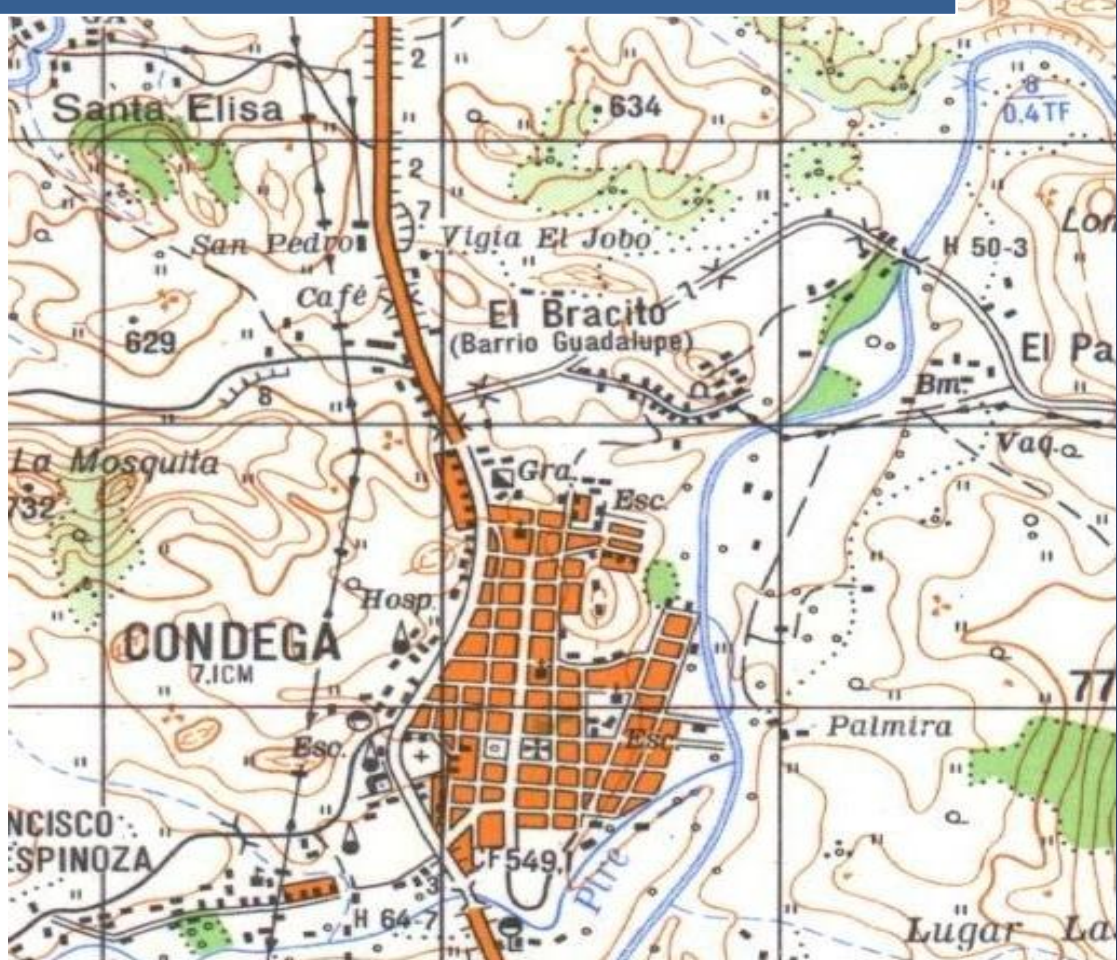


REPÚBLICA DE NICARAGUA

# DOCUMENTO DE IMPACTO AMBIENTAL

*“PARA LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE  
CONDEGA”*



carvajal & vado  
INGENIERIA - ARQUITECTURA

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Macrolocalización .....	3
1.2	Microlocalización .....	4
1.3	Objetivos.....	7
1.3.1	Objetivo General .....	7
1.3.2	Objetivos Específicos.....	7
1.4	Justificación del proyecto y selección del sitio .....	8
1.5	Monto total de inversión, con su respectivo desglose .....	11
1.6	Empleos generados por el proyecto .....	14
1.7	Población y datos de diseño.....	14
1.8	Criterios de proyección de población. ....	14
1.9	Proyección de Demanda de Caudal .....	18
1.10	Descripción detallada de los componentes de la red de alcantarillado sanitario (RAS).....	23
1.11	Descripción detallada de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).....	34
1.11.1	Pre tratamiento.....	36
1.11.2	Tratamiento primario.....	40
1.11.3	Tratamiento secundario .....	56
1.12	Obras conexas .....	62
1.13	Factibilidad técnica.....	63
1.14	Cronograma.....	66
<b>2</b>	<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>67</b>
2.1	Construcción de RAS .....	69
2.2	Movimientos de tierra .....	72
2.3	Excavaciones de la RAS .....	72
2.4	Excavaciones del STAR .....	72
2.5	Material utilizado en la construcción .....	73

<b>2.6</b>	<b>Residuos sólidos generados y lugar de disposición</b> .....	<b>73</b>
<b>2.7</b>	<b>Sitios a conservar</b> .....	<b>75</b>
<b>2.8</b>	<b>Obras provisionales</b> .....	<b>75</b>
<b>2.9</b>	<b>Bancos de materiales</b> .....	<b>75</b>
<b>2.10</b>	<b>Fuentes y demanda estimada</b> .....	<b>76</b>
<b>3</b>	<b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b> .....	<b>77</b>
<b>3.1</b>	<b>Fuente y demanda</b> .....	<b>77</b>
3.1.1	Energía eléctrica.....	77
3.1.2	Hidrocarburos .....	78
<b>3.2</b>	<b>Actividades de mantenimiento de las instalaciones de la RAS</b> .....	<b>79</b>
<b>3.3</b>	<b>Actividades de mantenimiento de las instalaciones de la estación de bombeo</b> .....	<b>79</b>
<b>3.4</b>	<b>Actividades de operación y mantenimiento del STAR.</b> .....	<b>79</b>
<b>3.5</b>	<b>Lechos de secado</b> .....	<b>80</b>
<b>3.6</b>	<b>Operación y mantenimiento de las obras conexas</b> .....	<b>81</b>
<b>4</b>	<b>ETAPA DE CIERRE TEMPORAL.</b> .....	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>LIMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA</b> .....	<b>82</b>
<b>5.1</b>	<b>Área de Influencia Directa</b> .....	<b>82</b>
<b>5.2</b>	<b>Área de Influencia Indirecta</b> .....	<b>84</b>
<b>6</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y PREDICCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b> <b>85</b>	
<b>6.1</b>	<b>Metodología de Identificación y Valoración de Posibles Impactos a Generarse por el Proyecto.</b> .....	<b>85</b>
6.1.1	La matriz de interacción (causa – efecto) .....	85
6.1.2	Lista de control en escala.....	85
6.1.3	Construcción de matrices .....	85
<b>6.2</b>	<b>Identificación De Posibles Factores Ambientales A Afectar Por El Proyecto</b> .....	<b>88</b>
<b>6.3</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO</b> .....	<b>94</b>

<b>7</b>	<b>VALORACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS A GENERARSE POR EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL STAR DE LA CIUDAD DE CONDEGA.....</b>	<b>95</b>
7.1	Etapa de Construcción.....	98
7.2	Etapa de Operación y Funcionamiento.....	103
<b>8</b>	<b>MEDIDAS AMBIENTALES .....</b>	<b>112</b>
8.1	Medidas ambientales para la etapa de construcción.....	112
8.2	Medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento .....	121
<b>9</b>	<b>PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA. ....</b>	<b>126</b>
9.1	Situación “0” del sitio propuesto para la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS) .....	126
9.2	Situación futura del sitio propuesto para la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS) .....	129
9.3	Situación “0” del sitio propuesto para la Estación de Bombeo .....	130
9.4	Situación futura del sitio propuesto para la Estación de Bombeo.....	132
9.5	Situación “0” del sitio propuesto para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .....	132
9.6	Situación futura del sitio propuesto para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales .....	136
<b>10</b>	<b>ANÁLISIS DE RIESGOS.....</b>	<b>137</b>
10.1	Clasificación de las amenazas según el INETER .....	138
10.2	Situación de riesgo del proyecto.....	139
10.3	Análisis de amenazas en el sitio propuesto para establecer el proyecto .....	140
10.3.1	Amenaza de inundación .....	141
10.3.2	Amenazas de sequía.....	141
10.4	Evaluación de amenazas naturales sobre el sitio del proyecto.....	142
10.5	Análisis de amenazas antropogénicas.....	144
<b>11</b>	<b>PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.....</b>	<b>147</b>
11.1	Plan de Gestión de los lodos del STAR .....	147
11.1.1	Manejo de desechos sólidos retirados de las rejillas .....	148
11.1.2	Manejo de arena retirada del desarenador .....	148

<b>12</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIA AMBIENTAL:</b> .....	<b>152</b>
<b>13</b>	<b>PLAN DE CIERRE TEMPORAL</b> .....	<b>163</b>
<b>14</b>	<b>PLAN DE MONITOREO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES</b> .....	<b>166</b>
<b>14.1</b>	<b>Plan de monitoreo de las medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento</b> .....	<b>167</b>
<b>15</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPOS</b> .....	<b>174</b>
<b>16</b>	<b>PLAN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO</b> .....	<b>178</b>
<b>17</b>	<b>PLAN DE MONITOREO EN EL CUERPO RECEPTOR</b> .....	<b>180</b>
<b>18</b>	<b>PLAN DE REFORESTACIÓN PROYECTO “PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE CONDEGA”</b> .....	<b>182</b>
<b>19</b>	<b>PLAN DE MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS</b> .....	<b>192</b>
<b>19.1</b>	<b>Desechos sólidos en la etapa de construcción</b> .....	<b>192</b>
<b>19.2</b>	<b>Desechos sólidos en la etapa de operación y mantenimiento</b> .....	<b>192</b>
<b>20</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>194</b>
<b>21</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>196</b>
<b>22</b>	<b>EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO</b> .....	<b>198</b>
	<b>- APENDICES</b>	
	<b>- ANEXOS</b>	

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

%	Porcentajes
"	Pulgadas
ADS	Advanced Drainage System, tubería de polietileno de alta Densidad (HDPE), usada en drenaje pluvial, sanitario y alcantarillas de carretera.
AR	Aguas residuales
C.F.	Coliformes fecales
CEPIS	Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente
cm	Centímetros
cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
cm <sup>3</sup>	Centímetros cúbicos
CO	Monóxido de Carbono
CR	Caja de registro
DBO <sub>5</sub>	Es una medida de la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aeróbicas, en un período de 5 días y a 20°C.
DQO	Es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la materia orgánica oxidable químicamente con un oxidante fuerte, en un medio ácido y alta temperatura.
ENACAL	Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillado
gr/h/d	Gramo por hora por día
Ha	Hectáreas
HG	Hierro galvanizado
HP	Es una unidad de potencia, significa horse power (caballo de fuerza)
INETER	Instituto nicaragüense de estudios territoriales
kg/d	Kilogramo por día
KVA	Kilo voltios Amperios, medida de potencia
l/h/d	Litro por hora por día
l/s	Litros por segundos
LMA	Límite máximo admisible
LMP	Límite máximo permisible
m	Metros
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
m <sup>3</sup> /d	Metros cúbicos por día
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
mg/l	Miligramo por litro
mm	milímetros

NAP:	Coordenadas planimétricas (x, y) de las señales de la red de Nivelación de Alta Precisión (NAP)
NIC/021	Proyecto de Agua Las Segovias, del Programa de agua potable y saneamiento en los departamentos de Nueva Segovia, Madriz y Estelí. Lux- DEVELOPMENT.
NO	Oxido nítrico
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
O&m	Operación y mantenimiento
O.D.	Oxígeno disuelto
°C	Grados Celsius
PE	Polietileno de alta densidad
PM <sub>10</sub>	Partículas suspendidas en su fracción respirable (diámetro inferior a 10 micras)
PVC	Cloruro de polivinilo
PVS	Pozo de visita
Qmax.	Caudal máximo
RAS	Red de alcantarillado sanitario
rpm	Revoluciones por minuto
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
STAR	Sistema de tratamiento de aguas residuales
UASB	Reactor anaeróbico de flujo ascendente
UC	Unidad de Color de turbiedad
UNT:	Unidad nefelométricas de turbiedad
UTM:	El Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.
W	Ancho de la garganta de la canaleta Parshall
x	por
µS	Micro siemens/cm, unidades para medir la conductividad

# CAPITULO

DESCRIPCION DEL PROYECTO





## 1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El sistema de recolección será de tipo separado, es decir, está diseñado para captar y conducir únicamente los gastos de aguas residuales más el caudal de infiltración producido por las aguas pluviales que penetran al sistema de alcantarillado, tanto por las tapas de los PVS como por infiltración en las juntas de tuberías. Bajo ningún concepto se permitirá la evacuación de las aguas pluviales de los patios y drenajes, a través del sistema de alcantarillado sanitario.

El período de diseño para el sistema de recolección será de 20 años (2010 – 2030), el cual se fundamenta principalmente en la durabilidad del material de las tuberías y accesorios que componen el sistema, y en la población de diseño, que se ha considerado como la población de saturación del área a servir.

El 100% de las tuberías de la recolección a emplear en la construcción del sistema de alcantarillado serán de PVC-SDR-41.

El sistema de alcantarillado sanitario de la localidad de Condega constará de una red de recolección de aguas residuales con una longitud de 27,658.10 m compuesta de:

**Tabla 1.2: Longitudes de la RAS**

Línea de recolección	Diámetro (mm)	Longitud (m)
	150	26,157.30
	200	958.35
	250	264.70
	300	277.75
<b>Longitud total de línea de recolección</b>		27,658.10
<b>Línea de impulsión</b>	380	2400

La red de alcantarillado sanitario evacuará las aguas residuales de la localidad en dirección de sur a norte.

El sistema propuesto fue diseñado utilizando una combinación de criterios de diseño tradicional y simplificado, en función de lograr un diseño económico, funcional y factible de ser construido y operado. Estos obedeciendo a la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales elaboradas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (**INAA**).

De manera general, se garantizó un velocidad a tubo lleno de 0.60m/s y de 0.45m/s con el caudal de diseño, excepto en algunos tramos que por su poco caudal fue imposible lograr dichas velocidades, sin embargo, se trato de garantizar para dichos tramos, velocidades entre 0.35 y 0.40m/s.

Debido a las condiciones topográficas del terreno de la ciudad de Condega, la alternativa seleccionada para conducir el agua residual hacia el sitio donde se emplazarán las obras del sistema de tratamiento de aguas residuales, es mediante la recolección del agua cruda por gravedad hacia pozo húmedo localizado en la zona Este de Condega, en la margen Oeste del Río Estelí, las aguas servidas se colectarán en un pozo húmedo y serán bombeadas hasta la PTAR a través de una línea de 15 pulgadas de diámetro y con una longitud de 2,400 m.

Desde el punto de vista técnico, social y ambiental, el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de Condega es la alternativa que cumplirá con todas las especificaciones, garantizando el adecuado tratamiento de las aguas residuales (cumplimiento con el Decreto 33-95), con bajo costo de operación y mantenimiento que garantizará la sostenibilidad del sistema.

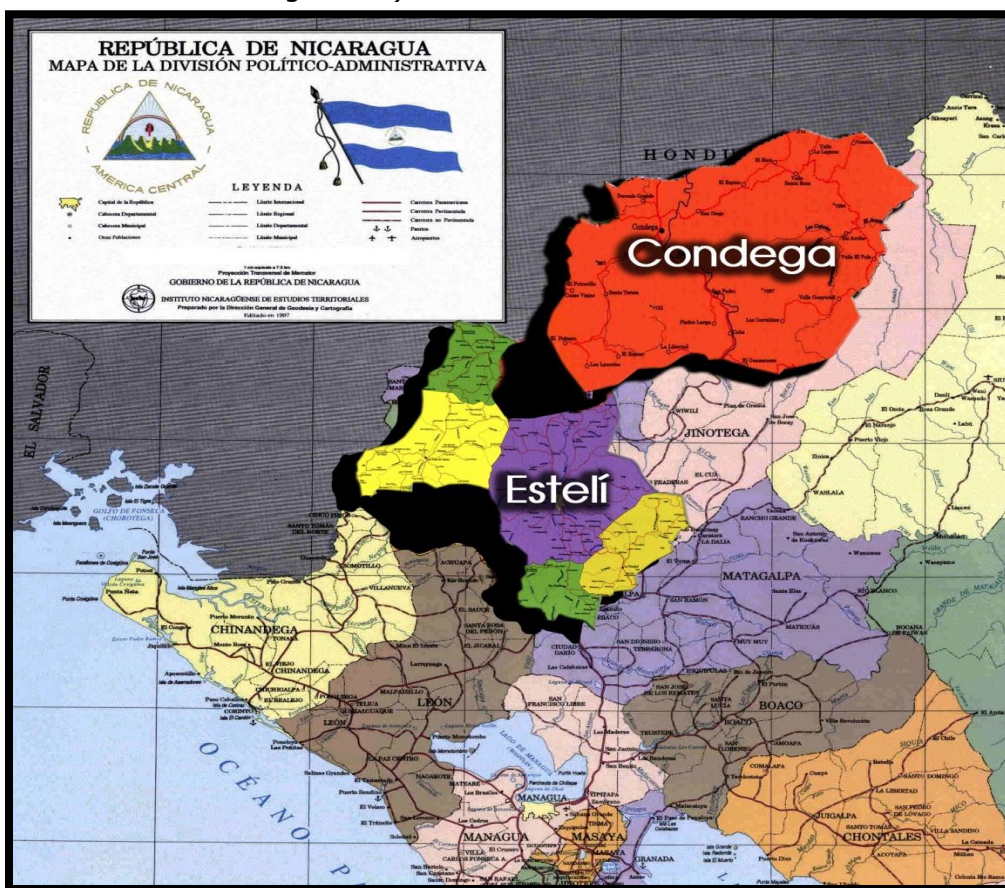
El sistema de tratamiento básicamente consistirá en los siguientes componentes:

<b>Tratamiento Preliminar:</b>	(Reja y Desarenador)
<b>Tratamiento Primario:</b>	(UASB)
<b>Tratamiento Secundario:</b>	Laguna de maduración

Se esclarece que los sistemas de tratamiento propuestos cumplen con el decreto 33-95 correspondiente al control de las "Descargas de aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamientos de los alcantarillados a cuerpos receptores" Art.22 y Art. 23 si se le aplica desinfección al agua tratada.

## 1.1 MACROLOCALIZACIÓN

El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales se proyecta construir en el municipio de Condega, cabecera del municipio de su mismo nombre, cuyo territorio se encuentra bajo la responsabilidad política-administrativa del Departamento de Estelí, y está localizado entre las coordenadas 13° 21' latitud norte y 86° 23' longitud Oeste, a 185 Km de la ciudad de Managua. (Ver macro localización en la figura 1.1)



**Figura 1.1. Macrolocalización del proyecto**

El área de estudio considerada para el proyecto de alcantarillado sanitario, básicamente corresponde al 100% del casco urbano actual de la ciudad de Condega, que representa unas 220.88 ha, en las que actualmente habitan 10,671 habitantes.

Los límites del área considera para el diseño son las siguientes:

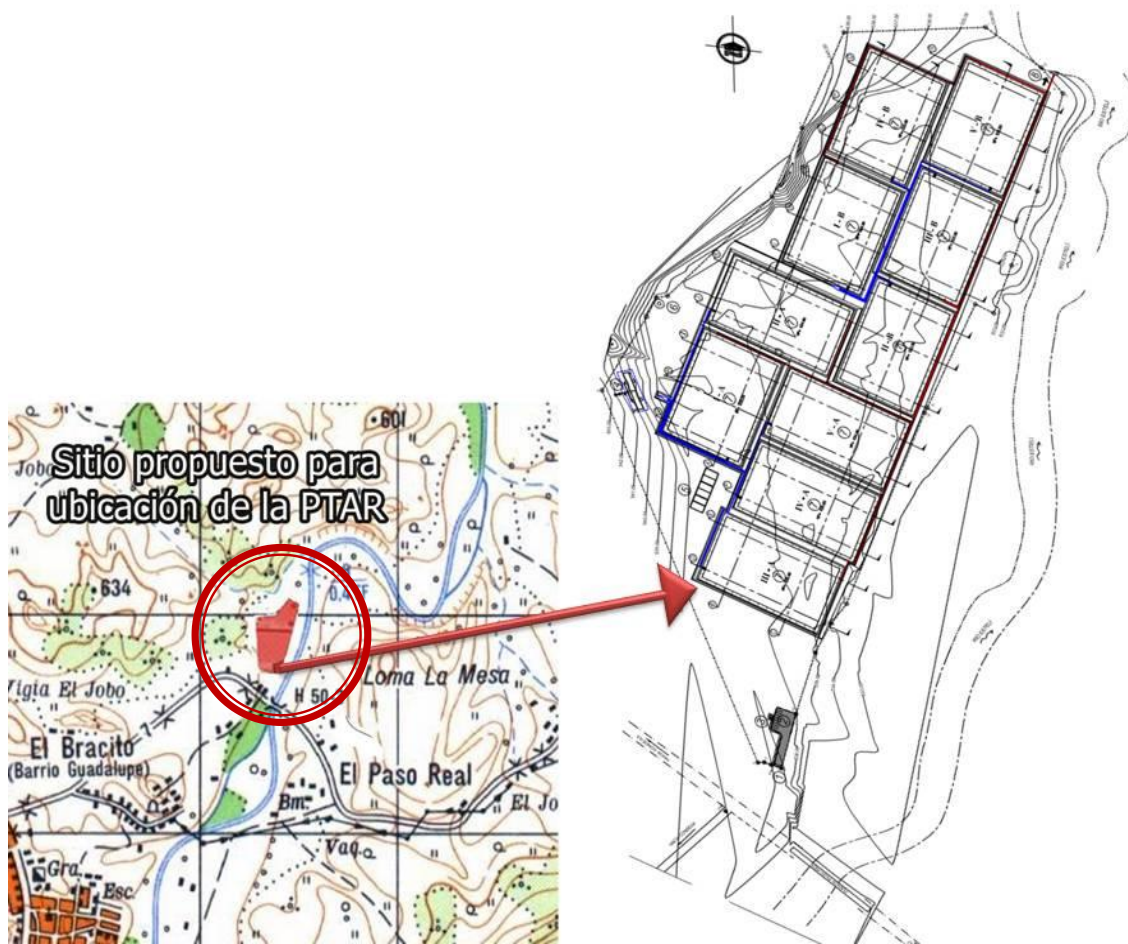
- Al Norte: Palacagüina y Telpaneca.
- Al Sur: Estelí
- Al Este: San Sebastián de Yalí.
- Al Oeste: San Juan de Limay y Pueblo Nuevo.

## 1.2 MICROLOCALIZACIÓN

En general, el área de estudio posee un topografía bastante irregular, con pendientes fuertes definida en dirección Oeste – Este en dirección hacia la carretera hacia el río Estelí.

Debido a estas condiciones, se ha seleccionado al predio del sector de Valle de Jesús, aunque las descargas de aguas tratadas se dispondrán en el cauce del Río Estelí, estas se harán aguas abajo del campo de pozos Guadalupe.

Este predio se localiza en la zona noreste de la localidad, en la margen norte del camino que conduce hacia Yalí. En la figura 1.3 se muestra la microlocalización del predio de Valle de Jesús.



**Figura 1.2: Localización del sitio para ubicar la PTAR de Condega**

Este predio se ubica en la zona conocida como Valle de Jesús, localizado en la ruta de la carretera hacia Yalí, girando a mano izquierda a la altura del puente Paso Real al noreste de la localidad, las coordenadas UTM son 566403.02 y 1478848.38. El predio propuesto se localiza aguas abajo del campo de pozos de agua potable proyectados para abastecer a Condega, lo que evitará el riesgo de contaminación de este recurso.

El área donde se propone ubicar la PTAR se compone de 4 predios propiedades de los señores Carlos Rivas (Predio 1), Abener Martínez (Predio 2 y Predio 3) y Jesús Gómez Guevara (Predio 4), (Ver plano topográfico de predio de tratamiento **ANEXO C – ESQUEMA No. 7**)

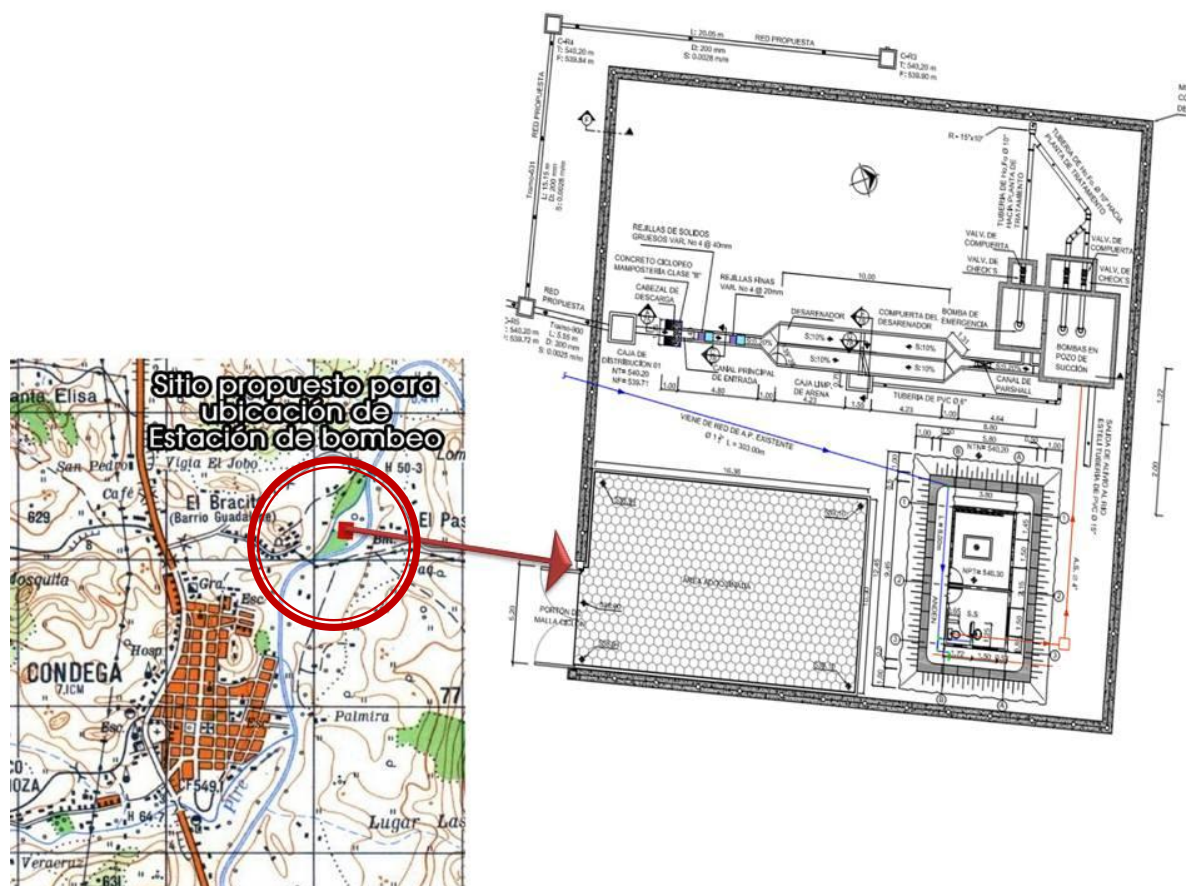
Los límites del área del proyecto donde se ubicará el STAR son:

- Al norte Poza El Lagarto.
- Al sur, asentamiento de viviendas conocido como Barrio de Jesús.
- Al este, asentamiento de viviendas conocido como Barrio de Jesús.
- Al oeste, río Estelí.

- **Estación de bombeo.**

Dadas las condiciones topográficas de la localidad de Condega, se ha hecho uso de una estación de bombeo que impulse las aguas residuales hacia la PTAR, el predio donde se ubicara dicha estación posee unas dimensiones de 80 m x 80 m, y se encuentra localizado en la parte noroeste del casco urbano de la ciudad, 100 m hacia el este de la propiedad de los señores Guillén, las coordenadas UTM son 565766.72 y 1477705.02

En la figura 1.3 se muestra la microlocalización del predio donde se ubicará la EBAR, situado en el barrio El Triunfo de la ciudad de Condega.



**Figura 1.3: Microlocalización del predio donde se ubicará la EBAR.**

Los límites del área donde se ubicará la EBAR son:

- Al norte, Valle de Jesús de por medio área ribereña compuesta por tacotales y malezas.
- Al sur, asentamiento de viviendas conocido como Barrio El Triunfo.
- Al este, asentamiento de viviendas conocido como Barrio El Triunfo.
- Al oeste, río Estelí.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Facilitar al proyecto "Sistemas de Recolección, Transporte y Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega", las condiciones ambientales idóneas para su funcionamiento.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar y proporcionar los posibles impactos ambientales que se puedan ocasionar por la implementación del proyecto en las etapas de construcción, operación y mantenimiento del mismo.
- Evaluar y valorar los impactos ambientales potenciales que pudiera generar la realización del proyecto "Sistemas de Recolección, Transporte y Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega", en sus distintas etapas y componentes.
- Dotar de las correspondientes medidas y plan de gestión ambientales que permitan prevenir, corregir y dar seguimiento a la situación ambiental del área de influencia del proyecto "Sistemas de Recolección, Transporte y Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega", en sus diferentes etapas y componentes.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y SELECCIÓN DEL SITIO

El acelerado y no planificado crecimiento de la ciudad de Condega ha ocasionado que gran parte de la población no disponga de adecuados servicios básicos, como son agua potable, alcantarillado sanitario, energía eléctrica, centros de salud, etc., provocando que la calidad de vida de la población no sea la recomendada para garantizar la salud de los pobladores.

El panorama se ve ensombrecido por la inexistencia de los servicios adecuados de saneamiento que mantienen a la población de Condega sometida a un ambiente insalubre, que tiene su reflejo directo en las altas tasas de incidencia y prevalencia de enfermedades respiratorias, diarreicas agudas.

Las aguas grises son generalmente esparcidas en los patios de las viviendas, aunque los pobladores de los barrios periféricos acostumbran lanzarlas a las calles, provocando charcas que favorecen la proliferación de vectores transmisores de enfermedades a la población, como el dengue, malaria, cólera y otras.

Estudios realizados durante los años 1996 y 2004, evidencian altos niveles de contaminación en el agua de consumo humano, por nitratos y nitritos que emanan de las aguas negras y que contaminan las fuentes subterráneas de agua potable.

Los cursos de agua presentes en la región han sido contaminados con descargas de material orgánico de origen vegetal especialmente con pulpa de café, agroquímicos utilizados en la agricultura, desechos industriales originados en las tenerías y con residuos sólidos proveniente del basurero municipal.



Figura 1.4: Letrina ubicada en centro “Los Pipitos”



Figura 1.5: Letrinas ubicadas en vivienda



En el municipio se presenta una alta incidencia de enfermedades endémicas, la mortalidad infantil se debe a los bajos niveles higiénicos sanitarios de la población, determinados por la contaminación de las fuentes de agua, por acumulación de basura en la ciudad, la falta de alcantarillado sanitario e insuficiente dotación del sistema de eliminación de excretas y aguas servidas, el bajo nivel de educación ambiental y baja organización comunitaria alrededor del problema sanitario ambiental.

Estas afectaciones en la salud de las personas también incide negativamente en la economía local y familiar, siendo la principal causa de esto, el ausentismo laboral que provocan las enfermedades, lo cual, disminuye los rendimientos y la disponibilidad de mano de obra.

Una de las necesidades más urgentes de la población es la correcta recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales, es una prioridad urbanística y para el beneficio de la salud, pues estos desechos líquidos transportan un gran número de organismos patógenos y deterioran aceleradamente el ambiente, generando sistemáticos problemas socio ambientales que repercuten en la salud, teniendo mayor incidencia en la población infantil.

Actualmente la ciudad de Condega tiene una población aproximada de 10,671 habitantes de los cuales un 91 % cuenta con el servicio de Agua Potable (AP); en esta ciudad no existe red de alcantarillado sanitario (RAS). Al no existir un adecuado sistema de recolección, las aguas residuales no recolectadas son vertidas en las vías públicas, por lo que es común observar en las calles aguas jabonosas provenientes del lavado de ropa, del aseo personal y de otros quehaceres del hogar que provocan enfermedades de origen hídrico. Además de destruir, erosionar y dañar las vías deteriorando la imagen urbana (ver figura 2.3).



**Figura 1.6:** Charca de aguas residuales en las afueras de la Alcaldía de Condega.



**Figura 1.7:** Charcas de aguas residuales en calles de Condega



**Figura 1.8: Charcas de aguas residuales en las calles de la ciudad de Condega**

Con la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario para la ciudad de Condega, toda el agua recolectada en las Redes de Alcantarillado Sanitario (RAS), se tratará adecuadamente en un Sistema de Tratamiento de Aguas residuales (STAR), el que se construirá paralelamente al RAS cumpliendo con lo estipulado en el Decreto 33-95 del MARENA, ya que los vertidos llegarán al río Estelí que es el cuerpo receptor. Esto es una necesidad de primer orden puesto que traerá consigo la solución al problema de evacuación de las aguas residuales, la mitigación de los problemas ambientales actuales y por ende la mejoría en la salud de la población y el desarrollo local de la ciudad, elevando las condiciones de vida y progreso en las áreas de incidencia directa e indirectamente afectadas por el proyecto.

En el año 2009 la firma consultora "Carvajal & Vado Ingeniería y Arquitectura", realizó para ENACAL los estudios y diseños finales del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Condega, departamento de Estelí.

Para la selección del sistema de conducción de las aguas crudas hacia el sitio donde se emplazarán las obras de tratamiento, El equipo Consultor tomó en cuenta las condiciones básicas siguientes:

- Área de terreno suficiente para la construcción de las obras de tratamiento.
- Trayectoria de la línea de conducción con las condiciones topográficas adecuadas afín de evitar estaciones de bombeo.
- Que las condiciones topográficas del casco urbano de Condega requerirá de una red de recolección y conducción de aguas residuales hacia un punto de concentración más bajo a localizarse en la parte noreste de la ciudad.

- Distancia más corta entre la planta de tratamiento y el punto de descarga de agua tratadas al cuerpo receptor, siendo este el Río Estelí
- Que el sitio donde se emplazarán las obras de tratamiento se ubiquen aguas abajo del campo de pozos futuro que abastecerá de agua potable La Ciudad de Condega.

En base a lo expresado, El equipo Consultor presentó e identificó el sitio donde se ubicarán las obras del STAR así como sus respectivas obras conexas, este sitio se localiza en la zona noreste de la localidad, en la margen norte del camino que conduce hacia Yalí.

El trabajo se realizó bajo la supervisión y revisión del ENACAL incluyendo el sistema de recolección de aguas residuales y su correspondiente sistema de tratamiento. (Ver plano de levantamiento topográfico en el **(ANEXO C – ESQUEMA No. 7)**).

### **1.5 MONTO TOTAL DE INVERSIÓN, CON SU RESPECTIVO DESGLOSE**

A continuación se presenta el presupuesto basado en costos actuales de mano de obra materiales y equipos, incorporando los montos estimados de inversión para ejecutar las acciones, obras o actividades del Programa de Gestión Ambiental y medidas ambientales.

El monto total del proyecto es de Cinco Millones Ciento Veintiocho Mil Cuatrocientos Diecisiete Dólares con 99/ 100 centavos, (US\$ 5,128,417.99)

### Presupuesto final del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega municipio, del departamento de Estelí.

(Costos estimados de materiales, mano de obra, transporte y equipos, 2 unidades de reactor UASB + 10 unidades de Lagunas de maduración)

**Tabla1.3: Presupuesto final del proyecto.**

DESCRIPCIÓN	U/M	CANT.	COSTO	TOTAL	UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	TOTAL U\$
			UNIT.	M / OBRA	TRANSP.	TRANSP.	EQUIPO	EQUIPO	
<b>PRELIMINARES</b>	<b>GLB</b>	1.00	24,317.25	17,530.86					<b>24,317.25</b>
<b>RED DE ALCANTARILLADO</b>	<b>ML</b>	27,660.00	46.84	484,049.03					<b>1295,651.73</b>
<b>RED DE COLECTORAS</b>				311,114.58					<b>720,385.68</b>
<b>CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA</b>	<b>C/U</b>	370.00	783.78	99,825.95		-		-	<b>289,999.55</b>
<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	<b>C/U</b>	2,867.00	99.50	73,108.50					<b>285,266.50</b>
<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO PRELIMINAR Y BOMBEO Y LÍNEA DE IMPULSION</b>	<b>GLB</b>	1.00	490,817.27	84,912.36					<b>490,817.27</b>
<b>OBRAS DE TRATAMIENTO PRELIMINAR</b>	<b>ML</b>	280.00	12.65	778.24					<b>3,541.22</b>
<b>ESTACION DE BOMBEO (INCLUYE CARCAMO DE EMERGENCIA)</b>	<b>GLB</b>		-	43,918.62		-		-	<b>262,183.95</b>
<b>TUBERIA DE IMPULSION</b>	<b>ML</b>	1,600.00	140.68	40,215.50		-		-	<b>225,092.10</b>
<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO Y SECUNDARIO</b>	<b>M2</b>	17,920.00	104.66	362,002.25					<b>1875,471.46</b>
<b>REACTOR ANAEROBICO UASB - 2 UNIDADES (OBRAS CIVILES)</b>	<b>M2</b>	192.00	-	87,164.05		-		-	<b>425,388.03</b>
<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO LAGUNAS DE MADURACION</b>	<b>HA</b>	5.60	103,494.18	246,248.24					<b>579,567.39</b>
<b>OBRAS EXTERIORES CONEXAS</b>	<b>GLB</b>	1.00	106,100.35	28,589.97		-		-	<b>106,100.35</b>
<b>MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL</b>	<b>HRS</b>	500.00	35.00	-	20.00	10,000.00	15.00	7,500.00	<b>17,500.00</b>
<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>	<b>GLB</b>	1.00	2,550.00	-	1,800.00	1,800.00	750.00	750.00	<b>2,550.00</b>
<b>PRESTACIONES SOCIALES 54.57 % DE M/OBRA</b>	<b>GLB</b>								<b>517,688.30</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>3,706,307.72</b>
<b>ADMINISTRACIÓN 10% DEL DIRECTO</b>					<b>370,630.77</b>
<b>IMPREVISTOS 10% DEL DIRECTO</b>					<b>370,630.77</b>
<b>UTILIDADES:10% DE CD+ADM.+IMPREVISTOS</b>					<b>444,756.93</b>
<b>SUPERVISIÓN 5% DE CD</b>					<b>185,315.39</b>
<b>TOTAL INDIRECTOS</b>					<b>1,371,333.85</b>
<b>TOTAL DIRECTOS + INDIRECTOS</b>					<b>5,077,641.57</b>
<b>IMPUESTO MUNICIPAL 1% DE CD+CI</b>					<b>50,776.42</b>
<b>GRAN TOTAL</b>					<b>5,128,417.99</b>

## **1.6 EMPLEOS GENERADOS POR EL PROYECTO**

Se tiene estimado que en las diferentes etapas del proyecto se puedan habilitar un total de 285 empleos o plazas directas, entre mano de obra sin calificar, calificada y profesional, lo que es una cantidad significativa que logrará inyectar cierto beligerancia a la economía local.

En la etapa de construcción solo en la PTAR y la estación de bombero se generaran 50 empleos de los cuales 35 serán mano de obra sin calificar, 12 manos de obra calificados maestros de obras electricistas y fontaneros y 3 profesionales.

Para la construcción de la red de recolección se necesitarán 190 mano de obra sin clasificar 35 mano de obra calificada entre maestros de obra capataces, fontanero, conductores de maquinaria pesada y supervisores, así como 4 profesionales.

En la etapa de funcionamiento se prevé el establecimiento de al menos 6 plazas permanentes, orientados a personal de vigilancia y de mantenimiento.

## **1.7 POBLACIÓN Y DATOS DE DISEÑO**

La ciudad utiliza poco más de un kilómetro cuadrado (180 hectáreas) de extensión territorial, está conformada por cuadrículas orientadas de norte sur.

Para el presente estudio se ha tomado como referencia los datos de población fijado en proyecto “DIAGNOSTICO Y PLAN MAESTRO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DE CONDEGA”. En el marco del proyecto Plan Maestro de Agua Potable para Condega se definió que la población estimada para esta localidad para el año 2009 es de 10,671 habitantes, con un índice de hacinamiento de 4.13 hab/casa, esos son los datos básicos adoptados para proyectar la población en el horizonte del Plan Maestro que culmina en el año 2030, esta referencia es la siguiente:

## **1.8 CRITERIOS DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN.**

Con el fin de definir la población actual que servirá de base para las proyecciones en el horizonte de diseño, se consultó información procedente de diferentes fuentes, entre las que se incluyen: la alcaldía de Condega; el sistema comercial de ENACAL; el catastro de acometidas levantado por el Proyecto NIC/21; el Censo del 2005; los Anuarios Estadísticos INIDES/INEC; y el Contratante. Con los datos de las diferentes fuentes, el Consultor determinó valores diferentes para el Índice de Hacinamiento, así: (i) datos INIDES/INEC Censo 2005: 4.13 Hab/Casa; (ii) datos del Contratante: 4.13 Hab/Casa. De manera similar, para la población total se identificaron diferentes valores en dependencia de la fuente de los datos, así:

**Tabla 1.4: Población Actual de Condega según Fuente de Información**

Fuente	Cálculo	Población al 2008
1. Proyección INIDE para 2008	-----	<b>10,448</b>
2. Cálculo en Base a Conex. Totales Fact. Por ENACAL	<b>2353 Conexiones x 4.13 Hab/Casa</b>	<b>9,718</b>
3. Cálculo en Base a Datos Catastro Proyecto NIC/021	<b>2581 Acomet. x 4.13 Hab/Casa</b>	<b>10,660</b>

Consultado respecto a la disparidad de los datos de población según la fuente, el Contratante proporcionó como dato a utilizar de población al año 2009, un valor de 10,671 habitantes y un índice de hacinamiento de 4.13 hab/casa de acuerdo con los resultados del censo nacional del año 1,995.

De acuerdo con la tendencia de crecimiento observada en Condega, la Alcaldía Municipal prevé que la mancha urbana, sin tener como base un plan de desarrollo urbano, se oriente hacia el sector norte de la ciudad, actualmente en ese sector se está desarrollando el barrio Valle de Jesús y se sugiere un nivel de saturación en los barrios Triunfo de la Revolución, 20 de Septiembre y Moisés Córdoba. Además se tienen planes de desarrollar el asentamiento Villa Trinidad, donde se dispone de 855 lotes, actualmente se han construido un total de 40 viviendas del total proyectada.

Este pronóstico de desarrollo urbano no prevé un extraordinario crecimiento poblacional en Condega, partiendo de este escenario, el Consultor opina que es de esperarse que la población de Condega continúe creciendo al ritmo que ha impuesto la tendencia de crecimiento vegetativo observada durante los últimos 13 años. Esta situación ha sido tomada en cuenta por el Consultor para formular las hipótesis de crecimiento poblacional que se analizan a continuación.

Se prevé que parte del crecimiento vegetativo de la actual población que se asienta de manera formal, será absorbido tanto en las áreas urbanas tradicionales, los asentamientos ya consolidados y futuramente en el sector norte de la ciudad, en las nuevas zonas de expansión en proceso de formación.

Evaluando la tendencia de crecimiento natural presentada en los censos nacionales y datos oficiales del INEC/INIDE, se logra establecer que la tasa de crecimiento natural de Condega se ha comportado de forma decreciente durante los últimos trece años (1995-2008), en comparación con la tendencia de crecimiento del periodo anterior (1971–1995) cuando se registró una fuerte tasa de crecimiento. Se puede razonablemente aceptar que la tendencia anual de los últimos 13 años representa un ritmo predominante en el crecimiento natural de la localidad y corresponde a 2.25% anual.

Sin embargo atendiendo las disposiciones de INAA relativas a la fijación de la tendencia de crecimiento, mismas que no pueden ser menor que 2.5%, El Consultor recomienda adoptar para las proyecciones la tasa de crecimiento mínima fijada por las normas del INAA o sea 2.50% anual.

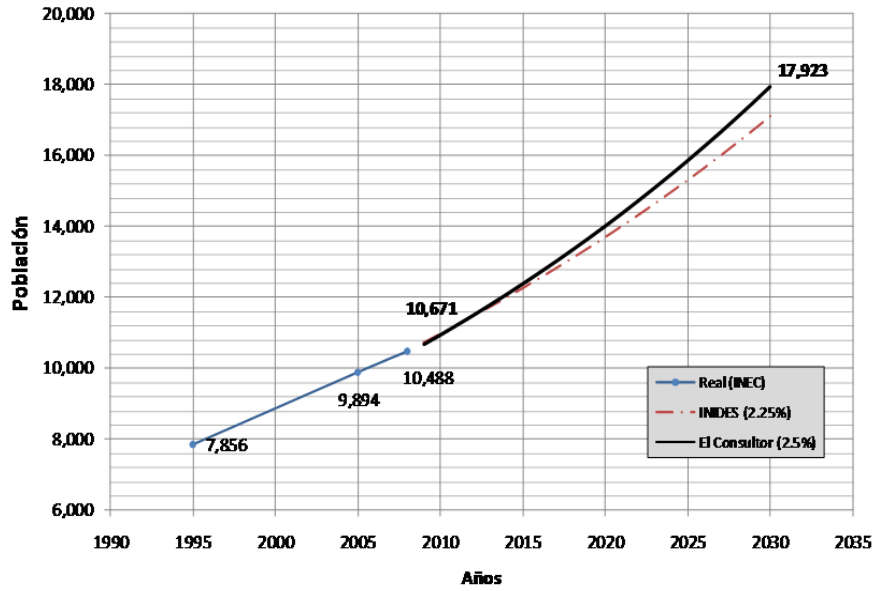
**Tabla 1.5: Proyección de Población para la localidad de Condega.**

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa</b>
<b>2,009</b>	10,671	2.50%
<b>2,010</b>	10,938	2.50%
<b>2,015</b>	12,375	2.50%
<b>2,020</b>	14,001	2.50%
<b>2,025</b>	15,841	2.50%
<b>2,030</b>	17,923	2.50%

De esta forma, el pronóstico de población para el final de periodo de diseño en la localidad de Condega es 17,923 habitantes. En la siguiente figura se grafican los datos de población reportados por los Censos Nacionales y las proyecciones oficiales de INIDE con una tasa de crecimiento del 2.25%, además se incluye la tendencia propuesta por El Consultor con una tendencia del 2.50% anual.



**Figura 1.9: Proyección de Población de Condega**



## 1.9 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE CAUDAL

De acuerdo los resultados obtenidos en el proyecto “DIAGNOSTICO Y PLAN MAESTRO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE OPERADOS POR ENACAL EN LOS DEPARTAMENTOS DE NUEVA SEGOVIA, MADRIZ Y ESTELI”, se recomendó utilizar una dotación de agua de 132 lppd, tanto para fijar la demanda actual, como para estimar la demanda futura de esta localidad.

El resultado se obtiene de la Norma NTON 09 003-99, la que establece que para poblaciones entre 10,000 y 15,000 habitantes, se deberá utilizar una dotación de 113lppd. Para obtener una dotación promedio general, a lo anterior hay que agregarle 7% por consumo comercial, 7% por consumo institucional y 2% por consumo industrial, por lo que la dotación será de 132 lppd.

Por ello, el Consultor ha decidido utilizar 113 lppd como la dotación a adoptar para estimar la demanda actual y futura de esta localidad hasta el año 2022, cuando la población supera la cifra de 15,000 habitantes. Desde ese año se utilizará la dotación inmediata superior según las normas y que corresponde al valor de 132 lppd, que al agregarle los consumos industriales, comerciales e institucionales resulta un valor de 153 lppd, los resultados de consumo de agua potable se tabulan en la tabla No. 1.6 y la producción de aguas residuales en la tabla No. 1.7 y 1.8.

**Tabla 1.6:**  
**Proyección de Consumo de agua potable para la localidad de Condega (Incluye urbanización El Valle de Jesús)**

Año	Población	% de Perdidas Técnicas	Demanda Humana (D.H) (lts/día)		Demanda Institucional				Pérdidas Técnicas (l/día)	Consumo Promedio Total (CPT)		Consumo maximo dia (1.5*CPT)		Consumo maximo hora (2.5*CPT)	
			Dotación (l/hab/día)	Demanda Humana (l/día)	Comercial (l/día)	Industrial (l/día)	Público Institucional (l/día)	Subtotal (l/día)		l/día	lts/s	l/día	l/s	l/día	l/s
2009	10,671	20	113	1205,823.00	84,408	24,116	84,408	192,932	279,751	1678,505.62	19.43	2517,758.42	29.14	4196,264.04	48.57
2010	10,938	20	113	1235,968.58	86,518	24,719	86,518	197,755	286,745	1720,468.26	19.91	2580,702.38	29.87	4301,170.64	49.78
2011	11,211	20	113	1266,867.79	88,681	25,337	88,681	202,699	293,913	1763,479.96	20.41	2645,219.94	30.62	4408,699.91	51.03
2012	11,491	20	113	1298,539.48	90,898	25,971	90,898	207,766	301,261	1807,566.96	20.92	2711,350.44	31.38	4518,917.40	52.30
2013	11,779	20	113	1331,002.97	93,170	26,620	93,170	212,960	308,793	1852,756.14	21.44	2779,134.20	32.17	4631,890.34	53.61
2014	12,073	20	113	1364,278.05	95,499	27,286	95,499	218,284	316,513	1899,075.04	21.98	2848,612.56	32.97	4747,687.60	54.95
2015	12,375	20	113	1398,385.00	97,887	27,968	97,887	223,742	324,425	1946,551.92	22.53	2919,827.87	33.79	4866,379.79	56.32
2016	12,684	20	113	1433,344.62	100,334	28,667	100,334	229,335	332,536	1995,215.71	23.09	2992,823.57	34.64	4988,039.28	57.73
2017	13,002	20	113	1469,178.24	102,842	29,384	102,842	235,069	340,849	2045,096.11	23.67	3067,644.16	35.51	5112,740.27	59.18
2018	13,327	20	113	1505,907.69	105,414	30,118	105,414	240,945	349,371	2096,223.51	24.26	3144,335.26	36.39	5240,558.77	60.65
2019	13,660	20	113	1543,555.39	108,049	30,871	108,049	246,969	358,105	2148,629.10	24.87	3222,943.64	37.30	5371,572.74	62.17
2020	14,001	20	113	1582,144.27	110,750	31,643	110,750	253,143	367,057	2202,344.82	25.49	3303,517.24	38.24	5505,862.06	63.73
2021	14,351	20	113	1621,697.88	113,519	32,434	113,519	259,472	376,234	2257,403.44	26.13	3386,105.17	39.19	5643,508.61	65.32
2022	14,710	20	113	1662,240.32	116,357	33,245	116,357	265,958	385,640	2313,838.53	26.78	3470,757.80	40.17	5784,596.33	66.95
2023	15,078	20	132	1990,275.36	139,319	39,806	139,319	318,444	461,744	2770,463.30	32.07	4155,694.95	48.10	6926,158.26	80.16
2024	15,455	20	132	2040,032.24	142,802	40,801	142,802	326,405	473,287	2839,724.89	32.87	4259,587.33	49.30	7099,312.21	82.17
2025	15,841	20	132	2091,033.05	146,372	41,821	146,372	334,565	485,120	2910,718.01	33.69	4366,077.01	50.53	7276,795.02	84.22
2026	16,237	20	132	2143,308.88	150,032	42,866	150,032	342,929	497,248	2983,485.96	34.53	4475,228.94	51.80	7458,714.89	86.33
2027	16,643	20	132	2196,891.60	153,782	43,938	153,782	351,503	509,679	3058,073.11	35.39	4587,109.66	53.09	7645,182.77	88.49
2028	17,059	20	132	2251,813.89	157,627	45,036	157,627	360,290	522,421	3134,524.93	36.28	4701,787.40	54.42	7836,312.33	90.70
2029	17,486	20	132	2308,109.24	161,568	46,162	161,568	369,297	535,481	3212,888.06	37.19	4819,332.09	55.78	8032,220.14	92.97
2030	17,923	20	132	2365,811.97	165,607	47,316	165,607	378,530	548,868	3293,210.26	38.12	4939,815.39	57.17	8233,025.65	95.29

**Tabla 1.7:**  
**Producción de aguas residuales de la red interna del casco urbano.**

Año	Población fija	Población del Valle de Jesús	Población de diseño	Demanda humana (D.H)		Caudal de Aguas Residuales (Qm) (0.80*D.H) (l/s)	Factor de Harmon $F.H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$	Produccion de Aguas Residuales		Caudal de infiltración (l/s)	Demanda Institucional				Caudal de diseño (l/s)
				l/día	l/s			Q. min. (l/s) (1/5*Qm)	Q. max. (l/s) (F.H*Qm)		Comercial (l/s)	Industrial (l/s)	Público Institucional (l/s)	Subtotal (l/s)	
2009	10671	610	10061	1136,935	13.16	10.53	2.93	2.11	30.81	0.60	0.74	0.21	0.74	1.68	33.09
2010	10938	610	10328	1167,081	13.51	10.81	2.92	2.16	31.51	0.60	0.76	0.22	0.76	1.73	33.84
2011	11211	610	10602	1197,980	13.87	11.09	2.91	2.22	32.23	0.60	0.78	0.22	0.78	1.77	34.60
2012	11491	610	10882	1229,652	14.23	11.39	2.89	2.28	32.96	0.60	0.80	0.23	0.80	1.82	35.38
2013	11779	610	11169	1262,115	14.61	11.69	2.88	2.34	33.70	0.60	0.82	0.23	0.82	1.87	36.17
2014	12073	610	11464	1295,390	14.99	11.99	2.87	2.40	34.46	0.60	0.84	0.24	0.84	1.92	36.98
2015	12375	610	11765	1329,497	15.39	12.31	2.86	2.46	35.23	0.60	0.86	0.25	0.86	1.97	37.80
2016	12684	610	12075	1364,457	15.79	12.63	2.85	2.53	36.03	0.60	0.88	0.25	0.88	2.02	38.65
2017	13002	610	12392	1400,291	16.21	12.97	2.84	2.59	36.83	0.60	0.91	0.26	0.91	2.07	39.51
2018	13327	610	12717	1437,020	16.63	13.31	2.83	2.66	37.65	0.60	0.93	0.27	0.93	2.13	40.38
2019	13660	610	13050	1474,668	17.07	13.65	2.82	2.73	38.49	0.60	0.96	0.27	0.96	2.18	41.28
2020	14001	610	13392	1513,257	17.51	14.01	2.81	2.80	39.35	0.60	0.98	0.28	0.98	2.24	42.19
2021	14351	610	13742	1552,810	17.97	14.38	2.80	2.88	40.22	0.60	1.01	0.29	1.01	2.30	43.12
2022	14710	610	14100	1593,353	18.44	14.75	2.79	2.95	41.11	0.60	1.03	0.30	1.03	2.36	44.07
2023	15078	610	14468	1909,805	22.10	17.68	2.78	3.54	49.09	0.60	1.24	0.35	1.24	2.83	52.52
2024	15455	610	14845	1959,562	22.68	18.14	2.77	3.63	50.17	0.60	1.27	0.36	1.27	2.90	53.67
2025	15841	610	15232	2010,562	23.27	18.62	2.75	3.72	51.28	0.60	1.30	0.37	1.30	2.98	54.85
2026	16237	610	15628	2062,838	23.88	19.10	2.74	3.82	52.40	0.60	1.34	0.38	1.34	3.06	56.06
2027	16643	610	16033	2116,421	24.50	19.60	2.73	3.92	53.55	0.60	1.37	0.39	1.37	3.14	57.29
2028	17059	610	16450	2171,343	25.13	20.11	2.72	4.02	54.73	0.60	1.41	0.40	1.41	3.22	58.54
2029	17486	610	16876	2227,639	25.78	20.63	2.71	4.13	55.92	0.60	1.44	0.41	1.44	3.30	59.82
2030	17923	610	17313	2285,341	26.45	21.16	2.72	4.23	57.46	0.93	1.48	0.42	1.48	3.39	61.78

**Tabla 1.8: Producción de aguas residuales de la red interna del Valle de Jesús**

Año	Población	Demanda humana (D.H)		Caudal de Aguas Residuales (Qm) (0.80*D.H) (l/s)	Factor de Harmon $F.H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$		Produccion de Aguas Residuales		Caudal de infiltración (l/s)	Demanda Institucional				Caudal de diseño (l/s)
		l/dia	l/s		Calculado	Diseño	Q. min. (l/s) (1/5*Qm)	Q. max. (l/s) (F.H*Qm)		Comercial (l/s)	Industrial (l/s)	Público Institucional (l/s)	Subtotal (l/s)	
2030	610	80,470.61	0.93	0.75	3.93	3.00	0.15	2.24	0.03	0.05	0.01	0.05	0.12	2.38

Debido a las condiciones topográficas del casco urbano de la ciudad de Condega, la producción de aguas residuales comprende dos partes, la correspondiente al casco urbano de dicha ciudad y la del barrio El Valle de Jesús, ambos caudales de aguas residuales serán conducidos de manera independiente hacia la planta de tratamiento.

La población para final del periodo de diseño, considerada para el casco urbano es de 17,313.37 habitantes y para El Valle de Jesús es de 609. 63 habitantes, para un total 17,923.00 habitantes.

Para la evacuación total de las aguas residuales hacia el sistema de tratamiento, el sistema de red de recolección se dividió en dos partes:

- La producción de las aguas residuales de la población del casco urbano se concentraron en un pozo húmedo localizado en la parte este de los predios de "Los Guillenes" para luego ser evacuados mediante una estación de bombeo y línea de impulsión hacia la planta de tratamiento.
- La evacuación de las aguas residuales de la urbanización Valle de Jesús, se realizará por gravedad, hacia la planta de tratamiento.
- En resumen las aguas residuales totales de la ciudad de Condega, ingresarán a la planta de tratamiento a través de dos líneas de conducción, una por bombeo y una por gravedad

## 1.10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS COMPONENTES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO (RAS).

Debido a las condiciones topográficas del terreno de la ciudad de Condega, El Consultor presentó en el informe conceptual la alternativa para conducir el agua residual hacia el sitio donde se emplazarán las obras del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega.

La alternativa de conducción hasta la PTAR consiste en la recolección del agua cruda por gravedad hacia pozo húmedo localizado en la zona Este de Condega, en la margen Oeste del Río Estelí, las aguas servidas se colectarán en un pozo húmedo y serán bombeadas hasta la PTAR a través de una línea de 15 pulgadas de diámetro y con una longitud de 2,400 m. En la figura 1.11 se muestra el concepto de la alternativa descrita:



**Figura 1.10: Alternativa de Conducción**

El sistema de recolección será de tipo separado, es decir, está diseñado para captar y conducir únicamente los gastos de aguas residuales más el caudal de infiltración producido por las aguas pluviales que penetran al sistema de alcantarillado, tanto por las tapas de los PVS como por infiltración en las juntas de tuberías. Bajo ningún concepto se permitirá la evacuación de las aguas pluviales de los patios y drenajes, a través del sistema de alcantarillado sanitario.

El período de diseño para el sistema de recolección será de 20 años (2010 – 2030), el cual se fundamenta principalmente en la durabilidad del material de las tuberías y accesorios que componen el sistema, y en la población de diseño, que se ha considerado como la población de saturación del área a servir.

El 100% de las tuberías de la recolección a emplear en la construcción del sistema de alcantarillado serán de PVC-SDR-41, a excepción del tramo que impulsará las aguas residuales del pozo húmedo hacia la planta de tratamiento que será PVC-SDR-26 y 375 mm.

- **Red de recolección**

El sistema propuesto fue diseñado utilizando una combinación de criterios de diseño tradicional y simplificado, en función de lograr un diseño económico, funcional y factible de ser construido y operado.

De manera general, se garantizo un velocidad a tubo lleno de 0.60m/s y de 0.45m/s con el caudal de diseño, excepto en algunos tramos que por su poco caudal fue imposible lograr dichas velocidades, sin embargo, se trato de garantizar para dichos tramos, velocidades entre 0.35 y 0.40m/s.

El sistema de alcantarillado sanitario de la localidad de Condega constará de una red de recolección de aguas residuales con una longitud de 27,658.10 m aproximadamente de tubería de PVC SDR – 41, compuesta de:

<b>Diámetro ( mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>
150mm	26,157.30
200mm	958.35
250mm	264.7
300mm	277.75

La red de alcantarillado sanitario evacuará las aguas residuales de la localidad en dirección de sur a norte.

- **Línea de impulsión**

La línea de impulsión para conducir las aguas servidas del cárcamo de bombeo, presenta una longitud de 2,400.00 con un diámetro de  $\Phi$ -380mm.

Como se ha expresado con anterioridad la red se trazó siguiendo el sentido del drenaje natural del terreno, el cual de forma general corre en dirección Oeste - Este en dirección al río Estelí.



- **Trazado de la red y sentido del flujo**

Como se ha expresado con anterioridad la red se trazó siguiendo el sentido del drenaje natural del terreno, el cual de forma general corre en dirección Oeste - Este en dirección al río Estelí.

- **Pozos de Visita**

Se construirán 371 pozos de visita para la red, se deberán ubicar pozos de visita (PV), en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales".

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

Con equipo técnicamente avanzado		Con equipo tradicional	
Diámetro (plg.)	<b>Separación máxima (m)</b>	<b>Diámetro (plg.)</b>	Separación máxima (m)
<b>6 a 15</b>	150	6 a 15	<b>100</b>
<b>18 y mayores</b>	<b>200</b>	<b>18 y mayores</b>	<b>120</b>

El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos. El diámetro interno mínimo del pozo será 1.20 m.

El pasaje del agua a través del pozo de visita deberá efectuarse mediante canales que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y la salida de los tubos aguas abajo. Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.

El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.

El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

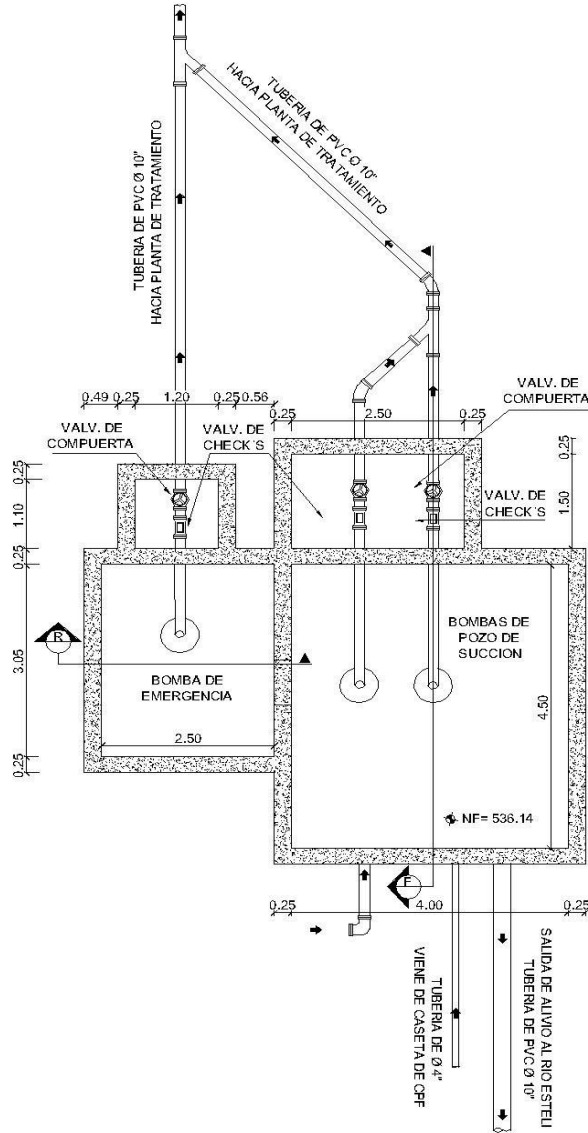
- **Estación de bombeo.**

Dadas las condiciones topográficas de la localidad de Condega, se ha hecho uso de una estación de bombeo que impulse las aguas residuales hacia la PTAR, para efectos de mantenimiento se han propuestos dos equipos de bombeo de 40 HP de potencia cada uno.

**Tabla 1.9: Dimensiones del cárcamo de bombeo y cárcamo de bombeo de emergencia.**

Dimensiones del cárcamo de bombeo		Dimensiones del cárcamo de bombeo de emergencia	
Ancho (m)	4.5	Ancho(m)	2.5
Largo (m)	4	Largo(m)	3.05
Altura de volumen útil a bombear (m)	4.91	Altura de volumen útil a bombear (m)	3.5
Volumen a bombear (m <sup>3</sup> )	63	Volumen a bombear (m <sup>3</sup> )	37.44
Caudal máximo (l/s)	57.46		
Caudal de la bomba (l/s)	60.33		

**Figura 1.11: Vista de planta del cárcamo de bombeo de la localidad de Condega.**

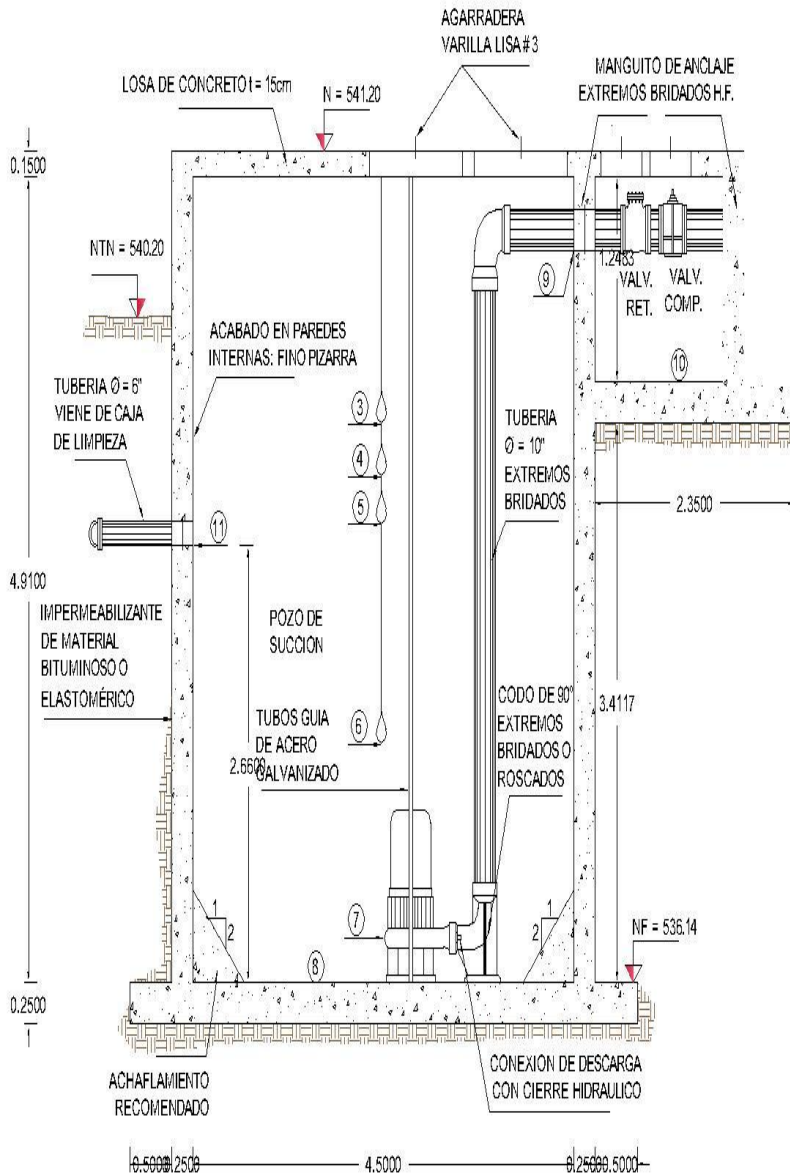


PLANTA AMPLIADA DE PRETRATAMIENTO Y  
 DE LA ESTACION DE BOMBEO - A

PT-26

59

**Figura 1.12: Detalle de cárcamo de bombeo.**



NIVELES OPERACIONALES EN POZO HUMEDO

ID	DESCRIPCION	NIVEL
NT	NIVEL DE TAPA	541.20
NTN	NIVEL DE TERRENO NATURAL	540.20
①	NIVEL DE INGRESO - VIENE DE RED PROPUESTA (POZO 550)	539.71
②	NIVEL DE ENTRADA A POZO DE SUCCION	539.84
③	NIVEL DE INVERT DE SALIDA HACIA POZO DE EMERGENCIA	539.54
④	NIVEL DE ENCENDIDO DEL EQUIPO 2 EN ASCENSO	539.22
⑤	NIVEL DE ENCENDIDO DEL EQUIPO 1 EN ASCENSO	538.93
⑥	NIVEL DE APAGADO B1+B2	537.59
⑦	NIVEL DE ENTRADA A BOMBAS	538.42
⑧	NIVEL DE FONDO DEL POZO DE SUCCION Y DE EMERGENCIA	538.14
⑨	NIVEL DE TUBERIA DE IMPULSION (CENTRO)	540.80
⑩	NIVEL DE FONDO DE CAJA DE VALVULAS	539.80
⑪	NIVEL DE INGRESO - VIENE DE CAJA DE LIMPIEZA	538.80

- **Ciclo del bombeo.**

El período entre encendido del equipo no debe ser menor a 15 minutos, las aguas residuales no deben de permanecer más de 30 minutos en el cárcamo y este debe de funcionar todo el tiempo con un volumen de agua, el cual evita que la bomba opere en seco.

- **Evacuación de las aguas residuales de la urbanización del Valle de Jesús.**

El drenaje del Valle de Jesús se realizará con una línea que descargue por gravedad hacia la PTAR. La condición topográfica de esta zona hace que se forme un sifón invertido en el trazo de la línea de conducción.

Las aguas residuales del Valle de Jesús serán recolectadas en el PVS-614, y desde este punto drenadas por gravedad hacia la PTAR, el caudal de diseño del Valle de Jesús, a fin de que no exista sedimentación en el tubo se consideran dos velocidades en el tubo entre 0.90 m/s hasta 4 m/s será de 0.06 m.

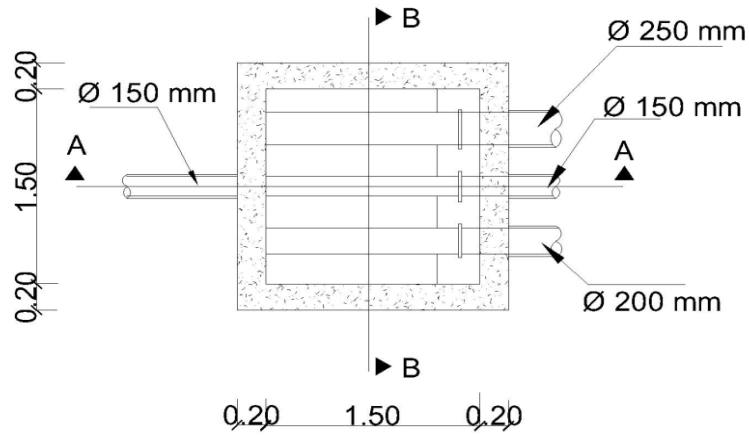
Se propone el emplazamiento de un sifón con dos cámaras, una de entrada y otra de salida, siendo el nivel de entrada de la primera superior al de la segunda. La conexión entre ambas cámaras se realizará por medio de tres tuberías, esto con el fin de que cuando las tuberías de diámetros inferiores sean colmatadas por sedimento u obstáculos, las tuberías de diámetro superior drenen las aguas servidas.

El presente diseño se ha realizado para la condición más crítica, es decir para el diámetro inferior de 6 pulgadas, siendo las otras tuberías de 8 y 10 pulgadas, respectivamente (**ver figuras No.1.13, y 1.14**).

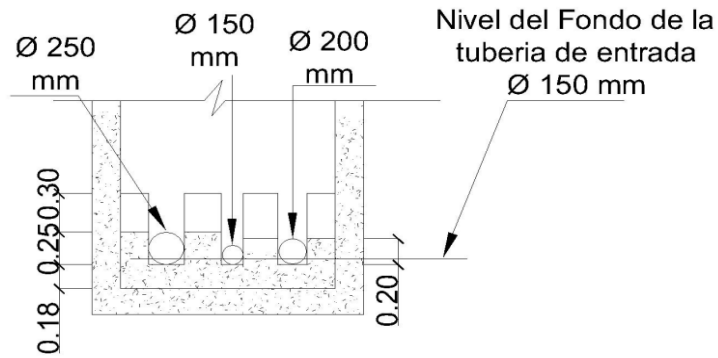
A fin de que el sifón funcione adecuadamente, la carga existente aguas arriba del sifón debe ser mayor en todo momento que, las pérdidas locales y por rozamiento que se producen en este.

En las figuras 1.13 y 1.14 y se muestran el detalle de las cámaras de entrada y salida al sifón.

**Figura 1.13: Cámara de entrada al sifón**



**DETALLE A  
PLANTA DE CAMARA DE ENTRADA**



**SECCION B-B**

**Figura 1.14: Cámara de salida al sifón**

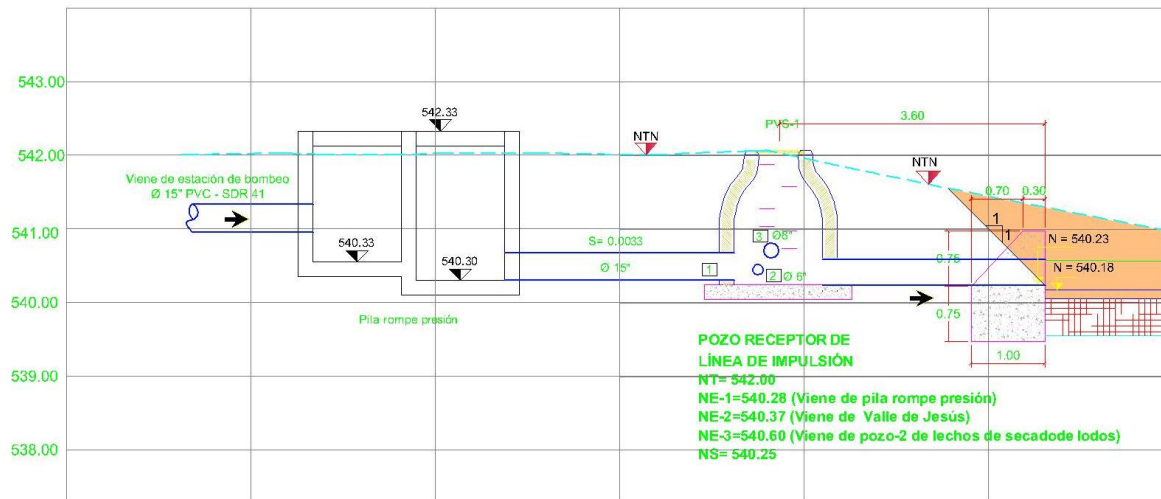
- **Pila rompe presión.**

Existe una presión de llegada de 23 mca, a fin de disminuir esta presión de llegada a la PTAR, se propone el emplazamiento de una pila rompe presión con las siguientes dimensiones:

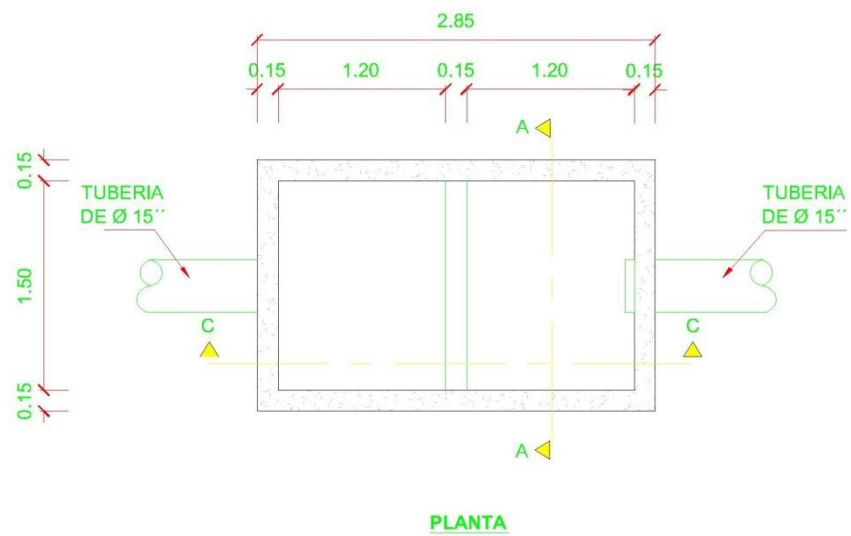
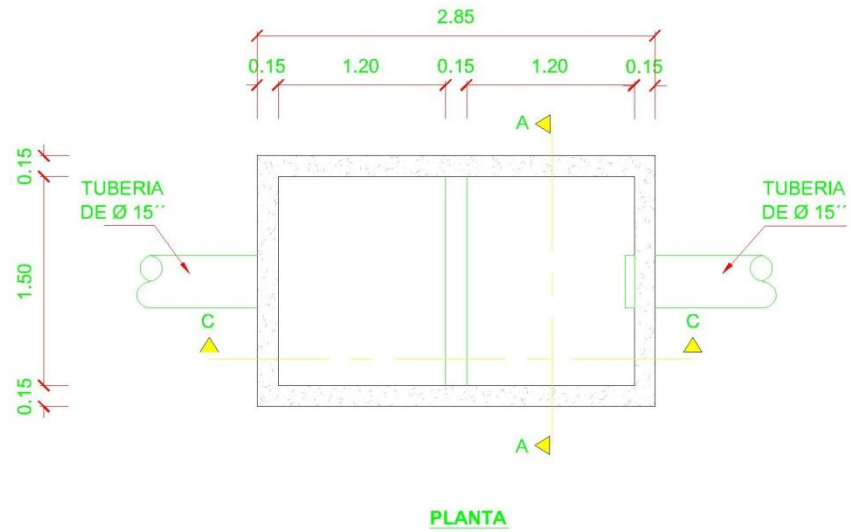
<b>Ancho (m) =</b>	<b>1.5</b>
<b>Largo (m) =</b>	2.55
<b>Alto (m) =</b>	1.83
<b>Nivel de invert de tubo afluente (msnm) =</b>	540.75
<b>Nivel de fondo (msnm)</b>	540.3
<b>Invert tubo efluente (msnm)=</b>	540.3
<b>Invert de llegada a PVS "1" (msnm) =</b>	540.25

En las figuras 1.15 y 1.16 se muestran en detalle las dimensiones de dicha pila.

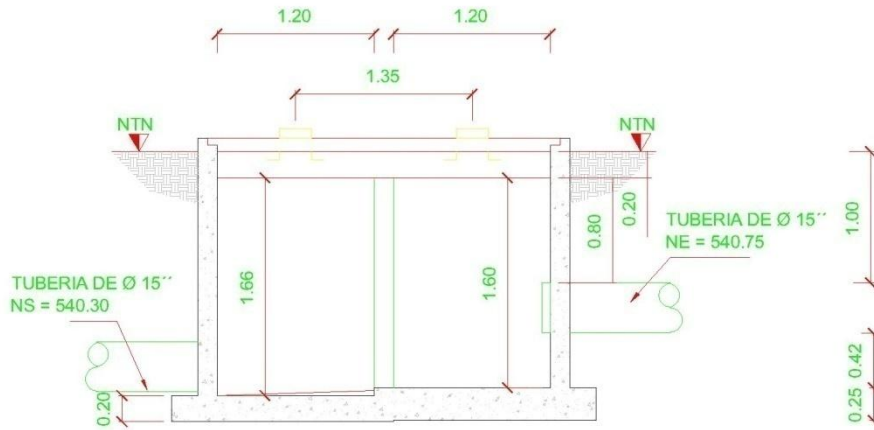
**Figura 1.15: Perfil de pila rompe presión.**



**Figura 1.16: Vista de planta y corte de pila rompe presión.**







SECCION C-C

## 1.11 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

El Consultor en el informe conceptual, presentó cinco (5) alternativas de sistemas de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Condega, siendo estas:

- Reactor Anaeróbico de Lecho de Lodos de Flujo Ascendente UASB + Lagunas facultativas + Desinfección.
- Reactor Anaeróbico de Lecho de Lodos de Flujo Ascendente UASB + Humedales de Flujo sub superficial + Desinfección.
- Tanque Imhoff + Laguna de estabilización + desinfección
- Tanques Imhoff + humedales + desinfección

Para dicho análisis se consideraron los siguientes criterios de evaluación:

Tasa de Capital Local/Extranjero

- Costos de operación y mantenimiento
- Requerimiento de energía eléctrica
- Requerimiento de Operadores y personal Tecnificado.
- Complejidad de Operación y Control.
- Calidad del Efluente.
- Disponibilidad de Equipos y Materiales Locales.
- Requerimiento de Áreas de Terrenos.
- Construcción por Etapas.
- Usos Benéficos Adicionales.
- Requerimiento de pre tratamiento y tratamiento de lodos
- Contaminación Potencial de Aguas Subterráneas y Superficial.
- Exposición de Trabajadores
- Costo de la alternativa

Habiéndose concluido en consenso con funcionarios de ENACAL, que la alternativa a diseñar para la ciudad de Condega consistirá en: **Reactor Anaeróbico de Lecho de Lodos de Flujo Ascendente UASB + Lagunas de maduración.**

El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de Condega, básicamente consistirá en los siguientes componentes:

<b>Tratamiento Preliminar:</b>	(Reja y Desarenador)
<b>Tratamiento Primario:</b>	(UASB)
<b>Tratamiento Secundario:</b>	Lagunas de maduración

El sistema de tratamiento propuesto cumplirá con el Decreto 33-95 artículo 22 y 23, si el efluente de la planta vertido al río Estelí ha sido tratado de la manera adecuada y correspondiente a las proyecciones de diseño.

En la siguiente figura se representa el diagrama de flujo de las etapas del STAR propuesto:

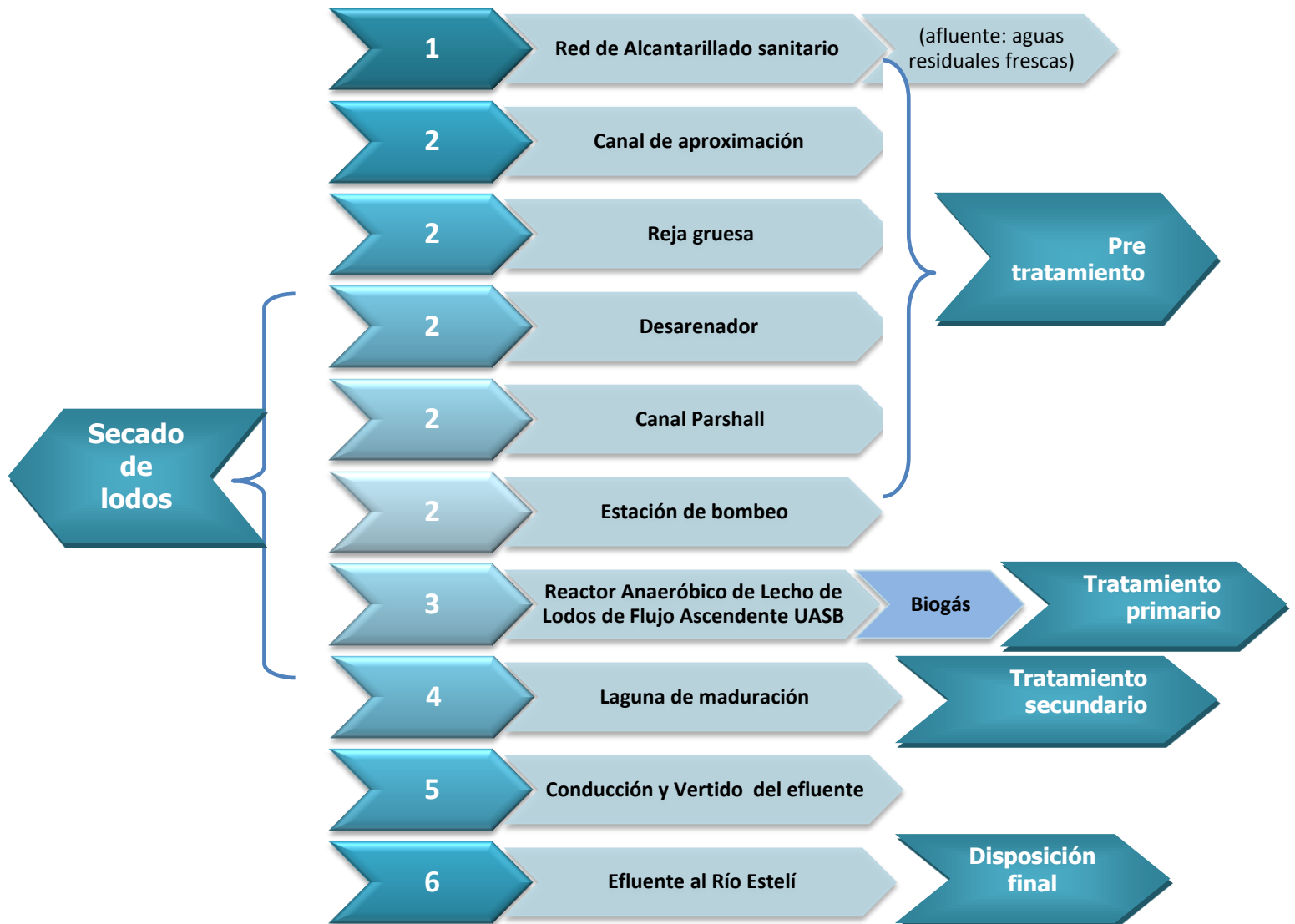


Figura 1.17: Diagrama de flujo del STAR.

### 1.11.1 Pre tratamiento

- **Estructuras de entrada**

Con el fin de evitar el atascamiento de los equipos de bombeo, se decidió realizar el pre tratamiento antes de descargar las aguas residuales al pozo húmedo, para lograr separar del agua residual, la mayor cantidad de sólidos flotantes que por su naturaleza (piedras, trapos, etc.) o por su tamaño (ramas, latas, etc.) crean problemas en los tratamientos posteriores tales como obstrucción de tuberías y bombas, depósitos de arenas, rotura de equipos.

Las estructuras de pre tratamiento propuestas cuentan de los siguientes componentes: Canal de aproximación, Reja gruesa, Desarenador, y Medidor Parshall.

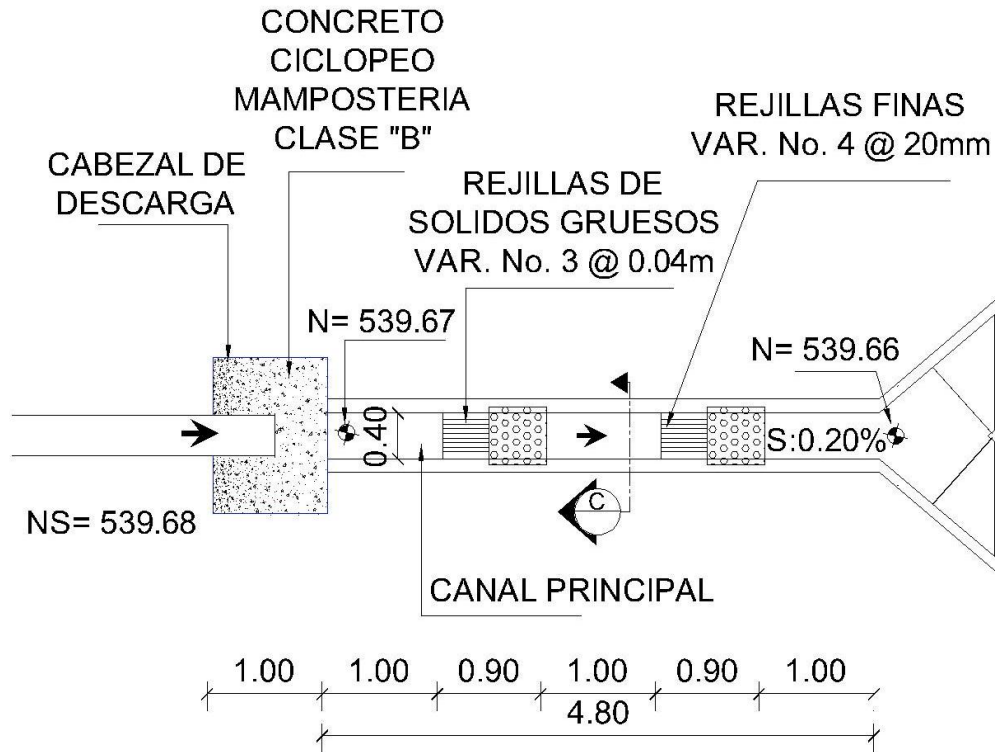
- **Canal de aproximación.**

El agua residual colectada en la RAS es conducida hasta el STAR por medio de una tubería de **12 pulgadas** de diámetro (**300 mm**), la cual ingresa a un canal de concreto de de 0.40 m de ancho y altura variable, será de concreto reforzado con sección hidráulica mínima de 0.40x0.40 metros, de 5.0 m de largo, alineación y pendiente definida en los planos constructivos.

La unión entre la tubería colectora y el canal consistirá en un cabezal de descarga de concreto ciclópeo con dimensiones de **1 m x 2m**

Estas estructuras están dimensionadas para prestar servicio al 100% de la población de la ciudad de Condega al final del periodo de diseño en el año 2030.

En la figura 1.18 se presentan las dimensiones del canal de aproximación.



**Figura 1.18: Dimensionamiento del canal de aproximación**

- **Rejas para remoción de sólidos flotantes.**

En el canal de entrada se dispondrá un sistema de cribado o separación de sólidos de tamaños superiores a 20 mm, las dimensiones de este cribado se estiman utilizando la metodología de operación y mantenimiento de rejillas en manual de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de la GTZ.

La construcción e instalación en el canal de una rejilla de acero constituida por 9 varillas de ½ pulgadas, separadas 0.04 metros. Las rejas serán de acero de tipo removible, para garantizar la remoción de materiales gruesos y flotantes y la limpieza de las mismas. Además, se construirá e instalará una plataforma de acero para escurrir el agua de los sólidos, el detalle se presenta en la figura 1.19.

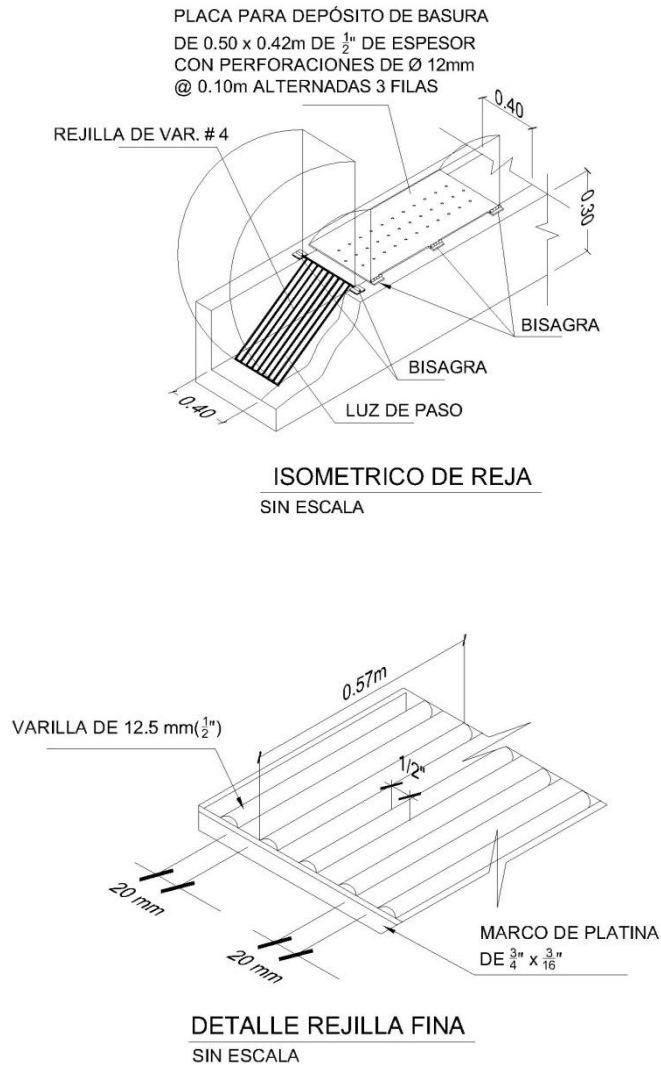


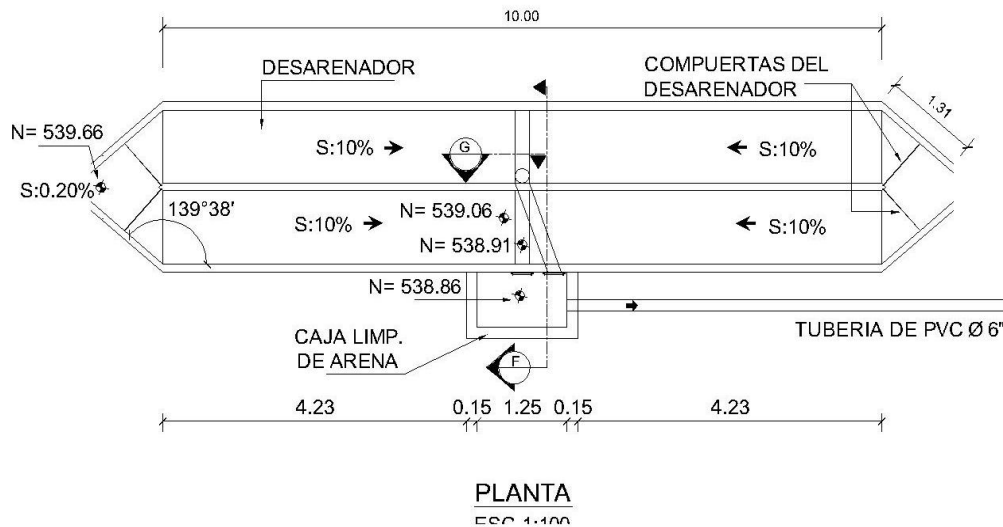
Figura 1.19: Plataforma de acero para escurrir el agua de los sólidos.

- **Desarenador**

Una vez retenido el material flotante en las rejas, se instalará un desarenador para retener el material sedimentable constituido por arenas para impedir su ingreso a la Laguna de maduración.

El desarenador será de concreto de sedimentación simple, con doble cámara cada una de 1.0 metro de ancho por 10.0 metros del longitud, de concreto reforzado con el fin de remover partículas sedimentables tales como gravas y arenas, de tal manera que estas no utilicen espacio en la laguna de maduración. En la parte media se instalará una caja para colectar la arena con dimensiones de **1.25 x 0.75 x 1.1 m.** construido de concreto reforzado.

**Figura 1.20: Dimensionamiento del desarenador**



- **Medición de caudal**

A la entrada de planta de tratamiento se instalará un canal de tipo Parshall de fibra de vidrio (Se requiere una canaleta Parshall con ancho de garganta -W de 152 mm) que medirá todo el caudal del agua cruda. Debido al caudal que se va a medir, se seleccionó un canal Parshall con las dimensiones siguientes:

**Tabla 1.10: Dimensiones de la Canaleta Parshall**

Descripción	Dimensión	Unidades
<b>W</b>	0.152	m
<b>A</b>	0.621	m
<b>2/3 A</b>	0.41	m
<b>B</b>	0.457	m

En el **ANEXO B** se detallan los cálculos para seleccionar el ancho de garganta de la canaleta Parshall. En la figura 1.21 se muestra un esquema de las dimensiones de la canaleta.

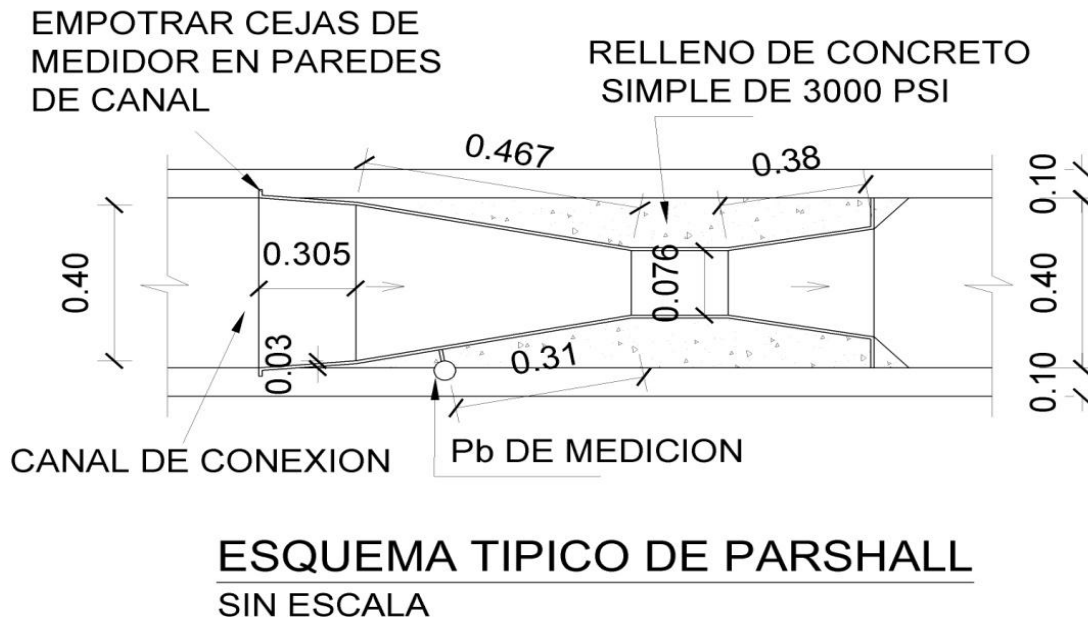


Figura 1.21: Detalles de canaleta Parshall.

### 1.11.2 Tratamiento primario

- **Calidad de aguas crudas**

En vista de la inexistencia del sistema de alcantarillado sanitario en la ciudad de Condega, no se cuenta con información de las aguas residuales producidas, por lo que se ha recopilado información reciente (2009-2010), proporcionada por la Gerencia Ambiental de ENACAL de aquellas localidades que si cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario tales como: Estelí, Ocotal, Chichigalpa, El Viejo, Masatepe, Jinotepe, Camoapa, León / San Carlos, La Paz Centro, San Rafael del Norte Z-3, San Rafael del Norte Z- 5 C. Darío - San Pedro No. 1, C. Darío – Laborío y Ciudad Sandino

Para el cálculo de la eficiencia de los procesos de tratamiento del UASB + LAGUNA DE MADURACION, se ha considerado a la entrada al UASB las características de aguas crudas principalmente de materia orgánica ( $DBO_5$ ), indicadas en las ciudades en referencia.

Se ha considerado a la entrada del tanque UASB, el valor de DBO promedio de los valores máximos de la serie de datos y el valor resultante en la ciudad de Estelí.

Se ha considerado la eficiencia de tratamiento de la planta existente UASB de Managua Ciudad Sandino.



**Tabla 1.11: Parámetro de afluente y efluente para los tanques UASB.**

<b>Parámetros</b>	<b>Afluente al tanque UASB</b>	<b>Eficiencia (%)</b>	<b>Calidad del efluente de UASB</b>	<b>Decreto 33-95*</b>
<b>PH</b>				6 - 9
<b>DBO5 – mg/l</b>	489	50	245	110
<b>DQO-mg/l</b>	1,015	70	304.50	220
<b>Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)</b>	720	75	180	100
<b>E.Coli.- NMP/100mm</b>	1E+7	85	1.5E+6	1,000.00
<b>Grasas y Aceites</b>	60	60	24	20

\* Decreto 33-95 Artículos Capítulo VI artículos 22 y 23

- **Datos de entrada para la elaboración del diseño de los reactores UASB.**

**Tabla 1.12: Parámetros de dimensionamiento de tratamiento UASB**

<b>Criterios</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Población de diseño	17,923	Habitantes
Caudal mínimo (Qmin)	4.38	l/s
Caudal medio (Qmed)	21.91	l/s
Caudal máximo (Qmax)*	43.81	l/s
Número de digestores	2	Unidades
Capacidad de cada digestor	8,961	Habitantes
Altura máxima del digestor	6	m
Borde libre del digestor	0.5	m
Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	6 h - 9 h	
Carga orgánica volumétrica (COV)	1 - 3.5	KgDQO/m <sup>3</sup> *d

**\*Se asume como caudal máximo el doble del caudal medio**

**Tabla 11.13: Dimensiones propuestas para cada reactor**

<b>Ancho(m)</b>	<b>4</b>
<b>Largo(m)</b>	15
<b>Alto(m)</b>	6
<b>Área total requerida(m<sup>2</sup>)</b>	60
<b>Volumen(m<sup>3</sup>)</b>	360
<b>Tiempo de retención hidráulica,TRH(hr)</b>	9.13

- **Estructura de entrada de afluente al sistema de tratamiento UASB.**

Después de finalizado el proceso de pretratamiento el caudal ingresará a un canal distribuidor de aguas pretratadas de flujo para cada reactor. Las aguas pretratadas serán distribuidas a cada reactor a través de dos canales distribuidores, situados en la parte superior y lateral de los reactores, cada canal recolector verterá las aguas pretratadas hacia una caja de reparto de caudales, por medio de vertederos triangulares los cuales aseguran una repartición constante de caudal al reactor por medio de tubos difusores.

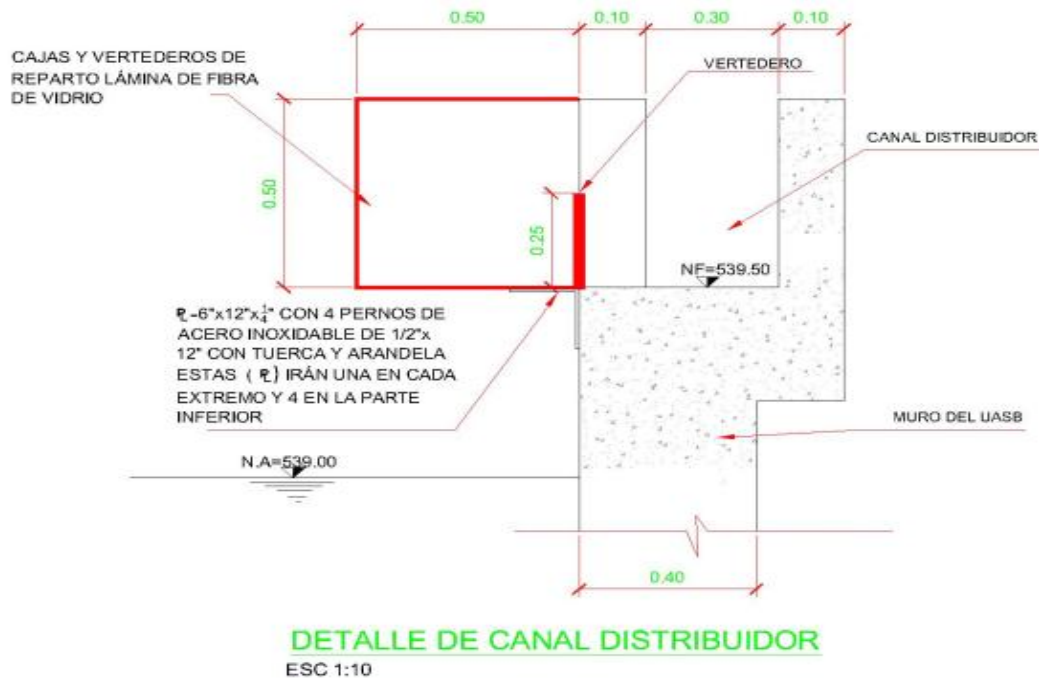
En la tabla 1.10 se presentan los cálculos de dimensionamiento de los canales recolectores, para las condiciones de caudal mínimo, medio y máximo.

**Tabla 1.14: Cálculo hidráulico canal distribuidor para condiciones de caudal mínimo, medio y máximo**

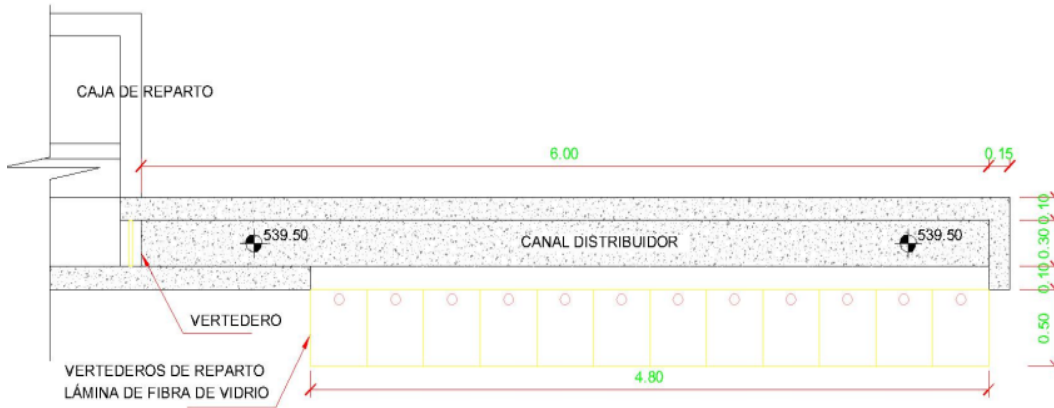
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad en canal propuesta (m/s)	Área calculada m <sup>2</sup>	Área propuesta m <sup>2</sup>
<b>Q<sub>mi</sub>=0.001095</b>	0.1	0.011	
<b>Q<sub>me</sub>=0.0055</b>	0.1	0.055	
<b>Q<sub>máx</sub>=0.0110</b>	0.1	0.110	0.30 m X .50 m

Se propone que los canales de recolección tengan una dimensión de 0.30 m de ancho por 0.50 m de alto, la caja de reparto tendrá las dimensiones de 0.40 m de ancho por 0.5 m de alto. Ver figuras 1.22 y 1.23.

**Figura 1.22: Detalle canal distribuidor y caja de reparto de aguas pre tratadas.**



**Figura 1.23: Detalle de planta de canal distribuidor y caja de reparto de aguas pretratadas.**



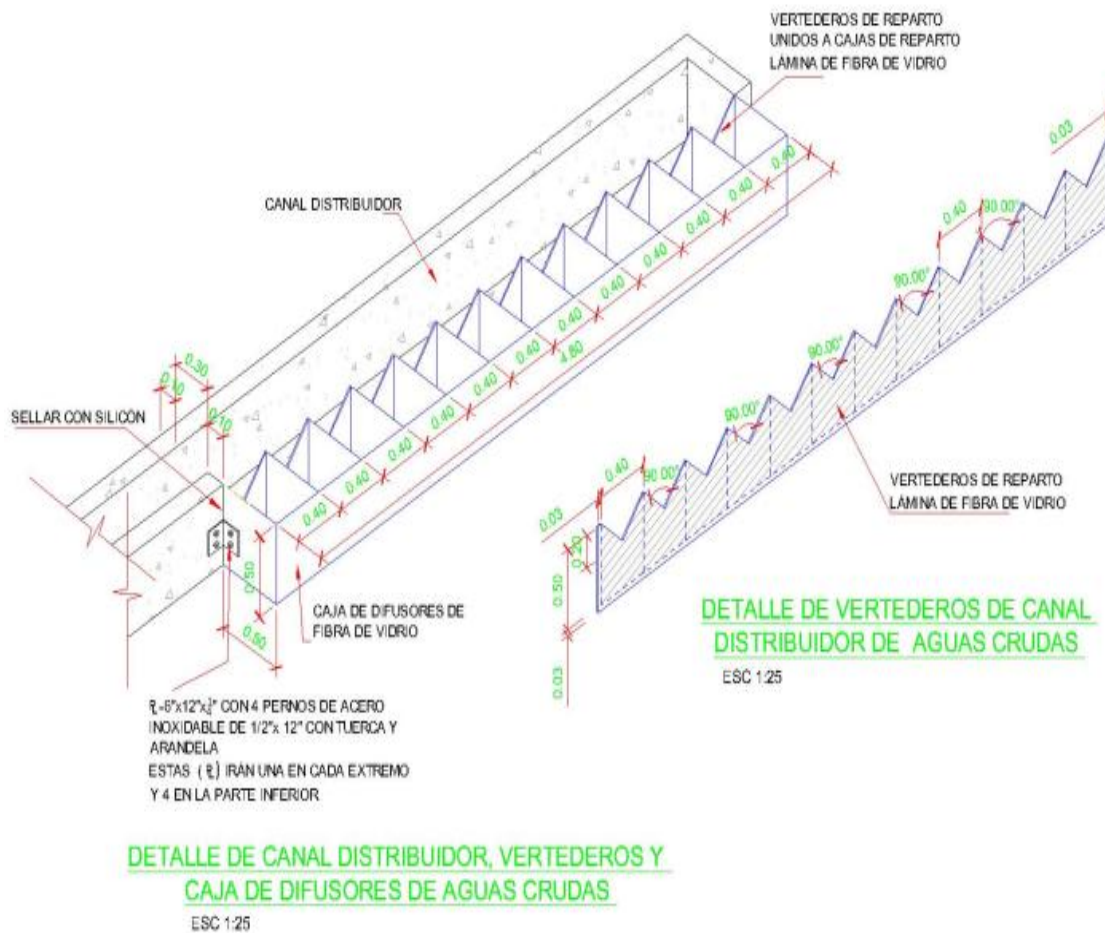
**CANAL DISTRIBUIDOR DE AGUAS CRUDAS**

ESC 1:25

La transición del canal distribuidor a la caja de reparto se realizará a través de 12 vertederos triangulares, a continuación se presenta el cálculo de la altura de agua (H) en el vertedero

<b>Ancho de cada vertedero =</b>	<b>0.5</b>	<b>m</b>
<b>Alto de cada vertedero =</b>	0.5	m
<b>Cantidad de vertederos =</b>	12	unidades
<b>Caudal máx. unitario/canal =</b>	0.0009	m <sup>3</sup> /s
<b>Se propone un borde libre de 0.15 m</b>		

Figura 1.24: Canal y vertedero de distribución de aguas residuales



- **Sistema de alimentación y distribución de afluente.**

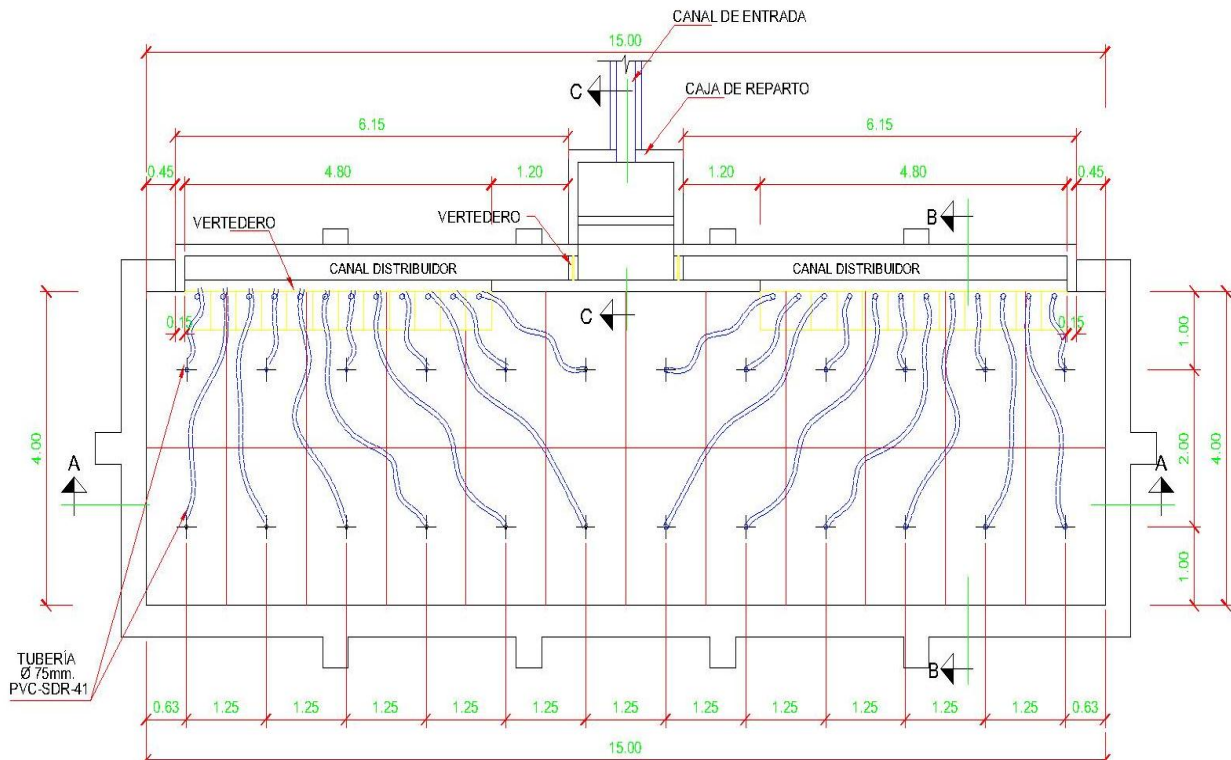
La repartición de los caudales de ingreso al fondo del reactor se efectúa de forma tal que el agua residual sea distribuida en cada uno de los tubos difusores en proporciones iguales, esta distribución se realiza a través de tubos difusores con la alimentación regular del caudal. Se recomienda 1 tubo difusor para cada 2 a 4 m<sup>2</sup> de la superficie del digestor, la velocidad descendente del agua en los tubos no será superior a 0.20 m/s. Se recomienda que los tubos tengan diámetros de 75 a 100 mm.

El número de tuberías en función del área transversal del digestor y el área de distribución adoptadas para este diseño fue de 24 tubos con un diámetro de 75 mm y un caudal medio unitario para cada tubo difusor de 0.0005 m<sup>3</sup>/s un máximo de 0.001 m<sup>3</sup>/s, con velocidades de 0.10 m/s y 0.20 m/s respectivamente para cada condición de caudal.

Tanto para el caudal medio como para el caudal máximo, se cumple con las velocidades recomendadas.

En la figura 1.25 se muestra la distribución de caudal al sistema UASB.

Figura 1.25: Distribución de caudal en el sistema UASB.



- **Dimensionamiento separadores Gas, líquido y sólidos (GLS)**

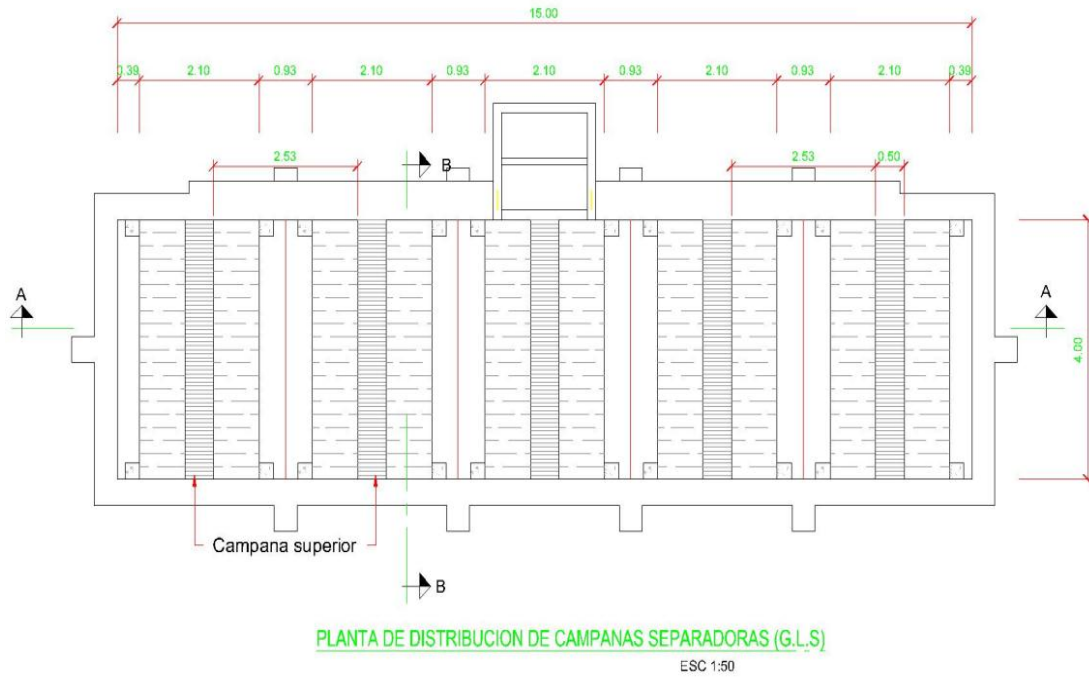
Se proponen separadores de fibra de vidrio, cuyo propósito será el de evitar la flotación de lodo en la zona de clarificación y la consecuente pérdida de biomasa. Las dimensiones del separador deben permitir la formación de una interfase gas - líquido - sólido (GLS) que permita la recolección y separación del biogás que se forma en el digester.

La dimensión de cada GLS, será de 2.10 m, en la base la separación entre cada GLS será de 0.93 m.

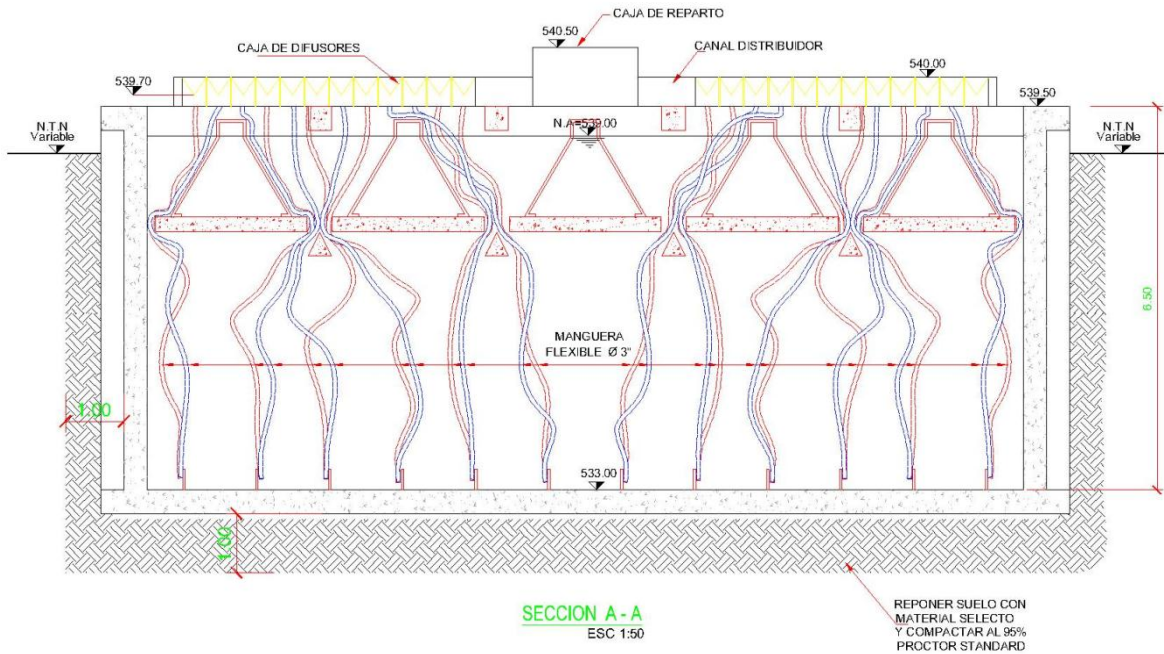
Con estas dimensiones propuestas se instalarán cinco unidades GLS a lo largo del reactor.

Ver figura 1.26, 1.27, 1.28 y 1.29 en la que se muestran las dimensiones de los GLS.

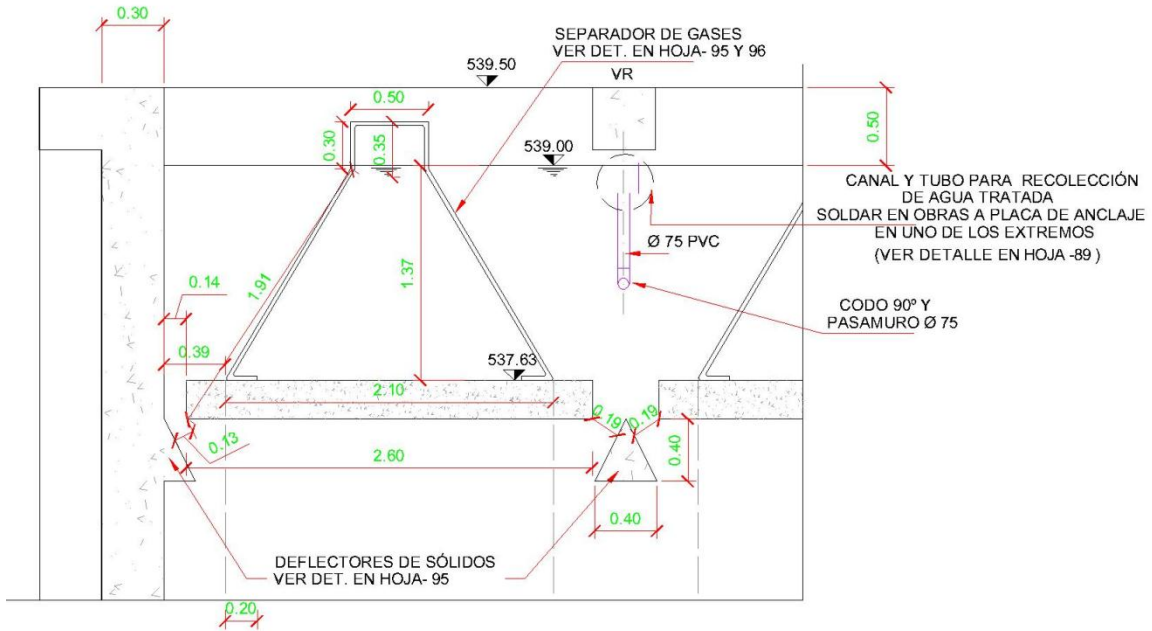
**Figura 1.26: Distribución de separadores Gas - Líquido - Sólido (GLS).**



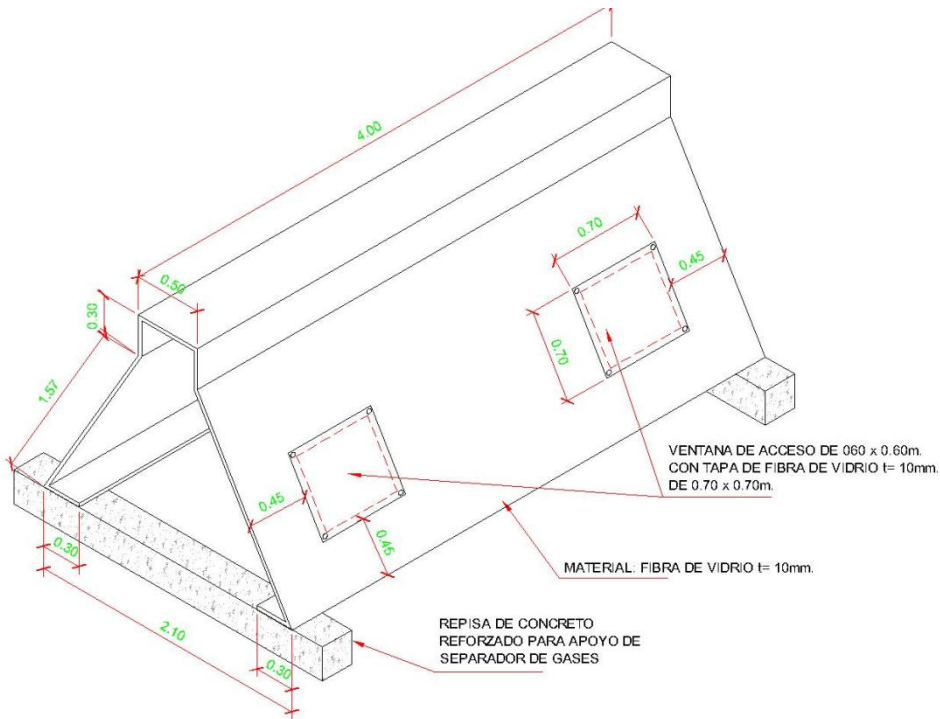
**Figura 1.27 Distribución de separadores Gas - Líquido - Sólido (GLS).**



**Figura 1.28 Detalle de campana separadora de GLS**



**Figura 1.29 Isométrico de Campana separadora de GLS**



**ISOMETRICO DE CAMPANA  
 SEPARADORA DE G.L.S** ESC 1:25



- **Dimensionamiento de los deflectores.**

Los deflectores son estructuras auxiliares para crear las condiciones de paso de agua del digestor a la zona de clarificación. Se proponen cuatro deflectores triangulares con dimensiones de 1.35 m de ancho y 4 m de largo, existirá una separación de 0.60 m entre cada unidad GLS y su deflector correspondiente a fin de permitir el flujo del agua hacia la zona de clarificación.

En la figura 1.30 se presenta el detalle de estas estructuras.

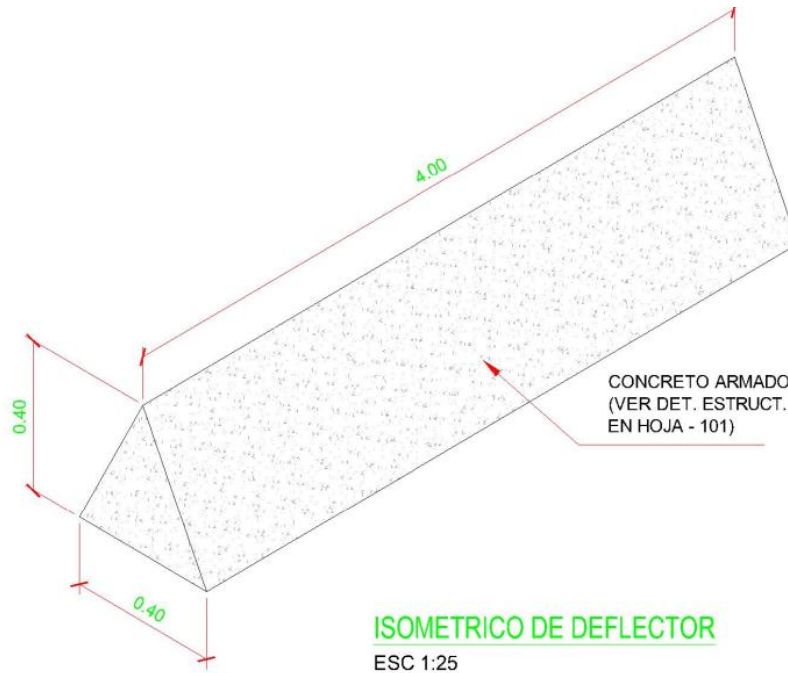


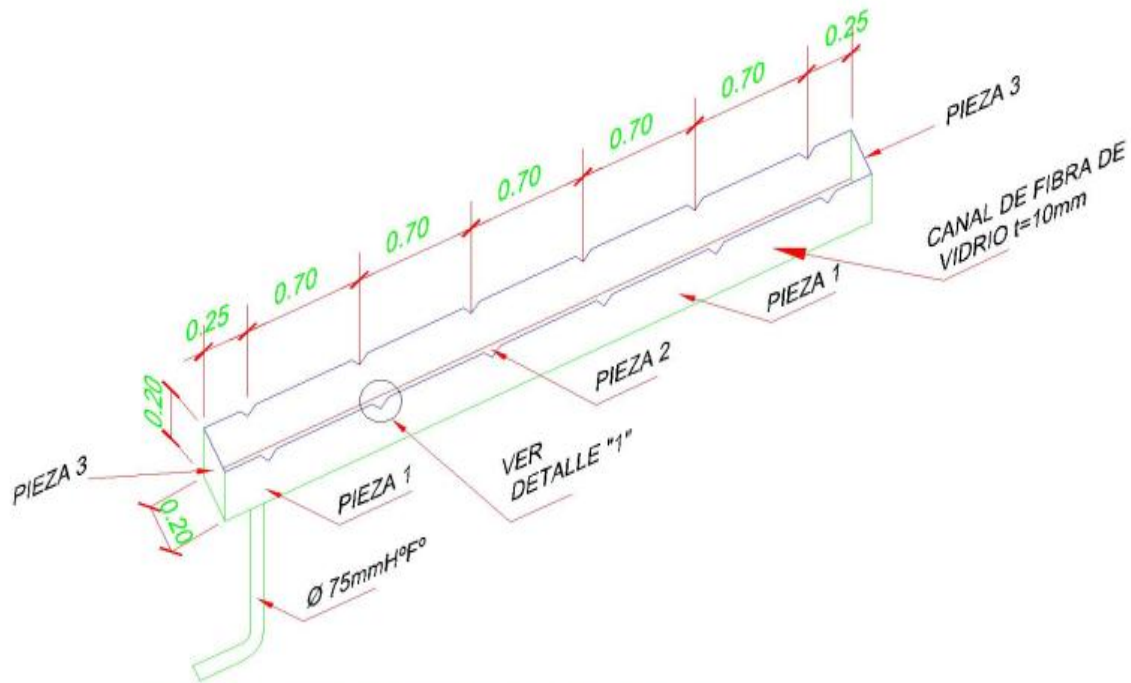
Figura 1.30: Detalles de Deflector

- **Canales de recolección del efluente**

Se efectuará por medio de canales abiertos localizados en la parte superior de la zona de transición. De acuerdo con la distribución de las campanas se usarán 4 canales de recolección cada canal drenará a través de tubo de 75 mm, las 4 tuberías aportarán a una tubería de 150 mm, este caudal se dirigirá hacia el siguiente proceso de tratamiento (lagunas de maduración).

Se proponen que las dimensiones de canales sean de 0.15m de alto por 0.15m de ancho, con 12 vertederos triangulares a lo largo de la sección de cada canal (6 en cada cara del canal), para regular el nivel de aguas residuales en el reactor UASB.

Ver figura 1.31.



### DETALLE ISOMETRICO DE CANAL RECOLECTOR DE AGUAS TRATADAS

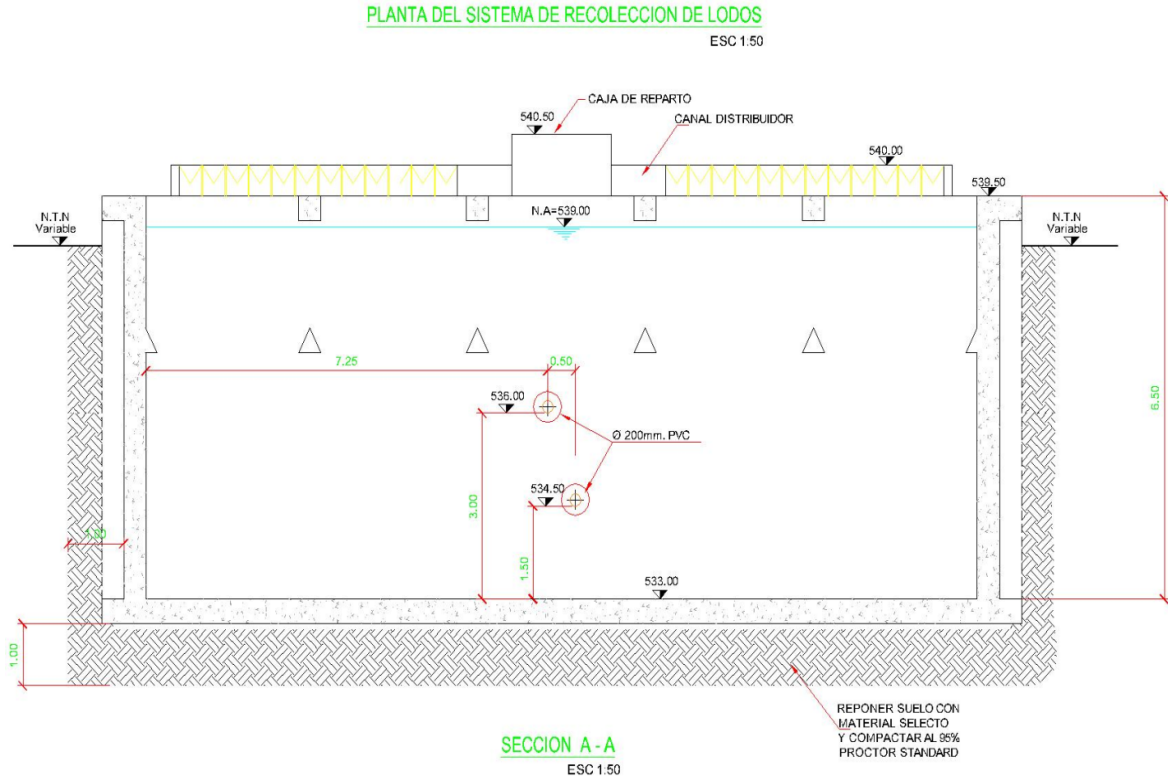
Figura 1.31: Detalle de canal de recolección de efluente

- **Drenaje de lodos**

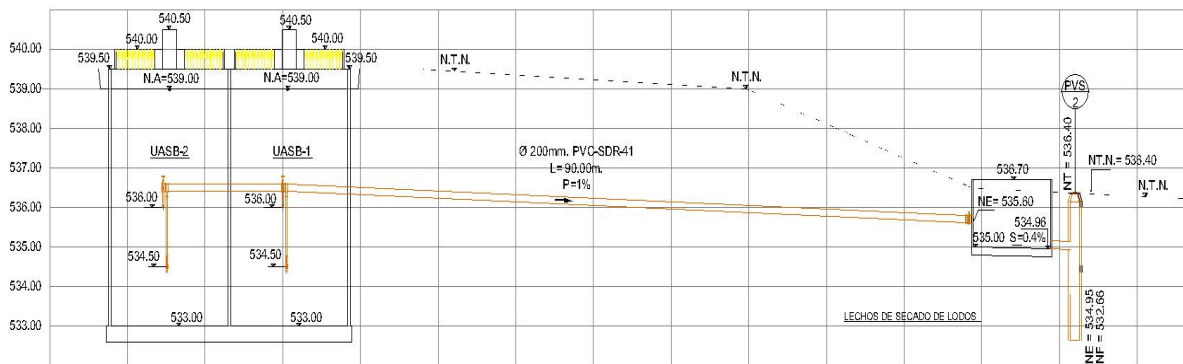
Para el descarte de lodos y material inerte que se deposita al fondo del digestor, se recomienda 2 puntos de drenaje uno junto al fondo y el otro aproximadamente a 1 - 1.5 m arriba del fondo.

Ver figuras 1.32, 1.33 y 1.34

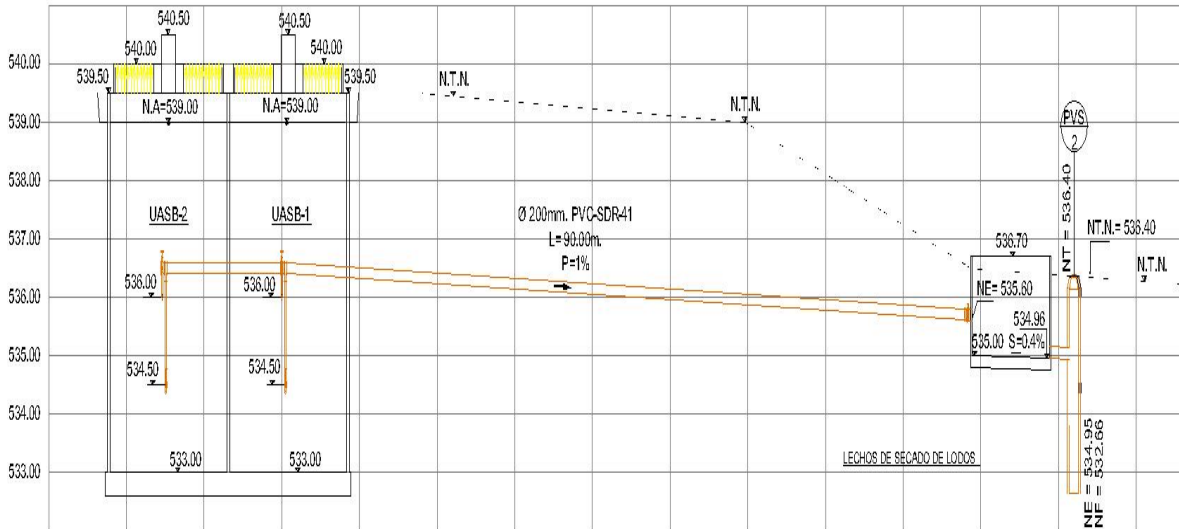
**Figura 1.32: Detalle de recolección de lodos.**



**Figura 1.33: Vista de planta de salida de tubería a lixiviados.**



**Figura 1.34: Perfil de salida de lodos a eras de secado**



- **Eras de secado**

A continuación se presentan los criterios para el dimensionamiento de las Eras de secado, para la deshidratación de los lodos digeridos provenientes del sistema de tratamiento UASB, de la localidad de Condega.

Diseño para el lecho de secado de lodos

El método más simple y económico para deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), consiste en lechos de secado. Los criterios empleados en este proyecto serán los presentados en la Guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, CEPIS.

**Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día).**

$$C = P * Q * SS * 0.0864$$

Donde:

SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.

Q: Caudal promedio de aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = Población * contribución\ per\ cápita\ (grSS\ | \ hab * día) / 1000$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales. Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab\*día).

Se calcula para la mitad de la población proyectada es decir 8961 habitantes.

$$C = 806.53 \text{Kg SS/d}$$

**Tabla 1.15: Volumen de lodos a extraer de las unidades UASB.**

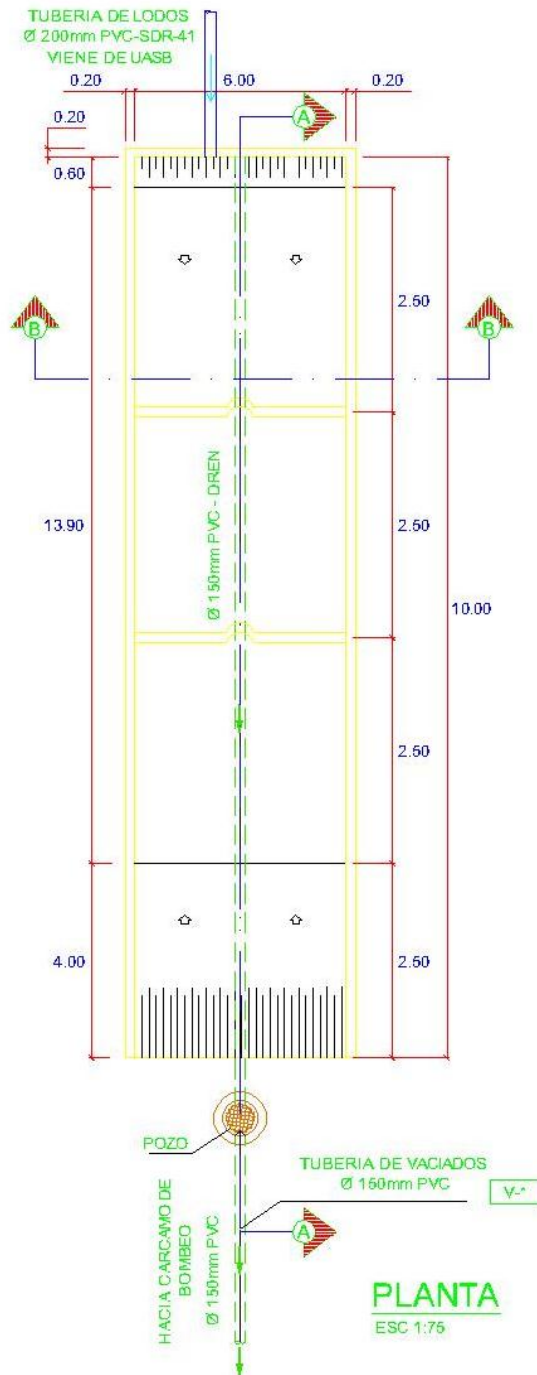
<b>Volumen de lodos a extraer de las unidades UASB</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd)=	262.12	Kg SS/d
Volumen diario de lodos digeridos (Vld) =	2,520.40	l/d
Volumen de lodos a extraerse (Vle) =	75.61	m <sup>3</sup>

Se propone el emplazamiento de 3 unidades con las siguientes dimensiones:

<b>Ancho (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Área del lecho de secado (m<sup>2</sup>)</b>
<b>6</b>	10	189.03

En la figura 1.35 se muestran las dimensiones del lecho de secado.

Figura 1.35: Dimensionamiento de lechos de secado.

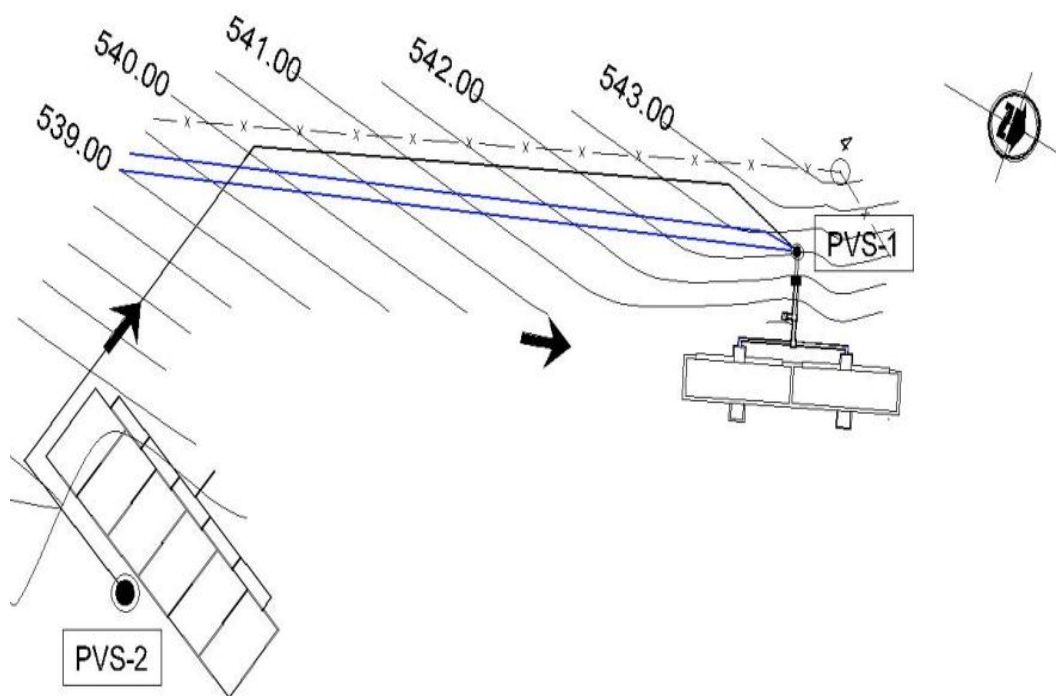


- **Bomba para evacuación de lixiviados.**

Una vez los lodos digeridos del tanque UASB, son dirigidos al lecho de secado, estos inician un proceso natural de deshidratación, en el cual cierto porcentaje se evapora por la acción de las temperaturas generadas por el sol, otro porcentaje queda como remanente de humedad en los lodos y otro porcentaje escurre como líquidos lixiviados, hacia un pozo de visita desde donde será impulsado por bombeo nuevamente hacia el tanque UASB.

Se propone bombear los lixiviados desde el PVS "2", hacia el tanque PVS "1" cuyo flujo se evacua hacia el tanque UASB, con una línea de 147 m de longitud. Se recomienda una bomba de 1.50 HP, marca MYERS o similares modelo 3 MW de 1500 rpm. (Ver figura 1.36)

**Figura 1.36: Planta de lecho de secados**



### 1.11.3 Tratamiento secundario

- **Lagunas de maduración o de pulimento.**

El propósito de la laguna terciaria es promover la extinción de coliformes fecales. En estas lagunas se deben crear condiciones propicias para una rápida extinción de coliformes:

Baja carga orgánica en el afluente.

Poca profundidad para que la radiación solar pueda penetrar en todo el tirante de agua.

Fomentar la actividad fotosintética para que exista OD y el pH se eleve.

Estas unidades están en el tercer lugar de la serie y su función es similar a la de las lagunas facultativas, con excepción de la capacidad de almacenamiento de lodos. A estas unidades no llegan sólidos biológicos que no sean algas unicelulares y prácticamente no acumulan lodos, de modo que no es necesaria su limpieza. El propósito de estas unidades es similar al de las lagunas facultativas y puede resumirse de la siguiente forma:

- Presentar las condiciones adecuadas de balance de oxígeno, de modo que se pueda sustentar una adecuada biomasa de algas unicelulares en la parte superior de la laguna.
- Presentar las condiciones adecuadas de mortalidad bacteriana, lo cual se da cuando la población de algas al alimentarse básicamente del sistema carbonatado, en las horas de mayor insolación o de mayor actividad fotosintética, consume los bicarbonatos y carbonatos, produciendo un notable incremento del pH y al mismo tiempo una gran mortalidad bacteriana.
- Asegurar una adecuada remoción de nematodos intestinales, para que el tratamiento esté de acuerdo con las recientes guías de la OMS.

- **Criterios de diseño de Lagunas de maduración**

Se aplicará el modelo de flujo disperso propuesto por Yáñez (CEPIS), que consta de dos modelos esenciales, la constante de mortalidad neta y la caracterización del submodelo hidráulico a través del factor de dispersión.

- **Lagunas de maduración**

Las lagunas de maduración o reservorios propuestos para la PTAR de la ciudad de Condega fueron diseñados para una población de 17,923 habitantes con una vida útil de 20 años, consistirán en 10 unidades con un área total requerida de 7.84 Ha aproximadamente 78,400 m<sup>2</sup> incluyendo obras complementarias, cada laguna tendrá un área total de 0.56 Ha (5600 m<sup>2</sup>).



**Tabla 1.16: Parámetros considerados en el diseño de las lagunas de maduración.**

<b>Parámetros considerados</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Población de diseño	17,923.00	personas
Dotación de agua potable	153.12	lppd
Factor de producción de agua potable	0.8	adimensional
Población servida por Alcantarillado sanitario	17,923.00	personas
Caudal esperado de aguas residuales	2195.00	m <sup>3</sup> /día
Producción de materia orgánica	60	gr DBO <sub>5</sub> ppd
Concentración de materia orgánica producida	489	mg DBO <sub>5</sub> /l
Colifecales estimados en afluente (salido del UASB)	1.50 E+06	NMP/100 ml
<b>DBO5</b> (se considera que 50% fue removido en tanque UASB)	245	(mg/l)
<b>DBO5</b>	537	(Kg/d)
<b>TSS</b> (se considera que 50% fue removido en tanque UASB)	180	(mg/l)
<b>TSS</b>	395	(Kg/d)
<b>Temperatura Promedio Mensual Mínima</b>	22.0	°C

**Tabla 1.17: Valores esperados de afluente y efluente.**

Remoción de DBO	
Ca = DBO afluente(Kg/Ha/d)	96
Csr= Carga orgánica removida (Kg/Ha/d)	76
% remoción	0.79
DBO efluente (kg/Ha.d)	20
DBO efluente (Kg/d)	11
DBO efluente (mg/l)	51
Resumen de solidos acumulados por año	
Solidos inertes (0.2*KgSST af.*365)	28,849
Solidos biologicos acumulados por año	33,687
Total solidos acumulado por año	62,536
Total volumen acumulado por año (m3)	59
<b>Diseño de Lagunas</b>	<b>Maduracion</b>
No de Lagunas	10
Caudal/Laguna(m3/d)	2,195
Area Total (Ha) - Espejo de Agua	5.60
Area requerida complementaria, taludes, andenes, interconexiones etc. (%)	40.00
Area Total (Ha)	7.84
Area/laguna (Ha)	0.6
Relacion largo/ancho	2.0
Ancho (m)	53
Laargo (m)	106
Profundidad (m)	0.8
Volumen Total (m3)	44,800
Volumen /Laguna (m3)	4,480
DBO afluente Total (Kg/d)	537
DBOafluente/Laguna (Kg/d)	245
DBO afluente (mg/l)	245
DBO efluente Total (Kg/d)	112
DBE efluente/Laguna(Kg/d)	11
DBO efluente (mg/l)	51
Coliformes Fecales Afluent. (NMP/100 ml)	1.50E+06
Coliformes Fecales Efluent.(NMP/100 ml)	1.08E+03

En base al acomodo de las lagunas en el predio seleccionado, el Consultor ha considerado las dimensiones de: 60 m de ancho X 94 m de largo como espejo de agua, para un área total de 0.56 Ha

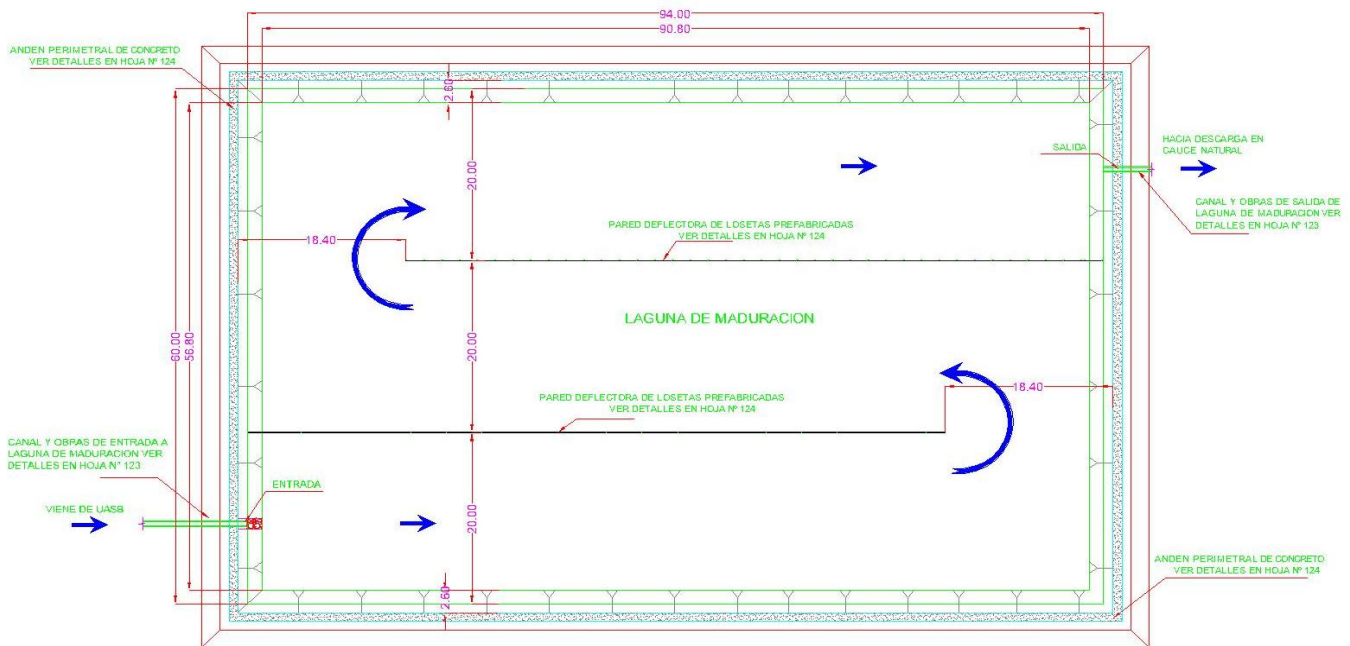
En la siguiente tabla se muestran las dimensiones propuestas para cada unidad:

**Tabla 1.18: Dimensionamiento propuesto para cada unidad.**

Dimensionamiento propuesto para cada unidad	
Ancho(m)	60.00
Largo(m)	94.00
Profundidad(m)	0.80
Volumen(m <sup>3</sup> )	4,480.00

En la figura 1.37 se muestra el dimensionamiento de las lagunas de maduración.

**Figura 1.37: Lagunas de maduración**

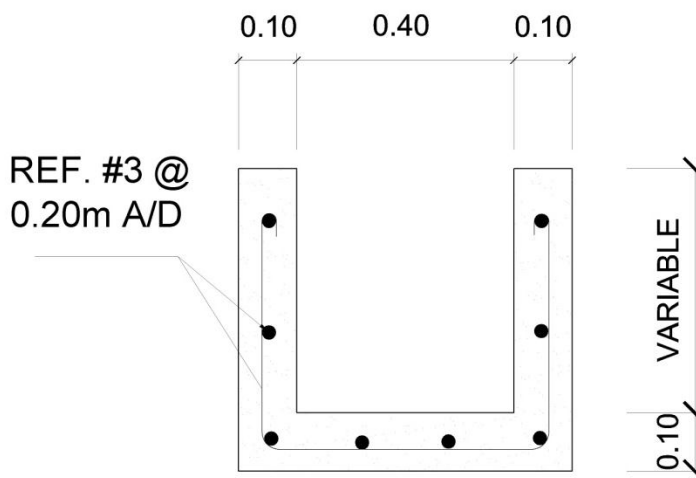


- **Conducción y Vertido del efluente**

La conducción del efluente tratado se realizará por medio de un canal de concreto con sección de 0.40 x 0.41 m y pendiente de 0.30%, que se encargará de captar el efluente y conducirlo hacia el punto de vertido en el río Estelí.

Se propone un canal de 0.40 m de ancho X 0.41 de alto con pendiente del 0.3%, el cual conducirá las aguas tratadas hasta la descarga.

En la figura 1.38 se muestra el dimensionamiento canal de conducción del efluente.



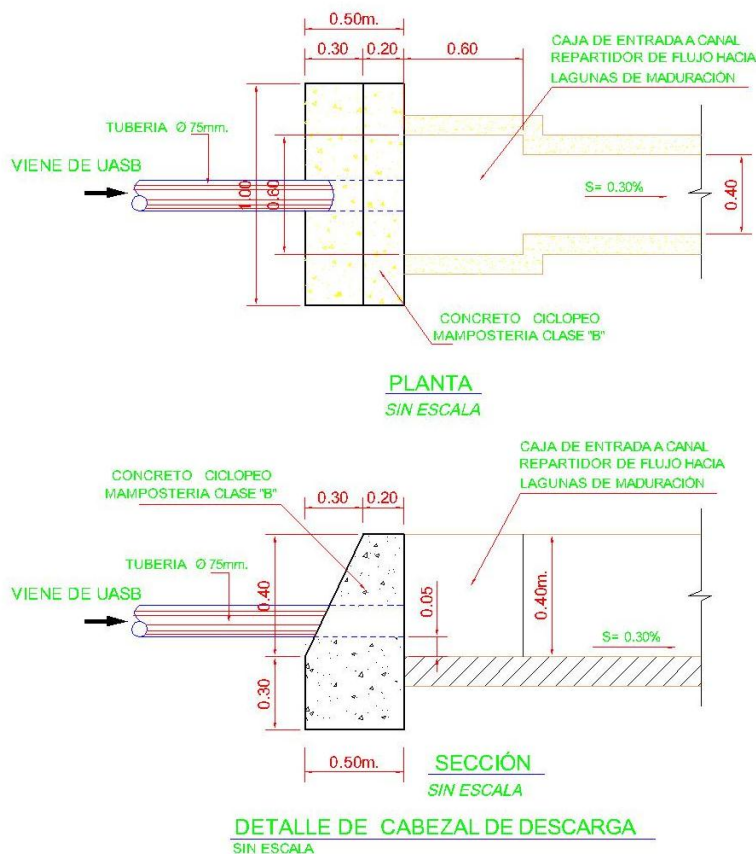
**DETALLE TÍPICO DE CANALES DE  
ENTRADA Y SALIDA DE LAGUNAS**

**Figura 1.38: Canal de conducción del efluente.**

- **Obra de Vertido**

La obra de descarga consistirá en un bloque de reacción para estabilizar la tubería de llegada, para homogenizar las calidades de agua tanto de las aguas residuales tratadas con las aguas del río.

En la figura 1.40 se muestra en detalle dicha obra.



**Figura 1.40: Detalle de obra de vertido.**

## 1.12 OBRAS CONEXAS

Las obras conexas, se refiere a toda la infraestructura adicional para el sistema de tratamiento:

- Para el personal encargado de la operación y mantenimiento de la PTAR y de la estación de bombeo se ha considerado la construcción en el predio de cada uno de estos sistemas, una caseta para el operador, esta se construirá de paredes de mampostería confinada con área constructiva conforme a planos. **(ANEXO C-ESQUEMA No.19)**
- Estas instalaciones serán provistas de los servicios de agua potable, instalaciones accesorias de la caseta incluyen la iluminación y los tomacorrientes y drenaje sanitario.
- El agua potable será suministrará del sistema de agua potable de la ciudad de Condega mediante tubería de PVC de 1 1/2" de diámetro y la evacuación de aguas residuales de caseta del operador y laboratorio se realizará mediante tubería de descarga de PVC de 4" de diámetro, contará además con la realización de obras para la evacuación de aguas pluviales. Debido a la factibilidad conexión eléctrica en el área del proyecto, esta energía se proveerá a través del sistema de interconectado nacional.
- La construcción y acondicionamiento de áreas de adoquinado en parqueo y entrada principal a la Planta y a la estación de bombeo.
- Arborización y jardinería alrededor de las instalaciones de la planta de tratamiento.
- Cerco de Malla ciclón de 8' y tubos de 1 1/2" HG para protección de Reactores UASB.
- Construcción de cercado y portón para salvaguardar las instalaciones de la PTAR, consistente en cerco de alambrado de Púas (7 Hiladas), con postes de concreto, de acuerdo a detalle en planos constructivos. **(ANEXO C-ESQUEMA No.20).**
- Con el objetivo de proteger de las aguas pluviales las obras antes descritas que conformarán la PTAR se propone la construcción de un canal de drenaje pluvial de 885.44 metros lineales. Debido a la topografía del terreno se propone el emplazamiento de dos canales trapezoidales que conduzcan las aguas pluviales fuera de las instalaciones de la PTAR, este caudal descargará en el Río Estelí. El canal estará compuesto de tramos de sección variable. **(ANEXO B y ANEXO C-ESQUEMA No.12).**
- Con el fin de resguardar las obras que se situarán en la estación de bombeo antes descritas, se propone la construcción de un muro de mampostería de piedra bolón con una cerca de malla ciclón de 6' sobre muro el perimetral, con una longitud de 122.80 metros lineales y una altura sobre el nivel del terreno natural de 1.5 metros.
- Instalación de portón de malla Ciclón de 8' con columnas de concreto en estación de bombeo. **(ANEXO C-ESQUEMA No.20).**
- Construcción de andenes peatonales en la PTAR, de concreto reforzado, (1.00m x 2.00 x 0.10m) con una longitud de 2,387.22 metros lineales. **(ANEXO C-ESQUEMA No.14)**

## 1.13 FACTIBILIDAD TÉCNICA

- **Eficiencias de remoción para las lagunas de maduración de la PTAR.**

Las lagunas de maduración propuestas para la PTAR de la ciudad de Condega fueron diseñadas considerando una población de 17,923 personas con una dotación de agua potable de 153.12 lppd. Se estima que el caudal esperado de aguas residuales sea de 2195.50 m<sup>3</sup>/día, con una carga orgánica total de 537 kg/día.

En base a los resultados de diseño se obtuvieron los siguientes datos de eficiencia de remoción:

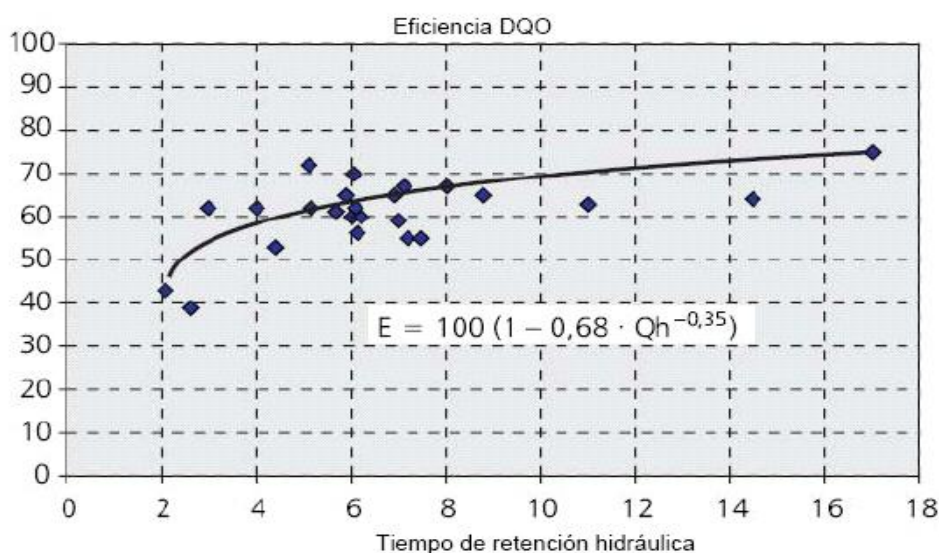
**Tabla 1.19: Resultados obtenidos a partir de los datos de remoción.**

Remoción bacteriana en las lagunas de maduración.	
Co: (NMP/100ml)	1.50E+06
Usando el modelo de flujo disperso	
Relación Largo - Ancho:	2
d=	0.5
K20 (1/d)	0.89
Tmin (C)	25.00
Kt (1/d)	1.3
	Coefficiene de mortalidad
PR promediado total lagunas=	20.41
K.PR=	25.53
a=	6.96
C/Co=	0.000721109
Co=	1.50E+06
C= Coli Fecales en efluente (NMP/100ml)	1.08E+03

Remoción de DBO en las lagunas de maduración.	
Ca = DBO afluente(Kg/Ha/d)	96
Csr= Carga orgánica removida (Kg/Ha/d)	76
% remoción	0.79
DBO efluente (kg/Ha.d)	20
DBO efluente (Kg/d)	11
DBO efluente (mg/l)	51

Remoción de sólidos acumulados por año.	
Sólidos inertes (0.2*KgSST af.*365)	28,849
Sólidos biológicos acumulados por año	33,687
Total sólidos acumulado por año	62,536
Total volumen acumulado por año (m3)	59

De acuerdo a análisis realizados en digestores existentes se ha desarrollado la siguiente ecuación, para la determinación de las eficiencias de remoción de los contaminantes orgánicos como DQO, DBO sólidos totales.



**Figura 1.41: Tiempo de retención hidráulica**

Del gráfico se observa que la eficiencia aproximada de remoción para el período de retención calculado (9 horas) para la unidad UASB, es de 69 %.

La eficiencia de remoción se corrige con la ecuación mostrada a continuación, esta corrección se realiza ya que la temperatura es menor a 30 °C.

$$E_T = 1 - (1 - E_{30})^{CT^{(T-30)}}$$



En donde:

$E_t$  = Eficiencia del proceso a una temperatura  $t$  (C)

$T$  = Temperatura de operación (C)

$E_{30}$  = Eficiencia del proceso para temperaturas a 30 (C)

$C_t$  = Coeficiente de temperatura (1.02 - 1.04)

Para el caso de Condega se tiene:

$C_t = 1.03$  Asumido

Temperatura = 22°C

**$E_T = 60\%$**

La eficiencia de remoción de los contaminantes orgánicos como DQO, DBO sólidos totales en el reactor UASB es de aproximadamente el 60%.

## 1.14 CRONOGRAMA.

## 2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

El proyecto está dividido en tres componentes (RAS, EBAR Y PTAR), por ello los sitios e infraestructura de intervención son diferentes para cada uno de los componentes y se detallan separadamente en la Tabla 1.20.

**Tabla 1.20: Sitios e infraestructura afectados en la etapa de construcción del proyecto.**

DESCRIPCIÓN	COMPONENTES DEL PROYECTO		
	RAS	EBAR	PTAR
<b>Sitios</b>	Se afectarán las calles de la ciudad de Condega, la mayoría de las calles poseen adoquinado, exceptuando la zona del Valle de Jesús. Además se afectarán suelos poco intervenidos al noroeste de la ciudad.	Predio localizado en la parte noroeste del casco urbano de la ciudad con coordenadas UTM son 565766.72 y 1477705.02, situado en el barrio El Triunfo.	Predio ubicado al noroeste de la ciudad, en la zona conocida como Valle de Jesús, con coordenadas UTM 566403.02 y 1478848.38.
<b>Infraestructuras</b>	Las calles de la ciudad de Condega donde se construirá la red de recolección (27,658.10 metros lineales), y los suelos ribereños y los correspondientes al Valle de Jesús donde se construirá la línea de impulsión ( 2400 metros lineales)	El lote es de dimensione 80 m x 80 m, en éste se construirán la caseta de vigilancia control, el cárcamo de bombeo y cárcamo de emergencia, el Canal de aproximación, Reja gruesa, Desarenador, y Medidor Parshall, área de parqueo y demás obras conexas.	Todo el terreno tiene un área de 9 Ha. El área total que se utilizará para las lagunas de maduración es de 5.61 Ha.

En la construcción de la RAS se afectará principalmente la infraestructura vial de la ciudad, ya que se abrirán zanjas en las avenidas y calles, perjudicando la capa de rodadura constituida en pocos lugares por asfalto (Carretera panamericana Norte), en mayor porcentaje del casco urbano esta se compone de adoquinado y en menor cantidad con superficie de balastro y encunetado como en la zona del Valle, además se incidirá en zonas ribereñas poco intervenidas ubicadas al noroeste de la ciudad.

En plano de conjunto, se detallan los sitios exactos de las calles y zonas que serán intervenidas durante la construcción de la RAS, EBAR y PTAR. **(ANEXO C-ESQUEMA 2 AL 6)**.

ENACAL establecerá la secuencia o prioridad del trabajo de construcción de los diferentes elementos u obras del Proyecto, sin embargo, está previsto que las obras se ejecuten 240 días calendarios (ver cronograma de ejecución), La ejecución de los trabajos se realizará en coordinación entre ENACAL y la alcaldía de Condega, además, de las delegaciones de policía y del Ministerio de Construcción y Transporte

Los trabajos de construcción se efectuarán de conformidad con los planos y especificaciones de obras; comprenden el suministro de todos los recursos de materiales, herramientas, equipos, mano de obra y administración técnica

Se respetarán los aspectos más importantes sobre los requerimientos mínimos que deben de cumplir los materiales de construcción, la mano de obra, herramientas, equipo y procedimientos constructivos, para ser incorporados en el proyecto así como las restricciones de carácter técnico y administrativo, con el fin de realizar un trabajo, ordenado, eficiente, completo y satisfactorio, evitando daños y perjuicios a terceras personas ya sean públicas o privadas.

El proyecto consiste en la construcción e instalación de la RAS (27,658.10 m de línea de recolección y 2400 m de línea de impulsión, 371 pozos de visita); construcción de infraestructura de STAR (pretratamiento y tratamiento primario de reactores UASB y tratamiento secundario por medio de Lagunas de maduración, lechos de secado y todas las obras conexas.

Antes de iniciar los trabajos, se deberá verificar en el terreno el contenido de los planos, identificando los BM's, las líneas base, los puntos topográficos de referencia, los límites perimetrales y otros elementos de control necesarios para determinar la localización y/o elevación del terreno donde será instalada la tubería partiendo de las líneas bases y cotas de nivel y/o puntos topográficos de referencia indicados en los planos y/o establecidos en el terreno.

Los trabajos se desarrollarán de tal manera que aseguren la menor obstrucción del tráfico así como la seguridad del público. Para ello, se proveerán y mantendrán todas las barreras necesarias, incluyendo señales luminosas y letreros de peligro. Avisos preventivos luminosos y señales serán colocados en las zanjas abiertas a fin de prevenir accidentes. Todas las luces deberán permanecer encendidas desde media hora antes de la puesta del sol, hasta media hora después de la salida del

mismo. Las señales y dispositivos de seguridad deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática.

Los vigilantes deberán efectuar las inspecciones que sean requeridas y reportarán las luces que hagan falta. Ninguna vía pública podrá ser cerrada sin el consentimiento por escrito de la autoridad competente.

Se debe erigir y mantener en la obra tres rótulos de madera nítidamente contruidos y pintados con dimensiones de 1.20 metros por 2.40 metros.

Durante la ejecución de este proyecto, se deberá cumplir con las Leyes de Nicaragua y particularmente con las disposiciones del Ministerio del Trabajo relativas a seguridad, salud e higiene ocupacional. También atenderá las recomendaciones de la sana práctica de la ingeniería en materia de trabajos de ingeniería sanitaria, tanto en su relación con los trabajadores como con el público.

Se suministrarán protecciones adicionales, los dispositivos de seguridad, el equipo protector y se tomaran todas las medidas que se juzguen razonablemente necesarios para proteger la vida, la salud, la propiedad de los trabajadores y el público.

Se llevará un registro completo de los accidentes que sobrevengan y tengan lugar durante el desarrollo de los trabajos y de los cuales resulten muertes, enfermedades profesionales o daño que requieren atención médica o causen pérdidas de tiempo en el trabajo.

## 2.1 CONSTRUCCIÓN DE RAS

Para el caso de las acometidas y tuberías se empleará tubería de PVC SDR – 41.

La disposición y el manejo de los tubos, se realizará manualmente debido al bajo peso de los mismos, se ha estipulado que para la manipulación de los tubos estos serán cargados y no arrastrados sobre el suelo o contra objetos duros. Para el montaje se utilizarán garruchas pequeñas y poleas.

Así como también teclas pequeños. Las tuberías para la RAS se deben almacenar lo más cerca posible de las obras, de manera que no obstruya el paso del tráfico, a los peatones y actividades de construcción. La tubería debe ser almacenada en un terreno horizontal y si se agrupa se debe atrincherar para evitar deslizamientos y accidentes. Cuando el área lo permita, se puede almacenar la tubería intercalando las hiladas de tubería en forma transversal una respecto a la otra. Las pilas de las tuberías termoplásticas no deben llegar más de 1.5 metros de altura.

Las tuberías de la primera capa serán colocadas sobre listones de madera de 4 pulgadas de ancho, separadas cada 1,2 metros como máximo, sobre un piso duro que puede ser de cemento

o tierra compactada. El primero y último tubo de la capa serán aseguradas por medio de cuñas resistentes debidamente reforzadas a los extremos de ambos travesaños.

Las tuberías deberán colocarse paralelas entre si y perpendiculares a los listones de apoyo y serán mantenidas en esta posición mediante cuñas de tamaño adecuado, amarrando firmemente sus extremos para evitar que se desacomoden, así irse agregando más tubos.

Otros materiales que se emplearan, son el ladrillo de cuarterón y concreto para la construcción de manjoles o pozos de visita (271 pozos de visita en total).

El proyecto contempla utilizar los bancos de material siguientes: **No. 1** – Lecho sobre río Estelí, las coordenadas WGS 84 proyección UTM son: Norte: 1479389, Este: 566558 y Altura: 535msnm, Tipo de material: bolones (20-10 cm de diámetro), boloncillos (3-10 cm de diámetro) y arena gruesas (retenidas en la malla No. 10) y arenas finas retenidas en la malla No. 40.

**No. 2** – Banco de Domingo Palacio, las coordenadas WGS 84 proyección UTM son: Norte: 1478667, Este: 565702 y Altura: 559msnm, Tipo de material: material clasificado A-2-4 (0) utilizable para relleno y mejora de la capacidad soporte del subsuelo.

- Madera con propiedades estructurales como Pino, Guanacaste, Laurel, Cedro Real y Cedro Macho.
- Madera de especies forestales consideradas adecuadas para construir.

Las piezas de madera deben ser dimensionadas de acuerdo a escuadras o secciones preferenciales y comerciales.

- **Componentes del proyecto de alcantarillado sanitario**
- **Red de Alcantarillado Sanitario (RAS)**

Las obras que contempla ejecutar son las siguientes:

- Instalación de faenas: consiste en la construcción de oficinas, bodegas todos los trabajos previos al inicio de las actividades preliminares, como desmonte, limpieza, movilización y desmovilización del equipo y materiales.
- Instalación de tuberías: en esta etapa se realizaran las excavaciones pertinentes para la apertura de zanjas, lo que incluye relleno y compactación de las mismas, demolición y reposición tanto de adoquinado como asfalto.
- Construcción de pozos de visita: serán de ladrillo de cuarterón, de diferentes profundidades, que oscilan desde 1,5 hasta 5,5 metros.
- Instalación de tuberías: PVC o PE para las acometidas con sus respectivas cajas de registro.
- Obras complementarias: que comprenden la protección de las tuberías dados de concreto o gaviones, aliviaderos.

- Instalación de tubería y accesorios PVC o PE para la tubería de presión.

- **Estación de Bombeo (EBAR)**

La estación de bombeo estará situada contiguo al barrio El triunfo de la Revolución, de la ciudad de Condega.

Consta de la siguiente infraestructura que se detalla en los planos **(ANEXO C – ESQUEMA No. 4)**:

- **Pozo de bombeo:** pozo húmedo con una capacidad de 63 m<sup>3</sup>, cuyas dimensiones son de 4,5 metros por 4 metros (área del mismo) y 4,91 metros de profundidad y un cárcamo de emergencia de 2.5m\*3.05m y profundidad de 3.05m.
- **Equipo de bombeo:** compuesto por un par de bombas sumergibles y demás accesorios (sarta, equipos de desmontaje, fijación, controles de encendido y apagado, arrancadores magnéticos, controles eléctricos, generador eléctrico, motor de 40HP, transformadores y rejas automáticas) para el correcto y efectivo funcionamiento del sistema.

Con el fin de evitar el atascamiento de los equipos de bombeo, se decidió realizar el pre tratamiento antes de descargar las aguas residuales al pozo húmedo, para lograr separar del agua residual, la mayor cantidad de sólidos flotantes.

Las estructuras de pretratamiento propuestas cuentan de los siguientes componentes: Canal de aproximación, Reja gruesa, Desarenador, y Medidor Parshall.

- **Canal de aproximación:** El agua residual colectada en la RAS es conducida hasta el STAR por medio de una tubería de **12 pulgadas** de diámetro (**300 mm**), la cual ingresa a un canal de concreto de de 0.40 m de ancho y altura variable, será de concreto reforzado con sección hidráulica mínima de 0.40x0.40 metros, de 5.0 m de largo, alineación y pendiente definida en los planos constructivos.
- **Rejas para remoción de sólidos flotantes:** La construcción e instalación en el canal de una rejilla de acero constituida por 9 varillas de ½ pulgadas, separadas 0.04 metros. Las rejas serán de acero de tipo removible, para garantizar la remoción de materiales gruesos y flotantes y la limpieza de las mismas. Además, se construirá e instalará una plataforma de acero para escurrir el agua de los sólidos.
- **Desarenador:** El desarenador será de concreto de sedimentación simple, con doble cámara cada una de 1.0 metro de ancho por 10.0 metros de longitud, de concreto reforzado con el fin de remover partículas sedimentables tales como gravas y arenas, de tal manera que estas no utilicen espacio en la laguna de maduración. En la parte media se instalará una caja para coleccionar la arena con dimensiones de 1.25 x 0.75 x1.1 m. construido de concreto reforzado.

## 2.2 MOVIMIENTOS DE TIERRA

Se realizará la limpieza y desbroce del área de trabajo así como todos los cortes necesarios indicados en los planos o en el terreno, para llevar a cabo la ejecución de las obras de acuerdo a los alineamientos, elevaciones, niveles y secciones que muestren los planos, así como su ubicación.

Si se encuentra suelo inestable, se excavará adicionalmente 0.20 metros, los cuales se repondrán con material selecto (sub-excavación) el que deberá compactarse a una densidad de 95% Proctor. La sub-excavación se refiere al corte y desalajo del material debajo de la rasante del fondo de los humedales, con el propósito de remover el material inestable o permeable y reponerlo con material selecto. Según los estudios geotécnicos, la excavación será del tipo normal, ver en el **(ANEXO C-ESQUEMAS del 13 al 16)**, Plano de cortes y rellenos).

## 2.3 EXCAVACIONES DE LA RAS

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos el ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 metros, el fondo de la zanja será excavado a mano, usando un azadón de forma curva de tal manera que se obtenga un apoyo firme, uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

En terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.), la zanja deberá profundizarse como se indique El Supervisor, pero no más de 0.30 metros debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular (selecto) que será apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para las juntas.

## 2.4 EXCAVACIONES DEL STAR

La excavación incluirá los cortes requeridos para la nivelación del terreno, la cimentación de las unidades de la planta de tratamiento, aplomo de paredes y otras obras que así lo requieran. Comprende excavación, apilamiento del material para uso posterior en la operación de relleno y/o acarreo y tendido del desperdicio o sobrante, de cualquier material, independientemente de su naturaleza.

Cualquier material excavado que no sea aprobado para su posterior uso en rellenos, será retirado, a una distancia no superior a 500 metros. Este material será tendido y compactado con el simple paso del equipo de transporte y tendido, de modo que quede una superficie llana y uniforme, sin exigirse grado alguno de compactación.



El relleno y compactación comprende todos los trabajos necesarios para la conformación de fondos y superficies de base para los reactores UASB, lagunas de maduración, andenes y canales.

Tanto en la construcción de terraplenes en los casos necesarios, como en rellenos, o en la preparación de bases de las estructuras de la planta de tratamiento, se usarán materiales seleccionados que podrá ser material de excavación que no contenga piedras, material orgánico, basura, lodo, o cualquier material inestable.

Las elevaciones, alineamientos, rasantes y secciones transversales de terraplenes, rellenos y bases para revestimiento, serán las que se muestran en los planos.

## **2.5 MATERIAL UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN**

Todo el material utilizado en las obras y equipos requeridos para los trabajos de construcción, deberán ser nuevos, de diseño corriente, hechura y calidad de primera clase. Trabajos de montaje y construcción deberán ser de primera clase. Tanto los materiales como los equipos, deberán ser fabricados por manufactureros de reconocida experiencia y habilidad en el ramo, teniendo la calidad, clase y tipos especificados.

Los materiales agregado grueso y agregado fino se encuentra en el banco de material No. 1 – Lecho sobre río Estelí, las coordenadas WGS 84 proyección UTM son: Norte: 1479389, Este: 566558 y Altura: 535msnm, Tipo de material: bolones (20-10 cm de diámetro), boloncillos (3-10 cm de diámetro) y arena gruesas (retenidas en la malla No. 10) y arenas finas retenidas en la malla No. 40

## **2.6 RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS Y LUGAR DE DISPOSICIÓN**

Toda basura, escombros o cualquier clase de desperdicios y materiales sobrantes esparcidos en la construcción de la obra y a medida que el trabajo progresa, será quitada del lugar del trabajo, a fin de mantener el área limpia.

Los desechos de la construcción serán muy pocos e inertes, como por ejemplo bolsas de cemento, pedazos de tubos, etc., estos serán recolectados y recogidos en un área mínima y serán trasladados semanalmente al vertedero municipal de Condega (el contratista será el encargado de transportar y disponer los desechos sólidos al vertedero municipal)

Se tiene previsto con el MARENA local y Alcaldía municipal de Condega que todos los desechos sólidos serán trasladados al vertedero municipal de la ciudad, o aprovechados como material de relleno y cobertura de algunas áreas de ese lugar.

El contratista garantizará en el predio de construcción del STAR y EBAR, letrinas provisionales para el personal que realice labores de construcción, manteniendo un promedio de 1 letrina por 25 personas.

El objetivo es controlar la defecación y la concentración de los desechos humanos en áreas donde se puedan manejar adecuadamente. El propósito es limitar la diseminación de las excretas en el sistema de agua y el suelo con el fin de reducir el riesgo de enfermedades transmisibles. Los esfuerzos requieren la organización y el mantenimiento de un sistema de letrinas. En su forma más elemental, el sistema se puede caracterizar por zanjas o huecos y acompañarse de sitios para el lavado de manos. Se deben considerar las condiciones del suelo, sus patrones de drenaje y la disponibilidad de agua para la ubicación de las excretas en huecos o zanjas.

Puede ser necesario educar a los trabajadores sobre el uso apropiado de las instalaciones sanitarias y las enfermedades potenciales como consecuencia del manejo inapropiado de heces y orina, particularmente si la población no está familiarizada con el diseño de las instalaciones sanitarias.

Idealmente, los sistemas temporales de saneamiento se deben diseñar de acuerdo con las restricciones físicas del medio y los limitados recursos. Si el terreno es duro o las características de filtración son inadecuadas, se puede requerir tanques sépticos o idear algún estanque (por ejemplo, cubetas o tambores de acero. Un sistema de letrina de emergencia debe, por lo menos, proveer un retrete (o punto de acceso en cuclillas) por cada 25 personas.

En promedio, las instalaciones requieren entre 2 y 5 litros de agua por beneficiario y por día para propósitos de higiene personal y limpieza.

Las letrinas temporales no se deben ubicar a menos de 6 m de las viviendas, 10 m de los sitios de alimentación y centros comunitarios y 30 m (y en declive) de los pozos.

Se recomienda letrinas de fácil construcción y económica. Se pueden utilizar los materiales del lugar (madera para taparlas) y comprar su respectivo brocal. Será una fosa de 80 cm x 80 cm de lado y 2 metros de profundidad. Puede excavarse dos fosas, una al lado de la otra, para que funcionen alternadamente. Su diseño es sencillo y permite usarlo sentado o agachado. Dentro de la letrina se echan las excretas y los papeles usados para el aseo. Se deben mantener limpios los pisos, paredes y alrededores; instalarle un tubo e ventilación para evitar malos olores y presencia de insectos. Al llenarse se sella con cal.

Los trabajadores que construirán la RAS estarán dispersos por toda la ciudad en frentes de trabajo diferentes. Lo anterior hará difícil facilitar letrinas, lo que no se considera necesario porque se contratará personal local que podrá ir a sus casas si tienen la emergencia de evacuar sus excretas.

## 2.7 SITIOS A CONSERVAR

En este proyecto no se afectara ningún patrimonio cultural o histórico del Municipio de Condega.

La zona norte y del predio del STAR se conservará debido a la pendiente del terreno, la cual será aprovechada con la siembra de árboles y arbustos locales (ver Figura 4.3, Arborización del predio) para la estabilización del terreno, al mismo tiempo para mejorar el micro clima de la zona y como efecto barrera de posibles malos olores que se desprendan de la PTAR.

Con respecto a la RAS, el área a intervenir es toda la ciudad de Condega, por ende no se contempla ningún sitio a conservar.

## 2.8 OBRAS PROVISIONALES

Se le exigirá al contratista que los materiales para la RAS utilicen una bodega bien acondicionada para la correcta protección y almacenamiento de las diferentes materiales que se utilizaran en la RAS (tuberías, tapas, acoples, cemento, arena, etc.).

El contratista puede construir una bodega temporal en el predio de la PTAR y EBAR para el almacenamiento de materiales que se utilizarán diariamente como son herramientas, es importante destacar que la mayoría de materiales no se podrán comprar localmente y se tendrán que acopiar en el sitio de la obra.

## 2.9 BANCOS DE MATERIALES

Las fuentes de materiales de construcción se encuentran en los siguientes sitios:

No. 1 – Lecho sobre río Estelí, las coordenadas WGS 84 proyección UTM son:

Norte: 1479389  
Este: 566558  
Altura: 535msnm

Tipo de material: bolones (20-10 cm de diámetro), boloncillos (3-10 cm de diámetro) y arena gruesas (retenidas en la malla No. 10) y arenas finas retenidas en la malla No. 40.

No. 2 – Banco de Domingo Palacio, las coordenadas WGS 84 proyección UTM son:

Norte: 1478667  
Este: 565702  
Altura: 559msnm

Tipo de material: material clasificado A-2-4 (0) utilizable para relleno y mejora de la capacidad soporte del subsuelo.

## 2.10 FUENTES Y DEMANDA ESTIMADA

- **Agua**

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por el Supervisor.

- **Combustibles, lubricantes y aceites**

Los equipos a utilizar en las actividades de desmonte y terraplenes serán los siguientes:

Tractor marca: Caterpillar, modelo:D6D

Motoniveladora Marca Caterpillar Modelo: 140H

Vibrocompactadora Marca: Clark

Cargadora frontal Marca: Clark

Camiones de volteo marca: MercedesBenz

Camion cisterna Marca: mack de 5000 glns

En la construcción se utilizaran diversos equipos, tales como vibradores para el concreto, compactadoras manuales, cortadoras de hierro, palas, picos, barras, mezcladoras de concreto, pipas, bombas achicadoras, equipos de perforación manual, etc.

### **3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

#### **3.1 FUENTE Y DEMANDA**

##### **3.1.1 Energía eléctrica**

La energía eléctrica se suministrará de acometida del sistema público, para brindar energía hasta la EBAR, se requerirá un banco de transformadores de 3 x 50 KVA, 14.4KV 240V/480V, obteniendo una capacidad de 150 KVA para la carga de bombas de 40 hp ubicadas en dicha estación.

Entre este último y el panel principal o centro de control y distribución se encontrará la acometida de baja tensión.

Se contempla la caseta de controles eléctricos a ser ubicada adjunto a la estación de bombeo se colocará el panel principal o centro de control y distribución y el panel de control propio de los equipos de bombeo.

De este último y hacia el cárcamo de bombeo, se instalarán los cables de alimentación del equipo de bombeo sumergible.

Dicha EBAR servirá para elevar el agua desde el cárcamo de bombeo hasta los canales de distribución del reactor UASB.

La conexión de bomba será construida en tubería de hierro galvanizado de 100 mm (4") y contará con los correspondientes aditamentos tales como válvula de retención, válvula de compuerta y accesorios varios (codos, uniones dresser).

Se seleccionó un Sub-panel monofásico de 16 Espacios con un Breaker principal de 2 x 50 Amps.

La acometida estará constituida por 3 conductores # 6 THHN – AWG más un conductor # 12 THHN – AWG .

Este será utilizado para iluminación general y tomacorriente de uso General.

Para brindar energía hasta la PTAR Se alimentara de la red pública, dada que la potencia demandada es relativamente baja (3.15 KVA).

La acometida de baja tensión constituirá de 4 conductores # 6 THHN – AWG.

El M.B. a utilizar será de 2 x 50 Amp., esto asumiendo que en el futuro se pueda ampliar el valor de las cargas hasta en un 30% y manteniendo un valor de protección del 25%.

El equipo de control, mando y fuerza se instalarán en un solo gabinete en el cual estará incluido un Supresor de Pico, rele de protección, pararrayos secundarios, voltímetro, amperímetro, automatismo, la capacidad de las barras podrá ser de 125 Amps. el nivel de aislamiento mínimo para 240V.

El cálculo del equipo de Requerimientos energéticos aparece en el **ANEXO D**.

### 3.1.2 Hidrocarburos

No se contempla la utilización de hidrocarburos para la etapa de operación y mantenimiento del STAR, sólo en caso muy necesario de obstrucciones en las válvulas de los reactores UASB o de la estación de bombeo, se podría emplear un camión de succión para la limpieza de las diferentes unidades del STAR, tuberías y válvulas de los reactores UASB. En este caso el combustible a utilizar y otros hidrocarburos serán utilizados de manera temporal.

Para la RAS se será necesaria la utilización de hidrocarburos para los vehículos que movilicen las cuadrillas de operación y mantenimiento. Los hidrocarburos serán los requeridos por vehículos de doble tracción y los requerimientos estarán en dependencia del estado de las respectivas unidades rodantes.

### **3.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE LA RAS**

Las principales actividades de operación y mantenimiento que se deben realizar en la red de alcantarillado sanitario son:

- Destaponamiento de pozos de visita o manjoles.
- Limpieza de pozos de visita de tramos de tubería
- Reparación de tuberías dañadas
- Cambio de tuberías dañadas y reparación de pozos en mal estado.
- Inspección de los vertederos de excesos en los eventos de lluvia.
- Inspección del estado de las tapaderas de los pozos de visita.
- Supervisión de las cámaras de visita cuando hay problemas en la red
- Limpieza y succión de material atascado en la tubería con equipo manual
- Sondeo y extracción de material atascado con equipo mecánico

Todas las labores de operación y mantenimiento serán coordinadas por el responsable técnico departamental de ENACAL.

### **3.3 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

- Limpieza del área
- Limpieza del pozo húmedo o cárcamo de bombeo
- Mantenimiento de bombas y motores
- Chequeo del apagado y encendido de las bombas sumergibles
- Chequeo de encendido de generador de emergencia
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a todas las unidades eléctricas, equipos de bombeo y equipos mecánicos instalados.
- Limpieza y desinfección (las herramientas y equipos de protección utilizados debe ser limpiados y desinfectados)

### **3.4 ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL STAR.**

La eficiencia de un sistema de tratamiento (STAR) de aguas residuales, depende mayoritariamente de la buena operación y mantenimiento que se realice. Muchas obras bien diseñadas y construidas, pero con una incorrecta y/o inadecuada operación y mantenimiento no producen las eficiencias esperadas.

La mala operación y mantenimiento, además, de deteriorar las estructuras y no obtener los resultados esperados en cuanto a eficiencia de todo el sistema, puede provocar accidentes que afecten la salud de los trabajadores o repercusiones hidráulicas al presentarse obstáculos en las diferentes estructuras.

Para garantizar la correcta operación y mantenimiento hay que proveer a los operadores de todos los equipos y herramientas necesarias, capacitarlos sistemáticamente, supervisarlos y evaluar periódicamente el trabajo que realizan en los diferentes componentes.

A continuación se resumen las respectivas orientaciones y actividades que deben realizarse en el STAR para una debida operación y mantenimiento:

- **Pretratamiento: Canal de aproximación, Reja gruesa, Desarenador, y Medidor Parshall**
  - Regulación de caudales y manipulación de compuertas
  - Manipulación de válvulas y compuertas cuando se presente lluvias (vertederos de excesos)
  - Retiro de material de las rejillas y disposición en el lecho de secado.
  - Extracción de arenas del desarenador.
- **Tratamiento Primario: Reactores UASB.**
  - Supervisión de los canales y tubería de entrada y salidas para detectar atascamientos en el sistema.
  - Control de niveles
  - Extracción de lodos y disposición en los lechos de secado
- **Tratamiento Secundario: Lagunas de maduración.**
  - Sondeos de las tuberías de ingreso y tuberías de salida.
  - Retiro de lodos y desechos sólidos de los lechos de secado y traslado al vertedero municipal de Condega.
  - Remoción de sólidos acumulado en entradas y salida de la lagunas de maduración
  - Reparación de taludes
  - Remoción de material y plantas macrófitas flotantes.

### 3.5 LECHOS DE SECADO

En dependencia la rapidez con que se sequen los lodos (temperatura, grosor de la capa de lodos, humedad relativa, etc.) se realizará la extracción de los lodos secos de los lechos de secado

Se puede prever la extracción del lodo, en función de la necesidad de dar mantenimiento a otras unidades de tratamiento y previendo que el material no se vuelva a hidratar con las lluvias.



Los lodos extraídos del reactor UASB y las arenas (desarenador) serán deshidratados y estabilizados en los lechos de secado y trasladados cada seis (6) meses al sitio destinado para su disposición en el vertedero. Estos lodos estabilizados pueden ser aprovechados en la misma área del STAR para mejorar los suelos del área y mantenimiento de los árboles de acuerdo al plan de reforestación.

Los desechos sólidos extraídos de las rejillas y de otras unidades serán estabilizados con cal y dispuestos en barriles plásticos. Cuando los barriles se llenen serán trasladados al vertedero de Condega.

### **3.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS CONEXAS**

- **Áreas verdes**

- Plantación (Chapeo y limpieza).
- Protección (Construcción de rondas y vigilancia).
- Manejo de la regeneración natural (Chapeo y poda).

- Cercos de obras de protección

- Reparación de cercos y portones.
- Reparación de muros.

- Casetas

- Limpieza de casetas, áreas verdes, canales de aguas pluviales, parqueo, etc.

## **4 ETAPA DE CIERRE TEMPORAL.**

Si se realiza una correcta operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR), la útil de esta obra será de muchos años, por ello no se contempla una etapa de cierre.

El periodo de vida útil de la red de alcantarillado sanitario se estima para una duración aproximada de 20 años aunque la tubería termoplástica (PVC o PE), tiene especificaciones de durabilidad más allá de ese periodo. Sin embargo, toda la RAS estará condicionada por la eficacia del mantenimiento y el uso correcto del sistema.

En el caso de la estación de bombeo de aguas residuales (EBAR), la vida útil de los equipos electromecánicos se presume será de 10 años (o mayor, si se realiza correctamente el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos), para el resto de la infraestructura se estima 20 años la vida útil.

## 5 LIMITES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

### 5.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

El área de influencia directa del proyecto del sistema de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Condega, está circunscrita al área urbana de dicha ciudad y su periferia extendiéndose hacia el noreste a la comunidad Valle de Jesús.

La ciudad de Condega se encuentra a 184 Km de la Capital Managua con una elevación promedio de 551 msnm. Localizado entre las coordenadas 13° 21' latitud norte y 86° 23' longitud oeste, en donde se pretende establecer:

- Una red de recolección y una red de impulsión.
- Una estación de bombeo y obras de pretratamiento.
- La planta de tratamiento ubicada en un predio en el valle de Jesús en las cercanías del cauce del río Estelí, al noroeste del área urbana.
- Punto de descarga río, Estelí.



**Figura 1.42: Incidencia de sub cuenca río Estelí en área de influencia del proyecto STAR de la ciudad de Condega.**

Esta área de influencia se caracteriza por ser un área natural totalmente intervenida, siendo el mayor asentamiento humano concentrado del municipio, en proceso de expansión, tanto para el noreste como para el oeste, contando con diversos elementos urbanísticos.

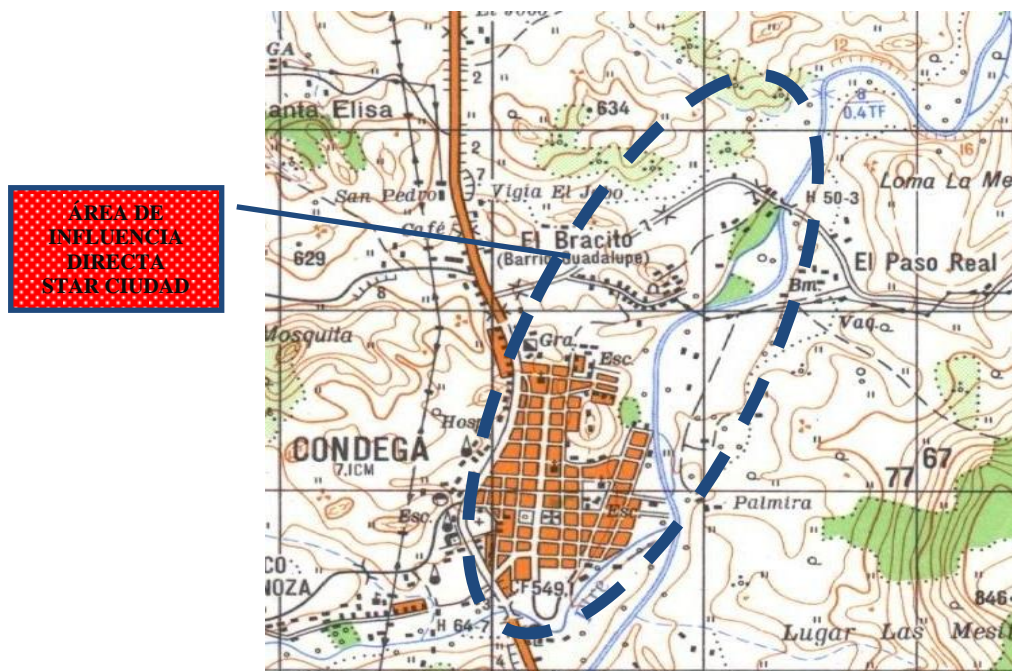
Su topografía es poco irregular consistiendo en un valle con pocas elevaciones de baja altitud y pendientes moderadas.

Se encuentra dentro del área de incidencia del río Estelí (sub cuenca del río Estelí), el cual recorre con dirección de sur a noroeste, toda el margen oeste del área urbana. Subcuenca circundada por varios cauces de invierno y en su parte alta por el río Pire, todos afluentes del río Estelí a como se aprecia en la figura 2.2. Según el mapa Indicativo de peligros y propuesta de Zonificación del municipio de Condega, ésta es una zona susceptible a inundaciones, clasificada como sitio crítico.

En su extremo norte (menos poblada pero en proceso de expansión) aun se visualizan algunas parcelas recientemente destinadas al cultivo de tabaco, además pasto de corte.

Al desarrollarse el proyecto, se verá beneficiada grandemente la población del área urbana, al mejorar sus condiciones higiénico sanitarias, disminuyendo el sistema de letrinas y sumideros que se presentan en algunos casos como focos de contaminación, por su parte las aguas superficiales y subterráneas mejorarán su calidad al disminuir la carga de materia orgánica recibidas por la forma actual de tratar las aguas residuales doméstica.

Sobre la rivera del río Estelí (paralelo a la posición noreste del sitio de la PTAR), en ambos extremos, se presentan después de las líneas de inundación comunidades de árboles de regeneración natural (vegetación riparia), desarrollados posterior a las inundaciones del Huracán Mitch, el cual combinado con el caudal del cuerpo de agua, el poco ruido y quietud del sitio dan un alto valor escénico, un micro clima, contando con diferentes cuencas visuales con cierto valor de contemplación, actividades que pueden verse afectadas por la implementación del proyecto.



**Figura 1.43: Área de Influencia Directa STAR Ciudad de Condega**

## 5.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta del proyecto se ubica aguas abajo del sitio de la planta de tratamiento en el Valle de Jesús, sobre el curso del río hasta aproximadamente 1,500 m al noreste. Definiéndose ésta debido a que será el punto de descarga de la planta de tratamiento del STAR.

El cauce del río presenta una pendiente y corriente moderada, con una anchura estimada del caudal entre los 25 y 35 m. con profundidades que oscilan entre los 0.5 a 2 m. bordeada por elevaciones compuesta por bosque secundario, tacotales y potreros, desarrollándose actividades de ganadería extensiva, presentándose también en algunos remanentes de vega el cultivo de tabaco y granos básicos.

A lo largo de esta área, las aguas del río son utilizadas por los lugareños como sitios de recreación para nadar, la pesca de auto consumo, así como para lavar ropa, compartido con el abrevadero de ganado.



**Figura 1.44: Área de influencia Indirecta del Proyecto, aguas abajo de la PTAR**



**Figura 2.4: Panorámica ancho y corriente del río Estelí en el sector noroeste de la PTAR.**

Por su parte se aprecia además, comunidades de aves migratorias, aves zancudas, palomas, reptiles pequeños como lagartijas y serpientes.

# CAPITULO

IDENTIFICACION, VALORACION  
Y PREDICCIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES



## **6 IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y PREDICCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Para la identificación de impactos ambientales se consideró los principales componentes del ambiente, además, la experiencia de los consultores sobre las actividades que implican el proyecto en cada una de sus etapas, como son la construcción, operación y mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) y la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS) de la ciudad de Condega.

### **6.1 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS A GENERARSE POR EL PROYECTO.**

La metodología que se utilizó para la identificación de los impactos ambientales es una composición entre matrices (causa –efecto) y "Lista de control" (Checklist).

#### **6.1.1 La matriz de interacción (causa – efecto)**

Estas matrices tienen el principio de causa – efecto y se construyen para identificar y evaluar los impactos ambientales. Se diseñan como una lista de control bidimensional, disponiendo a lo largo de su eje vertical las acciones y los factores ambientales y en el eje horizontal las actividades de las diferentes etapas del proyecto. Las celdas donde se interceptan las líneas y columnas sirven para identificar y valorar los respectivos componentes ambientales y sus actividades.

Completada la matriz, se puede apreciar el conjunto de impactos generados por el proyecto y su ponderación, apreciándose las acciones o etapas que provocan mayor número de impactos (positivos o negativos). En dependencia del impacto generado, éste debe ser objeto de atención si es negativo y así elaborar la medida de mitigación.

#### **6.1.2 Lista de control en escala**

Este método presenta las atribuciones de símbolos numéricos o literales para cada factor o impacto ambiental, permitiendo la valoración de los componentes del ambiente y actividades en cada una de las etapas del proyecto.

#### **6.1.3 Construcción de matrices**

En la construcción de las matrices, para la identificación, predicción y valoración de los impactos ambientales, se listó las actividades o acciones del proyecto durante las distintas fases y que pueden provocar impactos.

Sólo se consideraron las actividades o acciones en las etapas de construcción, operación y mantenimiento, no se vislumbra una etapa de cierre o abandono porque las infraestructuras tienen una vida útil muy amplia (más de 20 años), si se da una correcta operación y mantenimiento.

En la identificación de los componentes del ambiente a evaluar, se consideró las particularidades del medio donde se desarrollará el proyecto. Los componentes ambientales que se consideraron para este proyecto se definen en la Tabla 3.2. Asimismo, se detallan las afectaciones (positivas o negativas) que pueden alterar el ambiente, las que se definieron considerando las actividades que pueden afectar negativa o positivamente al ambiente.

Después de seleccionar los componentes del ambiente a evaluar se procedió a identificar las actividades en cada etapa del proyecto (eje horizontal), considerando por separado cada etapa del proyecto (construcción, operación y mantenimiento). Con lo que se construye la matriz de identificación de posibles impactos a generarse por el proyecto en sus diferentes etapas.

Se listó la mayor cantidad de componentes del ambiente y actividades para la construcción, operación y mantenimiento considerando los elementos del proyecto. En la Tabla 3.3 se presentan las actividades del proyecto en la etapa de construcción del STAR Y EBAR y en la Tabla 3.6 las actividades en las etapas de operación y mantenimiento del STAR y EBAR, y en la Tabla 3.4 y Tabla 3.5 las actividades en la construcción, operación y mantenimiento de la RAS.

Una vez definidos los componentes ambientales y actividades, se elaboraron las matrices para la valoración de los impactos ambientales. Se confeccionaron cuatro matrices (una para la etapa de construcción, otra para la etapa de operación y mantenimiento), para la identificación, predicción y valoración de los impactos ambientales tanto para la RAS en la que se incluye la red recolectora y la línea de impulsión, como la PTAR en la que se incluyen las obras de la estación de bombeo.

Esta valoración se realiza mediante la aplicación de una serie de atributos pre-establecidos para encontrar la importancia del impacto en función del valor numérico asignado a los atributos considerados bajo la fórmula siguiente:

$$i = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

En donde:

i= Importancia del impacto

I = Intensidad

EX= Extensión

MO= momento

PE= persistencia

RV= reversibilidad

SI= Sinergia

AC= acumulación  
 EF= Efecto  
 PR= Periodicidad  
 MC= recuperación por medios humanos

Dichos atributos se definen con la ponderación a como se muestra en la Tabla 3.1

**Tabla 2.1: Ponderación de importancia de impactos**

<b>PONDERACIÓN DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS</b>			
<b>NATURALEZA</b>		<b>Intensidad</b> (Grado de destrucción)	<b>(I)</b>
Impacto positivo	<b>+</b>	Baja	<b>1</b>
Impacto Negativo	<b>-</b>	Media	<b>2</b>
<b>EXTENSIÓN</b> (Área de influencia)	<b>(EX)</b>	Alta	<b>4</b>
Puntual	<b>1</b>	Muy alta	<b>8</b>
Parcial	<b>2</b>	Total	<b>12</b>
Extenso	<b>4</b>	<b>Momento</b> (Plazo de manifestación)	<b>(MO)</b>
Total	<b>8</b>	Largo plazo	<b>1</b>
Critica	<b>4</b>	Medio plazo	<b>2</b>
<b>PERSISTENCIA</b> (Persistencia del efecto)	<b>(PE)</b>	Inmediato	<b>4</b>
Fugaz	<b>1</b>	<b>Reversibilidad</b>	<b>(RV)</b>
Temporal	<b>2</b>	Corto plazo	<b>1</b>
Permanente	<b>4</b>	Medio Plazo	<b>2</b>
<b>SINERGIA</b> (Integración de elementos)	<b>(SI)</b>	Irreversible	<b>4</b>
Sin sinergismo	<b>1</b>	<b>Acumulación</b> (Incremento progresivo)	<b>(AC)</b>
Sinérgico	<b>2</b>	Simple	<b>1</b>
Muy sinérgico	<b>4</b>	Acumulativo	<b>4</b>
<b>EFEECTO</b> (Relación causa-efecto)	<b>(EF)</b>	<b>Periodicidad</b> (Regularidad de la manifestación)	<b>(PR)</b>
Indirecto	<b>1</b>	Irregular o discontinuo	<b>1</b>
Directo	<b>4</b>	Periódico	<b>2</b>
		Continuo	<b>4</b>
<b>RECUPERABILIDAD</b> (Reconstrucción por medios humanos)	<b>(RC)</b>		
Recuperable de manera inmediata	<b>1</b>		



Recuperable a medio plazo	<b>2</b>
Mitigable	<b>4</b>
Irrecuperable	<b>8</b>

En base a esta relación se logra determinar el grado de alteración definiéndose tres rangos siendo éstos:

- **0 a 32**: Impacto irrelevante o compatible, identificado con el color verde.
- **33 a 65**: Impacto moderado, identificado por el color amarillo.
- **66 a 100**: Impacto crítico, identificado con el color rojo.

Las matrices integran las actividades del proyecto con los componentes ambientales, de esta forma se puede determinar cuáles acciones contribuyen a producir “*impacto negativo*”, para intervenir en dichas actividades, modificarlas y sí es posible, neutralizar o minimizar el impacto y cuales producen “*impactos positivos*”, porque ellos justifican la ejecución del proyecto.

## 6.2 IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES FACTORES AMBIENTALES A AFECTAR POR EL PROYECTO

Partiendo de la identificación del sitio en que pretende establecer el proyecto, así como las acciones a desarrollarse en las diferentes etapas de del mismo se identifican, sumado a la experiencia del equipo elaborador del estudio se logró identificar tanto los factores del ambiente posibles a ser afectar y las acciones del proyecto que generaría posibles impactos.

**Tabla 2.2. - Componentes del ambiente evaluados**

<b>Calidad del aire</b>
Incremento de emisión de gases de combustión. (CO, SO <sub>2</sub> , NO, etc.)
Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores
Incremento de material particulado (PM <sub>10</sub> )
<b>Ruido</b>
Incremento de los puntos de generación de ruidos
Aumento de los niveles o intensidad del ruido (decibeles)
Ampliación significativa de los períodos de duración del ruidos (tiempo)
<b>Relieve y geodinámica</b>
Afectación del relieve natural
Riesgo de inestabilidad del terreno
<b>Suelo</b>
Alteración de suelos
Compactación de suelos
Aumento de la erosión
Riesgo de contaminación de suelos

<b>RECURSOS HÍDRICOS</b>
Alteración de las características de los cauces, quebradas o ríos
Alteración del caudal de los cuerpos naturales de agua (río Estelí)
Afectación del riego de cultivos
<b>Calidad de agua</b>
Contaminación de aguas superficiales
Contaminación de aguas subterráneas
<b>Vegetación</b>
Pérdida de cobertura vegetal
Alteración de hábitats y pérdida de especies
<b>Fauna</b>
Desplazamiento temporal de individuos
Efecto barrera para el desplazamiento de la fauna (temporal)
Riesgo de afectación de recursos hidrobiológicos
<b>Paisaje</b>
Alteración del paisaje natural
<b>Socio económicos</b>
Demografía
Economía, empleo y mano de obra
Transporte
Infraestructura habitacional y urbana
Salud, educación y servicios sociales
Estilo y calidad de vida
Cualidades estéticas y urbanísticas

### Identificación De Acciones Del Proyecto Posiblemente Impactantes, En Sus Diferentes Etapas

Tabla 2.3 - Actividades construcción del Sistema de tratamiento de aguas (STAR) y EBAR

<b>Instalación de faenas</b>	<b>Movilización de equipos y maquinarias</b>
	Transporte de suministros (combustibles y materiales)
<b>Suministro de equipos y accesorios</b>	Construcción de obras temporales
	Transporte de materiales de construcción (hierro, cemento, madera, ladrillos, tuberías, arenas, etc.)
	Almacenamiento temporal de material
<b>Corte de árboles y arbustos</b>	Corte de arboles de y arbustos
	Limpieza de las áreas (retiro de troco y maleza cortada)

<b>Construcción de obras grises: canales, desarenador, reactor UASB, lechos de secado, cajas de registros y de distribución de caudales, etc.</b>	Replanteo y control
	Excavaciones y rellenos
	Retiro de material sobrante
	Suministro y ejecución de obras específicas
	Movilización de equipos y maquinarias
<b>Construcción de pozo húmedo y estación de bombeo (incluye Cárcamo de emergencia)</b>	Replanteo y control
	Excavaciones y rellenos
	Retiro de material sobrante
	Movilización de equipos y maquinarias
	Instalación de dispositivos de control y aliviaderos
	Instalación de Tubería de agua potable
	Instalación de tubería de descarga
	Suministro ejecución de obras específicas
Instalación de equipo mecánico y eléctrico	
<b>Construcción de lagunas de maduración</b>	Replanteo y control
	Excavación y compensación de material de relleno
	Impermeabilización de fondo
	Conformación de taludes
	Instalación de tuberías de entradas y salidas
	Extracción de piedra bolón
	Suministro, corte y colocación de hierro
	Suministro y colocación de concreto
	Ejecución de obras específicas
Movilización de equipos y maquinarias	
<b>Construcción de pozos de visita y línea de descarga del efluente en el río Estelí y obras de protección</b>	Replanteo y control
	Provisión de material para la construcción (arena, material de préstamo, rellenos tubería ADS, etc.)
	Provisión de mano de obra y equipos para la construcción de las obras.
	Excavaciones de zanjas, rellenos, relleno estructural, suministro y construcción de las obras.
<b>Construcción de</b>	Preliminares y movimiento de tierra

<b>obras complementarias o conexas: cercado del predio, área de parqueo, canales de drenaje pluvial, una zanja de infiltración para captar el agua sub superficial.</b>	Fundaciones, paredes de mampostería confinada, techos y acabados
	Obras sanitarias
	Pisos, puertas, ventanas, pintura y obras exteriores
	Drenaje pluvial (cunetas, zanjas, etc.).
	Parqueo, un cerco de malla ciclón otro cerco de postes y alambre de púas y un portón.
<b>Implantación de arboles</b>	Instalación de componentes del sistema eléctrico: alumbrado (excavaciones, izaje de postes y cimentación, armado de estructuras, montaje de retenidas y anclajes, tendido y puesta de los cables, luminarias y conexiones a edificios).
	Limpieza y retiro de material excedente y de escombros
	Corte y preparación de prendones, establecimiento de la plantación
	Replanteo
	Plantación

**Tabla 2.4 - Actividades construcción de la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS)**

<b>Instalación de faenas</b>	<b>Movilización de equipos y maquinarias</b>
	Transporte de suministros (combustibles y materiales)
	Construcción de obras temporales
<b>Suministro de tuberías y accesorios</b>	Transporte de tuberías y accesorios
	Almacenamiento temporal de material
<b>Instalación de tuberías y accesorios</b>	Replanteo y control
	Excavaciones de zanjas y movimiento de tierra
	Entibados
	Asiento para tuberías
	Suministro e instalación de tuberías y accesorios
	Relleno y compactación de zanjas
<b>Construcción Pozos de Visita cámaras de inspección</b>	Replanteo y control
	Provisión de material y construcción de la fundación de la cámara de inspección
	Provisión de mano de obra y equipos para la construcción de los PVS
	Construcción de conexiones con caída (ejecución de juntas, empalme a las cámaras, desecado y entibado)
<b>Construcción de línea de impulsión</b>	Replanteo y control
	Excavaciones de zanjas y movimiento de tierra
	Entibados
	Asiento para tuberías
<b>Construcción de conexiones domiciliarias</b>	Suministro e instalación de tuberías y accesorios
	Relleno y compactación de zanjas
	Remoción de aceras y Pavimentos
	Provisión de material de préstamo
	Retiro de material excedente y de escombros

**Tabla 2.5 - Actividades operación y mantenimiento de la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS)**

<b>Operación</b>	<b>Operación de la instalación domiciliar e intradomiciliar</b>
	Correcta operación de los usuarios del sistema (RAS)
<b>Mantenimiento</b>	Supervisión de las cámaras de visita cuando hay problemas en la red
	Limpieza y succión de material atascado en la tubería con equipo manual
	Sondeo y extracción de material atascado con equipo mecánico

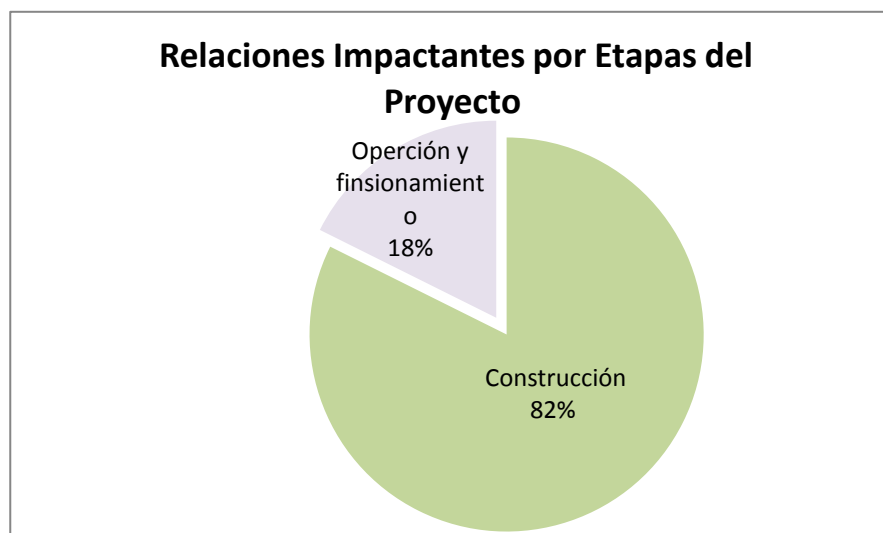
**Tabla 2.6- Actividades operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y Estación de Bombeo**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>Regulación de caudales y manipulación de compuertas</b>
	Manipulación de válvulas y compuertas cuando se presente lluvias (vertederos de excesos)
	Retiro de material de las rejillas y disposición en el lecho de secado.
	Operación continua del estación de bombeo
	Supervisión de los canales y tubería de entrada y salidas para detectar atascamientos en el sistema.
	Operación continua del reactor UASB y Lagunas de maduración
	Retiro de lodos y desechos sólidos de los lechos de secado y traslado al vertedero municipal de Condega
	Vertido del efluente del STAR al río Estelí
	Limpieza de rejillas, canales, vertederos.
	Extracción de arenas del desarenador.
	Extracción de lodos del reactor UASB, lagunas de maduración y disposición en los lechos de secado. Sondeos de tuberías de salida.
<b>MANTENIMIENTO</b>	Limpieza de áreas verdes
	Reparación de cercos y portones.
	Remoción de sólidos acumulado en entradas y salida de la lagunas de maduración
	reparación de taludes
	remoción de material y plantas macrófitas flotantes

### 6.3 IDENTIFICACIÓN DE RELACIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO

En general y en correspondencia a las actividades del proyecto, así como los factores ambientales tomados en consideración para éste análisis, se identificó un total de 561 relaciones impactantes.

Siendo la etapa de construcción en donde más se incide sobre el medio, es la etapa en la que se identifican la mayor cantidad de relaciones impactantes a como se evidencia en las figuras 2.1, 2.2 y 2.3.

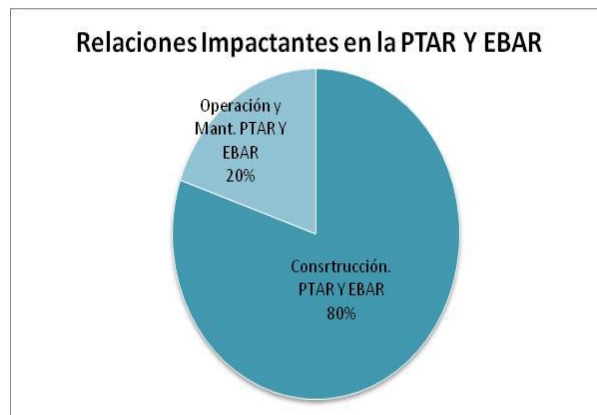


**Figura 2.1: Relaciones impactantes por etapas del proyecto.**

Este mismo comportamiento se expresa en las distintas obras que se plantean establecer en todo el Proyecto a como también lo podemos apreciar en las figuras 2.2 y 2.3.



**Figura 2.2: Relaciones impactantes en la RAS**



**Figura 2.3: Relaciones impactantes en la PTAR y EBAR**

## 7 VALORACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS A GENERARSE POR EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL STAR DE LA CIUDAD DE CONDEGA.

Partiendo de contar ya identificadas todas las posibles relaciones impactantes que se generaría en el desarrollo en las diferentes etapas y componentes del proyecto, iniciamos la valoración determinando el tipo de posibles impactos de acuerdo a su naturaleza (negativo o positivo).

En tal sentido del total de relaciones impactantes identificadas, la mayoría (355) de éstas, son negativos a cómo podemos ver en la figura 2.4.

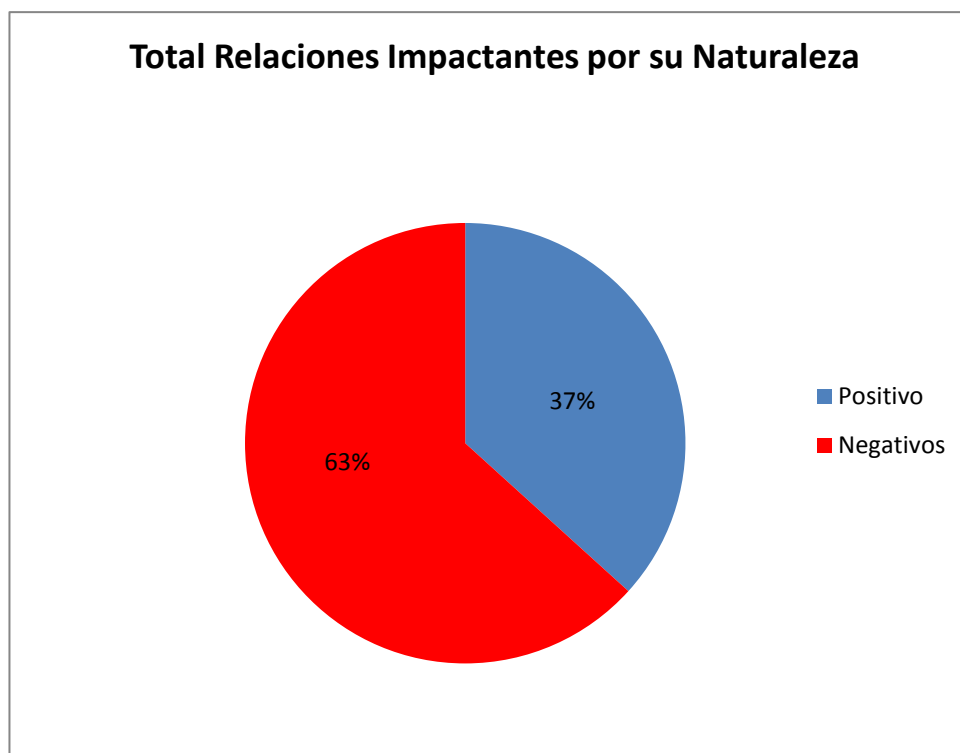


Figura 2.4: Total Relaciones Impactantes por su Naturaleza



En la etapa de operación y funcionamiento a pesar de ser de menor cantidad, el comportamiento se invierte, sobresaliendo los posibles impactos positivos, a cómo podemos observar en la figura 2.5. (Ver **APÉNDICE 3-** Resumen)

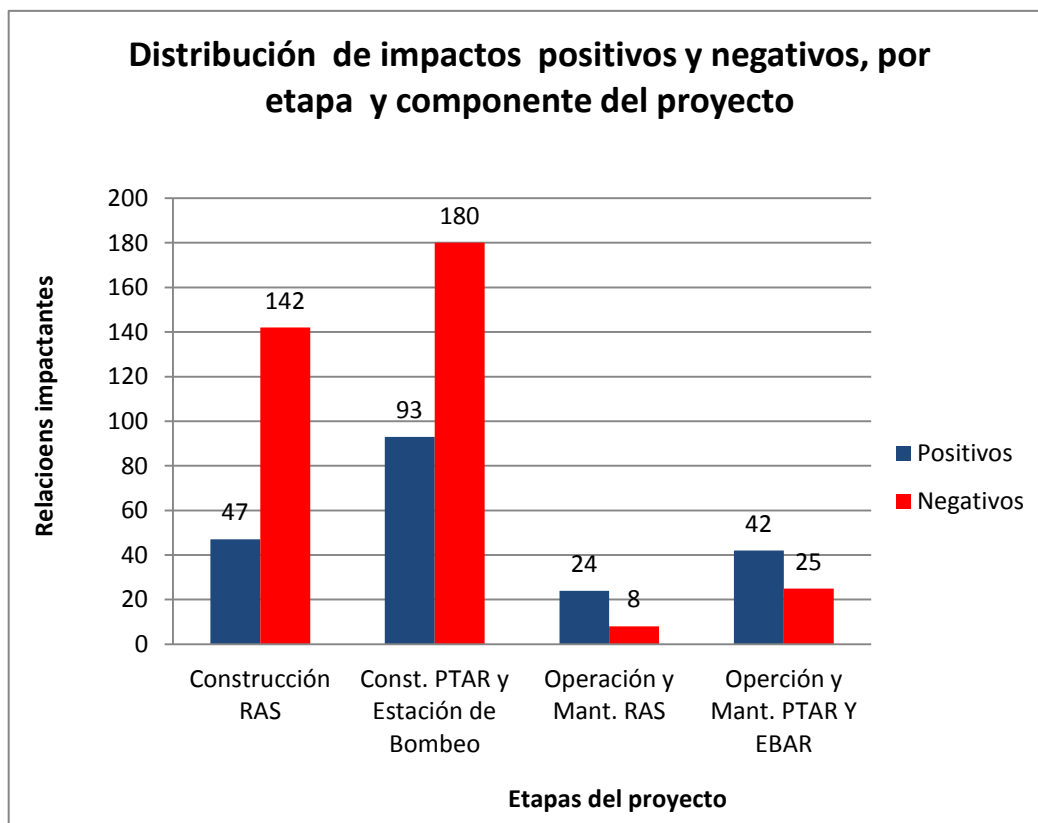
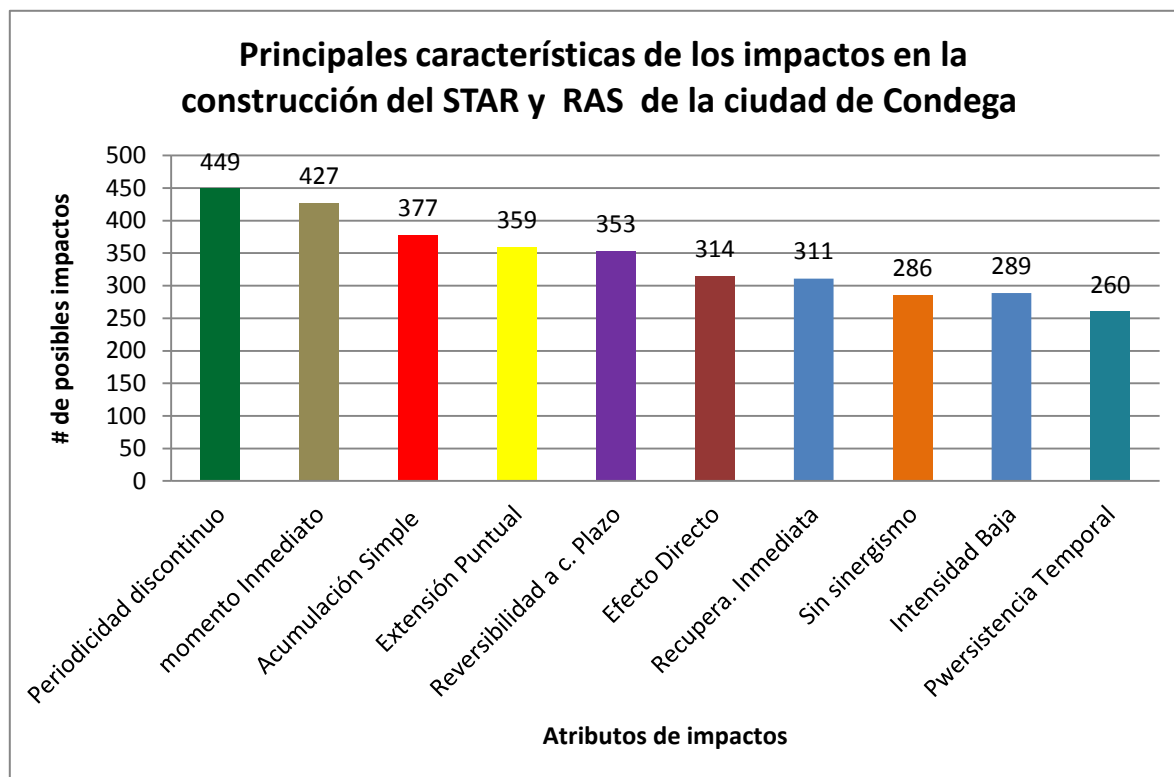


Figura 2.5: Distribución de impactos positivos y negativos, por etapa y componente del proyecto

En base a los atributos predefinidos para los posibles impactos para este estudio, tomando los resultados más representativos de cada atributo, (además de ser en su mayoría negativos) las características principales en orden descendente es que son de una persistencia discontinuo (80.76%), momento inmediato (76.80%), de acumulación simple (67.81%), Extensión puntual (64.57 %), reversibilidad a corto plazo (63.49%), efecto directo (56.47%), recuperabilidad inmediata (55.94%), de intensidad baja (51.98%), sin sinergismo (51.44%), y persistencia temporal (46.76%).



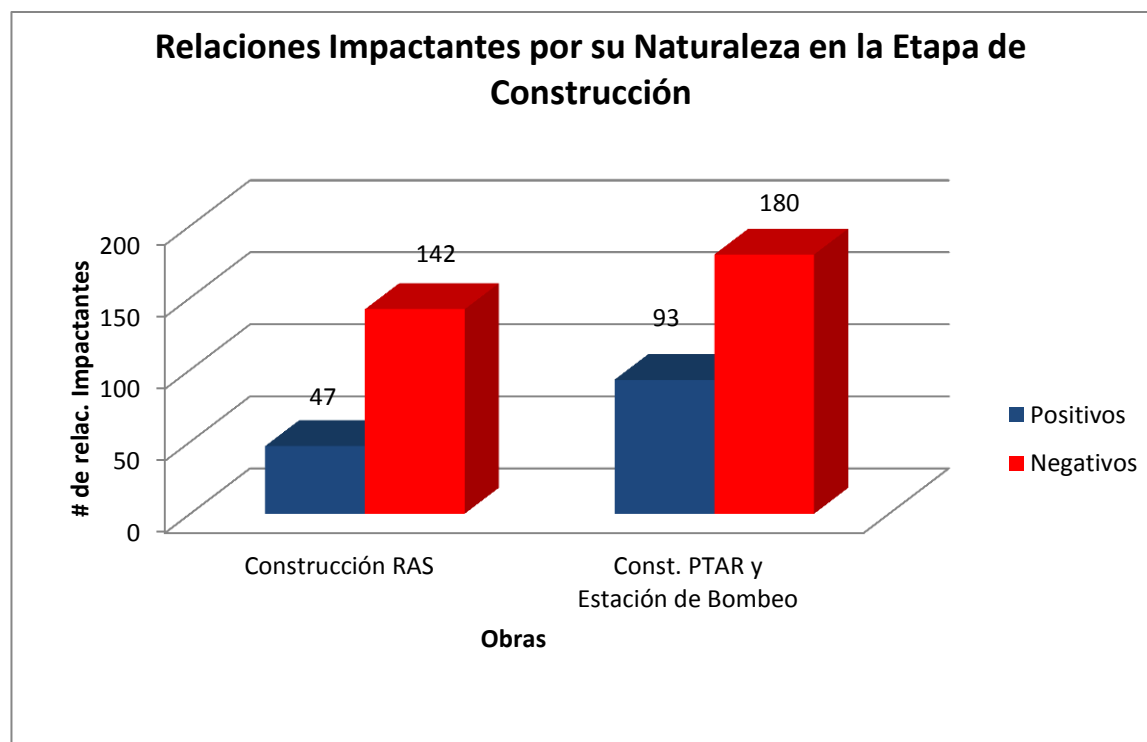
**Figura 2.6: Principales características de los impactos en la construcción del STAR y RAS de la ciudad de Condega**

Como podemos observar los niveles de los atributos resultantes, reflejan una situación benéfica para el proyecto, en tanto sus impactos pueden ser mitigados fácilmente y revertir en corto tiempo las afectaciones de los mismos. (Ver detalle **APÉNDICE 4-** Matriz de resultados generales de impactos del proyecto y fig. 2.6).

## 7.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

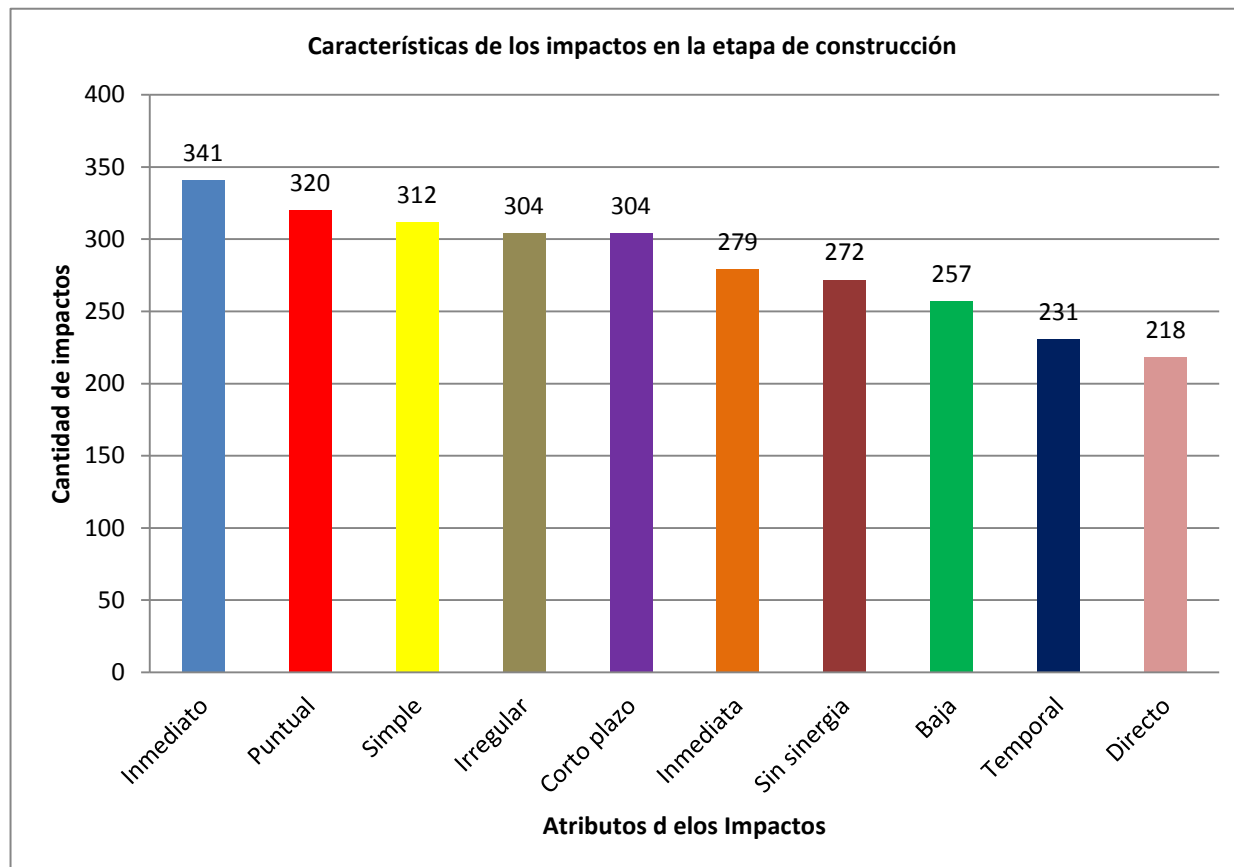
La etapa de construcción, es cuando se incide con mayor intensidad en la transformación del medio, por tal razón se identifican la mayor cantidad de relaciones impactantes, siendo éstas un total de 462 de éstas.

De éste total de relaciones impactantes, el 69.70% son de naturaleza negativa, presentándose éstas principalmente en el proceso de construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) a como se aprecia en la figura 2.7.



**Figura 2.7: Relaciones Impactantes por su Naturaleza en la Etapa de Construcción**

Las principales características de estos impactos es que son de desarrollo inmediato (73.80%), extensión puntual (69.26%), acumulación simple (67.53%), periodicidad irregular o discontinua (65.80%), reversibilidad de corto plazo (65.80%), recuperabilidad inmediata (60.38%), sin sinergia (58.87%), de intensidad baja (55.62%), persistencia temporal (50%), y efecto directo (47.40). a como se muestra en la figura 3.8.



**Figura 2.8: Características de los impactos en la etapa de construcción**

Solo en la etapa de construcción de la PTAR, se analizaron 273 relaciones impactantes, teniendo como características principales (además de su naturaleza negativa), que poseen una intensidad baja el 60.81%; extensión puntual el 77.29%; se desarrollan en un momento inmediato el 84.98%; una persistencia temporal el 42.86%, reversibilidad a corto plazo el 63 %; con una acumulación simple el 57 %; sin sinergia el 66.30%; con efecto indirecto el 60.40%; en su totalidad con periodicidad irregular o discontinuo (100%) y recuperabilidad inmediata el 58.24%.

Mediante la aplicación de la fórmula para encontrar el grado de alteración al medio de los posibles impactos negativos sobre la construcción de la PTAR, estos alcanzaron el 22%, encontrándose en el rango de impactos considerados irrelevantes. Así mismo el grado de alteración de los posibles impactos positivos aunque se mantiene dentro del rango de impactos irrelevantes alcanza el 28%, seis puntos porcentuales sobre los negativos.

Por su parte, en el proceso de construcción de la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS), se analizaron un total de 189 relaciones impactantes que comparándolo con el proceso de

construcción de la PTAR, la cantidad de estas relaciones disminuyen, así mismo la brecha entre impactos de naturaleza negativa y positiva, manteniéndose predominante las negativa a como se puede observar en la figura 2.7.

Dentro de las características principales de los posibles impactos en la construcción de la RAS, se tiene que en su intensidad entre baja y media alcanza el 83.51%; tiene una extensión puntual al mismo nivel que se desarrollan de forma inmediata (57.98%), mientras que el 60.64% se; con una persistencia temporal del 58.51%; una reversibilidad de corto plazo del 67.02%; una acumulación simple de 79.79%; sin sinergia el 56.38%; con efecto directo del 58.51%; una periodicidad irregular o discontinua del 80.32%; y una recuperabilidad inmediata del 63.83%. (Ver detalles en las tablas 2.7 y 2.8).

El rango de alteración de los posibles impactos negativos en la construcción de la RAS es de 21% y el de los posibles impactos positivos es de 29% ambos se encuentran también en el rango de irrelevantes, manteniéndose los positivos con 8 puntos porcentuales sobre los negativos.

Estos datos, nos sugieren que la incidencia de la construcción tanto de la PTAR cómo la RAS, sobre el medio, no generará afectaciones traumáticas o severas, además que en su mayoría los efectos indeseables pueden ser mitigados en lapsos de tiempo relativamente cortos, así mismo permiten que el medio se ajuste a las nuevas condiciones, siendo de mucha relevancia la incidencia en el medio social, principalmente por la generación de fuentes de empleo que podría generar y la dinamización temporal de la micro economía local.

**Tabla 2.7: Resultado Valoración Construcción PTAR**

Construcción de PTAR					
Atributo		(+)	(-)		%
<b>Intensidad</b>	baja	47	119	166	60.81
	media	38	50	88	32.23
	alta	8	11	19	6.96
	muy alta	0		0	0.00
	Total	0		0	0.00
<b>Extensión</b>	puntual	56	155	211	77.29
	parcial	37	25	62	22.71
	extenso	0		0	0.00
	total	0		0	0.00
	crítico	0		0	0.00

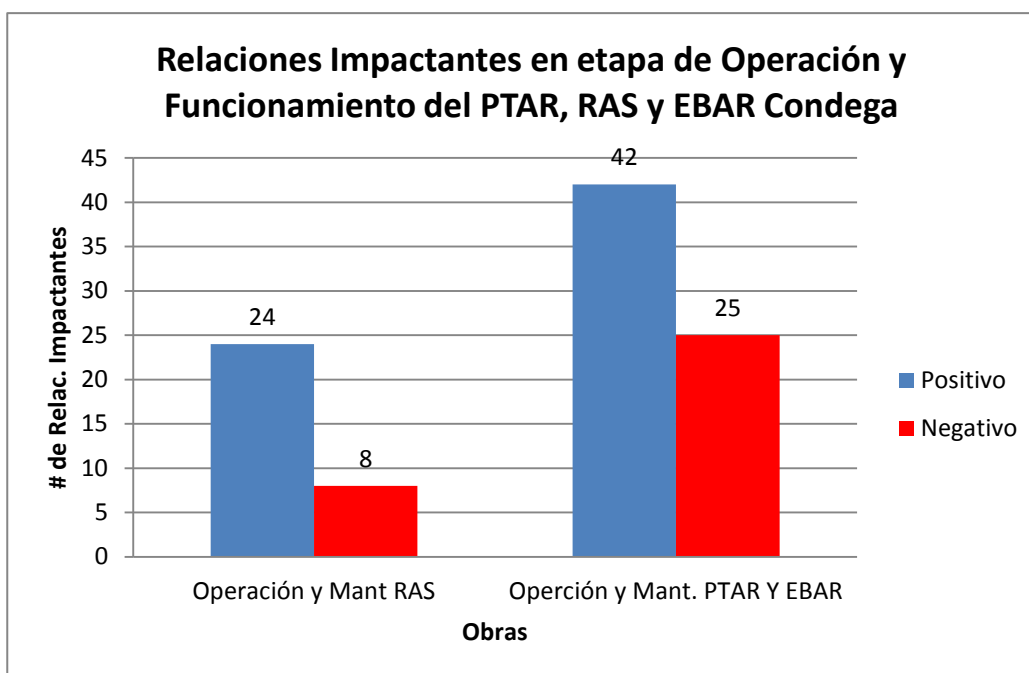
<b>Construcción de PTAR</b>					
<b>Atributo</b>		<b>(+)</b>	<b>(-)</b>		<b>%</b>
<b>Momento</b>	L. plazo	0		<b>0</b>	0.00
	M. plazo	35	6	<b>41</b>	15.02
	inmediato	58	174	<b>232</b>	84.98
<b>Persistencia</b>	fugaz	19	72	<b>91</b>	33.33
	temporal	36	81	<b>117</b>	42.86
	permanente	38	27	<b>65</b>	23.81
<b>Reversibilidad</b>	C. Plazo	47	134	<b>181</b>	66.30
	M. Plazo	16	32	48	17.58
	Irrecuperable	30	14	44	16.12
<b>Acumulación</b>	simple	29	132	<b>161</b>	58.97
	acumulativo	64	48	112	41.03
<b>Sinergia</b>	Sin sinergia	30	138	<b>168</b>	61.54
	Sinérgico	63	38	101	37.00
	Muy sinérgico	0	4	4	1.47
<b>Efecto</b>	indirecto	49	116	<b>165</b>	60.44
	directo	44	64	108	39.56
<b>Periodicidad</b>	irregular/ discontinuo	273	0	<b>273</b>	100.00
	periódico	0	0	0	0.00
	continuo	0	0	0	0.00
<b>Recuperabilidad</b>	inmediato	36	123	<b>159</b>	58.24
	M plazo	23	24	47	17.22
	mitigable	10	24	34	12.45
	irrecuperable	24	9	33	12.09

**Tabla 2.8: Resultado Valoración Construcción RAS**

CONSTRUCCIÓN RAS					
Atributo		(+)	(-)	Total	%
<b>Intensidad</b>	Baja	9	82	91	48.40
	Media	21	45	66	35.11
	Alta	15	14	29	15.43
	Muy alta	2	1	3	1.60
<b>Extensión</b>	Puntual	8	101	109	57.98
	Parcial	28	37	65	34.57
	Extenso	8	4	12	6.38
	Total	3	0	3	1.60
<b>Momento</b>	Largo plazo	4	11	15	7.98
	Medio plazo	30	35	65	34.57
	Inmediato	13	96	109	57.98
<b>Persistencia</b>	Fugaz	4	59	63	33.51
	Temporal	34	80	114	60.64
	Permanente	9	3	12	6.38
<b>Reversibilidad</b>	Corto plazo	17	106	123	65.43
	Medio plazo	25	34	59	31.38
	Irrecuperable	5	2	7	3.72
<b>Acumulación</b>	Simple	29	122	151	80.32
	Acumulativo	18	20	38	20.21
<b>Sinergia</b>	Sin sinergia	6	98	104	55.32
	Sinérgico	40	42	82	43.62
	Muy sinérgico	1	2	3	1.60
<b>Efecto</b>	Indirecto	5	74	79	42.02
	Directo	42	68	110	58.51
<b>Periodicidad</b>	Irregular	30	122	152	80.85
	Periodicidad	13	19	32	17.02
	Continuo	4	1	5	2.66
<b>Recuperabilidad</b>	Inmediata	18	102	120	63.83
	Medio plazo	20	22	42	22.34
	Mitigable	9	16	25	13.30
	Irrecuperable	0	2	2	1.06

## 7.2 ETAPA DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO

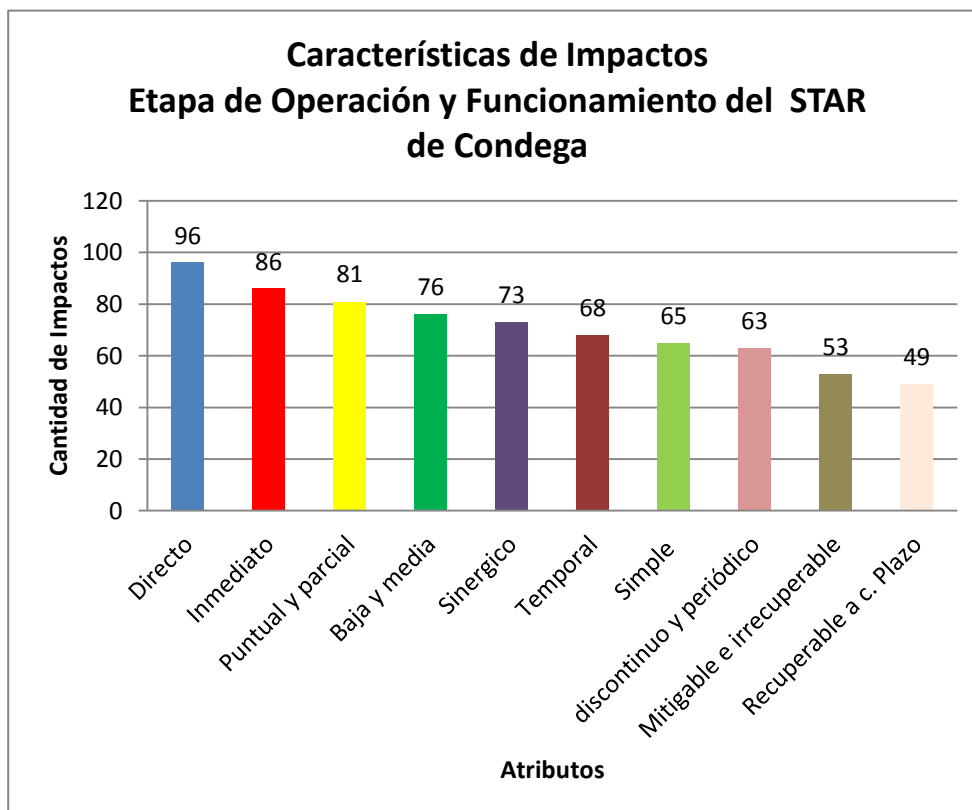
Aplicando la misma metodología, en el análisis de la etapa de operación o funcionamiento se identificaron un total de 99 relaciones impactantes, las cuales por su naturaleza su comportamiento difiere a la etapa de construcción, predominando los efectos positivos el 66.67%.



**Figura 2.9: Relaciones Impactantes en etapa de Operación y Funcionamiento del PTAR, RAS y EBAR Condega**

Estos impactos tiene como principales características ser de efecto directo (96.97), desarrollo inmediatos (86.87%), con una extensión entre puntual y parcial (81.82%), una intensidad entre baja y media (76.77%), sinérgico (73.74%), temporal (68.69%), acumulación simple (65.66y%), periodicidad entre discontinuo y periódica (663.64%), recuperabilidad entre Mitigable e irreversibles (53.54%), y Reversible a corto plazo (49.49).

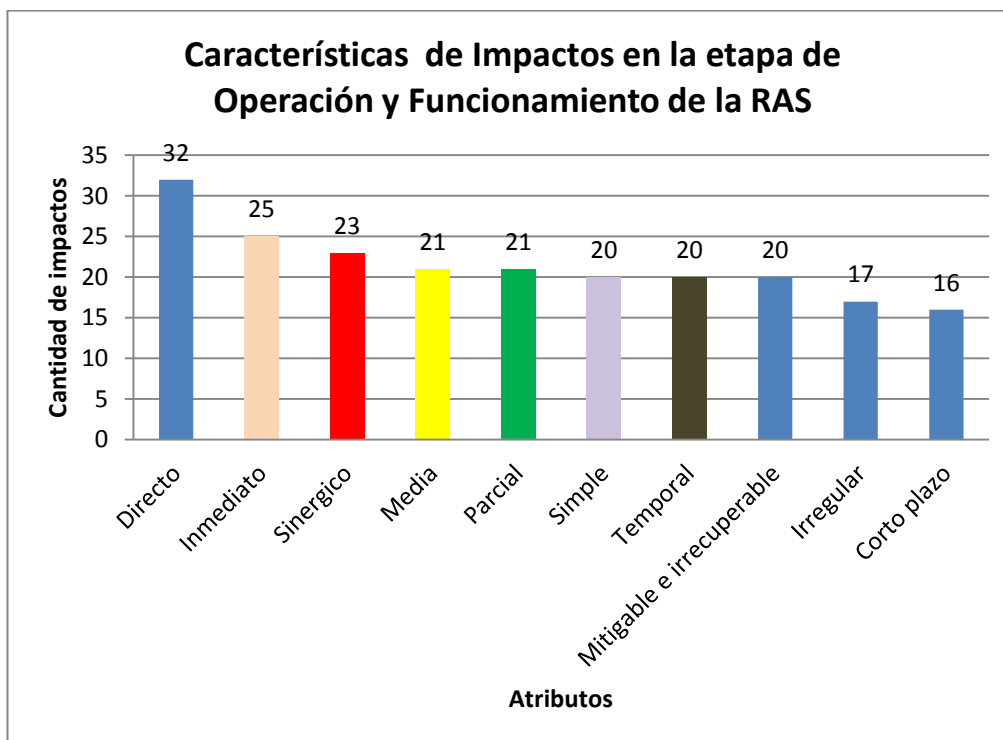




**Figura 2.10: Características de Impactos Etapa de Operación y Funcionamiento del STAR de Condega**

La mayor cantidad de relaciones impactantes (67.68%) se detectan en la operación y funcionamiento de la PTAR, teniendo los posibles impactos a generarse por el proyecto como principales características de ser directos (95.52%), inmediatos (91%), con sinergia (74.63%), acumulación simple (67%), recuperabilidad entre mediano plazo y mitigables (55.22%), extensión puntual (53.73%), periodicidad periódica así como reversibilidad de corto plazo (49.25%), intensidad baja (47.76%) y persistencia permanente (44.78%).

En la operación y funcionamiento de la RAS, el comportamiento de las características son muy similares ala de la PTAR, de efecto directo (100%), de desarrollo inmediato (78.12%), sinérgico (71.87%), de intensidad media (65.62%), extensión parcial (65.62%), acumulación simple, temporal y mitigable (62.50%), periodicidad irregular (53.12%), y reversibilidad de corto plazo.



**Figura 2.11: Características de Impactos Etapa de Operación y Funcionamiento de la RAS de Condega**

El grado de alteración de los posible impactos negativos se establece en el 31% quedando dentro del rango de impactos irrelevantes, por su parte el grado de alteración de los posibles impactos positivo es del el 41% encontrándose en la categoría de impactos moderados.

En general con estos resultados se puede garantizar que el proyecto a pesar de algunas afectaciones indeseable para el medio, posee una relación mayor por los beneficios que al momento de su operación y funcionamiento puede generar a los pobladores del área urbana de Condega, así miso en el mejoramiento de la calidad de vida de los mismos y de las aguas tanto superficiales como subterráneas. Ve tablas 2.9 y 2.10.

Ver detalle en **APÉNDICES 3-** Tabla Resumen General RAS, PTAR Y EBAR.

**Tabla 2.9: Valoración Impactos en Etapa de operación y mantenimiento de la PTAR de Condega**

<b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR</b>					
<b>Atributos</b>		<b>(-)</b>	<b>(+)</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Intensidad	baja	8	24	<b>32</b>	<b>47.76</b>
	media	13	9	<b>22</b>	32.84
	alta	4	4	<b>8</b>	11.94
	muy alta	0	<b>4</b>	<b>4</b>	5.97
	Total	0	<b>1</b>	<b>1</b>	1.49
Extensión	puntual	11	25	<b>36</b>	<b>53.73</b>
	parcial	13	8	<b>21</b>	31.34
	extenso	1	<b>8</b>	<b>9</b>	13.43
	total	0	<b>1</b>	<b>1</b>	1.49
	crítico	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0.00
momento	L. plazo	0	0	<b>0</b>	0.00
	M. plazo	3	3	<b>6</b>	8.96
	inmediato	20	41	<b>61</b>	<b>91.04</b>
Persistencia	Fugaz	8	20	<b>28</b>	41.79
	Temporal	8	1	<b>9</b>	13.43
	Permanente	9	21	<b>30</b>	<b>44.78</b>
Reversibilidad	C. Plazo	12	21	<b>33</b>	<b>49.25</b>
	M. Plazo	8	11	<b>19</b>	28.36
	Irrecuperable	5	10	<b>15</b>	22.39
Acumulación	acumulación		0	<b>0</b>	0.00
	simple	14	31	<b>45</b>	<b>67.16</b>
	acumulativo	11	11	<b>22</b>	32.84
Sinergia	S sinergia	9	0	<b>9</b>	13.43
	Sinergia	15	35	<b>50</b>	<b>74.63</b>
	M sinérgico	1	7	<b>8</b>	11.94
Efecto	indirecto	3	0	<b>3</b>	4.48
	directo	20	44	<b>64</b>	<b>95.52</b>

<b>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR</b>					
<b>Atributos</b>		<b>(-)</b>	<b>(+)</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Periodicidad	irregular/ discontinuo	7	0	<b>7</b>	10.45
	periódico	12	21	<b>33</b>	<b>49.25</b>
	continuo	6	21	<b>27</b>	40.30
	recuperabilidad		0	<b>0</b>	0.00
Recuperabilidad	inmediato	0	25	<b>25</b>	<b>37.31</b>
	M plazo	1	8	<b>9</b>	13.43
	Mitigable	23	5	<b>28</b>	<b>41.79</b>
	irrecuperable	1	4	<b>5</b>	7.46

**Tabla 2.10: Valoración Impactos en Etapa de operación y mantenimiento de la RAS de Condega**

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO RAS					
Atributos		(+)	(-)	Total	%
<b>Intensidad</b>	Media	16	5	21	65.625
	Alta	0	3	3	9.375
	Muy alta	8	0	8	25
<b>Extensión</b>	Puntual	1	2	3	9.375
	Parcial	15	6	21	65.625
	Extenso	8	0	8	25
<b>Momento</b>	Largo plazo	1	1	2	6.25
	Medio plazo	5	0	5	15.625
	Inmediato	18	7	25	78.125
<b>Persistencia</b>	Fugaz	3	0	3	9.375
	Temporal	12	8	20	62.5
	Permanente	9	0	9	28.125
<b>Reversibilidad</b>	Corto plazo	13	3	16	50
	Medio plazo	1	5	6	18.75
	Irrecuperable	10	0	10	31.25
<b>Acumulación</b>	Simple	14	6	20	62.5
	Acumulativo	10	2	12	37.5
<b>Sinergia</b>	Sin sinergia	3	2	5	15.625
	Sinérgico	18	5	23	71.875
	Muy sinérgico	3	1	4	12.5
<b>Efecto</b>	Indirecto	0	0	0	0
	Directo	24	8	32	100
<b>Periodicidad</b>	Irregular	9	8	17	53.125
	Periodicidad	6	0	6	18.75
	Continuo	9	0	9	28.125
<b>Recuperabilidad</b>	Inmediata	5	2	7	21.875
	Medio plazo	5	0	5	15.625
	Mitigable	3	6	9	28.125
	Irrecuperable	11	0	11	34.375

A nivel general de las 561 relaciones impactantes a generarse por el proyecto el factor ambiental mas incidido será el medio físico con el 47.77% de éstos, siendo mayoritariamente negativos y los más afectados en orden descendente la calidad del aire y el suelo, dado las características del proyecto.

Le sigue al medio físico la incidencia en el medio social con el 37% los que por el contrario su naturaleza es positiva, tanto por la generación de fuentes de empleo dinamización de la economía local y el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores del área urbana de Condega.

El comportamiento desglosado tanto por la RAS como por la PTAR y la EBAR poseen similares tendencia la general de todo el STAR a como lo podemos constatar en las tablas 2.11 y 2.12

**Tabla 2.11: Resumen de identificación de impactos ambientales en la RAS de Condega.**

	RESUMEN DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA RAS								
	FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO	ETAPAS DEL PROYECTO				Total de impactos negativos	Total de impactos positivos	Total de impactos	
		FACTOR	Resultados construcción		Resultados operación y mantenimiento				
			Total de negativos	Total de positivos	Total de negativos				Total de positivos
<b>MEDIO FISICO</b>	CALIDAD DEL AIRE	42	0	3	0	45	0	45	
	RUIDOS	42	0	0	0	42	0	42	
	RELIEVE Y GEODINAMICA	12	1	0	0	12	1	13	
	SUELO	8	5	2	0	10	5	15	
	PAISAJE	4	0	0	0	4	0	4	
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>	RECURSOS HÍDRICOS	1	0	0	0	1	0	1	
	CALIDADEL AGUA	5	0	2	0	7	0	7	
	VEGETACION	1	0	0	0	1	0	1	
	FAUNA	9	0	1	0	10	0	10	
<b>MEDIO SOCIAL</b>	SOCIO ECONOMICOS	18	41	0	24	18	65	83	
<b>TOTAL</b>		142	47	8	24	150	71	221	

**Tabla 2.12: Resumen de identificación de impactos ambientales en la PTAR y EBAR de Condega.**

RESUMEN DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA PTAR Y EBAR								
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO	FACTOR	ETAPAS DEL PROYECTO				Total de impactos negativos	Total de impactos positivos	Total de impactos
		Resultados construcción		Resultados operación y mantenimiento				
		Total de negativos	Total de positivos	Total de negativos	Total de positivos			
<b>MEDIO FISICO</b>	CALIDAD DEL AIRE	32	0	11	0	43	0	43
	RUIDOS	21	0	3	0	24	0	24
	RELIEVE Y GEODINAMICA	7	2	0	0	7	2	9
	SUELO	52	2	3	0	55	2	57
	PAISAJE	14	1	1	0	15	1	16
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>	RECURSOS HÍDRICOS	2	0	3	0	5	0	5
	CALIDADEL AGUA	0	0	2	0	2	0	2
	VEGETACION	23	2	0	0	23	2	25
	FAUNA	30	2	2	0	32	2	34
<b>MEDIO SOCIAL</b>	SOCIO ECONOMICOS	0	83	0	42	0	125	125
<b>TOTAL</b>		181	92	25	42	206	134	340



## 8 MEDIDAS AMBIENTALES

Las medidas ambientales se planifican y se desarrollan para la prevención, minimización y corrección de los posibles impactos ambientales negativos durante la construcción, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) Estación de Bombeo y de la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS) de la ciudad de Condega.

En el **APÉNDICE 1** se pueden observar las matrices de identificación y valoración de los impactos ambientales en la etapa de construcción y operación y mantenimiento de la PTAR y RAS y EBAR.

Las medidas ambientales se conciben para prevenir, compensar y controlar los impactos ambientales negativos en las etapas del proyecto. Para elaborar las medidas ambientales se retomará la actividad impactante y planteará la medida a considerar para mitigar el impacto.

### 8.1 MEDIDAS AMBIENTALES PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Como se ha mencionado anteriormente, la mayor cantidad de impactos negativos se generan en la etapa de construcción del proyecto, por ello, se retoman las actividades impactantes y se especifican de manera que el impacto sea mitigado, revertido y/o controlado.

En el plan de mitigación para las actividades impactantes de la etapa de construcción del proyecto, es importante mencionar que:

- El proyecto será construido por una empresa contratista, la cual estará obligada a cumplir dentro de las especificaciones técnicas (ver tablas 2.13 y 2.14) con todas las medidas ambientales del plan de mitigación.
- El responsable inmediato para el cumplimiento de las medidas ambientales será ENACAL, supervisado muy directamente por la Alcaldía municipal de Condega.
- Considerando que la ejecución de las obras serán ejecutadas en un período 240 días calendario, que es el tiempo que se está definiendo entre ENACAL y el contratista, se plantea la ejecución de las medidas ambientales paralela a la construcción de la PTAR, RAS Y EBAR con todas sus respectivas obras conexas.
- El responsable para la ejecución de las medidas ambientales será en primera instancia los supervisores de ENACAL. Por ello, se está considerando que el costo para la ejecución de las medidas ambientales está implícito en el salario de los supervisores.
- La empresa contratista debe cumplir y contemplar dentro de sus costos para la ejecución de las obras, todo lo detallado en las medidas ambientales para la ejecución del proyecto, por ejemplo, "que utilice vehículos y equipos en buen estado (camiones, tractores, niveladoras,

etc.) y de alta eficiencia"; "Transportar el material de excavación cubierto", entre otras especificaciones de las actividades.

- Referente a la ubicación espacial de las medidas ambientales, están se ubican en el área de influencia directa del proyecto (área de la PTAR) y toda la ciudad de Condega.
- Los materiales para la construcción de las obras grises concreto (arena, pedrín, etc.) se utilizarán los bancos de materiales autorizados en el departamento de Estelí, en consideración que es poco el volumen.
- Los desechos sólidos generados en etapa de construcción serán mínimos, considerados como desechos sólidos comunes (papeles, empaques plásticos, etc.), los que serán generados por los mismos trabajadores. Estos desechos sólidos serán recolectados en 2 barriles metálicos y serán trasladados una vez por semana en el vertedero de Condega, o en coordinación con la Alcaldía para integrarlo en la ruta del tren de aseo, ya que a escasos 50m de la PTAR pasan los camiones recolectores para llevar los residuos al vertedero municipal.
- Los desechos de la construcción serán muy pocos e inertes, como por ejemplo bolsas de cemento, pedazos de tubos, etc., estos serán recolectados y recogidos en un área mínima y serán trasladados semanalmente también en el vertedero de Condega.

Las medidas de mitigación en la etapa de construcción deben quedar bien detalladas en las especificaciones técnicas del contrato con El Titular (o contratistas) y la supervisión del proyecto, ENACAL debe exigir su cumplimiento durante la ejecución del proyecto, que está previsto para ejecutarse en 6 meses calendarios.

**Tabla 2.13 – Medidas ambientales para la etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapa de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Incremento de emisión de gases de combustión. (CO, SO2, NO, HC, etc.)	Exigir al contratista que utilice vehículos y equipos en buen estado (camiones, tractores, niveladoras, etc.) y de alta eficiencia.					
Incremento de material particulado (PM10)	Controlar la velocidad de los vehículos. Transportar el material de excavación cubierto. Humedecer la superficie a excavar para evitar partículas suspendidas. Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obras al menos dos veces al día si los trabajos se realizan en época seca. Cubrir los materiales con lonas o plásticos para evitar el arrastre de sedimentos a cuerpos de agua e impedir la dispersión del material por acción del viento.	Durante la construcción del proyecto (6 meses aproximadamente)	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por supervisión, quienes serán los encargados de garantizar que se cumplan las medidas ambientales.	Área de influencia directa del proyecto: caminos de acceso al predio del STAR y en toda las calles de la ciudad de Condega	Supervisores de la obras (ENACAL)	Las exigencias para la ejecución de las obras y equipos a utilizar estarán debidamente detalladas en las especificaciones para la ejecución de las obras.

(Continuación) **Tabla 2.13 - Medidas ambientales para la etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapa de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Incremento de los puntos de generación de ruidos	Exigir al contratista que utilice vehículos y equipos en buen estado (camiones, tractores, niveladoras, etc.) y de alta eficiencia. Mantener en las mejores condiciones mecánicas los vehículos, para reducir al mínimo las emisiones de ruido. Realizar trabajos de excavación en horarios diurnos. Transportar los escombros y material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. Orientar a los conductores de vehículos que utilicen lo menos posible las bocinas.	Durante la construcción del proyecto	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por supervisión, quienes serán los encargados de garantizar que se cumplan las medidas ambientales.	Área de influencia directa del proyecto	Supervisor de la obra por ENACAL	Las exigencias para la ejecución de las obras y equipos a utilizar estarán debidamente detalladas en las especificaciones técnicas para la ejecución de las obras.
Aumento de los niveles o intensidad (decibeles) y períodos de duración de ruido						
Afectación del relieve natural	Restablecimiento del material de cobertura original. Evitar el paso de maquinaria pesada sobre suelo con <i>cobertura</i> vegetal fuera del área de la obra, la cual se debe delimitar y señalizar.					
Riesgo de inestabilidad del terreno	Compactación del terreno con buen material de relleno. Separar la capa de material orgánico de la del material inerte; el material orgánico es posible reutilizar. Se debe delimitar y señalizar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra					

(Continuación) **Tabla 2.13 - Medidas ambientales para la etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapas de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Alteración de los suelos	Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando paisaje natural. Recuperar y restaurar las áreas intervenidas como son lugares de acopio de materiales y de tránsito, espacio público afectado, una vez finalizada la actividad, deben retirar todos los materiales y residuos provocados por el trabajo.	Durante la construcción del proyecto	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por supervisión, quienes serán los encargados de garantizar que se cumplan las medidas ambientales.	Área de influencia directa del proyecto	Supervisor de la obra por ENACAL	Las exigencias para la ejecución de las obras y equipos a utilizar estarán debidamente detalladas en las especificaciones técnicas para la ejecución de las obras.
Compactación de los suelos	Evitar el paso de maquinaria pesada sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. Se debe delimitar y señalar bien las zonas de trabajo.					
Aumento de la erosión	Realizar el transporte por las rutas establecidas con anticipación. Mantener una adecuada señalización en el área de la obra.					

(Continuación) **Tabla 2.13 - Medidas ambientales para el etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapa de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Alteración de las características de los cauces de quebradas o ríos de donde se extraerá la grava o piedra bolón.	No tirar material de excavación ni basura a orillas de cauces, ríos, etc. sino en los lugares aprobados por la Alcaldía de Condega. Retirar, transportar y disponer residuos sobrantes, en lugares autorizados. Remover inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos. Colocar basureros en distintos puntos de la obra. La limpieza general debe realizarse diariamente al finalizar la jornada de trabajo. Retirar la piedra o grava de forma selectiva y uniforme de manera de cambiar drásticamente el relieve de los sitios.	Durante la construcción del proyecto	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por supervisión, quienes serán los encargados de garantizar que se cumplan las medidas ambientales.	Área de influencia directa del proyecto	Supervisor de la obra por ENACAL	Las exigencias para la ejecución de las obras y equipos a utilizar estarán debidamente detalladas en las especificaciones técnicas para la ejecución de las obras.

(Continuación) **Tabla 2.13 - Medidas ambientales para el etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapa de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Contaminación de aguas	Acopio de materiales alejado de las riberas de cuerpo de agua naturales, al menos 100 metros, para evitar aportes de materiales a las aguas. No disponer en cauces o cursos de agua los sobrantes de mezclas de concreto. No se debe realizar lavado, reparación y mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria en el campamento y en el área de la obra o sobre zonas verdes; esta actividad debe hacerse en centros autorizados para tal fin, o implementar un taller para tal efecto. No realizar el almacenamiento temporal de combustibles en el campamento y en los frentes de la obra. Remover inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos. Colocar basureros en distintos puntos de la obra. La limpieza general debe realizarse diariamente al finalizar la jornada, manteniendo. Instalar 4 letrinas en el predio del STAR.	Durante la construcción del proyecto	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por supervisión, quienes serán los encargados de garantizar que se cumplan las medidas ambientales.	Área de influencia directa del proyecto	Supervisor de la obra por ENACAL	Las exigencias para la ejecución de las obras y equipos a utilizar estarán debidamente detalladas en las especificaciones técnicas para la ejecución de las obras.

(Continuación) **Tabla 2.13 - Medidas ambientales para el etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapa de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Pérdida de cobertura vegetal	Implementar el Plan de reforestación en el área donde se construirá la PTAR. Para la tala de árboles se deberá solicitar el permiso correspondiente a INAFOR. Se debe delimitar y señalar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por los organismos competentes. Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el paisaje. Coordinar con la Alcaldía para implementar cuidado y protección del bosque ripario paralelo a la PTAR y la EBAR para evitar acciones de leñeros.	Durante la construcción del proyecto	C\$ 10,626.00, incluye implantación el 1er año y manejo en los años 2 y 3.	Área de influencia directa del proyecto	Supervisor de la obra por ENACAL	
Alteración de hábitats y pérdida de especies.						



(Continuación) **Tabla 2.13 - Medidas ambientales para el etapa de construcción del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapa de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Desplazamiento temporal de individuos	Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico. Recuperar y restaurar el espacio afectado, una vez finalizada la actividad, retirando todos los materiales y residuos generados. Mantener controlado y regulado los niveles de ruido en el área directa del proyecto.	Durante la construcción del proyecto	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por supervisión, quienes serán los encargados de garantizar que se cumplan las medidas ambientales.	Área de influencia directa del proyecto.	Supervisor de la obra por ENACAL	Las exigencias para la ejecución de las obras y equipos a utilizar estarán debidamente detalladas en las especificaciones técnicas para la ejecución de las obras.
Efecto barrera para el desplazamiento de la fauna (temporal)	Si en el corredor a intervenir se encuentran nidos en los árboles para tala, estos deben ser rescatados y reubicados.					
Riesgo de afectación de recursos Hidrobiológicos	Proteger al máximo las zonas verdes evitando el depósito de material en ellas. Cubrir los materiales con lonas o plásticos para evitar el arrastre de sedimentos a cuerpos de agua e impedir la dispersión del material por acción del viento.					

## 8.2 MEDIDAS AMBIENTALES PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los impactos negativos en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, están dirigidos mayoritariamente a las labores de operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y de la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS), además, del mantenimiento de la obra de descarga (cabezal de descarga).

La cantidad de impactos negativos que pueden generar en la etapa de operación y mantenimiento serán mitigados en su mayoría con el cumplimiento de las especificaciones detalladas en el "Manual de operación y mantenimiento del STAR" (ver **APÉNDICE 3**). En la tabla Resumen se sintetiza la cantidad de impactos negativos considerados para la etapa de operación y mantenimiento.

En la tabla 3.14 se detallan el plan de mitigación (medidas ambientales) para las actividades impactantes de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. El proyecto es propiedad de ENACAL y por ende toda la institución es responsable de ejecutar las medidas ambientales. Es importante mencionar que:

- La ejecución de las medidas ambientales será durante la vida útil del proyecto, la que se estima será más de 20 años, con una adecuada operación y mantenimiento de las infraestructura.
- Referente a la ubicación espacial de las medidas ambientales, estas se ubican en el área de influencia directa del proyecto (área de la PTAR), punto de descarga sobre el río Estelí y la ciudad de Condega, por donde se instalará el sistema de tuberías y pozos de visitas (RAS).
- Los desechos sólidos generados en etapa de operación y mantenimiento de la PTAR serán tratados en el mismo sitio (lechos de secado) y cada un período de tiempo (tiempo que será acordado con la Alcaldía de Condega), serán trasladados y dispuestos en el vertedero de Condega (ver en **ANEXO A**, Constancia para la disposición de los desechos sólidos).
- Las arenas extraídas del (desarenador) serán deshidratados y estabilizados en los lechos de secado y trasladados cada seis (6) meses al sitio destinado para su disposición en el vertedero.
- Los desechos sólidos extraídos de las rejillas y de otras unidades serán estabilizados con cal y dispuestos en barriles plásticos. Cuando los barriles se llenen serán trasladados al vertedero de Condega.

En la tabla 3.14 se detallan las principales medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las que se elaboraron retomando las actividades impactantes y definiendo la medida para mitigar el impacto en el ambiente.

Las medidas de mitigación en la etapa de operación y mantenimiento se ejecutarán de forma constante cuando todos los componentes del proyecto comiencen a operar. Pero es necesario que queden bien detalladas en el manual de operación y mantenimiento. ENACAL como empresa encargada de la administración del sistema tiene la responsable de dar seguimiento de todas estas medidas de prevención, mitigación y compensación. Además, se debe dar entrenamiento a los operadores para el mantenimiento y operación de los diferentes componentes del proyecto de manera que también estén bien entrenados para una correcta operación y mantenimientos preventivos y correctivos.

**Tabla 2.14 - Medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapas de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Incremento de emisión de gases de combustión. (CO, SO <sub>2</sub> , NO, HC, etc.)	Todos los equipos (equipo de cloración, etc.) deben de operar eficientemente), lo anterior se garantizará con un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo.	Permanente, a partir del inicio de la operación del PTAR y RAS.	El costo de las medidas de mitigación va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	Predio donde se encuentra el PTAR y ciudad de Condega (RAS).	ENACAL	
Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores	Manejo adecuado de los sólidos y lodos extraídos de los diferentes componentes del STAR. Regular los niveles de ingreso al STAR para evitar derrames de aguas crudas. Todo lo anterior será detallado en el "Manual de operación y mantenimiento del STAR".					
Incremento de material particulado (PM <sub>10</sub> )	Controlar la velocidad y cantidad de ingreso de los vehículos al área del STAR. Humedecer periódicamente las áreas sin cobertura vegetal. Mantenimiento de las áreas verdes, para garantizar el cumplimiento del Plan de reforestación.					
Incremento de los puntos de generación de ruidos	Mantener en las mejores condiciones todos los equipos para reducir al mínimo las emisiones de ruido. Restringir el acceso a personas ajenas a la PTAR.	Permanente, a partir del inicio de la operación del PTAR.		Predio donde se encuentra el PTAR.		

(Continuación) **Tabla 2.14 - Medidas ambientales para el etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapas de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Alteración de las características del cauce del río Estelí	Mantener en buen estado físico la obra de descarga del PTAR en el río (limpio, darle mantenimiento periódico, etc.). Cercado del perímetro donde se ubica el cabezal de descarga, para impedir el ingreso de animales (vacas, caballos, cerdos, etc.) y personas del lugar.	Permanente, a partir del inicio de la operación del STAR.	El costo de las medidas de mitigación va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	Punto de descarga del STAR	ENACAL	
Afectación del riego de cultivos	Instalar rótulos y mantenerlo en buen estado. En los rótulos se indicará que es prohibido abrevar ganado, regar hortalizas, consumir agua, etc., a un kilómetro aguas debajo del punto de descarga del PTAR sobre el río Estelí.	Permanente a partir del inicio de la operación del STAR y RAS.	Este costo es de U\$ 5000 dólares en los primeros 6 meses de operación del PTAR y RAS después será asumido con un fondo mínimo de US \$ 50 mensuales.	Punto de descarga del STAR y un recorrido de unos kilómetros aguas abajo del río Condega.		

Tipo de Impacto a Mitigar	Alcance y metas de la medida	Cronograma y Fase de ejecución	Costos de la Medida	Etapas de implementación	Responsable	Requerimiento adicional
Contaminación de aguas (río Estelí)	<p>Correcta operación y mantenimiento del STAR para garantizar el fiel cumplimiento del Decreto 33-95. Instalar rótulos y mantenerlo en buen estado. En los rótulos se indicará que es prohibido abrevar ganado, regar hortalizas, consumir agua, etc., a un kilómetro aguas abajo del punto de descarga del STAR sobre el río Estelí. Coordinarse con medios de comunicación locales (radio, televisión, cable, etc.) para informar a la población sobre el riesgo de la descarga del STAR a aproximadamente 1 km. aguas abajo. Así como coordinación permanente con la Comisión Ambiental Municipal (CAM) de Condega.</p> <p>Reparar oportunamente (brevedad) cuando se presenten obstrucciones en los componentes de la RAS (pozos de visita y cajas de registros). Cuando ocurran derrames de aguas residuales, tratarlas con una solución de hipoclorito de sodio al 5% aplicando una dosis de 50 mg/l.</p>	Permanente, a partir del inicio de la operación del STAR y RAS	El costo de las medidas de mitigación va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	Punto de descarga del STAR y un recorrido de un kilómetro aguas abajo del río Estelí.		

## **9 PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.**

Para realizar el pronóstico de la Calidad del área de influencia, partimos de la información arrojada diagnóstico ambiental realizado, tomando en consideración el área de influencia directa en donde se integran los diferentes componentes del proyecto, la Red de Alcantarillado Sanitario, la Estación de Bombeo y la Planta de Tratamiento de aguas residuales.

En el análisis se utiliza la estructura de las matrices de valoración con los mismos atributos estableciendo como eje de análisis horizontal los diferentes factores identificados a ser afectados por cada componente del proyecto.

### **9.1 SITUACIÓN "0" DEL SITIO PROPUESTO PARA LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO (RAS)**

La Red de Alcantarillado Sanitario, se establecerá sobre el territorio del asentamiento más grande y poblado del municipio, el que actualmente funge como el eje de desarrollo y abastecedor del área rural, en el que se desarrolla una actividad terciaria incipiente, así como de la actividad industrial, con pocas fuentes de trabajo y una alta tasa de desempleo.

Como el centro urbano, es un área natural totalmente intervenida, sus calles conformadas y en algunos sectores adoquinadas o asfaltadas, se encuentran desprovistas de vegetación, con suelos totalmente alterados en su composición natural, además de alta compactación y poca o nula presencia de fauna silvestre a excepción de aves en los alrededores en patios de las viviendas.

En la mayoría de estas calles, se encuentran incididas por corrientes y encharcamientos de aguas grises provenientes de las actividades domiciliarias y en algunos casos de actividades de la pequeña industria y peligrosas como en el caso del centro hospitalario ubicado en el área urbana.

Escorrentías y encharcamientos de aguas grises que se convierten en fuentes de contaminación siendo creaderos de mosquitos, la falta de tratamiento a este tipo de aguas hace que lleguen hasta el principal cuerpo de agua superficial (río Estelí) que atraviesa de sur a norte gran parte del área urbana, afectando las características y calidad de sus aguas.

El mismo vertido de aguas grises a las calles da un aspecto estético indeseable, así como la generación de malos olores.

El nivel de ruido, por el carácter de compartir la relación urbana - rural aun, dándose moderada movilización de vehículos (exceptuando el trecho de la carretera Panamericana que atraviesa el área urbana), así como la existencia de un comercio aun insipiente y muy básico, se considera moderado.

Por la falta de alcantarillado sanitario, en toda el área urbana se han desarrollado como sistema de evacuación de excretas, las letrinas y sumideros, sin ningún tipo de tratamiento lo cual según información proveniente la alcaldía y ENACAL, en el seguimiento de los pozos existentes en la ciudad se ha reportado en las aguas subterráneas, la presencia de algunas sustancias generadas por la materia orgánica proveniente principalmente de los sistemas de evacuación de excretas utilizados en la ciudad.

De acuerdo a reportes del centro hospitalarios de la ciudad de Condega, durante un lapso de 4 años (2008 -2010), entre las diez principales causas de consultas se encuentran las enfermedades de origen parasitario, así como diarreas, aunque en proceso de disminución.

Sobre las calles conformadas se presenta el problema eventual de generación de partículas en el aire, producidas por el tránsito de vehicular.

Respecto a la línea de impulsión orientada desde la estación de bombeo, se dirigirá hasta la PTAR, atravesando una rivera del brazo del río cubierta con vegetación arbustiva y continuando sobre una trocha que intercepta la carreta troncal Condega Yalí a la altura del puente Paso real.

Del total de los factores ambientales identificados y tomados en cuenta para el presente estudio (30) la situación de éstos por su naturaleza presentan valoraciones positivas teniendo mayor representación el transporte con el 34% de importancia. Las situaciones negativas a pesar de ser en menor cantidad los niveles de su importancia superan considerablemente a las positivas, sobresaliendo el riesgo de contaminación de suelo con un nivel de importancia de 50%, contaminación de aguas superficiales (36%), riesgo de afectación del recurso hidrobiológico (36%) y la generación de malos olores el (33%). Ver **APÉNDICE 6**.





**Figura 2.12: Panorámica de escorrentías y encharcamientos de aguas grises en el área urbana**



**Figura 2.13: Panorámica de escorrentías y encharcamientos de aguas grises en el área urbana**

## 9.2 SITUACIÓN FUTURA DEL SITIO PROPUESTO PARA LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO (RAS)

En la etapa de construcción de la RAS, en toda su extensión a pesar de las actividades de zanjeo e instalación de tubería, a pesar de existir algunas afectaciones al libre tránsito vehicular y peatonal, siendo que su construcción será por etapa y sectores éste efecto además de tener un carácter temporal, serán minimizado con la aplicación de un plan de desvíos y señalización.

La emisión de partículas en el aire producidas por las mismas actividades, será aplacada por medio de sistemáticos riego de la superficie en la que se trabajará. Se podrá amentar los puntos de generación de ruido, así como la intensidad de los mismos, producto de la utilización de maquinaria pesada aunque, de forma puntual y temporal.

Unos de los principales efectos en esta etapa es la importante generación de fuentes de empleo temporal de mano de obra no calificada y calificada, lo que permitirá aliviar temporalmente la situación de la economía local bajando el índice de desempleo, y dinamizando indirectamente la actividad económica local, principalmente en áreas relacionadas a la prestación de servicios (ventas de productos alimenticios, ferreteros, hospedaje, etc.). Así mismo del mejoramiento de la calidad de vida de las familias de los obreros contratados.

Al funcionamiento de la RAS, serán eliminadas la mayoría de vertido y charcas de aguas grises, con esto se disminuirán las fuentes de contaminación y criaderos de vectores transmisores de enfermedades, se reducirán drásticamente los puntos de contaminación dispersas por este tipo de aguas, sobre el trecho del río Estelí que atraviesa el área urbana de Condega.

Así mismo se observa una disminución de las causas de enfermedades de origen parasitario y diarreas. Se mejorará sensiblemente el aspecto estético de las calles y evidentemente la calidad de vida de los pobladores urbanos, contando con un nuevo servicio básico, el alcantarillado sanitario.

En tanto sobre el trecho de la línea de impulsión las afectaciones no serán relevantes ni en la etapa de construcción, ni en la de funcionamiento.

### 9.3 SITUACIÓN "0" DEL SITIO PROPUESTO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Por la falta de lugares, por la negativa de venta de sitios apropiados, la estación de bombeo del STAR de la ciudad de Condega, está propuesto ubicarse en el sector noroeste del área urbana, en un área en el que el río Estelí hace una bifurcación.

El sitio está flaqueado en su margen oeste con la corriente principal del río Estelí de por medio montículo de material de arrastre; en su margen este lo recorre un brazo de río de aguas lentas de poca profundidad (50 cm), siendo el receptor principal receptor de las escorrentías del sector norte del área urbana, así como de desechos sólidos y líquidos urbanos. Este último se encuentra, cubierto en un 90% por plantas acuáticas invasoras.

La totalidad el área propuesta para la estación de bombeo posee un alto riesgo de inundación, el 50% del área es un área de suampo en proceso de secado, el resto del área el suelo está compuesto por materia arrastre de aluviones (suelo arenoso y piedras), existiendo vegetación riparia de generación natural compuesta principalmente por Sauces llorón y Michigüiste, siendo utilizada el área para la estancia de ganado bobino.

El área cuenta con poco influencia de ruido, siendo mínimo la generación de partículas en el aire.

La aplicación de la matriz para la definición de la situación "0" en el sitio propuesto para la Estación de Bombeo, da como resultado que el 57% de los factores ambientales analizados tienen una naturaleza positiva, siendo la poca alteración del paisaje natural la más representativa (52%), favoreciéndose los factores ambientales de vegetación y fauna, por la poca alteración de hábitad y pérdida de especie, desplazamiento temporal de individuos, efecto barrera, y afectación al recurso hidrobiológico (40 %) respectivamente.

Las afectaciones negativas se concentran alrededor del actor socio económico, por la deficiencia en la totalidad de los indicadores analizados en este factor, con el 49% respectivamente.

Partiendo de los resultados más representativos de cada atributos, las características de las condiciones de naturaleza negativa presentes, sus principales características es que tienen intensidad muy alta (20%), de extensión parcial (43%), de desarrollo a largo plazo (37%), con persistencia permanente (37%), reversibilidad a corto plazo (40%), acumulación simple (23%), sinérgico (43%), de efecto directo (43%), periodicidad continuo (40%), y recuperabilidad de mediano plazo (40%). Ver **APÉNDICE 6**.

## Panorámica del sitio propuesta para la Estación de Bombeo



**Figura 2.14: Panorámica del sitio propuesta para la Estación de Bombeo**

## 9.4 SITUACIÓN FUTURA DEL SITIO PROPUESTO PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO

El área a utilizar es relativamente pequeña (menor a los 200 m<sup>2</sup>), por tanto en la etapa de construcción la afectación a la vegetación riparia será poco significativa, del área se verá afectada por el aumento de puntos de generación de ruido y de los niveles del mismo, así como por partículas al aire, viéndose afectado el cuerpo de agua por el posible depósito de material de préstamo de la construcción de las obras.

Por otra parte el proceso de construcción también generará fuentes de empleo temporal para mano de obra no calificada y calificada, mejorando los ingresos financieros de las familias de los obreros empleados, siendo un aporte en la dinamización de la economía local.

En el funcionamiento, este componente del Sistema de Tratamiento de aguas residuales jugará un complementario indispensable para el cumplimiento de los efectos de los impactos positivos descritos con anterioridad de la RAS.

## 9.5 SITUACIÓN "0" DEL SITIO PROPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Es un área natural intervenida, aunque en menor escala que en la que se ubicará la RAS. Es un área utilizada actualmente para actividades agrícolas principalmente el cultivo de tabaco, y en menor porcentaje granos básicos y musáceas.

Para el cultivo del tabaco en función de quitar sombra sea desarrollado un proceso de desrame y corte de árboles en la zona específica en la que se tiene propuesto establecer la PTAR. Las áreas de arado desprovistas de vegetación, facilitan la erosión eólica del suelo así mismo la generación de material particulado en el aire.

En el cultivo del tabaco, son aplicados una gran cantidad de agroquímicos como fertilizantes e insecticidas que por efecto de las escorrentías de invierno, los residuos de éstos, son depositados en el río Estelí.

Sobre el área y en áreas circundantes a la misma se desarrolla una actividad constante de depredación al bosque de galería y ripario por parte de leñeros, provenientes del área urbana, así mismo existe incidencia de niños y adolescentes en la caza (orientadas a aves) y pesca furtiva.

Sobre el sitio de la PTAR en su margen noroeste se encuentra un bosque de galería compuesto principalmente por especies de árboles de mediana altura (Michigüiste y Sauce llorón), los cuales forman un micro clima y un área con valor contemplativo, con ruido de fondo de la naturaleza con la escorrentía del río y el sonido de variedad de pájaros.

Las aguas del río son utilizadas para riego, así como de abrevadero de ganado, el cual frecuentemente contamina con sus excretas las aguas del mismo.

La Matriz aplicada para determinar la situación "0" del sitio propuesto para la PTAR, da como resultado que el 63% de los factores ambientales analizados están afectados actualmente de forma negativa, incidiendo principalmente el medio socioeconómico sobre infraestructura habitacional y urbana, salud educación y servicios sociales; estilo y calidad de vida y cualidades estéticas y urbanísticas cada unas de ellas con el 38% de importancia.

De igual forma se ve incidido de forma representativa el medio biótico sobre la vegetación (perdida de cobertura vegetal) con el 38%, teniendo como elemento positivo muy representativo, la no generación de malos olores con el 43% de importancia.

Las características de las condiciones negativas identificadas tomando como referencia los resultados más representativo de cada tributo analizado es que 46.66% son de baja y media intensidad, con extensión parcial (37%), el momento de desarrollo mediano plazo (47%), con persistencia temporal (37 %), reversibilidad de mediano plazo (50%), acumulación simple (47%), sin sinergia (47%), de efecto directo (53%), con periodicidad periódica (50%), recuperabilidad a mediano plazo (53%). Ver **APÉNDICE 6**.

### Actividades Depredadoras sobre el área de la PTAR



**Figura 2.15: Depredación de bosques**



**Figura 2.16 Caza furtiva de aves**



**Figura 2.17: Caza furtiva de aves**



**Figura 2.18: Depredación de bosques  
para comercio de leña**



**Figura 2.19: Depredación al bosque de  
galería y riparia.**



## 9.6 SITUACIÓN FUTURA DEL SITIO PROPUESTO PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En la etapa de construcción de la PTAR se verá afectada por el incremento de puntos de generación de ruido y del aumento de los niveles del mismo así mismo por el cambio de uso del suelo y la remoción de vegetación tanto arbustiva como de árboles de mediana altura.

Las actividades en este componente son grandes y requerirán de una cantidad significativa de mano de obra tanto no calificada, como calificada, así mismo indirectamente estimulará actividades de servicios tales como alimentación, transporte.

En el funcionamiento de la PTAR, el cuerpo receptor, podría generarse malos olores los cuales se disiparían primeramente por la cercanía de una pequeña elevación hacia el sur oeste que divide de forma natural la PTAR con los asentamientos humanos, por otra parte por la cortina de especies arbustivas y árboles que se implantarán en el perímetro de la PTAR.

Sobre el punto de descarga al río, en el momento de funcionamiento el cuerpo de agua pudiera modificar sus características y calidad, las cuales por la capacidad del río Estelí de auto depuración debido a su corriente rápida (en este punto), además de contar con mucho material de arrastre (piedras) a poca distancia se podría eliminar los posibles aportes no deseados de la PTAR.

Así mismo se estima que en pleno funcionamiento, el sistema cumpliría con la mayoría de los límites máximos permisibles en el Decreto 33 - 95, estando incluso algunos de ellos, por debajo de lo establecido en esa misma norma.

## 10 ANÁLISIS DE RIESGOS

El *riesgo* constituye la manifestación de la condición de debilidad de un componente o de la totalidad del sistema territorial ante dicho evento natural, por lo que la condición de riesgo únicamente se adquirirá cuando su ocurrencia se dé en un área ocupada por actividades humanas que deben afrontar las consecuencias de dicho fenómeno. Desde esta perspectiva, el riesgo puede ser descompuesto en tres componentes claramente identificables a los fines analíticos pero estrechamente interrelacionados; nos referimos a *las amenazas, la vulnerabilidad y la exposición*.

*La amenaza* o peligro se refiere a la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias de un fenómeno de origen natural, generalmente de carácter sorpresivo, de evolución rápida y de relativa severidad, que se concentra durante un determinado período de tiempo y en un lugar, afectando a un componente o a la totalidad del sistema territorial expuesto.

Desde esta perspectiva, la diferencia fundamental entre la *amenaza* y el *riesgo* es que la primera se refiere a la probabilidad de que se manifieste un evento natural, mientras que el segundo está relacionado con la probabilidad de que se den ciertas consecuencias (Fournier, 1985).

*La vulnerabilidad* se define como la predisposición o susceptibilidad intrínseca de los componentes antrópicos del sistema territorial para ser dañados total (destrucción) o parcialmente (deterioro) debido al impacto de la amenaza. Representa la medida o magnitud de probabilidad de daño o pérdida de un componente o sistema territorial expuesto a la amenaza al exceder su nivel de tolerancia o respuesta; por tanto, constituye el factor interno del riesgo que se manifiesta por su fragilidad o debilidad frente al evento natural.

El concepto de "*exposición*" o "*elementos en riesgos*" se refiere a la distribución espacial de la población, actividades económicas, bienes materiales, obras de ingeniería civil, servicios públicos, etc., sobre las que puede impactar el fenómeno natural peligroso.

## 10.1 CLASIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS SEGÚN EL INETER

En 1988, se creó el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en Centro América (CEPRENAC) que tiene como elemento de trabajo mejorar, profundizar y difundir el conocimiento de los fenómenos de la naturaleza que caracterizan el entorno de todos los países de la región y que constituye las llamadas "Amenazas naturales",

El Instituto de Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) ha desarrollado estudios de alta calidad sobre amenazas durante muchos años y como producto ha preparado y presentado una compilación, sistematización y análisis de las amenazas naturales en Nicaragua, producto de la labor de científicos e instituciones nacionales.

En el libro "Amenazas Naturales de Nicaragua" publicado por el INETER en noviembre del 2001 presenta una descripción de las amenazas naturales de Nicaragua, en base a la información existente a la fecha.

Para el análisis de amenazas se utilizará la información oficial sobre la "Clasificación de los municipios de Nicaragua por amenazas naturales" del INETER. Para la clasificación de los municipios por amenazas naturales se realizó una ponderación, la cual sigue la siguiente fórmula:

$$\sum 1(\text{Sismos}) + 1(\text{Sequía}) + 1(\text{Inundaciones}) + 1(\text{Huracanes}) + 0.5(\text{Volcanes}) \\ + 0.5(\text{Deslizamiento}) + 0.5(\text{Tsunamis})$$

Con esta ponderación el INETER elaboró la valoración de la "Priorización de municipios por amenazas naturales", en donde se utiliza una escala para la ponderación de amenazas es de 0 a 10, para cada una de las siete amenazas naturales principales, en base a la información existente a la fecha sobre el nivel relativo de amenaza natural a que está expuesto cada municipio. Siendo la escala de clasificación de amenazas utilizada, la siguiente:

0	Ninguna
1 - 4	Baja
5 - 7	Moderada
8 - 10	Alta

## 10.2 SITUACIÓN DE RIESGO DEL PROYECTO

En base al análisis y metodología utilizada por el INETER y descrita anteriormente, el municipio de Condega, territorio en el cual se pretende establecer el proyecto, se ubica en el lugar "30", comparado con el municipio de mayor priorización con el lugar "1" (El Viejo) y el de menor priorización con el lugar "151" (Corn Island), ver Tabla 3.15.

**Tabla 2.15 – Priorización de municipios por amenazas naturales**

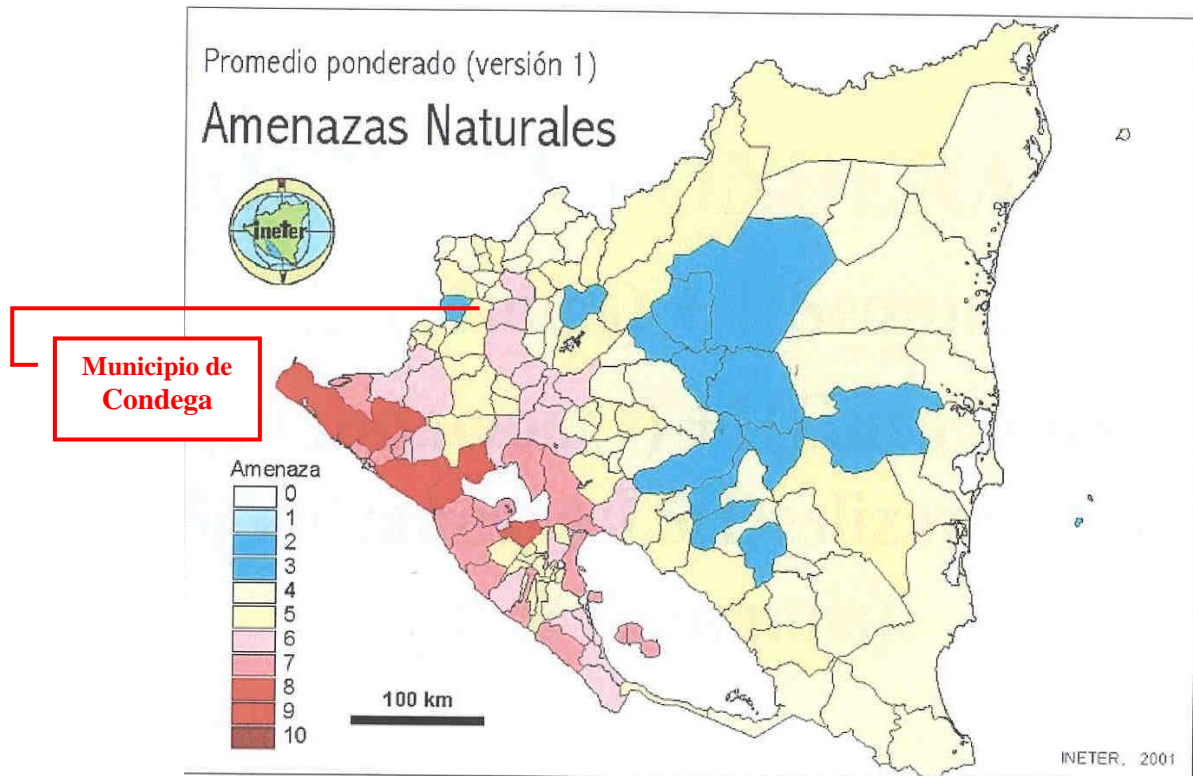
No.	Municipio	Sismos	Huracanes	Sequía	Inundaciones	Volcanes	Deslizamiento	Tsunami	Total	Total ponderado (5.5)
<b>1</b>	El Viejo	9.0	6.0	7.0	10	4.5	2.0	5.0	43.5	8
<b>30</b>	Condega	5.0	5.0	10	9.0	0.0	4.0	0.0	33.0	6
<b>151</b>	Corn Island	4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0	1

En conformidad a estos resultados, Condega como municipio, La amenaza ponderada para los 7 eventos anteriormente analizados es de 6, clasificada como "moderada", según libro de amenazas naturales de Nicaragua, aunque en el límite superior a amenaza alta. La tabla 3.16 muestra la escala de cada una de las "Amenazas Naturales" y su respectiva clasificación, para el municipio de Condega.

**Tabla 2.16 – Ponderación de amenazas para el municipio de Condega**

No.	Amenaza	Escala	Clasificación			
			Alta	Moderada	Baja	Ninguna
1	Sísmica	5.0		X		
2	Huracán	5.0		X		
3	Sequía	10.0	X			
4	Inundación	9.0	X			
5	Volcánica	0.0				X
6	Deslizamiento	4.0			X	
7	Tsunami	0.0				X

A nivel de municipio, Condega las amenazas altas que posee, en orden descendente son: Amenaza de Sequía e Inundación, sin embargo, para el sitio del proyecto, con excepción de la amenaza de inundación, éstas no inciden de forma directa sobre el mismo.



**Fuente: Amenazas Naturales de Nicaragua /INETER**  
**Figura 2.20: Mapa de amenazas Naturales de Nicaragua**

### 10.3 ANÁLISIS DE AMENAZAS EN EL SITIO PROPUESTO PARA ESTABLECER EL PROYECTO

En base al estudio y análisis del medio sobre el sitio del proyecto, en el que se realizaron diferentes actividades desde recopilación de información documental de estudios previos, observación del sitio y análisis de campo sobre los elementos geológicos, morfológico, hídricos, y socioeconómicos, se determina que a diferencia del comportamiento de riesgo del municipio, en el sitio del proyecto, las incidencias de amenazas principales para poner atención, en orden descendente es la de inundación y de sequía, a como a continuación se describe.

### 10.3.1 Amenaza de inundación

La amenaza de inundación es la segunda de mayor relevancia para el municipio de Condega, representada por las corrientes del río Estelí y Pire principalmente, como tributarios del la cuenca del río Coco, vertientes hacia el atlántico, afectando en su recorrido a diversos asentamientos localizados en sus inmediaciones, entre ellos el casco urbano.

Resulta importante destacar que la amenaza por inundación se da principalmente en la periferia del casco urbano de Condega está dada por el cauce del río Estelí, el cual supone el límite de la zona urbana actual hacia el este, así también por el del río Pire aguas arriba, atravesando de sur a noroeste el costado oeste y sur del área urbana, se plantea que esta es una amenaza de menor problema, ya que las construcciones se han mantenido relativamente alejadas y presenta una menor densidad y consolidación del edificado en sus alrededores.

Sobre la amenaza de inundación, el área de la PTAR, y su punto de descarga, los podemos catalogar la amenaza de inundación como alta, debido a que se encuentran al nivel de la segunda y tercera terraza de inundación, las aguas de aluviones se desplazan hacia el oeste, contrario de dichos sitios.

Por su parte el punto del pozo húmedo y estación de bombeo, la amenaza de inundación, se encuentra dada por encontrarse al centro, de dos áreas de inundación paralelas al cauce del río Estelí (según mapa indicativo de peligroso y propuestas de zonificación de la ciudad de Condega), también se cataloga como alta y para la red de distribución esta amenaza es baja, ya que se encuentra a elevaciones superiores a las líneas de inundación.

En momentos de inundación severa, el sitio de la PTAR y el punto de descarga, así como el EBAR, podrían verse afectados por la falta de acceso temporal a la vía principal que conduce dichos sitios.

### 10.3.2 Amenazas de sequía

A pesar de que la amenaza de sequía es la de mayor incidencia a nivel de municipio, por las características del proyecto este elemento es de poca relevancia sobre el sitio en que se pretende desarrollar.

## 10.4 EVALUACIÓN DE AMENAZAS NATURALES SOBRE EL SITIO DEL PROYECTO

En este estudio general del riesgo sobre el sitio específico propuesto para el proyecto, se tomaron los mismos elementos utilizados por INETER para realizar el análisis de las amenazas naturales de Nicaragua) amenaza sísmica, de huracán, de sequía, Inundación, volcánica, deslizamiento y tsunami).

Se evalúan utilizando una matriz sencilla de riesgo, que persigue en base a la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos y a las consecuencias que podría tener el mismo, es decir, su importancia o magnitud, identificar el lugar que se encuentra cada uno de esos elementos respecto al riesgo físico para el proyecto.

Para la probabilidad se utiliza una escala de 1 a 5 donde 1 es la menor probabilidad y 5 la mayor, a como se muestra a continuación.

- 5 Muy Probable.
- 4 Bastante probable.
- 3 Probable.
- 2 poco probable.
- 1 improbable.

La magnitud es medida de "A" a "E" donde "A" corresponde a consecuencias no importantes y "E" a consecuencias catastróficas.

	<b>Probabilidad/Importancia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
1	Amenaza Sísmica					
2	Amenaza de Huracán					
3	Amenaza de Sequía					
4	Amenaza Volcánica					
5	Amenaza de Inundación					
6	Amenaza de Deslizamiento					
7	Amenaza de Tsunami					

Aplicando la matriz anteriormente descrita, tanto para el área en que se construirá la red de recolección, el pozo húmedo y estación de bombeo, así como la PTAR, de forma separada,. Basados en las descripciones de las amenazas que antecedieron, de los siete elementos amenazantes evaluados, solamente tres (Inundación, Sequía y deslizamiento) tienen una probabilidad muy alta de ocurrencia, aunque con efectos de poca importancia, como podemos observar en las matrices siguientes.

**Tabla 2.17: Matriz de evaluación de riesgo al sitio de la en que establecerá la red de recolección.**

	<b>Probabilidad/Importancia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
1	Amenaza Sísmica	1				
2	Amenaza de Huracán		2			
3	Amenaza de Sequía	5				
4	Amenaza Volcánica	1				
5	Amenaza de Inundación	1				
6	Amenaza de Deslizamiento	1				
7	Amenaza de Tsunami	1				

**Tabla 2.18: Matriz de evaluación de riesgo al sitio del pozo húmedo y estación de bombeo.**

	<b>Probabilidad/Importancia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
1	Amenaza Sísmica	1				
2	Amenaza de Huracán		2			
3	Amenaza de Sequía	5				
4	Amenaza Volcánica	1				
5	Amenaza de Inundación			3		
6	Amenaza de Deslizamiento		2			
7	Amenaza de Tsunami	1				



**Tabla 2.19: Matriz de evaluación de riesgo al sitio de la PTAR.**

	<b>Probabilidad/Importancia</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
1	Amenaza Sísmica	1				
2	Amenaza de Huracán		3			
3	Amenaza de Sequía	5				
4	Amenaza Volcánica	1				
5	Amenaza de Inundación			5		
6	Amenaza de Deslizamiento	1				
7	Amenaza de Tsunami	1				

## 10.5 ANÁLISIS DE AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS

El establecimiento del STAR y la construcción de las obras conexas del Proyecto, no generarán ningún impacto ambiental negativo, sin embargo, la operación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR), debe dársele seguimiento para evitar contingencias que afecten la zona.

Se asegura que en la etapa de construcción, operación y mantenimiento del STAR, la amenazas antropogénicas no producirá ningún impacto negativo sobre el caudal o flujo de los recursos hídricos, cobertura y diversidad vegetal, desplazamiento o efecto barrera sobre la fauna, ya que existen áreas colindantes que de forma natural facilitan el movimiento de la misma, además no alterará el paisaje y mucho menos dañará el componente socio económico de la zona, al contrario lo mejorará notablemente.

En la etapa de operación y mantenimiento del STAR se pueden presentar eventos que requieran un plan de contingencia:

- Descargas que por su composición química o física puedan desestabilizar el tratamiento biológico que se efectúa en el sistema.
- Sobrecarga hidráulica por influencia de aguas pluviales.
- Sobrecarga biológica contaminante que ingrese al sistema.
- Producción de olores muy intensos y expansivos.
- Producción o generación de vectores.
- Accidentes por el ingreso de personal no autorizado.

La modificación antrópica de la morfología de la sub cuenca del río La Estelí, puede reforzar o disminuir la acción de los factores naturales. La urbanización de una llanura de inundación o de áreas adyacentes, y la correspondiente construcción, aumentan la descarga, pues se reduce el área de superficie disponible para absorber la lluvia y canaliza mucho más rápidamente el flujo hacia alcantarillados y vías de drenaje. Los rellenos artificiales en la llanura de inundación reducen la capacidad del canal de inundación y pueden elevar la altura de la inundación. Así, la amenaza por inundación aumenta.

La cobertura vegetal es un factor que regula el régimen hidrológico, ya sea controlando la infiltración y el escurrimiento superficial de aguas-lluvia o protegiendo el suelo contra la erosión. La falta de cobertura aumenta la escorrentía superficial, intensifica la erosión del suelo y los sedimentos erosionados pasan a formar parte del flujo fluvial.

En relación a los canales de drenaje construidos en el interior de la ciudad, éstos generan peligro cuando su capacidad de evacuación ha sido calculada solo para rangos medios de lluvia, o cuando no se les aplica mantenimiento y limpieza. Como ejemplo de las modificaciones causadas por influencia antrópica se encuentran los obstáculos que influyen sobre la dinámica natural y lo que provoca que zonas que se encontraban en la llanura referencial se inunden con crecidas intermedias. El puente Paso Real y la Carretera Condega - Yalí, son elementos que obstruyen el paso del flujo, interviniendo en el paso de las aguas del río Estelí.

Las alteraciones humanas del ambiente, también pueden implicar modificaciones en los patrones normales de drenaje y, por consiguiente, predisponer algunas áreas a inundaciones. Es por ello que en la actualidad gran parte de la población está viviendo grandes problemas a causa del deterioro de su entorno natural. Las alteraciones tomadas en cuenta para este estudio incluyen las obstrucciones provocadas por la urbanización, las prácticas agrícolas inadecuadas, la deforestación, el uso de técnicas y materiales inapropiados en la construcción de estructuras de protección como diques y muros de gaviones, depósitos de basura y/o derrubios.

Según las características de los subsistemas de estudio, en donde se destacan distintos niveles de intervención antrópica, se delimitaron las acciones humanas en generalizadas y localizadas:

- **Acciones generalizadas:**

- *Acción de despale:* Según el mapa de uso de suelo del Ministerio Agrícola Forestal (MAGFOR), la mayor parte de la cuenca está constituida por vegetación arbustiva, destacándose además los cultivos anuales, por lo que las áreas de bosques están reducidas a un pequeño porcentaje. La acción de la deforestación limita la evapotranspiración, permite la infiltración del agua en zonas susceptibles a deslizamientos y aumenta los niveles de erosión.

- Contaminación de ríos principales y afluentes: En un río, la contaminación se define como el proceso natural o artificial mediante el cual, se agregan al agua, elementos, sustancias o materia viva, que la convierten en perjudicial para todos o cualquiera de sus usos. En la actualidad la ciudad no cuenta con servicios de alcantarillado sanitario y las aguas residuales y desechos sólidos van directamente a caer a al río Estelí, ocasionando con esto contaminación de las fuentes de aguas considerándose inapropiado para el servicio humano, la agricultura y ganadería.
- La contaminación de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos, es un problema que aumenta día a día por lo que se hace necesario y urgente la protección de estos recursos ya que una vez contaminada una fuente de agua, es muy difícil y en ocasiones casi imposible su recuperación.
- Los asentamientos humanos contribuyen a la *amenaza por movimientos de masa*, especialmente por el efecto que en la estabilidad de los terrenos tienen las prácticas inadecuadas como el manejo inadecuado de aguas de lluvia, excavaciones y movimientos de tierra incontrolados, construcción de taludes de pendientes excesivas y de gran altura sin obras de protección, construcción de vías sin técnicas, construcción de viviendas en fuertes pendientes y terrenos inestables

- **Acciones localizadas:**

*Depósitos de basura y/o derrubios:* Aunque se cuenta con un servicio de recolección de basura con una periodicidad de 2 veces por semana, donde se recoge a la semana un promedio de 23 m<sup>3</sup> de basura que es depositado en el vertedero ubicado a 7 kilómetros sobre la carretera a Yalí en la comunidad de San Diego, existen zonas de acumulación de desechos sólidos que son llevados por escorrentías de invierno y agua grises hacia todo el trecho del río Estelí que cubre el área urbana de Condega.

- El hecho de que el río Estelí es utilizado por algunos pobladores del área urbana de Condega, para verter los residuos sólidos domiciliarios junto a los productos de las inundaciones de invierno (principalmente árboles) arrastrados por los aluviones, agua arriba al llegar al puente Paso Real, sus alcantarillas son obstruidas.

Estas obstrucciones aguas arriba, al reventar bruscamente por el exceso de agua acumulada, incrementan la energía del flujo y remoción de materiales y su transporte, aguas abajo. Todo esto implica la incorporación del material al flujo, que a su vez produce un aumento del caudal ampliando las terrazas de inundación, por tanto, peores consecuencias aguas abajo como niveles más altos, objetos que pueden actuar como proyectiles, aumentando el nivel de la amenaza.

# CAPITULO

PROGRAMA DE GESTION  
AMBIENTAL



## 11 PROGRAMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

### 11.1 PLAN DE GESTIÓN DE LOS LODOS DEL STAR

El método más simple y económico para deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), consiste en lechos de secado.

La carga de sólidos que ingresa esta dado por:

$$C = Q * S.S. * 0.864$$

Donde;

S.S.	=	Sólidos suspendidos en el agua residual (mg/l)
Q	=	Caudal promedio de aguas residuales

La carga es función de la contribución per cápita de sólidos en suspensión.

$$C = \text{Población} * \text{Contribución per cápita. (gr De S.S./hab*dia).}$$

Considerar: 90 gr de S.S./hab. \* día.

Los lechos de secado están diseñados, para facilitar la deshidratación por evaporación y escurrimiento del agua excedente, la cual será dispuesta en la unidad de tratamiento más cercana. La capa de lodos que se dispondrá en los lechos de secado es de 20cm aproximadamente para facilitar la deshidratación.

El secado de los lodos en estas unidades (lechos de secado) estará en dependencia de las condiciones ambientales, como temperatura del aire, viento, humedad relativa, horas de radiación solar, etc. Así mismo, el retiro de los lodos secos de los lechos de secado, estará en función del tiempo de secado de los lodos. Lo normal es que estos lodos bien deshidratados tomen una apariencia como terrones, fácil de manejar hasta de forma manual. Si no se utiliza maquinaria para el retiro (cargador frontal), se puede hacer de forma manual, utilizando palas y carretillas.

De acuerdo a lo detallado en el plan de mantenimiento del sistema del tratamiento de aguas residuales (STAR), se tiene previsto que antes de la extracción de los lodos de las diferentes unidades de tratamiento (pretratamiento), se evalúe o se estime la cantidad de lodos y sólidos de cada unidad.

La necesidad de extraer los lodos se puede determinar de diferentes maneras, como por ejemplo, por evaluación del efluente (cuando se determine que hay muchos sólidos sedimentables de apariencia oscura) o cuando se observe, que después de los sondeos de la estructuras de entrada el agua no fluye de forma normal el efluente, lo que puede indicar un posible atascamiento de los orificios (de la tubería de salida) por los lodos sedimentados.

### **11.1.1 Manejo de desechos sólidos retirados de las rejillas**

La extracción de los sólidos de las rejillas se hará de forma manual, los sólidos extraídos se depositarán en el lecho de secado donde se mezclarán con cal en forma manual y homogénea, se dejarán de dos a tres días para su deshidratación, después se almacenarán en un recipiente cerrado (un barril de plástico de 55 galones) y cuando se llene el barril será depositado en el vertedero municipal. Esta actividad la realizará el operador del STAR las veces que sea necesario (en las horas de caudal máximo).

### **11.1.2 Manejo de arena retirada del desarenador**

Las arenas retiradas del desarenador se llevarán a los lechos de secado, se mezclarán con cal en forma manual y homogénea y una vez secadas pueden ser reutilizadas nuevamente para trabajos de construcción y/o simplemente disponerlos en algún sitio del mismo predio de la PTAR para relleno.

Para conocer que hay que sacar las arenas de la respectiva unidad, se medirá el nivel de arenas almacenadas y al alcanzar el nivel crítico se procederá a la extracción vía húmeda (por gravedad) de los mismos.

**Tabla 3.1: Plan de gestión de lodos recolectados en los módulos del STAR**

Actividad	Descripción de la actividad	Ubicación de la unidad a dar mantenimiento y/o operación	Frecuencia	Tiempo de duración de la actividad	Cantidad de operadores	Observaciones
Retiro de material de las rejas y disposición en el lecho de secado	Se realizará de forma manual, utilizando palas y carretillas	Pretratamiento	En las horas de caudal máximo	1 hora	1	Una vez deshidratados los sólidos se almacenaran en un recipiente cerrado (un barril de plástico de 55 galones) y serán trasladados y depositados en el vertedero municipal
Remoción de arena del desarenador	Se realiza la remoción de arena mediante un sistema hidráulico  Las arenas retiradas del desarenador se llevaran a los lechos de secado, se mezclaran con cal en forma manual y homogénea y una vez secadas pueden ser reutilizadas nuevamente	Desarenador	La extracción de arena del desarenador se controlara midiendo los niveles de arena acumulada.	1 hora	2	Las arenas (del desarenador) serán deshidratadas y estabilizadas en los lechos de secado y trasladadas cada seis (6) meses al sitio destinado para su disposición en el vertedero.

**(Continuación) Tabla 3.1: Plan de Gestión de lodos recolectados en los módulos del STAR**

<b>Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Ubicación de la unidad a dar mantenimiento y/o operación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Tiempo de duración de la actividad</b>	<b>Cantidad de operadores</b>	<b>Observaciones</b>
Extracción de lodos de los reactores UASB y disposición en los lechos de secado.	Los lodos extraídos se depositaran en el lecho de secado donde se mezclarán con cal en forma manual y homogénea, luego se dejaran de dos a tres meses para su deshidratación	Reactor UASB	La extracción de los lodos de Reactor UASB se controlará midiendo los niveles de lodo dentro de la Unidad,	1 hora	2	Los lodos extraídos del reactor al igual que las arenas (desarenador) serán deshidratados y estabilizados en los lechos de secado y trasladados cada seis (6) meses al sitio destinado para su disposición en el vertedero. Una vez deshidratados los lodos con pala y vehículo se traslada darán y depositaran en el vertedero municipal.
Retiro de lodos de los lechos de secado y traslado	Una vez deshidratados los lodos con	Lecho de secado	Cada 6 meses	4 horas	2	Depende de la cantidad de lodos a trasladar el tiempo



Actividad	Descripción de la actividad	Ubicación de la unidad a dar mantenimiento y/o operación	Frecuencia	Tiempo de duración de la actividad	Cantidad de operadores	Observaciones
al vertedero municipal de Condega	pala y vehículo se trasladaran y depositaran en el vertedero municipal					de duración de esta actividad

## 12 PLAN DE CONTINGENCIA AMBIENTAL:

En la etapa de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, la amenaza por eventos naturales es casi nula, por ejemplo el riesgo por inundación en el sitio donde se construirá el STAR no existe porque ni en eventos extremos el agua ha inundado el predio donde se construirá el STAR y por ende no representan ningún riesgo significativo para el proyecto. Esto fue comprobado en el campo por observación de la llanura de inundación dejada por el paso del huracán Mitch (ver capítulo "Análisis de riesgo")

En el mismo orden, la amenaza antropogénica no producirá ningún impacto negativo sobre el caudal o flujo de los recursos hídricos, cobertura y diversidad vegetal, desplazamiento o efecto barrera sobre la fauna, no alterará el paisaje y mucho menos dañará el componente socio económico de la zona, al contrario lo mejorará notablemente.

Los elementos del ambiente donde se han identificado la probabilidad de la ocurrencia de impactos ambientales negativos (amenazas) por la acción del proyecto, son la calidad del aire, ruido, relieve natural y suelos.

Conociendo la naturaleza del proyecto en la etapa de construcción se pueden presentar como posibles riesgos los siguientes:

- Derrame de combustibles (diesel) contaminando el suelo o los cauces cercanos (río Estelí)
- Accidentes laborales (por zanjas o pozos de visita abiertos, provocados por las maquinarias pesadas, camiones, retroexcavadoras, compactadoras, etc.)

Para estos eventuales sucesos se plantea el siguiente plan de contingencia que se presenta en la tabla 3.2.

En la etapa de operación y mantenimiento se pueden presentar como posibles eventos que requieran un plan de contingencia:

- Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR):
  - Descargas que por su composición química o física puedan desestabilizar el tratamiento biológico que se efectúa en el sistema.
  - Sobrecarga hidráulica en todo el sistema.
  - Sobrecarga biológica contaminante que ingrese al sistema.
  - Inundación de las unidades del STAR
  - Producción de olores muy intensos y expansivos.

- Producción o generación de vectores.
- Accidentes laborales (caída del personal a uno de los módulos de tratamiento, cortaduras, atascamientos en los equipos, etc.).
- Accidentes por el ingreso de personal no autorizado.
- Rebose de aguas residuales por atascamiento de las unidades de entrada.

Para estos sucesos se plantea el siguiente plan de contingencia que se presenta en la 4.3 Y 4.4.

**Tabla 3.2: Plan de contingencia para la etapa de construcción del STAR y RAS**

<b>Objetivo</b>	Planificar las acciones a ejecutar en caso que se presenten eventos o amenazas naturales y/o accidentes durante la etapa de construcción del proyecto.		
<b>Alcance</b>	Abarcará todas los componentes donde se construirán obras y al titular asignado para la ejecución de las mismas.		
<b>Organización operativa</b>	ENACAL le exigirá a la empresa contratista que ejecuta las obras que cumpla con el plan de contingencia. A través de una debida supervisión y evaluación		
<b>PLAN DE ACCIÓN</b>			
<b>Riesgos</b>	<b>Antes del evento</b>	<b>Durante el evento</b>	<b>Después del evento</b>
Accidentes laborales (por zanjas o pozos de visita abiertos, provocados por las maquinarias pesadas, camiones, retroexcavadoras, compactadoras, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tomar conciencia de los riesgos y seguir recomendaciones de Higiene y seguridad laboral.</li> <li>-Tener al personal debidamente capacitado para prevenir y/o enfrentar accidentes laborales.</li> <li>-Equipar al personal con equipos de protección y herramientas adecuadas de trabajo.</li> <li>-Supervisar el desempeño de los trabajadores y adiestramiento que esté conforme a su responsabilidad y tipo de trabajo.</li> <li>-Instalación de señalizaciones de precaución y peligro.</li> <li>-Contar con botiquín para atender accidentes y herramientas de rescate</li> <li>-Tener una buena coordinación con servicios de socorro y centros de salud para atender una eventual emergencia</li> <li>-Extintores instalados en todos los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Informar inmediatamente al jefe o encargados al presentarse un accidente.</li> <li>-Suspender inmediatamente las labores de construcción en el sitio de la obra.</li> <li>- Personal permanente de vigilancia, para evitar que obreros y personas no autorizadas obstaculicen las labores de rescate.</li> <li>-Dar los primeros auxilios al o los afectados mientras se evalúa los daños humanos provocados por el accidente para tomar las medidas urgentes correspondientes</li> <li>-Poner a disposición algunos de los equipos rodantes y personal de la obra para apoyar actividades de rescate y evacuación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Investigar las causas que originaron el accidente</li> <li>-Tomar las medidas preventivas necesarias para que ese tipo de accidente u otros similares no vuelvan a ocurrir.</li> <li>-Evaluar los daños materiales provocados por el accidente, para realizar aquellas reparaciones que permitan restablecer la continuidad de las obras.</li> <li>-Conservar al personal en estado de alerta</li> </ul>

	vehículos -Sistema de comunicación fluido para llamar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un accidente. -Personal permanente de vigilancia, para prevenir que personas no autorizadas circulen por las zonas de riesgo.	-Traslado de los heridos a los centros asistenciales y/o según la gravedad de las lesiones, informar a bomberos, centros de salud y/o policía para la debida atención e investigación del accidente	hasta que se determine que no existe peligro al continuar con las obras.
--	---	---	--

**(Continuación) Tabla 3.2: Plan de contingencia para la etapa de construcción del STAR y RAS**

<b>Riesgos</b>	<b>Antes del evento</b>	<b>Durante el evento</b>	<b>Después del evento</b>
Derrame de combustibles (diesel) contaminando el suelo o los cauces cercanos	-Trabajar con equipos nuevos o en buen estado físico y mecánico, con un adecuado mantenimiento. -Chequeo y control permanente del funcionamiento de las cisternas para combustible y tanques de los vehículos (válvulas de seguridad y alivio, estado de las paredes internas y externa del material de los mismos). -Sistema de comunicación fluido para llamar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un derrame. -Tener al personal debidamente capacitado para prevenir y/o enfrentar derrame de combustibles y/o aceites, dándoles a conocer el plan de contingencia para que se conozcan las acciones a realizar al presentarse un evento no esperado.	-Aislar inmediatamente el sitio donde se produjo el derrame. -Tratar de recoger el líquido derramado en recipientes adaptados para tal fin, para evitar infiltración al acuífero -Retirarlo de la obra para su disposición final (venderlo para su reuso a empresas ) -Retirar de la obra los equipos en mal estado que provocaron el derrame.	-Investigar las causas que originaron el derrame para determinar responsabilidades. -Tomar las medidas preventivas necesarias para que este tipo de sucesos no vuelvan a ocurrir -Evaluar los daños materiales provocados por el derrame, para realizar aquellas reparaciones que permitan restablecer la continuidad de las obras. -Informar a las instituciones y a la población en general el peligro que puede ocasionar en el ambiente este tipo de derrames, dando las debidas recomendaciones para evitar afectaciones humanas

<b>Metodología de evaluación y seguimiento</b>	Hoja de control y evaluación semanal, donde se verifique el cumplimiento de las acciones del plan específico. Supervisión del estado de las cisternas y demás maquinarias.	Hoja de control y evaluación semanal, donde se verifique el cumplimiento de las acciones del plan específico. Supervisión de la construcción, instalación de señalizaciones de precaución y peligro, verificación que el personal cuente con los equipos adecuados y que tengan la experiencia y capacidad necesaria para las diferentes tareas asignadas.
<b>Programa de capacitación</b>	El Titular o contratista debe capacitar a su personal, dar a conocer el plan de contingencia para que se conozcan las acciones a realizar al presentarse un evento no esperado, coordinarse con la Cruz Roja y realizar simulacros de evacuación del área de trabajo.	

**Tabla 3.3: Plan de contingencia para la etapa de operación y mantenimiento del STAR**

<b>Objetivo</b>	Planificar las acciones a ejecutar en caso que se presenten eventos o accidentes durante la etapa de operación y mantenimiento del STAR.		
<b>Alcance</b>	Abarcará todas las actividades que implican la operación y mantenimiento del STAR.		
<b>Organización operativa</b>	ENACAL Condega, es el encargado de administrar el sistema, lo que implica realizar las labores de operación y mantenimiento, además, de cumplir con el plan de contingencia.		
<b>PLAN DE ACCIÓN</b>			
<b>Riesgos</b>	<b>Antes del evento</b>	<b>Durante el evento</b>	<b>Después del evento</b>
Descargas que por su composición química o física puedan desestabilizar el tratamiento biológico que se efectúa en el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evitar que esas descargas ingresen al sistema, ya sea derivándolas o eliminándolas desde su origen.</li> <li>-Controlar que los vertidos de las descargas domesticas, industriales y agropecuarias a las redes de alcantarillado sanitario cumplan con el Decreto 33-95 para este tipo de descargas.</li> <li>-Para controlar las descargas que presentan un riesgo para el STAR se debe realizar un “<i>Inventario de Industrias conectadas al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Condega</i>”</li> <li>-Valorar las cargas que pueden generar los vertidos de pequeñas industrias y/o negocios que representan riesgo para el sistema de tratamiento de aguas residuales</li> <li>-Un operador debe permanecer tiempo completo en las instalaciones del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega con el objetivo de detectar en el afluente principal de la planta, cuando llegan descargas “sospechosas” (variaciones bruscas de color y caudal).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visualizar y darle seguimiento a las descargas para detectar quién o quienes las vierten</li> <li>Caracterizar afluente del sistema de tratamiento, donde se observan valores de cargas contaminantes fuera de lo común (DBO<sub>5</sub>, DQO, sólidos, etc.), para conocer qué tipo de agua ingresa al sistema.</li> <li>Inspeccionar los pozos de visita más cercanos de los negocios y pequeñas industrias para verificar que éstos realmente no están vertiendo hidrocarburos y productos químicos que afecten el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Para garantizar que los tratamientos biológicos sigan operando satisfactoriamente, se debe controlar las descargas de sustancias químicas contaminantes y/o excesos de cargas que desestabilicen el sistema (equilibrio entre bacterias y algas).</li> <li>Una vez detectadas las posibles industrias contaminantes reportarlo al MARENA e INAA para aplicar las sanciones correspondientes, establecidas en el Decreto 33-95 y obligar a que cumplan con lo dictado en ese Decreto. De lo contrario cortarles el servicio de Alcantarillado Sanitario</li> </ul>

(Continuación) **Tabla 3. 3: Plan de contingencia para la etapa de operación y mantenimiento del STAR**

Riesgos	Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
Sobrecarga biológica contaminante que ingrese al sistema	Informar a los usuarios de la RAS que es prohibido verter efluentes de industrias, estaciones de servicio, etc. O sea cualquier descarga que no tenga característica de aguas residuales domésticas (informar sobre lo establecido en el Decreto 33-95).	A veces se puede apreciar visualmente alguna descarga no doméstica. Anotar la hora, características, etc. Sin embargo, se aprecia más cuando el STAR genera olores más intensos que los normales y baja la eficiencia.	Investigar procedencia de la sobrecarga biológica, en conjunto con la Comisión Ambiental Municipal (CAM) para eliminarla.
Inundación de las unidades del STAR	Mediciones de caudales en el afluente y efluente. Contar con un adecuado sistema de drenaje pluvial para evitar que en eventos extremos de lluvia ingrese agua al STAR.	Manipulación de válvulas y compuertas de derivación para desviar exceso de caudal	Investigar procedencia del exceso de agua pluvial y tomar las medidas necesarias para corregir ésta situación. Avocarse con la Comisión Ambiental Municipal (CAM).
Producción de hedores muy intensos y expansivos	Manejar correctamente los lodos y sólidos generados, cumplir con el plan de manejo de lodos y evitar sobre cargar biológicas en el STAR.	Retirar todos los sólidos que puedan estar produciendo malos olores y controlar el caudal de ingreso al STAR	Llamar a la Unidad Técnica para que realicen una evaluación del sistema para verificar si no está sobrecargado y tomar las acciones respectivas que mejoren el tratamiento.
Producción o generación de vectores	Implementar medidas para el control de vectores (zancudos, roedores, moscas, etc.), cortes de maleza, evitar charcas, etc. y cuando sea necesario fumigación de las áreas afectadas (áreas verdes y/o edificios).		Revisar el cumplimiento del Plan de operación y mantenimiento del STAR
Accidentes laborales (caída del personal a uno de los módulos del STAR, cortaduras, atascamientos en los equipos, etc.).	Contar con botiquín para atender accidentes y herramientas de rescate. Proveer de radio comunicadores a los operadores para que se reporten constantemente la situación normal y los accidentes.	Dar los primeros auxilios al o accidentados y trasladarlos a la unidad de salud más cercana.	Capacitar al personal para evitar accidentes evitables.



(Continuación) **Tabla 3. 3: Plan de contingencia para la etapa de operación y mantenimiento del STAR**

Riesgos	Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
Rebose de aguas residuales por atascamientos de las tuberías o canales de entrada o salida.	Mantenimiento preventivo y correctivo (limpieza constante) de las infraestructuras de entrada y salida de las respectivas unidades de tratamiento.	-Limpiar o destaponar rápidamente los canales o tubería (sondeo) para que el agua fluya.	Si hubo derrame de aguas residuales limpiar el lugar y de ser necesario tratar las aguas derramas con una solución de hipoclorito de sodio al 2%, aplicando una dosis aproximada de 50 mg/l.
Accidentes por el ingreso de personal no autorizado.	Que haya presencia de un vigilante para no permitir el ingreso de personas no autorizadas al área del STAR. No permitir que el ganado penetre al predio del STAR	Informar inmediatamente a la autoridad competente (jefe inmediato) para el traslado de la persona accidentada al hospital o centro de salud más cercano.	Garantizar que siempre haya una persona vigilando las 24 horas el portón principal y hacer recorridos por los alrededores del STAR
Metodología de evaluación y seguimiento	Hoja de control y evaluación semanal, donde se verifique el cumplimiento de las acciones del plan específico.	Hoja de control y evaluación semanal, donde se verifique el cumplimiento de las acciones del plan específico. Supervisión de la construcción, instalación de señalizaciones de precaución y peligro, verificación que el personal cuente con los equipos adecuados y que tengan la experiencia y capacidad necesaria para las diferentes tareas asignadas.	
Programa de capacitación	Capacitación a los operadores en: -El llenado de hojas de control diarias y en la operación del sistema para derivar los afluentes sospechosos -El llenado de hojas de control diarias y en la operación del sistema para regular caudales y medir Caudales. -En la operación de las compuertas e inspección de la estructuras de protección del río Estelí. -Uso de equipos para cortar maleza así como uso de compuertas para la regulación de caudales. -Uso de los equipos de rescate, radios comunicadores y sistema de control del personal. -ENACAL debe capacitar a su personal y dar a conocer el plan de contingencia para que se conozcan las acciones a realizar al presentarse un evento no esperado, coordinarse con la Cruz Roja y realizar simulacros de evacuación del área de trabajo.		

**Tabla 3.4: Plan de contingencia para la etapa de operación y mantenimiento de la RAS**

<b>Objetivo</b>	Planificar las acciones a ejecutar en caso que se presenten eventos o accidentes durante la etapa de operación y mantenimiento del RAS		
<b>Alcance</b>	Abarcará todas las actividades que implican la operación y mantenimiento de la RAS		
<b>Organización operativa</b>	ENACAL Condega, es el encargado de administrar el sistema, lo que implica realizar las labores de operación y mantenimiento, además, de cumplir con el plan de contingencia.		
<b>PLAN DE ACCIÓN</b>			
<b>Riesgos</b>	<b>Antes del evento</b>	<b>Durante el evento</b>	<b>Después del evento</b>
Derrame de aguas residuales por las tapas de pozos de visita, cajas de registros o tubos rotos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Inspección y limpieza preventiva a los pozos de vista y cajas de registros.</li> <li>- Elaborar plan de capacitación para el buen uso del sistema de alcantarillado sanitario (no verter aguas pluviales a las redes, sólidos gruesos, aceites y grasas, etc.</li> <li>- Exigir que toda pequeña industria, industria, estación de servicio, etc. pre traten sus aguas antes de verterlas al sistema.</li> <li>- Inspecciones a los negocios, pequeñas industrias, industrias, estaciones de servicio, restaurantes, comedores, etc. para informarles y exigirles que tienen que pre tratar sus aguas. Después de instalados el pre tratamiento inspeccionar su correcto tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilizar rápidamente la cuadrilla de limpieza para destaponar o cambiar el tramo de tubería obstruido o roto, pozos de visita, caja de registro, etc.</li> <li>Colocar cintas amarillas para evitar el tránsito vehicular y peatonal por el lugar afectado y donde se realizan las labores de mantenimiento correctivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeccionar los pozos de visita más cercanos del tramo afectado para verificar que éstos realmente no están vertiendo sustancias o sólidos que afecten el sistema redes y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega.</li> <li>Una vez detectadas las personas que afectan la RAS, informarle sobre el buen uso del sistema y su reincide reportarlo al MARENA e INAA para aplicar las sanciones correspondientes, establecidas en el Decreto 33-95 y obligar a que cumplan con lo dictado en ese Decreto. De lo contrario cortarles el servicio de Alcantarillado Sanitario</li> </ul>

(Continuación) **Tabla 3.4: Plan de contingencia para la etapa de operación y mantenimiento de la RAS**

Riesgos	Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
Pozos de visita (PV) y cajas de registro (CR) sin tapas o tapas den mal estado (rotas).	Elaborar plan de capacitación para el correcto uso y cuidado de los componentes de la RAS. Coordinarse con la policía nacional para que incluyan dentro de sus labores el cuidado de las tapas de pozos de visita y cajas de registros.	Colocar señalización de peligro mientras se instala nuevamente la tapa del PV o CR. Reemplazar a la mayor brevedad las respectivas tapas.	Investigar los responsables del hecho delictivo.  Informar a los usuarios sobre el cuidado de los componentes de la RAS, específicamente las tapas.
Producción de hedores muy intensos y expansivos que se emiten de los Pozos Visita (PV) o Cajas de Registro (CR).	Inspección y Mantenimiento preventivo a los PV y CR (limpieza cada 6 meses) para verificar que se encuentren limpios y en buen estado.	Retirar todos los sólidos que puedan estar produciendo malos olores.	Llamar a la Unidad Técnica para que realicen una evaluación del sistema para corregir posible error de diseño o construcción. Investigar si se está utilizando mal la RAS (por los usuarios).
Accidentes laborales (caída del personal durante las labores e operación y mantenimiento de la RAS). Caída de personas a los PS o CR cuando faltan las tapas.	Contar con botiquín en el vehículo de O&M de la RAS. Capacitar al personal sobre higiene y seguridad laboral. Asegurar que todos los PS y CR tengan sus tapaderas puestas y en buen estado.	Dar los primeros auxilios al o accidentados y trasladarlos a la unidad de salud más cercana. Colocar las respectivas tapas a los PV y CR.	Capacitar al personal para evitar accidentes y mantener en buen estado los equipos de trabajo. Tapas colocadas en los PS y CR.

(Continuación) **Tabla 3.4: Plan de contingencia para la etapa de operación y mantenimiento de la RAS**

Riesgos	Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
Metodología de evaluación y seguimiento	Hoja de control y evaluación semanal, donde se verifique el cumplimiento de las acciones del plan específico.	Hoja de control y evaluación semanal, donde se verifique el cumplimiento de las acciones del plan específico. Supervisión de la construcción, instalación de señalizaciones de precaución y peligro, verificación que el personal cuente con los equipos adecuados (trabajo y seguridad laboral) y que tengan la experiencia y capacidad necesaria para las diferentes tareas asignadas.	
Programa de capacitación	Capacitación a los operadores en: -El llenado de hojas de control diarias y en la operación del sistema. -El llenado de hojas de control diarias y en la operación de los diferentes componentes de la RAS. --Uso de equipos de trabajo y de seguridad laboral. -Uso de los equipos de rescate, radios comunicadores y sistema de control del personal. -ENACAL debe capacitar a su personal y dar a conocer el plan de contingencia para que se conozcan las acciones a realizar al presentarse un evento no esperado, coordinarse con la Cruz Roja y realizar simulacros de evacuación del área de trabajo.		

### 13 PLAN DE CIERRE TEMPORAL

No se tiene previsto un cierre definitivo de las instalaciones del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR), porque con la ejecución de un adecuado plan de operación y mantenimiento preventivo y correctivo, se garantizará una vida útil de las instalaciones mayor de 20 años.

Sin embargo, se pueden dar situaciones no deseadas (eventos extremos que dañen algunos de los componentes principales del STAR), debido a las crecidas del río Estelí. No obstante, este tipo de evento ya fue retomado en el plan de contingencia y en las medidas ambientales y de mitigación para la protección de la infraestructura con la construcción de un muro de concreto ciclópeo de piedra bolón en la margen o ribera del río, además de terraza en el sitio en que se ubicará la Estación de bombeo.

No está contemplado el daño a la infraestructura por sismos, porque los valores de amenaza sísmica para el municipio de Condega, es moderada pero no se deben despreciar tomando en cuenta que, en general, el territorio nacional, además de ramificaciones de estos lineamientos y estructuras volcánicas del Terciario que en ocasiones continúa con procesos de reacomodo. No se ha reportado ningún sismo destructivo en el área de Condega, pero, son posibles.

Un cierre temporal de las instalaciones del PTAR podría darse debido a daño muy significativo a uno de los componentes del STAR, sin embargo, es importante mencionar que el PTAR está constituido por 2 unidades de reactores UASB y 10 lagunas de maduración, las cuales en caso necesario podrían operar de forma que las baterías de unidades (1 reactor UASB trate las aguas de la unidad dañada), igual puede darse en las lagunas, por ejemplo 6 unidades traten las aguas de 4 unidades que estén en mal estado. Para lo cual habría que operar los canales utilizando compuertas para redirigir el flujo hacia las lagunas de maduración que se requieran, partiendo de las que dejen de funcionar.

En este punto, el daño más significativo que se pudiese dar es en las lagunas de maduración más próximas al caudal del río Estelí, así como el punto de vertido. Para este último, se tendría que colocar tubería que garantice el alcance del cuerpo receptor para mantener el vertido continuo mientras pasa el suceso.

Otra posibilidad de daño de importancia es en la entrada y salida de las aguas residuales a la estación de bombeo, ya que a pesar de haberse tomado en cuenta la protección por la amenaza de inundación, con una terraza y muro concreto ciclópeo de piedra bolón, las tuberías de entrada a la estación de bombeo y las de salida a la línea de impulsión, por su ubicación cruzando un brazo de río, pueden ser deterioradas por las corrientes en algún suceso de inundación significativa.

Ante esta situación se considera el cierre temporal, se plantea la necesidad de efectuar las coordinaciones necesarias con las autoridades de Alcaldía, ENACAL, y MINSA para realizar la suspensión temporal del servicio de agua potable, y ejecutar campaña de sensibilización a la población para el no uso del la RAS y desarrollar las obras de reconexión de las tuberías de las colectoras hacia la EBAR y desde la EBAR a la línea de impulsión, para que a la menor brevedad posible sea restablecido el servicio.

**Tabla 3.5: Plan de cierre temporal del STAR**

<b>Objetivo</b>	Planificar las acciones a ejecutar en caso que se tenga que cerrar temporalmente el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales		
<b>Alcance</b>	Abarcará todas los componentes que constituyen el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Condega		
<b>Organización operativa</b>	ENACAL estará a cargo de la ejecución de este plan de cierre temporal		
<b>PLAN DE CIERRE TEMPORAL</b>			
<b>Motivo de cierre temporal</b>	<b>Antes del cierre</b>	<b>Durante el cierre</b>	<b>Después del cierre</b>
Mantenimiento correctivo de una de las unidades de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Informar al gobierno municipal para que coordine el apoyo de otras instituciones para la ejecución de las labores de construcción y/o rehabilitación. Además, que informe a la población que pueden ser afectadas.</li> <li>-Tomar todas las medidas y recomendaciones sobre Higiene y seguridad laboral.</li> <li>-Capacitar al personal para prevenir y/o enfrentar accidentes laborales.</li> <li>-Equipar al personal con equipos de protección y herramientas adecuadas de trabajo.</li> <li>-Instalación de señalizaciones de precaución y peligro.</li> <li>-Contar con botiquín para atender accidentes y herramientas de rescate</li> <li>-Tener una buena coordinación con bomberos y centros de salud para atender una eventual emergencia</li> <li>-Sistema de comunicación fluido para llamar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un accidente.</li> <li>-Personal permanente de vigilancia, para prevenir que personas no autorizadas circulen por las zonas de riesgo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar todas las labores de reparación y/o construcción siguiendo todas las especificaciones técnicas y de seguridad recomendadas para este tipo de obras.</li> <li>- Personal permanente de vigilancia, para evitar que obreros y personas no autorizadas obstaculicen las labores de construcción y/o reparación.</li> <li>-Poner a disposición equipos rodantes y personal de la obra para apoyar actividades de manera que se concluyan en el tiempo mínimo requerido.</li> <li>- Si fuese necesario el verter aguas residuales crudas al río Estelí, esta se debe ser clorada con una solución de hipoclorito de calcio, garantizando que la dosis aplicada remueva coliformes fecales hasta 1000 por 100 ml.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Abrir lo más pronto posible las instalaciones del STAR para garantizar el correcto tratamiento de las aguas residuales.</li> <li>-Tomar las medidas preventivas necesarias para evitar cierres y/o daños u otros eventos similares no vuelvan a ocurrir.</li> <li>-Evaluar los daños y/o impactos provocados por el cierre temporal del STAR, para realizar medidas que permitan restablecer los componentes afectados.</li> <li>-Monitorear la calidad del efluente del STAR para garantizar el cumplimiento del Decreto 33-95.</li> </ul>
Reparación de conexiones de tuberías en la EBAR, por desastres naturales.		Coordinación interinstitucional, y campaña de sensibilización sobre la población sobre no hacer uso temporal de la red, cierre temporal del servicio de agua potable	Priorizar las actividades de reparación en la menor brevedad posible.

## 14 PLAN DE MONITOREO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES

Las medidas ambientales se planifican y se desarrollan para la prevención, minimización y corrección de los posibles impactos ambientales negativos durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) de la ciudad de Condega.

En el presente estudio se identificaron y valoraron un total de 356 impactos ambientales negativos, 323 en la etapa de construcción (91 %) y 33 (9 %) en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto (ver **APENDICE 3-** Resumen).

Las principales amenazas que pueden afectar al proyecto en la etapa de operación y mantenimiento son las descargas ilegales (de aguas residuales no domésticas), las conexiones de aguas pluviales al alcantarillado sanitario y efluentes de mala calidad del STAR que pudiesen afectar negativamente al cuerpo receptor (Río Estelí)

Para monitorear la eficiencia y el cumplimiento con el Decreto 33-95, referente a los límites máximos permisibles establecidos, se plantea la medición de las concentraciones de los parámetros fijados en dicho decreto y además, medir caudal (utilizando la canaleta Parshall que se instalará en las respectivas unidades del proyecto).

La frecuencia de los monitoreos es variable (lo ideal es cumplir con lo recomendado en el Decreto 33-95), ya que algunos parámetros se determinarán con una frecuencia semanal, otros cada 4 meses o cuando sea necesario, dependiendo de un determinado evento o problema que se sospeche que esté afectando a alguno de los componentes del proyecto.

Todas las muestras se preservarán y transportarán de acuerdo a la Norma técnica nicaragüense (NTON 04 001-01) y de acuerdo a los procedimientos operativos normalizados establecidos por cada uno de los laboratorios responsables del ENACAL, para el aseguramiento de la calidad de la información obtenidos. Además, se utilizarán métodos establecidos en el "*Standard methods for examination of water and wastewater*" 20<sup>th</sup>, ed, 1999.



## 14.1 PLAN DE MONITOREO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los programas de monitoreo propuestos para el control de las características del afluente y efluente de la planta de tratamiento, ver Tabla 4.6 se realizan con el propósito de poder observar a corto y largo plazo los cambios que se pudieran presentar en la calidad del agua del STAR y realizar las correcciones respectivas según métodos estandarizados para no perjudicar el medio ambiente, además que permiten identificar si existen industrias conectadas al sistema de alcantarillado que alteren las características del afluente y efluente tratado.

Los impactos negativos en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, están dirigidos mayoritariamente a las labores de operación y mantenimiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) y mantenimiento de la obra de descarga (cabezal de descarga).

La cantidad de impactos negativos que pueden generar en la etapa de operación y mantenimiento serán mitigados en su mayoría con el cumplimiento de las especificaciones detalladas en el "*Manual de operación y mantenimiento del STAR*"

Para garantizar que el monitoreo sea efectivo y se cumpla con todo lo planificado se han dejado definido los puntos de muestreos, parámetros a monitorear y responsable de la implementación, los puntos de muestreo serán ubicados en la entrada y salida del sistema de tratamiento con el propósito de conocer la eficiencia de remoción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Los parámetros a ser determinados y analizados en la entrada y salida del sistema de tratamiento deberán cumplir con el decreto 33-95, "*Descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias*". Otras de las ventajas de los monitoreos, es que permiten identificar si existen industrias conectadas al sistema de alcantarillado que alteren las características del afluente y efluente tratado.

En caso que se verifique que exista alguna industria vertiendo sus efluentes al alcantarillado, sin ningún tipo de tratamiento, se debe recurrir a MARENA e INAA Ente Regulador, para que se tome las medidas pertinentes al respecto.

En cuanto a la frecuencia de muestreo se deberá garantizar que esta sea la más representativa, que permita detectar las modificaciones y/o alteraciones que se pudieran presentar en los diferentes parámetros físicos químicos y bacteriológicos a lo largo de su período de funcionamiento.

**Tabla 3.6: Plan de monitoreo de las medidas ambientales para el etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

<b>Objetivo</b>	Establecer un sistema de vigilancia que permita verificar la efectividad de las medidas ambientales propuestas y corregir oportunamente las desviaciones que se produzcan							
<b>Organización operativa</b>	ENACAL será la empresa encargada de hacer cumplir las medidas ambientales en la operación y mantenimiento							
<b>Componente del ambiente afectado</b>	<b>Impacto a mitigar</b>	<b>Medidas de mitigación</b>	<b>Indicadores del impacto</b>	<b>Frecuencia y tiempo de recolección de datos</b>	<b>Ubicación espacial</b>	<b>Responsable</b>	<b>Costo US\$</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Aire</b>	Incremento de emisión de gases de combustión. (CO, SO <sub>2</sub> , NO, HC, etc.)	Todos los equipos (equipos de bombeo, planta de emergencia, etc.) deben de operar eficientemente), lo anterior se garantizará con un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo.	100 % equipos en buen estado	Mantenimiento preventivo a todos los equipos, cada dos semanas	Predio donde se encuentra el STAR (9 Hectáreas).	Operadores del STAR	El costo de cumplimiento va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	ENACAL es la responsable del labor de monitoreo en la etapa de operación y mantenimiento

**(Continuación) Tabla 3.6: Plan de monitoreo de las medidas ambientales para el etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

Componente del ambiente afectado	Impacto a mitigar	Medidas de mitigación	Indicadores del impacto	Frecuencia y tiempo de recolección de datos	Ubicación espacial	Responsable	Costo US\$	Observaciones
<b>Aire</b>	Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores	-Manejo adecuado de los sólidos y lodos extraídos de los diferentes componentes del STAR. -Regular los niveles de ingreso al STAR para evitar derrames de aguas crudas. Todo lo anterior será detallado en el " <i>Manual de operación y mantenimiento del STAR</i> ".	100% cumplimiento Plan Manejo de sólidos	Permanentemente, a partir del inicio de la operación del STAR.	Predio donde se encuentra el STAR (9 Hectáreas).	Operadores del STAR	El costo de cumplimiento va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	Técnico de filial de ENACAL Condega responsable de supervisar a operadores en cumplimiento del Plan de manejos de lodos

(Continuación) **Tabla 3.6: Plan de monitoreo de las medidas ambientales para el etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

Componente del ambiente afectado	Impacto a mitigar	Medidas de mitigación	Indicadores del impacto	Frecuencia y tiempo de recolección de datos	Ubicación espacial	Responsable	Costo US\$	Observaciones
<b>Aire</b>	Incremento de material particulado (PM <sub>10</sub> )	Controlar la velocidad y cantidad de ingreso de los vehículos al área del STAR. Humedecer periódicamente las áreas sin cobertura vegetal. Mantenimiento de las áreas verdes, siguiendo del Plan de reforestación.	0 % emisiones de polvo en el aire	Mantenimiento preventivo a todos los equipos, cada dos semanas.	Predio donde se encuentra el STAR (9 Hectáreas).	Operadores del STAR	El costo del monitoreo va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	Técnico de filial de ENACAL Condega responsable de supervisar a operadores en cumplimiento del Plan de manejos de lodos
<b>Ruido</b>	Incremento de los puntos de generación de ruidos	Mantener en las mejores condiciones todos los equipos para reducir al mínimo las emisiones de ruido (bombas, motores, estación de emergencia, etc.). Restringir el acceso a extraños.	100 % equipos en buen estado	Permanente, a partir del inicio de la operación del STAR.	Predio donde se encuentra el STAR (9 Hectáreas).	ENACAL	El costo de las medidas de mitigación va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	ENACAL es la responsable del labor de monitoreo en la etapa de operación y mantenimiento

(Continuación) **Tabla 3.6: Plan de monitoreo de las medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

Componente del ambiente afectado	Impacto a mitigar	Medidas de mitigación	Indicadores del impacto	Frecuencia y tiempo de recolección de datos	Ubicación espacial	Responsable	Costo US\$	Observaciones
<b>Recursos hídricos</b>	Alteración de las características del cauce del río Estelí	Mantener en buen estado físico la obra de descarga del STAR en el río (limpio, darle mantenimiento periódico, etc.). Cercado del perímetro donde se ubica el cabezal de descarga para impedir el ingreso de animales (vacas, caballos, cerdos, etc.) y personas del lugar.	Infraestructura de descarga y cercado en buen estado	2 veces al mes	Punto de descarga del STAR	ENACAL	El costo de las medidas de mitigación será de aproximadamente US \$ 100 mensual, que será el costo por las reparaciones del cerco, rótulos, etc.	ENACAL es la responsable del monitoreo en la etapa de operación y mantenimiento

(Continuación) **Tabla 3.6: Plan de monitoreo de las medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto**

Componente del ambiente afectado	Impacto a mitigar	Medidas de mitigación	Indicadores del impacto	Frecuencia y tiempo de recolección de datos	Ubicación espacial	Responsable	Costo US\$	Observaciones
<b>Recursos hídricos</b>	Afectación del riego de cultivos	Instalar rótulos y mantenerlo en buen estado. En los rótulos se indicará que es prohibido abrevar ganado, regar hortalizas, no consumir agua, etc., a un kilómetro aguas debajo del punto de descarga del STAR sobre el río Estelí.	100 % de la población informada	2 veces al mes	Punto de descarga del STAR y un recorrido de unos kilómetros aguas abajo del río Estelí.	ENACAL	Este costo es de U\$ 5,000 dólares en los primeros 6 meses de operación del STAR y después será asumido con un fondo mínimo de US \$ 100 mensuales.	ENACAL se coordinará con la Ambiental Municipal (CAM) de Condega para realizar visitas periódicas a la zona.

(Continuación) **Tabla 3.6: Plan de monitoreo de las medidas ambientales para la etapa de operación y mantenimiento**

Componente del ambiente afectado	Impacto a mitigar	Medidas de mitigación	Indicadores del impacto	Frecuencia y tiempo de recolección de datos	Ubicación espacial	Responsable	Costo US\$	Observaciones
Calidad del agua	Contaminación de aguas (río Estelí)	Correcta operación y mantenimiento del STAR para garantizar el fiel cumplimiento del Decreto 33-95: (Esto implica mantenimiento a las unidades hidráulicas y la estación de bombeo) ( <i>ver Plan de mantenimiento de infraestructuras y equipos</i> )	Cumplimiento con los parámetros del decreto 33-95	Muestreos compuestos cada 6 meses	Punto de entrada y salida del STAR	ENACAL	Cada muestreo tiene un costo de US \$ 360. El costo de cumplimiento va implícito en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.) y en los gastos de operación y mantenimiento	ENACAL es la responsable de la labor de monitoreo en la etapa de operación y mantenimiento
				Monitoreos puntuales cada 6 meses	Punto de descarga en el río Estelí, 25 m. aguas arriba y 25 m. aguas abajo			
				Muestreos semanales al efluente y afluente de cada unidad de tratamiento	Entrada y salida de cada unidad (cárcamo de bombeo, salida del UASB, salida de las lagunas de maduración)			

## 15 PLAN DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPOS.

El objetivo de este plan es proporcionar las respectivas orientaciones y actividades que deben realizarse en el STAR para evitar que se produzcan accidentes o eventos que afecten la salud, las estructuras y eficiencia del proceso de tratamiento impactando negativamente el ambiente, ver Tabla 3.7.

El plan contiene la descripción detallada de las actividades de mantenimiento de los módulos, la tubería de descarga, unidades hidráulicas de toda la planta de tratamiento así como de la estación de bombeo.

Para garantizar que las labores de operación y mantenimiento se efectúen adecuadamente y que los operadores cuenten con el equipamiento necesario, se recomienda la presencia frecuente de un técnico que supervise todo lo referente al STAR y haga las respectivas coordinaciones para la realización de las diferentes labores.

Se debe contar con repuestos para el mantenimiento de las bombas asignadas al STAR y no permitir el acceso a personas ajenas al STAR y capacitar continuamente a los operadores de los equipos y del STAR para que ellos tenga la capacidad local de dar los respectivos mantenimientos a los equipos.



**Tabla 3.7: Plan de mantenimiento de infraestructuras y equipos**

Ítem	Actividad	Ubicación de la unidad a dar mantenimiento y/o operación	Frecuencia	Tiempo de duración de la actividad	Cantidad de operadores	Observaciones
1	Limpieza de las rejas	Canal de entrada general	Cada hora como mínimo o cuando sea necesario.	De 10 a 15 minutos	1	Al estar llenas las rejas de material (trapos, sólidos gruesos, plásticos, etc.), sube el nivel del agua en el canal de entrada general, represándose hasta llegar a derramarse o rebosar.
2	Limpieza del desarenador	Desarenador, unidad conocida Esta unidad tiene 2 canales, en paralelo.	Dependiendo del nivel de sedimentos del canal de desarenado (no mayor de 40 cm en el primer 1/3 del canal).	Un mes	2	El sedimento o arenas se debe dejar secar de 2 a 3 días (dependiendo de las condiciones climatológicas), para posteriormente sacarlas con pala y baldes.
3	Cortar la maleza del predio del STAR	Predio del STAR	Cuando sea necesario	Dependiendo del área que se vaya a limpiar	1	Se les proporcionará a los operadores de los equipos y accesorios necesarios para mantener limpio el lugar.

(Continuación) **Tabla 3.7: – Plan de mantenimiento de infraestructuras y equipos**

Ítem	Actividad	Ubicación de la unidad a dar mantenimiento y/o operación	Frecuencia	Tiempo de duración de la actividad	Cantidad de operados	Observaciones
7	Limpieza y chequeo del apagado y encendido de las bombas sumergibles	En el panel de control y pozo de bombeo	Diariamente	10 minutos	1	Asegurarse que las bombas estén operando correctamente
8	Mantenimiento y chequeo de encendido de generador de emergencia	En el panel de control y generador de emergencia	Semanalmente	60 minutos	1	Verificar que el generador de emergencia de energía, entra a funcionar en el tiempo correspondiente. Además, el operador tiene que gestionar que el suministro de combustible, sea constante cuando se presenten cortes de energía mayores de una hora en la ciudad
9	Limpieza del área de la EBAR	En toda el área de la EBAR	Diariamente	1 hora	1	Limpieza de casetas, áreas verdes, canales de aguas pluviales, parqueo, etc. Se les debe proporcionar escobas, rastrillos, machetes, mangueras, detergente, etc., para que puedan hacer las respectivas labores, hipoclorito de sodio

(Continuación) **Tabla 3.7: – Plan de mantenimiento de infraestructuras y equipos**

Ítem	Actividad	Ubicación de la unidad a dar mantenimiento y/o operación	Frecuencia	Tiempo de duración de la actividad	Cantidad de operadores	Observaciones
10	Limpieza y desinfección	En toda el área de la EBAR	Diariamente	1 hora	1	Las herramientas y equipos de protección utilizados deben ser limpiados y desinfectados. Además, las áreas donde de la EBAR donde hayan sucedido derrames de aguas residuales deben desinfectadas. Es recomendable que los operadores laven sus ropas de trabajo en el área de la EBAR, de manera que no lleven sus ropas de trabajo a sus casas.
11	Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos eléctricos y mecánicos	En toda el área de la EBAR	Mantenimiento preventivo. Y cuando se reporte el desperfecto se realizará mantenimiento correctivo lo más pronto que sea posible.	1 día (preventivo) y no se puede detallar el tiempo del correctivo, ya que depende de la complejidad del daño.	Cuadrilla electromecánica	Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a todas las unidades eléctricas, equipos de bombeo y equipos mecánicos instalados en la EBAR. Cuando se reporten derrames o reboses grandes de aguas residuales, deben ser reportados como accidentes o eventos no normales, para que los responsables técnicos tomen las medidas correspondientes al caso. Además, deben informar cuando los equipos sufran desperfectos

## 16 PLAN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Los programas de monitoreo propuestos para el control de las características del afluente y efluente de la planta de tratamiento, se realizan con el propósito de poder observar a corto y largo plazo los cambios que se pudieran presentar en la calidad del agua del STAR y realizar las correcciones respectivas según métodos estandarizados para no perjudicar el medio ambiente.

Para garantizar que el monitoreo sea efectivo y se cumpla con todo lo planificado se han dejado definido los puntos de muestreos, parámetros a monitorear y responsable de la implementación.

Los puntos de muestreo serán ubicados en la entrada y salida del sistema de tratamiento con el propósito de conocer la eficiencia de remoción de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Los parámetros a ser determinados y analizados en la entrada y salida del sistema de tratamiento deberán cumplir con el decreto 33-95, "Descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias". Otras de las ventajas de los monitoreos, es que permiten identificar si existen industrias conectadas al sistema de alcantarillado que alteren las características del afluente y efluente tratado.

En caso que se verifique que exista alguna industria vertiendo sus efluentes al alcantarillado, sin ningún tipo de tratamiento, se debe recurrir a MARENA e INAA como entes regulador para que tome las medidas pertinentes al respecto.

En cuanto a la frecuencia de muestreo se deberá garantizar que esta sea la más representativa, que permita detectar las modificaciones y/o alteraciones que se pudieran presentar en los diferentes parámetros físicos químicos y bacteriológicos a lo largo de su período de funcionamiento.

Se deben evaluar los siguientes parámetros:

- Sólidos suspendidos
- Sólidos sedimentables
- DQO
- Oxígeno Disuelto (OD)
- pH
- Temperatura
- Alcalinidad
- Conductividad eléctrica
- Grasas y aceites
- Coliformes fecales en el efluente (se trabajará con diluciones para utilizar el método de membrana de filtración), ya que se espera que la calidad bacteriológica y física sea muy buena.

El responsable del monitoreo de la calidad del agua es ENACAL como administradores de las obras. La empresa cuenta con un laboratorio con capacidad para poder monitorear todos los parámetros y emitir sus consideraciones según sea el caso. Una vez realizado el monitoreo este podrá proporcionar una copia de los resultados a los entes regulador (INAA y el MARENA) cuando lo soliciten.

De acuerdo al Decreto 33-95, en el anexo 1 "*Tabla de frecuencia de muestreo*", ahí se detalla que los muestreos a "Efluentes de estaciones de tratamiento de aguas residuales domésticas vertidas a cuerpos receptores", la frecuencia debe ser: "mensual en época de invierno y bimensual en la época seca" y el tipo de muestra compuesta (MC).

Sin embargo, por lejanía y recursos con que cuenta ENACAL se planifica tomar muestras compuestas cada seis (6) meses en la entrada y salida del STAR, para determinar todos los parámetros indicados en el artículo 23 del Decreto 33-95.

Además, de los muestreos compuestos que realizará el laboratorio central de ENACAL, se capacitará a los operadores para que una vez por semana, midan el pH, Oxígeno disuelto (O.D.), temperatura y sólidos sedimentables y mediciones de caudales en la entrada y salida del STAR, ver Tabla 3.8.

## 17 PLAN DE MONITOREO EN EL CUERPO RECEPTOR

En cada campaña de muestreo del STAR se tomarán muestras simples en tres puntos sobre el río Estelí, para evaluar el impacto del efluente en el cuerpo receptor. Los puntos de muestreos serán los siguientes:

1. A la salida de la línea de descarga del STAR en el río Estelí.
2. Aguas arriba del punto de descarga del STAR sobre el río Estelí (25 metros aguas arriba).
3. Aguas abajo del punto de descarga del STAR sobre el río Estelí (25 metros aguas abajo).

Este monitoreo se debe realizar en las mismas fechas de las muestras del STAR. Las ventajas de monitorear el cuerpo receptor son las siguientes:

- a. Se contribuye a ampliar la información relacionada con la calidad del agua del río Estelí en el tramo en consideración.
- b. Permite valorar en su real magnitud el esfuerzo que realiza ENACAL para descontaminar las descargas de la ciudad de Condega al río.
- c. Contribuye a detectar otras descargas contaminantes al cuerpo receptor.

**Tabla 3.8: Plan de Monitoreo para el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) y cuerpo receptor**

Objetivo	Responsable	Tipo de monitoreo	Datos que se recolectarán	Indicadores de impacto	Frecuencia	Sitio de monitoreo	Método de monitoreo y análisis	Costo (Dólares)
Evaluar la eficiencia del STAR e impacto del efluente en el río Estelí (cuerpo receptor)	ENACAL	Compuesto	pH, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Sedimentables, DBO <sub>5</sub> , DQO, detergentes, Grasas y Aceites, Coliformes fecales	Rangos y Límites Máximos Permisibles del Decreto 33-95	Cada seis meses	Entrada y salida del STAR	Standard methods for examination of water and wastewater” 20 th, ed, 1999	360
		Simple			Cada seis meses	Salida de la línea de descarga del STAR en el río Estelí. Aguas arriba del punto de descarga del STAR sobre el río Estelí (25 metros aguas arriba). Aguas abajo del punto de descarga del STAR sobre el río Estelí (25 metros aguas abajo).		180
		Simple	pH, temperatura y sólidos, OD y sólidos sedimentables y caudal		1 vez por semana	A la entrada del STAR (afluente) la salida de los efluentes del UASB y lagunas de maduración.		15

## 18 PLAN DE REFORESTACIÓN PROYECTO "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CIUDAD DE CONDEGA"

### • **Ubicación**

El sitio que se pretende desarrollar el presente plan de Arborización se encuentra en la comunidad de Valle de Jesús al noreste del área urbana de la ciudad de Condega, carretera troncal Condega – Yalí, del puente Paso Real 50 m hacia el norte.

### • **OBJETIVOS DEL PLAN DE ARBORIZACIÓN**

#### - **Objetivo General**

Prevenir y mitigar posibles efectos ambientales negativos producidos por la implementación del proyecto "Sistemas de Recolección, Transporte y Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Condega".

#### - **Objetivos específicos**

1. Establecer condiciones físicas para disminuir y/o filtrar malos olores provenientes de las "Planta de tratamiento de aguas residuales", de la ciudad de Condega.
2. Reducir el posible efecto barrera para especies de aves, reptiles, y pequeños mamíferos que poseen su hábitat en el área circundante del sitio del proyecto, "Planta de tratamiento de aguas residuales", de la ciudad de Condega.
3. Armonizar y disminuir el rompimiento estético entre el entorno natural circundante y las estructuras físicas del proyecto, "Planta de tratamiento de aguas residuales", de la ciudad de Condega.

### • **Concepto y diseño de la arborización**

Como concepto de arborización se plantea el completamiento y acondicionamiento de las cercas vivas sobre el perímetro del sitio en el que se pretende establecer el proyecto "Planta de Tratamiento de aguas residuales" de la ciudad de Condega.

El área en que se pretende establecer el proyecto, es un área totalmente intervenida, desprovista de vegetación mediana y alta, con excepción de su extremo colindante con el cauce del río Estelí en su parte noreste.



Este plan de arborización se concibe un proceso de plantación de especies de árboles y, arbustos, utilizando especies que aunque no propiamente endémicas, si son comunes en el área, esto con la finalidad de facilitar su rápido desarrollo y que de forma articulada limiten la expansión de malos olores, y por su estructura física brinden una panorámica armónica con el medio circundante, así como el efecto aromático de las mismas en diferentes épocas del año para mejorar la estética del sitio y desarrollo de polinización.

Así mismo este mejoramiento de las cercas vivas facilitará el medio natural para la movilización de especies de reptiles, y pequeños mamíferos entre la reviera del río Estelí y áreas de potrero abierto aledañas al sitio del proyecto, reduciendo el efecto barrera que pueda producir la implementación del mismo, mejorando las condiciones para anidación de aves.

En base a este concepto, y el análisis de la vegetación existente en el entorno, así como las condiciones del suelo, se plantea la utilización la combinación de un tipo de árbol, y un de arbusto.

	<b>Especie propuesta</b>	<b>Reproducción</b>	<b>Altura</b>	<b>Finalidad</b>
<b>Árboles</b>				
1	Eucalipto ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> )	Plántula	10-15 m	Sombra moderada, color verde, mejora la apariencia visual, Limitación del viento y detención de malos olores. Aroma. Refugio de fauna.
<b>Arbustos</b>				
2	Limonaria ( <i>Murraya paniculada</i> )	Plántula	1.5 m	Cobertura amplia, color verde, y blanco, para mejorar apariencia visual, aroma, Limitación del viento y detención de malos olores.

El diseño de la arborización da continuidad a las cercas vivas perimetrales del sitio. El diseño de la plantación se realizo bordeando los costados Sur.- Oeste; oeste y norte con 2 hileras paralelas al límite de la propiedad con un espaciamiento de 3 metros entre plantas y entre hileras (ver diseño de plantación). Esto genera un impacto visual-estético positivo y además de servir como cortinas rompe vientos y disipador de malos olores en las zonas aledañas a las pilas de aguas servidas.

El eucalipto y la limonaria son también fuente de néctar y polen para las abejas, albergan fauna silvestre además de contribuir al ornato y liberación de fragancias florales en época de floración atenuando un poco los malos olores propios de las pilas de oxidación.

En el sitio se identifican áreas en las que se trabajará, siendo estas:

1. Lindero próximo al río Estelí.
2. Cerca viva, lindero sur oeste, oeste y norte, contiguo a espacios abiertos de tacotales.

- **Forma de intervención**

Para cada área, en correspondencia a sus características se intervendrá de manera particular, las cuales se describen a continuación:

- **Lindero próximo al río Estelí**

Esta área se define como una zona de protección, en la cual prevalece vegetación riparia, en la cual se procurará la menor intervención posible sobre esta, hasta 5 m hacia el oeste dentro del área del proyecto, dejando su desarrollo natural. Por ser la dirección en que predomina la entrada de viento, esta área se repoblará con la especie arbustiva, de tamaño medio que permita en todo momento la circulación del aires y no interferir con la acción de la luz solar en el proceso de las lagunas de maduración y disminuir los malos olores.

Especie arbustiva propuesta:

- Limonaria (*Murraya paniculada*)
- Tipo de siembra: En hilera
- Distancia de siembra entre planta y planta: 0.5 m
- Cantidad de arbustos a plantar: 480



**Figura 3.1: Especie arbustiva propuesta  
Limonaria (*Murraya paniculada*)**

- **Cerca viva, lindero sur oeste, oeste y norte, contiguo a espacios abiertos de tacotales**

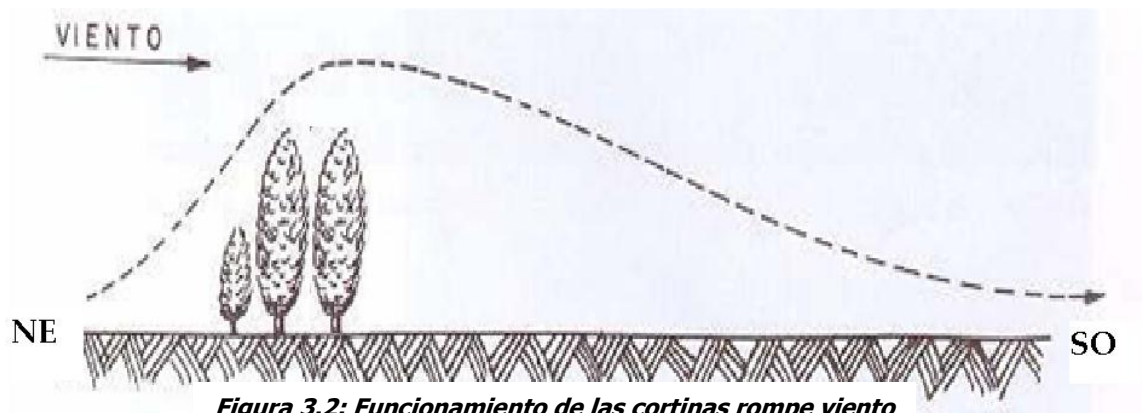
En esta área, exceptuando su costado norte se encuentra desprovisto de cerca viva, por lo cual se hace necesario repoblar con árboles de mediana altura, los que tendrán la función de hacer recircular el aire, y disminuir el riesgo que los malos olores lleguen hasta los asentamientos humanos existentes hacia el noroeste y oeste del sitio.

Especies árboles propuestas: (Eucalyptus camaldulensis)

- Distancia de siembra entre planta y planta: 3 m
- Distancia de siembra entre hilera e hilera: 3
- Cantidad de árboles a plantar: 300
- Sistema de siembra: 3 bolillos

El eucalipto es frecuentemente empleado como cortina rompe vientos. En este caso se implantan de 2 hileras con separaciones de plantas de 3 metros y no se las poda para conservar su follaje protector. Sistema de siembra de 3 bolillos de 3x3 metros de forma equilátera.

Las cortinas ofrecen el máximo de eficiencia cuando se encuentran perpendiculares a la dirección de los vientos predominantes. Esta eficiencia esta en relación directa a la altura de la cortina pudiendo llegar a una distancia igual a 20 veces la altura máxima de los árboles que la componen.



Una alternativa planteada para este proyecto es realizando una conducción de las cortinas de eucalipto cortando alternativamente una planta de por medio (o una línea completa), de esta manera se alterna un árbol con follaje alto y otro vecino rebrotando con follaje en la parte inferior. Cuando el rebrote alcanza la altura de su vecino, este se corta y así se continúa sucesivamente.

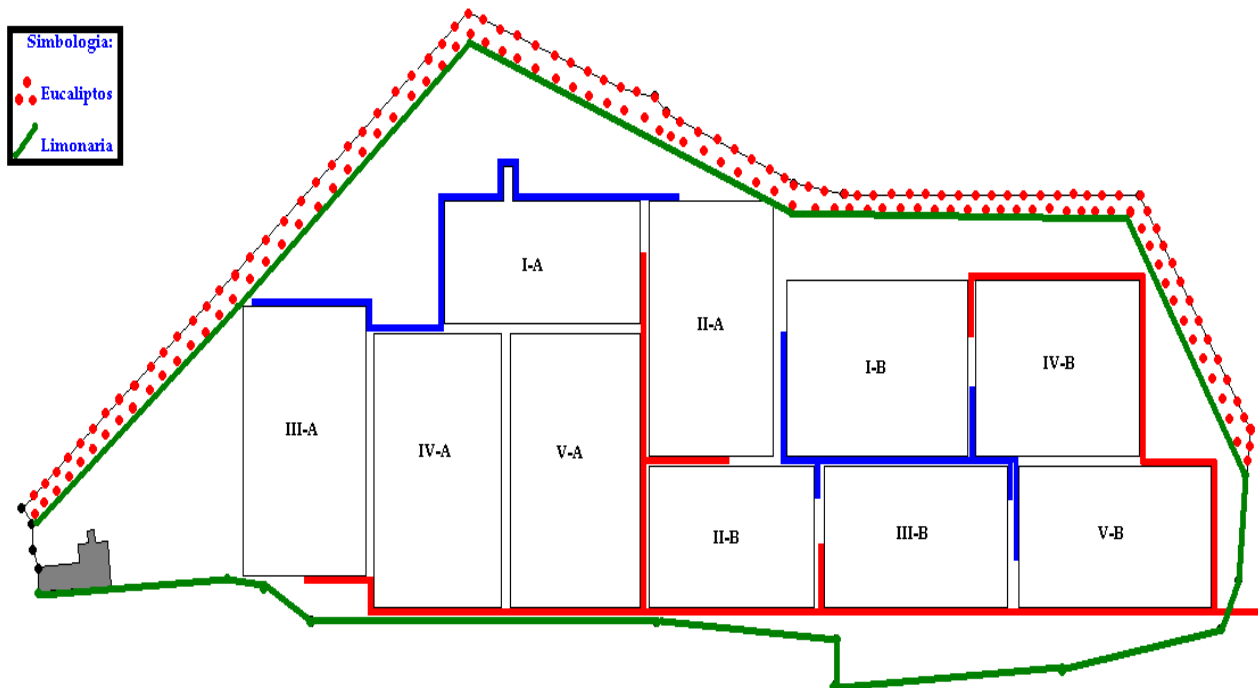
Es discutida la magnitud de la competencia del eucalipto sobre el cultivo a proteger, debido a su poderoso sistema radicular lateral. Por ese motivo debe dejarse una calle ancha entre el cultivo y la cortina o bien recurrir a cortes frecuentes de raíces.

La mejor cortina es la que tiene capacidad de retener alrededor del 60% de la masa de aire y consecuentemente disminuir a más de la mitad la velocidad del viento. Cortinas muy densas e impermeables ocasionan fuertes turbulencias que dañan los cultivos y erosionan los suelos.



**Figura 3.3: Eucalipto utilizado como cortina rompe viento**

## Diseño de Reforestación de Eucalipto y Limonaria en el sitio de la PTAR de la ciudad de Condega.



**Figura 3.4:** Diseño de Reforestación de Eucalipto y Limonaria en el sitio de la PTAR de la ciudad de Condega.

### • Medidas de Protección

1. Limpieza del área: Se usara limpieza parcial eliminando todo tipo de maleza formando un círculo alrededor de la planta de un metro de diámetro, la maleza se deja en el área para proteger a la planta de la humedad.
2. Trazado y estaquillado: el trazado es usando el método a cuadrado, con un distanciamiento de acuerdo a la especie.
3. Hoyado: El Hoyado tiene una distancia de 30cm X 30cm para esta labor se necesita cobas y palines, separando la tierra de los primeros 15cm a un lado y los siguientes 15cm al lado opuesto, la tierra de los primeros 15cm se usaran al momento de la siembra que irán al fondo del hoyo.

4. Siembra:

- a) Mojar la bolsa 2 horas antes de siembra
- b) Despegar la bolsa del terrón con cuidado
- c) Colocar el terrón en el hoyo, tiene que quedar a nivel de la superficie del terreno.
- d) Apisonar bien para evitar cámaras de aire y garantizar así un buen contacto entre las rices y el suelo.
- e) La siembra se realizará por la mañana o tarde cuando el suelo está en capacidad de campo.

• **Selección de la planta antes de la siembra**

- a) Seleccionar la calidad del material a plantar
- b) Usar el tamaño adecuado (30 a 40 cm de altura y 1cm de grosor) en el caso de limonaria y 50 cm o más para el eucalipto para que compita mejor con las malezas en el periodo de invierno.
- c) Usar plantas con tallo bien lignificado sin defectos y deformación, bifurcaciones, daños mecánicos plagas y enfermedades.
- d) Buen desarrollo radicular
- e) Transporte: garantizar un Transporte seguro y manipular bien las bolsas tomándolas de la base de la bolsa y no tomarla del tallo.

• **Sobrevivencia y Resiembra**

Realizar evaluación un mes después de establecida la plantación, inmediatamente resiembra para mantener la uniformidad de las plantas.

• **Control de Malezas**

El Control de las Malezas es muy importante en los dos primeros años de establecida la plantación, se realizan de dos a tres limpiezas por año.

Se usarán cualquiera de los tres tipos de control:

- a) Control Manual
- b) Control mecánico
- c) Control químico

• **Deshija**

Se Eliminaran todos los rebrotes no deseados de la parte lateral y obtener un crecimiento de un solo eje.

- **Poda**

Se realizará con el fin de darle formación a las plantas, con la poda mejoraremos la entrada de la luz a lo interno de la plantación, sanear las especies, darle una mejor estética a la plantación.

- **Control de Plagas**

La plaga más importante a combatir es el zompopo, realizar muestreo para su control de una forma mecánica destruyendo madrigueras y de forma química.

- **Prevención de Incendios**

Para evitar los incendios se realizaran las siguientes actividades:

- Utilización de labores culturales
- Vigilancia Permanente

- **Fuente de Obtención de las Plantas**

Se Obtendrán en el vivero municipal o se buscaran las semillas de las especies a utilizar donde existan y se harán los viveros.

- **Responsable**

- Administrador de Proyecto
- Ing. Forestal.

**Tabla 3.9: Presupuesto anual del plan de arborización**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>U/M</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNI. C\$</b>	<b>COSTO TOTAL C\$</b>
Compra de plántulas de Eucalipto.	plántulas	300	9.00	2,700.00
Compra de plántulas de Limonaria	plántulas	480	8.00	3,912.00
Chapeo del área a repoblar.	ml	906	300	300
Siembra	plántulas	780	0.50	390.00
Chapia el primer año después de la siembra	m	906	0.50	453.00
Chapia 2do año después de la siembra	m	906	0.50	453.00
Chapia y poda de formación de la limonaria 3 años después de establecida.	m	906	3.00	2,718.00
<b>Costo total en los primeros tres años</b>				<b>10,626.00</b>

Costo inicial de la plantación en el 1er año **C\$ 7,455** (siete mil cuatrocientos cincuenta y cinco córdobas netos).



**Tabla 3.10: Cronograma de actividades  
 Plan de repoblación forestal**

**PROYECTO: PTAR CONDEGA**

ACTIVIDAD	2012											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ubicación del área de vivero												
Establecimiento de la plantación												
Resiembra												
<b>PLANTACION</b>												
Limpieza y saneamiento plantas enfermas												
<b>PROTECCIÓN</b>												
construcción de rondas												
vigilancia												
<b>MANEJO DE LA REGENERACIÓN NATURAL</b>												

## **19 PLAN DE MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.**

### **19.1 DESECHOS SÓLIDOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

Los desechos de la construcción serán muy pocos e inertes, como por ejemplo bolsas de cemento, pedazos de tubos, etc., estos serán recolectados y recogidos en un área mínima del sitio de construcción.

No se puede precisar con exactitud cuál es el volumen de éstos materiales, pero ya se tiene previsto con el MARENA local y Alcaldía municipal de Condega que todos éstos desechos serán trasladados al vertedero municipal de la ciudad de Condega para ser aprovechados como material de relleno y cobertura de algunas áreas de ese lugar.

En esta etapa el contratista será el encargado de transportar y disponer los desechos sólidos al vertedero municipal, la Alcaldía Municipal de Condega extendió un aval para uso del vertedero municipal, ver **ANEXO A**.

### **19.2 DESECHOS SÓLIDOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Los desechos sólidos generados en etapa de operación y mantenimiento del STAR serán tratados en el mismo sitio (lechos de secado) y cada un período de tiempo (tiempo que será acordado con la Alcaldía de Condega), serán trasladados y dispuestos en el vertedero de Condega.

En la etapa de operación los únicos desechos sólidos que se generarán serán los domésticos provenientes del personal que opera el STAR, técnicos y/o visitantes que supervisan y estudian respectivamente el proceso del STAR se tiene previsto con el MARENA local y Alcaldía municipal de Condega que todos éstos desechos serán trasladados al vertedero municipal, ENACAL será la encargada de transportar y disponer los desechos en dicho lugar.

**Tabla 3.11: Plan de capacitación dirigido al personal operador del proyecto.**

CAPACITACIONES	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Manual de operación y funcionamiento	■					■						
Técnicas de medición de los parámetros de funcionamiento del proceso,			■							■		
Plan de contingencia	■					■						
Seguridad e higiene laboral					■							■
Plan de mantenimiento de infraestructuras y equipos	■											

# CONCLUSIONES



## 20 CONCLUSIONES

- Se evaluaron 561 impactos en todo el proyecto, de ellos 461 para la etapa de construcción y 99 para la etapa de operación y mantenimiento.
- En la identificación y valoración para las etapas de construcción, operación y mantenimiento se obtuvieron 206 impactos positivos (36.7 %) y 355 impactos negativos (63.28 %).
- Los impactos negativos en el proyecto se dan en mayoría durante la etapa de construcción en el área directa del proyecto (322 impactos negativos), los que tienen características de bajo impacto ambiental, temporal, simple y reversible. Por ende, estos impactos negativos desaparecerán casi en su totalidad al concluirse la etapa de construcción, además, serán mitigados, compensados y controlados con las medidas ambientales.
- Los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento (33 impactos negativos) se planifica controlarlos casi en su totalidad, con el fiel cumplimiento de las labores y actividades detalladas en las medidas ambientales y el programa de gestión ambiental, además, siguiendo el manual de operación y mantenimiento del STAR.
- Se puede concluir categóricamente que al ejecutarse el proyecto, se impactará muy positivamente en el área de influencia directa e indirecta. Se mejorará la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Condega, visitantes y comunidades vecinas. Lo anterior se da al eliminar las amenazas de salud pública, como son las aguas servidas que circulan por las calles y patios de las casas, conjuntamente, al eliminarse el uso de letrinas y sumideros.
- El proyecto mejorará la estética y salubridad de toda la ciudad de Condega y sus alrededores, mejorarán la calidad de vida e ingresos de la ciudadanía que tendrá una motivación más para invertir y mejorar su situación, ya que contarán con un servicio básico más, como es la recolección adecuada de las aguas residuales y su adecuado tratamiento.
- Al mejorar las condiciones de salubridad de la ciudad de Condega, habrá mayor estímulo en invertir en comercio, turismo, mejoramiento de las calles, etc. y motivación para iniciar otros proyectos como mejoramiento de cauces, cunetas, viviendas, recolección de basura, etc.

- Actualmente el agua del río Estelí, ya está afectada por la actividad ganadera, la actividad agropecuaria y las aguas residuales domesticas e industriales de Condega, sin embargo, este cuerpo de agua tiene buen caudal en invierno y verano, lo que garantiza la dilución de los contaminantes y la auto depuración.
- La ejecución del proyecto, propiciará las condiciones para mejorar otros servicios básicos y proyectos, como son el revestimiento y drenaje pluvial de las calles.
- Se ha tomado en cuenta la amenaza natural identificada en el área directa del proyecto y por ende se evalúa el riesgo o catástrofe natural que pudiera ocurrir. Sin embargo, los diseños de las obras contemplan los parámetros críticos y especificaciones adecuadas de construcción para prever cualquier contingencia.
- El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) propuesto y diseñado para la ciudad de Condega garantizará un adecuado tratamiento de las aguas residuales. El efluente cumplirá con los parámetros exigidos el Decreto 33-95 y por ende no generará un impacto significativo sobre el río Estelí.
- El área de influencia directa del proyecto es una zona ya intervenida, degrada ecológicamente y con deficiente drenaje pluvial, la construcción del STAR garantizará el adecuado drenaje de las aguas de lluvia, además, con la implementación del plan de reforestación se mejorará el micro clima de la zona y se contribuirá a mejorar las condiciones para que la repoblación y diversificación de la fauna y flora.
- Con respecto al temor de la generación de malos olores del STAR, estos serán mínimos si se cumplen con todas las actividades de operación y mantenimiento. Los gases que producen malos olores (la mezcla de ácido sulfhídrico y metano) que genera el proceso anaeróbico (UASB) será recolecta y quemado, lo que compensará el efecto del "olor", ya que los gases originados por la combustión no tiene olor desagradable (dióxido y monóxido de carbono). Los gases de combustión serán fijados y/o absorbidos por los arboles que serán implantados en el área del STAR.
- El efluente del STAR no representa ningún aporte significativo a la carga contaminante que arrastra actualmente el río Estelí, sin embargo, se garantiza que la contribución de los remanentes contaminantes (DQO, DBO5, Coliformes Fecales, etc.) serán neutralizados a pocos metros por el efecto de auto purificación que tiene este cuerpo de agua, porque tiene buen caudal en invierno y verano, además, turbulencia que garantiza la oxigenación del agua.

## 21 BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA MUNICIPAL DE CONDE  
Plan estratégico de desarrollo municipal de Condega. 2009
- MSC.ING. GUSTAVO A. OCAMPO ELVIR.  
Impacto Ambiental en Formulación y Evaluación de Proyectos. UNI-RUPAP Managua, Septiembre 2010.
- Plan estratégico de desarrollo municipal caracterización municipal Condega "Tierra de alfareros", INIFOM-TGL-COSUDE, alcaldía municipal de Condega, enero 2010.
- Balance de Agua para el Municipio de Condega, Water & Earth Boisolitions, Nitlapan – UCA, Junio de 2010 Amenazas naturales de Nicaragua. Centro de Coordinación para la prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC). INETER, noviembre 2001.
- Carranza López, Gunther. Tesis selección apropiada de tecnologías de tratamiento para aguas residuales domésticas. Guatemala (Facultad de Ingeniería- USAC – ERIS). Julio 1997.
- Clair N. Sawyer y Perry L. McCarty, Chemistry for Sanitary Engineers. Second Edition McGraw Hill, 1967.
- Decreto 33-95 "Disposiciones para el control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias".
- Decreto 76-2006: Sistema de Evaluación Ambiental (Gaceta Diario Oficial No. 248 del 22 de Diciembre del 2006).
- Disposiciones para el control de la contaminación provenientes de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias. Decreto 33-95. Nicaragua, Junio 1998.
- Documentos varios de "Curso de actualización profesional en evaluación de impacto ambiental". Universidad de Cartago (UCAF). Agosto 1999.
- Ganadería: una amenaza para el medio ambiente.  
[http://ecosofia.org/2008/02/ganaderia\\_amenaza\\_medio\\_ambiente.html](http://ecosofia.org/2008/02/ganaderia_amenaza_medio_ambiente.html)  
<http://books.google.com.ni/books> "Manual de tratamiento de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias".
- Hunter F. Craun y Rosario Castro, La calidad del agua potable en América Latina, ILS Argentina, Organización Mundial de la Salud. 1996.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. Managua, "Condega en cifras". Marzo 2008.
- Manual de diseño, operación y mantenimiento para lagunas de estabilización en Honduras. Stewart M. Oakley. FHIS/UGE. Abril 1997.
- Manual de disposición de aguas residuales; Cooperación técnica de la república de Alemania, GTZ, programa de salud ambiental, 1991.
- Manual de evaluación de impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Larry W. Canter, Universidad de Oklahoma. McGRAW-HILL. 1998.
- Manual de tratamiento de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias.  
<http://books.google.com.ni/books>.

- MARENA -PROTIERRA - FUNDENIC, Manual de Derecho Ambiental, 1998.
- Normas de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. OPS/OMS, Programa de desarrollo tecnológico en el campo de tratamiento de aguas residuales en Guatemala. Yáñez Cossio Fabián. Septiembre 1993.
- Normativa ambiental, INAA – MARENA. Editorial Arte S.A., diciembre 1999.
- NTON 05 027 – 05 "Norma técnica nicaragüense para regular los sistemas de tratamiento de aguas residuales y su reuso".
- OPS/OMS, "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 2, Criterios relativos a la salud; Washington, DC 1987,.
- OPS/OMS, "Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe". Manual de desinfección, serie Técnica No.30, Washington, D.C. septiembre de 1995.
- Pelczar, Reid, Chan, "Microbiología", McGraw Hill, 4ta edición.
- Revista Interamericana "Ambiente y Saneamiento". XXVII congreso de AIDIS.
- Romero Rojas, Jairo Alberto. "Calidad del Agua". Alfaomega, 2da edición.
- Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Metcalf y Hedí. Editorial Labor, SA. Julio 1981.



## **22 EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO (VER ANEXO – E)**