

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LAS CIUDADES DE LA PAZ CENTRO, MATEARE Y NAGAROTE”
BCIE CPI N°.004-2018.**

Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano
PISASH - Fase I

ANEXO: 7
ANALISIS AMBIENTAL DEL PROYECTO
(CORRECCION 2)

Octubre, 2019

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Metodología.....	2
1.3.1 Reconocimiento de los sitios	2
1.3.2 Recopilación bibliográfica	2
1.3.3 Análisis espacial	2
1.3.4 Análisis de riesgo.....	2
1.3.5 Valoración ambiental.....	2
1.3.6 Emplazamiento.....	2
2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
2.1 Macrolocalización.....	3
2.2 Microlocalización.....	4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
3.1 Medio físico.....	6
3.1.1 Geomorfología.....	6
3.1.2 Relieve	6
3.1.3 Geología	7
3.1.3.1 Fallas	8
3.1.4 Clima	9
3.1.4.1 Precipitación.....	9
3.1.4.2 Temperatura.....	11
3.1.4.3 Evapotranspiración	12
3.1.5 Hidrología superficial.....	14
3.1.6 Hidrología subterránea	15
3.2 Medio biótico.....	16
3.2.1 Flora.....	16
3.2.2 Fauna.....	17
3.3 Medio socioeconómico y sociocultural	18
3.3.1 Población y vivienda	18
3.3.2 Servicios básicos	19
3.3.3 Actividades económicas.....	22
3.3.4 Planes y perspectivas de desarrollo urbano	22
4. ANÁLISIS DE RIESGO FÍSICO	23
4.1 Situación de Riesgo del Municipio.....	23
4.2 Descripción de las Amenazas del Sitio del Proyecto	25
4.2.1 Amenazas Naturales.....	25
4.2.1.1 Amenaza Sísmica	25
4.2.1.2 Huracanes.....	26
4.2.1.3 Amenaza Sequías.....	27
4.2.1.4 Amenaza Inundaciones.....	28

4.2.1.5 Amenaza Volcánica.....	30
4.2.1.6 Amenaza Deslizamiento.....	31
4.2.2 Amenazas Socionaturales.....	32
4.2.3 Amenazas Antropogénicas	32
4.3 Evaluación de Amenazas Naturales en el Sitio del Proyecto.....	34
4.4 Conceptualización y metodología de análisis de riesgo físico general d de Mateare	34
4.5 Clasificación de las Amenazas Según INETER.....	Error! Bookmark not defined.
4.6 Método utilizado para el análisis de Riesgo del Sitio	35
5. PRONÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL AL IMPLEMENTAR EL PROYECTO....	37
5.1 Etapa de construcción.....	39
5.2 Etapa de funcionamiento.....	40
6. VALORACIÓN AMBIENTAL.....	41
6.1 Identificación y valoración de impactos ambientales	41
6.1.1 Principales Actividades	41
6.1.1.1 Etapa de Construcción	41
6.1.1.2 Etapa de Operación	41
6.1.1.3 Etapa de Cierre	42
6.1.2 Metodología de valoración	42
6.1.3 Valoración de impactos ambientales	42
6.2 Histograma de evaluación de emplazamiento	46
6.2.1 Sitio 1 (EBAR 1).....	46
6.2.2 Sitio 2 (EBAR 2).....	48
6.2.3 Sitio 3 (EBAR 3).....	50
6.2.4 Sitio 4 (PTAR).....	51
6.2.5 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para regular los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales y su Reúso (NTON 05 027-05).	53
6.2.6 Histograma de emplazamiento.....	54
6.2.7 Evaluación de Emplazamiento de la nueva PTAR.....	55
6.2.8 Evaluación según NTON 05 027 05	55
6.3 Selección del sitio para el emplazamiento de la nueva PTAR	56
7. PLAN DE CONTINGENCIA.....	59
7.1 Objetivos del Plan	59
7.1.1 Objetivo General	59
7.1.2 Objetivo Específico	59
7.2 Alcance del Plan	59
7.3 Responsabilidades y Funciones.....	59
7.3.1 Estructura Organizativa del sistema de comando.....	60
7.3.2 Brigada de primeros auxilios	61
7.3.3 Brigada de emergencia	61
7.3.4 Brigada de evacuación.....	61
7.4 Plan de Contingencia	61
8. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES	78
9. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	84
9.1 Objetivos del Plan	84
9.1.1 Objetivo General	84

9.1.2 Objetivos Específicos	84
9.2 Alcances	84
10. PLAN DE MANEJO DE AGUAS PLUVIALES.....	90
10.1 Medidas para el control y manejo de las aguas pluviales.	90
10.2 Responsable de la ejecución.....	90
11. PLAN DE MONITOREO	91
11.1 Introducción	91
11.2 Objetivos	91
11.3 Alcances	91
11.4 Actividades para el cumplimiento	91
11.4.1 Plan de Monitoreo de la Calidad del Efluente de la Planta de Tratamiento.....	91
11.4.2 Plan de Monitoreo en el Cuerpo Receptor.....	92
11.5 Responsable del Monitoreo.....	92
12. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	96
12.1. Generalidades.....	96
12.2. Objetivo.....	96
12.3. Responsabilidades.....	96
13. CONCLUSIONES	99
14. BIBLIOGRAFIA	100
15. ANEXOS.....	101

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

El presente informe denominado **Análisis Ambiental** forma parte de los Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Mateare; corresponde a uno de los productos establecidos en los Términos de Referencia (TdR) como parte integral del contrato de servicios de consultoría N° de Contrato BCIE CPI N° 004-2018 entre ENACAL y la firma INGENIERIA PROCON.

Es importante mencionar que, como parte de los estudios de diseño final se realiza un análisis ambiental de los elementos que conformaran las alternativas planteadas para el proyecto de mejoramiento del sistema de AS de la ciudad de Mateare.

Para la evaluación ambiental y el análisis de riesgo de las alternativas se retomaron los resultados obtenidos en los Histogramas de evaluación de emplazamiento para la identificación de los riesgos, para la evaluación de los impactos ambientales que esta puede generar. Asimismo, a partir de los riesgos identificados en el área se dejará un plan de contingencia para plantear las acciones necesarias a fin de prevenir y dar respuesta inmediata ante desastres naturales o laborales.

Adicionalmente, el presente informe contiene resultados de la evaluación de los sitios propuestos para el emplazamiento de las Estaciones de Bombeo (EBAR) y la nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), así como las alternativas de tratamiento como parte de la fase de factibilidad de la consultoría "Estudios y diseño del mejoramiento del alcantarillado sanitario de la ciudad de Mateare, departamento de Managua"

En esta etapa de los estudios, se requiere de un análisis y evaluación de las alternativas para el emplazamiento de una PTAR, donde se identifiquen las principales características ambientales y sociales en el área de influencia debido a que el proyecto se desarrollará en una zona urbana con un alto crecimiento poblacional.

1.2 Objetivos

- Evaluar los riesgos e impactos ambientales de la alternativa del sistema de alcantarillado sanitario en las etapas de construcción y operación del proyecto.
- Realizar análisis ambiental de las alternativas de tratamiento de aguas residuales para la selección de la propuesta más viable de construcción de una nueva PTAR.
- Evaluar los sitios propuestos para el emplazamiento de las estaciones de bombeo (EBAR) y una PTAR en la ciudad de Mateare, a través del análisis ambiental y social mediante la aplicación del instrumento denominado Histograma de Emplazamiento y criterios establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para regular los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales y su Reúso (NTON 05 027-05).
- Seleccionar el sitio óptimo para el emplazamiento del proyecto, tomando en cuenta las variables ambientales y sociales que inciden en las etapas construcción y operación del proyecto de Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Mateare.

1.3 Metodología

1.3.1 Reconocimiento de los sitios

Se efectuaron recorridos a lo largo del barrio donde se ubicarán las EBAR y la PTAR, y se identificaron algunos factores tales como: asentamientos poblacionales, uso de suelo, tipo de suelo, presencia de cuerpos de agua superficial y subterránea, fuentes de abastecimiento de agua potable, acceso a servicios básicos, vías de acceso disponibles, zonas frágiles, especies forestales y faunísticas.

Los vértices de la PTAR se georreferenciaron con ayuda de fotografías satelitales y la herramienta de sistema de información geográfica (SIG). Asimismo, se realizó un conteo in situ de las viviendas aledañas a los sitios del proyecto tomando como referencia los vértices de la poligonal en las direcciones NE, NW, SE, SW; la cuales se constató con un conteo de las imágenes satelitales.

1.3.2 Recopilación bibliográfica

Se realizó una recopilación bibliográfica para la descripción del medio físico, medio biótico y el medio socioeconómico y cultural. Adicionalmente, se procesaron los datos climáticos tomados de la estación meteorológica Aeropuerto Internacional Managua n° 69027 de INETER, en el período de 1997 - 2017.

1.3.3 Análisis espacial

Se elaboraron los mapas de macro y micro localización, así como mapas geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, de precipitación y temperatura del municipio, haciendo uso de la herramienta SIG, a partir de las hojas topográficas de INETER, 2004.

1.3.4 Análisis de riesgo

Se utilizó una escala de 0 a 10 para la ponderación de amenazas, de acuerdo a la metodología establecida por INETER, considerando 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 el municipio.

1.3.5 Valoración ambiental

Para la identificación y valoración de impactos ambientales en las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto, se estableció un sistema de puntuación de criterios ponderados aplicando tres niveles de calificación que corresponden a una coloración de tipo semáforo.

1.3.6 Emplazamiento

Para la selección y evaluación del sitio de emplazamiento del proyecto, se hizo uso del histograma de evaluación del emplazamiento, utilizando como herramienta base el manual para la evaluación de Riesgo del emplazamiento y medio construido de la Cooperación Suiza (COSUDE) y el Programa de Las Naciones Unidas (PNUD), así como criterios de ubicación establecidos en el **Acápito 6** de la **NTON 05 027-05**.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Macrolocalización

El área del proyecto se encuentra localizada en la Región del Pacífico de Nicaragua, específicamente en el Municipio de Mateare, en la Cuenca No. 69 denominada Río San Juan, (Unidad Hidrológica 95291 según el método Pfafstetter), específicamente en la zona Sur-Oeste del Lago Xolotlán, perteneciente al acuífero Chiltepe-Mateare, (Figura 2.1).

Los límites del municipio corresponde a:

Norte: Lago de Managua (Lago Xolotlán)
 Sur: Municipio Villa El Carmen
 Este: Municipio de Managua y Ciudad Sandino
 Oeste: Municipio de Nagarote

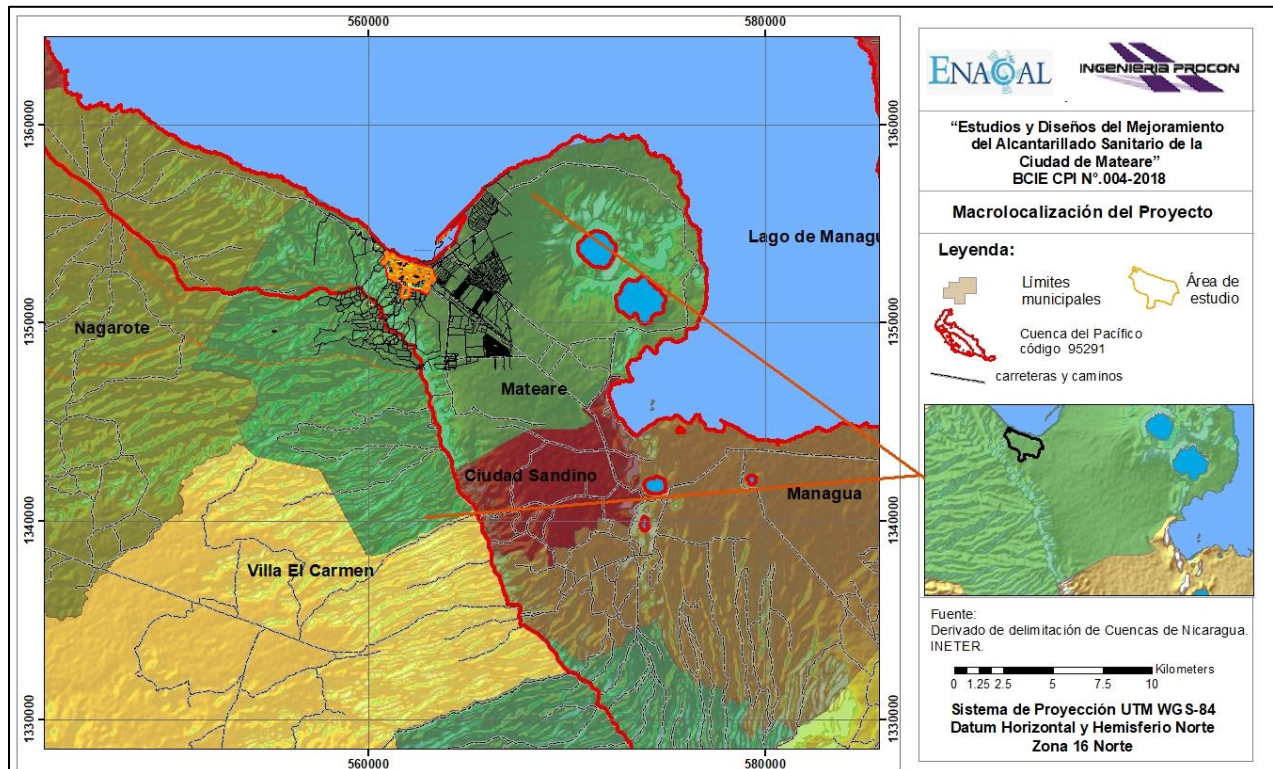


Figura 2. 1 Mapa de macrolocalización del proyecto

El área de influencia directa del proyecto Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario comprende un área de 3.14 Km², es decir la totalidad del área urbana la ciudad de Mateare y futuras zonas de expansión; pretendiendo tener una cobertura de servicio del 100% de las viviendas del área urbana.

El área de influencia indirecta está asociada a los cauces que atraviesan el casco urbano de Mateare, y 2.30 Km de zona costera del casco urbano hacia donde desembocan las aguas residuales de los diferentes barrios mediante cauces naturales, además de considerarse un área

de riesgo de inundación durante el invierno o eventos extremos de precipitación debido a que el Lago de Managua se extiende a dicha zona. Así como, las posibles incidencias socioeconómicas en el ámbito municipal que se den con la operación del proyecto.

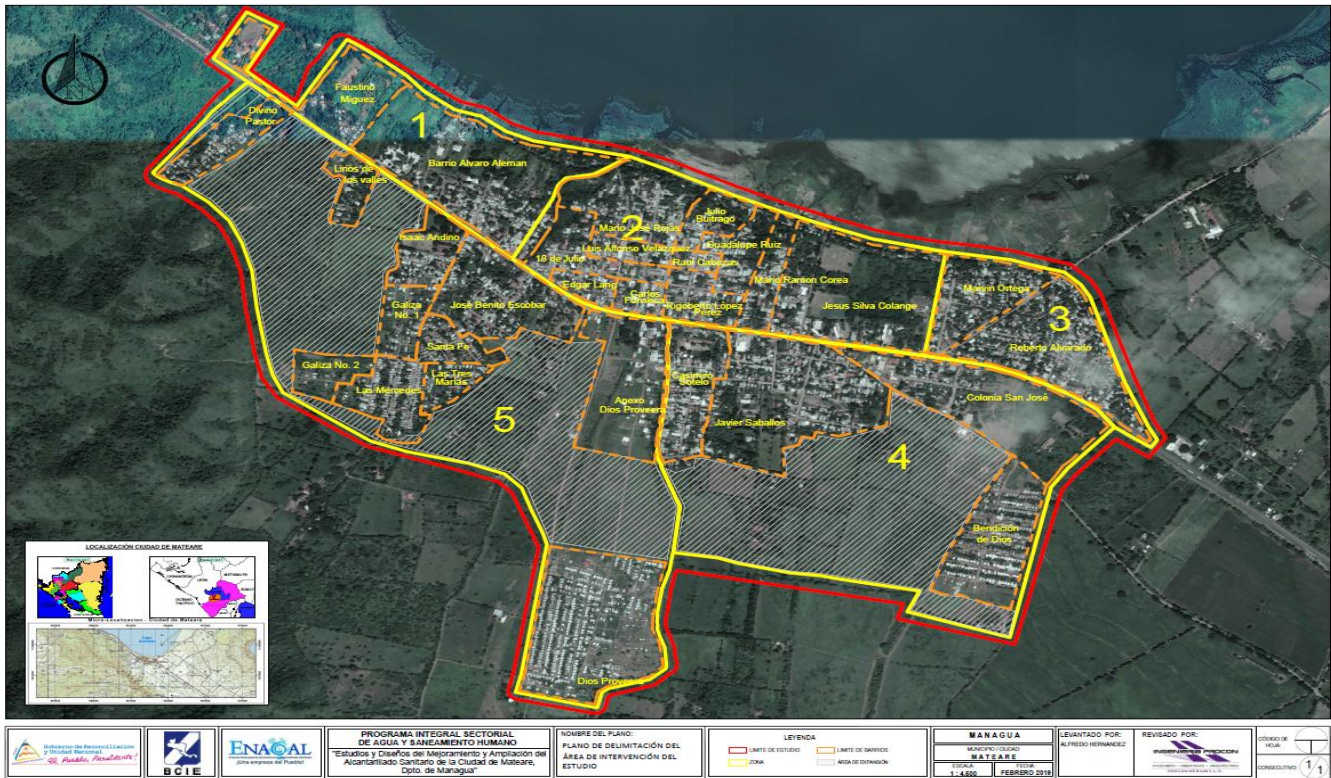


Figura 2. 2 Delimitación del área de influencia Directa del Proyecto

2.2 Microlocalización

Esta área administrativamente se organiza en 5 zonas que agrupan 30 barrios, estructurados urbanísticamente en 3,089 lotes y/o viviendas.

El drenaje natural del terreno en la Mateare está determinado por pendientes predominantes desde las áreas más elevadas en el sur, hacia el lago Xolotlán al norte de la ciudad. En ese sentido, se da la necesidad de establecer tres estaciones de bombeo: Una estación bombeo para drenar los aportes del barrio Faustino Miguez hacia el resto de la red, una segunda estación paralela a la carretera para interceptar los aportes de la población establecida al sur de la ciudad, y una tercera estación paralela a la costa del lago (a un nivel seguro, libre de inundación) para interceptar los aportes de los barrios localizados al norte de la carretera y conducción de todo el caudal hasta el sistema de tratamiento en el sector de El Charco.

La configuración topográfica del área demanda el establecimiento de al menos dos estaciones de bombeo para elevar el caudal de aguas residuales de áreas localizadas a menor elevación y conducir estos caudales hasta el sitio de tratamiento.

El proyecto contempla la selección del sitio para el emplazamiento de las estaciones de bombeo de agua residual (EBAR) y la nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR); se

identifican cuatro sitios, los que serán objeto de evaluación. Estos sitios se caracterizan por el aprovechamiento de la topografía existente para que la red de alcantarillado sanitario drene por gravedad desde las partes altas hasta las zonas más del municipio, reduciendo el costo de operación por el funcionamiento de Estaciones de Bombeo.

La evaluación ambiental de los sitios propuestos para el emplazamiento de las EBAR y la PTAR se realizó a través de visitas previas a las áreas prevista, cuyas coordenadas son expuestas en la Tabla 2.1, con participación de un equipo técnico del consorcio INGENIERIA PROCON.

Tabla 2.1 Coordenadas de sitios propuestos para nueva PTAR - Mateare

Sitios	Coordenadas		Elevación (msnm)
	E	N	
Sitio 1 (EBAR1)	561909	1353089	54
Sitio 2 (EBAR 2)	562275	1352945	54
Sitio 3 (EBAR 3)	563067	1352708	55
Sitio 4 (PTAR)	563587	1353091	63

La Figura 2.3. presenta el detalle de la topografía del municipio, así como la ubicación de los sitios a evaluar para el emplazamiento del proyecto.

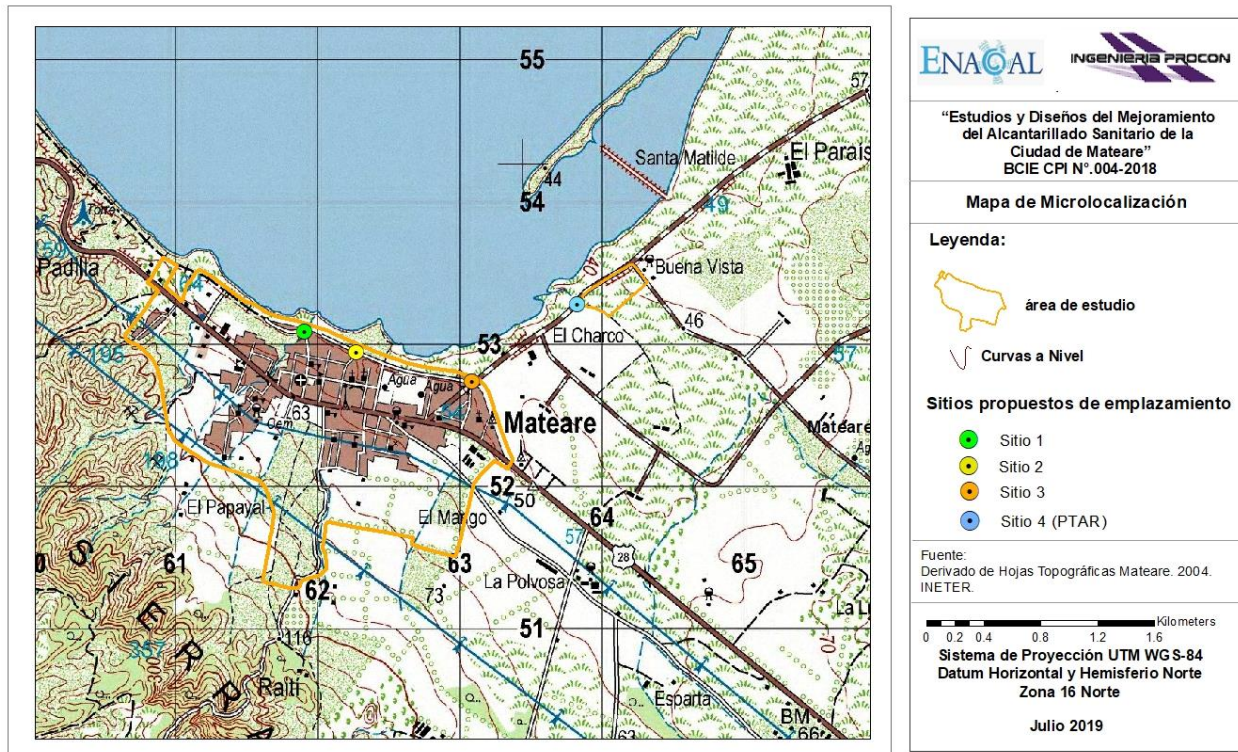


Figura 2. 3 Microlocalización de los sitios propuestos

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Medio físico

3.1.1 Geomorfología

Geomorfológicamente, el municipio de Mateare se localiza dentro de dos provincias, la Cordillera Volcánica y la Depresión Nicaragüense. Las zonas topográficamente más bajas de la depresión están ocupadas por el Golfo de Fonseca, el Lago de Managua (1,040 Km² y 38 m nivel del agua) y el Lago de Nicaragua (8,200 Km² con un nivel de agua de 31 m), (Figura 3.1).

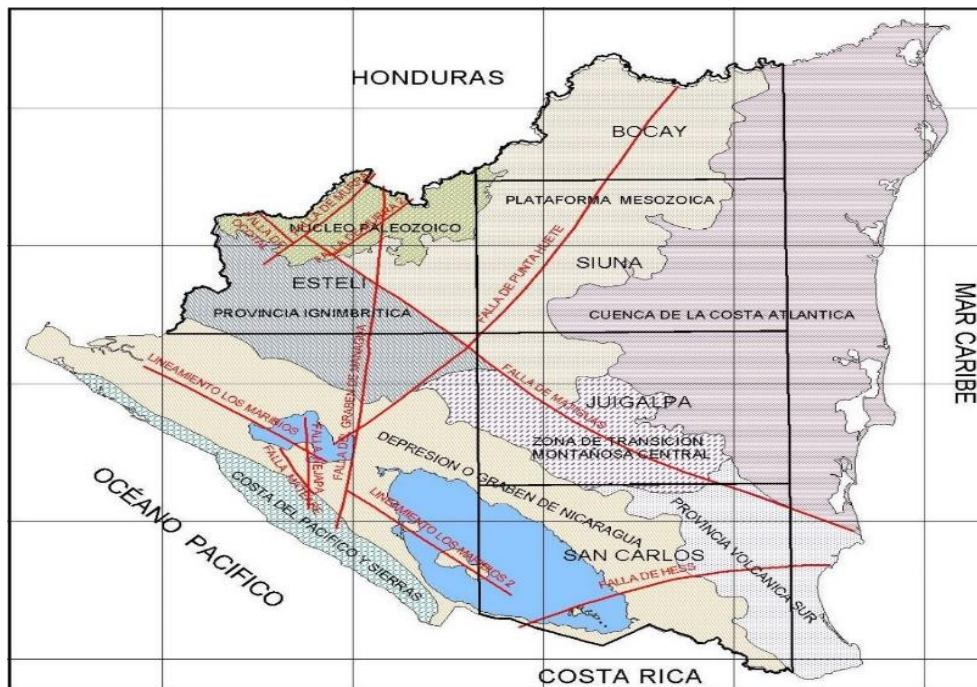


Figura 3. 1. Mapa Geomorfológico del municipio de Mateare

Fuente: Fenzl N., (1989) Nicaragua: Geografía, clima, geología y hidrogeología. Belém, UFPA/INETER/INAN

3.1.2 Relieve

El área de estudio presenta un relieve plano con elevaciones de entre los 0 y 100 msnm. De acuerdo a mapa de pendientes de la caracterización de la cuenca río San Juan, el área urbana de presenta pendiente de entre 0 a 15% (Figura 2.8).

La Cordillera Volcánica del Pacífico atraviesa el territorio municipal, constituyéndose en el parte de agua de dos cuencas: la de la Planicie o Llanura Costera del Pacífico.

El mapa mostrado en la Figura 3.2, presenta el relieve de los sitios propuestos; donde se observa que los tres sitios se encuentran ubicados en una planicie, cuyas elevaciones no superan los 100 msnm.

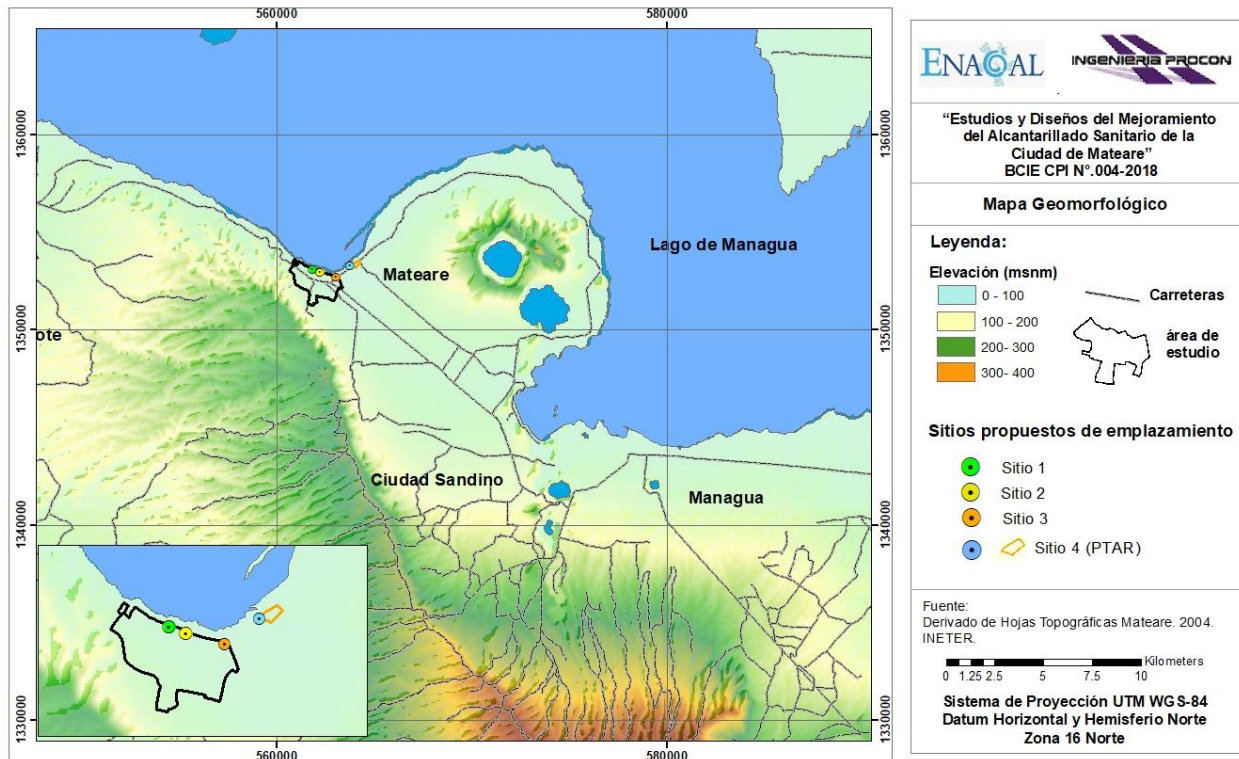


Figura 3. 2. Mapa geomorfológico del área en estudio

3.1.3 Geología

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la provincia geológica de la Depresión Nicaragüense, la cual constituye una estructura tectónica joven, cruzando todo el pacífico de Nicaragua, desde el Golfo de Fonseca en el NO hasta la frontera con Costa Rica. El graben se encuentra limitado por dos sistemas de fallas de rumbo NO-SE y su origen está relacionado a la actividad volcánica reciente, a la fosa mesoamericana y al movimiento de las placas del Coco y Caribe.

Las fallas pertenecen al sistema centroamericano que se extiende desde Guatemala hasta Costa Rica. La depresión se encuentra rellena con depósitos piroclásticos y aluvionales con espesores un poco inferiores a los 2000 m (Fenzel Norbet, 1989).

En el área de estudio se presentan las siguientes formaciones:

Cuaternario Aluvial Antiguo (Qal antiguo): Litológicamente esta formación comprende sedimentos consolidados antiguos depositados en el Pleistoceno y litificados a través del tiempo geológico, los cuales fueron cubiertos por depósitos de sedimentos recientes de guijas, arena, y arcilla (Hodgson, 2000). Esta formación cubre un área de 3.06 Km² que es la mayor parte de la zona de influencia del proyecto. En cuanto a los tres (3) puntos propuestos para las estaciones, todas se encuentran dentro del área correspondiente al Qal antiguo, así como el punto propuesto para el emplazamiento de la PTAR, que también se encuentra dentro de la misma formación (ver Figura 3.3).

Grupo Las Sierras (TQps): Esta formación cubre un área mínima dentro del sitio de estudio, correspondiente a 0.08 Km². Se localiza en dirección oeste del área delimitada; esta pertenece a la edad Plio-Pleistoceno cuaternario, de edad más reciente. Estratigráficamente, el grupo Las Sierras es de edad más reciente y se encuentra superpuesto a la formación El Salto. El grupo Las Sierras está constituido por piroclásticos gruesos en parte meteorizados con cierta compactación de lapilli, pómez, tobas líticas blancas y tobas aglomeráticas. La granulometría del grupo varía desde el limo hasta conglomerados y los acuíferos están formados por capas de sedimentos con una composición entre arena fina y gruesa (Hodgson, 2000).

En dirección este del área de estudio se encuentra la siguiente formación:

Volcánico Cuaternario (Qv): Se localiza hacia el NE del área de estudio, alrededor de la laguna de Apoyeque con espesura variable de piroclásticos y lavas. Los volcanes de la cordillera volcánica están básicamente compuestos por lavas andesíticas, basálticas y piroclásticas. Los depósitos volcánicos recientes compuestos por cenizas finas, pómez, piroclásticos gruesos y lapilli, forman extensos rellenos en la región del Pacífico. Estos productos volcánicos del Pleistoceno superior hasta reciente descansan discordantemente sobre el grupo Las Sierras (Hodgson, 2000).

3.1.3.1 Fallas

De acuerdo al mapa geológico digitalizado a partir de la hoja 2952-IV (Mateare), no se identifican fallas geológicas en el área urbana del Municipio de Mateare. Sin embargo, se ubica una falla determinada a 0.98 Km en dirección NE, con una extensión de 30.45 Km. A la misma distancia se encuentra una falla supuesta con inclinación horizontal en dirección Noroeste y una longitud de 5.24 Km. Y la última falla, que es determinada, se ubica a 2.09 Km² del área de estudio, en dirección Noreste y tiene una longitud de 7.96 Km, (Ver Figura 3.3)

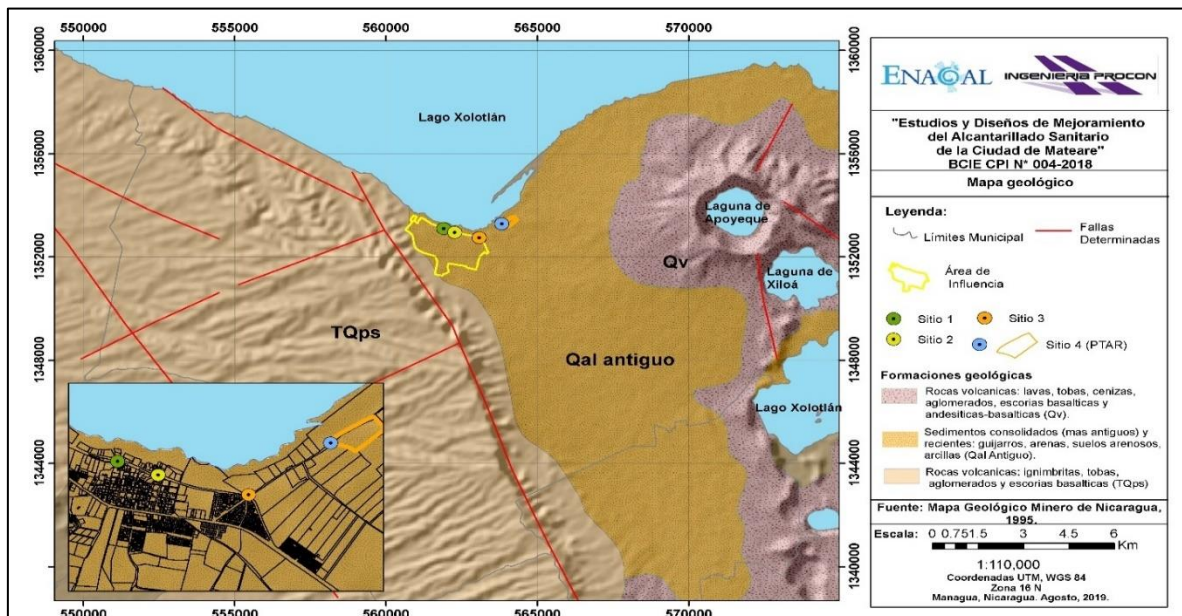


Figura 3. 3 Mapa geológico del municipio de Mateare

Fuente: propia del consultor basada en Mapa Geológico Minero de la República de Nicaragua a escala 1:500.000. INETER, 1995.

La línea costera alrededor de Mateare, presenta terrenos planos con pendientes que van del 0% al 8%, constituida por rocas basálticas y acumulación de arena, conformando estas dunas litorales que favorecen la formación de los humedales en el municipio (ver figura 3.2).

La falla determinada en el área de estudio se ubica a 1.71 Km en dirección SO del punto EBAR 1, y a 1.94 Km en dirección SO de la EBAR 2, estos dos puntos son los más cercanos a la falla. A una mayor distancia de la falla se encuentran el punto EBAR 3 y el punto propuesto de la PTAR, a 2.45 y 3.12 Km respectivamente.

3.1.4 Clima

De acuerdo con el mapa de clasificación climática elaborado por INETER basados en el sistema de Köppen modificado (Enriqueta García, 1998), la zona de estudio ubicada en el municipio de Mateare, departamento de Managua, se caracteriza por presentar un clima caliente y sub-húmedo con lluvia en verano (AWo) (INETER, 2000).

La temperatura media anual varía entre los 26 y 28°C con un período canicular entre los meses de julio y agosto. Los valores de evapotranspiración potencial anual oscilan entre 1,800 mm a 2,000 mm y la humedad relativa entre 65% y 70% (INETER, 2000).

Según Íncer (1973), la distribución de la temperatura y precipitación está afectada por la altura y la orientación del relieve orográfico. Generalmente, el clima de la zona pacífica es cálido y seco, con precipitaciones de 1000 a 1400 mm en los departamentos de León, Managua y Granada, característico de las bajuras y planicies del Pacífico (INETER, 1998).

Para el presente informe se utilizaron datos de un periodo de 20 años (1997-2017) de la estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino con código (69027) y coordenadas UTM 591003E-1342543N del período 1997- 2017 con un ciclo de 20 años.

De acuerdo con Wind Finder (2019), y la visita de campo, la dirección del viento predominante en el área de estudio va de este a oeste a una velocidad de 3 km/h.

3.1.4.1 Precipitación

La distribución de la temperatura y precipitación está afectada por la altura y la orientación del relieve orográfico. Generalmente, el clima de la zona Pacífica es cálido y seco, con precipitaciones de 1000 a 1400 mm en los departamentos de León, Managua y Granada, característico de las bajuras y planicies del Pacífico (INETER, 1998).

Considerando los datos de precipitación del periodo 1997-2017, la distribución anual de las precipitaciones, da origen a dos estaciones distintas. Por un lado, está la estación lluviosa (húmeda o invierno), bien definida, con duración de seis (6) meses aproximadamente, que generalmente comienza a mediados de mayo y termina en noviembre, donde precipita el 92.79% de la precipitación total anual. Por otro lado, está la estación seca (verano), que de igual manera es bien marcada y se caracteriza por las bajas precipitaciones. Esta inicia a mediados de noviembre y finaliza a mediados de mayo. En esta estación se precipita el 7.21% del total anual de las lluvias, y éstas son esporádicas de poca intensidad y corta duración (ver Figura 3.5).

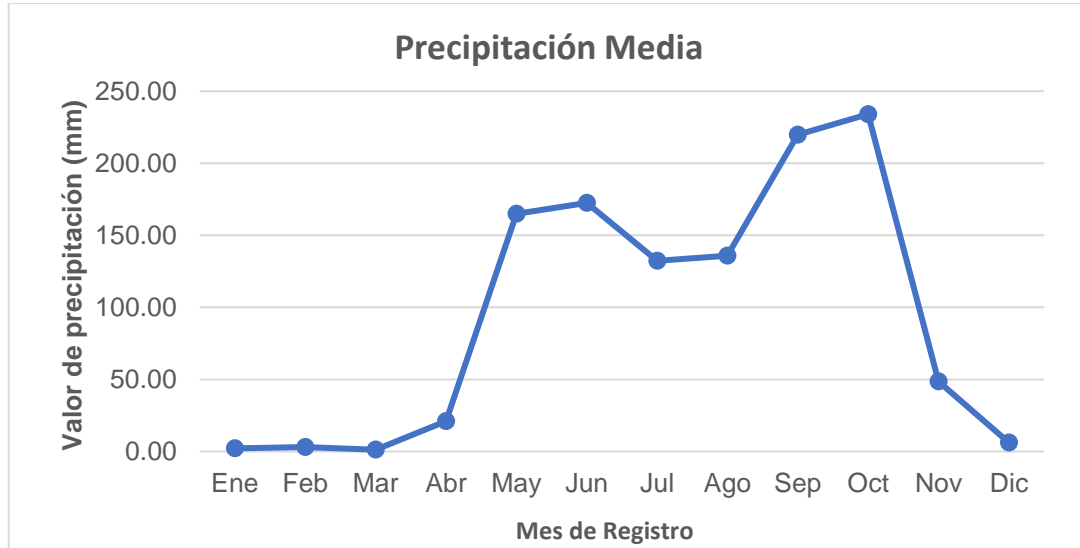


Figura 3. 4 Precipitación media anual, municipio de Mateare

Fuente: propia del consultor basada en datos meteorológicos de Estación Aeropuerto Augusto Internacional Augusto Sandino. INETER, 2017.

A como se puede ver en la Tabla 3.1, los meses de mayor precipitación se presentan de mayo a octubre, donde el mes más lluvioso es octubre con una precipitación de 234.03 mm; y el mes más seco es marzo, con una precipitación promedio de 1.20 mm. Se observa también una disminución en las precipitaciones en los meses de julio y agosto, debido al efecto del fenómeno de la canícula.

El período canicular se manifiesta principalmente en la Región del Pacífico, en la región Norte y en la parte Noroeste de la Región Central, iniciándose generalmente en la tercera decena de julio y finalizando en la segunda decena de agosto.

Tabla 3. 1 Valores de precipitación media anual en la estación Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Acum.
2.20	3.10	1.20	21.10	164.87	172.40	132.36	135.89	219.83	234.03	48.59	6.17	1,141.73

Fuente: propia del consultor basada en datos meteorológicos de Estación Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. INETER, 2017.

Partiendo de la Tabla 3.1, se muestra que la precipitación media anual es de 1,141.73 mm, que coincide con la información representada en el mapa donde se muestra que las precipitaciones varían de 1000 a 1400 mm (Figura 3.4).

Todos los puntos de bombeo propuestos: EBAR 1, 2 y 3 se encuentran dentro del área donde las precipitaciones oscilan entre 1000-1400 mm, de igual manera el sitio propuesto para el emplazamiento de la PTAR se encuentra dentro de ésta mismo intervalo de precipitaciones (ver Figura 3.5).

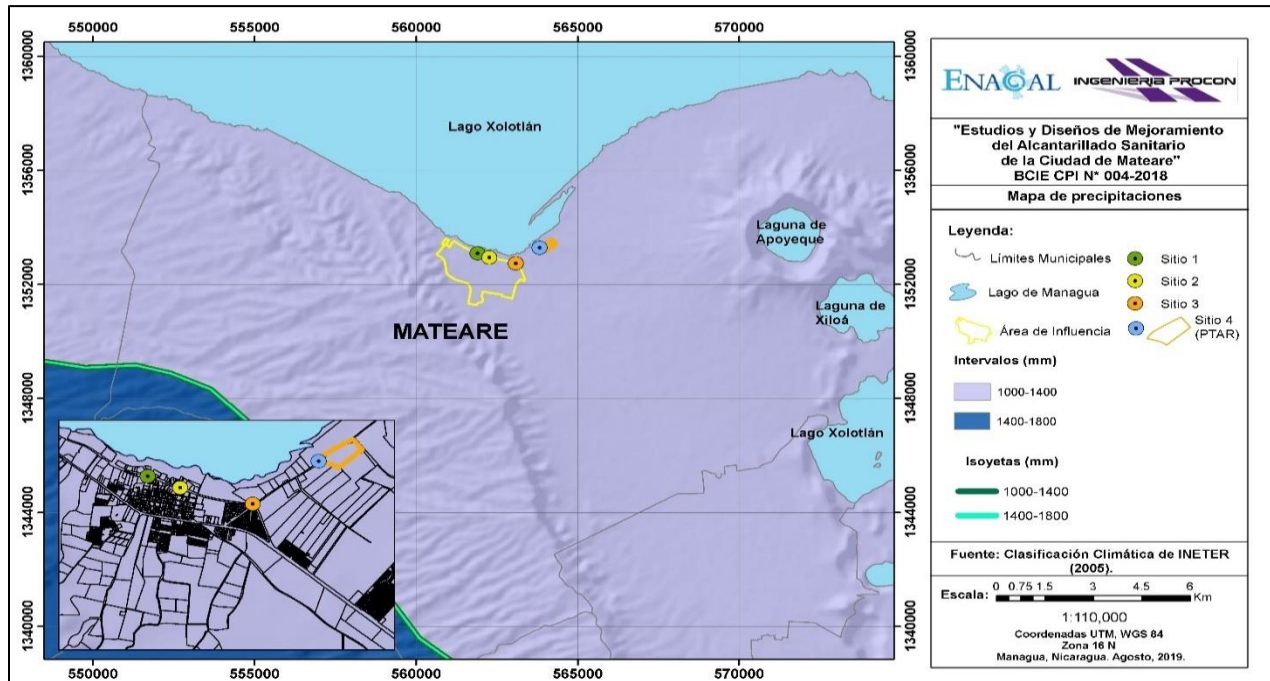


Figura 3. 5 Mapa de precipitación media anual

Fuente: propia del consultor basada en la clasificación climática de INETER, 2005

3.1.4.2 Temperatura

La temperatura promedio del municipio se encuentra entre los 26° C y los 28.5 ° C (Asensio Arroyo, 2004). Dichos datos fueron corroborados con los datos registrados de temperatura para el periodo 1997-2017 en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto César Sandino de Managua; donde la temperatura media anual es de 27.49°C y el valor máximo de temperatura se registra en el mes de abril (29.53 °C), mientras que el valor más bajo se alcanza en diciembre (26.56 °C), (ver Figura 3.6. y Tabla 3.2).

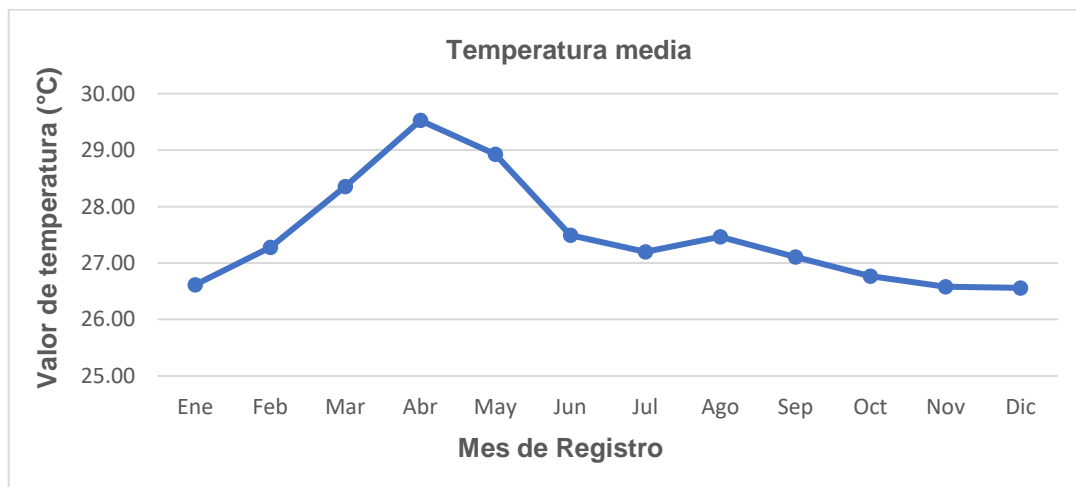


Figura 3. 6 Temperatura media anual, municipio de Mateare

Fuente: propia del consultor basada en datos meteorológicos de Estación Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. INETER, 2017.

Tabla 3. 2 Valores de temperatura media anual en la estación del Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
26.61	27.28	28.35	29.53	28.93	27.49	27.20	27.46	27.11	26.77	26.58	26.56	27.49

Fuente: propia del consultor basada en datos meteorológicos de Estación Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. INETER, 2017.

Se observa en la figura 3.6 que el área de estudio se encuentra distribuida entre dos intervalos de temperaturas diferentes. Por una parte, 1.62 Km² del área se encuentran en el intervalo de 24 a 26°C, y por otra parte, 1.52 Km² del área se encuentra en el intervalo de 26 a 28°C. Los tres puntos propuestos para las estaciones de bombeo se encuentran dentro del área del intervalo de 26 a 28°C, al igual que el punto propuesto para el emplazamiento de la PTAR (consultar Figura 3.7).

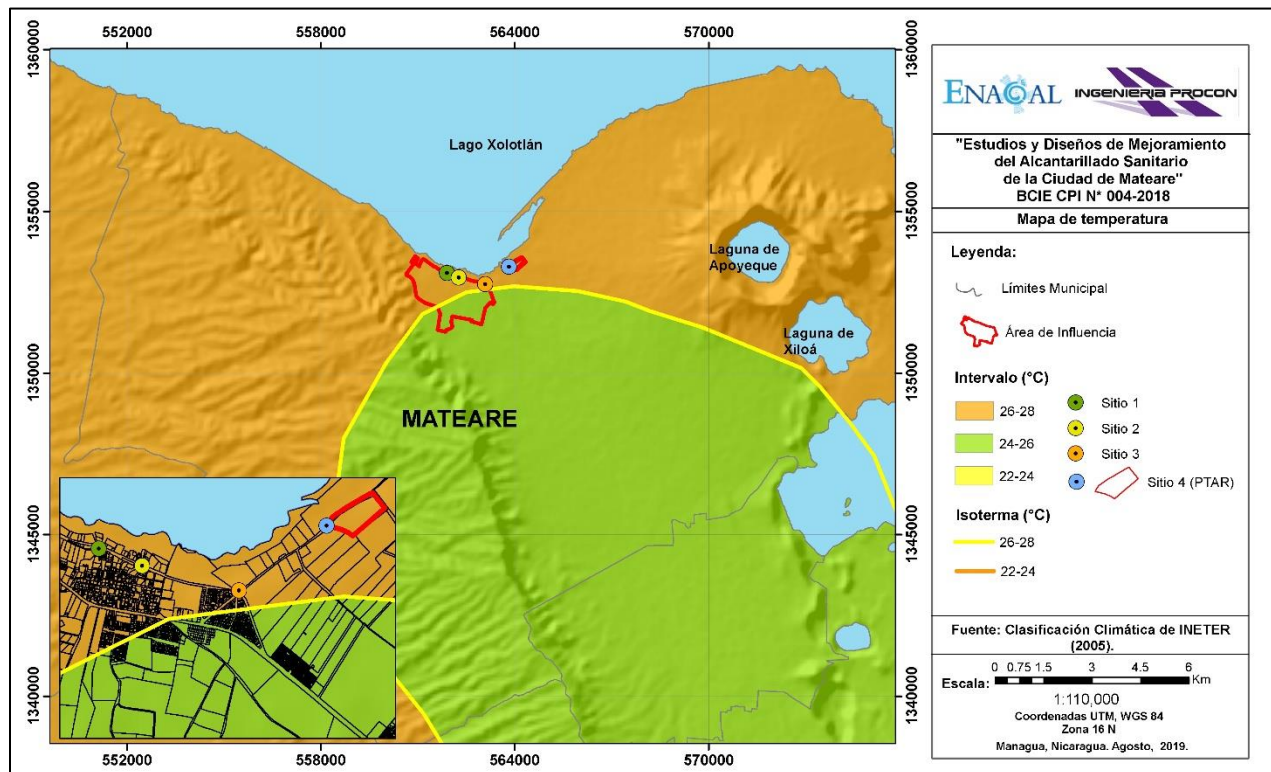


Figura 3. 7 Mapa de temperatura media anual, municipio de Mateare

Fuente: propia del consultor basada en clasificación climática de INETER, 2005.

Se observa en la figura 3.7 que el área de estudio se encuentra distribuida entre dos intervalos de temperatura diferentes. Por una parte, 1.62 Km² del área se encuentran en el intervalo de 24 a 26°C, y por otra parte, 1.52 Km² del área pertenecen al rango de temperatura de 26 a 28°C. Los tres puntos propuestos para las estaciones de bombeo se encuentran dentro del área del intervalo de 26 a 28°C, al igual que el punto propuesto para el emplazamiento de la PTAR.

3.1.4.3 Evapotranspiración

El cálculo de evapotranspiración se realizó el cálculo mediante la ecuación de Turc:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \left(\frac{P}{L}\right)^2}}$$

Donde:

P= precipitación en metro año

L= 300+25 T +0.05 T³

T= temperatura media anual en °C

Se valoraron los datos de un periodo de 21 años comprendidos de 1997 a 2017, siendo los resultados los siguientes:

Tbla 3. 3 Datos de evapotranspiración del periodo 1997-2017.

Año	Precipitación (m/año)	Temperatura media anual en oC	L	ETR (mm/año)
1997	862	27.400	2013.5412	828.5259
1998	1565	27.8417	2075.12676	1291.3290
1999	1254	26.7083	1920.30787	1088.7570
2000	957	26.9917	1958.0307	896.8262
2001	862	27.3167	2002.10188	827.4050
2002	1225	27.3833	2011.24877	1086.3449
2003	1230	27.4833	2025.0376	1091.6567
2004	819	27.3083	2000.96108	792.8361
2005	1395	27.3833	2011.24877	1187.0941
2006	683	27.6167	2043.55102	679.3030
2007	1412	27.4750	2023.88539	1198.9943
2008	1440	27.1833	1983.91727	1205.2576
2009	796	27.6083	2042.38962	776.1991
2010	1776	27.3500	2006.67077	1368.8247
2011	1570	27.2917	1998.68119	1274.5360
2012	1126	27.3167	2002.10188	1020.9803
2013	1070	27.6583	2049.36663	988.4009
2014	826	27.9917	2096.41196	803.7570
2015	814	28.3667	2150.4538	796.7676
2016	986	28.1366	2117.15698	933.0532
2017	1309	27.4763	2024.06482	1140.2155

Fuente: propia del consultor basada en datos meteorológicos de Estación Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino. INETER, 2017.

A como puede observarse, los datos de evapotranspiración real son menores que los datos de precipitación, y este comportamiento se ve en todos los años presentados por lo tanto puede decirse que no hay un déficit en el área de estudio.

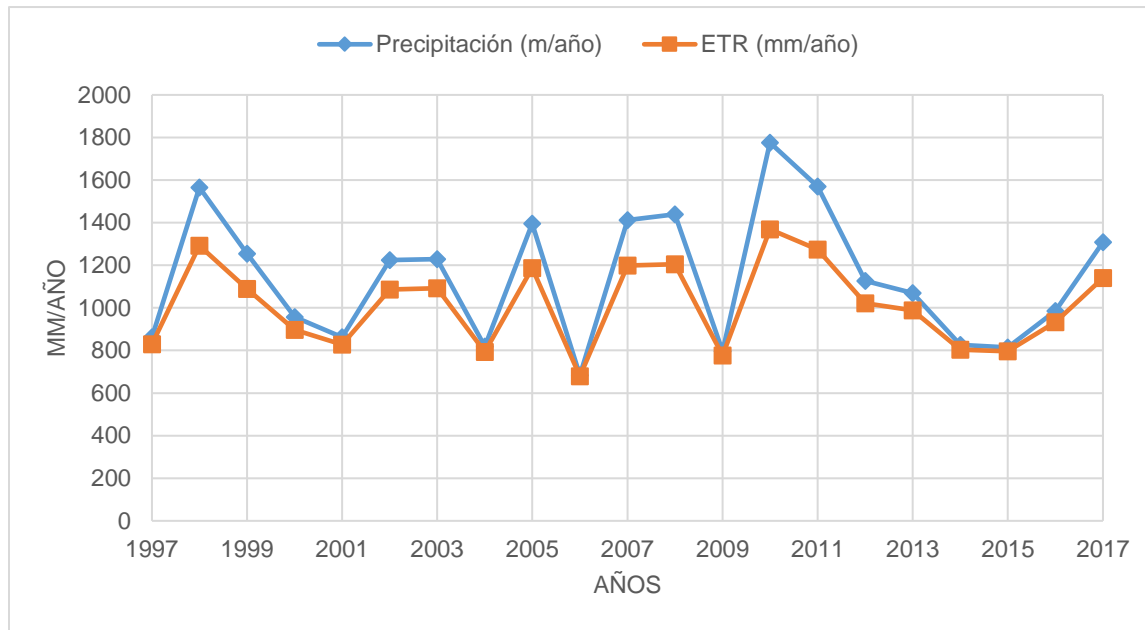


Figura 3. 8 Comparación de ETR versus precipitación.

3.1.5 Hidrología superficial

El municipio de Mateare cuenta con dos lagunas de origen cratérico que son: Laguna de Xiloa y Laguna de Apoyequé ubicadas en la península de Chiltepe y están dentro del límite de área protegida y el Lago Xolotlán que tiene límite al lado Norte del municipio que se desplaza de este a Oeste.

Los principales acuíferos subterráneos del municipio se ubican en Los Brasiles y la llanura central del municipio.

El municipio de Mateare se encuentra ubicado en la cuenca No. 69 según el mapa de cuencas anterior del INETER y la 952 en el nuevo mapa de UH (unidades hidrológicas) según el método de Pfafstetter la cual drena en el Río San Juan.

De acuerdo al informe hidrológico (PROCON, 2019), la cuenca estudiada cuenta con una superficie de 15.32 km² y un perímetro de 29.22 km, la cual abarca desde las Sierras de Mateare en dirección SO hasta el área protegida de Chiltepe. Esta Cuenca posee un drenaje del tipo exorreica debido a que el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente, como se observa en la siguiente figura.

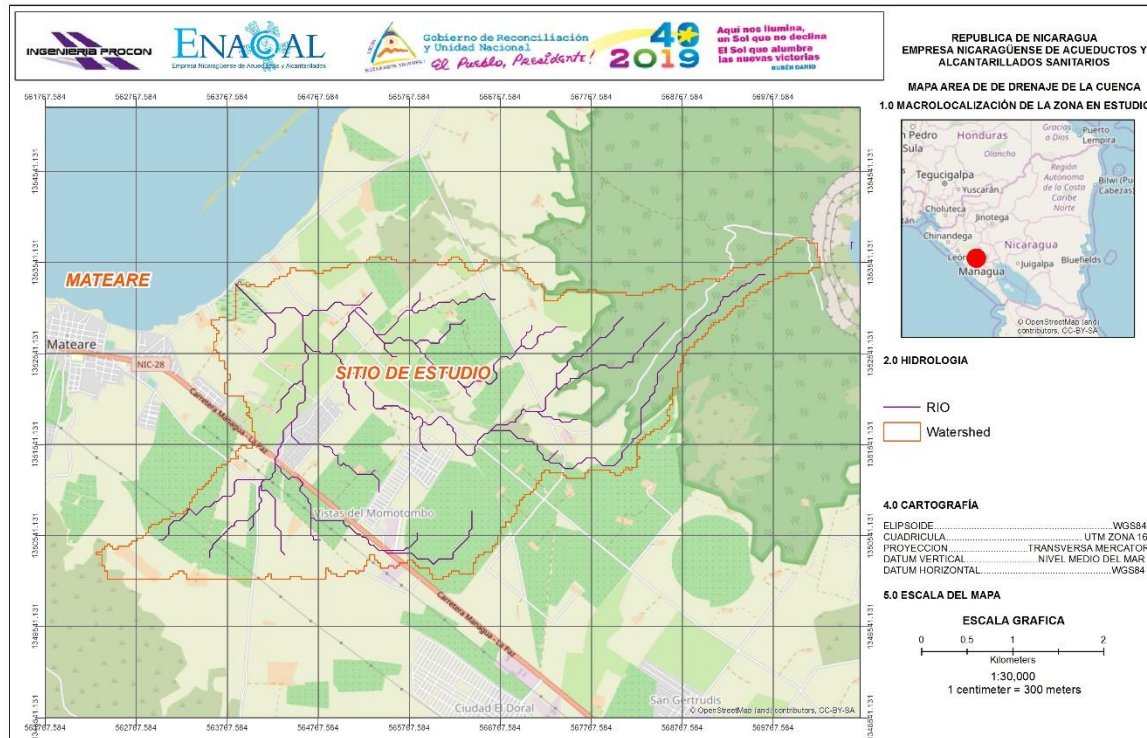


Figura 3. 9 Delimitación de la Cuenca

Fuente: Estudio de inundación de la nueva planta de tratamiento de la ciudad de mateare. PROCON. 2019

3.1.6 Hidrología subterránea

Según el estudio Hidrogeológico del Pacífico de Nicaragua (Krásný, 1998), la zona está constituido por depósitos cuaternarios de origen volcánicos y depósitos aluviales del grupo Las Sierras, predominan piroclastos, como cenizas finas, pómez y lapilli, estos materiales poseen buena permeabilidad, lo cual permite con mayor facilidad la circulación y el almacenamiento del agua subterránea.

El área de estudio se encuentra dentro del acuífero Chiltepe-Mateare el cual es uno de un conjunto de acuíferos estratiformes porosos originados por depósitos cuaternarios de origen volcánico y depósitos aluviales.

Se presenta transmisividades altas en el rango de los 130 m²/d a los 2,200 m²/d, con un valor promedio de 580 m²/d. Los niveles piezométricos varían entre los 20 m a los 40 m, con una dirección irregular del flujo, el cual descarga en el Lago Xolotlán

De acuerdo al inventario de pozos realizado en la zona de estudio (PROCON,2019), los niveles estáticos de los pozos varian desde los 2.62 m en el límite noroeste del casco urbano a orillas del Lago hasta los 15m en la zona de noreste de Mateare, donde se emplazará la PTAR. Se adjunta inventario de pozos, (Anexo).

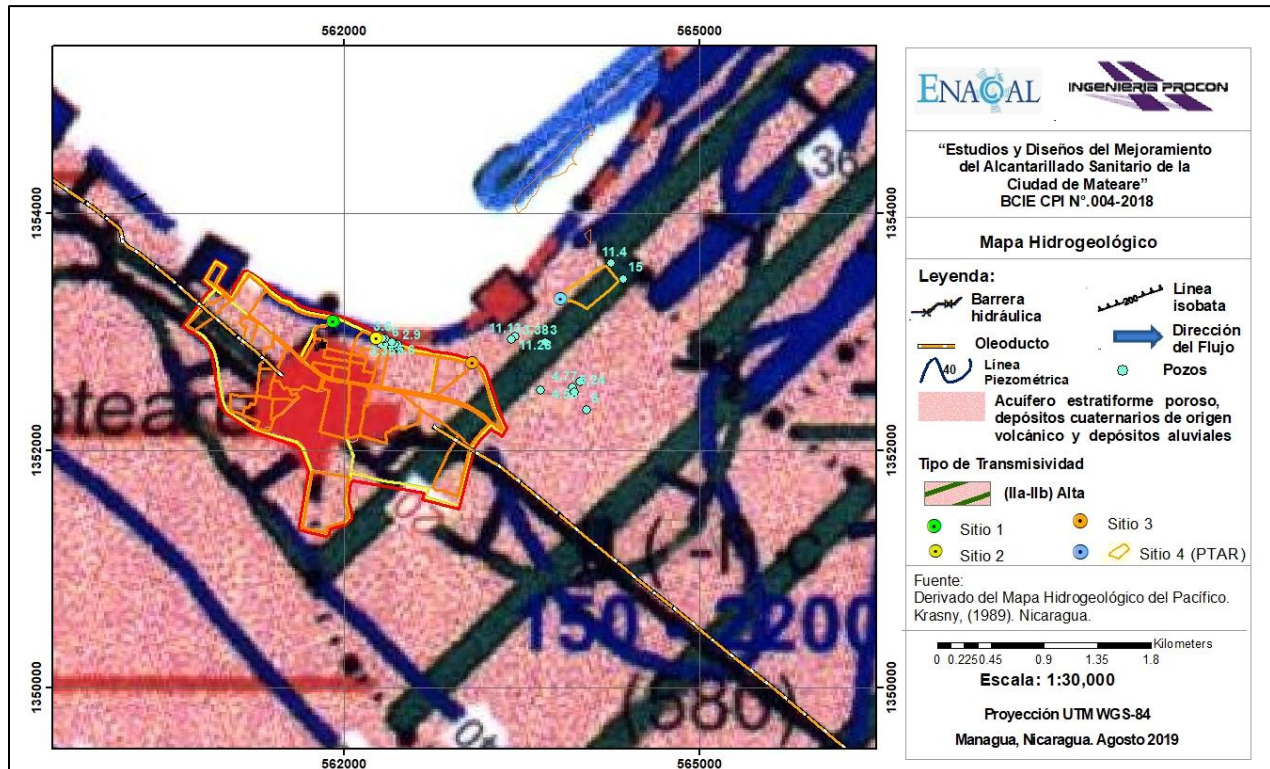


Figura 3. 10 Mapa Hidrogeológico del área de estudio

Fuente: propia del consultor basada en Mapa Hidrogeológico del Pacífico de Krasny & Hetch.1989.

3.2 Medio biótico

3.2.1 Flora

La composición florística en el área de influencia del proyecto se inició por la zonificación de la cobertura boscosa y la composición vegetal del área del proyecto, encontrando un total de 4 estratos de cobertura vegetativa bien definidos, siendo los más representativos el bosque natural latifoliado ralo, seguido de tacotales que se caracterizan más por la presencia de fauna adaptada a los disturbios, destacando los árboles en patios de las ciudades, áreas de pasto con extensiones considerables que disminuyen la calidad de paisaje.

En el componente de flora encontradas en el casco urbano de Mateare está representado por 14 especies, 13 familias y 14 géneros, siendo las especies más abundantes las siguientes:

Tabla 3. 4 Flora identificada en el área de influencia del Proyecto

Nombre Común	Nombre científico	Familia	Genero
Madero Negro	Gliricidia sepium	Fabaceae	Gliricidia
Amargito	Tecoma stans	Bignoniaceae	Tecoma
Guacuco	Eugenia salamensis	Myrtaceae	Eugenia
Jiñocuabo	Bursera simarouba	Burseraceae	Bursera
Guácimo	Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	Guazuma
Neen	Azadirachta indica	Meliaceae	Sapindales
Guayacan	Guaiacum sanctum	Zygophyllaceae	Guaiacum

Nombre Común	Nombre científico	Familia	Genero
Jocote	Spondias purpurea	Anacardiaceae	Spondias
Tiguilote	Cordia dentata	Boraginaceae	Cordia
Acetuno	Simarouba glauca	Simaroubaceae	Simarouba
Gavilan	Albizia guachapele	Mimosaceae	Albizia
Jicaro	Crescentia cujete	Bignoniaceae	Crescentia
pimienta	Pimenta dioica	Myrtaceae	Pimenta
Michiguiste	Karwinskia calderonii	Rhamnaceae	Karwinskia
Genizaro	Albizia saman	Mimosacea	Albizia
Acacia	Acacia Mangium	Leguminosaceae	Acacia
Limón	Citrus aurantifolia	Rutaceae	Citrus
Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum	Mimosacea	Enterolobium
Palo Blanco	Calycophyllum multiflorum	Rubiacea	Calycophyllum
Espino de playa	Pithecellobium dulce	Mimosacea	Pithecellobium
Eucalipto	Eucalyptus camaldulensis	Myrtaceae	Eucalyptus
Mamón	Melicoccus bijugatus	Sapindaceae	Melicoccus
Mango	Mangifera indica	Anacardiaceae	Mangifera
Laurel	Cordia alliodora	Boraginaceae	Cordia
Guayaba	Psidium	Myrtaceae	Psidium

Fuente: Elaboración propia

Durante el inventario forestal se pudo notar la riqueza de regeneración natural de especies nativas de la zona, teniendo mayor frecuencia la especie de Tiguilote (*Cordia dentata*).

En el área a emplazarse la EBAR 3 (sitio 3) que corresponde a una extensión de 788.55 m², los árboles presentes corresponden a Guanacaste (3), cítricos (4 limón), Acacia (1), Genizaro (1), acetuno (1) y Neem (3).

En el área de la PTAR (sitio 4) con una extensión de 84216.6 m², se encuentran presentes las especies de árboles tales como 6 Genizaro, 28 Neem, 5 Jicaro, 5 Eucalipto, 1 Espino, 1 Tiguilote y 2 Palo Blanco.

3.2.2 Fauna

La urbanización en el municipio de Mateare y los asentamientos, han provocado la decadencia de los parches de bosques existentes, siendo esto una de las causas de la fragmentación que va creciendo sucesivamente, deteriorando la conectividad biológica de especies de fauna silvestre.

La clase de aves encontradas en el municipio de Mateare está representada por 18 especies, siendo la especie más abundante *Turdus grayi* (Zensontle) con 21 avistamientos, y la herpetofauna, está representada por un total de 8 especies de anfibios y reptiles que se encuentran en el sitio, que se destaca poca presencia de especies ocasionada por ruidos y disturbios. La migración de estas especies es clara y busca sitios que presten las condiciones idóneas para la subsistencia, el resto de especies que se quedan en el área, son especies que se adaptan a este tipo de disturbios.

En el área de influencia del proyecto se identificaron las siguientes especies:

Tabla 3. 5 Fauna identificada en el área de influencia del Proyecto

Nombre común	Nombre científico	Familia	Genero
Anfibios y reptiles			
Boas	Boa constrictor	Boidae	Boa
Garrobo negro	Ctenosaura similis	Iguanidae	Ctenosaura
Sapo Común	Rhinella marin	Bufo	Rhinella
Rana Salticadora	Craugastor bransfordii	Craugastoridae	Craugastor
Pichete común	Sceloporus variabilis	phrynosomatidae	Sceloporus
Ratonera	Senticolis triaspi	Colubridae	Senticolis
Corales	Micrurus nigrocinctus	elapidae	Micrurus
Colas chata	Ctenosaura quinquecarinata	Iguanidae	Ctenosaura
Riqueza del sitio	8	7	7
Aves			
Chichiltote	Icterus galbula	Icteridae	Icterus
Guis Común	Pitangus sulphuratus	Tyrannidae	Pitangus
Paloma aliblanca	Zenaida asiatica	Columbidae	Zenaida
Gurrión	Hylocharis leucotis	Trochilidae	Hylocharis
Tortolita	Columbina inca	Columbidae	Columbina
Perico Frente naranja	Aratinga canicularis	Psittacidae	Aratinga
Viudita	Microbates cinereiventris	Poliopitidae	Microbates
Zanate	Quiscalus nicaraguensis	Icteridae	Quiscalus
Zanate Garande	Quiscalus mexicanus	Icteridae	Quiscalus
Guis Copetón	Myiarchus crinitus	Tyrannidae	Myiarchus
Carpintero	Dryocopus lineatus	Picidae	Dryocopus
Guardabarranco	Eumomota superciliosa	Momotidae	Eumomota
Zensontle	Turdus grayi	Turdidae	Turdus
Tortolita Rijisa	Columbina talpacoti	Columbidae	Columbina
Güis Cabecigrís	Myiozetetes granadensis	Tyrannidae	Myiozetetes
Uraca Copetona	Calocitta formosa	Corvidae	Calocitta
Reinita Aliazul	Vermivora cyanoptera	Parulidae	Vermivora
Chichiltote Coliamarillo	Icterus mesomelas	Icteridae	Icterus

En este grupo encontramos las especies, *Aratinga canicularis*, *Quiscalus nicaraguensis*, en veda Nacional indefinida según la resolución ministerial No 02. 01.2017, emitida por el MARENA, también las especies *Icterus gálbula*, se encuentra en apéndice CITES II y según la lista roja de UICN son especies en peligro por comercio.

3.3 Medio socioeconómico y sociocultural

3.3.1 Población y vivienda

La ciudad de Mateare se caracteriza por estar distribuida en 5 zonas que agrupan 30 barrios:

- Zona 1: Álvaro Alemán; y Faustino Miguez

- Zona 2: Mario José Rojas; Luis Alfonso Velásquez; 18 de julio; Edgard Lang; Carlos Fonseca; Rigoberto López Pérez; Mario Ramón Corea, Raúl Cabezas; Julio Buitrago, Guadalupe Ruiz Ruiz; y Jesús Silva Calonge.
- Zona 3: Marvin Ortega; y Roberto Alvarado.
- Zona 4: Colonia San José; Javier Saballos; Casimiro Sotelo; Bendición de Dios.
- Zona 5: Dios Proveerá; Anexo Dios Proveerá; Divino Pastor; Lirios de Los Valles; Las Mercedes; Isaac Andino; Galiza # 1; Galiza # 2; Las Tres Marías; José Benito Escobar; y Santa Fe.

Los resultados del conteo de lotes y/o viviendas realizado en febrero de 2019 como parte del presente estudio indica que, en la actualidad, en el área del proyecto habitan 12,710 personas en 2,626 viviendas contabilizadas como ocupadas, con un índice promedio de ocupación de 4.84 habitante/vivienda.

3.3.2 Servicios básicos

Servicio de agua potable

El sistema de agua potable de la ciudad de Mateare es administrado por ENACAL – Región III mediante una filial a cargo de un funcionario administrativo.

El acueducto funciona en la actualidad bajo el esquema Fuente – Tanque - Red, lo que regulariza el suministro de agua con presiones estables, en las dos zonas hidráulicas (Zona Alta y Zona Baja), en las que opera el sistema.

La fuente de abastecimiento del sistema son las aguas subterráneas de la zona, captadas mediante dos (2) pozos ubicados al Suroeste de la ciudad, en el barrio Dios Proveerá.



Foto 3. 1 Pozo Mateare, ubicado en el Barrio Dios Proveerá

A partir de la aplicación de la boleta catastral, se identifica domiciliar, representando el 87% de cobertura.

La ciudad de Mateare no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario. Por ello, los pobladores disponen sus excretas y aguas residuales de la siguiente forma:

- El 51.09% (equivalente a 1,260 viviendas) depositan sus excretas en letrinas y las aguas grises en predios o discurre en las calles;
- 46.31% (1,142) tiene sumideros o pozos negros;
- 0.36% (9 viviendas) disponen de fosas sépticas para el tratamiento de sus aguas residuales;
- 0.61% vierte las aguas residuales a cauces;

- 0.77% (19 familias) no genera aguas residuales;
- 0.81% (20 viviendas) disponen las aguas residuales de formas distintas; y
- 0.05% (1 vivienda) cuenta con una red particular para el tratamiento de las aguas residuales.

Servicio de energía eléctrica

El área de influencia del proyecto cuenta con el servicio de energía eléctrica suministrado por medio del interconectado nacional bajo la responsabilidad de ENATREL y Empresa Unión FENOSA, facilitando a la población la conexión a servicios de energía de alta, media y baja tensión, además de alumbrado público.

De las 2,466 viviendas encuestadas, el 98.91% (2,439 viviendas) cuenta con el servicio de energía eléctrica; y el restante 1.09% (27 edificaciones) no disponen del servicio de energía eléctrica.

Infraestructura en salud

De acuerdo a la caracterización municipal elaborada por Alcaldía, a nivel del Sistema Local de Atención Integral en Salud (SILAIS) como parte del sistema público, para la atención de la población cuenta con Centros de Salud y Puestos de Salud disgregados por toda el área urbana. A continuación, se detalla el nombre de las infraestructuras y su respectiva ubicación:

- Centro de salud Familiar Primario Carlos Lacayo Manzanares: ubicado frente al parque municipal, que abarca 4 sectores y cuenta con 18 casas base, 17 colaboradores voluntarios y 3 parteras.
- Pedro Joaquín Chamorro: en el barrio Pedro Joaquín Chamorro en los Anexos Mateare con 3 casa base 2 col vol.
- Alfonso González: Ubicado en la comarca del mismo nombre. Cuenta con 2 casa base
- Gaspar García: funciona en el edificio de la delegación municipal de la Alcaldía.
- Puesto de salud comunitario 4 de abril ubicado en una casa particular contiguo a la terminal de ruta 115

A nivel privado se dispone de 2 laboratorios clínicos, 5 farmacias y 4 ventas de medicamentos, no se tiene registro de clínicas estables.

Infraestructura educativa

El sector educativo dispone de 3 escuelas secundarias, 3 escuelas de preescolar y primarias y 3 librerías. La ciudad cuenta también con 1 biblioteca y 1 establecimiento de enseñanza cultural.

De acuerdo a los datos de la caracterización municipal el área urbana aglutina una población estudiantil, sin incluir el nivel preescolar, de 2,862 alumnos.

Transporte

En el casco urbano se utilizan medios de transporte como automóviles, taxis, bicicletas, moto taxis y triciclos. De acuerdo con la Alcaldía de Mateare (2017), tienen un total de 171 unidades de transporte, divididas de la siguiente manera: 59 moto-taxi, 65 triciclos, 29 taxis, 4 recorridos de zona Franca, 11 recorridos escolares y 3 buses rurales.



Foto 3. 2 Triciclo utilizado como medio de transporte en la ciudad de Mateare



Foto 3.3 Lanchas utilizadas para la actividad económica de pesca en el Lago Xolotlán

Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos

El municipio cuenta con sistema de recolección de residuos sólido con cobertura al casco urbano de Mateare, la cual se realiza mediante un tractor y su tráiler, donde participan tres trabajadores quienes se encargan de dicha recolección.

La alcaldía municipal brinda los servicios de limpieza y barrido de calles, parque, cementerio y recolección de basura. La frecuencia de recolección es de tres días por semana (martes, jueves y sábado).

Los residuos son llevados al vertedero municipal que tiene un área de 5,000 m², el cual se encuentra a aproximadamente 3 Km del casco urbanos en las coordenadas 559866E-1354163N, 76 msnm. En este sitio también son depositados desechos de las industrias del sector de Los Brasiles como Lala Nicaragua, Nilac, Caribbean Plus y Neptuno.



Foto 3. 4 Vertedero municipal de Mateare



Foto 3. 5 Estación de transferencia localizada a orillas del Lago Xolotlán

3.3.3 Actividades económicas

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial en función de las Amenazas Naturales (SINAPRED, 2005), los ejes económicos más destacados en el municipio de Mateare ha sido la producción agrícola mecanizada en la zona rural, mientras que en las comarcas del sector suroeste prevalecen cultivos para autoconsumo.

Por otra parte, la ganadería tiene un papel muy importante dentro de la economía del municipio, el cual se ha desarrollado en la zona de la península de Chiltepe, sin embargo, ambas actividades se han visto afectadas por el fenómeno de la sequía en en Mateare tiene relevancia.

En el sector occidental de las Lomas, se produce fríjol, maíz, arroz, chagüite, limones, escoba y frutas, con limitadas opciones para el mercado y dificultades para comercializar la producción.

Otras de las actividades presente en la zona, es pesca que persiste en forma artesanal y familiar aunque se encuentra en crisis desde el 1998 y no se vislumbran hasta el momento claras perspectivas de recuperación.

Los usos forestales han sido drásticamente reducidos con el proceso de deforestación que ha sufrido el sector de Chiltepe y las lomas occidentales, aunque se extrae todavía leña para el mercado de Ciudad Sandino y para consumo de la población tanto en el casco urbano como rural.

3.3.4 Planes y perspectivas de desarrollo urbano

De acuerdo al Plan Territorial de la ciudad, el proceso de ordenamiento en función de las amenazas naturales, consiste en retener el crecimiento en áreas inseguras e iniciar la recuperación ambiental de las áreas en riesgo.

La implementación de políticas aptas a promover las áreas de crecimiento designadas, que deben ser utilizadas en forma congruente con los usos previstos, para evitar un excesivo consumo de suelo. Las zonas de desarrollo identificadas en el casco urbano son suficientes para acoger el crecimiento previsto, con tal de respetar los niveles de densidad habitacional programados.

Por otra parte, las amenazas naturales como sismos, volcaniza e inundaciones, deben considerarse importante en el caso urbano en cuanto a la capacidad de respuesta a una emergencia, sobre todo en términos de funcionalidad de los sistemas de agua potable, energía, y la capacidad de operación de las unidades de emergencias locales.

a reducción de la vulnerabilidad de las construcciones en los centros rurales, caracterizados por tecnologías tradicionales y de baja calidad, y por dificultades de acceso, es otro tema que debe ser considerado en las políticas de prevención.

4. ANÁLISIS DE RIESGO FÍSICO

La evaluación o análisis de riesgos se considera como la probabilidad de ocurrencia de un evento natural o antropogénica adverso, cuyas consecuencias ambientales pueden ocasionar un desastre.

El análisis de riesgo es la metodología más apropiada para la adopción de medidas tendientes a prevenir y controlar riesgos naturales y riesgos antrópicas. En lo que se refiere a la problemática ambiental del Municipio de Mateare, se presentan diversos generadores los cuales pueden ser de origen natural (riesgos y vulnerabilidad), socio natural o antrópicas (contaminación).

El proyecto "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Mateare", como cualquier otro proyecto de infraestructura pública, está expuesto a catástrofes naturales y otras provocadas por la acción del hombre, con los daños que éste puede llegar a conllevar. La estrategia ante estos fenómenos, especialmente aquellas orientadas a la información de la población y su entrenamiento, es responsabilidad de las autoridades en coordinación con aquellas instituciones o entidades que plantean infraestructuras en una determinada población.

4.1 Situación de Riesgo del Municipio

En la publicación "Amenazas Naturales de Nicaragua" realizada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2001), se presenta un enfoque integrado de los niveles de actividad y de las zonas de influencia de fenómenos naturales potencialmente peligrosos. Se hace énfasis sobre los siete fenómenos naturales con mayor potencial de impacto en Nicaragua que corresponden a:

- Sismos
- Tsunamis
- Erupciones
- Huracanes
- Sequías
- Movimiento de laderas
- Inundaciones

En esta misma publicación, se presenta una descripción general de las causas, manifestaciones y peligros asociados a los fenómenos y se enumeran los principales eventos ocurridos, de manera que se valora la amenaza que representan en cada municipio del país. El grado de amenaza por municipio se pondera en una escala de 0 a 10, con base en la información existente en cada zona.

La situación de Riesgo del Municipio de Mateare, se analizó con apego a la metodología utilizada por el INETER (SINAPRED, 2005). El territorio se encuentra expuesto a amenazas naturales y antrópicas, por causa de la probabilidad de ocurrencia de fenómenos hidro-meteorológicos, sísmicos, inestabilidad de terrenos, deslizamientos, vulcanismos, incendios forestales y deforestación, entre otros. De acuerdo a los estudios realizados por INETER, el municipio de Mateare, (ver Tabla.4.1).

Tabla 4. 1 Ponderación según Amenazas Naturales

Amenazas	Ponderación
	Municipio Mateare
Sismos	8
Huracanes	5
Sequía	10
Inundaciones	6
Volcanes	10
Deslizamiento	5
Tsunami	0
PROMEDIO	37
PONDERACION	7

Las amenazas de mayor incidencia e importancia según su ponderación en orden decreciente son volcanes (10), sequía (10) y sísmica (8), clasificadas como altas, seguidas por las amenazas de inundaciones (6), deslizamiento (5) y huracanes (5), con un nivel moderado. La Tabla 4.2 muestra la escala de cada Amenaza Natural y su respectiva clasificación.

Tabla 4. 2 Clasificación de Amenazas según su ponderación

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

Según las ponderaciones de los factores de peligro del municipio de Mateare, el área de influencia directa es moderadamente riesgosa por encontrarse en los límites intermedio de la escala como se observa en el Mapa de Amenazas Naturales de Nicaragua, (INETER 2001), (ver Figura 4.1).

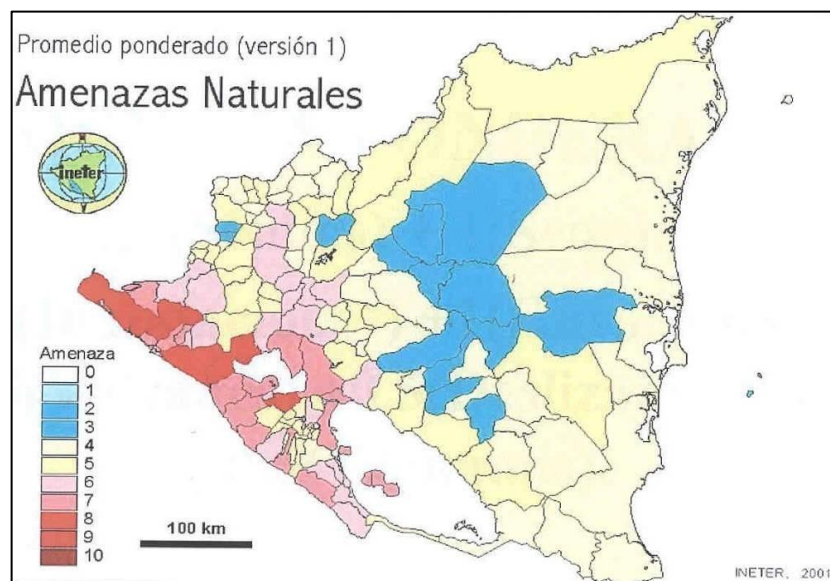


Figura 4. 1. Mapa de ponderaciones de amenazas naturales de Nicaragua
 Fuente: INETER (2001)

Lo anterior confirma que el municipio de Mateare se encuentra localizado en una zona expuesta ante amenazas de origen natural, socio natural y antrópicas, especialmente por la probabilidad de manifestación de fenómenos meteorológicos y geológicos. Entre las amenazas de origen natural se registran los sismos, generados principalmente por la interacción de las placas continentales Coco y Caribe, cuya incidencia abarca toda la franja del Pacífico de Nicaragua.

Además, se presentan amenazas de origen socio-natural como inundaciones y sequías generadas por la presencia de huracanes, tormentas, exceso o escases de lluvias, en la cual la población ha creado las condiciones propicias para que los efectos negativos sean maximizados. De igual manera, existe la presencia de amenazas de origen antrópicas, producidas principalmente mediante incendios forestales, contaminación ambiental, erosión de los suelos por uso intensivo, entre otras acciones realizadas por las personas.

4.2 Descripción de las Amenazas del Sitio del Proyecto

4.2.1 Amenazas Naturales

En base a la priorización de las amenazas (expuestas en la Tabla 4.1), en los siguientes apartados se describen las amenazas, iniciando con las de mayor valor hasta la de menor valor.

4.2.1.1 Amenaza Sísmica

Por su ubicación en la depresión nicaragüense, en la zona abarcada por la cadena volcánica cuaternaria en el emplazamiento del volcán Apoyeque, y las fallas locales, entre las que se destacan el lineamiento tectono-volcánico de Nejapa-Miraflores, Falla Apoyeque y la Falla Mateare, el municipio de Mateare se encuentra ubicado en una zona sujeta a una amenaza sísmica de peligro Alta [ver Figura 4.2], relacionada con niveles medio-alto de vulnerabilidad del parque habitacional, generando un riesgo significativo, (SINAPRED, 2005)

Según registros sísmicos obtenidos por INETER, se han detectado epicentros subsuperficiales, al este y sureste de El Paraíso y al noroeste de Ciudad Sandino. Los sismos en esta región ocurren con frecuencia, y los temblores son recurrentes.

De acuerdo al Plan de Ordenamiento del Municipio en función de amenazas naturales (SINAPRED, 2005), la calidad del edificado en el casco urbano de Mateare evidencia altos niveles de vulnerabilidad, con un estimado del 27% de las viviendas en condiciones de alta vulnerabilidad.

También los asentamientos rurales y los centros de Los Brasiles y los Anexos se caracterizan por altos niveles de vulnerabilidad y por lo que el control de calidad de las viviendas resulta una cuestión importante en todo el municipio.

In situ, se pudo observar que algunas casas no poseen la infraestructura adecuada para soportar movimientos telúricos. De acuerdo con el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (2005), se estima que las aceleraciones del terreno esperadas en un periodo de 50 años puedan generar daños al 10% de las viviendas, mientras que en un período de 100 años el 20% podría sufrir daños mayores.

Con respecto a las estaciones de bombeo, la EBAR 3 se ubica en una zona con alta vulnerabilidad sísmica, la EBAR 1 y EBAR 2 se ubican en la zona con vulnerabilidad Alta-Media. Esta

predominancia de vulnerabilidades altas se debe a la presencia de fallas significativas, como lo es la falla Mateare., además de su ubicación en la zona con mayor actividad volcánica.

La ubicación de la PTAR se encuentra en un sitio donde no se presenta ninguna amenaza de volcánica, por lo tanto, su vulnerabilidad es nula. Esto se debe a que por el sitio no pasa ninguna falla, ni determinada ni supuesta, y se encuentra a una mayor distancia de la falla de Mateare.

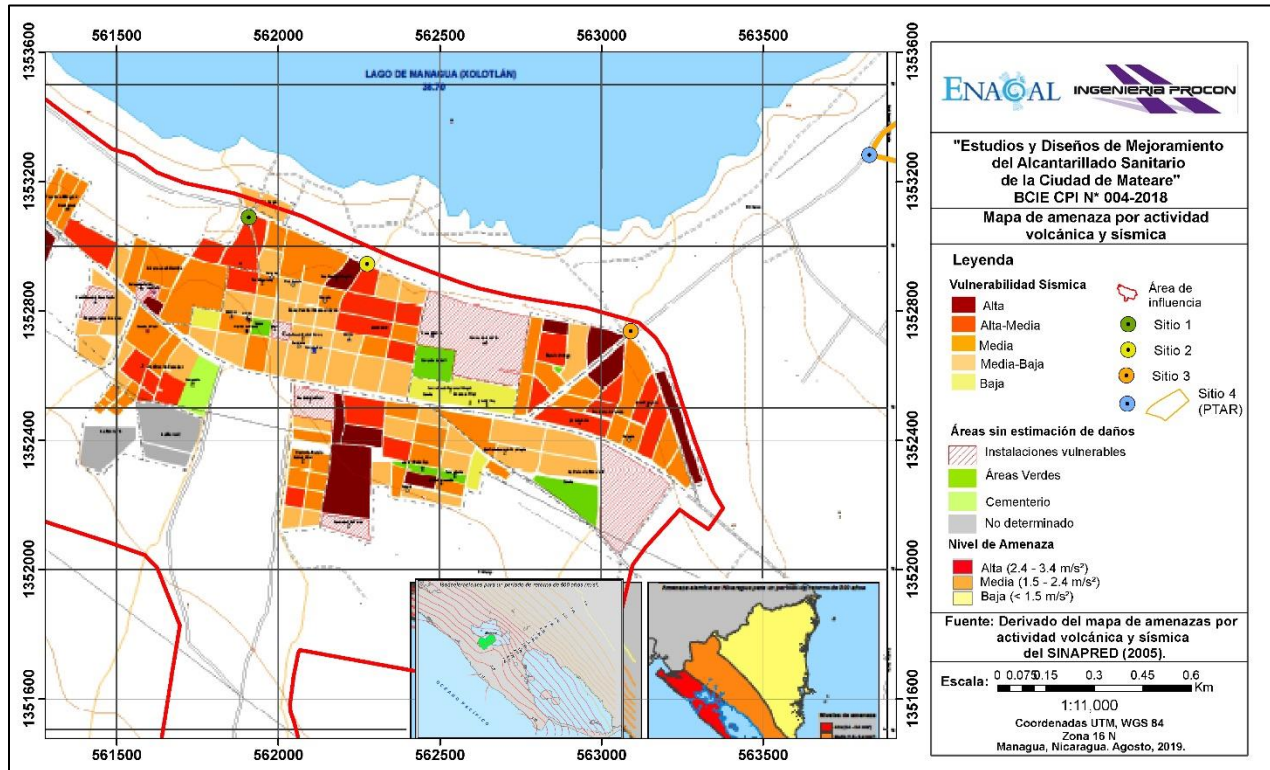


Figura 4. 2. Mapa de amenaza por actividad sísmica.

Fuente: Derivado del mapa de amenazas por actividad volcánica y sísmica de SINAPRED,2005

4.2.1.2 Huracanes

El área de influencia del proyecto se ubica, dentro de clasificación de huracanes de alto riesgo, en la escala de menor probabilidad de ocurrencia (0,01-20%). Por dicha razón se consideró un valor de 5, debido a que su ocurrencia no es probable, pero es latente.

Este fenómeno está ligado a las inundaciones, sobre todo por posibles crecidas del Lago Xolotlán, las cuales pueden afectar a los asentamientos ubicados a sus orillas.

Cabe destacar que por el municipio de Mateare han atravesado la trayectoria de los huracanes Irene en 1971 y Joan en 1988.

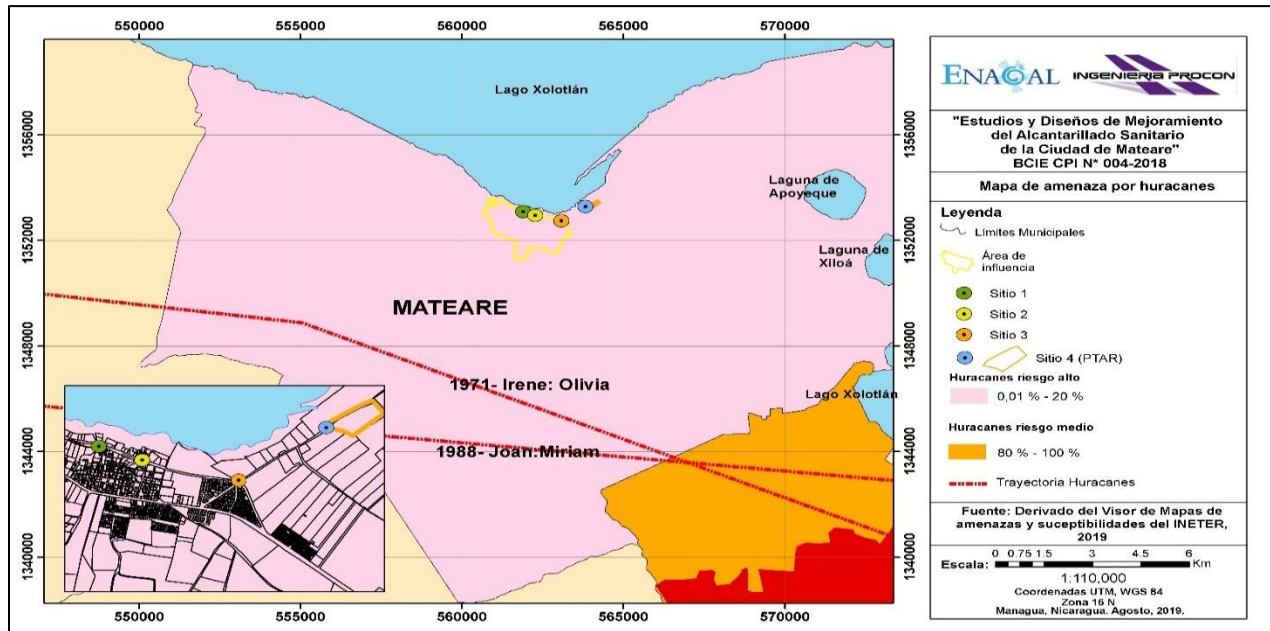


Figura 4. 3. Mapa de amenaza por actividad sísmica.

Fuente: Derivado del visor de mapas de amenazas y susceptibilidades de INETER, 2019.

4.2.1.3 Amenaza Sequías

En Nicaragua, la sequía se presenta en las regiones del Pacífico, Norte y Central del país, principalmente en los territorios utilizados para la agricultura. Este fenómeno se encuentra relacionado con el fenómeno de El Niño y los cambios de presión atmosférica, así como alteraciones de la circulación general de la atmósfera.

El municipio de Mateare se ve afectado por la sequía dada la disponibilidad de agua insuficiente para satisfacer las necesidades de la población, por tanto, se ha clasificado en una escala de 10 la amenaza a sequía, según al mapa de INETER (2001).

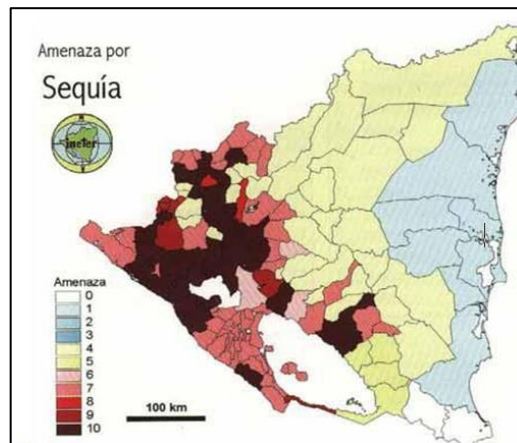


Figura 4. 4. Mapa de ponderaciones de amenazas naturales de Nicaragua

Fuente: INETER (2001)

El municipio se ubica en la zona con amenaza meteorológica más alta La sequía meteorológica se define como el fenómeno que ocurre durante uno o varios meses cuando hay una ausencia prolongada, una deficiencia marcada o una pobre distribución de la precipitación pluvial que afecta adversamente a las actividades humanas y agrícolas (Cooperación Suiza en América Central, 2013).

Esto se relaciona con los datos de precipitación registrados, donde se demuestra que no hay una buena distribución ya que en la época lluviosa se precipita aproximadamente el 93% de la lluvia total del año, es decir, que en los seis meses siguientes sólo se presenta un 7% de la misma.

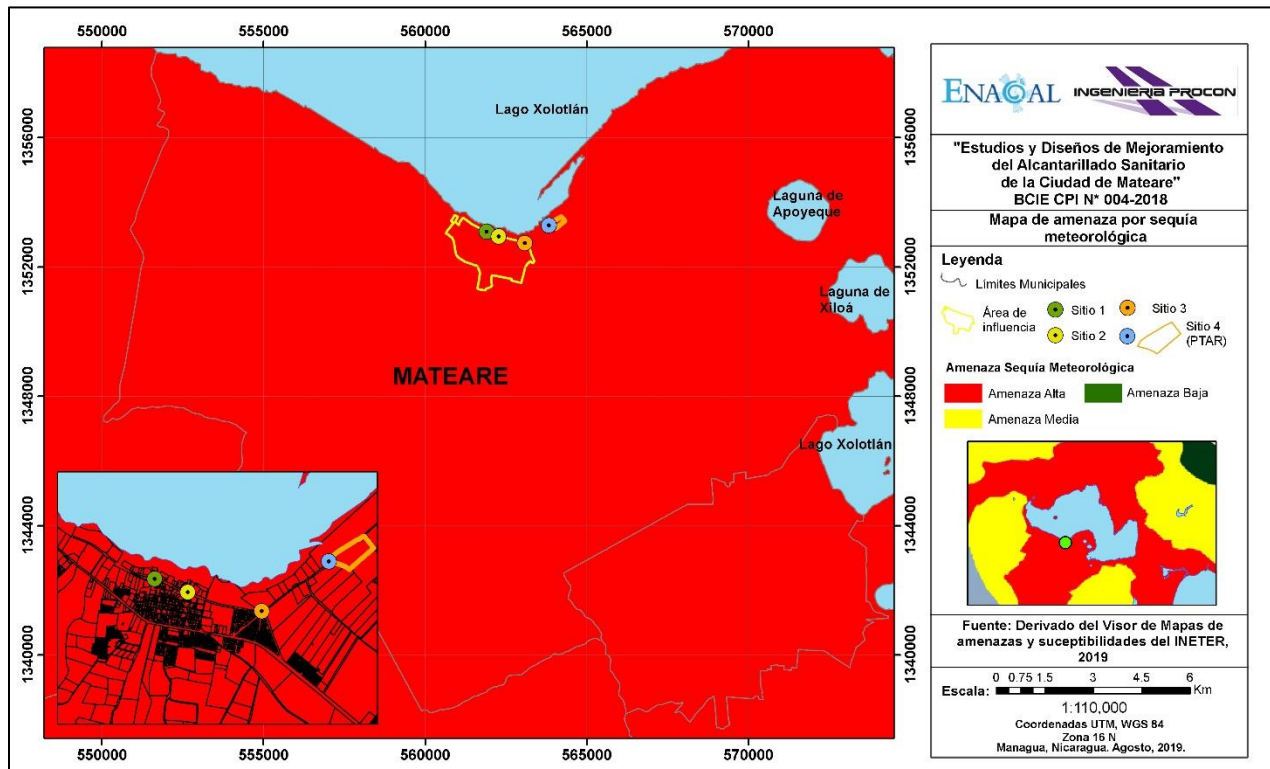


Figura 4. 5. Mapa de amenaza por sequía meteorológica.

Fuente: Fuente: Derivado del visor de mapas de amenazas y susceptibilidades de INETER, 2019.

4.2.1.4 Amenaza Inundaciones

La zona de Los Brasiles y la misma cabecera municipal están afectadas por el desborde de cauces que pueden originar daños y pérdidas considerables, además del periódico crecimiento del lago, que afecta a un sector más reducido de la cabecera.

En total, los barrios afectados por las inundaciones en el caso urbano son: Divino Pastor, Faustino Minguez, Isaac Andino, Álvaro José Alemán, la zona central del casco urbano por el sector de Alcaldía y el Barrio Casimiro Sotelo, Roberto Alvarado y la colonia San José. Cabe destacar que sitios importantes como el cementerio y el parque contiguo a la alcaldía sufren de inundaciones considerables.

El casco urbano de Mateare está directamente amenazado por inundaciones debido a las crecidas del Lago Xolotlán y al desbordamiento de cauces.

Las inundaciones por crecidas del lago Xolotlán afectan una parte del casco urbano, que llega a la orilla de lago, sobre todo con eventos de carácter excepcional como fue el caso del huracán Mitch. De acuerdo con el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (2005), las inundaciones por crecida del Lago Xolotlán, en toda la zona costera hasta la cota de 42 metros msnm, afectan una parte del casco urbano de Mateare desde el sector del barrio Daniel Roa Padilla hasta El Charco.

Entre los sitios críticos determinados por el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (2005) se encuentra:

- Zona Costera: se produce la inundación por crecida del Lago. Esta amenaza se incrementa cuando se presentan afectaciones por la ocurrencia de huracanes o tormentas tropicales, manifestándose con una intensidad alta, debido a que el nivel del agua puede llegar a ser mayor a un metro.
- Cauce del Divino Pastor: este sitio es propenso a la ocurrencia de una crecida considerando un incremento súbito de la escorrentía dentro de la cuenca hidrográfica (tormenta, huracán).

Las tres estaciones de bombeo se ubican en zonas de inundación ya que están cercanas a los cauces, los cuales se desbordan según el mapa de amenazas por inundaciones de SINAPRED, (2005).

La ubicación de la PTAR no presenta riesgos de inundación ya que las crecidas del lago no llegan hasta el sitio de emplazamiento.

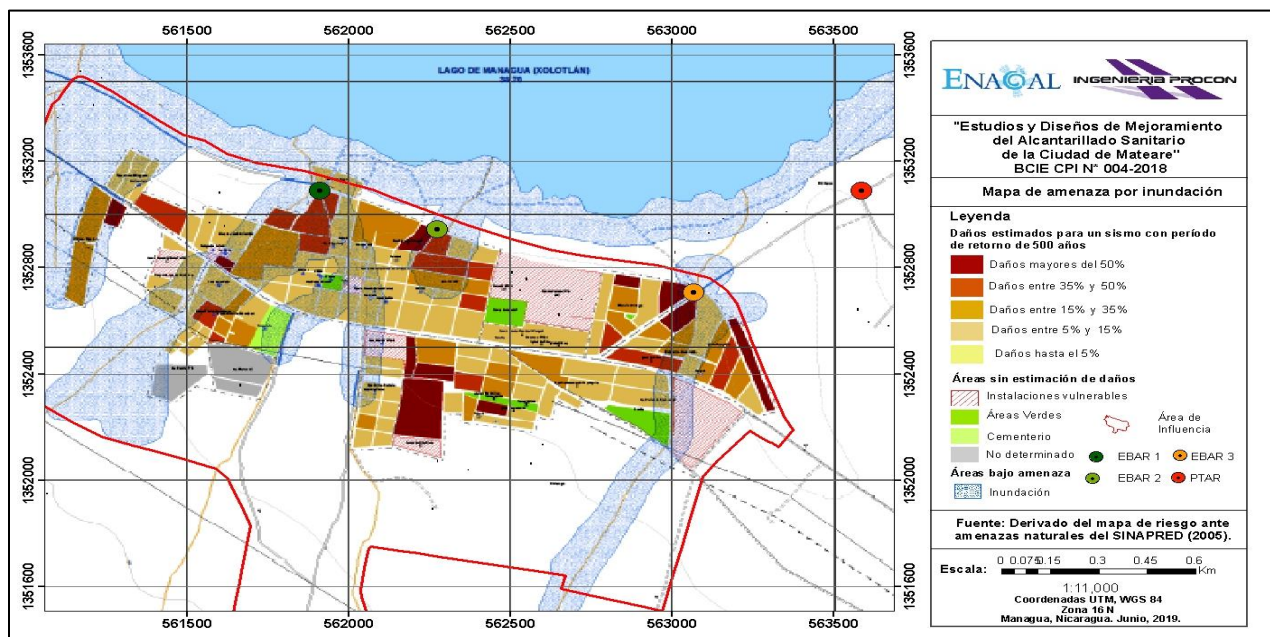


Figura 4. 6. Mapa de amenaza por inundaciones

Fuente: Derivado del mapa de amenazas por inundaciones de SINAPRED,2005.

Las afectaciones al proyecto por este tipo de amenazas pueden ser:

- Destrucción de camino de acceso a los sitios de las obras de las EBARs
- Afectación a viviendas situada en las proximidades de los cauces
- Obstrucción de los pozos de visita en el sistema de Alcantarillado sanitario por acumulación de residuos sólidos.
- Daño/colapso de la infraestructura del sistema de tratamiento y posible contaminación por desbordamiento de residuales crudas y lodos.
- Daños a estaciones de bombeo y socavación de las estructuras.
- Posible colapso de las tuberías.
- Suspensión de energía eléctrica, agua potable, telecomunicaciones, y sistema de control a distancia.

4.2.1.5 Amenaza Volcánica

El municipio se localiza en una zona con alto peligro volcánico, esto debido a que el volcán Apoyeque está ubicado en la península de Chiltepe en el noroeste de Managua. Se trata de un volcán tipo caldera con 2.5 km de diámetro que contiene una laguna y cuya actividad comenzó desde hace 25,000 y su última erupción mayor tuvo lugar hace 6,600 años, por lo tanto, aún se considera un volcán activo.

De acuerdo al visor de vulnerabilidades y amenazas de INETER, el tipo de erupción que puede presentarse en el lugar es una estromboliana fuerte, las cuales se caracterizan por ser explosivas. Un escenario de erupción explosiva del volcán Apoyeque, que produzca flujos piroclásticos, puede provocar destrucciones extremas en los alrededores del centro.

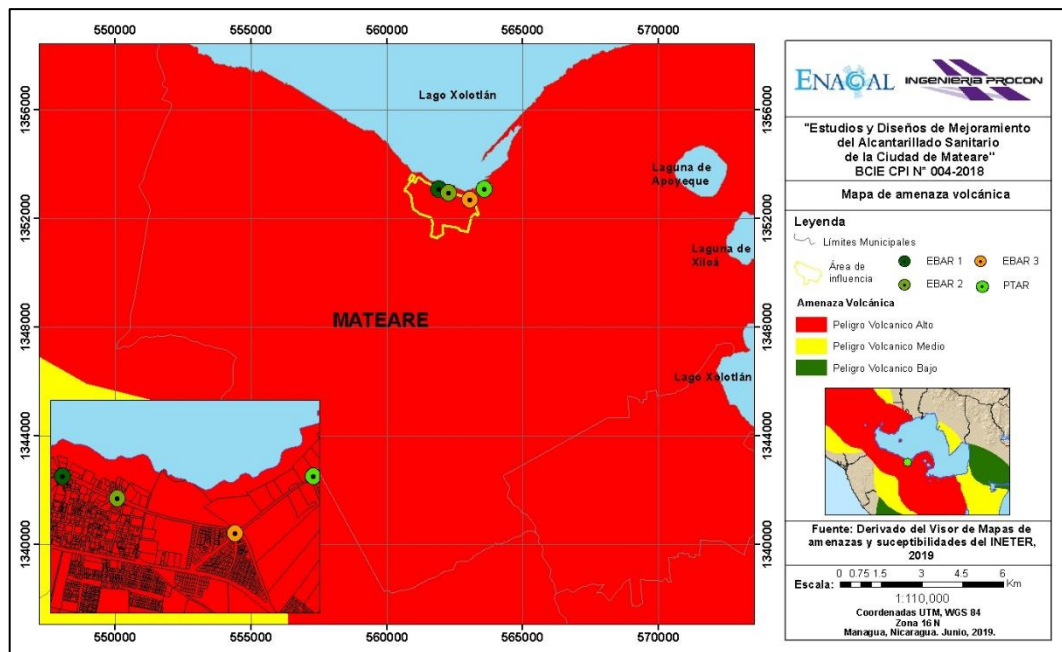


Figura 4. 7. Mapa de amenaza por amenaza volcánica

Fuente: Derivado del visor de mapas de amenazas y susceptibilidades de INETER, 2019

4.2.1.6 Amenaza Deslizamiento

Los deslizamientos afectan de manera localizada al municipio, a lo largo de la Sierra de Mateare, principalmente en la comarca de San Andrés de la Palanca y en varios puntos de la península de Chiltepe, sitios cercanos a los asentamientos Miraflores y A. Gonzáles.

Los efectos combinados de fuertes precipitaciones en terrenos blandos o en zonas de fallas o laderas volcánicas pueden convertir a algunos de estos fenómenos en potenciales desastres.

De acuerdo al documento de Plan de Ordenamiento Territorial (SINAPRED, 2005), el municipio se han identificado un alto número de deslizamientos con diferentes grados de actividad y amenaza asociados. Los sectores mayormente afectados son las laderas del volcán Apoyeque, debido a las características de los materiales que la componen, las fuertes pendientes y la deforestación, condiciones que incrementan su susceptibilidad a los deslizamientos. Así mismo, la franja a lo largo de la Sierra de Mateare en el sector de la comarca San Andrés de la Palanca, la deforestación, las fuertes pendientes, las precipitaciones o una posible actividad sísmica a lo largo de la falla de Mateare son factores que aumentan igualmente la susceptibilidad a deslizamientos.

Las tres estaciones de bombeo se ubican en sitios donde la amenaza de deslizamiento es baja, puesto que no se cuentan con pendientes que representen un riesgo. Así mismo, se encuentran alejadas de la zona del municipio donde existe amenaza alta ya que acá están presentes las mayores elevaciones y pendientes.

Cabe destacar que la ubicación de la PTAR se encuentra en un sitio donde la amenaza de deslizamiento es nula, puesto que está ubicada en una planicie.

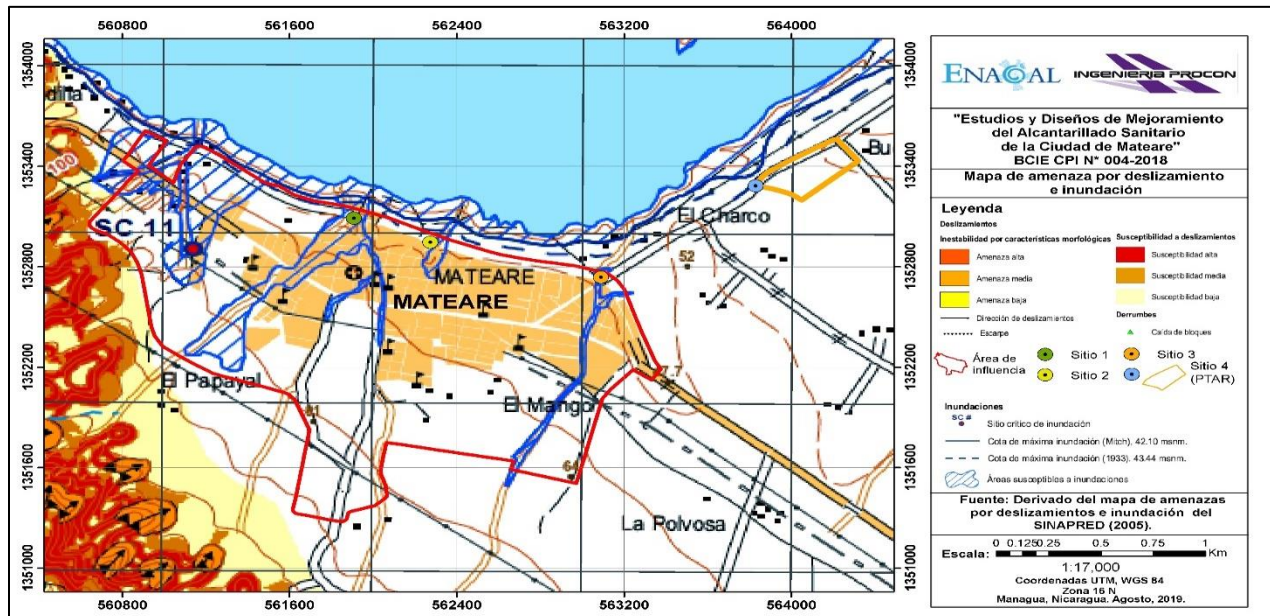


Figura 4. 8. Mapa de amenaza por deslizamiento

Fuente: Derivado del mapa de amenazas por actividad volcánica y sísmica de SINAPRED,2005

Los barrios donde se encontró tubería soterrada conciernen a: La Merced, Santa Fe, José Benito Escobar, Cerca del tanque Rosario Murillo, Javier Saballos, y Bendición de Dios, en las siguientes coordenadas UTM-WGS-84.

Tabla 4. 3 Barrios donde se localiza oleoducto de PUMA ENERGY

Barrios	Este	Norte	Elevación
La Merced	561369	1352450	96
Santa Fe	561518	1352557	77
Jose Benito Escobar	561562	1352522	78
Javier Saballos	562160	1352372	62
Bendición de Dios	562948	1352066	61
Tanque Rosario Murillo	564906	1350868	69

Entre otras amenazas de carácter antropogénico que fueron detectadas en la zona, se encuentran: Mal manejo de los desechos sólidos, incendios forestales, deforestación y contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En el caso de amenazas por incendios forestales se encuentran latentes, debido a que la población no ejecuta buenas prácticas agrícolas, e implementa generalmente la metodología de “tumba, roza y quema”, que incide directamente en la calidad del suelo, desencadenando procesos de desertificación, así como provocando deforestación.

El aumento de la agricultura genera la presencia de contaminantes inorgánicos en el suelo a causa de los químicos contenidos en los fertilizantes y pesticidas, especialmente nitrogenados, y estos alteran la relación Carbono, Nitrógeno provocando una ralentización en el proceso de descomposición de la materia orgánica, que a su vez influye en la fertilidad del suelo y la capacidad de infiltración del mismo.

El inadecuado manejo de los desechos sólidos es evidenciado con la presencia de botaderos ilegales y quema de basura en las periferias del casco urbano, que altera las propiedades del suelo y sus lixiviados se escurren por los cauces naturales hasta llegar a Lago Xolotlán.

La contaminación de los cuerpos de agua superficiales esta dada particularmente en los cauces naturales y el Lago Xolotlán, debido al arrastre de sedimentos y desechos sólidos a causa de malas prácticas de disposición final de los desechos sólidos por parte de la población, y el vertido directo de aguas grises procedentes de viviendas, por no contar con el servicio de alcantarillado sanitario.

De igual manera, el agua subterránea es afectada con el vertido de las aguas grises debido a que el suelo presente es del tipo andisol y su porosidad facilita la infiltración de los contaminantes hacia el manto acuífero.



Foto 4. 4 Quema de desechos en barrio Galiza 2. Coordenadas UTM 561443E-1352695



Foto 4. 3 Aguas grises escurriéndose sobre la calle



Foto 4. 5 Contaminación del Lago Xolotlán por arrastre de sedimentos y desechos sólidos

las afectaciones que puede ocasionar en la infraestructura, al personal operativo, población aledaña y la calidad ambiental del sitio.

4.3 Evaluación de Amenazas Naturales en el Sitio del Proyecto

La evaluación de la amenaza se basa en las observaciones durante el recorrido a los sitios de emplazamiento de las EBARs y PTAR, indicaciones de mapas elaborados por INETER, testimonio de los pobladores y análisis de la información existente.

Las amenazas de mayor incidencia e importancia en los sitios de emplazamiento son vulcanismo, sequía y sismos considerados como alta según ponderación de amenazas, seguido por inundaciones y huracanes como moderados y en un nivel bajo se encuentra deslizamiento de laderas.

Tabla 4. 4 Ponderación de amenazas en el sitio del Proyecto

Amenazas	Ponderación
	Ciudad Mateare
Sismos	8
Huracanes	5
Sequía	10
Inundaciones	6
Volcanes	10
Deslizamiento	5
Tsunami	0
PROMEDIO	7
PONDERACION	7

4.4 Conceptualización y metodología de análisis de riesgo físico general del municipio de Mateare

De acuerdo a la Guía para la reducción de la vulnerabilidad en Sistemas de agua potable y saneamiento, elaborada por INAA y COSUDE (2011), considera que el enfoque y marco conceptual en tema de las amenazas, vulnerabilidades, riesgos y desastres ha ido

evolucionando, desde un enfoque clásicamente de atención a la emergencia, hacia un enfoque de gestión integral de riesgos y desastres.

El tema de los desastres ha estado, por mucho tiempo, asociado a una serie de ideas o visiones; una visión o enfoque centrado en el desastre mismo, es decir en la serie de daños físicos, económicos y sociales producto de la ocurrencia de un evento, que requiere de acciones de atención y respuesta inmediata que permita superar la situación de desastre, haciendo un énfasis en los impactos de los desastres y no en las causas que los originan.

Los actores que se vinculan a los temas relacionados a planificación y atención de desastres son los Organismos Nacionales de Prevención, Mitigación y Atención de desastres de SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención a Desastres), Defensa Civil, Organismos de Socorro y Ayuda Humanitaria. También en consecuencia, a las políticas, intervenciones y acciones han estado dirigidas a la "Respuesta".

Lo antes expuesto, da lugar a que la Gestión de riesgos este dirigida a la transformación de las condiciones de riesgo preexistentes con la finalidad de reducir la ocurrencia de futuros desastres. La existencia de condiciones de riesgo, está determinado por la amenaza de que se presente un fenómeno peligroso de origen natural o humano, y por la existencia de condiciones de vulnerabilidad. Por tanto, es importante caracterizar y dimensionar las amenazas y además identificar, analizar y entender las condiciones de vulnerabilidad, con el fin de eliminar y disminuir la probabilidad de que ocurra un desastre.

Desde esta perspectiva, el riesgo que no logra ser identificado y manejado mediante acciones de prevención y mitigación, favorece o facilita la ocurrencia de desastres.

Para el Análisis de Amenazas de la ciudad de Mateare se utilizó la información oficial sobre la "Clasificación de los Municipios de Nicaragua por Amenazas Naturales" del INETER

4.5 Método utilizado para el análisis de Riesgo del Sitio

El Análisis de Riesgo está compuesto por el Análisis de la Amenaza y el Análisis de la Vulnerabilidad, con el fin de estimar los daños o las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento.

La evaluación de Amenazas permite predecir o pronosticar el comportamiento de los fenómenos naturales potencialmente dañinos o, en su defecto, tener una idea de la probabilidad de ocurrencia de dichos fenómenos para diferentes magnitudes. La evaluación de amenazas tiene 3 fases que son:

- Estimar la intensidad relativa del fenómeno (por ejemplo, la altura de agua durante una inundación, el potencial de daño de un fenómeno está relacionado a su intensidad)
- Estimar la Probabilidad o frecuencia de ocurrencia del fenómeno o desarrollo posible en el futuro (Cada cuantos años es posible que el fenómeno ocurra con iguales características)
- Identificación del nivel de amenaza (alto/ medio/ bajo)

Por otra parte, el proceso de **evaluación de la vulnerabilidad** determina el nivel de exposición y predisposición a daños y pérdidas, ante una amenaza específica. El análisis de vulnerabilidad de

los componentes del Sistema permitirá obtener un mapa de vulnerabilidad del Sistema, en los cuales se tendrán identificados los componentes más vulnerables y críticos.

La vulnerabilidad de un sistema alcantarillado sanitario se analiza desde 5 perspectivas o dimensiones de la vulnerabilidad global:

- **Física:** estimación de daños posibles en los componentes de la infraestructura debido a tres criterios: su nivel de exposición a las amenazas debido a su ubicación, la calidad de su construcción y de los materiales utilizados, y el potencial de daño que podría esperarse de ser afectado por un desastre.
- **Operativa:** valoración de la capacidad remanente para prestar el servicio de agua potable y/o alcantarillado. Deben analizarse tanto los componentes internos de la empresa que prestan soporte a las actividades de operación y mantenimiento.
- **Organizativa:** análisis que permite determinar la capacidad institucional y empresarial o administrativa de la comunidad, asociada a organización, experiencia y recursos en general. La organización de la empresa o institución es muchas veces el elemento más vulnerable al impacto de las amenazas, dada la poca preparación y capacitación existente para atender situaciones de emergencia.
- **Culturales y socioeconómicos:** de la comunidad a la cual se prestan los servicios, ya que el mal uso de los sistemas, la pobreza, niveles de escolaridad e inequidad de género contribuyen a su vulnerabilidad.
- **Ambiental:** datos sobre la microcuenca, calidad del agua, etc.

El último paso de la evaluación de riesgo, es valorar la probabilidad de daños: pérdidas de vidas humanas e infraestructura), en función del peligro amenazar y la vulnerabilidad de los componentes del sistema, para establecer medidas de Prevención, mitigación, preparación y emergencia para revertir el impacto de la amenaza sobre los componentes tanto en aspectos administrativos y operativos como físicos.

5. PRONÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL AL IMPLEMENTAR EL PROYECTO

En el presente informe de factibilidad del Proyecto "Estudios de Diseño y Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Mateare", se han identificado dos alternativas de plantas de tratamiento desde el punto de vista de la localización que corresponde al sitio 4, de acuerdo con los resultados observados en los cálculos y dimensionamiento de cada tren de tratamiento. Dichas alternativas han de garantizar que el efluente cumpla con los límites máximo permisibles establecidos en los Decretos 21-2017 y 77-2003 para su vertido al Lago Xolotlán.

En este acápite se describirán las dos alternativas de tratamiento y el pronóstico ambiental del proyecto de construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, considerando las alternativas.

Los procesos de tratamiento descritos y analizados para la ciudad de Mateare, se definen en cuatro etapas principales:

1. Tratamiento preliminar o pre tratamiento:

En esta primera etapa se hará la remoción de sólidos arenas y grasas, distribuyendo el caudal para la aplicación de los procesos de desarenado y desengrasado de tipo convencional, de manera que, no se consideran elementos electromecánicos de operación y medición de caudales de régimen crítico para distribuirlo en las obras de tratamiento primario.

El sistema de tratamiento preliminar consistirá en:

- a. Una caja de entrada de agua bruta, con su aliviadero de excesos
- b. Canal de entrada con rejillas automáticas (con abertura de 25-40 mm).
- c. Continuación del canal de entrada, con rejillas manuales gruesas y finas de acero inoxidable.
- d. Desarenador / Desengrasador, aireado con clarificador de arena.
- e. Tamiz fino, tipo rotativo con apertura de 3 mm
- f. Canaleta Parshall para la medición de caudales

2. Tratamiento primario

El tratamiento primario comprende procesos de sedimentación anaeróbica para la remoción de carga orgánica, para lo cual se proponen unidades lagunas anaerobias y reactores tipo UASB.

En esta fase se propone el tratamiento de lodos mediante el empleo de lechos de secado para evitar el empleo adicional de equipos mecánicos y facilitar los procesos de operación de la planta.

Debido a las altas cargas que soporta este tipo de unidad de tratamiento y a las eficiencias reducidas, se hace necesario un tratamiento posterior, generalmente por unidades de laguna facultativas en serie, para alcanzar el grado de tratamiento requerido.

3. Tratamiento secundario

En el tratamiento secundario se realiza la remoción de carga orgánica a niveles de concentración admitidos, considerando la separación de una porción de los coliformes fecales; para lograr ese objetivo se analizarán las alternativas de tratamiento con filtros percoladores, y lagunas facultativas secundarias.

4. Tratamiento terciario

El tratamiento terciario o de pulido incluye lagunas de maduración como desinfección con el objetivo de cumplir con las concentraciones de coliformes fecales establecidas en el Decreto 21-2017.

A continuación, se realizar una breve descripción de las diferentes alternativas a considerar para la planta de tratamiento que corresponden a:

Alternativa 1 Pretratamiento + Laguna anaerobia+ Laguna Facultativa+ Laguna de maduración+ emisario submarino

Esta alternativa consiste en una estación elevadora que impulsa el agua del PVS final de la colectora hacia el canal de ingreso y luego un pretratamiento conformado por un canal de criba seguido de desarenador y desengrasador, lagunas anaerobias en paralelo conectadas cada una a lagunas facultativas para reducir la carga orgánica que el tratamiento primario que no logró disminuir. Posteriormente, lagunas de maduración para el control de la carga bacteriana y obtener las concentraciones de coliformes requeridas para el vertido al cuerpo receptor.

Esta opción considera además un edificio para laboratorio, bodega y oficina, cuatro torres de vigilancia, una caseta de control, y lechos de secado para el manejo y tratamiento de los lodos.

La laguna de estabilización anaeróbica tendrá una profundidad propuesta de 5.0 m, una laguna de estabilización facultativa con baffles, con una profundidad de 1.5 m y una laguna de maduración, con baffles, con una profundidad de 1.1 m.

El área requerida para esta planta de tratamiento compuesta por el sistema de lagunaje corresponde a 100,623m².

Alternativa 3 Pretratamiento + UASB + Laguna de Maduración + emisario submarino

Después del sistema de tratamiento preliminar, este sistema de tratamiento de aguas residuales está conformado por tres trenes de tratamiento, donde cada tren consiste en dos reactores anaeróbico de flujo ascendente, UASB, con sus siglas en inglés, se ha pre dimensionado en un tamaño de 10 x 20 m y una profundidad de 5 m; una laguna de estabilización de maduración con baffles, de 1.1 m de profundidad

El área requerida para esta planta de tratamiento es de 64,667 m².

De acuerdo a los procesos descritos anteriormente, su coherencia y compatibilidad con las normas ambientales, en las alternativas propuestas se hace énfasis en tecnologías apropiadas en lo relativo a bajo costo de construcción y operación y con bajos requerimientos de equipos y maquinaria.

En tal sentido, se considera que el escenario ambiental con el proyecto de mejoramiento del AS de la ciudad de Materae, con cualquiera de las alternativas mencionadas, en las fases de construcción y operación de la PTAR son las siguientes:

5.1 Etapa de construcción

La ejecución del proyecto de construcción de una Planta de tratamiento de aguas residuales y su red de alcantarillado en la ciudad de Mateare, permitirá disminuir el proceso de degradación de los factores ambientales del área de influencia como: suelo, agua, aire, flora, fauna, Socioeconómico y paisaje; siempre y cuando se implementen medidas de prevención y mitigación de los impactos adversos.

En esta etapa del proyecto, la potencialidad de erosión del suelo y modificación de la estructura del suelo por cambios de topografía del terreno a causa de los movimientos de tierra y compactación del suelo con maquinaria pesada para la instalación de la infraestructura es inevitable, sin embargo, el impacto directo a ocasionarse es moderado, temporal y local debido a que concluye con la construcción total del proyecto.

La calidad del aire será afectada por la generación de ruido de la maquinaria de excavación y transporte pesado para la disposición de materiales de construcción, además de las emisiones de gases y partículas suspendidas, principalmente en las zonas de emplazamiento de las colectoras que se encuentran dentro de los diferentes barrios del casco urbano.

En cuanto a la posible afectación de la flora y fauna por efecto de las actividades de construcción de las EBARs y PTAR, es mínima debido a que la remoción de la cobertura vegetal en las colectoras es casi nula por encontrarse en inmersa en una zona poblada, y en sitio de la PTAR este se encuentra sin cobertura por ser área de pasto. La emigración de algunas especies de reptiles y aves será de carácter negativo, directo, localizado y reversible a mediano plazo a través de medidas de reforestación en el perímetro del terreno y áreas aledañas al proyecto.

Los impactos negativos sobre el paisaje son bajos debido a que los sitios propuestos de emplazamiento son áreas urbanizadas en el caso de las EBAR y en el caso de la PTAR esta no interfiere en vistas panorámicas.

El componente social presenta un impacto altamente positivo con la ejecución del proyecto asociado a la dinámica económica del área con de la demanda de bienes y servicios, así como la generación de empleos durante la construcción del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales, que incide directamente en la calidad de vida de la población. La incidencia de este impacto está vinculada directa e indirectamente con las compras y contrataciones que realizará el proyecto.

5.2 Etapa de funcionamiento

Durante la etapa de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales a emplazarse, se estiman mejoras en la calidad del ambiente, así como ascensos en los niveles de salud pública relacionada a un aumento en las condiciones higiénicas del entorno debido a la ausencia total del sistema de alcantarillado actualmente.

Con la operación de la PTAR, se espera reducir las charcas o estancamientos de agua frente a los domicilios, así como la disminución en la proliferación de vectores y generación de malos olores, dado que el proyecto "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Mateare" dará cobertura al tratamiento de los efluentes del 100% de los habitantes de la zona urbana del municipio.

La calidad del aire se verá alterada medianamente, por la generación de olores y emisión de gases de efecto invernadero, principalmente en los sistemas de lagunajes o sistemas anaerobios, donde típicamente existe producción de gas metano y ácido sulfhídrico. Asimismo, referente a la flora, se conseguirá la reforestación de zonas dentro del área de emplazamiento, lo que aumentará la cantidad y diversidad forestal, y contribuirá a recuperar parte de la fauna.

En esta etapa, se espera un mejoramiento significativo de la calidad del Lago Xolotlán a lo largo de 4 km de distancia que abarca el casco urbano de Mateare, dado que se dejarán de verter aguas residuales crudas provenientes de las viviendas a través de los cauces naturales, así como efluentes de calidad no aceptable, provenientes de las PTARs existentes. Se espera que el efluente final del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales, cumpla con los requisitos legales aplicables, con el fin de evitar el riesgo de sedimentación y eutrofización del cuerpo receptor.

El funcionamiento del proyecto contribuirá también a la generación de empleos permanentes, debido a que la planta requiere personal que le proporcione mantenimiento y que garantice el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas.

6. VALORACIÓN AMBIENTAL

A continuación, se realiza una evaluación de los impactos de las diferentes actividades del Proyecto en las etapas de Construcción, Operación y cierre del mismo, sobre los diferentes componentes ambientales.

La importancia de los impactos ambientales se evalúa, asumiendo que se implementarán las medidas de mitigación y de manejo ambiental.

6.1 Identificación y valoración de impactos ambientales

Son objeto de valoración ambiental las 2 alternativas de tratamiento siguientes:

- Alternativa 1: Pretratamiento + Laguna anaerobia+ laguna facultativa+ laguna de maduración + emisario submarino
- Alternativa 2: Pretratamiento + UASB + Laguna de Maduración + emisario submarino

La identificación de las actividades del proyecto ayuda a conocer el proceso de las acciones que se van a realizar durante las fases del mismo. Ello va a permitir conocer o determinar las consecuencias o efectos que ocasionarán la construcción y operación del proyecto sobre los parámetros medioambientales, y sus consecuencias posteriores sobre los diferentes factores afectados.

6.1.1 Principales Actividades

Las dos alternativas de factibilidad en estudio, involucran las siguientes actividades en las etapas de construcción, operación y eventual cierre.

6.1.1.1 Etapa de Construcción

- Tráfico de maquinaria pesada
- Instalación de infraestructura provisional (campamento, almacenamiento de materiales y equipos)
- Limpieza general y preparación de sitios de obra (remoción de cobertura vegetal, asfalto o adoquines)
- Movimiento de tierra, relleno, compactación y nivelación del terreno para la construcción de la nueva-PTAR, excavación por zanjos y perforaciones
- Construcción de Pozos de Visita Sanitarios (PVS)
- Construcción de Estación de Bombas de Aguas Residuales (EBAR)
- Colocación de tuberías, equipos e instalaciones de la Red de Alcantarillado Sanitario (RAS).
- Explotación de Banco de Préstamos

6.1.1.2 Etapa de Operación

- Retiro y disposición de sólidos de las unidades que conforman el pre tratamiento
- Tratamiento y disposición final de lodos
- Vertidos de aguas residuales tratadas al Lago Xolotlán.
- Mantenimiento de la PTAR, EBAR y RAS

6.1.1.3 Etapa de Cierre

- Demolición de las estructuras o edificaciones
- Labores de limpieza general del predio
- Retiro de equipos y maquinarias

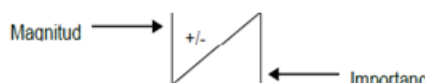
6.1.2 Metodología de valoración

Para realizar una valoración preliminar y brindar elementos para la selección de la alternativa de factibilidad, específicamente el tipo de PTAR y su correspondiente sitio, se identificó cada uno de los impactos ambientales de las 2 alternativas propuestas de tratamiento para las etapas de construcción, operación y cierre eventual del proyecto; y se estableció una valorización de tipo cualitativa y cuantitativa considerando la importancia y magnitud de los impactos; aplicando tres niveles de calificación que corresponden a una coloración de tipo semáforo, siendo la siguiente:

Tabla 6. 1 Interpretación del sistema de puntuación

Nivel	Rango de color	Interpretación
Nivel 1		Corresponde a una condición de mayor restricción ambiental de cada uno de los factores analizados. Alto Impacto.
Nivel 2		Corresponde a una valoración preventiva. Impacto Moderado
Nivel 3		Corresponde a una condición más favorable para construir la Planta. Bajo Impacto

Se utilizó una escala de valoración del 1 al 3 para la magnitud, siendo 1 una magnitud alta, 2 media y 3 baja. De igual forma, se indicó la importancia del impacto, es decir, el grado de intensidad o trascendencia de la acción impactante sobre un factor; usando una escala de valoración del 1 al 3 para la importancia, siendo 1 una importancia alta, 2 media y 3 baja.



Impacto positivo	+	Magnitud baja	3	Importancia baja	3
		Magnitud media	2	Importancia media	2
Impacto negativo	-	Magnitud alta	1	Importancia alta	1

$$I = 0.5 (Magnitud) + 0.5 (Importancia)$$

El calculo del impacto se calculo mediante un promedio de los valores asignados de la magnitud e importancia para obtener una puntuación del 1 al 3 que corresponden a un nivel de impacto según la coloración de tipo semáforo.

6.1.3 Valoración de impactos ambientales

El análisis ambiental en la etapa de factibilidad se ha realizado considerando los factores ambientales en el sitio de la PTAR y los distintos trenes de tratamiento, tomando en cuenta las dos alternativas mencionadas en el acápite 5. Las Tablas presentadas a continuación muestran los impactos ambientales identificados en cada etapa del proyecto, los componentes e indicadores ambientales, así como su valoración ambiental, que a su vez permite calcular el valor ponderado.

La valoración de las dos alternativas poseen una valoración ambiental 1.7 y 2.3, que corresponde a un impacto moderado (valoración 2), sin embargo, la alternativa 1 presenta algunas restricciones en cuanto a pérdida del suelo, cambio en el uso del uso, modificación de la potencialidad de erosión del suelo por cambios de la topografía del terreno, remoción de la capa vegetal por las actividades de construcción, disminución de la capacidad de infiltración del suelo, y modificación de estructuras del suelo por movimiento y compactación del terreno debido a la construcción del sistema de lagunajes que ocupa grandes extensiones de terreno.

Las dos alternativas deben considerar medidas de mitigación para la viabilidad de instalación de la PTAR, debido a que la mayoría de sus impactos son moderados.

Es importante destacar que, la generación de empleo es un impacto clave del desarrollo del proyecto de Ampliación del Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Mateare y la construcción de la PTAR; ya que habría un incremento en la demanda de mano de obra en la fase de construcción, lo que será un impacto positivo y beneficioso para la población del área de influencia del proyecto. También habrá una fuente de empleo indirecto debido a que se requerirá bienes y servicios. Este impacto se ha calificado como moderado, temporal y local en la etapa de construcción.

En cambio, en la fase de Operación y Mantenimiento, la generación de empleo está enfocada en las actividades de mantenimiento del sistema de pretratamiento y lagunaje, el cual es mínimo.

Otro de los impactos positivos de ambas alternativas está relacionada con la disminución de afectaciones a la salud de la población de Mateare debido a las mejoras en el servicio de alcantarillado y eliminación de vectores por el vertido de agua servidas sin tratamiento en calles, cunetas, y cauces.

Tabla 6. 2 Valoración ambiental de la alternativa 1

VALORACIÓN AMBIENTAL - ALTERNATIVA 1				
Pre tratamiento + Laguna Anaeróbica + Laguna Facultativa con Baffles + Laguna de Maduración				
Etapa	Componente Ambiental	Impacto Ambiental	Medio impactado	Valoración
Construcción	Características físicas y químicas del suelo	Pérdida del suelo; o cambio en el uso del uso donde se emplazará la nueva PTAR	Suelo	1
		Modificación de la potencialidad de erosión del suelo por cambios de la topografía del terreno, remoción de la capa vegetal por las actividades de construcción, en los sitios previstos para el emplazamiento de nuevas obras que conformarán el sistema de alcantarillado sanitario (EBAR, PTAR, PVS)	Suelo	1
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo.	Suelo	1
		Modificación de estructuras del suelo por movimiento y compactación del terreno	Suelo	1
		Generación de desechos sólidos por materiales de construcción y rehabilitación	Suelo	1
	Calidad del aire	Alteración a la Calidad del aire por generación de ruido por el uso de maquinaria de excavación, vehículos que transporta materiales en la etapa de construcción	aire	1
		Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PTS) de los motores de combustión interna, debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles.	aire	1
	Calidad del agua superficial	Alteración de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos, desechos sólidos y líquidos durante la ampliación del alcantarillado y construcción de la PTAR	agua	2
	Factores culturales	Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras en construcción, transporte de materiales y equipos.	social	2
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo en la ciudad	socioeconómico	2
		Alteración paisajística del entorno	Paisaje	3
	Operación	Calidad del aire	Mejora en la calidad del aire por la disminución de olores proveniente de las aguas residuales crudas vertidas en los predios, calles y cauces del casco urbano de la ciudad de Mateare	aire
Alteración de la calidad del aire por la generación de olores producto de las estaciones de bombeo, sistemas de lagunajes, o sistemas anaerobios			aire	1
Riesgo de contaminación del aire por malos olores ante eventuales fallas del STAR, EBAR y RAS			aire	1
Factores culturales		Disminución de las enfermedades causadas por el vertido de aguas residuales contaminadas de microorganismos (malaria, dengue, diarreas, tifoidea, etc.) hacia cuerpos receptores superficiales	socioeconómico	3
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo en la fase de operación y mantenimiento	socioeconómico	2
Calidad de agua superficial y subterránea		Alteración de la calidad de agua por vertido de agua residual de la PTAR al cuerpo receptor	agua	3
		Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por disposición de desechos sólidos y lodos generados en las PTARS	agua	2
Características físicas y químicas del suelo		Riesgo de contaminación de suelo por manejo inadecuado de lodos generados en la nueva PTAR	Suelo	1
		Riesgo de contaminación del suelo ante eventuales manejo inadecuado de los lodos a retirar de las lagunas anaerobias y facultativas.	Suelo	1
		Contaminación del suelo por sustancias peligrosas y no peligrosas	Suelo	3
	Contaminación al suelo por disposición de desechos líquidos y sólidos generados en la operación y mantenimiento del STAR	Suelo	2	
Cierre	Características físicas y químicas del suelo	Pérdida de suelo por remoción de escombros con maquinaria pesada en la demolición de las estructuras del STAR	Suelo	1
		Modificación de la potencialidad de erosión del suelo	Suelo	1
		Alteración de la escorrentía superficial del terreno	Suelo	2
	Calidad de aire	Alteración a la Calidad del aire por generación de ruido por el uso de maquinaria de excavación, compactación y traslado de escombros	aire	2
		Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PST) de los motores de combustión interna	aire	2
	Factores culturales	Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	Social	2
	Condiciones biológicas	Modificación de la cobertura vegetal	Flora	2
VALORACIÓN AMBIENTAL				1.7

Tabla 6. 3. Valoración ambiental de la Alternativa 2

VALORACIÓN AMBIENTAL - ALTERNATIVA 2				
Pre tratamiento + UASB + Laguna de Maduración				
Etapa	Componente Ambiental	Impacto Ambiental	Medio impactado	Valoración
Construcción	Características físicas y químicas del suelo	Pérdida del suelo; o cambio en el uso del uso donde se emplazará la nueva PTAR	Suelo	2
		Modificación de la potencialidad de erosión del suelo por cambios de la topografía del terreno, ruptura de la capa vegetal por las actividades de construcción	Suelo	2
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo.	Suelo	2
		Modificación de estructuras del suelo por movimiento y compactación del terreno.	Suelo	2
	Calidad del aire	Contaminación al suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura.	Suelo	2
		Alteración a la Calidad del aire por generación de ruido por el uso de maquinaria de excavación, vehículos que transporta materiales en la etapa de construcción	aire	2
	Calidad del agua superficial	Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PTS) de los motores de combustión interna, debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles.	aire	2
		Alteración de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos, desechos sólidos y líquidos durante la ampliación del alcantarillado y construcción de la PTAR	agua	2
	Factores culturales	Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras en construcción, transporte de materiales y equipos.	social	2
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo	socioeconómico	2
		Afectaciones al paisaje por cambio de uso de suelo.	Paisaje	2
	Condiciones biológicas	Modificación de la potencialidad de erosión del suelo por cambios de la topografía del terreno, remoción de la capa vegetal por las actividades de construcción, en los sitios previstos para el emplazamiento de nuevas obras que conformarán el sistema de alcantarillado sanitario (EBAR, PTAR, PVS)	Flora	2
		Disminución de la fauna por destrucción del hábitat y depredación de la misma por parte de los trabajadores durante las obras	Fauna	2
Operación	Calidad del aire	Mejora en la calidad del aire por la disminución de olores proveniente de las aguas residuales crudas vertidas en los predios, calles y cauces del casco urbano de la ciudad de Mateare	aire	3
		Alteración de la calidad del aire por la generación de olores producto de los sistemas anaerobios	aire	2
		Riesgo de contaminación del aire por malos olores ante eventuales fallas del STAR, EBAR y RAS	aire	3
	Factores culturales	Disminución de las enfermedades causadas por el vertido de aguas residuales contaminadas de microorganismos (malaria, dengue, diarreas, tifoidea, etc.) hacia cuerpos receptores superficiales	socioeconómico	3
		Mejoras en las condiciones de vida por la generación de empleo en la fase de operación y mantenimiento	socioeconómico	2
	Calidad de agua superficial y subterránea	Alteración de la calidad de agua por vertido de agua residual de la PTAR al cuerpo receptor	agua	3
		Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por disposición de desechos sólidos y lodos generados en las PTARS	agua	3
	Características físicas y químicas del suelo	Riesgo de contaminación de suelo por manejo inadecuado de lodos generados en la nueva PTAR	Suelo	3
		Contaminación del suelo por sustancias peligrosas y no peligrosas	Suelo	2
		Contaminación al suelo por disposición de desechos líquidos y sólidos generados en la operación y mantenimiento del STAR	Suelo	2
Cierre	Características físicas y químicas del suelo	Pérdida de suelo por remoción de escombros con maquinaria pesada en la demolición de las estructuras del STAR	Suelo	2
		Modificación de la potencialidad de erosión del suelo	Suelo	3
		Alteración de la escorrentía superficial del terreno	Suelo	3
	Calidad de aire	Alteración a la Calidad del aire por generación de ruido por el uso de maquinaria de excavación, compactación y traslado de escombros	aire	2
		Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PST) de los motores de combustión interna	aire	2
	Factores culturales	Afectación a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado	Social	2
	Condiciones biológicas	Recuperación de la cobertura vegetal	Flora	3
	VALORACIÓN AMBIENTAL			

6.2 Histograma de evaluación de emplazamiento

Se han identificado 3 posibles sitios para el emplazamiento de estaciones de bombeo (EBAR) y un sitio para la nueva PTAR, tomando en cuenta aspectos como: Distancia de los asentamientos aledaños al sitio, vías de acceso, número de viviendas, servicios básicos, uso actual del suelo, pendientes, caracterización geológica e hidrogeológica, manejo de aguas residuales domésticas y excretas, y proximidad de los sitios con respecto al punto de descarga. A continuación, se describen los posibles sitios de emplazamiento de las EBARs y PTAR para su posterior evaluación, y selección del sitio más idóneo para la ejecución del proyecto.

6.2.1 Sitio 1 (EBAR 1)

El sitio cuenta se encuentra ubicado en las coordenadas UTM WGS-84 561909 E 1353089 N a 54msnm. Posee una topografía casi plana con pendientes menores al 5% y suelos de textura arenosa con presencia de vidrios volcánicos.

La zona es de fácil acceso, ya que existe camino para llegar al sitio. Dicho sitio se encuentra al norte del sector 2 del casco urbano de mateare. El 98.91% de las viviendas en el casco urbano cuenta con el servicio de energía eléctrica; Así mismo cuenta con servicio de agua potable cuya cobertura de aproximadamente el 78% de la población.



Foto 6. 1 Camino de tierra, vía de acceso al sitio propuesto para EBAR 1

Esta área colinda al norte con el Lago de Managua, el cual se encuentra a una distancia de 83 m del sitio. Al sur se encuentra el barrio Mario José Rojas ubicado en el sector 2 de Mateare, al oeste a 60 metros colinda con viviendas que son parte del barrio Álvaro Alemán del Sector 1 y al este a 40 metros con viviendas que son parte del barrio Mario José Rojas.

La cobertura vegetal in situ corresponde a arbustos, y árboles (jocote, jícaro, neem, mamón y tigüilote). El tipo de suelo predominante en el sitio es andisol, que son suelos porosos de alta capacidad de infiltración, son suelos aptos para cultivos como el maíz, algodón, ajonjolí, cacao, entre otros.

De acuerdo al documento Diagnóstico Ambiental del Proyecto, los niveles piezométricos varían entre los 20 y los 40 m, por otro lado, los valores de transmisividad presentados están en el rango de los 130 m²/d a los 2200 m²/d, con un valor promedio de 580 m²/d.

La dirección del viento es de Este a Oeste, de manera que, las viviendas del barrio Mario José Rojas localizadas al oeste del sitio, podrían ser afectadas por malos olores. No obstante, no existen más de 10 viviendas al menos a 100 metros en dirección oeste, para lo cual se propondrán medidas de mitigación.

En el casco urbano atraviesa un oleoducto de petróleo crudo que se encuentra a una profundidad de aproximadamente 2 metros, y que, por sus características de contaminante, en casos de derrames o perforaciones puede degradar los cuerpos receptores. El punto más cercano al sitio, está en el Barrio José Benito escobar a 650 metros. Un derrame aguas arriba provocaría una afectación debido a los suelos son porosos con alta capacidad de infiltrar agua al manto acuífero, así como la topografía que favorece el transporte de los contaminantes a los puntos más bajos.

En el sitio los pobladores han optado por excavar surcos frente a sus hogares, para la conducción de sus aguas grises debido a que se carece de sistema de alcantarillado y revestimiento de las vías públicas. Esto conlleva a la formación de charcas y proliferación de vectores, (ver Foto 6.3).

La población no es atendida con el servicio de recolección de basura debido a que las calles no son aptas para el ingreso del vehículo de recolección, lo que conlleva a la incorrecta disposición de los residuos como se observa en la Foto 6.4



Foto 6. 2 Rótulo de seguridad del Oleoducto de Puma en el sector Sur de la ciudad



Foto 6. 3 Aguas grises que drenan y descargan al sitio propuesto



Foto 6. 4 Incorrecta disposición de residuos por falta del servicio de recolección

El área evaluada está directamente amenazada por inundaciones debido a las crecidas del Lago Xolotlán y al desbordamiento de cauces; sobre todo con eventos de carácter excepcional como fue el caso del huracán Mitch.

La evaluación ambiental del emplazamiento dio un valor de 2.07 lo que indica un riesgo intermedio del proyecto con limitaciones ambientales principalmente en los componentes de amenazas siconaturales y vulnerabilidad física.

Este sitio no cumple algunos criterios de la NTON 05 027-05 en cuanto a la ubicación del terreno, ya que es un área inundable, el nivel freático (20m) es menor de 50 m, hay pozos de abastecimiento de agua potable a menos de 100 m del sitio, y viviendas a menos de 50 m.

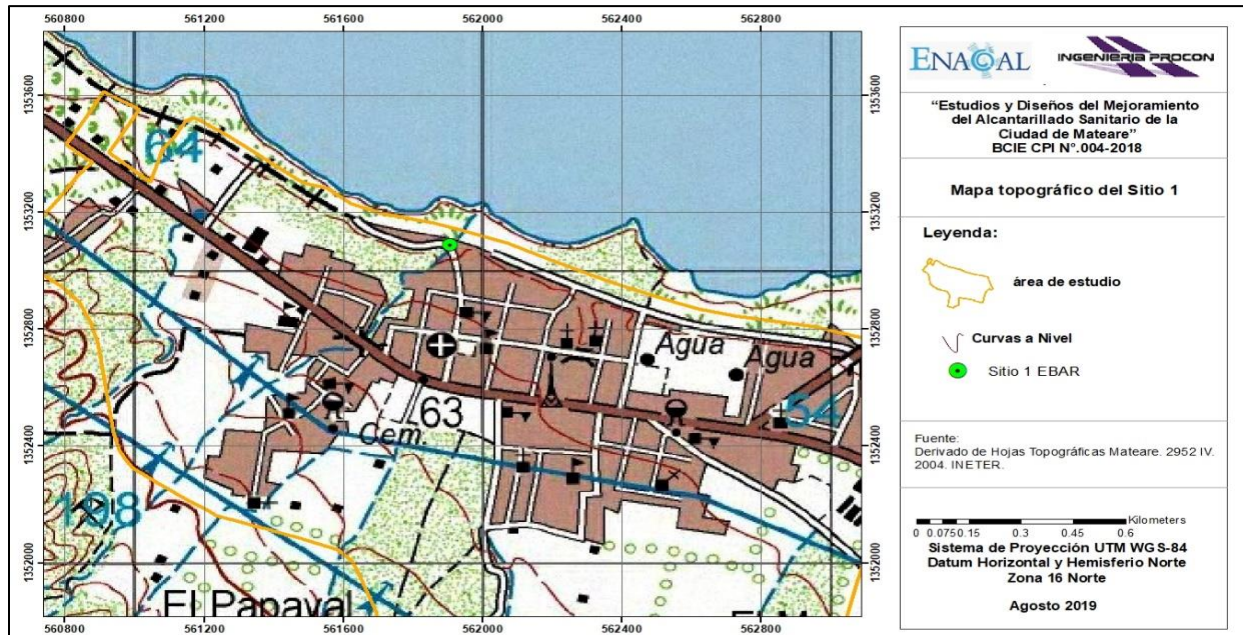


Figura 6. 1. Mapa topográfico del Sitio 1

6.2.2 Sitio 2 (EBAR 2)

El sitio 2 se encuentra ubicado al norte del barrio Guadalupe Ruiz en el sector 2 del casco urbano de mateare, en las coordenadas UTM WGS-84 562275 E 1352945 N a 54 msnm. La topografía del sitio es casi plana con pendientes menores al 5% y suelos de textura arenosa con presencia de vidrios volcánicos.

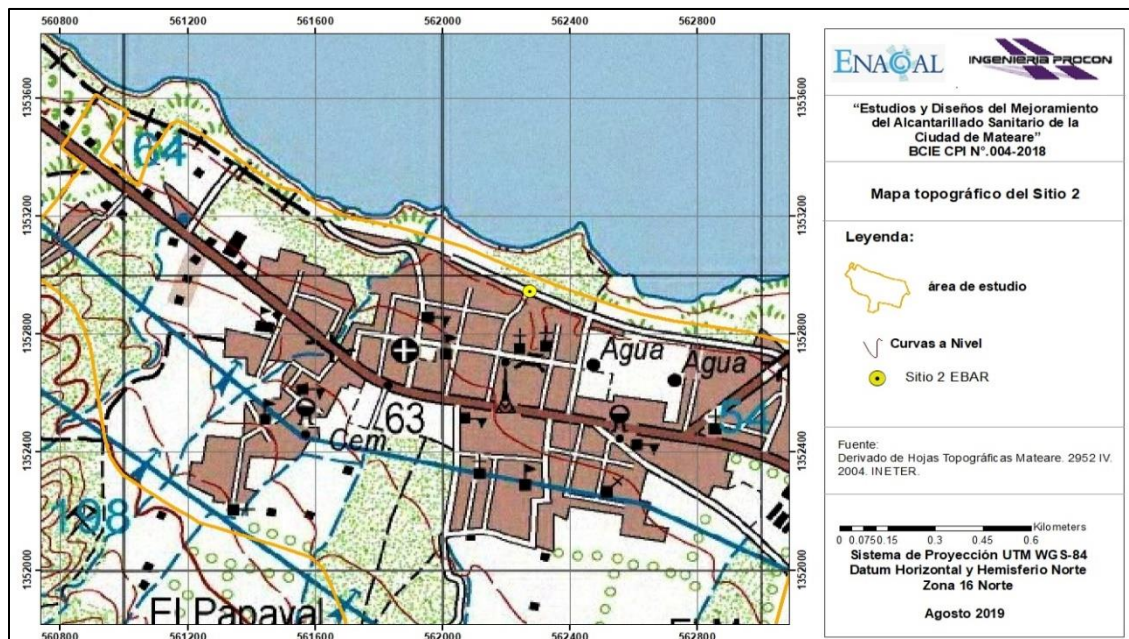


Figura 6. 2. Mapa topográfico del Sitio 2

Se cuenta con fácil acceso al punto, ya que existe un camino de tierra que correspondía a una estación intermedia y estaban las vías férreas.

Esta área colinda al norte con el Lago de Managua, ubicado a una distancia de 220 m del sitio. Al sur con las viviendas del barrio Guadalupe Ruiz, al oeste a 30 metros colinda con viviendas que son parte de los barrios Guadalupe Ruiz y Julio Buitrago; y en dirección este hay cobertura vegetal.

La cobertura vegetal in situ corresponde a arbustos, y árboles (neem, mamón, mango, laurel, jícara, y guayaba), que se encuentra a orillas de las vías o en los jardines de las viviendas.



Foto 6. 5 Antiguas Vías férreas

Al igual que el sitio 1, los niveles piezométricos varían entre los 20 a los 40 m y los valores de transmisividad presentados están en el rango de los 130 m²/d a los 2200 m²/d. Existen alrededor de 15 pozos de excavados para uso doméstico en un radio de 220 m, donde los niveles estáticos del agua (NEA) varían de 1.92 m a 6 m. Se adjunta inventario de pozos (Anexo 1).

Como se mencionó anteriormente en el sitio 1, los vientos van de este al oeste del sitio, donde se presentan viviendas de los barrios Julio Buitrago y Guadalupe Ruiz. A pesar de la ubicación, la cantidad de viviendas no sobrepasa las 3 casas en al menos 100 metros en esa dirección, por lo cual los olores transportados por los vientos no causarían mayores afectaciones.

En cuanto al acceso de los servicios básicos, el área cuenta con red de electrificación, y fuente de agua de la red de ENACAL para consumo humano.

El área evaluada está directamente amenazada por inundaciones debido a que el lago se encuentra cerca del sitio, es decir, que este sitio puede llegar a ser afectado, sobre todo con eventos de carácter excepcional como fue el caso del huracán Mitch. Otro aspecto que se evaluó en este punto es la afectación al sitio turístico conocido como Paseo Peatonal Antigua Estación Ferrocarril, que se muestra en la Foto 6.6 y está situado a menos de diez metros donde se emplazaría la EBAR 2. Este sitio sería afectado por la generación de malos olores debido a que se encuentra en dirección oeste del viento.



Foto 6. 6 Zona Turística conocida como Paseo Petonal posiblemente afectada.

La evaluación ambiental del emplazamiento en este sitio dio un valor de 2.03 lo que indica que el sitio evaluado posee un factor de riesgo intermedio a desastres y/o deterioro de la calidad ambiental para las cuales se deben proponer medidas de mitigación. Por otro lado, de acuerdo a la NTON 05 027 05, el sitio no cumple con criterios de ubicación por encontrarse en un área inundable, el nivel freático menor a 50 m, viviendas a menos de 50 m, además hay pozos para consumo doméstico a menos de 100 m del sitio. Por ello se propone medidas de mitigación para disminuir el riesgo a desastres por el emplazamiento de la EBAR 2 en este sitio.

6.2.3 Sitio 3 (EBAR 3)

Este sitio se encuentra ubicado en las coordenadas UTM-WGS 84, 563091E-1352737N al noreste de la ciudad de Mateare, en el barrio conocido como Roberto Alvarado, y 400m de la carretera principal; con una elevación de 55 msnm, (ver Figura 6.3).

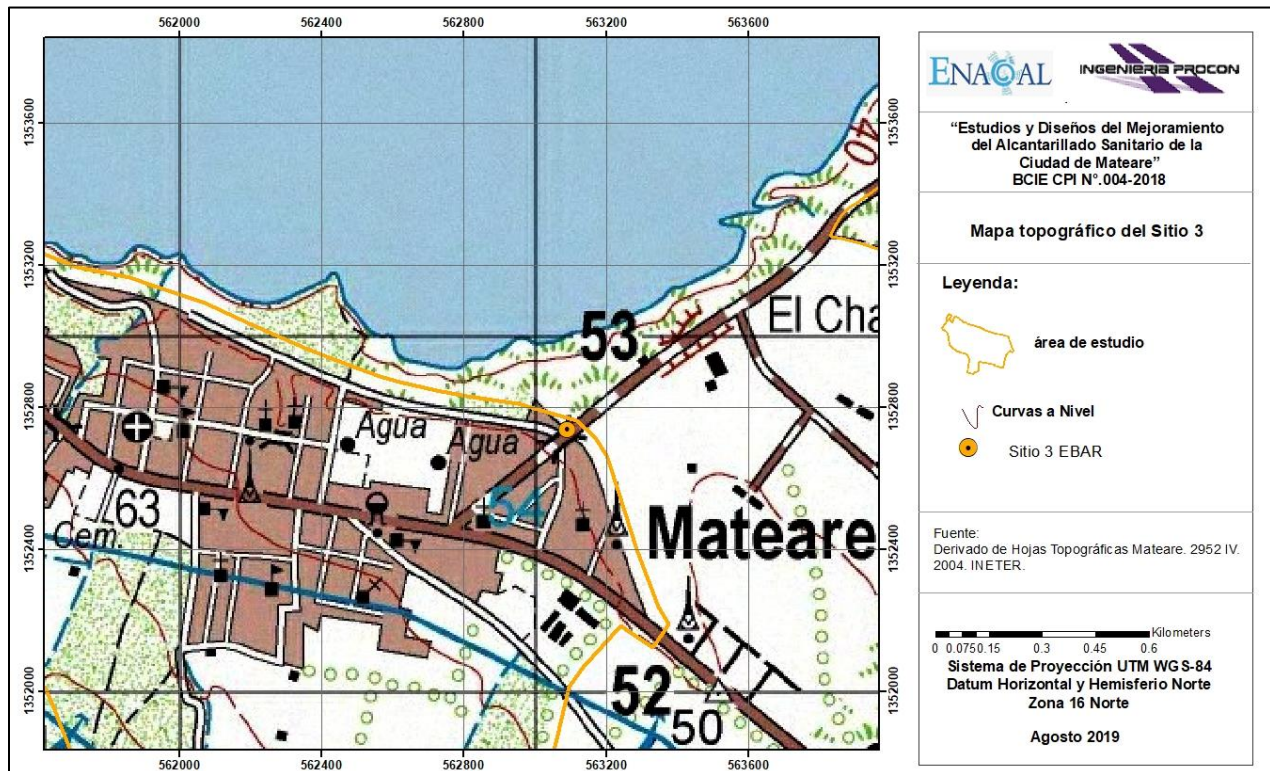


Figura 6. 3. Mapa Topográfico del Sitio 3

El sitio propuesto para la EBAR 3 se encuentra inmerso en el barrio antes mencionado, a menos de 15m del puente donde desemboca uno de los cauces que atraviesa el sector sureste de la ciudad; desde el Barrio Bendición de Dios. De manera que, este sitio es vulnerable a inundaciones lo cual coincide con el resultado de la evaluación de emplazamiento que presenta un valor de 1.99 que es considerado como una situación riesgosa ante desastre y con limitaciones ambientales.

En cuanto a las vías de acceso al sitio, existe una sola calle adoquinada, que finaliza hasta el puente antes mencionado. Los asentamientos cuentan con un 100% de cobertura de energía eléctrica, y alumbrado público, así como medidores de consumo energético y agua potable de la red de ENACAL.



Foto 6. 7 Red de energía eléctrica con medidores.



Foto 6. 9 Puente Vehicular en Barrio Roberto Alvarado



Foto 6. 8 Cauce desde Bendición de Dios - Roberto Alvarado

La vegetación observada en los alrededores del sitio 3 es escasa, encontrándose franjas de plantas ornamentales, y algunos árboles forestales alrededor del cauce y jardines de las viviendas. En el área a emplazarse la EBAR 3 que corresponde a una extensión de 788.55 m², los arboles presentes corresponden a Guanacaste (3), cítricos (4 limón), Acacia (1), Genizaro (1), aceituno (1) y Neem (3). De manera que, se deberá contemplar la reposición de los árboles a cortarse en el emplazamiento e incluir medidas de protección y mitigación por ser un área de riesgo ante inundaciones con el objetivo de proteger la colectora donde convergerán la totalidad de las aguas de la ciudad para bombear a la planta de tratamiento de aguas residuales.

6.2.4 Sitio 4 (PTAR)

El sitio propuesto de emplazamiento de la nueva planta de tratamiento se ubica a 930 m del sitio 3 (EBAR 3), específicamente en las coordenadas UTM WGS-84, 563830E-1353282N a 41 msnm, sin embargo, las alturas varían desde los 51 msnm hasta los 41 msnm. Esta propiedad se encuentra cercana a un terreno de la Alcaldía de Mateare, que estaba prevista por la institución para establecimiento de una PTAR, que fue descartada por su cercanía al lago y presentar una forma ondulada, vulnerable a inundaciones.

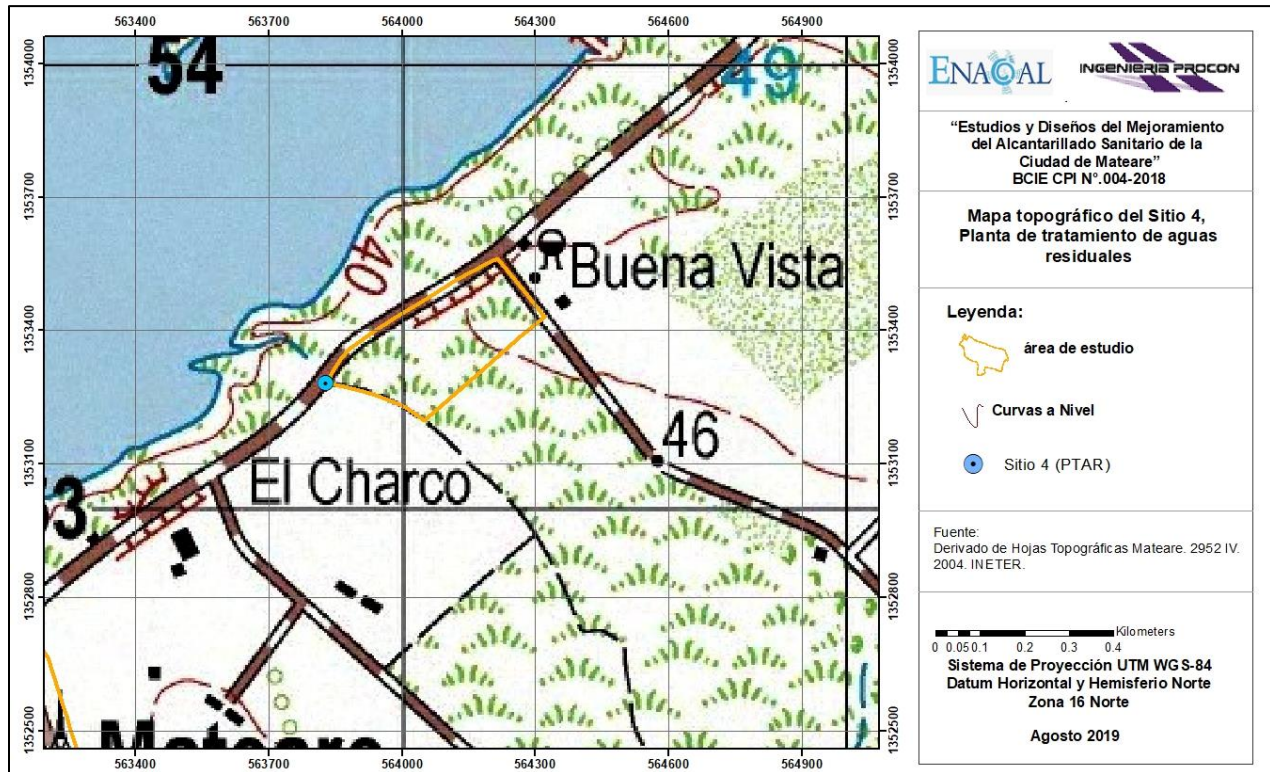


Figura 6. 4. Mapa Topográfico del Sitio de PTAR

El área propuesta por el grupo consultor de INGENIERIA PROCON y ENACAL denominado Sitio 4, es una propiedad privada con una extensión de 84216.6 m², que presenta una pendiente plana a ondulada, actualmente usada para potreros y pasto. El sitio es conocido como El Charco.

Los servicios básicos que se observaron in situ corresponde a red de energía eléctrica.



Foto 6. 11 àrea propuesta para emplazar PTAR



Foto 6. 10 Vía de acceso al sitio de emplazamiento de la PTAR



Foto 6. 12 Vista Panorámica del sitio de emplazamiento de la PTAR hacia cuerpo receptor

Al igual que los sitios 2 y 3, los niveles piezométricos varían entre los 20 a los 40 m y los valores de transmisividad presentados están en el rango de los 130 m²/d a los 2200 m²/d. Los niveles estáticos del agua (NEA) se encuentran entre 11 a 15 m según los únicos dos pozos inventariados en la zona a una distancia de 50 y 150m del predio respectivamente, de los cuales solamente uno (01) es para consumo doméstico y el otro es para abastecimiento del ganado.

De acuerdo a la evaluación de histograma de emplazamiento, este sitio presenta riesgos intermedios a desastres y/o deterioro de la calidad ambiental para las cuales se deben proponer medidas de mitigación; debido a que se encuentra a una distancia no mayor a 200m de lago que será el sitio de descarga de vertido.

La selección y evaluación de los sitios se realizó aplicando las dos herramientas de análisis que se mencionan a continuación:

6.2.5 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para regular los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales y su Reúso (NTON 05 027-05).

Los criterios aplicados son:

1. Pozos individuales de agua para consumo doméstico a una distancia mayor a 200 m
2. Ubicación de acuerdo a los planes de desarrollo urbano de la Municipalidad
3. El terreno donde se construya no debe ser un área inundable
4. Presentar pendiente menor de 5%
5. Ubicación a Sotavento de cualquier actividad que involucre a la población
6. Lindero de propiedad mayor de 10 m
7. Viviendas o zonas pobladas mayor de 50 m
8. Nivel freático mayor de 50 m
9. La distancia mínima del campo de pozos de abastecimiento de agua potable debe ser de un radio de 1,000 m al pozo más cercano

6.2.6 Histograma de emplazamiento

Para el análisis ambiental de los diferentes componentes ambientales de los sitios propuestos, se aplicó el histograma de evaluación del emplazamiento, utilizando como herramienta base el manual para la evaluación de Riesgo del emplazamiento y medio construido de la Cooperación Suiza (COSUDE) y el Programa de Las Naciones Unidas (PNUD). Las Variables seleccionadas para la Evaluación Ambiental son las expuestas en la Tabla siguiente:

Tabla 6. 4 Variables por componente a ser evaluado

Componente	Variable	Escala de Puntajes		
		1	2	3
Clima	Orientación del viento	E=Situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles	E=Situaciones intermedias de riesgos, con limitaciones para el tipo de proyectos	E= Situaciones libres de todo tipo de riesgo y compatibles ambientalmente
	Precipitación			
	Confort Higrotérmico			
Geología/Suelo	Sismicidad	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Usos del suelo			
	Deslizamiento			
	Vulcanismo			
Hidrología	Rangos de pendiente	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Hidrología superficial			
	Hidrología subterránea			
Geomorfología y cuenca	Lagos, lagunas y embalses	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Zona de Amenazas			
	Lagos, lagunas, zonas inundables			
	Deslizamientos aguas arriba			
	Forma del terreno			
Amenazas socio naturales	Zona frágiles	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Inundación Pluvial			
	Flujos de Lodo			
Ecosistemas	Movimiento de Laderas	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Especies forestales			
	Especies faunísticas			
Vulnerabilidad física	Áreas protegidas	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Ante inundaciones			
	Ante deslizamiento y fallas de talud			
	Ante Vientos			
	Estructural			
Interacción (contaminación)	Seguridad	P= Mínima importancia	P= Importancia media	P= Máxima importancia
	Áreas agrícolas			
	Líneas eléctricas de alta tensión			
	Peligro de explosión e incendios			

Componente	Variable	Escala de Puntajes		
		1	2	3
Medio construido	Acceso al sitio			
	Área comunales			
	Servicios básicos			
Componente Social e Institucional	Conflictos Territoriales			
	Seguridad Ciudadana			
	Marco Jurídico			

La ponderación de los componentes a evaluarse para los tres sitios se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VALOR TOTAL} = ((\sum(1-3) (E \times P \times F)) / (\sum(1-3)(P \times F)))$$

Donde:

E: Escala o evaluación a la exposición de las diferentes amenazas, que representan situaciones de riesgo.

P: Peso o importancia del problema,

F: Frecuencia o cantidad de veces que en el histograma se obtiene la misma evaluación o escala

6.2.7 Evaluación de Emplazamiento de la nueva PTAR

La evaluación de las variables ambientales indicadas en el Apartado 3.1.2, son expuestas en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5 Resultados de la evaluación ambiental

Nombre	Resultado de la evaluación
Sitio 1	2.07
Sitio 2	2.03
Sitio 3	1.99
Sitio 4	2.30

A partir de los resultados, se identifica que 3 sitios están en el rango de valores de 2. a 2.30, indicando que los sitios evaluados poseen un factor de riesgo medio a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental con limitaciones para el tipo de proyecto. En cuanto al sitio 3 la evaluación indica que presente una situación más riesgosa, debido a que se encuentra cercano al cauce natural. Por consiguiente, la nueva PTAR se puede emplazar en el sitio seleccionado, en base a esta evaluación; por el contrario, de la EBAR 3 que deberá establecerse medidas de mitigación y/o prevención ante inundaciones.

En el Anexo 2, se muestran los histogramas de evaluación del emplazamiento ambiental correspondiente a cada sitio en estudio.

6.2.8 Evaluación según NTON 05 027 05

Haciendo uso de los criterios establecidos en la NTON 05 027 05, se ha evaluado cada uno de los 4 sitios identificados como potenciales para el emplazamiento de las tres EBAR y la PTAR. En la Tabla 6.6, se muestra la evaluación de cada sitio.

6.3 Selección del sitio para el emplazamiento de la nueva PTAR

A través de las evaluaciones realizadas, se concluye que el sitio 3 presenta la desventaja de localizarse muy cercano a una zona de densidad urbana alta (según el Mapa de Densidades Permitidas del SINAPRED). Además, la distancia del vertido final al cuerpo receptor (Lago Xolotlán) es de aproximadamente 80 m.

El sitio 2, tiene como finalidad el disponer de un área que permita reducir o eliminar la proyección de estaciones de bombeo para aquellos sectores de la ciudad que por su posición topográfica respecto a la nueva PTAR sea antieconómico conducir por gravedad los flujos generados por estos grupos poblacionales.

El sitio 4 se considera viable para emplazar la PTAR debido a que la densidad poblacional en dicho sector es baja, presenta una pendiente no mayor a 5% pero en una zona cuyo riesgo de inundación es más bajo por presentar mayor altura al nivel del Lago Xolotlán.

Por lo anterior, se concluye que el sitio 4 es el lugar ideal para emplazar la nueva PTAR dada las ventajas expuestas, por presentar facilidades a posibles expansiones futuras que estas infraestructuras puedan requerir, y a estar distante de la tendencia de crecimiento urbano.

Tabla 6. 6 Evaluación de los posibles sitios para el emplazamiento y construcción de la nueva PTAR

Sitio	Características		Criterios establecidos en la NTON 05 027- 05:							Evaluación Emplazamiento o Ambiental	Distancia del sitio de vertido (m)
	Elevación	Área	Pozos > 200 m	Plan desarrollo municipal	Pendiente < 5%	Dirección del viento	Lindero > 10 m	Cantidad de viviendas	Nf		
	(msnm)	(Ha)						a > 50 m	> 50 m		
EBAR 1	54		No	Parte de zonificación urbana. sobre vías pública	Si (2%)	EO	No	50	No	2.07	83
EBAR 2	54		No	Parte de zonificación urbana. Sobre vías públicas	Sí (2%)	EO	No	22	No	2.03	220
EBAR 3	45	0.078	No	Parte de zonificación urbana.	Sí (2%)	EO	No		No	1.99	387
PTAR	41	8.42	No	Densidad urbana alta	Si (2%)	EO	Si	1	No	2.30	200

Tomando en cuenta que el Sitio 4 es el área seleccionada para la construcción de una nueva Planta de Tratamiento, y el vertido del efluente final será descargado al Lago Xolotlán, se deberá garantizar el cumplimiento de los parámetros establecidos establecidos en el Art. 7 del **Decreto 77-2003, establecimiento de las disposiciones que regulan las descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento en el lago Xolotlán**, publicado en La Gaceta Diario Oficial No 218 del 17 de Noviembre del 2003.

Además, se debe cumplir con los Artículos 24 y 25 del **Decreto 21-2017, Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales**, publicado en La Gaceta Diario Oficial No. 229, del 30 de noviembre de 2017. Esto debido a que el Lago Xolotlán es vulnerable a problemas de sedimentación, degradación de la calidad de agua a causa de aumento de la carga orgánica y reducción de su disponibilidad de oxígeno por los numerosos focos de contaminación.

Los valores o rangos máximos permisibles de los parámetros a cumplir por ambos decretos, se detallan en la Tabla 6.7.

Tabla 6. 7 Criterios de vertido provenientes de sistema de tratamiento de alcantarillado sanitario a cuerpos receptores

Parámetro	Unidad de medida	Limites máximos Decreto 77-2003(Lago de Managua)	Límites máximos Decreto 21-2017
pH			6 – 9
Sólidos suspendidos totales	mg/L	80	
Sólidos sedimentables	mL/L	1	
SAAM	mg/L		
Aceites y grasas totales	mg/L	10	
DBO5	mg/L	90	
DQO	mg/L	180	
Nitrógeno total	mg/L	-	45
Fósforo total	mg/L	-	15
Coliformes Fecales 2017-2022	NMP/100 ml	-	1.0 E+05
Coliformes Fecales 2023-2026	NMP/100 ml		1.0 E+04
Coliformes Fecales 2027-2029	NMP/100 ml		1.0 E+03

7. PLAN DE CONTINGENCIA

El presente Plan de contingencia, contiene directivas administrativas y operativas definidos de manera que todo el personal, con previo conocimiento de estas pautas pueda desempeñarse en cualquier emergencia que se presente. Tiene por finalidad lograr el control de cualquier situación de emergencia en menor tiempo posible, con la mayor coordinación, sincronización y los menores riesgos de quienes están involucrados. Como medida de prevención ante cualquier eventualidad o accidente imprevisto, se presentan las medidas básicas para atender de manera eficiente estos hechos que se podrían presentar durante la etapa de construcción y operación del proyecto.

La Gerencia de ENACAL, deberá conformar una comisión de contingencia, para la correcta y adecuada aplicación del Programa de Contingencias, al inicio de las actividades de construcción, la que deberá estar activa durante la operación del proyecto, adecuándose a los requerimientos mínimos en función de la actividad y de los riesgos potenciales y siniestros de la zona.

La matriz mostrada en el acápite 7.3, estipula las acciones que deben llevarse a cabo frente a situaciones de emergencia, o de inminente desastre, provocadas por la vulnerabilidad que presentan las personas, las edificaciones o los sistemas frente a las amenazas propias de la naturaleza. Para ello, se deberán conformar tres (3) brigadas de respuesta:

7.1 Objetivos del Plan

7.1.1 Objetivo General

Establecer las acciones necesarias, a fin de prevenir y responder ante desastres naturales y accidentes laborales que pudieran ocurrir, dentro del ámbito de influencia del proyecto, durante su vida útil.

7.1.2 Objetivo Específico

Asignar las responsabilidades y establecer el plan de acción a ejecutar antes, durante y después de que ocurre una emergencia.

7.2 Alcance del Plan

El presente plan es aplicable a las instalaciones del proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Mateare, así como su área de influencia directa, durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento.

7.3 Responsabilidades y Funciones

El Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastre es un conjunto orgánico y articulado de estructura, relaciones funcionales, métodos y procedimientos entre los ministerios e instituciones del sector público, y con las organizaciones de los diversos sectores sociales, privados y autoridades departamentales, regionales y municipales, con la finalidad de efectuar acciones de común acuerdo destinadas a la reducción de riesgos derivados de los desastres naturales y antropogénica, con el fin de proteger a la sociedad en general y bienes materiales.

La administración de emergencias a través de la cual funcionará el Plan de Contingencia, deberá garantizar la interacción con otros organismos oficiales y privados para mantener la disponibilidad del recurso humano, equipos, herramientas y accesorios para atender la emergencia

Este plan de Contingencia será activado y administrado por la gerencia de ENACAL, en cada etapa del proyecto; y será ejecutado en coordinación del cuerpo de bomberos, policía local, Ejército, Cruz Roja y Comité Local de SINAPRED entre otros.

7.3.1 Estructura Organizativa del sistema de comando

La ejecución del Plan de Contingencia, estará cargo de tres brigadas, las cuales deben actuar de forma sistematizada ante los distintos escenarios posibles (Ver Figura 7.1.).

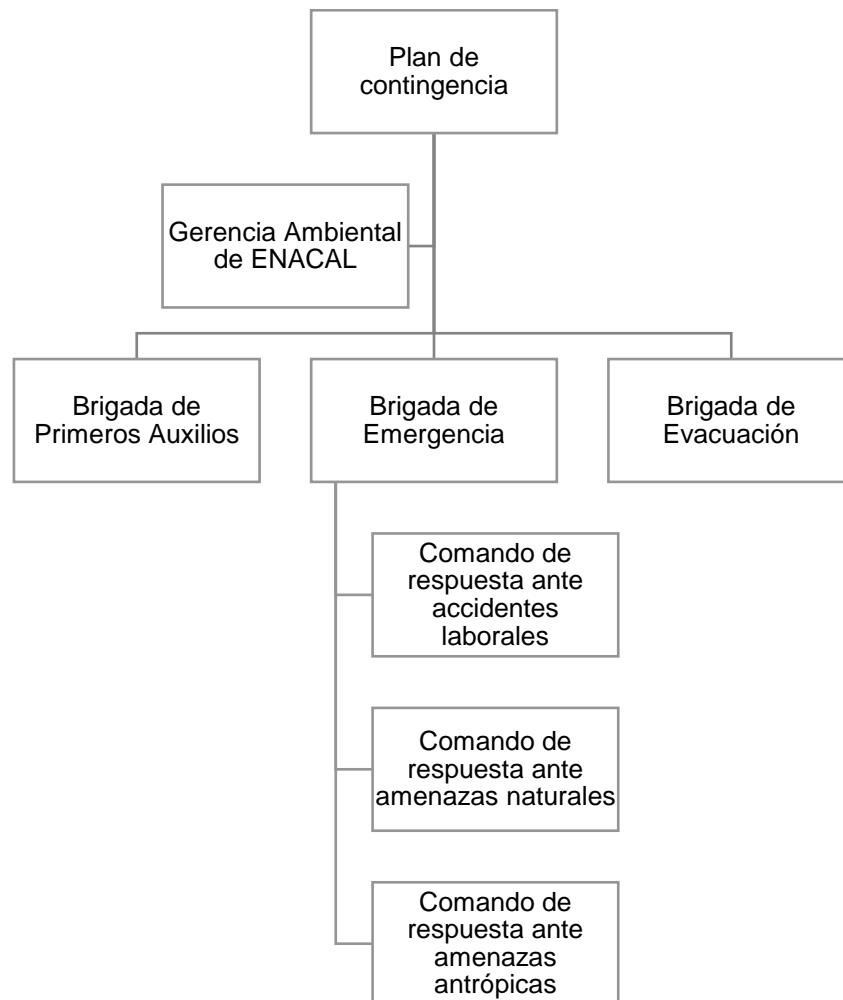


Figura 7. 1 Estructura organizativa para la ejecución del Plan de contingencia

7.3.2 Brigada de primeros auxilios

Brigada técnica formalizada e instruida para brindar atención primaria médica al personal que resultase lesionado, preservar la vida para posteriormente facilitar la atención medica pertinente cuando se haga cargo por el personal de Cruz Roja o Cuerpo de Bomberos.

7.3.2.1 Funciones del jefe de la brigada de primeros auxilios

- Definirá con el Coordinador de la Emergencia la estrategia de acción en caso de una emergencia
- Coordinará la atención y traslado de personas lesionadas
- Establecer el sitio de atención de lesionados en caso que la emergencia sea de grandes proporciones
- Formará parte del grupo de búsqueda de personas en caso que se hayan extraviado al finalizar la evacuación del personal
- Definirá dentro de la empresa una zona destinada a la atención de heridos o accidentados, esta zona mantendrá permanentemente localizable y en la cercanía, equipo y materiales adecuados para atención de primeros auxilios

7.3.3 Brigada de emergencia

Brigada técnica formalizada e instruida para dar respuesta ante las distintas emergencias presentadas, la que a su vez se divide en comandos de respuesta ante accidentes laborales, amenazas naturales y amenazas antrópicas.

7.3.3.1 Funciones del jefe de brigada de emergencia

- Recibir información e indicaciones sobre la emergencia en general que se está presentando
- Coordinar las acciones para controlar y/o mitigar todos los principios de emergencia que se puedan presentar
- Coordinar las acciones de la Brigada a su cargo

7.3.4 Brigada de evacuación

Brigada encargada de establecer las rutas para la evacuación del personal antes las distintas situaciones de emergencia que se presenten.

7.4 Plan de Contingencia

A continuación, se presenta el plan de contingencia a ejecutarse antes, durante y después de la incidencia riesgos laborales, amenazas naturales y antrópicas.

Tabla 7. 1. Plan de contingencia ante riesgos laborales en la Etapa de Construcción

Incidente	Plan de Contingencia ante riesgos laborales			Responsable
	Tipo de riesgo: Laboral			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Caídas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar calzado de seguridad adecuado Mantener el orden y la limpieza en todo el lugar de trabajo: zonas de paso despejadas y zonas destinadas al acopio de materiales Almacenar los materiales correctamente y en los lugares indicados para ello 	<ul style="list-style-type: none"> Suspender las labores en el área donde haya ocurrido el accidente, y desactivar las maquinarias en caso que se estuviesen utilizando. 	<ul style="list-style-type: none"> El encargado de la PTAR, elaborará un informe sobre la situación de emergencia ocurrida, que contendrá los datos personales de los accidentados, tipo y gravedad de las lesiones, identificando las causas del accidente y estableciendo acciones correctivas. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Caídas a desnivel	<ul style="list-style-type: none"> Antes de acceder a lugares elevados, asegurarse de que se dispone de las protecciones colectivas contra caídas necesarias y, en caso de no ser así, comunicarlo al mando superior. Asegurar que los bordes de los forjados, huecos y cualquier desnivel están protegidos con barandillas, redes de seguridad, vallas señalizadas o similares. No pisar sobre materiales frágiles que puedan originar caídas: placas de fibrocemento, techos falsos, etc. En trabajos a más de dos metros de altura, utilizar cinturón de seguridad o arnés de seguridad y casco. 	<ul style="list-style-type: none"> Notificar de forma inmediata al encargado de la PTAR. El brigadista adoptará como medida inicial, el aislamiento del afectado, procurando que se encuentre en un lugar libre de riesgos. 	<ul style="list-style-type: none"> Se implementarán las acciones correctivas y se realizará el seguimiento de sus causas raíces, hasta el control del riesgo o su eliminación. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Atropellos por maquinarias o vehículo pesado	<ul style="list-style-type: none"> Respetar toda la señalización, en particular la de las zonas y vías correspondientes al paso de los vehículos y las reservadas a los peatones. Acceder a la obra por la entrada de personal y no por la de vehículos. Utilizar los vehículos sólo si se está autorizado para ello y siguiendo las instrucciones recibidas para su adecuado manejo. 	<ul style="list-style-type: none"> El brigadista inspeccionará el área, descartando futuros accidentes. El personal que se encuentre herido, será trasladado al centro de 		Gerencia Ambiental de ENACAL

Incidente	Plan de Contingencia ante riesgos laborales			Responsable
	Tipo de riesgo: Laboral			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar chaleco reflectante, que garantice una correcta visibilidad. Se recomienda llevar ropa de alta visibilidad, por lo menos el responsable del grupo, que junto al responsable del centro acotaran al grupo de manera que sea bien visibles el comienzo y final del mismo. 	salud más cercano para su valoración médica.		
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> Evitar transportar demasiado peso a la vez. Siempre que sea posible, utilizar ayudas mecánicas, como una carretilla. Al momento de levantar un objeto pesado, se debe abrir los pies a una distancia de 50 cm y realizar el levantamiento desde abajo, manteniendo la espalda recta. 			Gerencia Ambiental de ENACAL
Contacto con productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> Antes de utilizar cualquier producto, leer detenidamente su ficha de seguridad y la etiqueta donde se indican sus peligros. Utilizar los equipos de protección individual adecuados a la operación que esté realizando, guantes de protección, gafas de seguridad y/o mascarilla. No se debe usar ningún producto químico sin saber sus características y riesgos, es decir, sin conocer su etiqueta. 	<ul style="list-style-type: none"> En dependencia del producto químico, seguir procedimientos establecidos para accidentes con químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Asistir de inmediato a un centro de salud u hospital. 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Tabla 7. 2. Plan de contingencia ante desastres naturales en la etapa de construcción

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales, en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un estudio de vulnerabilidad para definir los daños esperados a consecuencia del desastre. Para evitar el fisuramiento de muros y posibles filtraciones por consecuencia de sismos, es recomendable que se realice un estudio geotécnico, para definir la profundidad de cimentación Capacitar al personal de la PTAR y en la implementación de técnicas de primeros auxilios. Contar con el EPP necesario para la labor realizada: Casco, chaleco reflectivo y guantes. Las áreas de trabajo deben contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> Paralizar inmediatamente las labores. Suspender el uso de maquinarias y equipos y desconectar el sistema eléctrico. El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma. Hacer un recuento del personal a fin de detectar posibles desaparecidos. Esperar en la zona de seguridad hasta que lo indique el encargado de la brigada. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, ante posibles réplicas. La brigada iniciará labores de búsqueda de los desaparecidos e impartirá primeros auxilios a los heridos. Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo. Retorno de los colaboradores a sus labores. Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Huracanes	<ul style="list-style-type: none"> Delimitar las zonas de alto, mediano y bajo riesgo dentro del área de la PTAR y las estaciones de bombeo. Contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> Paralizar las labores y desconectar el sistema eléctrico. El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que las lluvias cesen temporalmente. 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales, en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	(radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). • Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente	seguras, instando a mantener la calma. • Esperar en la zona de seguridad hasta que lo indique el encargado de la brigada.	• Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo. • Retorno de los colaboradores a sus labores hasta que se haya levantado la alerta decretada. • Evaluar la ejecución del plan de acción y	
Sequía	• Identificar las zonas de alto riesgo ante sequía. • Implementación de agroforestería y prácticas de conservación de suelos. • Protección del agua y sus fuentes. • Captación de agua pluvial para una mayor seguridad hídrica. • Utilizar agua no potable en las etapas de construcción que requieran utilización del recurso (extracción de agua del Lago). • Capacitar a los trabajadores sobre las medidas de ahorro y conservación del recurso agua.	• Manejo eficiente del agua disponible, por medio de sistemas de almacenamientos adecuados, canales, sistemas de riego, etc. • Excavación de pozos profundos para suplir las necesidades de agua de la PTAR y las estaciones de bombeo. • Implementar medidas de ahorro de agua. • Eliminar fugas y utilizar tecnologías de ahorro de agua.	• Evaluar el estado de los colaboradores respecto a malnutrición, deshidratación y enfermedades relacionadas. • Implementar medidas para recuperar suelos degradados. • Establecer pozos y zanjas de infiltración para la recuperación de la disponibilidad del agua subterránea.	Gerencia Ambiental de ENACAL
Inundaciones	• Identificar las posibles rutas ante un evento, así como las vías alternativas para llegar a un albergue o punto más alto. • Las áreas de trabajo deben contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios	• Paralizar inmediatamente las labores. Suspender el uso de maquinarias y equipos y desconectar el sistema eléctrico. • El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia la zona	• Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que sea posible evacuar el lugar. • Bombear 1/3 del agua diariamente, los días posteriores, a fin de evitar daños estructurales.	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales, en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<p>portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas).</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. De acuerdo a recomendaciones de estudio de inundación, se debe colocar un dique de contención en la zona de emplazamiento por arriba de la cota 41.5 msnm. De igual forma, se debe seguir esta recomendación en las EBAR. 	<p>de seguridad o punto más alto, instando a mantener la calma.</p> <ul style="list-style-type: none"> Hacer un recuento del personal a fin de detectar posibles desaparecidos. Esperar en la zona de seguridad hasta que el encargado de la brigada indique el abandono de las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo. Retorno de los colaboradores a sus labores. Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta. 	
Volcanes	<ul style="list-style-type: none"> Delimitar las zonas de alto, mediano y bajo riesgo dentro del área de la PTAR y las estaciones de bombeo. Capacitar al personal de la PTAR en la ejecución del plan de acción. Instalar alarmas que alerten sobre posibles riesgos de erupción volcánica. Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> Permanecer en un área alejada de los valles y ríos por donde puedan bajar flujos de ceniza y rocas calientes, lava, lodo y emanaciones de gases. Evacuar el sitio en caso de no contar con una zona de seguridad dentro del área de la PTAR. 	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar la acumulación del material volcánico caído sobre los techos para reducir el riesgo de derrumbes. Evaluar la eficacia de la implementación del plan de contingencia. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> Sembrar árboles y gramíneas que garanticen una mejor estabilidad del suelo. Realizar mantenimiento preventivo para estabilizar el suelo en áreas donde la pendiente contribuye al deslizamiento de laderas. 	<ul style="list-style-type: none"> Dirigirse a puntos seguros ante dicha amenaza. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilizar las laderas donde se efectuó el deslizamiento. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Tsunami	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las posibles rutas de evacuación a los puntos de bajo riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> Paralizar las labores y desconectar el sistema eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener al personal en la zona de seguridad por un 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales, en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar periódicamente ejercicios de evacuación con todo el personal. Contar con equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). 	<ul style="list-style-type: none"> El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma. 	<ul style="list-style-type: none"> tiempo prudencial, hasta que no existan riesgos de réplicas. Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo 	

Tabla 7. 3. Plan de contingencia ante desastres antrópicos en la etapa de construcción.

Incidente	Plan de Contingencia ante desastres antrópicos			Responsable
	Tipo de amenaza: Antropogénica			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Hacer de conocimiento público la ubicación y disposición de extintores en la construcción. Identificar las posibles zonas de inicio del incendio, así como las áreas de la PTAR propensas a extender el fuego. Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> Dar la voz de alarma y evaluar si es necesario llamar a los bomberos. Identificar la fuente de generación del incendio. Evacuar a todo el personal. Utilizar los extintores para sofocar el fuego. En caso que sea un incendio eléctrico, se deberá cortar el suministro eléctrico y utilizar extintores de polvo químico. 	<ul style="list-style-type: none"> Un integrante de la brigada, deberá observar por los próximos 30 minutos como mínimo. Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta. Los extintores usados, deberán cambiarse inmediatamente. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Deforestación	<ul style="list-style-type: none"> Establecer rondas para la supervisión del área forestal. Realizar campañas de concienciación a los habitantes cercanos al sitio. 	<ul style="list-style-type: none"> Cuantificar la cantidad de árboles talados en el área forestal. Reportar la cantidad de árboles talados, ante las autoridades 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar los posibles planes para obtener una mejor respuesta por parte de la población. en futuras ocasiones. 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Incidente	Plan de Contingencia ante desastres antrópicos			Responsable
	Tipo de amenaza: Antropogénica			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
		competentes (Alcaldía de Mateare).	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar jornadas de reposición de los árboles del sitio. 	
Derrame de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer de los planos de trazado del oleoducto a los encargados de la colocación de tuberías. • En caso de construcción en sitios cercanos (inmediatos) al oleoducto, se deben proveer medidas para control de derrames tales como zanjas con lonas impermeables. • El almacén de químicos deberá ser de uso restringido a personal no autorizado. • El personal de trabajo deberá recibir capacitación en identificación, manejo y uso de sustancias peligrosas y la pronta respuesta para evitar su propagación. • Se deberá elaborar un manual de procedimientos de sustancias peligrosas. • Todo envase de producto químico deberá contar con señalización adecuada. • Se deberá contar con botiquín de primeros auxilios y equipo para respuesta ante derrames. 	<ul style="list-style-type: none"> • El brigadista que haya detectado la fuga, deberá auxiliarse del personal capacitado y aplicar medidas de contención del derrame. • Suspender el fluido eléctrico en toda la PTAR. • Al momento de controlar la propagación, se deberá hacer uso de EPP. • Notificar al encargado de Higiene y Seguridad, sobre el derrame, indicando su magnitud, localización y tipo de sustancia vertida. • Evacuar al personal que no forme parte de la brigada, desplazándolos hacia zonas alejadas, en dirección opuesta al viento. • Brindar primeros auxilios si es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una inspección en la zona para averiguar las causas del derrame. • Si el derrame afectó algún curso de agua, se deberán realizar monitoreos de calidad de agua. • Contactarse de inmediato con PUMA ENERGY para informar en caso de ruptura del oleoducto. • La brigada elaborará un informe, indicando las causas del derrame e identificando las acciones correctivas. • Implementar acciones correctivas para este incidente, realizando un seguimiento de las causas raíces y verificando su cumplimiento. 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Incidente	Plan de Contingencia ante desastres antrópicos			Responsable
	Tipo de amenaza: Antropogénica			
	Etapa del Proyecto: Construcción			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades constructivas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar simulacros en caso de derrames y su evacuación. Evaluar posteriormente. 			

Tabla 7. 4. Plan de contingencia ante riesgos laborales en la etapa de operación

Incidente	Plan de Contingencia ante riesgos laborales			Responsable
	Tipo de riesgo: Laboral			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Caídas al mismo nivel	<ul style="list-style-type: none"> Al circular por la planta se deberá estar atento a la posible presencia de zonas húmedas o de residuos en las vías de circulación. En la operación, los operarios utilizarán calzado cerrado y preferiblemente con suela antideslizante. La circulación en la planta se realizará por las vías habilitadas para la circulación de personas, acompañada siempre del responsable de explotación o personal delegado para tal fin y por el responsable del grupo visitante 	<ul style="list-style-type: none"> Suspender las labores en el área donde haya ocurrido el accidente, y desactivar las maquinarias en caso que se estuviesen utilizando. Notificar de forma inmediata al encargado 	<ul style="list-style-type: none"> El encargado de Higiene y Seguridad elaborará un informe sobre la situación de emergencia ocurrida, que contendrá los datos personales de los accidentados, tipo y gravedad de las lesiones, 	Responsable de higiene y seguridad.

Incidente	Plan de Contingencia ante riesgos laborales			Responsable
	Tipo de riesgo: Laboral			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Caídas a desnivel	<ul style="list-style-type: none"> Al circular por la planta se deberá estar atento a la posible presencia de zonas húmedas o de residuos en las vías de circulación. Antes de acceder a lugares elevados, asegurarse de que se dispone de las protecciones colectivas contra caídas necesarias y, en caso de no ser así, comunicarlo al mando superior. En trabajos a más de dos metros de altura, utilizar cinturón de seguridad o arnés de seguridad y casco. Se debe dar mantenimiento seguido a estructuras como escaleras, barandillas, y elementos de sujeción que puedan verse afectados por acciones climatológicas. Evitar las prisas. Y no aproximarse a zonas protegidas o señalizadas con riesgo de caída a distinto nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> de la PTAR y al responsable de HyS. El brigadista adoptará como medida inicial, el aislamiento del afectado, procurando que se encuentre en un lugar libre de riesgos. El responsable de higiene y seguridad inspeccionará el área, descartando futuros accidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> identificando las causas del accidente y estableciendo acciones correctivas. Se implementarán las acciones correctivas y se realizará el seguimiento de sus causas raíces, hasta el control del riesgo o su eliminación. Se llevará un registro y estadística de los accidentes ocurridos en la PTAR. 	
Atropellos por maquinarias o vehículo pesado	<ul style="list-style-type: none"> Se debe seguir el cumplimiento de toda la señalización en cuanto a seguridad vial. Respetar toda la señalización, en particular la de las zonas y vías correspondientes al paso de los vehículos y las reservadas a los peatones. Utilizar los vehículos sólo si se está autorizado para ello y siguiendo las instrucciones recibidas para su adecuado manejo. Respeto de la velocidad de circulación por la planta limitada a 20km/h. Se recomienda llevar ropa de alta visibilidad como chalecos reflectantes. 	<ul style="list-style-type: none"> El personal que se encuentre herido, será trasladado al centro de salud más cercano para su valoración médica. 		

Incidente	Plan de Contingencia ante riesgos laborales			Responsable
	Tipo de riesgo: Laboral			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar transportar demasiado peso a la vez. • Siempre que sea posible, utilizar ayudas mecánicas, como una carretilla. • Al momento de levantar un objeto pesado, se debe abrir los pies a una distancia de 50 cm y realizar el levantamiento desde abajo, manteniendo la espalda recta. • En la etapa de operación, todos los trabajadores encargados de realizar trabajos de levantamiento, contarán con una faja de seguridad. 			
Contacto con productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de utilizar cualquier producto, leer detenidamente su ficha de seguridad y la etiqueta donde se indican sus peligros. • Utilizar los equipos de protección individual adecuados a la operación que esté realizando, guantes de protección, gafas de seguridad y/o mascarilla. • No se debe usar ningún producto químico sin saber sus características y riesgos, es decir, sin conocer su etiqueta. • Mantenga un registro de las fechas que los químicos fueron abiertos y disponga de manera segura de los químicos que han expirado. 	<ul style="list-style-type: none"> • En dependencia del producto químico, seguir procedimientos establecidos para accidentes con químicos. • El colaborador afectado deberá ser asistido de inmediato por el personal de enfermería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir de inmediato a un centro de salud u hospital. 	
Enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> • Se deben establecer controles médicos periódicos y vacunas que debensuministrarse a los operadores. • Utilizar aparatos respiratorios adecuados. • Cada operario deberá contar con seguro médico. • No llevar a la boca alimento o cualquier objeto sin lavarse las manos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El colaborador debe avisar de inmediato al encargado de higiene y seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistir de inmediato a un centro de salud u hospital. 	

Incidente	Plan de Contingencia ante riesgos laborales			Responsable
	Tipo de riesgo: Laboral			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<ul style="list-style-type: none"> • Al secarse el lodo, puede provocar problemas de polvo. Utilice como mínimo, lentes de protección, cubre bocas y guantes para manejar el lodo seco • Al llegar a la planta, los operarios deberán dejar en el casillero la ropa que visten y cambiarse con ropa de trabajo. • Siempre limpiar el equipo personal después de usarlo, como lo son: los cinturones de seguridad, mascarillas, guantes. Lo anterior le permitirá utilizarlo con confianza nuevamente. 			

Tabla 7. 5. Plan de contingencia ante desastres naturales en la etapa de operación.

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal de la PTAR y en la implementación de técnicas de primeros auxilios. • Contar con el EPP necesario para la labor realizada: Casco, chaleco reflectivo y guantes. • Las áreas de trabajo deben contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). • Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. • Designar sitios de reunión en caso de eventualidades sísmicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Paralizar inmediatamente las labores. Suspendir el uso de maquinarias y equipos y desconectar el sistema eléctrico. • El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma. • Hacer un recuento del personal a fin de detectar posibles desaparecidos. • Esperar en la zona de seguridad hasta que lo indique el encargado de la brigada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, ante posibles réplicas. • La brigada iniciará labores de búsqueda de los desaparecidos e impartirá primeros auxilios a los heridos. • Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo. • Retorno de los colaboradores a sus labores. • Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta. • Realizar reparaciones inmediatas en los sitios afectados (fisuras o derrumbes). 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Huracanes	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar las zonas de alto, mediano y bajo riesgo dentro del área de la PTAR y las estaciones de bombeo. • Contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). • Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente 	<ul style="list-style-type: none"> • Paralizar las labores y desconectar el sistema eléctrico. • El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma. • Esperar en la zona de seguridad hasta que lo indique el encargado de la brigada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que las lluvias cesen temporalmente. • Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo. 	Gerencia Ambiental de ENACAL.

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
			<ul style="list-style-type: none"> • Retorno de los colaboradores a sus labores hasta que se haya levantado la alerta decretada. • Evaluar posibles daños a las estructuras de la PTAR y EBAR, y dar respuesta inmediata. 	
Sequía	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las zonas de alto riesgo ante sequía. • Implementación de agroforestería y prácticas de conservación de suelos. • Protección del agua y sus fuentes. • Captación de agua pluvial para una mayor seguridad hídrica. • Capacitar a los trabajadores sobre las medidas de ahorro y conservación del recurso agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo eficiente del agua disponible, por medio de sistemas de almacenamientos adecuados, canales, sistemas de riego, etc. • Excavación de pozos profundos para suplir las necesidades de agua de la PTAR y las estaciones de bombeo. • Implementar medidas de ahorro de agua. • Eliminar fugas y utilizar tecnologías de ahorro de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el estado de los trabajadores respecto a malnutrición, deshidratación y enfermedades relacionadas. • Implementar medidas para recuperar suelos degradados. • Establecer pozos y zanjas de infiltración para la recuperación de la disponibilidad del agua subterránea. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las posibles rutas ante un evento, así como las vías alternativas para llegar a un albergue o punto más alto. • Las áreas de trabajo deben contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). • Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Paralizar inmediatamente las labores. Suspender el uso de maquinarias y equipos y desconectar el sistema eléctrico. • El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia la zona de seguridad o punto más alto, instando a mantener la calma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que sea posible evacuar el lugar. • Bombear 1/3 del agua diariamente, los días posteriores, a fin de evitar daños estructurales. • Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo. 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<ul style="list-style-type: none"> • Dar mantenimiento a las unidades de protección propuestas en la fase construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un recuento del personal a fin de detectar posibles desaparecidos. • Esperar en la zona de seguridad hasta que el encargado de la brigada indique el abandono de las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Retorno de los colaboradores a sus labores. • Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta. • Valorar estado de las estructuras de protección luego del evento y ejecutar reparaciones en caso de ser necesario. 	
Volcanes	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar las zonas de alto, mediano y bajo riesgo dentro del área de la PTAR y las estaciones de bombeo. • Capacitar al personal de la PTAR en la ejecución del plan de acción. • Instalar protección en las unidades de la planta que tengan tratamiento biológico en caso de presencia de cenizas de origen volcánico (lona) • Instalar alarmas que alerten sobre posibles riesgos de erupción volcánica. • Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanecer en un área alejada de los valles y ríos por donde puedan bajar flujos de ceniza y rocas calientes, lava, lodo y emanaciones de gases. • Evacuar el sitio en caso de no contar con una zona de seguridad dentro del área de la PTAR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar la acumulación del material volcánico caído sobre los techos para reducir el riesgo de derrumbes. • Evaluar la eficacia de la implementación del plan de contingencia. • Retornar hacia los puestos de trabajo hasta la suspensión de la alerta emitida por las entidades responsables. 	Gerencia Ambiental de ENACAL
Deslizamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Sembrar árboles y gramíneas que garanticen una mejor estabilidad del suelo. • Realizar mantenimiento preventivo para estabilizar el suelo en áreas donde la pendiente contribuye al deslizamiento de laderas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dirigirse a puntos seguros ante dicha amenaza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilizar las laderas donde se efectuó el deslizamiento. • Evaluar daños ocasionados en las estructuras (PTAR y EBAR). 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fenómeno	Plan de Contingencia ante desastres naturales			Responsable
	Tipo de amenaza: Natural			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo ante desastres naturales en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Tsunami	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las posibles rutas de evacuación a los puntos de bajo riesgo. Realizar periódicamente ejercicios de evacuación con todo el personal. Contar con equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas). 	<ul style="list-style-type: none"> Paralizar las labores y desconectar el sistema eléctrico. El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que no existan riesgos de réplicas. Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Tabla 7. 6. Plan de contingencia ante desastres antrópicos en la etapa de Operación

Incidente	Plan de Contingencia ante desastres antrópicos			Responsable
	Tipo de amenaza: Antropogénica			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> Hacer de conocimiento público la ubicación y disposición de extintores en la PTAR. Identificar las posibles zonas de inicio del incendio, así como las áreas de la PTAR propensas a extender el fuego. Mensualmente, se deberá poner a prueba los extintores. Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente. 	<ul style="list-style-type: none"> Dar la voz de alarma y evaluar si es necesario llamar a los bomberos. Identificar la fuente de generación del incendio. Evacuar a todo el personal. Utilizar los extintores para sofocar el fuego. En caso que sea un incendio eléctrico, se deberá cortar el suministro eléctrico y utilizar extintores de polvo químico. 	<ul style="list-style-type: none"> Un integrante de la brigada, deberá observar por los próximos 30 minutos como mínimo. Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta. Los extintores usados, deberán cambiarse inmediatamente. 	Gerencia Ambiental de ENACAL.
Deforestación	<ul style="list-style-type: none"> Se deberán instalar rótulos en las áreas forestales existentes, 	<ul style="list-style-type: none"> Reportar la cantidad de árboles talados, ante las autoridades 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar los posibles planes para obtener una mejor 	Gerencia Ambiental de ENACAL

Incidente	Plan de Contingencia ante desastres antrópicos			Responsable
	Tipo de amenaza: Antropogénica			
	Etapa del Proyecto: Operación			
	Objetivo: Establecer los procedimientos antes, durante y después de un riesgo laboral en las actividades operativas de la PTAR			
	Antes	Durante	Después	
	<p>instando a la población a no talar los árboles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer rondas para la supervisión del área forestal. • Realizar campañas de concienciación a los habitantes cercanos al sitio. 	<p>competentes (Alcaldía de Mateare).</p>	<p>respuesta por parte de la población. en futuras ocasiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iniciar jornadas de reposición de los árboles del sitio. 	
<p>Derrame de productos químicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No se contempla ruptura del oleoducto producto de la etapa de operación. Sin embargo, en caso de inundación, puede haber afectaciones en el mismo. • El almacén de químicos deberá ser de uso restringido a personal no autorizado. • El personal de trabajo deberá recibir capacitación en identificación, manejo y uso de sustancias peligrosas y la pronta respuesta para evitar su propagación. 	<ul style="list-style-type: none"> • El brigadista que haya detectado la fuga, deberá auxiliarse del personal capacitado y aplicar medidas de contención del derrame. • Suspender el fluido eléctrico en toda la PTAR. • Al momento de controlar la propagación, se deberá hacer uso de EPP. • Notificar al encargado de Higiene y Seguridad, sobre el derrame, indicando su magnitud, localización y tipo de sustancia vertida. • Evacuar al personal que no forme parte de la brigada, desplazándolos hacia zonas alejadas, en dirección opuesta al viento. • Brindar primeros auxilios si es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una inspección en la zona para averiguar las causas del derrame. • Si el derrame afectó algún curso de agua, se deberán realizar monitoreos de calidad de agua. • La brigada elaborará un informe, indicando las causas del derrame e identificando las acciones correctivas. • Implementar acciones correctivas para este incidente, realizando un seguimiento de las causas raíces y verificando su cumplimiento. • En caso de afectaciones al oleducto por inundación, se debe contactar de inmediato a la empresa PUMA ENERGY. 	<p>Gerencia Ambiental de ENACAL.</p>

8. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES

En el presente documento se diseñan las medidas destinadas a prevenir, mitigar, compensar y corregir los impactos negativos ocasionados por la ejecución del proyecto o reducir la magnitud de aquellos que son inevitables. El establecimiento de las acciones está enfocada a la protección de los factores ambientales afectados, y la factibilidad de implementación mediante la estimación de costos.

En base a la evaluación efectuada en los diferentes acápite del presente documento, las medidas que se analizan a continuación, implican acciones tendientes fundamentalmente a controlar las situaciones indeseadas que se producen durante la construcción y operación de las obras, tales como:

- Incorporar a la construcción y operación todos los aspectos normativos, reglamentarios y procesales establecidos por la legislación vigente, en las distintas escalas, relativos a la protección del ambiente; a la autorización y coordinación de cruces e interrupciones con diversos elementos de infraestructura; al establecimiento de la obra.
- Capacitar en todos los niveles de la organización, desde la Gerencia hasta operadores acerca de los aspectos ambientales y de seguridad en las diferentes etapas del Proyecto. Además, de las instrucciones relacionada a los problemas ambientales esperados, implementación y control de medidas de protección ambiental y las normativas y reglamentaciones ambientales aplicables a las actividades y sitios de construcción
- Elaborar un programa de actividades constructivas y de coordinación que minimice los efectos ambientales indeseados mediante la planificación de las obras, secuencias constructivas, técnicas de excavación y construcción, conexión con cañerías existentes, etc.
- Establecer mecanismos de comunicación social e interinstitucional que permita el contacto efectivo con todas las partes afectadas o interesadas respecto a los planes y acciones a desarrollar durante la construcción y operación del Proyecto.
- Elaborar planes de contingencia para situaciones de emergencia de origen natural, socionatural y antrópicas que puedan ocurrir y tener consecuencias ambientales significativas.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación en las etapas de construcción y operación de la PTAR, que consideran como mínimo los siguientes aspectos:

- Tipo de impacto a prevenir, reducir, compensar o mitigar generado por la actividad
- Efecto a corregir sobre un componente ambiental
- Fase de ejecución de las actividades
- Costos de implementación
- Frecuencia de monitoreo o implementación de las acciones o actividades, en caso que se aplique
- Responsable de ejecución de las medidas

Tabla 8. 1 Matriz de medidas ambientales en la etapa de construcción

Descripción de la medida	Efecto a corregir sobre un factor ambiental	Impacto que se pretende mitigar	Momento o etapa de introducción	Costo de las medidas	Responsable de la gestión de las medidas
Evitar excavaciones y remociones de suelo innecesarias.	Daños al hábitat y aceleración de los procesos erosivos por remoción del suelo.	Afectaciones a la flora y fauna silvestre.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Evitar la tala innecesaria de árboles en la limpieza del terreno.	Daños al hábitat y aceleración de los procesos erosivos por inestabilidad del suelo.	Afectaciones en la flora, fauna silvestre y estabilidad del suelo.	Construcción	Implícita en el presupuesto del proyecto	Gerencia de ENACAL
Controlar el estado de los motores y silenciadores de equipos y maquinaria pesada	Afectación a Seguridad de Operarios y Salud de la Población	Contaminación sonora por generación de ruido y vibraciones	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Proveer de equipos de protección personal a los trabajadores	Riesgos laborales por contaminación sonora y vibraciones	Afectaciones a la salud por generación de ruido y vibraciones de maquinaria pesada	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Rociar constantemente con agua al momento de realizar las remociones de tierra.	Generación de material particulado producto de las actividades de remoción de tierra.	Afectaciones a la calidad del aire y a la salud del personal.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Verificar el correcto funcionamiento de los motores de maquinarias.	Combustión que produce emisiones de gases fuera de norma.	Afectaciones a la calidad del aire y a la salud del personal.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Realizar un control de velocidad a los vehículos (30 km/h)	Enfermedades laborales en operarios y pobladores	Afectaciones a salud del personal y a pobladores.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL

Descripción de la medida	Efecto a corregir sobre un factor ambiental	Impacto que se pretende mitigar	Momento o etapa de introducción	Costo de las medidas	Responsable de la gestión de las medidas
colocando señalización restrictiva para reducir las polvoreadas debido al paso de los vehículos dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.	aledaños al sitio de proyecto.				
Recoger los sobrantes diarios de hormigón, maderas y plásticos.	Degradación del paisaje por la incorporación de residuos y su posible dispersión por el viento.	Alteración del paisaje del entorno.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Establecer un área temporal de depósitos de escombros y desechos	Arrastre de desechos sólidos y sedimentos hacia cauces generados en construcción del sistema de alcantarillado y PTAR	Contaminación del agua superficial (cauce y Lago)	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Impermeabilizar el área destinada al depósito de lodos domésticos.	Degradación del suelo por alteraciones en su composición química.	Contaminación del suelo.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Ejecutar sistemas constructivos antisísmicos.	Probabilidad de sismos en la zona.	Derrumbes de las estructuras de la PTAR.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Establecer un plan de contingencia ante desastres.	Probabilidad ante desastres naturales.	Afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores.	Construcción	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Gerencia de ENACAL
Establecer cortinas rompevientos alrededor de la PTAR y EBAR	Afectaciones a la calidad del aire, a la salud del personal y los trabajadores.	Contaminación del aire por olores, y material particulado.	Construcción	Implícita en el presupuesto del proyecto	Gerencia de ENACAL

Descripción de la medida	Efecto a corregir sobre un factor ambiental	Impacto que se pretende mitigar	Momento o etapa de introducción	Costo de las medidas	Responsable de la gestión de las medidas
Los contratistas deben proveer el equipo de protección personal a los trabajadores durante la etapa de construcción	Probabilidad de accidentes laborales por transporte y manejo de quipos	Accidentes laborales	construcción	Implícita en el presupuesto del proyecto	Gerencia de ENACAL

Tabla 8. 2 Matriz de medidas ambientales en la etapa de operación

Descripción de la medida	Efecto a corregir sobre un factor ambiental	Impacto que se pretende mitigar	Momento o etapa de introducción	Costo de las medidas (U\$)	Frecuencia	Responsable de la gestión de las medidas
Establecer programas de mantenimiento donde se detalle tareas, frecuencias de aplicación y asignación de responsabilidades relacionadas con el mantenimiento operativo y preventivo de la planta de tratamiento.	Impacto sobre el suelo, aire y agua por deficiencias de mantenimiento del STAR	Riesgo de contaminación del suelo y aire ante eventuales fallas del STAR. Deterioro de la calidad del agua superficial a ser vertido al cuerpo receptor.	Etapa de Operación	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Anual	Gerencia Ambiental de ENACAL y supervisor de la PTAR
Auditorías periódicas para verificar el grado de cumplimiento de las pautas del Manual.	Afectaciones a la calidad ambiental del entorno por incumplimiento de los procedimientos de operación de la STAR	Alteración de la calidad del agua superficial, aire, suelo, vida acuática por vertido de fuera de rangos máximos permisibles	Etapa de Operación	Implícita en el presupuesto del Proyecto	semestral	Gerencia Ambiental de ENACAL

Descripción de la medida	Efecto a corregir sobre un factor ambiental	Impacto que se pretende mitigar	Momento o etapa de introducción	Costo de las medidas (U\$)	Frecuencia	Responsable de la gestión de las medidas
Controlar periódicamente la calidad físico-químicas como biológicas de los lodos generados en la PTAR	Alteraciones a la calidad del suelo y agua superficial/subterránea por incumplimiento de rangos máximos establecidos Riesgo de salud para la población	Contaminación del suelo, cursos de agua o acuífero por disposición de lodos domésticos.	Etapa de Operación	270.00	semestral	Gerencia Ambiental de ENACAL y supervisor de la PTAR
Establecer un área específica para el almacenamiento temporal de los desechos sólidos retirados durante la limpieza y mantenimiento de las unidades de tratamiento.			Etapa de operación		Anual	Gerencia Ambiental de ENACAL y supervisor de la PTAR
Acondicionar un sitio debidamente permeabilizado para disposición temporal y final de los lodos provenientes del UASB	Riesgo de contaminación del suelo y agua. Afectaciones a la salud del personal y pobladores aledaños	Contaminación del suelo y agua por disposición de lodos domésticos. Proliferación de vectores.	Etapa de Operación	Implícita en el presupuesto del Proyecto	Anual	Gerencia Ambiental de ENACAL
Verificar que los pozos en el perímetro de 1000 m no	Afectaciones en la salud de los pobladores.	Contaminación del acuífero por	Etapa de operación	Implícito en el	Trimestral	Gerencia Ambiental de ENACAL

Descripción de la medida	Efecto a corregir sobre un factor ambiental	Impacto que se pretende mitigar	Momento o etapa de introducción	Costo de las medidas (U\$)	Frecuencia	Responsable de la gestión de las medidas
sean utilizados para consumo		infiltración de las aguas residuales.		presupuesto del proyecto		

9. PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los Residuos Sólidos son cualquier objeto material o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien, derivadas de actividades que los generan y que es subjetivo de aprovechamiento, o transformación en un nuevo producto, con valor económico o disposición final.

El propósito fundamental de los planes de manejo de Residuos, de acuerdo con la Política nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos, es la prevención de su generación y la valoración, en cuyo caso no serán considerados como Residuos sino como subproductos o insumos. Estos planes, son instrumentos introducidos en la nueva legislación con el propósito de promover la prevención de la generación de Residuos, la disminución en el consumo de materiales, el aprovechamiento óptimo de los materiales con valor económico contenidos en los Residuos, y la reducción del volumen destinado a los rellenos sanitarios o vertederos.

9.1 Objetivos del Plan

9.1.1 Objetivo General

Garantizar la adecuada Gestión de los Residuos Sólidos a generarse en la PTAR para evitar afectaciones al Medio Ambiente y a la salud pública.

9.1.2 Objetivos Específicos

Clasificar y caracterizar los Residuos Sólidos generados en las unidades de tratamiento de la PTAR

Establecer controles en las etapas de almacenamiento, manejo y disposición final de los Residuos para evitar contaminación ambiental.

9.2 Alcances

El presente plan de manejo de Residuos Sólidos se implementará en todas las instalaciones del proyecto, así como su área de influencia directa, durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento.

Tabla 9.1. Plan de manejo de residuos sólidos para la etapa de construcción

Plan de Manejo de Residuos Sólidos para la etapa de construcción de la nueva PTAR y EBAR, Mateare					
Clase	Fuente de generación	Tipo de Residuos	Plan de acción		
			Acciones	Objetivos	Responsables
No peligrosos	• Etapa de construcción de la PTAR y EBAR	• General	Capacitar al personal sobre las buenas prácticas para el manejo de residuos y desechos sólidos.	Garantizar el manejo adecuado de los residuos sólidos durante la etapa de construcción.	• Gerencia de ENACAL
			Llevar un registro del peso y tipo de Residuos Sólidos generados en la PTAR y EBAR en bitácoras de control.	Establecer un control de los Residuos generados en la construcción de la PTAR y EBAR.	• Gerencia de ENACAL
			Prever, desde el proyecto mismo, la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a generar.		
		• Escombros	Establecer una zona específica para la disposición de los escombros de construcción.	Segregar los residuos generados en la construcción de la PTAR y EBAR.	• Gerencia de ENACAL
			Cubrir con una carpa los escombros generados.		
		• Metales	Establecer un recipiente para el depósito de cortes metálicos, principalmente hierro y aluminio.		
			Gestionar la venta de estos residuos con empresas autorizadas.		
		• Orgánicos • Escombros	Gestionar mediante la Alcaldía Municipal, la regularidad de recolección de los Desechos Sólidos (basura) y escombros de construcción.	Evitar la acumulación de desechos almacenados, que incurren en afectaciones a la salud pública.	• Gerencia de ENACAL

Peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa de construcción de la PTAR y EBAR 	<ul style="list-style-type: none"> • Hilasas y telas con residuos de hidrocarburos por cambios de aceites de motores • Envases con residuos de hidrocarburos 	Almacenar los residuos en un lugar seguro y con identificación adecuada.	Asegurar un correcto manejo los residuos contaminados con hidrocarburos generados en la etapa de construcción del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de ENACAL
		Gestionar la disposición de dichos residuos con gestores autorizados			

Tabla 9.2. Plan de manejo de residuos sólidos para la etapa de operación y mantenimiento

Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la etapa de operación y mantenimiento de la nueva PTAR, Mateare					
Clase	Fuente de generación	Tipo de Residuos	Plan de acción		
			Acciones	Objetivos	Responsables
No peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las unidades de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • General 	Capacitar al personal sobre las buenas prácticas para el manejo de residuos y desechos sólidos generados en la PTAR.	Garantizar el manejo adecuado de los residuos sólidos durante la etapa de operación.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de ENACAL
			Llevar un registro mensual de los Residuos Sólidos en bitácoras de control	Establecer un control de los Residuos generados en planta.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de ENACAL
			Elaborar procedimientos para la manipulación de los diferentes Residuos generados en la PTAR	Realizar el proceso de gestión de los Residuos Sólidos reciclables de forma sistematizada.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de ENACAL
	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa de Pre Tratamiento. • Actividades administrativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Plástico • Cartón 	Establecer recipientes para el depósito de los sólidos recolectados en la unidad de tratamiento preliminar y los empaques o recipientes de insumos utilizados.	Segregar los residuos generados en la operación de la PTAR.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de ENACAL
			<ul style="list-style-type: none"> • Orgánicos 	Gestionar mediante la Alcaldía Municipal, la regularidad de recolección de los Desechos Sólidos (basura).	Evitar la acumulación de desechos almacenados, que incurren en afectaciones a la salud pública.
	<ul style="list-style-type: none"> • Purga de lodos UASB 	<ul style="list-style-type: none"> • Lodos 	Llevar un registro mensual de los Lodos generados, en bitácoras de control	Establecer un control de los Residuos generados en planta.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de ENACAL
			Establecer una zona específica para la disposición temporal y final de los lodos domésticos.	Realizar una correcta disposición de los lodos generados en la PTAR.	

Peligrosos	• Etapa de mantenimiento de las EBAR.	• Residuos contaminados con lubricantes	Almacenar los residuos en un lugar seguro y con identificación adecuada.	Asegurar un correcto manejo de los residuos contaminados con lubricantes generados en la etapa de mantenimiento de las EBAR.	• Gerencia de ENACAL
			Gestionar la disposición de estos residuos con gestores autorizados		

10. PLAN DE MANEJO DE AGUAS PLUVIALES

El manejo de las aguas pluviales tiene como objetivo estabilizar hidrológicamente el área de trabajo de las alcantarillas sanitarias y planta de tratamiento, para ello se tienen las siguientes medidas:

10.1 Medidas para el control y manejo de las aguas pluviales.

- Durante la etapa de construcción, se debe diseñar e implementar estructuras hidráulicas tales como canales de drenaje, diques de retención y estanques de almacenamiento para interceptar y contener la escorrentía de aguas superficiales que se dirige a los pozos de visita, zanjas para la red de alcantarillado y el área de construcción de las instalaciones de la nueva PTAR.
- Disponer en un área específica los residuos de materiales de construcción en la etapa de construcción que permitan el drenaje natural del área del proyecto.
- Desarrollar e implementar medidas de control de erosión y sedimentación en actividades de construcción que impacten el área de influencia directa, entre las medidas se implementará la creación de estanques de detención de aguas de escorrentías temporal, canales de desviación con sacos de arena, etc.
- Durante la etapa de operación de la PTAR, los desechos sólidos deben disponerse en el área destinada según clasificación, para no interrumpir el drenaje de las aguas pluviales.

10.2 Responsable de la ejecución

La implementación del Plan en la etapa de construcción estará a cargo por contratista y subcontratista y supervisor de ENACAL; en cambio en la etapa de Operación estará a cargo de la Gerencia Ambiental de ENACAL.

11. PLAN DE MONITOREO

11.1 Introducción

El Presente Plan de Monitoreo se ha diseñado con el objetivo de verificar la implementación adecuada de las acciones recomendadas en los distintos Planes de Acción para el proyecto en su fase constructiva, así como en su fase operativa y de abandono. El mismo se implementará mediante un Programa de Gestión Ambiental (PGA), autorizado por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) para el funcionamiento del proyecto de "Diseño del mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Mateare".

El monitoreo contribuye el seguimiento periódico de los indicadores ambientales para identificar los impactos de los mismos en etapas tempranas, que a su vez permitan la implementación de medidas correctivas no consideradas inicialmente o modificaciones de las ya existente. Asimismo, difunde el cumplimiento del Programa de Gestión Ambiental en el marco del proceso de auditoría y fiscalización que realizan las Autoridades Ambientales Nacionales y Municipales.

11.2 Objetivos

- Evaluar la efectividad de las medidas ambientales implementadas.
- Proporcionar a las autoridades pertinentes y partes interesadas, información de la calidad ambiental durante las actividades del proyecto y el grado de efectividad de las medidas de mitigación implementadas.
- Garantizar la salud y la seguridad de los trabajadores y Comunidades que se encuentran dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.
- Asegurar a calidad ambiental del área de influencia del proyecto mediante el cumplimiento de las normativas ambientales.

11.3 Alcances

Este plan es aplicable en las etapas de operación y mantenimiento de la PTAR.

11.4 Actividades para el cumplimiento

11.4.1 Plan de Monitoreo de la Calidad del Efluente de la Planta de Tratamiento

El plan de monitoreo propuesto para el control de las características del afluente y efluente de la planta de tratamiento, se realiza con el propósito de poder observar cambios en la calidad del agua residual a corto y largo plazo, de manera que se pueda establecer las correcciones respectivas y aseguren la calidad del medio ambiente del área de influencia.

Otras de las ventajas de los monitoreo, es que permiten identificar si existen industrias conectadas al sistema de alcantarillado que alteren las características del afluente y efluente tratado. En cuanto a la frecuencia de muestreo de las aguas residuales 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 y bacteriológicos a lo largo de su periodo de funcionamiento.

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

El cumplimiento de este plan está enmarcado en el Art. 7 del **Decreto 77-2003, establecimiento de las disposiciones que regulan las descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento en el lago Xolotlán**, publicado en La Gaceta Diario Oficial No 218 del 17 de noviembre del 2003. Asi como, los artículos 24 y 25 del **Decreto 21-2017, Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales**, publicado en La Gaceta Diario Oficial No. 229, del 30 de noviembre de 2017

El monitoreo comprenderá la toma de muestras compuestas de 24 horas cada seis (6) meses en la entrada y salida del STAR, para determinar todos los parámetros indicados en el art. 25 del Decreto antes mencionado. La toma de muestra estará a cargo de la Gerencia de ENACAL, y el análisis de los parámetros se realizará en el laboratorio central de ENACAL, el cual 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 de los entes regulador (INAA y el MARENA).

11.4.2 Plan de Monitoreo en el Cuerpo Receptor

En cada campaña de muestreo del STAR, se tomarán muestras simples en el Lago Xolotlán, para evaluar el impacto del efluente en el cuerpo receptor. Los puntos de muestreo serán los siguientes:

1. Del punto de descarga de las aguas residuales tratadas al cuerpo receptor La Xolotlán
2. Muestreo a una longitud de 1km de cada lado del emisario de descarga

11.5 Responsable del Monitoreo

La responsabilidad del monitoreo ambiental recae sobre la administración ENACAL, quien estará delegando a la Gerencia Ambiental.

El responsable será el encargado de coordinar con laboratorios dedicadas a realizar actividades de muestreos y registros requeridos

De igual manera la gerencia ambiental estará a cargo de la elaboración de los reportes ambientales resultantes de las pesquisas realizadas en el plan de monitoreo ambiental.

Tabla 11. 1 Plan de Monitoreo Ambiental

Plan de Monitoreo Ambiental								
Objetivo: El objetivo del plan de monitoreo ambiental es realizar un control de aquellos indicadores ambientales (parámetros o variables de los medios físicos, naturales, etc.) que permitan conocer el grado de alteración o cambios de ellos, como consecuencia de las acciones o actividades de la Planta de tratamiento de aguas residuales del Municipio de Mateare.								
Aspecto Ambiental	Variables	Fuente de verificación	Estación de monitoreo	Frecuencia	Tipo de muestra	Método	Costo unitario (U\$)	Responsable
Agua para consumo humano	Parámetros físicoquímicos	- Normas de Calidad de agua para consumo (CAPRE)	Pozos abastecimiento	Semestral	Muestra simple		600.00	Gerencia Ambiental de ENACAL
	Parámetros bacteriológicos para consumo humano.			Anual			180.00	
	Cloro residual en el agua	Normas de Calidad de agua para consumo (CAPRE)		Diario	Aleatoria		0.00	
Agua residual	pH, Sólidos Suspendido Totales, sólidos sedimentables, grasas y aceites, DBO5, DQO, Nitrógeno total, fosforo total	Rangos y Límites Máximos Permisibles del arto. 7 del Decreto 77-2003 y 25 Decreto 21-2017	Entrada y salida del Sistema de Tratamiento. Cuerpo Receptor, 1km cada lado del emisario	Cada 2 meses época seca (Parámetros Decreto 77-2003) Semestral (parámetros Decreto 21-2017)	compuesta	Muestras Puntuales para: Caudal, pH. Muestras compuestas 24 horas para: Sólidos totales, sedimentables, DBO, DQO, grasas y aceites, nitrógeno y fosforo	2600.00	Gerencia Ambiental de ENACAL
	Coliformes fecales	Límites Máximos	Entrada y salida del Sistema de	Semestral	Puntual		420.00	

		Permisibles del arto. 24 Decreto 21-2017	Tratamiento y Cuerpo Receptor					
Lodos generados en la PTAR	coliformes totales, coliformes fecales, salmonella, huevos de helmintos, % de humedad, arsenico, cromo, cadmio, cobre, plomo, mercurio, niquel, zinc	Límites máximos permisibles de la NTON 11-044-14	Lecho de secado	semestral	compuesta	Perfiles de profundidad obtenida	800.00	Gerencia Ambiental de ENACAL
Aire	Presencia de malos olores	Malos olores en la Planta				Recorrido in situ	Implícita en la planilla permanente de ENACAL (Operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	Gerencia Ambiental en compañía con el Operador de la PTAR de ENACAL

Flora	Altura, Diámetro Densidad, cobertura y área basal	Medida como número de Plantas sembradas o área cubierta.	Área de reforestación	Semestral	Muestreo Aleatorio simple	Observación in situ	Implícita en la planilla permanente de ENACAL (Operadore s, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)	
-------	------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	--------------------------	-----------	---------------------------------	------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

12. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

12.1. Generalidades

El plan de seguimiento y control ambiental pretende identificar las responsabilidades de carácter ambiental para el cumplimiento de las medidas ambientales y planes ambientales propuestos en la etapa de construcción y operación del proyecto. El desarrollo estará bajo la responsabilidad de la Gerencia Ambiental de ENACAL.

La jefatura ambiental deberá mantener comunicación con las diferentes instituciones y organismos que están involucrados las operaciones y proyectos de la Planta, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Ministerio Agropecuario y Forestal – MAGFOR, y la Unidad de Gestión Ambiental Municipal. A fin de cumplir con lo mandatado por la legislación ambiental con referente a los permisos y autorizaciones.

12.2. Objetivo

Asegurar la adecuada implantación de las medidas y planes ambientales identificadas en el estudio de impacto ambiental, y Programa de Gestión ambiental de la empresa.

12.3. Responsabilidades

Las medidas ambientales deberán ser supervisadas y evaluadas mediante resultados comprobables durante la operación de la planta.

Con el fin de garantizar la viabilidad de los planes ambientales planteados en el PGA, se hace necesario entre otras acciones, que la empresa realice un seguimiento, control y actualización de los planes propuestos, que le permita valorar los indicadores a partir de las actividades desarrolladas, los objetivos y metas propuestos, resultados obtenidos, los aspectos que han facilitado o dificultado alcanzar la situación deseada, los ajustes que se consideren necesarios y los compromisos que se han planteado, con el fin de mejorar o mantener los resultados.

Para asegurar la implementación del Programa de Gestión Ambiental con un adecuado control, se indican las actividades a ser medidas, fase de construcción ejecución del proyecto y los responsables, lo cual debe permitir medir el desempeño ambiental de la nueva PTAR y monitorear los objetivos y metas, con base en los resultados obtenidos.

En la Tabla siguiente, se presenta una matriz conteniendo las actividades de seguimiento y control ambiental.

Tabla 12. 1. Matriz de actividades para el seguimiento y control ambiental

Actividades de seguimiento y control	Componente del proyecto	Fase del proyecto		
		Construcción	Operación	Cierre
Implementar la capacitación a los trabajadores del proyecto, en cuanto a los alcances de higiene y seguridad ocupacional y la protección del medio ambiente.	Gestión ambiental	X	X	
Garantizar la operatividad de los Planes Ambientales en las diferentes etapas del proyecto.		X	X	X
Garantizar que el efluente a descargar en el Lago Xolotlán, cumpla con los parámetros establecidos en el Decreto 77-2003 y 21-2017.	Recurso agua		X	
Supervisar el monitoreo de las aguas subterráneas para consumo humano de los pozos aledaños a la PTAR.			X	
Fiscalizar el adecuado manejo de los Residuos Sólidos no peligrosos de acuerdo a la NTON 05 014 – 01.	Residuos Sólidos y Líquidos	X	X	X
Fiscalizar el adecuado manejo de los Residuos Sólidos peligrosos de acuerdo a la NTON 05 015 – 02.		X	X	X
Inspeccionar el funcionamiento todas las unidades del sistema de tratamiento de aguas residuales.			X	X
Supervisar el correcto manejo de los insumos químicos.		X	X	X
Supervisar el monitoreo de las aguas residuales previo al punto de descarga del emisario submarino en el Lago Xolotlán			X	
Verificar la aplicación de las medidas para el control de las emisiones atmosféricas.		Calidad del aire	X	X
Verificar que el ruido este de acuerdo a la Norma de la OMS.	X			X
Verificar el adecuado uso de los equipos de protección personal (EPP).	Seguridad e higiene laboral	X	X	X
Actualizar los procedimientos establecidos en el plan de contingencia ante riesgos.		X	X	X
Verificar que los análisis fisicoquímicos y microbiológicos estén vigentes y que existan los respaldos físicos correspondientes.	Información ambiental		X	

Contar con un registro de los mantenimientos preventivos y correctivos ejecutados a las unidades del sistema de tratamiento.			X	X
Contar con un registro físico de las situaciones fortuitas que ocurran en la PTAR.		X	X	X

13. CONCLUSIONES

Los resultados del histograma de emplazamiento y evaluación de riesgo por la metodología de INETER, en los sitios propuestos de instalación de la PTAR, indican que el sitio 4, localizado en las coordenadas UTM WGS-84, 563830 E- 1353282N, es el lugar adecuado para la ubicación del sistema de tratamiento debido a las facilidades de expandirse en futuros proyectos por ser áreas de potreros y pastos, cumplimiento de la mayoría de los criterios establecidos en la NTON 05 027 05 y presentar riesgos moderados de amenazas de origen natural, socio natural y antrópicas, tales como sismo, vulcanismo, inundación, sequía y deforestación

De acuerdo con la NTON 05 027 – 05, no se cumplen ciertos criterios, entre ellos, que los sitios se encuentran en zonas de inundación para lo cual se propone la construcción de diques de contención en la PTAR y las EBAR. Por otro lado, se encontró que existen viviendas en un radio menor de 50 m ubicadas en la misma dirección que el viento, lo que puede causar problemas por los malos olores, y para ello, se propone establecer cortinas rompe vientos en los sitios en estudio. Así mismo, se determinó que los niveles freáticos están por debajo del criterio, y que existen viviendas cuyo abastecimiento de agua doméstica son pozos ubicados en un radio menor a los 200 m, para lo cual se establece como medida la verificación del uso de los mismos cada tres meses.

Los impactos negativos en el proyecto se dan en su mayoría durante la etapa de construcción en el área directa del proyecto, los que tienen características de impacto ambiental moderado, 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 establecidas.

Los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento de la PTAR, se proyecta controlarlos casi en su totalidad, a través del cumplimiento actividades detalladas en las medidas de mitigación, así como el plan de monitoreo ambiental.

No obstante, la ejecución del proyecto tendrá un impacto positivo en el área de influencia directa e indirecta, ya que mejorará la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Mateare, al contar con un servicio básico más, como es el alcantarillado de las aguas residuales y su respectivo tratamiento. Además, de reducir las amenazas de salud pública y la contaminación del Lago Xolotlán por descarga de aguas residuales crudas, así como aguas subterráneas, al eliminar el vertido o infiltración de las aguas residuales domesticas sin previo tratamiento.

Las dos alternativas de tratamiento para el emplazamiento de la PTAR expuestas en el presente análisis, son impactos moderados; sin embargo, las alternativas 1 presentan algunas restricciones en cuanto a pérdida del suelo, cambio en el uso del uso, remoción de la capa vegetal por las actividades de construcción, disminución de la capacidad de infiltración del suelo, y modificación de estructuras del suelo por movimiento y compactación del terreno, debido a la construcción del sistema de lagunajes que ocupa grandes extensiones de terreno.

Cualquier alternativa de planta de tratamiento de aguas residuales a construir pretende garantizar que el efluente final cumpla con los parámetros máximos permisibles exigidos en los Decretos 77-2003 y 21-2017. La alternativa 1 tiene una mayor remoción de nutrientes que la alternativa 2, debido a que el UASB no tiene mayor remoción de nutrientes por su corto período de retención en relación a los tiempos de retención de las lagunas de maduración en serie, que

es mayor; sin embargo, la alternativa 1 ocupa grandes áreas por conformarse por un sistema de lagunaje.

Se considera que la alternativa más conveniente para la localidad de Mateare, es la alternativa 2 consistente en Pretratamiento + UASB + Laguna de Maduración, debido a su alta eficiencia, cumplimiento de los límites permisibles para vertido, cumplimiento de distancias establecidas en el Artículo 6 de la Norma Técnica NTON 05 027 05 y menor área de ocupación.

14. BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de Mateare, (2017). Caracterización del Municipio de Mateare.

Asensio Arroyo, G. E. (2004). Diagnóstico de Infraestructura Escolar en Mateare. Managua: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Banco Central de Nicaragua, (2017). Cartografía digital y Censo de edificaciones de la Cabecera Municipal de Mateare.

Datos de precipitación, temperatura y evaporación del periodo 1997-2017. INETER. 2018.

Decreto 21-2017. Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. La Gaceta Diario Oficial No. 229. 2017.

Decreto 77-2003. De establecimiento de las disposiciones que regulan las descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los sistemas de tratamiento en el Lago Xolotlán. La Gaceta, Diario Oficial No. 218. 2003.

Estudio Hidrológico e Hidrogeológico de la Región del Pacífico. Volumen I y II. MAGFOR, 2006.

Geografía, clima, geología y hidrogeología de Nicaragua. Fenzel & Norbert. 1989.

Informe de Diagnóstico Ambiental de la Ciudad de Mateare. Ingeniería PROCON. 2019

Manual para la Evaluación de Riesgo del emplazamiento y del Medio construido. COSUDE/PNUD. 2013.

Mapas Multiamenazas y vulnerabilidades de Nicaragua. INETER. 2018

Norma técnica Obligatorias Nicaragüense para el diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales Criterios según NTON 05 027-05. La Gaceta Diario Oficial No. 90. 2006

Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en función de Amenazas. Municipio de Mateare SINAPRED.2005.

Reporte sobre las amenazas, vulnerabilidad y riesgos ante inundación, deslizamiento, actividad volcánica y sismos. Municipio de Mateare. SINAPRED.2005.

15. ANEXOS

15.1. Anexo 1. Inventario de Pozos

ID	x	y	z	NEA (m)	Diámetro (m)	Brocal (m)
Concepción Altamirano	564254	1353579	55	11.4	1.45	1
Ronald Ulloa	564357	1353449	58	15	1.35	0.7
Bernarda Marengo	563707	1352918	46	3.38	1.5	0.3
Bernarda Marengo	563698	1352919	46	3	1	0.25
Suyen Solís	563996	1352579	49	4.58	1	1.4
Segundo Rojas	563931	1352532	44	4.77	1.5	0.13
Francisco Martínez	563945	1352498	44	5.24	1.32	0.66
Elbio Soza	564048	1352345	47	6	2	0.55
Dimas Espinoza	563441	1352965	52	11.28	2.1	0.7
Melba Herrera	563412	1352937	54	11.13	1.2	0
Chatarrera	563662	1352507	52			
Mercedes Castillo	562307	1352900	49	5.83	1.5	0.65
Sra. Lacayo	562365	1352900	48	6	1	0.9
Lesther Guido	562403	1352877	52	5.6	1	0.6
Ligia	562430	1352869	51	5.34	0.65	0.8
Yessica Mendoza	562437	1352870	52	5.22	0.7	0.5
Yahaira Rios	562453	1352863	52	4.86	0.8	0.8
Gabriela Gomez	562468	1352856	51	5.24	1	0.4
Diana Delgadillo	562455	1352879	49	2.9	0.7	0.5
Elena Gomez	562452	1352878	50	2.92	0.7	0.5
Bernardo Mayorga	562453	1352897	49	1.92	1	0.8
Carmen Solorzano	562430	1352903	49	2.62	0.8	0.35
Juana Soto	562404	1352912	47	2.97	0.7	0.4
Irma Diaz	562346	1352949	49	3.6	0.9	0.5
Judith Umanzor	562324	1352947	49	3.35	0.8	0
Katya Lazo	561899	135381	57	4.9	0.7	1

15.2. Anexo 2. Histogramas empleados para la evaluación de emplazamiento

Tabla 15.1 Histograma de evaluación del Sitio 1

Nombre del Proyecto: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Mateare" BCIE CPI N°.004-2018										
Sitio a evaluar:		EBAR 1				Coordenadas:		561909 E 1353089 N		N
Componente: Clima										
E	Viento	Precipitación	Comfort Higrotérmico			P	F	ExPxF	PXF	
1						3	0	0	0	
2						2	3	12	6	
3						1	0	0	0	
						Valor Total:		2.00	12	6
Componente: Geología y Suelo										
E	Sismicidad	Uso de suelo	Deslizamiento	Vulcanismo	Rangos de pendiente	P	F	ExPxF	PXF	
1						3	2	6	6	
2						2	1	4	2	
3						1	2	6	2	
						Valor Total:		1.60	16	10
Componente: Hidrología										
E	Hidrología Superficial	Hidrología Subterránea	Lagos y lagunas			P	F	ExPxF	PXF	
1						3	1	3	3	
2						2	2	8	4	
3						1	0	0	0	
						Valor Total:		1.57	11	7
Componente: Geomorfología y Cuenca										
E	Zonas de Amenazas	Lagos, lagunas, zonas inundables	Deslizamiento aguas arriba	Formas del terreno	Zonas frágiles	Impacto aguas abajo	P	F	ExPxF	PXF
1							3	4	12	12
2							2	1	4	2
3							1	1	3	1
						Valor Total:		1.27	19	15
Componente: Amenazas socionaturales										
E	Flujo de lodos y escombros	Inundaciones fluviales	Movimiento de laderas			P	F	ExPxF	PXF	
1						3	2	6	6	
2						2	1	4	2	
3						1	0	0	0	
						Valor Total:		1.25	10	8
Componente: Ecosistemas										
E	Especies forestales	Especies faunísticas	Áreas protegidas			P	F	ExPxF	PXF	
1						3	0	0	0	
2						2	1	4	2	
3						1	2	6	2	
						Valor Total:		2.50	10	4
Componente: Vulnerabilidad Física										
E	Ante inundaciones	Ante deslizamiento y falla del talud	Ante vientos	Estructural	Seguridad	P	F	ExPxF	PXF	
1						3	1	3	3	
2						2	2	8	4	
3						1	2	6	2	
						Valor Total:		1.89	17	9
Componente: Interacción/contaminación										
E	Áreas agrícolas	Líneas de alta tensión	Peligro de explosión e incendios	Riesgo de derrame por Oleoducto de Hidrocarburo			P	F	ExPxF	PXF
1						3	0	0	0	
2						2	1	4	2	
3						1	3	9	3	
						Valor Total:		2.60	13	5
Componente: Medio construido										
E	Acceso al sitio	Áreas comunales	Acceso a servicios básicos			P	F	ExPxF	PXF	
1						0	0	0	0	
2						1	0	0	0	
3						2	3	18	6	
						Valor Total:		3.00	18	6
Componente: Social e institucional										
E	Conflictos territoriales	Seguridad ciudadana	Marco jurídico			P	F	ExPxF	PXF	
1						3	0	0	0	
2						2	0	0	0	
3						1	3	9	3	
						Valor Total:		3.00	9	3
Evaluación total del sitio									3.00	2.07

Tabla 15.2 Histograma de evaluación del Sitio 2

Nombre del Proyecto: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Mateare" BCIE CPI N°.004-2018										
Sitio a evaluar:		EBAR 2			Coordenadas:		562275	E	1352945	N
Componente: Clima										
E	Viento	Precipitación	Comfort Higrotérmico				P	F	ExPxF	PXF
1							3	0	0	0
2							2	3	12	6
3							1	0	0	0
							Valor Total:	2.00	12	6
Componente: Geología y Suelo										
E	Sismicidad	Uso de suelo	Deslizamiento	Vulcanismo	Rangos de pendiente		P	F	ExPxF	PXF
1							3	2	6	6
2							2	1	4	2
3							1	2	6	2
							Valor Total:	1.60	16	10
Componente: Hidrología										
E	Hidrología Superficial	Hidrología Subterránea	Lagos y lagunas				P	F	ExPxF	PXF
1							3	1	3	3
2							2	2	8	4
3							1	0	0	0
							Valor Total:	1.57	11	7
Componente: Geomorfología y Cuenca										
E	Zonas de Amenazas	Lagos, lagunas, zonas inundables	Deslizamiento aguas arriba	Formas del terreno	Zonas frágiles	Impacto aguas abajo	P	F	ExPxF	PXF
1							3	4	12	12
2							2	1	4	2
3							1	1	3	1
							Valor Total:	1.27	19	15
Componente: Amenazas socionaturales										
E	Flujo de lodos y escombros	Inundaciones fluviales	Movimiento de laderas				P	F	ExPxF	PXF
1							3	2	6	6
2							2	1	4	2
3							1	0	0	0
							Valor Total:	1.25	10	8
Componente: Ecosistemas										
E	Especies forestales	Especies faunísticas	Áreas protegidas				P	F	ExPxF	PXF
1							3	0	0	0
2							2	1	4	2
3							1	2	6	2
							Valor Total:	2.50	10	4
Componente: Vulnerabilidad Física										
E	Ante inundaciones	Ante deslizamiento y falla del talud	Ante vientos	Estructural	Seguridad		P	F	ExPxF	PXF
1							3	2	6	6
2							2	1	4	2
3							1	2	6	2
							Valor Total:	1.60	16	10
Componente: Interacción/contaminación										
E	Áreas agrícolas	Lineas de alta tensión	Peligro de explosión e incendios	Riesgo de derrame por Oleoducto de Hidrocarburo			P	F	ExPxF	PXF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3							1	4	12	4
							Valor Total:	3.00	12	4
Componente: Medio construido										
E	Acceso al sitio	Áreas comunales	Acceso a servicios básicos				P	F	ExPxF	PXF
1							3	0	0	0
2							2	1	4	2
3							1	2	6	2
							Valor Total:	2.50	10	4
Componente: Social e institucional										
E	Conflictos territoriales	Seguridad ciudadana	Marco jurídico				P	F	ExPxF	PXF
1							3	0	0	0
2							2	0	0	0
3							1	3	9	3
							Valor Total:	3.00	9	3
Evaluación total del sitio										2.03

Tabla 15.3 Histograma de evaluación del Sitio 3

Nombre del Proyecto: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Mateare" BCIE CPI N°.004-2018												
Sitio a evaluar:		EBAR 3			Coordenadas:		563067	E	1352708	N		
Componente: Clima												
E	Viento	Precipitación	Comfort Higrotérmico				P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0		
2							2	3	12	6		
3							1	0	0	0		
							Valor Total:	2.00	12	6		
Componente: Geología y Suelo												
E	Sismicidad	Uso de suelo	Deslizamiento	Vulcanismo	Rangos de pendiente				P	F	ExPxF	PXF
1							3	2	6	6		
2							2	1	4	2		
3							1	2	6	2		
							Valor Total:	1.60	16	10		
Componente: Hidrología												
E	Hidrología Superficial	Hidrología Subterránea	Lagos y lagunas				P	F	ExPxF	PXF		
1							3	1	3	3		
2							2	2	8	4		
3							1	0	0	0		
							Valor Total:	1.57	11	7		
Componente: Geomorfología y Cuenca												
E	Zonas de Amenazas	Lagos, lagunas, zonas inundables	Deslizamiento aguas arriba	Formas del terreno	Zonas frágiles	Impacto aguas abajo	P	F	ExPxF	PXF		
1							3	4	12	12		
2							2	1	4	2		
3							1	1	3	1		
							Valor Total:	1.27	19	15		
Componente: Amenazas socionaturales												
E	Flujo de lodos y escombros	Inundaciones fluviales	Movimiento de laderas				P	F	ExPxF	PXF		
1							3	2	6	6		
2							2	1	4	2		
3							1	0	0	0		
							Valor Total:	1.25	10	8		
Componente: Ecosistemas												
E	Especies forestales	Especies faunísticas	Áreas protegidas				P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0		
2							2	1	4	2		
3							1	2	6	2		
							Valor Total:	2.50	10	4		
Componente: Vulnerabilidad Física												
E	Ante inundaciones	Ante deslizamiento y falla del talud	Ante vientos	Estructural	Seguridad				P	F	ExPxF	PXF
1							3	2	6	6		
2							2	1	4	2		
3							1	2	6	2		
							Valor Total:	1.60	16	10		
Componente: Interacción/contaminación												
E	Áreas agrícolas	Líneas de alta tensión	Peligro de explosión e incendios	Riesgo de derrame por Oleoducto de Hidrocarburo				P	F	ExPxF	PXF	
1							3	0	0	0		
2							2	1	4	2		
3							1	3	9	3		
							Valor Total:	2.60	13	5		
Componente: Medio construido												
E	Acceso al sitio	Áreas comunales	Acceso a servicios básicos				P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0		
2							2	1	4	2		
3							1	2	6	2		
							Valor Total:	2.50	10	4		
Componente: Social e institucional												
E	Conflictos territoriales	Seguridad ciudadana	Marco jurídico				P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0		
2							2	0	0	0		
3							1	3	9	3		
							Valor Total:	3.00	9	3		
Evaluación total del sitio									1.99			

Tabla 15.4 Histograma de evaluación del Sitio 4

Nombre del Proyecto: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Mateare" BCIE CPI N°.004-2018													
Sitio a evaluar:		Sitio PTAR			Coordenadas:		563830	E	1353282	N			
Componente: Clima													
E	Viento	Precipitación	Comfort Higrotérmico					P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0			
2							2	3	12	6			
3							1	0	0	0			
							Valor Total:	2.00	12	6			
Componente: Geología y Suelo													
E	Sismicidad	Uso de suelo	Deslizamiento	Vulcanismo	Rangos de pendiente					P	F	ExPxF	PXF
1							3	2	6	6			
2							2	2	8	4			
3							1	1	3	1			
							Valor Total:	1.55	17	11			
Componente: Hidrología													
E	Hidrología Superficial	Hidrología Subterránea	Lagos y lagunas					P	F	ExPxF	PXF		
1							3	2	6	6			
2							2	1	4	2			
3							1	0	0	0			
							Valor Total:	1.25	10	8			
Componente: Geomorfología y Cuenca													
E	Zonas de Amenazas	Lagos, lagunas, zonas inundables	Deslizamiento aguas arriba	Formas del terreno	Zonas frágiles	Impacto aguas abajo	P	F	ExPxF	PXF			
1							3	0	0	0			
2							2	3	12	6			
3							1	3	9	3			
							Valor Total:	2.33	21	9			
Componente: Amenazas socionaturales													
E	Flujo de lodos y escombros	Inundaciones fluviales	Movimiento de laderas					P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0			
2							2	1	4	2			
3							1	2	6	2			
							Valor Total:	2.50	10	4			
Componente: Ecosistemas													
E	Especies forestales	Especies faunísticas	Áreas protegidas					P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0			
2							2	0	0	0			
3							1	3	9	3			
							Valor Total:	3.00	9	3			
Componente: Vulnerabilidad Física													
E	Ante inundaciones	Ante deslizamiento y falla del talud	Ante vientos	Estructural	Seguridad					P	F	ExPxF	PXF
1							3	1	3	3			
2							2	2	8	4			
3							1	2	6	2			
							Valor Total:	1.89	17	9			
Componente: Interacción/contaminación													
E	Áreas agrícolas	Líneas de alta tensión	Peligro de explosión e incendios	Riesgo de derrame por Oleoducto de Hidrocarburo					P	F	ExPxF	PXF	
1							3	0	0	0			
2							2	0	0	0			
3							1	4	12	4			
							Valor Total:	3.00	12	4			
Componente: Medio construido													
E	Acceso al sitio	Áreas comunales	Acceso a servicios básicos					P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0			
2							2	1	4	2			
3							1	2	6	2			
							Valor Total:	2.50	10	4			
Componente: Social e institucional													
E	Conflictos territoriales	Seguridad ciudadana	Marco jurídico					P	F	ExPxF	PXF		
1							3	0	0	0			
2							2	0	0	0			
3							1	3	9	3			
							Valor Total:	3.00	9	3			
Evaluación total del sitio										2.30			