calidad del aire por presencia de material particulado | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -3,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Agua | Calidad de Agua | Contaminación del agua y suelo por | -1 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | BAJO | 1 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | -3,52 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | generación de aguas servidas. | | | | | | | | | | | | | |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad de suelo por residuos sólidos generados en la adecuación de campamentos. | -1 | 1 | 1 | 2 | 1,2 | BAJO | 1 | 2 | 2 | 1,7 | MEDIO | -2,04 | POCO SIGNIFICATIVO |
| Excavación y desalojos para la construcción de la planta | Aire | Calidad del Aire | Afección a la calidad del aire por generación de gases de combustión (vehículos y maquinaria pesada), incremento del nivel sonoro. | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -3,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo por movimiento de tierras | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 1 | 3 | 1 | 1,4 | BAJO | -2,52 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Deterioro del paisaje excavaciones y presencia de maquinaria pesada | -1 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | BAJO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -2,40 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes de los obreros por labores en excavaciones profundas | -1 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | BAJO | 1 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | -3,52 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Construcción de obras para evitar daños por crecida del río Cuenca | Agua | Calidad del Agua | Contaminación del agua, por trabajos junto a la margen del río | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 2 | 3 | 2,5 | ALTA | -5,00 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Seguridad Laboral | Riesgos para los obreros por labores en los ríos | -1 | 2 | 1 | 1 | 1,4 | BAJO | 1 | 1 | 3 | 2 | MEDIO | -2,80 | POCO SIGNIFICATIVO |
| Construcción de obras civiles hidráulicas y de vialidad | Aire | Calidad de aire | Deterioro de la calidad de aire por generación de material particulado y ruido | -1 | 2 | 1 | 1 | 1,4 | BAJO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -2,52 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Agua | calidad del agua | Alteración de la calidad del agua superficial, por descarga de efluentes y por inadecuado manejo de desechos sólidos en el área de influencia del proyecto. | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | -4,00 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles, aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc.; generados en la construcción | -1 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | BAJO | 1 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | -3,52 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Seguridad | Accidentes por la entrada y salida de vehículos y equipo de construcción | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 2 | 3 | 2,5 | ALTA | -5,00 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | | Calidad de vida | Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -3,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | | Empleo | Generación de fuentes de trabajo en el sector | 1 | 3 | 2 | 2 | 2,4 | ALTA | 2 | 2 | 3 | 2,5 | ALTA | 6,00 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO. |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Salud y seguridad | Accidentes laborales por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto | -1 | 3 | 1 | 2 | 2 | MEDIO | 1 | 3 | 3 | 2,4 | ALTA | -4,80 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| Suministro e instalación de equipos | Aire | Calidad de Aire | Generación de ruido por entrada y salida de vehículos | -1 | 1 | 1 | 2 | 1,2 | BAJO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -2,16 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo, generado principalmente por residuos sólidos generados | -1 | 1 | 1 | 2 | 1,2 | BAJO | 1 | 2 | 2 | 1,7 | MEDIO | -2,04 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias por entrada y salida de vehículos | -1 | 1 | 1 | 2 | 1,2 | BAJO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -1,80 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | | Salud y seguridad | Accidentes del personal técnico en la instalación de equipos y pruebas de funcionamiento. | -1 | 2 | 2 | 1 | 1,8 | MEDIO | 1 | 1 | 3 | 2 | MEDIO | -3,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Manejo y disposición de escombros | Aire | calidad de aire | Generación de material particulado en carga y descarga de escombros | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | BAJO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -1,50 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Cultural | Estético/Paisajístico | Afección estética y paisajística del sector por actividades como: ingreso y salida de vehículos llenos del material a desalojar | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 1 | 3 | 2,3 | MEDIO | -4,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

- **MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS FASE DE OPERACIÓN**

| FASE DE FUNCIONAMIENTO. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OPERACIÓN / ACTIVIDADES | COMPONENTE | ASPECTO | RESULTADO | CALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | C | MAGNITUD (M) | | | | | IMPORTANCIA (I) | | | | | TOTAL (M*I) | SEVERIDAD |
| | | | | | i | e | d | CALIFIC | ESCALA | e | r | g | CALIFIC | ESCALA | | |
| Sistema de Pretratamiento | Aire | Calidad del aire | Generación de olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$) | -1 | 2 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | 2 | 1 | 3 | 2,3 | MEDIO | -5,06 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Suelo | Calidad del suelo | Generación de residuos sólidos (cribados gruesos y finos) | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -2,70 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Afección a los trabajadores por concentración de gases, y por no seguir procedimientos de trabajo | -1 | 2 | 1 | 1 | 1,4 | BAJO | 1 | 3 | 3 | 2,4 | ALTA | -3,36 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias a la comunidad por generación de olores | -1 | 2 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | -4,40 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| Estación de bombeo | Aire | Calidad del aire | Generación de olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$). | -1 | 2 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | 2 | 1 | 3 | 2,3 | MEDIO | -5,06 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| Sistema de Tratamiento primario | Suelo | Calidad del suelo | Generación de residuos sólidos (arenas y lodos). | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -2,70 | POCO SIGNIFICATIVO |
| Sistema de tratamiento secundario | Suelo | Calidad del suelo | Generación de residuos sólidos (lodos de desecho). | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | -3,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Generación de ruido efecto del funcionamiento de los sopladores | -1 | 3 | 1 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -3,60 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo | -1 | 2 | 1 | 1 | 1,4 | BAJO | 1 | 3 | 3 | 2,4 | ALTA | -3,36 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Desinfección UV | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo | -1 | 1 | 1 | 2 | 1,2 | BAJO | 1 | 3 | 3 | 2,4 | ALTA | -2,88 | POCO SIGNIFICATIVO |
| Descarga final al rio Cuenca | Agua | Calidad del agua | Contaminación del agua por deficiencias en el proceso de depuración | -1 | 2 | 3 | 2 | 2,4 | ALTA | 3 | 2 | 2 | 2,3 | MEDIO | -5,52 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| Sistema de Tratamiento de lodos | Aire | Calidad del aire | Generación de malos olores y de gases ($CH_4$, $H_2S$), la quema del metano dará lugar a emanación de CO2 y CO. | -1 | 2 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -3,96 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Mala disposición de lodos que salen del proceso de tratamiento | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | BAJO | 2 | 1 | 3 | 2,3 | MEDIO | -2,30 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias a la comunidad por generación de olores | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 2 | 3 | 2,5 | ALTA | -5,00 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| Limpieza y mantenimiento preventivo y correctivo del sistema | Agua | calidad del agua | Aguas residuales producto de la limpieza del sistema | -1 | 1 | 1 | 3 | 1,4 | BAJO | 1 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO | -2,10 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Suelo | calidad del suelo | Disposición inadecuada residuos generados del proceso de mantenimiento como grasa, lubricantes, etc. | -1 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | BAJO | 1 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | -3,52 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Cultural | Estético/ Paisajístico | Afecciones estéticas y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones | -1 | 2 | 1 | 2 | 1,6 | BAJO | 2 | 1 | 3 | 2,3 | MEDIO | -3,68 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Accidentes laborales, por no seguir procedimientos adecuados de trabajo | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 1 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | -3,96 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Calidad de vida | Molestias a la comunidad por entrada y salida de vehículos y equipo de mantenimiento de la planta. | -1 | 1 | 2 | 2 | 1,6 | BAJO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -2,88 | POCO SIGNIFICATIVO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Proceso de Depuración completo | Agua | Calidad del Agua | Se depurarán las aguas servidas, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | ALTA | 3 | 2 | 3 | 2,8 | ALTA | 8,40 | ALTAMENTE SIGNIFICATIVO. |
| | Socioeconómico | Salud y seguridad | Afección a la salud por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de operación de la planta. | -1 | 2 | 1 | 3 | 1,8 | MEDIO | 1 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | -3,96 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |
| | Socioeconómico | Empleo | Generación de fuentes de trabajo | 1 | 2 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | 3,96 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO. |
| | Socioeconómico | Calidad de Vida | Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de aguas servidas | 1 | 2 | 2 | 3 | 2,2 | MEDIO | 2 | 2 | 3 | 2,5 | ALTA | 5,50 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO. |

- **MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS FASE DE CIERRE Y ABANDONO**

| FASE DE RETIRO. | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CIERRE Y ABANDONO | MEDIO | ASPECTO | RESULTADO | CALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDADES | | | | C | MAGNITUD (M) | | | | | IMPORTANCIA (I) | | | | | TOTAL (M*I) | SEVERIDAD |
| | | | | | i | e | d | CALIFIC | ESCALA | e | r | g | CALIFIC | ESCALA | | |
| Planificación del cierre | Socioeconómico | Calidad de vida | Suspensión del servicio de tratamiento de aguas residuales | -1 | 3 | 3 | 3 | 3 | ALTA | 3 | 3 | 3 | 3 | ALTA | -9,00 | ALTAMENTE SIGNIFICATIVO |
| Generación y Transporte de escombros | Aire | Calidad del aire | Alteración de la calidad del aire por presencia de material particulado y ruido | -1 | 1 | 2 | 1 | 1,4 | BAJO | 2 | 1 | 2 | 1,8 | MEDIO | -2,52 | POCO SIGNIFICATIVO |
| | Suelo | Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo por la Generación de desechos y escombros | -1 | 2 | 2 | 2 | 2 | MEDIO | 2 | 2 | 3 | 2,5 | ALTA | -5,00 | MEDIANAMENTE SIGNIFICATIVO |

*ELABORACIÓN: CONSULTOR*

# 13. ANÁLISIS DE RIESGOS

## 13.1 GENERALIDADES

Con el fin de esclarecer algunos conceptos, se hace necesario establecer las definiciones básicas utilizadas en un esquema de Gestión de Riesgos:

**a) Amenaza:** Factor externo al sujeto, objeto o sistema expuesto, representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por la actividad humana, que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinadas.

**b) Vulnerabilidad**: Factor interno de un sujeto, objeto o sistema expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

**c) Riesgo:** Probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar específico y durante un tiempo de exposición determinado. El riesgo está relacionado con la probabilidad de que se sufran ciertos daños que dependen no sólo de la amenaza, sino también de la susceptibilidad y capacidad de reacción de lo expuesto (vulnerabilidad) y es directamente proporcional a ambas.

**d) Riesgo aceptable:** Se refiere al valor específico de daños que la comunidad está dispuesta a asumir debido a un peligro calculado.

**e) Gestión de Riesgos:** Se entiende como el componente del sistema social constituido por un proceso eficiente de planificación, organización, dirección y control dirigido al análisis y la reducción de riesgos, el manejo de eventos adversos y la recuperación ante los ya ocurridos.

Se describen los posibles riesgos que se derivan de las actividades del proyecto, los que deben ser incluidos en el Plan de Contingencias del Plan de Manejo Ambiental (PMA). A continuación se analizan los riesgos asociados del proyecto al ambiente, y del ambiente al proyecto.

## 13.2 RIESGOS DEL PROYECTO HACIA EL AMBIENTE (ENDÓGENOS)

Para la evaluación de riesgos en este aspecto se utilizará la metodología del Método simplificado de evaluación de riesgos.

La metodología aplicada permite cuantificar la magnitud de los riesgos existentes y, en consecuencia, jerarquizar racionalmente su prioridad de corrección. Los principios que rigen la evaluación de riesgos para este método son:

i. Determinar la gravedad de pérdidas potenciales como resultado del peligro identificado (leve, moderado, grave, catastrófico, etc.)
ii. Determinar la frecuencia con la que se hayan producido o pudieran producirse pérdidas (muy baja, baja, media, alta, etc.)

iii. Determinar la probabilidad de que se produzca una pérdida como resultado de que el peligro identificado se encuentre presente durante un hecho determinado.

El propósito principal de evaluar riesgos es identificar y ordenar por categoría las actividades y/o condiciones que presentan riesgos de pérdida asociada con esta actividad y/o condición y riesgos a los componentes ambientales. Se pueden aplicar las prioridades adecuadas al desarrollo e implementación del sistema de manejo del control de riesgos a fin de reducir o eliminar riesgos, comenzando con las de más alto riesgo, hasta las de bajo riesgo.

- **Parámetros de evaluación**

Los riesgos se han ordenado por medio de la asignación de valores a los niveles de seguridad y frecuencia con que ocurren (o posibilidad de que ocurran), luego combinar estos valores a fin de calcular un factor de riesgo relativo para un peligro en particular. El siguiente cuadro presenta valores para calcular el riesgo relativo utilizando los valores de gravedad y frecuencia. Para la evaluación de los riesgos de seguridad, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros de evaluación, para cada riesgo identificado:

✓ **Frecuencia**

Denota la periodicidad estimada de ocurrencia de un siniestro, que en caso de que existan registros estadísticos su determinación debería fundamentarse en dicha información; caso contrario, como ocurre en la generalidad de riesgos analizados, su determinación se basa en la experticia del especialista. Bajo estas consideraciones, la frecuencia de ocurrencia puede clasificarse en:

**TABLA 13.1 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

| PROBABILIDAD DE OCURRIR UN ACCIDENTE | | |
|---|---|---|
| FRECUENCIA | | DESCRIPCIÓN |
| Numero | Letra | |
| 1 | Muy baja | No se espera que ocurre en la vida util de la instalación |
| 2 | Baja | Se espera ocurra una vez cada 5 a 20 años |
| 3 | Media | Se espera ocurra una vez cada 1 a 5 años |
| 4 | Alta | Se espera ocurra al menos una vez al año |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: MAE ,2015*

✓ **Gravedad**

Denota la intensidad del daño que probablemente se produzca. Al igual que en la determinación de la frecuencia, este factor se determinará sobre la base de la experiencia e investigación que realiza el equipo consultor. Bajo estas consideraciones, la gravedad de los eventos se clasifica en:

**TABLA 13.2: GRAVEDAD**

| GRAVEDAD | | |
|---|---|---|
| **VALOR** | **GRADO** | **DESCRIPCIÓN** |
| 1 | Bajo | El accidente/evento no causará daño significativo al ambiente y no producirá daños disfuncionales o lesiones en los trabajadores. |
| 2 | Moderado | El accidente /evento dañará el medioambiente, daños mayores o lesiones al personal, pudiendose ser controladas adecuadamente. |
| 3 | Crítico | El accidente/evento dañará el ambiente a nivel regional y/o causará lesiones al personal, daños suistanciales en un riesgo inaceptable necesitando acciones correctivas inmediatas |
| 4 | Catastrófico | El accidente/evento producirá daños irreversibles al medio ambinete a nivel nacional |

*ELABORACIÓNY FUENTE: MAE ,2015*

- ✓ **Categorización del riesgo de acuerdo al rango**

Para la categorización del Riesgo se utilizará la siguiente fórmula:

**R=Gravedad x Frecuencia**

**TABLA 13.3: VALORES DE CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO**

| **CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO** | |
|---|---|
| **RIESGO** | **VALOR** |
| Bajo | 1 a 3 |
| Medio | 4 a 6 |
| Grave | 7 a 9 |
| Critico | 10 a 16 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: MAE ,2015*

- ✓ **Matriz de categorización del riesgo**

**TABLA 13.4. CRITERIOS DE CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO**

| MATRIZ CATEGORIZACIÓN RIESGO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | GRAVEDAD | | | | |
| FRECUENCIA | | **1** | **2** | **3** | **4** |
| | **1** | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | **2** | 2 | 4 | 6 | 8 |
| | **3** | 3 | 6 | 9 | 12 |
| | **4** | 4 | 8 | 12 | 16 |
| | | | | | |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: MAE ,2015*

### 13.2.1 VALORACIÓN DE RIESGOS ENDÓGENOS

**TABLA 13.3 ANÁLISIS DE RIESGO**

| Descripción de la actividad | Frecuencia | Gravedad | Riesgo | Categorización |
|---|---|---|---|---|
| **CONSTRUCCIÓN/OPERACIÓN** | | | | |
| Incendios | 1 | 3 | 6 | Medio |
| Falla mecánicas (técnicas) | 2 | 3 | 6 | Bajo |
| Fallas operativas | 2 | 3 | 6 | Medio |
| Explosión | 1 | 2 | 2 | Bajo |
| Otros: Riesgo en la salud de los trabajadores | 4 | 1 | 4 | Medio |
| Otros: Colapso de tanques | 1 | 3 | 3 | Bajo |
| Otros: Riesgos sobre la población | 2 | 1 | 2 | Bajo |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

Tras el análisis se describen los riesgos más comunes inherentes a la fase de construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales en Guangarcucho. De la valoración realizada se encontró riesgos de categorización media.

**a) Riesgo de Incendios:**

Dentro de los riesgos de categorización media están: incendios, las mismas que podrían suceder porque en el proceso de depuración de los efluentes se generan gases letales debido a que la materia orgánica contenida en el agua residual se degrada en ausencia de oxígeno (fermentación), principalmente en el proceso de tratamiento de lodos que se lo realiza mediante proceso anaerobio. El peligro de estos gases reside en el hecho de ser inodoros a concentraciones elevadas. Entre los gases más peligrosos:

- El ácido sulfhídrico (olor a huevo podrido a baja concentración),
- El metano.

Los cuales son altamente inflamables, considerando que se calcula un promedio de generación de gases de 13.248 $m^3$/día. En la tabla 13.4 se muestra un análisis de cada una de las estructuras que presentan riesgo en base a la Norma NFPA 820.

**b) Fallas operativas:**

Se considera también como riesgo las fallas operativas del personal encargado del proceso durante el funcionamiento de la planta de depuración, ya que la desventaja del sistema es de tipo operativo y de mantenimiento, puesto que al tener varios equipos, se vuelven sofisticados, si no se realiza el mantenimiento adecuado, así como la operación del sistema podría dar lugar a efectos perjudiciales para el medio ambiente, principalmente el deterioro de la calidad del agua del río Cuenca, trayendo consigo graves problemas sanitarios y ambientales.

**c) Riesgo en la salud de los trabajadores**

- **Sanitarios:**

Las aguas negras y los desechos acarrean bacterias, hongos, parásitos y virus que pueden causar infecciones intestinales, pulmonares y de otro tipo a los trabajadores si no siguen los procedimientos de trabajo.

- **Químicos:**

El tratamiento del agua residual puede requerir del uso de varios productos químicos potencialmente peligrosos para la salud humana. Los que se usarán dentro de la PTAR son:

- Desinfección (hipoclorito de sodio): al contacto puede causar lagrimeo, enrojecimiento, irritación y quemaduras
- Coagulación-floculación (polímeros): Irritación, enrojecimiento y erupciones.

- **Caídas:**

Las caídas, con alturas frecuentemente > a 4 metros, son un riesgo común en PTAR. El peligro proviene también de una caída en un tanque del proceso que contiene agua residual o lodos. Los reactores de lodos activados presentan un riesgo muy peculiar debido a la ausencia de flotación debido al suministro de micro-burbujas (difusión de aire por el fondo). Los principales riesgos son:

- Fracturas y muerte,
- Ahogamiento.

- **Eléctricos:**

Los riesgos eléctricos con alta o media tensión son reales en la PTAR debido al uso de transformadores, tableros y equipos electromecánicos en un entorno muy húmedo y corrosivo. Los principales factores que pueden desencadenar un accidente eléctrico son:

- Existencia de un circuito eléctrico energizado, compuesto por elementos conductores expuestos al contacto.
- Trabajos en los que el circuito en intervención se encuentre cerrado (energizado) o exista la probabilidad de que pueda cerrarse involuntaria o accidentalmente.
- La existencia en un circuito intervenido de una diferencia de potencial mayor que 24 Vac ó 30 Vdc.
- Personal que interviene, cuyo cuerpo se comporte como conductor debido a que no se encuentra debidamente aislado de las partes bajo tensión. Debe recordarse que el cuerpo humano no aislado es conductor debido a sus fluidos internos.
- La formación de un circuito cerrado energizado que comprenda parte del cuerpo del interventor.
- Existencia entre dos puntos de entrada y salida de la corriente en el cuerpo de una diferencia de potencial mayor a 24 Vac ó 30 Vdc.
- La falta de conexión o puesta a tierra en la instalación/circuito/interventor.
- Falta de descarga hacia tierra de partes activas recientemente desenergizadas.

- Baja resistencia eléctrica del cuerpo humano. El sudor, así como los objetos de metal en el cuerpo o la zona de contacto con el conductor son factores vitales en la resistencia ofrecido por el cuerpo.
- Utilización errónea e inadecuada de herramientas, ropa o equipos de maniobra o seguridad.
- Personal interventor de operación o mantenimiento con bajo grado de capacitación en labores relacionadas.

También se considera el riesgo en la salud de los trabajadores, durante la etapa de construcción pueden darse accidentes laborales por manejo de maquinaria pesada, excavaciones, trabajos en altura y trabajos a orillas del río.

Para la determinación de los sistemas de protección contra incendios y otros riesgos para plantas de aguas residuales se siguió la norma estándar NFPA 820 edición 2016 del National Fire Protection Agency de los Estados Unidos. Esta norma es aplicable a instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales. En esta norma se indica la clasificación que tiene cada unidad de procesos y las medidas de protección a tomarse. Entre las medidas se indica, necesidades de equipos de combate de incendios como hidrantes, extinguidores, sistemas de monitoreo de gases combustibles, sistemas de alarma contra incendios. La tabla a continuación muestra la clasificación de las diferentes unidades de procesos de acuerdo a la norma NFPA 820 edición 2016, también se indica si se tratan de espacios cerrados o abiertos a la atmósfera, las necesidades de ventilación y control de olores, las áreas de protección necesarias alrededor de las unidades y las medidas de protección contra incendios y de seguridad de los operadores

**TABLA 13.4 RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD DE ACUERDO A LA NORMA NFPA 820**

| NO. | ESTRUCTURA | ACCESO HUMANO | RIESGO IDENTIFICADO | ESPACIO CERRADO O ABIERTO | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | COMENTARIOS/MEDIDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cajón de ingreso | Ocasional | Acumulación de vapores de líquidos inflamables o combustibles | Cerrado | NR | El operador requiere medidor de gases para el ingreso. De acuerdo a OSHA, niveles aceptables de O2 entre 19.5% y 23.5%. CO < 35 ppm |
| 2 | Cajón con vertedero de rebose | Ocasional | Acumulación de vapores de líquidos inflamables o combustibles | Cerrado | NR | El operador requiere medidor de gases para el ingreso. De acuerdo a OSHA, niveles aceptables de O2 entre 19.5% y 23.5%. CO < 35 ppm |
| 3 | Pozo 1´ | Ocasional | Posible inflamación de gases inflamables y líquidos inflamables flotantes | Cerrado | NR | |
| 4 | Pozo 1ª | Ocasional | Posible inflamación de gases inflamables y líquidos Inflamables flotantes | Cerrado | NR | |
| 5 | Cribas gruesas y finas | Ocasional | Posible ignición de gases inflamables y líquidos inflamables flotantes | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, sistema de detección de gas combustible | |
| 6 | Pozo húmedo - Estación de bombeo de aguas residuales crudas | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Posible ignición de gases inflamables y líquidos inflamables flotantes | Cerrado | Sistema de detección de gas combustible | Respiradero del pozo húmedo - CI Div 1, 0.9m (3ft) Radio<br>Respiradero del pozo húmedo - CI Div 2, 1.5m |

| NO. | ESTRUCTURA | ACCESO HUMANO | RIESGO IDENTIFICADO | ESPACIO CERRADO O ABIERTO | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | COMENTARIOS/MEDIDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | (5ft) Radio<br>Escotillas de acceso - CI Div 2, 0.9, (3ft) de las aperturas<br>Instalación de medidores de control de gases y alarmas |
| 7 | Pozo seco (cuarto de válvulas) - Estación de bombeo de aguas residuales | Si | N/A | A nivel de terreno, abierto a la atmósfera | Extintor de fuego portable | |
| 8 | Desarenadores - Tipo Vórtice | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Posible ignición de gases inflamables y líquidos inflamables flotantes | Cerrado | Hidrante,<br>Extintor de fuego portable, | El operador requiere medidor de gases para el ingreso. De acuerdo a OSHA, niveles aceptables de O2 entre 19.5% y 23.5%. CO < 35 ppm |
| 9 | Tanques sedimentadores primarios | No | Posible ignición de gases inflamables y líquidos inflamables flotantes | Abierto a la atmósfera - inicialmente sin cubierta | Hidrante | Sobre el tanque o nivel del terreno - CI Div 2, 0.5M (1.5ft)<br>Afuera de las paredes del tanque - CI Div 2, 3.0M (10ft) |
| 10 | Estación de bombeo de lodos primarios | Si | Acumulación de gas metano o vapores inflamables | Pozo seco con bombas y válvulas. Abierto a la atmósfera | Hidrante,<br>Extintor de fuego portable | |
| 11 | Estación de bombeo de natas y espumas de sedimentadores | Si | Acumulación de vapores de líquidos inflamables y combustibles | Cerrado | Hidrante,<br>Extintor de fuego portable, | Sin desclasificación<br>El operador requiere protección para ingreso a |

| NO. | ESTRUCTURA | ACCESO HUMANO | RIESGO IDENTIFICADO | ESPACIO CERRADO O ABIERTO | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | COMENTARIOS/MEDIDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | secundarios - Pozo seco con válvulas y bombas | | | | | espacios confinados. |
| 12 | Pozo de natas - Estación de bombeo de natas y espumas | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Acumulación de vapores de líquidos inflamables y combustibles | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, | Sin desclasificación |
| 13 | Cámara de disipación de energía | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Acumulación de vapores de líquidos inflamables y combustibles | Cerrado | NR | El operador requise protección para ingreso a espacios confinados |
| 14 | Tanques birreactores | No | N/A | Abierto a la atmósfera - inicialmente sin cubierta | Hidrante | |
| 15 | Galería de tuberías en birreactores | Si | N/A | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, Sistema de detección de incendios | Ventilación natural con ventanales grandes en las paredes frontales |
| 16 | Tanques sedimentadores secundarios | No | N/A | Abierto a la atmósfera - inicialmente sin cubierta | Hidrante | |
| 17 | Estación de bombeo de lodos secundarios - Pozo seco con válvulas y bombas | Si | N/A | Abierto a la atmósfera | Hidrante, Extintor de fuego portable | |
| 18 | Estación de bombeo de natas y espumas de sedimentadores secundarios - Pozo seco | Si | N/A | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable | El operador requiere protección para ingreso a espacios confinados |

| NO. | ESTRUCTURA | ACCESO HUMANO | RIESGO IDENTIFICADO | ESPACIO CERRADO O ABIERTO | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | COMENTARIOS/MEDIDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | con válvulas y bombas | | | | | |
| 19 | Estación de bombeo de natas y espumas de sedimentadores secundarios - Pozo de natas y espumas | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | N/A | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable | El operador requiere protección para ingreso a espacios confinados |
| 20 | Espesador a gravedad de lodos primarios | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Posible generación de metano a partir de lodos; Transporte de líquidos inflamables flotantes | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, sistema de detección de gas combustible | Sin desclasificación |
| 21 | Equipo de espesadores banda a gravedad (GBTs) | No | Acumulación de gas metano | Equipo con cubierta | | Sin desclasificación |
| 22 | Cuarto de espesadores banda a gravedad (GBTs). | Si | Acumulación de gas metano | Abierto a la atmósfera | Hidrante, Extintor de fuego portable, sistema de alarma de incendios | CI Div 2 hasta 0.9m (3ft) del equipo |
| 23 | Centrífugas - Equipos | No | Acumulación de gas metano | Equipo con cubierta | | Sin desclasificación |
| 24 | Centrífugas - Cuarto | Si | Acumulación de gas metano | Abierto a la atmósfera | Hidrante, Extintor de fuego portable, sistema de alarma de incendios | CI Div 2 0.9m (3ft) del equipo |
| 25 | Concentradores de espumas | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Posible acumulación de grasa o líquidos inflamables | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, | Sin desclasificación 'El operador requiere protección para ingreso a espacios confinados |
| 26 | Cuarto de control de digestores, nivel | Si | Fuga e ignición de gas de lodo | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, | Sin desclasificación Re-evaluar si está |

| NO. | ESTRUCTURA | ACCESO HUMANO | RIESGO IDENTIFICADO | ESPACIO CERRADO O ABIERTO | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | COMENTARIOS/MEDIDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | superior | | | | sistema de detección de gas combustible | físicamente separado del equipo de gas |
| 27 | Cuarto de control de digestores, nivel inferior | Si | Fuga e ignición de gas de lodo | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable, sistema de detección de gas combustible | Sin desclasificación Re-evaluar si está físicamente separado del equipo de gas |
| 28 | Digestores anaerobios ovoides | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Fuga de gas de la cubierta, tuberías, válvulas de alivio de emergencia y accesorios | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable | CI Div 1 hasta 3.0m (10ft) sobre el tanque, y 1.5m (5ft) a los lados del tanque CI Div 2 hasta 4.6m (15ft) más allá del Div 1 sobre el tanque, y 1.5m (5ft) más allá del Div 1 a los lados del tanque. |
| 29 | Tanque de almacenamiento de lodos digeridos | Ocasional (para mantenimiento) cuando no estén en operación | Fuga de gas de la cubierta, tuberías, válvulas de alivio de emergencia y accesorios | Cerrado | Hidrante, Extintor de fuego portable | CI Div 1 3.0m (10ft) alrededor de tanques, válvulas, accesorios |
| 30 | Cuarto de talleres y mantenimiento | Si | N/A | Cerrado | | |
| 31 | Reactores UV para desinfección | Si | N/A | Abierto a la atmósfera con cubierta | Hidrante | |
| 32 | Estructura efluente | Ocasional (para mantenimiento) | N/A | Abierto a la atmósfera | Hidrante | |
| 33 | Incineradores | Ocasional (para mantenimiento) | Explosión de la cámara de combustión | Abierto a la atmósfera | Hidrante, Extintor de fuego portable | |

| NO. | ESTRUCTURA | ACCESO HUMANO | RIESGO IDENTIFICADO | ESPACIO CERRADO O ABIERTO | PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | COMENTARIOS/MEDIDAS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cuando no estén en operación | | | | |
| 34 | Control de olores | Ocasional (para mantenimiento) | Fugas e ignición de gases y vapores inflamables | Abierto a la atmósfera | Extintor de fuego portable | |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: NFPA 820*

## 13.3 RIESGOS DEL AMBIENTE HACIA EL PROYECTO (EXÓGENOS)

Con la finalidad de tener una visión clara y general respecto a los riesgos potenciales que representa el entorno natural para el proyecto, se considera necesario hacer una evaluación de riesgos, intentando identificar los peligros que podrían afectar las obras, ó al entorno, su naturaleza y gravedad, asumiendo que el riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un peligro capaz de producir daños o pérdidas y que puede ser agravado por acciones naturales y/o antrópicas. Sobre la base de la información obtenida de los estudios relacionados que existen dentro del área de estudio, de la fuentes secundarias, así como, con los reconocimientos de campo efectuados, se identificaron los tipos de riesgos: geológicos, atmosféricos, biológicos y sociales, que presentan riesgos o peligros para la infraestructura en estudio, es decir, los componentes que generan riesgos para el proyecto, así se determinan:

**TABLA 13.5 TIPOS DE RIESGO EXÓGENOS**

| | |
|---|---|
| Riesgos geológicos | Terremotos |
| | Sismos |
| | Deslizamientos |
| | Asentamientos |
| | Erosión del suelo |
| Atmosféricos | Inundaciones |
| | Huracanes |
| | Sequias |
| | Tormentas |
| Biológicos | Plagas |
| | Epidemias |
| Sociales | Sabotaje |
| | Terrorismo |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: MAE, 2015*

El análisis de riesgos en la zona de estudio permite conocer los daños potenciales que pueden surgir por un proceso natural de origen imprevisto. Los riesgos naturales son fenómenos propios de la naturaleza que ocasionan desastres en distintas magnitud, en los cuales pueden verse afectados tanto la sociedad como el ambiente que la rodea. Para análisis de este tipo de riesgos se revisarán antecedentes, registros históricos, mapas de riesgos naturales, los cuales facilitarán la identificación de los peligros naturales presentes en las zonas donde se encuentra ubicado el proyecto.

Para determinar dichos riesgos se utilizará la Matriz realizada por la fundación Natura que se resume en:

**TABLA 13.6 MATRIZ DE RIESGO REALIZADA POR LA FUNDACIÓN NATURA**

| PROBABILIDAD | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | Muy probable (más de una vez al año) | | | | | |
| | 4 | Bastante probable (una vez por año) | | | | | |
| | 3 | Probable (una vez cada 10 a 100 años) | | | | | |
| | 2 | Poco probable (una vez cada 100 a 1000 años) | | | | | |
| | 1 | Improbable (menos de una vez 1000 años) | | | | | |
| | | | No importantes | Limitadas | Serias | Muy serias | Catastroficas |
| | | | A | B | C | D | E |
| | | | CONSECUENCIAS | | | | |

| RIESGO | |
|---|---|
| | Bajo |
| | Moderado |
| | Alto |
| | Muy Alto |

*FUENTE: FUNDACIÓN NATURA, 1996*

Esta matriz se adoptó de la evaluación de riesgos para el Manejo de los Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador (Fundación Natura, 1996) y califica al riesgo en base a la probabilidad de ocurrencia y a las consecuencias que podría generar. La probabilidad de ocurrencia es calificada en una escala de 1 a 5, donde el valor 5 corresponde a una ocurrencia muy probable, de por lo menos una vez por año, y el valor de 1 corresponde a una ocurrencia improbable o menor a una vez en 1000 años. Las consecuencias son calificadas en una escala de A - E, donde A corresponde a consecuencias no importantes, y E corresponde a consecuencias catastróficas.

### 13.3.1 VALORACIÓN DE RIESGOS EXÓGENOS

**TABLA 13.7: RIESGOS EXÓGENOS ASOCIADOS AL PROYECTO**

| Tipo de Riesgo | Probabilidad | Consecuencia | Riesgo |
|---|---|---|---|
| **Riesgos Naturales** | | | |
| R. Volcánico | 2 | B | Bajo |
| R. Sísmico | 2 | C | Bajo |
| R. de Inundación | 3 | C | Moderado |
| R. de Deslizamientos | 3 | C | Moderado |
| R. Erosión del suelo | 4 | A | Bajo |
| **Riesgos Biológicos** | | | |
| R. Plagas | 4 | B | Moderado |
| R. Epidemias | 2 | C | Bajo |
| **Riesgos Sociales** | | | |
| R. Sabotaje y delincuencia | 3 | B | Bajo |
| R. Huelgas | 2 | B | Bajo |
| R. De accidentes ocasionados | 2 | C | Bajo |

*ELABORACION Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

### a) Riesgos Naturales

En esta sección se evalúan cualitativamente los peligros naturales potenciales que amenazan al área de influencia investigada, dentro de los cuales se han podido identificar los siguientes riesgos y se realiza un análisis de dichos riesgos.

A continuación se observa el Mapa general de Riesgos en el Ecuador obtenido a partir de información recopilada por DINAREN/MAG; INAMHI; INFOPLAN (Acosta, 1996); IGM; Instituto Geofísico de la EPN e IRD.

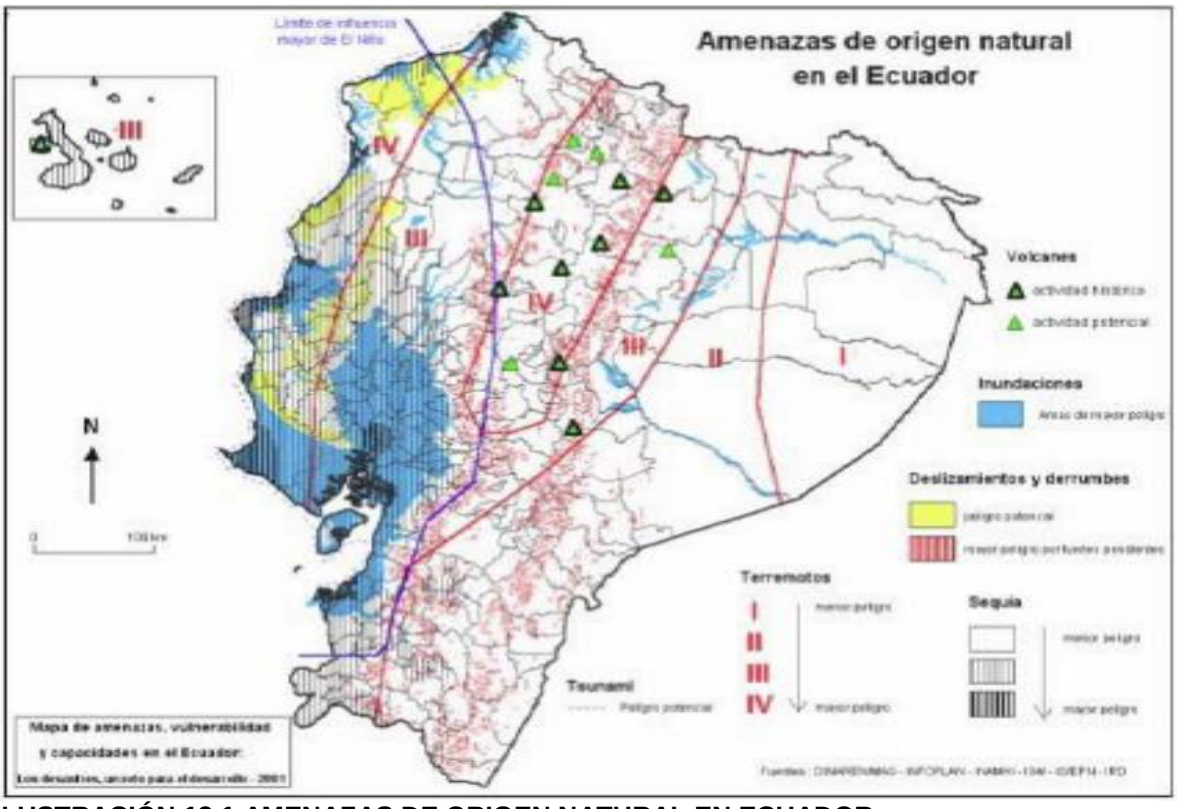



**ILUSTRACIÓN 13.1 AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL EN ECUADOR**

*ELABORACIÓN Y FUENTE: ACOSTA, 1996*

### b) Riesgo de inundaciones

La zona de estudio presenta zonas propensas de inundaciones por desbordamiento de ríos o precipitaciones altas, considerando que se encuentra en la parte baja junto al río Cuenca que es la confluencia del río Tomebamba, Machángara, Yanuncay y Tarqui. Del análisis para la determinación de cauce lleno, se ha definido que el caudal para el tramo aguas arriba es 450 $m^3/s$ y para el tramo aguas abajo de 200 $m^3/s$. Esto implica que el cauce principal del río Cuenca, en sus condiciones actuales, en el sector de la nueva PTAR de Guangarcucho puede soportar crecidas hasta de 25 años sin mayores desbordamientos. Se han definido las obras a ejecutarse, para que permitan la implantación de la nueva PTAR de Guangarcucho, recuperando el área de inundación y estableciendo las cotas de relleno para una crecida de 100 años de periodo de retorno.

| ZONA | ÁREA DE INUNDACIÓN(HA) | |
|---|---|---|
| | 100 años | 200 años |
| **1** | 2,26 | 2,58 |
| **2** | 1,29 | 2,02 |
| **3** | 1,03 | 1,24 |

Mediante modelos hidrológicos se han determinado los caudales para los periodos de retorno de 5,10, 25, 50, 100 y 200 años para los dos sitios de interés como son el río Cuenca sector Guangarcucho y el río Paute en la confluencia de los ríos Cuenca y Burgay. El caudal final para el periodo de retorno de 100 años es de 728m³/s en el sector de Guangarcucho, valor acorde a las precipitaciones regionales de los últimos 18 años y a la información disponible y procesada, los resultados generales se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 13.8 CAUDALES EN PUNTOS DE INTERÉS DEL RÍO CUENCA PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO (m³/s)**

| Río | Q5 Años | Q10 Años | Q25 Años | Q50 Años | Q100 Años | Q200 Años |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca en Guangarcucho | 208,1 | 290,2 | 427,4 | 564,3 | 727,8 | 901,6 |
| Paute en confluencia Cuenca-Burgay | 256,9 | 402,0 | 667,4 | 769,1 | 1161,2 | 1468,9 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

Del analices matricial se determinó con un nivel de riesgo 3C que hace referencia a riesgo moderado, debido a que hay la posibilidad que se de en un periodo de 1 a 100 años con consecuencias significativas para el proyecto.

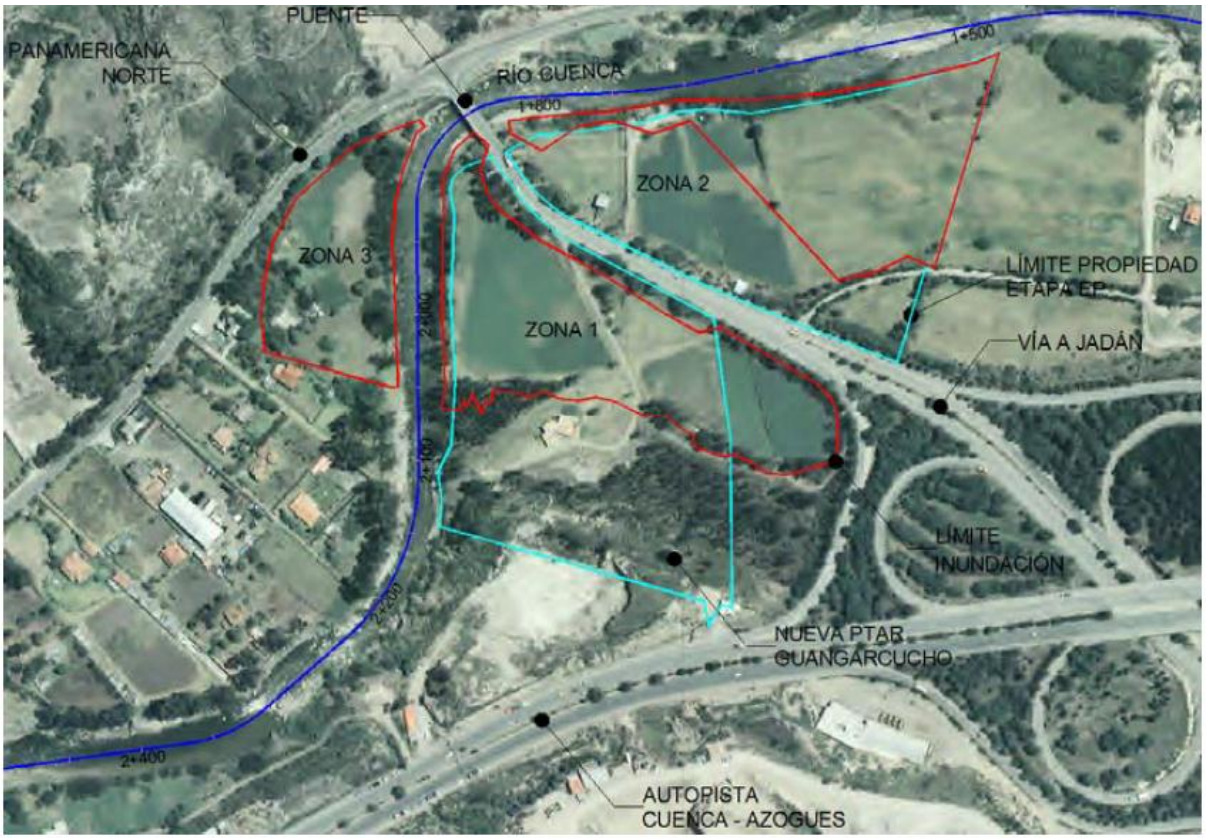



**ILUSTRACIÓN 13.2 LIMITES DE INUNDACIÓN SECTOR PTARG**
*ELABORACIÓN Y FUENTE: EQUIPO CONSULTOR*

### c) Movimientos de tierras y deslizamientos

El área del proyecto se encuentra en una zona catalogada como moderada, de acuerdo al análisis matricial donde obtuvo una calificación 3C, es decir pueda darse el suceso de 10 a 100 trayendo consecuencias severas para el proyecto, el análisis se lo realizó en base a información del PDOT 2015 de Cuenca, en el siguiente mapa se observa que el mayor porcentaje del área del terreno se encuentra en un riesgo bajo de deslizamientos, pero existen zonas que se encuentran en riesgo alto y medio. También hay que considerar la presencia del gran farrallón ubicado al frente del predio y junto a la Panamericana Norte y que ya corresponde a la Parroquia de Llacao, el cual eventualmente podría caerse, trayendo graves consecuencias para el proyecto.

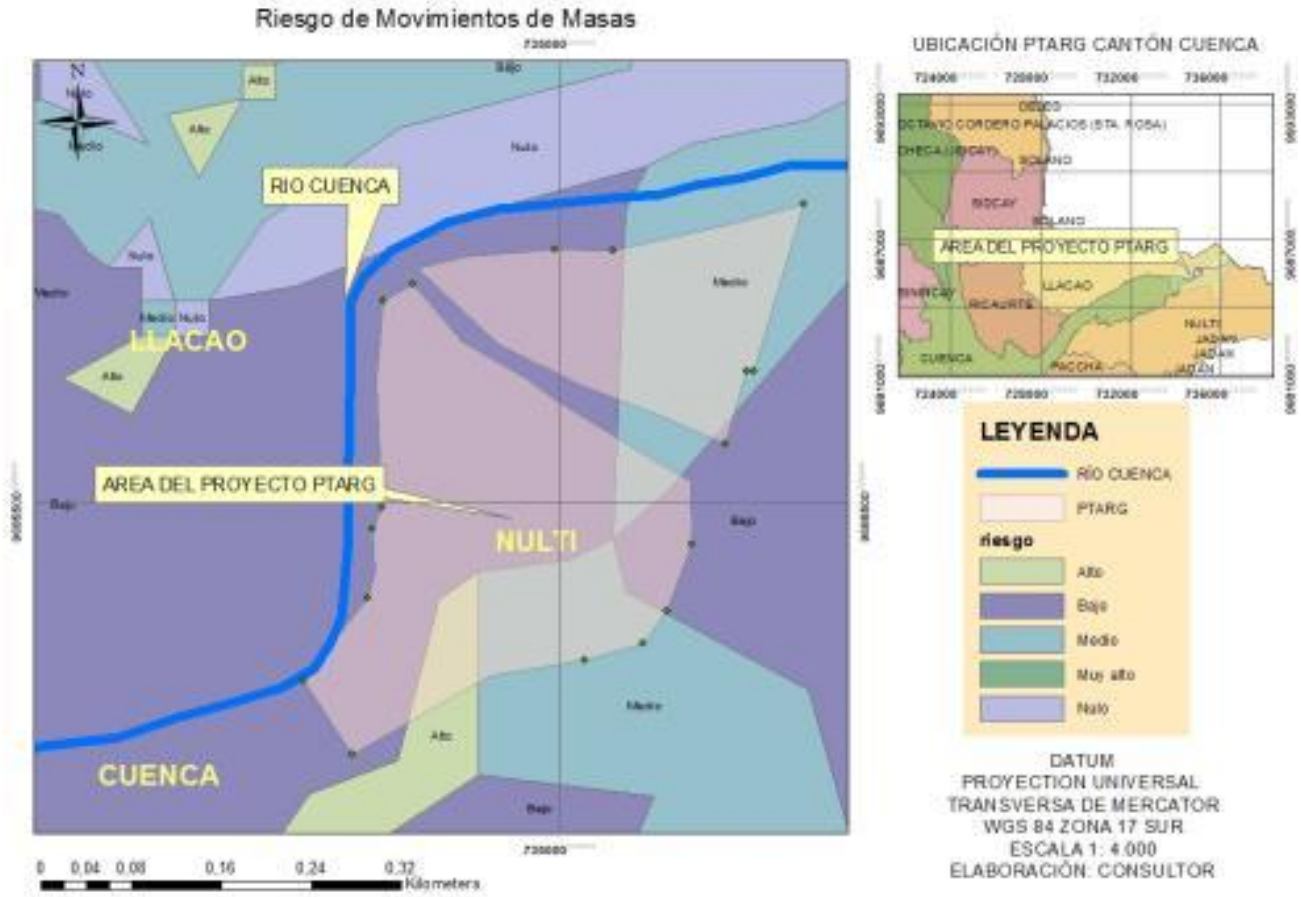



**ILUSTRACIÓN 13.3: MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES PDOTENCIALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: PDOT CANTON CUENCA, 2015*

En cuanto a la estabilidad de suelos y de taludes se ha generado información propia de la consultora a través de varios modelos en resumen se explica a continuación:

Para el análisis del talud (desnivel que quedaría entre la plataforma de los sedimentadores primarios y los reactores biológicos) en condiciones dinámicas (Abramson, 2002) se ha empleado el programa Slide considerando un análisis pseudo-estático utilizando un coeficiente sísmico horizontal de 0,15 g, en virtud de que la zona, de conformidad con la Norma Ecuatoriana para la Construcción, tendría un factor Z de 0,25 y un factor de amplificación o reducción dinámica de 1. Se han realizado análisis de estabilidad, en condiciones estáticas y dinámicas, que determinan los factores de seguridad que se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 13.9 FACTORES DE SEGURIDAD PARA TALUD**

| Análisis | Factor de seguridad | |
|---|---|---|
| | Condiciones estáticas | Condiciones dinámicas |
| Sin cargas por sedimentadores primarios y reactores biológicos | 3,2 | 2,2 |
| Con cargas por sedimentadores primarios y reactores biológicos | 2,9 | 2,1 |

*FUENTE Y ELABORACIÓN: CONSULTOR*

Abramson (2002) indica que para el diseño de taludes típicamente se requieren factores de seguridad en condiciones estáticas de entre 1,25 y 1,5. Teniendo presente esto y de conformidad con el criterio de la Norma Ecuatoriana de la Construcción en el sentido de que serían aceptables factores de seguridad mínimos de 1,5 en condiciones de carga muerta más carga viva normal, y de 1,1 en condiciones de carga muerta más carga viva normal y más sismo de diseño pseudo-estático, se concluiría que el talud sería seguro.

La capacidad de carga del terreno calculadas en los diseños estructurales e indicadas en la parte geotécnica de la línea base que se transmitan al terreno en cada una de las estructuras, deben ser menores a las admisibles para condiciones estáticas y dinámicas.

De acuerdo al Sistema Nacional de Información el riesgo de movimientos de masa en el sector se encuentra dentro de moderado como se indica en la siguiente figura.

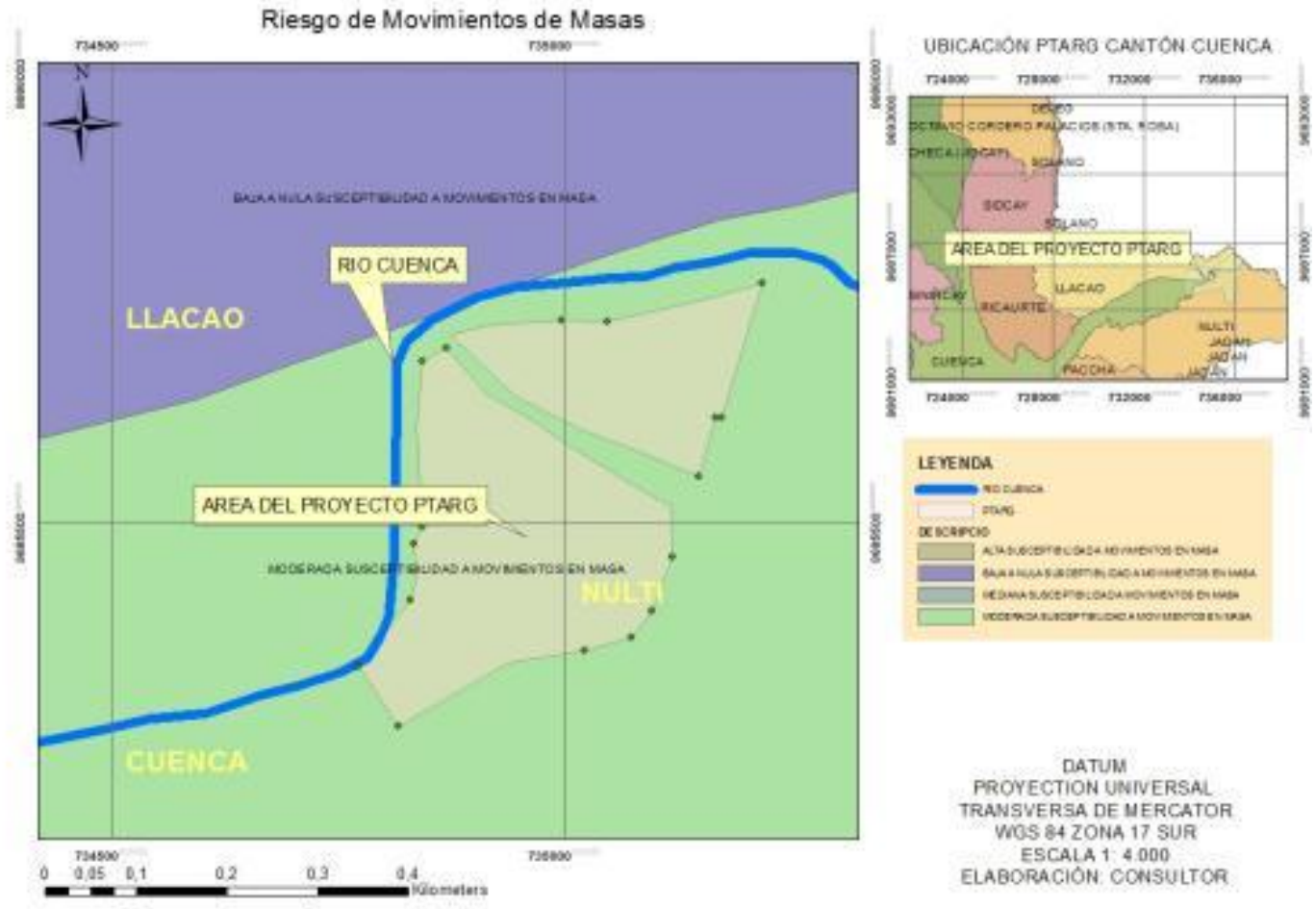



**ILUSTRACIÓN 13.4: MAPA DE ZONAS DE DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES PDOTENCIALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO SNI**
*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: SNI, MAGAP*

**d) Presencia de Plagas**

Se ha considerado este riesgo como moderado con una calificación de 4B, ya que es probable que se dé por lo menos una vez al año con consecuencias que podrían afectar al proyecto y a la comunidad aledaña, esto podría darse debido a un sistema de depuración de aguas deficiente, generación de malos olores y por acumulación y almacenamiento inadecuado de desechos sólidos.

**e) Riesgo volcánico**

El riesgo volcánico de la zona del proyecto es inexistente, por lo que la actividad sísmica, proveniente de las manifestaciones de volcanes es improbable.

Por tanto, por la lejanía de los complejos volcánicos, respecto a la obra en estudio, no existe riesgos relacionados a estos fenómenos naturales, por lo tanto y de acuerdo a la matriz, el riesgo volcánico tiene una calificación de 2B, nivel de riesgo bajo, es decir se puede presentar entre 100 a 1.000 años, con consecuencias bajas. En la siguiente ilustración se muestra la distancia existente entre el área del proyecto y la zona volcánica activa del país.

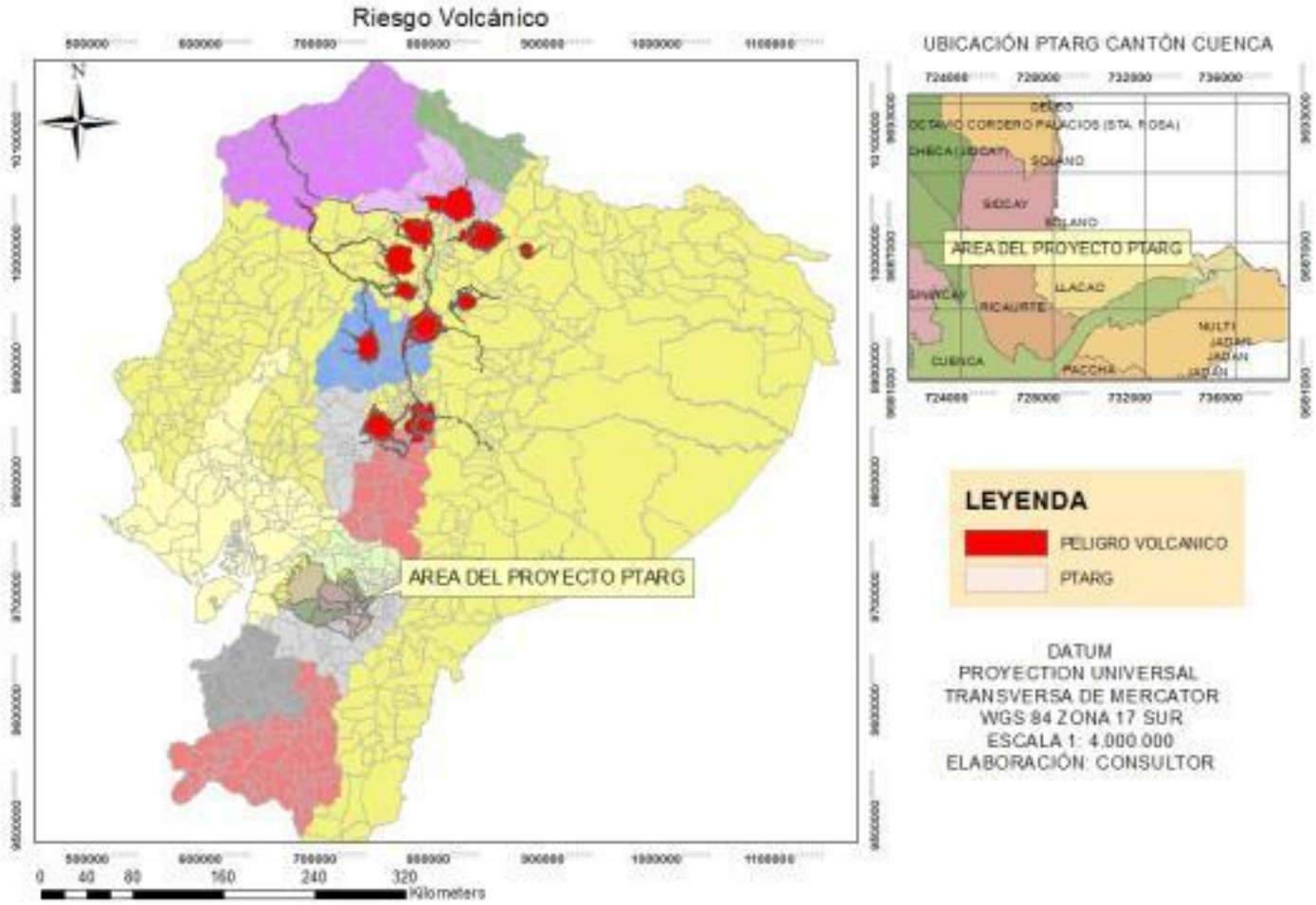



**ILUSTRACIÓN 13.5 RIESGO VOLCÁNICO**
ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR
FUENTE: CARTOGRAFIA BASE SIN

### f) Riesgo sísmico

La zona del proyecto dentro de las amenazas sísmicas (riesgo II) se encuentra en una zona de bajo peligro. De acuerdo a este análisis la región donde se implantaría la planta, se califica con un nivel de riesgo 2C, que significa que un evento de importancia puede producirse cada 100 a 1.000 años con secuencias serias en caso de suscitarse.

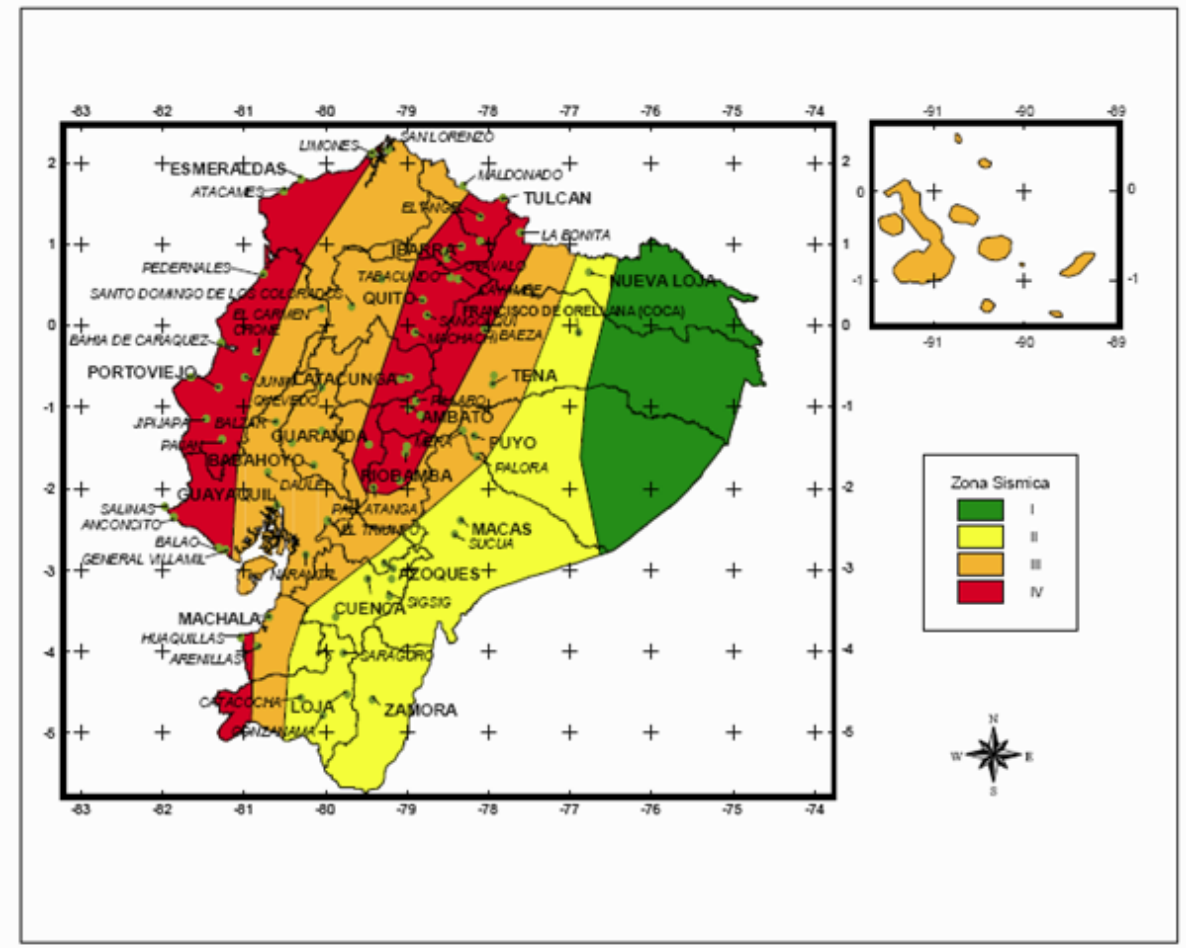



**ILUSTRACIÓN 13.6: MAPA DE RIESGO SÍSMICO DE ECUADOR**
ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR, FUENTE: CARTOGRAFÍA BASE SNI

# 14. PROTOCOLOS DE PRUEBA

Para el desarrollo de este apartado se tomará como información de referencia la calidad de agua y eficiencia de la actual PTAR de Ucubamba, así como también los valores de los parámetros de calidad de agua que se espera alcanzar con la nueva PTAR de Guangarcucho.

Se hizo un análisis de la calidad del afluente que ingresa a la planta y el efluente que es vertido al río Cuenca luego de pasar por el proceso de depuración.

De acuerdo a la siguiente tabla se puede observar que parámetros como la $DBO_5$, la DQO, y sólidos suspendidos totales sin tratamiento no cumplirían con la normativa ambiental vigente, generando una contaminación del cuerpo hídrico, de la misma manera se observa que una vez que las aguas residuales salen del proceso de depuración los parámetros analizados alcanzan valores por debajo de lo permitido.

**TABLA 14.1 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA A LA ENTRADA Y SALIDA DE LA PTAR UCUBAMBA**

| Año 2015 | Caudal (L/s) | pH | $DBO_5$ (mg/L) | DQO (mg/L) | ST (mg/L) | SST (mg/L) | SSV (mg/L) | S. sed (mg/L) | N. Org (mg/L) | NO2 + NO3 (mg/L) | P. Total (mg/L) | SO4 (mg/L) | Sulfuros (mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Afluente | 1562 | 7,14 | 147,75 | 329,51 | 505,4 | 245,5 | 147,5 | 5,38 | 12,1 | 0,77 | 4,89 | 41,4 | <1,07 |
| Efluente | 1574 | 7,54 | 30,92 | 104,43 | 316,19 | 40,27 | 42,2 | 0,4 | 10,7 | 0,24 | 2,45 | 42,5 | 1,14 |
| A.M 097 TULSMA | | 6,5-9 | 100 | 200 | 1600 | 130 | | | | | 10 | 1000 | 0,5 |

*ELABORACIÓN: EQUIPO CONSULTOR*
*FUENTE: INFORMES DE CALIDAD DE AGUA ETAPA EP, 2015; A.M. 097-A DEL MINISTRIO DEL AMBIENTE*

Por otro lado como base de los elementos de diseño, la calidad del efluente para el sistema de tratamiento de aguas residuales fue establecido para la PTAR Guangarcucho, siendo parametros muy por debajo de la normativa ambiental vigente, incluso con mayor eficiencia que se tiene en la actual PTAR de Ucubamba. La siguiente tabla presenta un resumen de los requerimientos estándares para el efluente de la planta.

**TABLA 14.2 BASES DE DISEÑO DEL EFLUENTE**

| Componente del Sistema | | Promedio Diario |
|---|---|---|
| Características del Efluente: | | |
| | $DBO_5$, mg/L | $\leq$ 25 |
| | SST, mg/L | $\leq$ 35 |
| | Coliformes Fecales, NMP/100ml | $\leq$ 1000 |
| | Nitrógeno Total, mg/L | - |
| | Fósforo Total, mg/L | - |
| | pH | 6-9 |

*ELABORACIÓN Y FUENTE: CONSULTOR*

# 15. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es un instrumento de gestión que comprende una serie de programas orientados a prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos, que las actividades asociadas al proyecto causarán y pueden causar al entorno ambiental y social.

El presente Plan de Manejo consta de nueve (9) planes encaminados a prevenir, mitigar o compensar tanto los impactos severos como los moderados determinados durante la etapa de construcción, funcionamiento y abandono.

Dentro de este programa se considera los siguientes programas para el manejo ambiental:

1. Plan de prevención y mitigación de impactos:
2. Plan de manejo de desechos.
3. Plan de comunicación, capacitación y educación ambiental
4. Plan de relaciones comunitarias
5. Plan de contingencias
6. Plan de seguridad y salud en el trabajo.
7. Plan de Rehabilitación de áreas afectadas
8. Plan de abandono y entrega del área.
9. Plan de monitoreo y seguimiento.

En cada uno de los programas que componen el PMA, las medidas se adoptaran de acuerdo a los siguientes elementos: aspecto ambiental, el impacto identificado, las medidas propuestas, los indicadores, los medios de verificación, el periodo y frecuencia.

## 15.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS

El programa de prevención especifica medidas y procedimientos técnicos, normativos, administrativos y operativos que tiendan a prevenir, evitar, reducir nuevos impactos negativos antes de que ocurran.

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Calidad de Aire | Alteración de la calidad de aire por presencia de material particulado (En la construcción de campamentos y almacenamiento de materiales) | **CONTROL DE POLVO:**<br>-Se deberá cubrir con plásticos los áridos para evitar que estos se dispersen con el viento o la lluvia. Tanto en el área de almacenamiento como de transporte.<br><br>-En el transporte de escombros se cubrirá los cajones de las volquetas para evitar la dispersión del material<br><br>-Se humedecerá el área de construcción para evitar la suspensión de material particulado. El control de polvo se lo hará mediante la aplicación de agua por | - El 100% de los materiales pétreos producto del proyecto están cubiertos.<br>- 100% de los volquetes del proyecto están cubiertos sus cajones con lonas.<br>- N° de letreros están colocados.<br>-N° de veces que se riega el área. | - Registro fotográfico de materiales y volquetas cubiertas con lonas o plásticos<br><br>-Registro fotográfico de letreros colocados en el tramo constructivo | 30 | Mensual |

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | aspersión, en forma manual, por lo menos una vez al día.<br><br>-Se controlará la velocidad con la que ingresan los vehículos a la zona del proyecto de modo que no causen ruido ni generación de polvo, se propone la colocación de señalización donde se indiquen los límites de velocidad las especificaciones se realizará de acuerdo a las especificaciones técnicas manejadas por ETAPA EP | | | | |
| Calidad de Agua y suelo | Contaminación del agua y suelo por generación de aguas servidas | **CONTROL DE DESCARGAS**: En la etapa de construcción los trabajadores contaran con baterías sanitarias móviles, con el respectivo control de eliminación de excretas con gestores autorizados. | N° de baterías sanitarias móviles | Registro fotográfico | 30 | Mensual |
| Calidad de Aire | Afección de la calidad de aire por generación gases de combustión (Vehículos y maquinaria pesada incremento del nivel | **CONTROL EMISIÓN DE GASES:**<br>-Se dará el mantenimiento adecuado a los vehículos y maquinaria pesada de modo que operen en óptimas condiciones, se escogerá máquinas de tecnología moderna con niveles mínimos de contaminación. | N° de vehículos y maquinaria realizados el mantenimiento<br><br>N° de señales con frases preventivas y alusivas | Registro de los mantenimientos.<br><br>Registro fotográfico | 1 | Mensual |

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | sonoro) | La quema a cielo abierto, sea para eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, algún tipo de vegetación o de otros residuos, serán aspectos conocidos y sancionados por el Fiscalizador por atentar contra el ambiente. Para evitar lo antes dicho, el contratista emplazará un letrero con frases preventivas y alusivas al tema en el frente de trabajo, para información y conocimiento de todo el personal que labora en la obra.<br><br>En el plan de monitoreo se planteará mediciones periódicas de calidad de aire y ruido. | colocadas | | | |
| Calidad de Aire | Afección de la calidad de aire por generación gases de combustión (Vehículos y maquinaria pesada incremento del nivel sonoro) | **CONTROL DE RUIDO:**<br>La maquinaria y equipos cuyo funcionamiento genere excesivos niveles de deben ser reparados y retornarán al trabajo una vez que estos cumplan con los niveles admisibles. (TULSMA).<br>- Reducir la causa del ruido, mediante la | 100% de los equipos y maquinaria están en buen estado y se les ha proporcionado el mantenimiento | -Registro de mantenimiento de los equipos<br><br>-Registros fotográficos | 1 | Mensual |

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.<br>- Control y eliminación de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos. | adecuado.<br><br>N° de silenciadores y amortiguadores colocados | | | |
| Calidad del agua | Contaminación del agua por trabajos junto al río | Se llevará a cabo un programa de protección de las riberas del río, mediante forestación con especies propias de la zona. Se considera además que se realizarán obras de protección contra inundaciones, contemplado en los diseños de la PTAR | Número de especies sembradas | Registro Fotográfico | 1 | Mensual |
| Calidad del suelo | Alteración de la calidad del suelo generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc. Generados en la | **CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE FUENTES HÍDRICAS:**<br>-No se permitirá realizar actividades de lavado y mantenimiento de vehículos y maquinaria en las zonas de obra, pues pueden provocar la contaminación del suelo; éstas deberán realizarse en un taller especializado, que cuente con los respectivos permisos ambientales otorgados por la autoridad ambiental competente.<br>En el plan de manejo de desechos se | -Número de mantenimiento y lavados de maquinaria y vehículos realizado en talleres especializados | -Registros de mantenimiento de vehículos y maquinaria llevados a cabo en talleres ajenos a la obra.<br>-Registro fotográfico de lavado y mantenimiento vehicular en talleres especializados. | 1 | Mensual |

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | construcción | plantearan medidas de gestión de los desechos. | | | | |
| Cultural-Paisajístico, | Afección estética y paisajística del sector por actividades como: Ingreso y salida de vehículos llenos de material a desalojar | **DISMINUCIÓN DEL IMPACTO VISUAL:**<br>- Para el transporte de los escombros, las volquetas se cubrirán con lona durante todo el trayecto.<br>-Los escombros se desalojará del lugar en el menor tiempo posible para evitar su acumulación. | N° de volquetas cubiertas con lonas. | Registros fotográficos | 30 | Mensual |
| Calidad de aire | Generación de olores y gases (CH4, CO2, H2S) (en el proceso de pretratamiento). | **CONTROL DE OLORES**: En los diseños de la PTARG se ha planteado implementar un sistema de control de olores (sistema de filtro biopercolador para la degradación de H2S, con un medio sintético poroso y la formación de un biofilm) en la fase de pretratamiento, por lo que se debe verificar su instalación y el buen funcionamiento del equipo, con la finalidad de evitar deficiencias, dando mantenimiento periódico al sistema. Así como también se deberá dar el mantenimiento adecuado a todo el | Un sistema de control de olores instalado.<br>Número de mantenimientos realizados al sistema de control de olores | Registro fotográfico, Registro de mantenimientos realizados. | 1 | Mensual |

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | sistema de pretratamiento para que el proceso de depuración se lleve a cabo de manera correcta.<br>También se deberá verificar el estado de las canastillas y controlar el retiro oportuno de los materiales retenidos en esta unidad. | | | | |
| Calidad de aire | Generación de olores y gases (CH4, CO2, H2S) (en la estación de bombeo). | **CONTROL DE OLORES:** En los diseños de la PTARG se ha planteado implementar un sistema de control de olores en el área de bombeo, por lo que se debe verificar su instalación y el buen funcionamiento del equipo, con la finalidad de evitar deficiencias, dando mantenimiento periódico al sistema.<br>Los aceites y los sólidos que se acumulan en el pozo de la bomba, causan inconvenientes que no son solo la emisión de malos olores. Los reguladores de nivel pueden ensuciarse, reduciendo la eficiencia y la vida de la bomba, además, pueden causar el desborde de las aguas del alcantarillado por lo que la limpieza del pozo será siempre esencial. | Un sistema de control de olores instalado.<br>Número de mantenimientos realizados al sistema de control de olores. | Registro fotográfico, Registro de mantenimientos realizados.<br>Pozo de bomba limpio. | 1 | Mensual |

<table>
<tr><th colspan="6">PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO</th><th></th></tr>
<tr><td colspan="5">OBJETIVOS: Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>LUGAR DE APLICACIÓN: Área del proyecto<br>RESPONSABLE: Proponente-Contratista</td><td colspan="2">PPM-01</td></tr>
<tr><th>ASPECTO AMBIENTAL</th><th>IMPACTO IDENTIFICADO</th><th>MEDIDAS PROPUESTAS</th><th>INDICADORES</th><th>MEDIO DE VERIFICACIÓN</th><th>FRECUENCIA</th><th>PERIODO</th></tr>
<tr><td>Social</td><td>Generación de ruido efecto del funcionamiento de los sopladores</td><td>CONTROL DE RUIDO GENERADO POR LOS SOPLADORES: en los diseños se contempla instalar lumbreras acústicas para minimizar el ruido exterior, por lo que se deberá verificar su instalación y su buen funcionamiento.</td><td>N° de Lumbreras Acústicas instaladas</td><td>Registro fotográfico</td><td>1</td><td>Mensual</td></tr>
<tr><td>Calidad de aire</td><td>Generación de olores y gases ($CH_4$, $CO_2$, $H_2S$) (en el tratamiento de lodos por digestión anaerobia)</td><td>CONTROL DE EMISIONES: Dentro del protocolo de funcionamiento de la PTAR se plantea la reutilización de una parte del metano para el calentamiento de los calderos. El metano no podrá ser emitido directamente a la atmósfera ya que es un gas de efecto invernadero, por lo que deberá ser quemado proceso en el cual se obtiene como producto $CO_2$ el cual es un gas menos nocivo para el ambiente hasta 21 veces menos que el metano, se deberá controlar adecuadamente este proceso. Para la realización de este proceso se utilizaran los siguientes equipos:
<table>
<tr><td>QUEMADOR DE GAS</td><td>1</td><td>Capacidad: 13,2 n $m^3$/min (466 scfm)</td></tr>
<tr><td>ARRESTADOR DE GAS TIPO CÚBICA CON VÁLVULA</td><td>1</td><td>Capacidad: 13,2 n $m^3$/min (466 scfm)</td></tr>
</table></td><td>Número de mantenimientos realizados.<br>Número de chimeneas para quemar metano</td><td>Registro fotográfico, registros de mantenimiento</td><td>1</td><td>Mensual</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="6">PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO</th><th></th></tr>
<tr><td colspan="5">OBJETIVOS: Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>LUGAR DE APLICACIÓN: Área del proyecto<br>RESPONSABLE: Proponente-Contratista</td><td colspan="2">PPM-01</td></tr>
<tr><th>ASPECTO AMBIENTAL</th><th>IMPACTO IDENTIFICADO</th><th>MEDIDAS PROPUESTAS</th><th>INDICADORES</th><th>MEDIO DE VERIFICACIÓN</th><th>FRECUENCIA</th><th>PERIODO</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td>TÉRMICA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ARRESTADOR DE FLAMA TIPO CILÍNDRICO</td><td>4</td><td>Capacidad: 4 n $m^3$/min (134 scfm)</td></tr>
<tr><td>ARRESTADOR DE FLAMA TIPO CÚBICO</td><td>1</td><td>Capacidad: 13,2 n $m^3$/min (466 scfm)</td></tr>
<tr><td>VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN TIPO DIAFRAGMA</td><td>1</td><td>• 13,2 n $m^3$/min (466 scfm)<br>• Presión de Entrada 25 - 35 mBar<br>• Presión de Salida 15 mBar</td></tr>
</table>
<br>Además se propone que se realicen los estudios para ver la factibilidad de realizar la cogeneración, ya que cualquier uso adicional del biogás, proveerá créditos en la determinación de la huella de carbono en el ciclo de vida de la planta, de esta manera se estaría contribuyendo a la reducción de emisiones de gases, pues evita que se utilice otro tipo de combustible o energía.<br><br>Se deberá dar el mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de control de olores en</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

| PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para evitar la contaminación<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente-Contratista | | | | | PPM-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | las unidades de tratamiento de lodos. | | | | |
| Cultural: Estético paisajístico | Afecciones estéticas y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones | **PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO**: Se deberá realizar mantenimiento periódico ya sea preventivo o correctivo a todos los equipos e instalaciones de la PTARG, incluyendo el cuidado de áreas verdes. | Número de mantenimientos realizados | Registros fotográficos<br>Orden de trabajo de los mantenimientos realizados. | 1 | Semestral |

## 15.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS

Tiene como objetivo principal prevenir, tratar, reciclar/rehusar y disponer los diferentes desechos peligrosos y no peligrosos, de conformidad con las directrices establecidas en la Normativa Ambiental Vigente.

| PLAN DE MANEJO DE DESECHOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer lineamientos para la gestión adecuada de residuos sólidos<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** Área del proyecto<br>**RESPONSABLE:** Proponente - contratista | | | | | PAR-04 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Paisaje,<br>Suelo,<br>Aire,<br>Agua,<br>Comunidad | -Alteración de la calidad del agua superficial, por descarga de efluentes y por inadecuado manejo de desechos sólidos en el área de influencia del proyecto (etapa de construcción). | **GESTIÓN ADECUADA DE DESECHOS:**<br><br>-Todos los residuos generados por causa del proyecto serán recolectados diferenciadamente según sea su naturaleza. Su separación, clasificación y disposición temporal de los residuos sólidos se la realizará de acuerdo a los tipos de desecho, siguiendo las especificaciones de la norma NTE INEN 2841:2014-03.<br>• Desechos orgánicos<br>• Desechos inorgánicos<br><br>Los desechos de TIPO ORGÁNICO que se generen dentro del frente de trabajo se recolectarán en recipientes señalizados de color verde (orgánico - reciclables y tendrán una capacidad de 20 lt). Los desechos no orgánicos como ENVASES PLÁSTICOS se recolectarán en recipientes de color azul (plásticos - envases multicapa), con capacidad de 20 lt y serán recogidos por lo menos dos veces por semana. El material como CARTÓN y PAPEL se recolectarán dos veces por semana en recipientes de color gris (papel - cartón) y capacidad de 20 lt. Se deberá coordinar con la empresa EMAC para determinar el sitio por donde pasará el carro recolector, para establecer la hora, los días y la ubicación desde donde se llevarán los desechos<br><br>- Se deberá mantener limpio el frente de trabajo, para lo cual será | N° de recipientes metálicos señalizados colocados en la obra para la disposición de residuos.<br><br>100% de desechos sólidos son recogidos y entregados al recolector de basura de la EMAC<br><br>Un contrato firmado con la EMAC para el desalojo de escombros | Registro fotográfico y verificación in situ<br><br>Registro de entrega de residuos a la autoridad gestora de residuos, o, registros fotográficos de recolección de los mismos.<br><br>- Sitio de acopio temporal señalizado | 8 | Mensual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | necesario realizar una limpieza diaria de la obra para que la misma presente un aspecto ordenado.<br><br>-Todos los residuos serán dispuestos en forma sanitaria en recipientes metálicos, los cuales se ubicarán en un área cubierta, como parte del almacenamiento temporal.<br><br>-El manejo y disposición final de este tipo de residuos deberá cumplir y estar de acuerdo a lo establecido en la Normativa Ambiental Vigente.<br><br>-Es totalmente prohibido el vertimiento de residuos a cualquier cuerpo de agua.<br><br>-Es totalmente prohibida la quema de residuos en cualquier lugar o sitio del Proyecto.<br><br>-Los escombros que se generen como resultado de la construcción de la PTAR, teniendo previsto un volumen de excavación y cobertura vegetal baja de desalojo de 120.000,00 $m^3$, deberán ser retirados en coordinación con la EMAC para la disposición final en lugares autorizados por la empresa gestora del manejo de desechos en el cantón Cuenca. | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Calidad de suelo | -Alteración de la calidad del suelo y agua generado principalmente por derrame de líquidos, combustibles aditivos, y residuos sólidos como cemento, recipientes plásticos contaminados, residuos metálicos, etc. Generados en la construcción<br><br>Disposición inadecuada de residuos generados del proceso de mantenimiento como grasa, lubricantes etc. | **MEDIDA DE GESTIÓN DE COMBUSTIBLES**.- Se establecerá un sitio específico para almacenamiento temporal de combustible, el cual sería utilizado en caso de alguna emergencia, ya que el mantenimiento de todos los vehículos se los realizará fuera de la obra. La zona de almacenamiento temporal de combustibles debe estar debidamente aislada, señalizada con un letrero que prohíba fumar. Se deberá contar con un extintor colocado en el sitio de la bodega Si se presenta un derrame pequeño por accidente, éste deberá ser limpiado con el uso de un paño absorbente, el cual deberá ser biodegradable. El contratista contará con la cantidad suficiente en stock, lo cual será revisado y aprobado por la fiscalización. Está prohibido desechar restos del combustible a cuerpos de agua cercanos.<br><br>-Los desechos sólidos serán colocados como se indicó en la medida anterior, en los recipientes diferenciando el tipo de desechos, y serán entregados a gestores autorizados<br><br>- Los desechos generados durante el mantenimiento de los equipos y maquinarias en la etapa de operación, deberán ser colocados en recipientes adecuados (cerrados, señalizados y diferenciados) evitando el contacto con la lluvia, estos deberán ser entregados a un gestor autorizado, | Un sitio para almacenar los combustibles<br>N° de letreros colocados | Letrero de advertencia de no fumar<br>- Extintor colocado y en buenas condiciones - Contar con un stock de paño absorbente | 30 | Mensual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Calidad del suelo | -Generación de residuos sólidos (lodos de desecho en el sistema de tratamiento secundario). | **GESTIÓN ADECUADA DE LODOS**: Los lodos generados en el sistema de tratamiento secundario serán tratados en los digestores anaerobios, los mismos deberán ser almacenados en un lugar con condiciones adecuadas, que no tengan contacto con la lluvia, gestionando con la EMAC el retiro diario del material evitando tiempos prolongados de almacenamiento. Los lodos deshidratados serán colocados en una zanja de almacenamiento ubicada junto a las centrífugas, como paso previo a ser transportadas al relleno sanitario. (La producción de biosólidos se espera que sea de 82 $m^3$/d a 117.5 $m^3$/d).<br><br>Se deberá llevar un registro de la producción de lodos y de la entrega-recepción del material al ente encargado de la gestión. | Volumen o peso de lodos generados y evacuados | Registro de entrega a la EMAC | 1 | Diario |
| Calidad del suelo | - Alteración de la calidad del suelo por la Generación de desechos y escombros (en la etapa de cierre y abandono) | **GESTIÓN DE DESECHOS Y ESCOMBROS:** Se deberá coordinar con el ente encargado de la gestión de desechos sólidos para el retiro y disposición de los desechos y escombros generados como producto de la demolición de las estructuras de la PTARG | Volumen o peso de desechos desalojados | Registro de entrega de desechos | 1 | Semanal |

## 15.3 PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Comprende un programa de capacitación sobre los elementos y la aplicación del PMA a todo el personal de la empresa acorde con las funciones que desempeña.

<table>
<tr><th colspan="7">PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL</th><th></th></tr>
<tr><td colspan="6">OBJETIVOS: Reducir el riesgo de ocurrencia de impactos ambientales mediante la capacitación y difusión del PMA del proyecto al personal.<br>LUGAR DE APLICACIÓN: ÁREA DEL PROYECTO<br>RESPONSABLE: PROPONENTE-CONTRATISTA</td><td colspan="2">PCC-01</td></tr>
<tr><th>ASPECTO AMBIENTAL</th><th>IMPACTO IDENTIFICADO</th><th>MEDIDAS PROPUESTAS</th><th>INDICADORES</th><th>MEDIO DE VERIFICACIÓN</th><th>FRECUENCIA</th><th>PERIODO</th></tr>
<tr>
<td>Paisaje<br><br>Socio-económico<br><br>Calidad del suelo<br><br>Calidad de vida</td>
<td>Accidentes por la entrada y salida de vehículos y equipo de construcción<br><br>Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo<br><br>Afección a la salud de los trabajadores por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso</td>
<td>CAPACITAR A TODO EL PERSONAL:<br><br>Con la finalidad de reducir el riesgo de ocurrencia de los diferentes impactos ambientales negativos identificados anteriormente, se deberá realizar capacitaciones periódicamente al personal técnico y obrero que labore en el proyecto, a continuación se indica la temática mínima de cada charla y su periodicidad:
<table>
<tr><th>Capacitación</th><th>Contenido de Capacitación</th><th>Periodicidad</th></tr>
<tr><td>Disposición y almacenamiento adecuado de Residuos Sólidos</td><td>Procedimientos para caracterización y almacenamiento de residuos<br>Uso adecuado de recipientes de acuerdo al tipo de residuos</td><td>Mensual</td></tr>
</table>
</td>
<td>Número de personas que asiste a capacitaciones<br><br>Numero de capacitaciones realizadas.</td>
<td>Registros firmados de capacitaciones recibidos<br><br>Registros fotográficos de capacitaciones realizadas</td>
<td>1</td>
<td>Mensual</td>
</tr>
</table>

| PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reducir el riesgo de ocurrencia de impactos ambientales mediante la capacitación y difusión del PMA del proyecto al personal.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE-CONTRATISTA | | | | | | | PCC-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | | | | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto. | | generados Disposición final de escombros *Asistirá todo el personal del proyecto. | | | | | | |
| | | Salud y Seguridad Ocupacional | Uso adecuado de Equipo de Protección Personal (EPP), y reducción de riesgos laborales Obligatoriedad de uso de EPP Procedimientos para entrega y reemplazo de EPP Obligatoriedad de uso de baterías sanitarias | Inducciones y práctica permanente<br><br>-Se realizarán capacitaciones previo al inicio de actividades | | | | | |

<table>
<tr><th colspan="7">PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL</th><th></th></tr>
<tr><td colspan="6">OBJETIVOS: Reducir el riesgo de ocurrencia de impactos ambientales mediante la capacitación y difusión del PMA del proyecto al personal.<br>LUGAR DE APLICACIÓN: ÁREA DEL PROYECTO<br>RESPONSABLE: PROPONENTE-CONTRATISTA</td><td colspan="2">PCC-01</td></tr>
<tr><th>ASPECTO AMBIENTAL</th><th>IMPACTO IDENTIFICADO</th><th colspan="3">MEDIDAS PROPUESTAS</th><th>INDICADORES</th><th>MEDIO DE VERIFICACIÓN</th><th>FRECUENCIA</th><th>PERIODO</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="3"><table>
<tr><td></td><td>dispuestas para el personal del proyecto.<br>Uso de Equipos extintores<br><br>*Asistirá todo el personal del proyecto</td><td></td></tr>
<tr><td>Procedimientos de trabajo</td><td>Se deberá dar una inducción a todo el personal acerca de la forma correcta de realizar cada una de las actividades, tanto en la etapa constructiva como operativa.</td><td>Inducciones y práctica permanente</td></tr>
</table></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

| PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reducir el riesgo de ocurrencia de impactos ambientales mediante la capacitación y difusión del PMA del proyecto al personal.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE-CONTRATISTA | | | | | PCC-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | -Además se capacitará al personal encargado del manejo de vehículos y maquinaria pesada, de las formas adecuadas de realizar las actividades, instruyéndoles sobre los límites de velocidad que deben mantener en la zona, de igual manera que eviten utilizar las bocinas, para evitar molestias a la comunidad ya sea por el ruido o polvo que se genera por la en entrada y salida de los vehículos. Esto se lo realizará semanalmente. | | | | |

## 15.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS

Comprende un programa de actividades a ser desarrolladas con la comunidad directamente involucrada, la autoridad y el promotor del proyecto, obra o actividad, para informarles acerca de las obras y mantener buenas relaciones.

| PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **BJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para informar a la comunidad sobre el proyecto<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PRC-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Socioeconómico | Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas | **PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.** Una semana antes de la construcción del proyecto se comunicará a la comunidad cercana acerca del inicio de la obra, además se difundirá mediante volantes y trípticos las bondades técnicas del proyecto y las medidas que se tomarán para reducir el impacto que pueda generar la obra tanto en la etapa de construcción como de operación. | Número de volantes y trípticos entregados | Registro fotográfico Tríptico elaborado | 1 | Anual |
| Socioeconómico | Generación de empleo (etapa de construcción) | **PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL.** Se priorizará la contratación de mano de obra local en la etapa de construcción | Número de personas de la zona trabajando en el proyecto | Contratos de trabajo | 1 | Mensual |
| Socioeconómico | Generación de empleo (etapa de operación) | **PROGRAMA DE CONTRATACIÓN DE MANO DE OBRA LOCAL.** Se priorizará la contratación de mano de obra local tanto en la etapa de funcionamiento | Número de personas de la zona trabajando en el proyecto | Contratos de trabajo | 1 | Mensual |

| PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **BJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para informar a la comunidad sobre el proyecto<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PRC-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Socioeconómico | Se depurarán las aguas servidas, con lo cual se precautelará la calidad del agua del río Cuenca, recuperándose usos importantes como el estético, recreativo y la propagación de especies | **PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**<br>-Con la finalidad de potenciar el impacto positivo del proyecto sobre el ambiente se brindará educación ambiental a las personas del área de influencia y trabajadores para lo cual:<br><br>-Se colocaran afiches informativos en el área de influencia del proyecto.<br>-Se les entregará instructivos ambientales con contenidos de manejo de desechos, cuidado de la flora y fauna, evitar la contaminación, etc.<br>-se realizará una charla informativa con las personas del sector y los obreros donde se les informe acerca del proyecto así como también brindarles pautas del cuidado del medio ambiente. | Numero de afiches colocados, Numero de Instructivos, Numero de personas que asisten a las charlas | Registro de entrega de instructivos, fotografías, registro de asistencia a la charla. | 1 | Anual |
| Socioeconómico | Se mejorará la calidad de vida y el confort de los sectores de Challuabamba y Guangarcucho, al contar con saneamiento integral y la depuración de | **PROGRAMA DE COMPENSACIÓN**<br>-ETAPA como proponente del proyecto priorizará la realización de obras en el sector donde se ubica la PTAR, sobre todo obras de saneamiento, mejorando la calidad de vida en los sectores de influencia. | N° de acuerdos a que se llegue con la comunidad | Acuerdos firmados | 1 | Anual |

| PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **BJETIVOS:** Establecer procedimientos específicos para informar a la comunidad sobre el proyecto<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PRC-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | aguas servidas | | | | | |
| Socioeconómico | Molestias a la comunidad por generación de malos olores (etapa de pretratamiento) y tratamiento de lodos | En todo el sistema de depuración especialmente en la etapa de pretratamiento se contará con un sistema de control de olores, al mismo que se le deberá dar el mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento. | N° de mantenimientos realizados | Orden de trabajo de mantenimientos, Registro fotográfico de las unidades | 1 | Mensual |
| Socioeconómico | Molestias a la comunidad por generación de malos olores (etapa de tratamiento de lodos) | En todo el sistema de depuración especialmente en la etapa de tratamiento de lodos se contará con un sistema de control de olores, al mismo que se le deberá dar el mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento. | N° de mantenimientos realizados | Orden de trabajo de mantenimientos, Registro fotográfico de las unidades | 1 | Mensual |
| | | Componente socio económico: No aplica ya que no se identificaron componentes sensibles en el componente social dentro del área de influencia del proyecto | | | | |

## 15.5 PLAN DE CONTINGENCIAS

Comprende el detalle de las acciones, así como listados y cantidades de equipos, materiales y personal para enfrentar los eventuales accidentes y emergencias en la infraestructura o manejo de insumos, en las diferentes etapas de las operaciones del proyecto, obra o actividad basado en un análisis de riesgos.

| PLAN DE CONTINGENCIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos de respuesta rápida y eficiente ante emergencias<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE- CONTRATISTA | | | | | PC-01 | |
| **RIESGO** | **COMPONENTE AMBIENTAL** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Fallas operativas | Calidad del Agua | VIGILAR EL PROCESO DE DEPURACIÓN<br>- Dentro de los riesgos de categorización media están las fallas operativas durante el proceso de funcionamiento, las cuales podrían tener efectos sobre el medio ambiente. Para lo cual dentro de la etapa operativa se debe contar con personal capacitado, acerca de la realización de los procesos, además se deberá contar con un técnico encargado de vigilar cada una de las etapas de depuración del agua de modo que marchen en conformidad con los protocolos óptimos de operación.<br>- Cumplir con los índices de calidad de agua para descargas a cuerpos de agua dulce. Realizando monitoreos periódicos de la calidad del agua el cual se incluye en el plan de monitoreo | N° de personas capacitadas<br><br>Un técnico encargado | Registro de capacitaciones<br><br>Fotografías<br><br>Formación del técnico encargado de la operación de la PTAR. | 30 | Mensual |
| Incendios | Social, obra civil | Incluidos dentro del sistema de detección de incendios y fugas de gases, se contará con detectores de gases de metano y sulfuro de hidrógeno, alarmas, sirenas, hidrantes y todo lo que el Benemérito Cuerpo de Bomberos lo solicite. | Un sistema contra incendios | Registro fotográfico, permiso del cuerpo de | 1 | Anual |

| PLAN DE CONTINGENCIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos de respuesta rápida y eficiente ante emergencias<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE- CONTRATISTA | | | | | PC-01 | |
| **RIESGO** | **COMPONENTE AMBIENTAL** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | En el apartado de gestión de riesgos se puede observar en las áreas que requieren de sistemas de prevención y control de incendios. | | Bomberos | | |
| Otros: Riesgo en la salud de los trabajadores | Social | En caso de haber una persona herida, se deberá aplicar primeros auxilios o trasladarlo al centro de salud más cercano.<br><br>El personal de la obra deberá estar capacitado en los siguientes temas: - primeros auxilios - componentes técnicos del proyecto - procedimientos constructivos<br><br>Se deberán realizar simulacros a fin de que el personal pueda interiorizar los procedimientos a seguir.<br><br>Contar con un Plan de emergencias, establece los procedimientos para hacer frente a emergencias (ocasionadas generalmente por las actividades propias de la construcción y operación), así como de fenómenos naturales o inducidos, inherentes al entorno, a fin de controlar o minimizar sus impactos suscitados, el mismo que deberá ser aprobado por el B. Cuerpo de Bomberos.<br><br>Además se deberá seguir los procedimientos de trabajo incluidos dentro del reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas, del manual de operaciones específicas de la PTAR y el manual de seguridad y salud que maneja ETAPA, los cuales serán socializados a todos los trabajadores. | Número de Contingencias ocurridas.<br><br>Total de disposiciones de seguridad elaboradas, emitidas y ejecutadas.<br><br>N° de personas capacitadas | Documentos de registro de elaboración del plan de emergencias.<br><br>Registro de capacitaciones<br><br>Manual de operaciones<br><br>Manual de seguridad y salud de ETAPA EP | 1 | Trimestral |

| PLAN DE CONTINGENCIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos de respuesta rápida y eficiente ante emergencias<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE- CONTRATISTA | | | | | PC-01 | |
| **RIESGO** | **COMPONENTE AMBIENTAL** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | El manejo de riesgos eléctricos se lo deberá realizar en conformidad a lo planteado en el manual de operaciones de la PTAR | | | | |
| Otros: Riesgo en la salud de los trabajadores | Social | Todo el personal que trabaje en la planta deberá contar mínimo con las siguientes vacunas: Tétanos, Fiebre tifoidea y Hepatitis A, y las que el médico especialista lo solicite para trabajos con riesgos biológicos. | Número de personas vacunadas | Registro de vacunas | 1 | Anual |
| Otros: Riesgo en la salud de los trabajadores | Social | Cuando los trabajadores tengan que ingresar a las áreas confinadas deberá contar con medidores de gases y del equipo de protección personal adecuado, como máscaras de respiración autónoma, ropa de trabajo adecuada, guantes, cascos según la actividad lo requiera y como se especifica en el manual de operaciones de la PTAR, así como también siempre el trabajo de mantenimiento se deberá hacer en equipo nunca lo realizarán de forma individual. | Numero de EPP entregados | Registro fotográfico de personal realizando mantenimiento | 1 | Mensual |
| Otros: Riesgo en la salud de los trabajadores | Social | Una vez que se haya terminado la jornada laboral todos los trabajadores del área operativa deberán ducharse y desinfectarse dejando su ropa de trabajo en el área de lavandería, para su próximo uso. | Un área de aseo personal | Registro fotográfico de duchas y vestidores | 1 | Anual |

| PLAN DE CONTINGENCIAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos de respuesta rápida y eficiente ante emergencias<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE- CONTRATISTA | | | | | PC-01 | |
| **RIESGO** | **COMPONENTE AMBIENTAL** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Riesgo de Inundación | Obra civil | Para evitar la inundación dentro de los predios de implantación en los diseños se ha planteado la construcción de enrocados de protección en la periferia que limita con el río. | N° de Enrocados colocados | Registro fotográfico | 1 | Anual |
| Riesgo de deslizamientos | Obra civil | Protección del Talud con especies vegetales las mismas que actuaran como fajas protectoras para estabilizar las laderas, especies recomendadas: Laurel sacha, Chilca y césped | N° de plantas sembradas | Registro fotográfico | 1 | Anual |
| Riesgo de plagas | Social | Campañas de fumigación periódicas alrededor de todas las instalaciones de la planta | N° de fumigaciones | Informe de Fumigaciones | 1 | Trimestral |

## 15.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Comprende las normas establecidas por la empresa internamente para preservar la salud y seguridad de los empleados inclusive las estrategias de su difusión, y todas las acciones encaminadas al cumplimiento de la normativa aplicable.

| PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Evitar accidentes laborales y enfermedades ocupacionales<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE-CONTRATISTA | | | | | PSSO-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Socioeconómico | -Contaminación de agua y suelo por generación de aguas servidas.<br><br>-Accidentes laborales por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto | **ADECUACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO:**<br><br>El proponente del proyecto tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo durante la construcción y operación de la obra; además de, mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa de seguridad en el trabajo del IESS.<br><br>Los trabajadores que laboren en la fase de construcción del centro del proyecto deberán contar con las instalaciones adecuadas establecidas en el Título IV del Reglamento de Seguridad y Salud Para la Construcción y Obras Públicas, en el cual se establece la instalación de:<br>- Baterías Sanitarias Móviles<br>- Agua Potable<br>- Botiquín<br><br>**Baterías Sanitarias Móviles**: Las diferentes fases de las obras deberán contar con baterías sanitarias o baños | Número de baterías sanitarias instaladas y en funcionamiento<br><br>Número de botiquines de primeros auxilios instalado en cada frente de obra. | Verificación in situ<br><br>Registro fotográfico | 1 | Mensual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | químicos móviles. Estos serán movilizados en función del avance de las obras. Deberá informarse a todo el personal de obra de la existencia de los mismos y de la obligatoriedad de su utilización, así como de su cuidado. Las baterías se instalarán en proporción al número de trabajadores (1 por cada 20 obreros), en los frentes de trabajo. Se colocaran a tal distancia y forma, que eviten la contaminación de la fuente de agua. Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y desinfección.<br><br>**Agua potable:** Se pondrá a disposición de los trabajadores y en cantidades suficientes agua fresca para beber, la misma que se almacenará en un lugar libre de polvo y humedad. Se utilizarán vasos individuales para evitar el contagio de enfermedades.<br><br>**Botiquín:** Como parte de la protección a los trabajadores, el Contratista debe mantener en cada frente un botiquín de primeros auxilios, además el personal como: Superintendente, Residente de obra deberán contar con capacitación en primeros auxilios<br><br>Fiscalización realizará un chequeo semanal del botiquín de primeros auxilios, para verificar su estado y que se encuentre completo. En caso que el accidente sea de mayor intensidad, se realizará el aviso inmediato a Emergencias para su traslado a un hospital o centro de salud más cercano. | | | | |
| Socioeconómico | Afección a la salud y seguridad ocupacional por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento | La señalética de seguridad deberá cumplir estrictamente con lo especificado en el capítulo VIII: Señalización de Seguridad del Reglamento de Seguridad y Salud Para la Construcción y Obras Públicas y a los programas de señalización aprobados que maneja ETAPA EP.<br><br>Se implementará señalización informativa, prohibitiva, | Numero de señales horizontales y verticales colocadas | Verificación in situ<br><br>Registro fotográfico | 1 | mes |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de construcción. | preventiva y de tránsito, la misma que estará en concordancia con las normas INEN, del MOP y, que tendrá el objetivo de orientar a personas externas e internas de la planta, sobre las diferentes áreas, misma que deberá informar sobre el peligro en las diferentes áreas del Proyecto en la etapa de construcción<br>Además se seguirá todas las medidas de seguridad implícitas en el Reglamento de Seguridad y Salud Para la Construcción y Obras Públicas y en el Manual de seguridad y salud manejada por ETAPA EP. | | | | |
| | -Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas. | Cuando se realicen trabajos en la vía, entendiendo como tales cualquier trabajo o restricción temporal que cause la obstrucción parcial o total de ésta, se deberá tener en cuenta las señales, dispositivos, medidas de seguridad y esquemas de señalización que se deben utilizar. La señalización vial a utilizarse será en concordancia con las normas INEN, del MOP y las estandarizadas que dispone ETAPA EP.<br><br>Las señales y dispositivos de seguridad deben ser instaladas, previo análisis técnico, y sólo en aquellos lugares donde se justifiquen y por el período de tiempo que duren los trabajos. | Numero de señales horizontales y verticales colocadas | Verificación in situ<br><br>Registro fotográfico | 1 | mes |
| Socioeconómico | -Accidentes de los obreros por labores de excavaciones profundas | **Prevención de accidentes de los peatones en la fase constructiva.-** Esta medida está relacionada con brindar señalización, informativa, preventiva con el propósito de garantizar la seguridad de la población.<br>Pasos peatonales.- Se colocarán sobre las zanjas excavadas que permitan el paso de la población de un lado a otro de la zanja intervenida en base a las especificaciones que maneja ETAPA EP. Se colocarán por lo menos 5 pasos peatonales en el proyecto. Para la ubicación de los pasos peatonales se contará con la aprobación de la Fiscalización.<br>Mallas de demarcación.- Para el frente de trabajo, se deberá delimitar la obra en ejecución con mallas de | - 0% de accidentes registrados de los peatones en las zanjas abiertas. | Registro fotográfico | 30 | Mensual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | demarcación longitudinal. | | | | |
| Socioeconómico | - Accidentes por entrada y salida de vehículos y equipo de construcción. | **Medida para prevenir accidentes de tránsito:**<br><br>- Se colocarán señales tipo valla, al inicio y al final del tramo en construcción, a fin de que los usuarios conozcan que por ese tramo de vía no se puede circular con un vehículo, porque están cerradas.<br>- Se colocará señalización de "Entrada y salida de vehículos", estas señales se colocarán en el frente de trabajo a una cuadra y a dos cuadras en el trayecto por donde los volquetes accedan al sitio del proyecto.<br>- Con el propósito de favorecer la circulación vehicular por el sitio del proyecto, tanto en el día como la noche, a fin de obtener una buena guía visual de las áreas de trabajo, se deberán colocar conos de polietileno con cintas reflectivas que permitan ser observados por la noche.<br>Además toda la maquinaria de construcción se ubicará dentro del área de trabajo. | N° de vallas colocadas<br>-N° de letreros colocados en el tramo constructivo<br>-conos colocados en obra | - Recibos o facturas de los letreros, vallas y conos<br>- Registro fotográfico. | 30 | mensual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Socioeconómico | -Afecciones a la salud y seguridad ocupacional por aplicación de procedimientos constructivos inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades del proyecto | **ENTREGA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**<br><br>Suministrar los equipos de protección personal a los trabajadores y operadores del proyecto:<br><br>Casco, botas, chaleco reflectores, máscaras autónomas, guantes, tapón auditivo, fajas abdominales, zapatos con punta de acero, mascarilla poncho de agua<br><br>El equipo adecuado se lo entregará de acuerdo a lo que la actividad lo requiera.<br><br>Se verificará que el equipo este en perfecto estado, y en caso de daños se reemplazará por uno nuevo. | -Porcentaje de empleados que cuentan con EPP acorde a su área de trabajo. | Facturas de equipo de protección adquiridas, fotografías de personal utilizando el equipo de protección.<br><br>Registros firmados de entrega-recepción | 30 | Mensual |
| Socioeconómico | Accidentes del personal técnico en la instalación de equipos y pruebas de funcionamiento | El trabajo de instalación de los equipos deberán realizarlo solo personas con formación para realizar esa actividad, deberán estar capacitados, y siguiendo los manuales de cada uno de los equipos considerando los riesgos y medidas de prevención. | N° de personas capacitadas para realizar la actividad | Registro de capacitaciones y formación del personal | 1 | Mensual |
| Socioeconómico | Afección a la salud y seguridad ocupacional por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de operación de la planta | **SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES**<br><br>Las señales (horizontales y verticales) y dispositivos de seguridad deben ser colocados en las instalaciones de la planta ya sean estas de advertencia, prohibición, obligación, informativas, de salvamiento, indicativos de extinción de incendios.<br>La señalética de seguridad deberá cumplir estrictamente con lo especificado en NTE INEN<br>439:1984 y a los programas de señalización aprobados que maneja ETAPA EP. | Numero de señales horizontales y verticales colocadas | Verificación in situ<br><br>Registro fotográfico | 1 | mes |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Socioeconómico | Afección a la salud y seguridad ocupacional por aplicación de procedimientos de operación y mantenimiento inseguros, falta de señalización y uso de equipos de protección personal inapropiados en las actividades de funcionamiento de la planta. | -En la etapa operativa será norma que todos los trabajadores se bañen y cambien al finalizar su jornada laboral para lo cual deberán disponer de casilleros y duchas dentro de la PTAR.<br><br>- Al personal que labore en la PTAR en la etapa de funcionamiento se les deberá realizar exámenes pre ocupacionales y deberán estar vacunados principalmente contra la Tifoidea, Hepatitis, Tétanos y las que el médico ocupacional considere convenientes.<br><br>-Durante la Etapa de operación todo el personal deberá contar con el equipo de protección personal de acuerdo a la actividad que realice, y se deberá seguir las medidas de seguridad de acuerdo a lo especificado en el MANUAL DE OPERACIONES DE LA PTAR y al MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD que maneja ETAPA EP. | Un área de aseo para el personal<br><br>100% de los trabajadores operativos vacunados<br><br>Un manual de operaciones<br><br>Un manual de seguridad y salud | Registro fotográfico de instalaciones de aseo<br><br>Registro de vacunación<br><br>Manuales | 1 | Mensual |
| Social | Accidentes laborales por no seguir procedimientos de trabajo (para el mantenimiento del sistema de tratamiento) | Para el mantenimiento de las unidades de la PTAR se deberá seguir el manual de operaciones, el mismo que debe ser socializado y facilitado al personal que realizan estas actividades. Solo podrán realizar actividades de mantenimiento personas formadas para ello y que hayan sido previamente capacitadas | N° de personas capacitadas | Registros de capacitaciones | 1 | Mensual |
| Social | Afección a los trabajadores por concentración de gases y no seguir procedimientos de trabajo | Todo el personal que realice el mantenimiento de la unidades de tratamiento que son confinadas deberán estar capacitadas y utilizar el equipo de protección personal adecuado (mascarillas, medidor de gases) siguiendo el procedimiento establecido en el manual de operaciones de la planta. | N° de personas capacitadas<br>Un manual de procedimientos | Registro de capacitaciones<br>Manual de procedimientos | 1 | Trimestral |

## 15.7 PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

Establecer procedimientos de compensación y restauración del área de implantación del proyecto

| PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Establecer procedimientos de compensación y restauración del área de implantación del proyecto<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE-CONTRATISTA | | | | | PRAA-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Estético/ Paisajístico | Alteración de la calidad del suelo por generación de desechos y escombros | **Limpieza final de la obra.-** Una vez que se concluya la etapa de construcción, se deberá desalojar, limpiar todos los residuos y escombros que hayan sido generados con la construcción del proyecto y estén dispuestos sobre la zona de construcción de la PTAR. La entrega se lo realizará a gestores autorizados. | 100% de informes de fiscalización son favorables | - Registro fotográfico<br>- Registro de entrega de los escombros | 1 | Anual |
| Estético/ Paisajístico | Afección estética y ambientales por falta de mantenimiento de la PTAR y de las áreas verdes dentro de las instalaciones | **REFORESTACIÓN DEL ÁREA:**<br><br>-Se reforestará alrededor de la periferia del proyecto, con la finalidad de disminuir el impacto visual causado por la implantación de la obra civil, así como también se dará mantenimiento periódico a todas las áreas verdes dentro de las instalaciones de la planta | N° de plantas sembradas | Registros fotográficos | 1 | Anual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Socioeconómico | Conflictos de tránsito y transporte por el acarreo de materiales, suministros y herramientas | **Restitución de la capa de rodadura.-** En caso de que se afecte a la calzada por entrada y salida de vehículos y maquinaria pesada, se deberá reponer la calzada y dejarla en las mismas condiciones iniciales. | 100% de la calzada en buenas condiciones | - Registro fotográfico | 1 | Anual |

## 15.8 PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

Comprende el diseño de las actividades a cumplirse una vez concluida la operación, la manera de proceder al abandono y entrega del área del proyecto, obra o actividad.

| PLAN DE ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE | | | | | PAEA-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Social | Suspensión del servicio de Tratamiento de aguas residuales | **AMPLIACIÓN DE LA PTAR**.- Una vez que se haya concluido la vida útil del proyecto (30 años), se deberá redimensionar y ampliar de ser posible, a fin de continuar brindando el servicio a la colectividad.<br>En caso de que no sea posible se deberá realizar los estudios de una nueva PTAR. | Un informe de factibilidad de ampliación de la vida útil de la PTAR | Estudios de factibilidad de ampliación de la vida útil de la PTAR | 1 | Anual |
| Suelo, Paisaje | Alteración de | **RETIRO DE LA INFRAESTRUCTURA Y ESCOMBROS GENERADOS** | 100% de los moradores | Registro técnico del cierre. | 1 | Mensual |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | la calidad del suelo por la Generación de desechos y escombros | Antes de realizar el derrocamiento del sistema, deberá convocar a una audiencia e informar las actividades a realizarse en la etapa de Cierre, abandono y entrega del área.<br><br>El promotor del proyecto deberá realizar las gestiones correspondientes para el derrocamiento de la PTAR.<br><br>Posterior al derrocamiento deberá conformar el terreno y dejar el estado del suelo inicial.<br><br>Los escombros generados por el derrocamiento de las infraestructuras deberán ser colocados en una escombrera autorizada. | fueron informados<br><br>Cantidad de escombros desalojados | Memoria técnica del plan de cierre, abandono y entrega<br><br>Registro de entrega de escombros en lugares autorizados | | |

## 15.9 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Se establecerá medidas tendientes a controlar adecuadamente los impactos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| Suelo, Aire, Agua, Social | Todos | **INFORME DE CUMPLIMIENTO PRIMERA FASE:**<br><br>-Una vez concluida la fase de construcción, el promotor del proyecto deberá remitir un informe al Ministerio del Ambiente, en el cual indique el cumplimiento de las medidas establecidas en el presente Plan de Manejo Ambiental. El Informe de cumplimiento tendrá la siguiente estructura.<br><br>1. Introducción<br>2. Datos generales del proyecto<br>3. Fechas de ejecución del proyecto<br>4. Cumplimiento de medidas ambientales: En el cual se detallará las actividades realizadas para el cumplimiento de cada Programa del Plan de Manejo Ambiental, nivel de cumplimiento, y, justificación de medidas no cumplidas.<br>5. Documentación de verificación de cumplimiento de Plan de Manejo Ambiental. | Un Informe de cumplimiento de Plan de Manejo Ambiental entregado al MAE. | Informe de cumplimiento de Plan de Manejo Ambiental entregado al MAE.<br><br>. | 1 | Anual |

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | **SEGUIMIENTO DEL PMA:**<br><br>Para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental del proyecto, en fase de construcción, el promotor del proyecto deberá contar con personal profesional del área ambiental (Ing. Ambiental, u otros con especialidad en Ingeniería o Gestión Ambiental). El control y seguimiento de implementación del Plan de Manejo será un proceso técnico de carácter fiscalizador concurrente realizado por terceros contratados para el efecto; éste proceso implicará la supervisión y el control del cumplimiento de las obligaciones que tiene el promotor con el ambiente con lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental, durante la implementación ejecución de su | % de medidas cumplidas de Plan de Manejo Ambiental | Documental: Contrato, rol de pago de especialista ambiental para implementación de PMA y fiscalización | 1 | Mensual |

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | actividad.<br><br>Se deberá llevar un Registro de Avance de Plan de Manejo Ambiental del proyecto, el mismo que deberá contener los siguientes datos:<br>- Medida propuesta<br>- Medidas efectivamente aplicadas<br>- Indicadores de resultados obtenidos<br>- Responsable de ejecución y control<br>- Observaciones<br>- Porcentaje de avance de Plan de Manejo Ambiental. | Porcentaje de avance de Plan de Manejo Ambiental | Registro documental implementado | 1 | semestral |

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | **PRESENTACIÓN DE AUDITORIA INICIAL DE CUMPLIMIENTO:**<br><br>De acuerdo a lo establecido por la normativa ambiental, al cumplirse el año de aprobación del Estudio de Impacto Ambiental, el promotor del proyecto realizará la Auditoría Ambiental Inicial de la actividad, la misma que tendrá por objeto la verificación del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y Normativa Ambiental aplicable a la actividad o proyecto auditado; éstas serán elaboradas por un consultor calificado y en base a los respectivos Términos de Referencia correspondientes para Auditoría Ambiental de Cumplimiento. Ésta Auditoría Ambiental incluirá además de lo establecido anteriormente la actualización del Plan de Manejo Ambiental y Planes de Acción. | 1 Documento aprobado | Aprobación de Términos de Referencia de Auditoría Ambiental por parte de la Autoridad Ambiental | 1 | Anual |
| Socioeconómico | Contaminación del agua del río Cuenca por deficiencias operativas | **MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA:**<br><br>Semestralmente se realizarán análisis de los parámetros establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental. El monitoreo deberá realizar un laboratorio acreditado ante el SAE. En conformidad con el Acuerdo Ministerial 097 ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA, criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas | Dos monitores de calidad de agua realizados. | Registros de análisis.<br><br>Informe de laboratorio acreditado. | 1 | Semestral |

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | dulces, marinas y de estuarios, esto se realizará en la etapa de construcción para comparar con los resultados de la línea base y analizar si no se está contaminando el río como producto de las actividades constructivas.<br><br>Semestralmente se realizarán análisis de los parámetros establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental. El monitoreo deberá realizar un laboratorio acreditado ante el SAE. En conformidad con el Acuerdo Ministerial 097 ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA<br>- Anexo 1. Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua Dulce. Esto aplicará para la etapa operativa, el primer monitoreo se realizará al inicio del funcionamiento de la PTAR y posteriormente cada seis meses.<br><br>En caso de identificarse que la calidad de agua no cumple la normativa en la etapa operativa, se deberán tomar medidas técnicas correctivas orientadas a mejorar el proceso del tratamiento.<br><br>Los puntos de muestreo se ubicarán en la salida de la planta, con la finalidad de conocer los parámetros con los que se vierten los efluentes tratados al cuerpo de agua receptor. | | | | |

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | Además en la etapa operativa se harán monitoreos periódicos de calidad de agua por lo menos una vez al mes sin necesidad de que sean laboratorios acreditados, de los cuales se deberán llevar registros. | | | | |
| Aire | Alteración de la calidad del aire por presencia de material particulado | **MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE FASE CONSTRUCTIVA**<br><br>Al inicio de la construcción se realizará un monitoreo de material particulado (PM10 y PM2,5), y posteriormente se lo realizará cada seis meses con un laboratorio acreditado.<br><br>En conformidad con el Acuerdo Ministerial 097 ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA<br><br>-Anexo 4. Norma de Calidad de aire o Nivel Inmisión | Tres monitoreos de calidad de aire realizados. | Informe de laboratorio acreditado. | 1 | Semestral |
| Aire | Generación de ruido y malos olores por el funcionamiento de la PTAR. Molestias a la comunidad por olores y ruido generado. | **MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE FASE DE OPERACIÓN**:<br><br>Una semana antes del inicio de la operación se realizará un monitoreo de gases ($CH_4$ y $CO_2$), dicha medición servirá como referencia para comparar con las próximas mediciones las cuales se realizaran cada seis meses. | Dos monitoreos de calidad de aire realizados. | Informe de laboratorio acreditado. | 1 | Semestral |

| PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **OBJETIVOS:** Reintegrar el estado natural de las zonas del proyecto al estado inicial.<br>**LUGAR DE APLICACIÓN:** ÁREA DEL PROYECTO<br>**RESPONSABLE:** PROPONENTE - CONTRATISTA | | | | | PMS-01 | |
| **ASPECTO AMBIENTAL** | **IMPACTO IDENTIFICADO** | **MEDIDAS PROPUESTAS** | **INDICADORES** | **MEDIO DE VERIFICACIÓN** | **FRECUENCIA** | **PERIODO** |
| | | En conformidad con el Acuerdo Ministerial 097 ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA<br><br>-Anexo 4. Norma de Calidad de aire o Nivel Inmisión | | | | |
| Aire | Afección de la calidad de aire por generación de gases e incremento del nivel sonoro | **RUIDO**: Se realizaran monitoreos de ruido, el primero al inicio de la obra de construcción y posteriormente cada seis meses.<br><br>En conformidad con el Acuerdo Ministerial 097 ANEXOS DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA<br>-Anexo 5. Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de Ruido | Número de monitoreos realizados | Resultado de monitoreos | 1 | Semestral |

## 15.10 CRONOGRAMA VALORADO

| Cronograma valorado del PMA | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cronograma valorado del PMA | | | | | | | | | | | | | |
| Plan | Meses | | | | | | | | | | | | Presupuesto |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Plan de prevención y mitigación de impactos | | | | | | | | | | | | | 7.146,92 |
| Plan de contingencia | | | | | | | | | | | | | Costos Indirectos |
| Plan de comunicación, capacitación y educación | | | | | | | | | | | | | Costos Indirectos |
| Plan de salud ocupacional y seguridad industrial | | | | | | | | | | | | | 36,877,80 |
| Plan de manejo de desechos | | | | | | | | | | | | | Costos Indirectos |
| Plan de relaciones comunitarias | | | | | | | | | | | | | Costos Indirectos |
| Plan de rehabilitación de áreas afectadas | | | | | | | | | | | | | 8.946,82 |
| Plan de abandono y entrega del área | | | | | | | | | | | | | Costos Indirectos |
| Plan de monitoreo | | | | | | | | | | | | | 18.600 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | 71.571,54 |

| DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO | Unidad | Valor unitario | Cantidad | Precio Total US $ |
|---|---|---|---|---|
| **FASE DE CONSTRUCCIÓN** | | | | **71.571,54** |
| **PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS** | | | | |
| Suministro e instalación de plásticos | $m^2$ | 1,24 | 800,00 | 992,00 |
| Drenes de corona | m | 6,2 | 350,00 | 2.170,00 |
| Trampa de sedimentos | u | 66,46 | 2,00 | 132,92 |
| Sum,-Ins, Muro de Gaviones (incluye piedra) | m3 | 77,04 | 50,00 | 3.852,00 |
| **PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL** | | | | |
| Baterías Sanitarias | u | 852 | 4,00 | 3.408,00 |
| **Implementación de señalización preventiva en áreas de trabajo** | | | | |
| Suministro de Señales A-0019 | u | 225,06 | 2,00 | 450,12 |
| Suministro de Señales A-0010 | u | 112,96 | 2,00 | 225,92 |
| Suministro de Señales A-0001 a A-0003; A-0005 a A-0009 | u | 142,46 | 16,00 | 2.279,36 |
| Instalación de Señales A-0001 a A-0023 | u | 87,93 | 20,00 | 1.758,60 |
| Suministro de Letrero Informativo Tipo 1 (3.60x2,40 m) | u | 1.500 | 2,00 | 3.000,00 |
| Instalación de Letrero Informativo Tipo 1 (2.40x1.20 m) | u | 140 | 2,00 | 280,00 |
| **Implementación de señalización vial para prevención de accidentes** | | | | |
| Suministro e instalación de malla de seguridad, 2 usos | m2 | 2,62 | 600,00 | 1.572,00 |
| Suministro e instalación de Poste Delineador D-0005 | u | 16,86 | 200,00 | 3.372,00 |
| Suministro e instalación de Cintas B-0001 a B-0005 | m | 0,33 | 2.000,00 | 660,00 |
| Suministro e instalación de luces intermitentes | u | 21,5 | 20,00 | 430,00 |
| Suministro e instalación de Paso peatonal | m | 55,74 | 20,00 | 1.114,80 |
| Suministro e instalación de Puente para vehículos livianos | m | 19,3 | 10,00 | 193,00 |
| Suministro e instalación de Conos F-0005 | u | 27,01 | 100,00 | 2.701,00 |
| Suministro e instalación de Conos F-0006 | u | 27,01 | 100,00 | 2.701,00 |
| Suministro y colocación de luces intermitentes J-0001 | u | 27,01 | 100,00 | 2.701,00 |
| Suministro y colocación de luces intermitentes J-0002 | u | 27,01 | 100,00 | 2.701,00 |
| Barricadas G-0004 | u | 300 | 10,00 | 3.000,00 |
| Barriles para barricadas H-0001 | u | 150 | 10,00 | 1.500,00 |
| Barrera de madera para aislar áreas de trabajo | m2 | 30 | 50,00 | 1.500,00 |
| Cinta para barricada B-0005 | m | 0,33 | 1.000,00 | 330,00 |
| Postes de advertencia C-005 | u | 10 | 100,00 | 1.000,00 |
| **PLAN DE REHABILITACIÓN** | | | | |
| Revegetación con especies herbáceas | ha | 1751,27 | 2,00 | 3.502,54 |
| Revegetación con especies arbustivas | ha | 2140,14 | 2,00 | 4.280,28 |
| Revegetación con plantas ornamentales | m2 | 1,94 | 600,00 | 1.164,00 |
| **PLAN DE MONITOREO** | | | | |
| Monitoreo y medición de aire | u. | 2500 | 6,00 | 15.000,00 |
| **COSTOS INDIRECTOS** | | | | |
| Aplicación de neblina de agua | | | costos indirectos | |
| Equipo para control de derrames | | | costos indirectos | |
| Gestión de aceites, lubricantes usados y materiales contaminantes | | | costos indirectos | |
| Almacenamiento temporal de aceites usados y filtros generados en campo | | | costos indirectos | |
| Gestión y destino final de residuos | | | costos indirectos | |
| Recolección y gestión de aguas grises y negras | | | costos indirectos | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mantenimiento de equipos, vehículos y maquinaria | | | costos indirectos |
| Implementación y mantenimiento de baterías sanitarias en obra | | | costos indirectos |
| Manejos, transporte y disposición final de residuos sólidos domésticos y reutilizables | | | costos indirectos |
| Mantenimiento preventivo de equipos, vehículos y maquinarias en talleres y campamentos | | | costos indirectos |
| Control de gestión ambiental | | | costos indirectos |
| Inducción del personal afectado al proyecto | | | costos indirectos |
| Implementación y separación en la fuente de residuos especiales/peligrosos | | | costos indirectos |
| Recolección, canalización y tratamiento de aguas negras y grises en campamentos | | | costos indirectos |
| Manejo y gestión de residuos de pintura | | | costos indirectos |
| Manejo y gestión de residuos de chatarra | | | costos indirectos |
| Programa de gestión de seguridad y salud | | | costos indirectos |
| Comunicación de riegos en la Empresa | | | costos indirectos |
| Control y manipulación de aceites | | | costos indirectos |
| Prevención contra incendios | | | costos indirectos |
| Equipos de protección | | | costos indirectos |
| Campamentos | | | costos indirectos |
| Protección de suelo orgánico | | | costos indirectos |

# 16. DEFINICIONES

**-Autoridad Ambiental Nacional (AAN).-** El Ministerio del Ambiente y sus dependencias desconcentradas a nivel nacional.

**-Certificado de intersección.-** El certificado de intersección, es un documento generado a partir de las coordenadas UTM en el que se indica con precisión si el proyecto, obra o actividad propuestos intersecan o no, con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado, zonas intangibles y zonas de amortiguamiento.

**-Contaminación.-** La presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes o la combinación de ellos, en concentraciones tales y con un tiempo de permanencia tal, que causen en este condiciones negativas para la vida humana, la salud y el bienestar del hombre, la flora, la fauna, los ecosistemas o que produzcan en el hábitat de los seres vivos, el aire, el agua, los suelos, los paisajes o los recursos naturales en general, un deterioro importante.

**- Contaminante.-** Cualquier elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, que causa un efecto adverso al aire, agua, suelo, flora, fauna, seres humanos, a su interrelación o al ambiente en general.

**- Desechos.-**Son las sustancias (sólidas, semi-sólidas, líquidas, o gaseosas), o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo, cuya eliminación o disposición final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional e internacional aplicable.

**- Desechos no peligrosos:** Conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas. En función de la actividad en que son producidos, se clasifican en agropecuarios (agrícolas y ganaderos), forestales, mineros, industriales y urbanos. A excepción de los mineros, por sus características de localización, cantidades, composición, etc., los demás poseen numerosos aspectos comunes, desde el punto de vista de la recuperación y reciclaje.

**- Especies silvestres.-** Las especies de flora y fauna que estén señaladas en la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, demás normas conexas, así como aquellas protegidas por el Convenio CITES y las contenidas en el Libro Rojo de la Unión Mundial de la Naturaleza. Quedan excluidas de esta definición las especies exóticas invasoras, entendiéndose por tales aquellas introducidas deliberada o accidentalmente fuera de su área de distribución natural y que resultan una amenaza para los hábitats o las especies silvestres autóctonas.

**- Generación de residuos y/o desechos sólidos.-** Cantidad de residuos y/o desechos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo determinado. Es la

primera etapa del ciclo de vida de los residuos y está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y las características socioeconómicas de la población.

- **Generador de residuos y/o desechos sólidos.-** Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos y/o residuos sólidos.

- **Gestor de residuos y/o desechos.-** Persona natural o jurídica, pública o privada, que se encuentra registrada para la gestión total o parcial de los residuos sólidos no peligrosos o desechos especiales y peligrosos, sin causar daños a la salud humana o al medio ambiente.

- **Medida de mitigación.-** Aquella actividad que, una vez identificado y/o producido un impacto negativo o daño ambiental, tenga por finalidad aminorar, debilitar o atenuar los impactos negativos o daños ambientales producidos por una actividad, obra o proyecto, controlando, conteniendo o eliminando los factores que los originan o interviniendo sobre ellos de cualquier otra manera.

- **Medida preventiva.-**Aquella que, una vez identificado un impacto negativo o daño ambiental a producirse en un futuro cercano, como consecuencia de una obra, actividad o proyecto, es adoptada con objeto de impedir, frenar o reducir al máximo sus efectos negativos o su ocurrencia.

- **Plan de Manejo Ambiental.-** Documento que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren ejecutar para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto.

- **Reciclaje.-**Proceso mediante el cual, previa una separación y clasificación selectiva de los residuos sólidos, desechos peligrosos y especiales, se los aprovecha, transforma y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como energía o materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas tales como procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

- **Recursos naturales.-** Se refiere al recurso biótico (flora, fauna) o abiótico (agua, aire o suelo).

- **Área Referencial del proyecto, obra o actividad.-**Es el área en donde se desarrollará el levantamiento de información de línea base, la misma que será construida al menos en base a los siguientes insumos:

- Certificado de intersección
- Coordenadas específicas de actividades e infraestructura del proyecto, obra o actividad
- Jurisdicción político administrativa
- Sistemas hidrográficos

**- Área de gestión del proyecto obra o actividad.-**Es el área espacial en donde el promotor va a gestionar los impactos positivos y/o negativos ocasionados por su actividad, sobre los componentes socio ambientales, la misma que se ajustará en las actualizaciones del Plan de Manejo Ambiental que se realicen, en base a lo establecido en la normativa ambiental en vigencia.

El área de gestión será construida al menos en base a los siguientes insumos:

-El diagnóstico de la línea base del área referencial del proyecto, obra o actividad

-La descripción y alcance de actividades del proyecto,

-La identificación y evaluación de impactos positivos y/o negativos

-Las actividades del Plan de Manejo Ambiental

**- Área de Influencia directa.-**Comprendida dentro del área gestión, es la unidad espacial donde se manifiestan de manera evidente los impactos socio-ambientales, durante la realización de los trabajos.

**- Aspecto Ambiental.-**Elementos de los proyectos, obras o actividades que pueden interactuar con el ambiente causándole un impacto positivo o negativo. Ejemplo: descarga, emisión, consumo o uso de un material determinado, etc.

**- Estudios ambientales para fines de regularización ambiental.-**Son informes y otros documentos debidamente sustentados en los que se exponen los impactos y/o riesgos ambientales que un proyecto, obra o actividad puede generar al ambiente; los estudios ambientales se dividen en: estudios de impacto ambiental ex-ante y ex-post, declaraciones de impacto ambiental, ficha ambiental y los definidos en la normativa ambiental específica, mismos que se rigen a la norma que los regula.

**- Impacto ambiental**.-Son todas las alteraciones, positivas, negativas, neutras, directas, indirectas, generadas por una actividad económica, obra, proyecto público o privado, que por efecto acumulativo o retardado, generan cambios medibles y demostrables sobre el ambiente, sus componentes, sus interacciones y relaciones y otras características intrínsecas al sistema natural.

# 17. BIBLIOGRAFÍA

· Acuerdo Ministerial No. 061; Edición Especial 316; Mayo 2015
· Albuja, L. et al. 1980. Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos. Escuela. Politécnica Nacional, Quito-Ecuador
· AmphibiaWebEcuador (QCAZ). 2008. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
· Anfibios en Dramático Declive, 122 extintos desde 1980. UICN. Nature Serve. Conservation International Brad Phillips, b.phillips@conservation.org. 202-912-1532 IUCN-The World Conservation Union – Anna Knee, alk@iucn.org; Andrew McMullin, mcmullina@iucn.org.
· Anphibia Web Ecuador. (2012). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Museo de Zoología QCAZ. SENACYT. Quito-Ecusdor.
· BirdLife International 2003 BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation.Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Dsiponible: http://www.birdlife.org.
. Bruhns Karen Olsen 2004 Llamas y Rituales en el Formativo Tardío de la Sierra Austral del Ecuador en Simbolismo y Ritual en los Andes Septentrionales. Mercedes Guinea Editora, Ediciones Abaya- Yala. Editorial Complutense
· CITES. Convenio CITES. Apéndices I, II y III. 2007. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Maison internationale de l'environnement • Chemin des Anémones • Email: info@cites.org. Web: http://www.cites.org.
Collier Donal y Murra John [1943] 1982 Reconocimientos y Excavaciones en el Sur Andino del Ecuador. Centro de Estudios Históricos y Geográficos de Cuenca, Departamento de Investigaciones Etnohistóricas, Antropológicas y Geográficas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede en Cuenca.
. CONSULPROY, 2016, Análisis de Vulnerabilidad a Eventos de Crecida y Diseño de Obras Físicas para la Protección de la Margen Derecha del Río Cuenca, en el Sector de Guangarcucho, Predio donde se implantaría la Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Cuenca.
. DUQUE P., 2000, Léxico Estratigráfico del Ecuador
· Guía metodológica para definición de áreas de influencia, del Ministerio del Ambiente; Marzo 2015
· Guía Técnica para definición de áreas de influencia; Ministerio del Ambiente; Febrero 2015
· Holdridge (1947 y 1967). Diagrama de clasificación de zonas de vida. Publicación inicial en 1947, su revisión en 1967.
- Idrovo Jaime 1990-1991 Tacalzhapa: Una Exposición sobre la Cerámica Prehispánica del Azuay y Cañar. Museos del Banco Central del Ecuador, Sucursal Cuenca.

· Informe de calidad de agua ETAPA EP, 2015.
· Informe de calidad de aire de Cuenca EMOV EP, 2015.
· Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC 2010
· Lucero, Gabriela 2015,p. 1. Universidad del Azuay. Plan de Desarrollo Turístico de

la parroquia Nulti.
· Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantón Cuenca 2015
· Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquia Llacao, 2015
· Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial parroquia Nulti, 2015
· Pourrut P, et al. 1993. El Agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Estudios de Geografía vol. 7. Colegio de Geógrafos del Ecuador con apoyo ORSTOM, Corporación Editora Nacional.
· RIDGELY, Robert y Paul J. Greenfield. 2001. The birds of Ecuador. Field guide. Library of Congress Cataloging-in-publication Data. Hong Kong.
· Sierra, R. (Ed). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Taller KORSTEEL INEFAN/GEF-BIRD y Eco Ciencia. Quito, Ecuador.
· Sierra, R. 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRD y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
· Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente
· Tirira D, 2001. Libro rojo de los Mamíferos del Ecuador, Ministerio del Ambiente, Simbioe/Ecociencia, Quito, Ecuador, 148 pp.
· Tirira, D.2007. Guía de Campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco: Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador Quito. 576 pp.
· UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales.
· Valencia J. H. et al. (2008). Guía de Campo de Anfibios del Ecuador. Fundación Herpetológica Gustavo Orcés. Vivarium. Corporación Simbioe. Quito. Ecuador.
· Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yánez & P.M. Jorgensen (eds.). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
· Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yánez & P.M. Jorgensen (eds.). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.