



**REPUBLICA DEL ECUADOR**  
**M. I. MUNICIPIO DE SAN PABLO DE MANTA**



**ESTUDIO DE**  
**IMPACTO**  
**AMBIENTAL Y**  
**PLAN DE MANEJO**  
**AMBIENTAL**

**PLAN MAESTRO**  
**HIDROSANITARIO**  
**PARA MANTA**

**ORIGINAL TOMO 1**

**FEBRERO DE 2010**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN  
DE MANEJO AMBIENTAL  
PLAN HIDROSANITARIO PARA MANTA**

M. I. Municipalidad de Manta : Ing. Jaime Estrada Bonilla  
Alcalde  
Gerente General EAPAM : Ing. Patricio Zevallos Moreno  
Elaboración y coordinación : Arq. Sergio Coellar Mideros

**M. I. MUNICIPIO DE SAN PABLO DE MANTA**

Calle 9 y Avenida 4  
Palacio Municipal  
Teléfonos: 2611-471 – 2611479 Fax: 2611714  
[mimm@manta.gov.ec](mailto:mimm@manta.gov.ec)  
Manta-Ecuador



**REPUBLICA DEL ECUADOR**  
**M. I. MUNICIPIO DE SAN PABLO DE MANTA**



**ESTUDIO DE**  
**IMPACTO**  
**AMBIENTAL Y**  
**PLAN DE MANEJO**  
**AMBIENTAL**

**PLAN MAESTRO**  
**HIDROSANITARIO**  
**PARA MANTA**

**ORIGINAL TOMO 2**

**FEBRERO DE 2010**



**REPUBLICA DEL ECUADOR**  
**M. I. MUNICIPIO DE SAN PABLO DE MANTA**



**ESTUDIO DE**  
**IMPACTO**  
**AMBIENTAL Y**

**PLAN DE MANEJO**  
**AMBIENTAL**

**PLAN MAESTRO**  
**HIDROSANITARIO**  
**PARA MANTA**

**ORIGINAL TOMO 3**

**FEBRERO DE 2010**



# **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

## **PLAN HIDROSANITARIO PARA MANTA**

**M. I. Municipalidad de Manta** : **Ing. Jaime Estrada Bonilla**  
**Alcalde**

**Gerente General EAPAM** : **Ing. Patricio Zevallos Moreno**

**Elaboración y coordinación** : **Arq. Sergio Coellar Mideros**

### **M. I. MUNICIPIO DE SAN PABLO DE MANTA**

**Calle 9 y Avenida 4  
Palacio Municipal**

**Teléfonos: 2611-471 – 2611479 Fax: 2611714**

**[mimm@manta.gov.ec](mailto:mimm@manta.gov.ec)**

**Manta-Ecuador**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN  
DE MANEJO AMBIENTAL  
PLAN HIDROSANITARIO PARA MANTA**

M. I. Municipalidad de Manta : Ing. Jaime Estrada Bonilla  
Alcalde  
Gerente General EAPAM : Ing. Patricio Zevallos Moreno  
Elaboración y coordinación : Arq. Sergio Coellar Mideros

**M. I. MUNICIPIO DE SAN PABLO DE MANTA**

Calle 9 y Avenida 4  
Palacio Municipal  
Teléfonos: 2611-471 – 2611479 Fax: 2611714  
[mimm@manta.gov.ec](mailto:mimm@manta.gov.ec)  
Manta-Ecuador

## 1. FICHA TÉCNICA

### 1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

"Plan Maestro Hidrosanitario de Manta"

### 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El **Plan Maestro de Agua Potable de Manta** es integral, de manera que comprende todo el conjunto que compone un sistema de abastecimiento:

- Captación,
- Conducción,
- Tratamiento,
- Tanques de Reserva,
- Red de distribución,
- Conexiones domiciliarias y;
- Desarrollo administrativo de la entidad a cargo del servicio.

#### a) área de cobertura y servicio

El área considerada para el Proyecto es de 4.365 Has.

#### b) Capacidad de producción

- Dotación media inicio del proyecto:	120 l/hab.*día
- Dotación media año 20:	250 l/hab.*día
- Dotación media año 30:	250 l/hab.*día
- Dotación de la población sin servicio:	30 l/hab.*día

La dotación de diseño será 250 l/hab.\*día.

#### c) Tipo de usuario

- Doméstico:	87%
- Comercial institucional:	1%
- Industrial:	12%

### 1.2.1 Detalle de obras

#### 1.2.1.1 Captación

Las fuentes de abastecimiento para la dotación de agua potable del cantón Manta son las aguas del río Portoviejo en los sectores de El Ceibal y Caza Lagarto.

La ubicación de la captación del río Portoviejo está en el sector Caza Lagarto, donde se garantiza el caudal de la fuente y se cuenta con la infraestructura del sistema actual de agua potable de la ciudad.

De los datos proporcionados como requerimiento de agua en la captación para el proyecto hasta el año 2022 es de 1.158 l/s, cantidad que deberá ser proporcionada por dos fuentes que disponen de este recurso: la planta de tratamiento de El Ceibal con 860 l/s y desde Caza Lagarto la diferencia, es decir 298 l/s, que para efectos de estudio de alternativas o diseño de los tipos de toma, ha sido redondeado a 300 l/s.

Se establece tres etapas de construcción: la *primera* que sería la captación en el sector de Caza Lagarto con un caudal de 300 l/s de agua cruda a ser tratada en una planta de potabilización en el sector "Colorado"; la *segunda* etapa que será la reposición de equipos de bombeo y materiales para el normal funcionamiento del sistema, y; una *tercera* etapa que plantea la construcción de otro sistema que provea de 300 l/s adicionales.

Con la captación del río Portoviejo en el sector de Caza Lagarto implica la construcción de nuevas estaciones de bombeo, así como el tendido de una línea de conducción de 20 Km., desde Caza Lagarto a El Ceibal.

Al captar en el sector de El Ceibal se construirá una estación de bombeo y 32 Km., de línea de conducción hasta el sector de Colorado. Aquí se construirá un módulo adicional de 300 l/s en la planta de tratamiento de Colorado, para potabilizar el agua, previa su distribución a la ciudad de Manta.

- ***Captación lateral con tuberías y cámara de sedimentación***

Se ha optado por una captación lateral con tuberías, con una cámara para sedimentos en la orilla del río, como la más funcional para los fines del proyecto; recomendándose el dimensionamiento de un solo cuerpo de captación con tres tuberías para un ingreso de flujo de 300 l/s, es decir 150 l/s en cada toma, disponiendo una de emergencia.

De igual manera, se dispondrá de tres unidades de succión en la cámara luego de los tabiques disipadores y reguladores uniformes de flujo.

### **1.2.1.2 Conducción y estación de bombeo**

Comprende la estación de bombeo de Caza Lagarto y la conducción de 300 l/s a la nueva estación de Río de Oro y luego el bombeo al tanque rompe presión de Cerro de Hojas y conducción a gravedad hasta la planta de tratamiento en el sector Colorado.

Como parámetro técnico se plantea la utilización de tuberías de conducción de hierro dúctil, con diámetros tendientes a conseguir velocidades de alrededor de 1 m/s, lo que establece el diámetro técnico – económico óptimo.

El material adoptado garantiza las presiones esperadas en el sistema; sustentando conjuntamente, material y diámetro, las posibles presiones extras del golpe de ariete.

El agua captada en el Río Portoviejo en Caza Lagarto será conducida a la nueva estación de Río de Oro por una línea que cubra el tramo hasta Loma Blanca a construirse e interconectada a la línea INARQ existente conduciendo un caudal de 300 l/s.

La nueva línea del tramo Caza Lagarto – Loma Blanca se plantea sea de 600 mm de diámetro en hierro dúctil, de las siguientes características:

<b>Tipo:</b>	K-9
<b>Longitud del tubo:</b>	6 m
<b>Peso por metro:</b>	170 Kg.
<b>Espesor de la pared:</b>	9,9 mm
<b>Junta:</b>	Estándar
<b>Presión máxima admisible:</b>	31 Bar.

La longitud del tramo a construirse, Caza Lagarto – Loma Blanca es de aproximadamente 20,6 Km., que demandaría para su instalación la construcción de una zanja de 1,70 m de profundidad, es decir que se tenga una capa de protección de al menos 1,10 m sobre la clave de la tubería a instalarse, por un ancho de zanja de 1,10 m en toda su longitud.

Para efectos de cálculo económico los valores de excavación y relleno serían:

Excavación: 38,552 m<sup>3</sup>  
Relleno: 32,730 m<sup>3</sup>

#### **a) Equipos de bombeo:**

Para el bombeo desde la captación del Río Portoviejo, sector Caza Lagarto, hasta la nueva estación Río de Oro, se instalarán tres bombas centrífugas en paralelo, de 150 l/s cada una, de las cuales dos funcionarán simultáneamente aportando a la línea 300 l/s y una permanecerá en stand by.

Para el cálculo de los equipos de bombeo se ha considerado como cota inicial, la tomada sobre el múltiple de la tubería de salida en Caza Lagarto, menos 5 m calculando como nivel mínimo en la succión (46,08) como cota de llegada en este caso la obtenida sobre la tubería de entrada de la línea INTERBRAS (165,48 en Río de Oro).

La línea de impulsión se la considera una tubería de hierro dúctil de 600 mm de diámetro en una longitud aproximada de 33.242 m, aumentada un 3% por efectos de topografía del terreno.

La succión de las bombas se ha prefijado en 250 mm (10"), estimando una longitud de 10 m.



De la misma manera, en el múltiple de descarga se ha considerado un tramo de 200 mm (8") de 10 m.

Para efectos de cálculo tanto en la succión como en la descarga se ha considerado válvulas y accesorios que resultan ser elementales de una estación de bombeo en los diámetros que se han señalado.

Para el diseño de la bomba se ha considerado una eficiencia del 80% con lo que la potencia del motor será de 350 HP.

En cuanto a los equipos existentes (350 HP) las condiciones hidráulicas de las bombas son diferentes, por lo que se plantearía la adquisición de nuevos grupos bomba – motor.

### **1.2.1.3 Planta de Tratamiento**

Proyectada a construirse en el sector de Colorado donde se tratarán los 300 l/s de agua cruda, previo a la distribución a la ciudad de Manta.

El agua del río Portoviejo en el sector de El Ceibal con 300 l/s más de agua cruda será bombeada a un tanque de carga en Cruz Verde de donde fluirá a gravedad hacia la planta de tratamiento de Colorado, pasando a las unidades de reserva y de aquí a la red de distribución de la ciudad. Módulo N° 2.

La planta de tratamiento estará ubicada en el sector de Colorado aledaña a los tanques de reserva existentes. La planta será de tipo convencional y considerando las características físico - químicas del agua cruda a tratarse, constará de las siguientes unidades:

1. Unidad de entrada y medición
2. Unidad de mezcla rápida
3. Floculación
4. Sedimentación
5. Filtración

Adicionalmente se ha diseñado unidades complementarias de apoyo para una eficiente operación funcional como sustento logístico de la planta como son:

1. Edificio de químicos;
2. Caseta de cloración y laboratorios;
3. Casa de la jefatura de planta y guardianía;
4. Caseta para planta eléctrica de emergencia y depósito de combustible;
5. Unidad de bombeo y tanque elevado.

#### **a) Unidad de Entrada y Medición**

El agua cruda captada en el río Portoviejo en el sector de Caza Lagarto es conducida hasta un tanque de 1000 m<sup>3</sup> a construirse en Colorado, de este tanque por medio de una tubería de 350 mm de diámetro llega a un cajón de entrada o

ingreso, que es una estructura de hormigón armado constituida por tres cámaras: La cámara de entrada propiamente dicha, que tiene un vertedero metálico triangular de 90° que regula y mide el ingreso del caudal a tratarse y lateralmente tiene un vertedero de excesos.

Además la estructura de ingreso dispone de una cámara de válvulas para la evacuación y limpieza de toda la estructura. Los caudales de excesos y la tubería de desagüe que son de 300 mm de diámetro se conectarán al sistema de alcantarillado de la planta.

### **b) Unidad de Mezcla Rápida**

La mezcla rápida en la planta se la hace por medio de un canal Parshall modificado, que asocia las funciones de un medidor a las de un dispositivo de mezcla rápida, o sea dispersión de coagulantes en el tratamiento de agua. Son muy importantes las condiciones de descarga ya que a través del medidor se pueden verificar en dos condiciones diferentes que corresponden a dos regímenes distintos:

- Flujo a descarga libre
- Ahogamiento o sumersión

### **c) La coagulación seguida de la floculación**

- Remover el color verdadero y aparente;
- Destruir algas y plankton;
- Remover la turbiedad tanto orgánica como inorgánica;
- Eliminar bacterias y virus;
- Eliminar olores y sabores eliminando sustancias que lo producen.

La coagulación comienza en el mismo instante que se añaden los coagulantes al agua, consiste en una serie de reacciones físicas - químicas, entre los coagulantes, la superficie de los coloides, la alcalinidad del agua y el agua misma.

El coagulante escogido es el Sulfato de Aluminio, que al contacto con el agua se hidrolizará y reaccionará con las moléculas del agua, produciendo la desestabilización de las partículas por simple absorción específica, tal es el caso del color en el agua o por interacción química con los grupos ionizados de la superficie del agua.

Para obtener mayor eficiencia en el proceso se usarán poli electrolitos como ayudantes de coagulación, así los productos de la hidrólisis del coagulante sufrirán reacciones de polimeración, enlazándose unos con otros para formar cadenas tridimensionales, estas cadenas podrán ser fácilmente absorbidas por los coloides existentes en suspensión, que a su vez podrán adherirse a otros coloides, formando masas esponjosas de las partículas de la suspensión que han formado cadenas poliméricas.

A la final los coágulos producirán un "efecto de barrido" que atraparán nuevas partículas que se incorporarán a los micros flóculos en formación.

Una vez desestabilizados los coloides estos comienzan a aglutinarse formando primeros micro flóculos, lo que puede durar menos de 60 segundos, para que luego estos núcleos se aglutinen en partículas mayores en períodos inferiores a 9 minutos.

Para que se cumpla lo indicado se debe al punto escogido para añadir el coagulante o sea la mezcla rápida, que da paso al proceso de floculación.

La floculación que no es sino una agitación lenta del agua, para producir el fenómeno por el cual las partículas ya desestabilizadas chocan unas a otras para formar coágulos mayores. Para la planta de tratamiento se usará floculación pericínica, floculador hidráulico de flujo horizontal.

Los floculares de flujo horizontal consisten en tanques provistos de pantallas en los cuales el agua circula a velocidad fija y en forma zigzagueante. En estos floculadores se producen las siguientes pérdidas de carga:

1. Por el cambio de dirección y turbulencia.
2. Por el ensanchamiento y contracción de la succión.
3. Por la fricción en los tramos rectos.

En el diseño se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones como:

1. La velocidad se recomienda entre 0,10 a 0,60 m/s.
2. Diseñar 2 o tres tramos o zonas de floculación.
3. La gradiente de velocidad que varía preferentemente entre 30 y 60  $\text{seg}^{-1}$ .
4. Para evitar la ruptura del floculador disminuir la velocidad en los giros a  $180^\circ$ , para lo cual es recomendable que el espaciamiento entre el tramo y el giro sea 1,5 veces la separación entre tabiques.

#### **d) Zona de sedimentación**

Toda la estructura básica es de hormigón armado cuyo fondo tiene una pendiente del 10%, el área de cada sedimentador es de 18,50 m x 2,30 m, en la zona de recolección de lodos el sedimentador tiene 7,05 m de profundidad, en el sector de vertido del agua al sedimentador 3,35 m.

De acuerdo a los cálculos, se tendrán 180 placas, el mismo número de canales. Cada plancha estará separada 5 cm una de otra y la dimensión de cada una será 2,40 x 1,5 m. Se determinó que el número de Reynolds es 135, menor que 250, lo que representa flujo laminar; la velocidad de sedimentación es de 0,00029 m/s.

Todo esto se cumple si la inclinación de las placas es de  $60^\circ$  con respecto a la horizontal.

**e) Zona de lodos**

Si el porcentaje de remoción es de 21,64 m<sup>3</sup>/día de acuerdo al tipo de sedimentador, en este caso se obtiene 64,8 m<sup>3</sup> de volumen de lodos lo que determinaría que cada 3 días se debe lavar el sedimentador.

**f) Zona de salida**

Se realizará por medio de un vertedor de cresta redondeada de 1,54 m que alimentará a las canaletas de recolección que conducirán 75 l/s cada una, estas se unirán en la canaleta central que conducirá los 300 l/s, si se tiene una altura de 30 cm al comienzo del canal y una pendiente del 1% al final habrá una altura de 31 cm, si el ancho es de 20 cm, la descarga del sedimentador al filtro será libre.

**g) Filtración**

La filtración del agua es el proceso mediante el cual se separan las materias en suspensión haciéndolas pasar a través de un medio poroso.

El objetivo es separar partículas y microorganismos objetables que no han quedado retenidos en el proceso de sedimentación.

Los factores que influyen en la filtración son:

- Tipo del medio filtrante;
- Velocidad de filtración.

Tipo o clase de la suspensión a ser filtrada como:

- Características físicas (volumen, densidad, tamaño)
- Características químicas (pH, potencial Zeta)
- Temperatura.

Para la ciudad de Manta en la planta de tratamiento se utilizarán filtros rápidos de flujo descendente, con lecho mixto de arena y antracita por las siguientes razones:

- Para aumentar la capacidad de almacenamiento de los flóculos y una penetración más profunda debido al lecho mixto de arena y antracita;
- Por que utiliza una menor área para cada unidad de filtración y tiene una mayor tasa de filtración;
- El costo de construcción es más económico que otro tipo de filtro;
- Se utiliza filtros rápidos por que la turbiedad y el color del agua cruda sobrepasan los valores para el diseño de filtros lentos;
- En esta clase de filtros, luego del lavado pueden entrar en servicio inmediatamente, no necesitan madurar;
- La cantidad de agua utilizada en el lavado es menor que cuando el lecho filtrante es solo de arena.

#### 1.2.1.4 Obras adicionales

- **Subestación Eléctrica:** Conlleva al tendido de la línea de transmisión desde Caza Lagarto al tanque existente del CRM, donde se ubicará una nueva estación de bombeo que sería la que eleve el caudal proyectado al Cerro Mocochal. La longitud de la línea es de 1 Km., que llegaría al banco de transformadores trifásicos, calculados con el criterio emitido para proporcionar en voltaje secundario de 440 voltios con las que se ha especificado los motores eléctricos de los grupos de bombeo.
- **Camino de Acceso:** Se mejorará el camino lastrado desde el sector de Caza Lagarto al tanque existente, es indispensable que se cuente con un carretero de acceso entre el tanque existente y el Cerro Mocochal donde se ubicará el tanque de 1.000 m<sup>3</sup> a construirse en la cota 230 msnm.

Este camino tendrá una longitud de 1 Km., con un ancho de vía de 5 m, la condición de la capa de rodadura será lastrado.

- **Obra Civil:** Se trata de la construcción de una estación de bombeo completa en los predios del tanque CRM que constaría de:
- **Casa de bombeo:** Adosada al tanque de 5.000 m<sup>3</sup> existente de donde se ubicará los tres grupos de bombas, tableros de mando y control de los equipos de bombeo, así como el tablero de comando de energía eléctrica con sus respectivas unidades de medición.
- **Subestación Eléctrica (obra civil):** Es un espacio para ubicar los transformadores de energía eléctrica, habiéndose prediseñado el piso de hormigón simple y con su respectiva malla de protección en todo su perímetro.
- **Casa de Guardián:** Se necesita la casa para guardianía en un área que no constituye vivienda, pero con los servicios indispensables: baño, iluminación y ventilación necesarios.
- **Bodega:** Se construiría una caseta donde se almacene los repuestos de los equipos, lubricantes y artículos propios de la operación y mantenimiento de la estación.
- **Cerramiento:** Se construirá el cerramiento perimetral de malla para toda la estación de bombeo.



### 1.2.1.5 Distribución

- **Máximo caudal a ser conducido a la parroquia urbana de Santa Martha**

En este caso, permanece abierta solo la válvula de Santa Martha, el caudal máximo a ser conducido a esta reserva es de 280 l/s.

#### a) Distribución a las dos reservas simultáneamente

Manteniendo abiertas las válvulas de Colorado y Santa Martha es posible conducir el caudal a las dos reservas simultáneamente. Los caudales entregados en cada sitio dependerán del caudal total y del manejo de la válvula de control de la línea de 800 mm.

Para un caudal de 350 l/s se tendrá 135 l/s en Colorado y 215 l/s en Santa Martha.

Para el suministro de agua potable al cantón Manta se dispone de dos puntos de servicio principales, desde la nueva planta ubicada en Colorado con un caudal medio diario de 300 l/s en la primera etapa y 300 l/s en la tercera etapa y desde la planta existente en El Ceibal, con un caudal de 860 l/s.

El 80% del caudal proveniente del sistema El Ceibal será conducido desde Azúa al tanque de 2.500 m<sup>3</sup> existente en Colorado desde donde un 25% será llevado a Santa Martha.

Por la topografía irregular de esta ciudad y considerando los sitios de ubicación de los diferentes tanques de reserva, la red ha sido concebida en los siguientes sectores de servicio:

- Red Alta de Colorado
- Red Baja de Colorado
- Red Azúa
- Red Alta de Santa Martha
- Red Baja de Santa Martha
- Red barrio Porvenir Alto
- Red barrio Las Cumbres
- Red barrio Santa Ana

Estos sectores serán servidos con una red de doble tubería, cada una de las cuales se localizará sobre las aceras a ambos costados de la calle.

En la primera etapa, se realizará el reemplazo de las tuberías de estas redes, dentro del área actualmente consolidada de la ciudad.

En las demás etapas del proyecto, la EAPAM deberá ampliar las redes de acuerdo al crecimiento de la ciudad.

Los parámetros básicos de diseño tomados en cuenta para el sector domiciliario son:

- Vida útil del proyecto: 30 años
- Cobertura de servicio: 97%
- Población al final del período de diseño: 290.707 habitantes
- Dotación al final del período de diseño: 250 l/hab./día
- Factor de mayoraje para caudal Máximo Diario: 1,3
- Factor de mayoraje para caudal Máximo Horario: 2,3
- Presión dinámica mínima: 12,50 m
- Presión dinámica máxima: 50,00 m

### **b) Red de distribución Alta de Colorado**

El área de servicio será 398,49 Has., correspondiente a una población de 20.770 habitantes. La zona atendida será la que se halla en la parte alta de Colorado.

El **ramal No.1** abastecerá a 213,42 Has., y servirá a 9.352 habitantes con un caudal medio diario de 27,06 l/s, mientras que el **ramal No. 2** cubrirá un área de 185,07 Has., que corresponde a 11.418 habitantes con un caudal medio diario de 33,04 l/s.

Esta red se abastecerá desde el tanque elevado de 100 m<sup>3</sup> de Colorado, desde donde saldrá una tubería de 250 mm de PVC. Esta tubería se bifurca en el nudo 302, en dos ramales del mismo material, de 250 mm de diámetro cada uno, los mismos que corresponden a las dos tuberías que conforman la red de distribución de esta zona.

Para esta red se ha considerado la instalación de bocas de fuego.

La red diseñada tiene un total de 51.797 m de tubería.

### **c) Red de distribución Baja de Colorado**

El área de servicio será 2.067,57 Has., correspondiente a una población de 118.054 habitantes.

El **ramal No.1** abastecerá a 1.206,76 Has., y servirá a 50.958 habitantes con un caudal medio diario de 189 l/s, mientras que el **ramal No. 2** cubrirá un área de 864,81 Has., que corresponde a 67.096 habitantes con un caudal medio diario de 204,22 l/s.

El ramal 1 abastecerá inclusive a la parroquia urbana San Juan de Manta, con un área de 140,7 Has., correspondiente a 4.220 habitantes con un caudal medio diario de 12, 21 l/s.

Adicionalmente, esta red abastecerá a los tanques bajos de las estaciones de bombeo 15 de Septiembre, Eloy Alfaro y 20 de Mayo.

La zona atendida será la que corresponde a la zona baja de Colorado:

- 1) **Parroquia Manta:** Barrios 5 de Junio y parte de La Ensenadita - 8 de Enero;
- 2) **Parroquia Tarqui:** Barrios 15 de Septiembre, 4 de Noviembre, Miraflores, Jocay - 24 de Mayo, Porvenir Bajo, La Paz, Pedro Balda, Ales, María Auxiliadora No. 1, San Pedro, Villas del IESS y Entre Vías, además parte de Bellavista, Cumbre Norte, María Auxiliadora No. 2 A, Cristo Rey, La Victoria y Colinas – Rocafuerte;
- 3) **Parroquia Los Esteros:** Barrios Rocafuerte, San Agustín, El Palmar, Las Brisas, Centenario, Altamira, Altagracia, Los Almendros, Cactus - Medranda, El Pacífico, Intercambio y Crédito, Marbella, ex Terminal Terrestre, Mendoza Ponce, Divino Niño, Nazario Cedeño, Empacadora, SECAP, La Pradera Emiliano Barcia, Rosa Mena, La Pradera, Arroyo Azul, Costa Azul y Villa Marina, además parte de El Pacífico;
- 4) **Parroquia Eloy Alfaro:** San Pedro, Santa Clara, La Floresta, La Aurora, Cósase - Carmelita, Kiwanis - Las Vegas, Cuba No.1, El Progreso - Los Laureles, Las Colinas - Lorena, 15 de Abril y Nueva Esperanza, además parte de Cuba No. 2, y Horacio Hidrovo.

Esta red será abastecida desde los tanques de Colorado con una tubería de 700 mm de Hierro Dúctil.

Esta tubería se bifurca en el nudo 10, en dos ramales del mismo material, de 600 mm de diámetro cada uno, los mismos que corresponden a las dos tuberías que conforman la red de distribución de esta zona.

Para esta red se ha considerado la instalación de hidrantes.

La red diseñada tiene un total de 534.785 m de tubería.

#### **d) Red de Distribución AZUA**

El área de servicio será para 302,74 Has., y servirá a una población de 47.692 habitantes.

El **ramal No.1** abastecerá a 161,23 Has., y servirá a 27.717 habitantes con un caudal medio diario de 80,20 l/s, mientras que el **ramal No. 2** cubrirá un área de 141,51 Has., que servirá a 19.975 habitantes con un caudal medio diario de 99,81 l/s.

La zona atendida será la que corresponde a los barrios que se indican a continuación, incluyendo las industrias que se hallan dentro de ellos:

- **Parroquia Manta:** 24 de Mayo.

- **Parroquia Tarqui:** Centro de Tarqui No.1, Playa de Tarqui, Los Tanques - Primero de Mayo, Buenos Aires, URSSA - 9 de Octubre, y La Victoria, además parte de Colinas - Rocafuerte.
- **Parroquia Los Esteros:** Mercado los Esteros, Centro los Esteros, Paraíso - Jaime Chávez - Sirena, y La Florita, además parte de El Pacífico.

Adicionalmente, esta red abastecerá al tanque bajo de la estación de bombeo 20 de Mayo.

Esta red será abastecida desde los tanques de Azúa, desde donde saldrá una tubería de 600 mm de Hierro Dúctil.

Esta tubería se bifurca en el nudo 506, en un ramal de PVC de 400 mm de diámetro para la red 2 y otro de 315 mm para la red 1, también de PVC, los mismos que corresponden a las dos tuberías que conforman la red de distribución de esta zona.

Para el cálculo de caudales en cada uno de los ramales de esta red, se ha tomado en cuenta el área servida por cada nodo, la densidad poblacional existente y por ende, la población servida.

Para esta red se ha considerado la instalación de hidrantes.

La red diseñada tiene un total de 78.211 m de tubería.

#### **e) Red de Distribución Alta Santa Martha**

El área de servicio será 606,34 Ha. correspondiente a una población de 14.616 habitantes.

El **ramal No.1** abastecerá a 466,70 Has., y servirá a 8.917 habitantes con un caudal medio diario de 25,80 l/s, mientras que el **ramal No. 2** cubrirá un área de 139,64 Has., que corresponde a 5.699 habitantes, con un caudal medio diario de 16,49 l/s.

La zona atendida será la que corresponde a los barrios que se indican a continuación:

- 1) Parroquia Manta:** Colegio Manabí, Barbasquillo, Julio Pierre Grosse, Ciudadela SERM, Valle Gavilán - Jesús de Nazaret, Manta 2000, Lagunas de Oxidación, Abdón Calderón - 24 de Mayo, Santa Martha, Las Acacias - Buena Vista, además parte de ULEAM, Santa Fe, Ciudadela Naval - San Rafael, Santa Mónica-8 de Abril y Pedro Balda - Umiña - Algarrobos.

Esta red será abastecida desde el tanque elevado de Santa Martha, desde donde saldrá una tubería de 315 mm de PVC.

Para esta red se ha considerado la instalación de hidrantes.

La red diseñada tiene un total de 75.171 m de tubería.

#### **f) Red de Distribución Baja Santa Martha.**

El área de servicio será 458,84 Has., y servirá a 51.240 habitantes.

El **ramal No.1** que conforma esta red abastecerá a 268,03 Has., y servirá a 21.911 habitantes con un caudal medio diario de 64,03 l/s, mientras que el **ramal No. 2** cubrirá un área de 190,81 Has., que servirá a 29.329 habitantes con un caudal medio diario de 84,86 l/s.

La zona atendida será la que corresponde a los barrios que se indican a continuación:

- 1) Parroquia Manta:** Lomas de Barbasquillo, Ciudadela Universitaria, Umiña 2, Perpetuo Socorro, Los Almendros - Santa Marianita, Murciélago, Terminal Marítimo, Centro de Manta, Royal, La Dolorosa, 10 de Agosto, Mercado Central - Río Guayas, y Córdova, además parte de Petroecuador, VIPA, ULEAM, Pedro Balda - Umiña - Algarrobos, Santa Mónica - 8 de Abril, Ciudadela Naval - San Rafael, Santa Fe y La Ensenadita - 8 de Enero.

Esta red será abastecida desde los tanques bajos de Santa Martha, desde donde saldrá una tubería de 600 mm de Hierro Dúctil.

Adicionalmente, esta red abastecerá al puerto de transferencia.

Para esta red se ha considerado la instalación de hidrantes.

La red diseñada tiene un total de 132.547 m de tubería.

#### **1.2.1.6 Conexiones domiciliarias**

Se instalarán nuevas conexiones domiciliarias en los tramos de la red nueva y se reemplazarán los medidores en mal estado del sistema existente y se instalarán medidores en las conexiones que no cuenten con uno. El incremento anual de conexiones se calculó sobre la base considerada de 5,33 hab. /vivienda.

En el sector residencial, las conexiones domiciliarias serán de ½" mientras que para el caso de las industrias el diámetro deberá ser determinado en base a los requerimientos de cada una de ellas. Igual criterio se adoptará para el caso de consumidores especiales.

Las conexiones domiciliarias estarán compuestas de collarín; tubería rígida de PVC; llave de corte; medidor; caja de medidor; válvula de esfera de ¼ de vuelta y válvula de retención.

La caja del medidor será de polipropileno e irá colocada a nivel de la acera y en su interior se instalarán la llave de corte y el medidor que facilitará el registro de



los consumos correspondientes y no tener que ingresar al interior de las viviendas para hacerlo.

El medidor será de chorro múltiple y transmisión mecánica.

Las tuberías se instalarán a una profundidad mínima de 0.50 m con respecto a las aceras y de 0.80 m con respecto a las calzadas y a una distancia mínima de 0.35 m con respecto al bordillo.

En aquellos cruces de calle, en donde se tenga tráfico pesado o sea imposible instalar las tuberías a la profundidad mínima indicada anteriormente, se protegerá las mismas con un cajón de hormigón armado el cual dispondrá de una tapa prefabricada de 0.20 m de espesor.

Este cajón se lo construirá únicamente para las tuberías que van en un sentido, mientras que las que van en el otro sentido pasarán por debajo de éstas, para lo cual se aprovechará el ángulo de deflexión propio de cada tubería.

## 1.2.2 Alcantarillado Sanitario

### a) Alternativa I

La nueva red de alcantarillado sanitario a implementarse en la ciudad de Manta plantea el uso de tubería de plástico. El sistema contempla redes de recolección en toda la ciudad, cuyo trazado se lo realiza conforme el drenaje natural de toda el área de servicio con el objeto de mantener en lo posible flujo a gravedad.

Se analizan dos variantes al sistema de redes: **la primera** que contempla el sistema de tuberías localizada sobre el eje de todas las calles y la **segunda** que establece un sistema de red terciaria localizada sobre veredas y bordillos que descargan al sistema de colectores secundarios y primarios localizado sobre algunos de los ejes viales según se requiera.

La ciudad de Manta se asienta sobre tres cuencas principales que corresponden a los ríos: Manta, Burro y Bravo; existiendo además un sector compuesto por tres quebradas sin nombre en el sector de la ciudadela Universitaria que descargan de forma independiente al mar.

Mediante la localización de interceptores que eviten la descarga de aguas servidas a ríos, esteros o directamente al mar se conseguirá que la mayoría del caudal de la ciudad exceptuando los provenientes de la cuenca del río Bravo, fluyan por el sistema de colectores principales hasta el sector denominado como Miraflores y desde este sitio y mediante una estación de bombeo se impulsará los desechos líquidos hasta la planta de tratamiento localizada sobre la cuenca del río Manta en el mismo sector donde actualmente existen las Lagunas de Oxidación.

Para el sector de la ciudadela Universitaria, se tiene previsto la implantación de un interceptor a nivel de la playa que conduzca las aguas residuales hasta una estación de bombeo localizada en el sector del hotel Oro Verde y que permitirá la

impulsión de las aguas residuales de este sector hasta un pozo de alcantarillado correspondiente al sistema de redes de la cuenca del río Manta.

En esta alternativa, para la cuenca del río Bravo, se tiene previsto un sistema independiente conformado por colectores marginales y dos estaciones de bombeo que conducen las aguas servidas hasta una planta de tratamiento localizada en la vía que conduce al aeropuerto.

Los sistemas de tratamiento estudiados contemplan varias alternativas referidas al tipo de lagunas y al sistema de disposición final del efluente: descarga directa a ríos o mediante un emisario hasta el mar.

### **b) Alternativa II**

En esta alternativa se procede al trazado y ubicación de redes y de los interceptores principales; la diferencia radica en que la cuenca del río Bravo se integra a un único sistema que colecta toda el agua de la ciudad en el sector de Miraflores, en donde se dispondrá de tres subestaciones de bombeo independiente que permitirán la impulsión de los desechos líquidos de cada una de las cuencas principales de la ciudad hasta el sistema de tratamiento centralizado ubicado en el área donde actualmente existen las Lagunas de Oxidación.

En referencia al tratamiento, se han analizado las mismas variantes propuestas para la anterior alternativa.

**Cuadro 1 - 1**  
**Propuestas de tratamiento aguas residuales**

Alt.	<i>Tipo de Sistema de Tratamiento</i>	Sitio de descarga
1.1.	Anaeróbica + Facultativa + Pulimento	Río Manta
1.2	Anaeróbica + Facultativa + Desinfección	Río Manta
1.3	Anaeróbica + Facultativa + Dilución en el mar	Mar
1.4	Aireada + Facultativa + Pulimento	Río manta
1.5	Aireada + Facultativa + Desinfección	Río Manta
1.6	Aireada + Facultativa + Dilución en el mar	Mar
	<b><i>Tratamiento sector aeropuerto</i></b>	
	Equipo reductor DBO + L. Facultativa + Desinfección	Río Bravo
	Aireada + Facultativa + Desinfección	Río Bravo

Para la separación del caudal sanitario se utilizarán estructuras de desvío lateral para garantizar que las descargas de caudal diluido cumplan con las normas vigentes.

Se ha previsto la utilización de **6 estaciones de bombeo**, las cuales están equipadas con dos equipos de bombeo además de todos los accesorios necesarios. Así mismo a la entrada al cárcamo de bombeo se ubica una rejilla, de manera de detener los sólidos.

El agua tratada por esta tecnología es factible de utilizarse, en algunos casos, en riego o puede ser evacuada directamente al cuerpo receptor previo una etapa de cloración. Dentro de diversas tecnologías anaerobias para el tratamiento del agua residual, es el reactor tipo UASB el que ha tenido mayor aceptación debido a los menores costos de inversión y a sus instalaciones compactas.

Debido al metabolismo de los microorganismos involucrados, los procesos anaerobios no requieren oxígeno (no se tiene el consumo eléctrico asociado con la aireación), se genera la menor cantidad de lodo (residuos sólidos) posible en un sistema de tratamiento de agua y se obtiene un subproducto con alto valor energético como es el biogás, susceptible de ser aprovechado.

El diseño compacto de este tipo de reactores incorpora en un solo tanque etapas de tratamiento primario, pues se retienen los sólidos suspendidos del agua residual en la cama de lodos (efecto de sedimentación primaria), incorpora una etapa de tratamiento secundario pues se degrada la materia orgánica soluble y en suspensión en la cama de lodo y se cuenta con un clarificador secundario en la parte superior del tanque.

Además, por el largo tiempo de retención celular de la cama de lodo, éste se encuentra parcialmente estabilizado, lo que cumple con las funciones de un sistema de tratamiento de lodo (espesador y digestor). Aunado a todo esto, es un potencial productor de energía a través del aprovechamiento del biogás.

### **1.3 UBICACIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA**

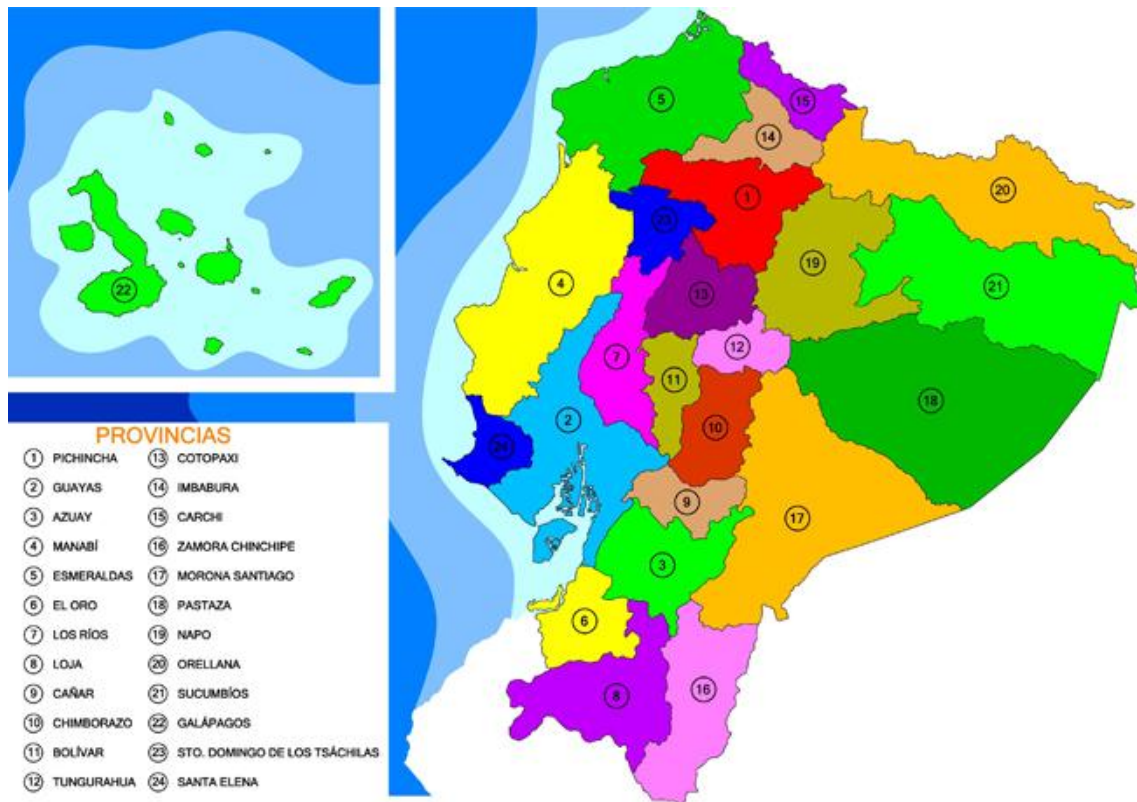
#### **1.3.1 Provincia de Manabí**

Manabí es una de las cinco provincias que conforman la región costanera de nuestro País, tiene una ubicación geográfica particular por encontrarse en la zona centro norte del territorio nacional, cruza por ella "Línea Equinoccial", siendo la única provincia de la región litoral o costa que tiene esta característica especial.

Con una superficie territorial significativa de 18.930 Km<sup>2</sup>, es la segunda provincia, después de Guayas, en magnitud en la costa ecuatoriana, territorio que conforma una especie de rectángulo con su lado mayor en dirección Norte - Sur. Esto determina que sea la provincia del litoral con mayor longitud de playas.

Orográficamente, participa en mayor proporción del cinturón montañoso de la costa, del cual la más importante constituye la cordillera de Chongón o Colonche que se extiende desde Guayaquil hasta los sectores de Jipijapa y Portoviejo, en la zona Sur y, en el Norte, se destacan las montañas de Cojimíes, Jama y Convento, con alturas de más de 300 msnm.

Mapa 1 - 1  
República del Ecuador



### 1.3.2 Cantón Manta

La ciudad de Manta se ubica en la región litoral sobre la Bahía de Manta en el Océano Pacífico, al oeste del país y a una distancia de 35 Km., de la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí.

El área central de la ciudad tiene una altitud media de 6 msnm y se sitúa geográficamente en el paralelo 0° 57' de latitud Sur y en el meridiano 80° 43' de longitud Oeste.

Administrativamente se divide en: Cinco **parroquias urbanas**: Manta, Tarqui, Los Esteros, Eloy Alfaro y San Mateo; y **dos parroquias rurales**: San Lorenzo y Santa Marianita.

La vía marginal de la costa conecta la cabecera cantonal de Manta con sus dos parroquias rurales (Santa Marianita y San Lorenzo) y con la parroquia Urbana de San Mateo. La articulación vial hacia el interior se realiza a través de caminos vecinales.

Manta presenta una configuración urbanística compacta, ocupando un área aproximada de 500 Has. Sus calles y avenidas son pavimentadas en su mayor

parte que la distinguen como una ciudad en pleno desarrollo. Su topografía es baja y ondulada en el centro, en la parte de Tarqui es plana, existiendo también una zona ondulada que corresponde al sector de la Parroquia Eloy Alfaro.

Una de las características de su topografía, es la presencia de tres cauces naturales que atraviesan la ciudad de Este a Oeste: ríos Burro, Manta y Bravo.

Históricamente, Manta ha sido un importante puerto pesquero y ha mantenido el intercambio de sus productos, fundamentalmente provenientes del mar. Este importante recurso ictiológico de sus aguas marinas, sumado a la destreza de sus pobladores en las faenas de la navegación y la pesca fueron convirtiendo a la ciudad en un importante centro industrial de procesamiento de los productos de la pesca, primero artesanal y luego tecnificada.

Son varias las industrias empacadoras de sardina y atún que funcionan en esta ciudad, así como las industrias dedicadas a la producción de harina de pescado.

Luego, la industria se fue diversificando hacia otras ramas, sobre el eje Manta - Montecristi, área sobre la cual se encuentran instaladas la mayor parte de las fábricas.

En síntesis, la infraestructura portuaria, el recurso pesquero, las instalaciones industriales y su estrecha vinculación con el desarrollo agrícola del valle de Portoviejo son circunstancias concatenadas y favorables que han permitido a la ciudad de Manta convertirse en un importante centro urbano de gran dinámica comercial dentro de la región.

**Fotografía 1 – 1**  
**Ciudad de Manta**





## 1.4 UBICACIÓN CARTOGRÁFICA

Geográficamente el proyecto se encuentra localizado entre las coordenadas:

TABLA 1- 1  
COORDENADAS

Puntos	Coordenadas	
	Latitud Sur	Longitud Oeste
1	00° 56'	80° 42'
2	00° 59'	80° 46'

Mapa 1 – 2  
Ubicación del cantón manta en el contexto provincial



## 1.5 SUPERFICIE DEL ÁREA

El Proyecto está conformado por **cinco** zonas involucradas descritas y comprende una superficie total de **4.200** hectáreas de viviendas y áreas en crecimiento.

**TABLA 1 - 2**  
**ÁREAS DEL PROYECTO**

SUBÁREA DE INFLUENCIA	UBICACIÓN	COOPERATIVAS Y BARRIOS
<b>Segmento 1</b>	<p><b>Colorado Alto</b> El <b>ramal No.1</b> abastecerá a 213,42 Has., y servirá a 9.352 habitantes con un caudal medio diario de 27,06 l/s, mientras que el <b>ramal No. 2</b> cubrirá un área de 185,07 Has., que corresponde a 11.418 habitantes con un caudal medio diario de 33,04 l/s.</p>	
<b>Segmento 2</b>	<p><b>Colorado Bajo</b> El <b>ramal No.1</b> abastecerá a 1.206,76 Has., y servirá a 50.958 habitantes con un caudal medio diario de 189 l/s, mientras que el <b>ramal No. 2</b> cubrirá un área de 864,81 Has., que corresponde a 67.096 habitantes con un caudal medio diario de 204,22 l/s.</p>	<p><b>Parroquia Manta:</b> Barrios 5 de Junio y parte de La Ensenadita - 8 de Enero;</p> <p><b>Parroquia Tarqui:</b> Barrios 15 de Septiembre, 4 de Noviembre, Miraflores, Jocay - 24 de Mayo, Porvenir Bajo, La Paz, Pedro Balda, Ales, María Auxiliadora No. 1, San Pedro, Villas del IESS y Entre Vías, además parte de Bellavista, Cumbre Norte, María Auxiliadora No. 2 A, Cristo Rey, La Victoria y Colinas – Rocafuerte;</p> <p><b>Parroquia Los Esteros:</b> Barrios Rocafuerte, San Agustín, El Palmar, Las Brisas, Centenario, Altamira, Altagracia, Los Almendros, Cactus - Medranda, El Pacífico, Intercambio y Crédito, Marbella, ex Terminal Terrestre, Mendoza Ponce, Divino Niño, Nazario Cedeño, Empacadora, SECAP, La Pradera Emiliano Barcia, Rosa Mena, La Pradera, Arroyo Azul, Costa Azul y Villa Marina, además parte de El Pacífico;</p> <p><b>Parroquia Eloy Alfaro:</b> San Pedro, Santa Clara, La Floresta, La Aurora, Cósase - Carmelita, Kiwanis - Las Vegas, Cuba No.1, El Progreso - Los Laureles, Las Colinas - Lorena, 15 de Abril y Nueva Esperanza, además parte de Cuba No. 2, y Horacio Hidrovo.</p>
<b>Segmento 3</b>	<p><b>Azúa</b> El <b>ramal No.1</b> abastecerá a 161,23 Has., y servirá a 27.717 habitantes con un caudal medio diario de 80,20 l/s, mientras que el <b>ramal No. 2</b> cubrirá un área de 141,51 Has., que servirá a 19.975 habitantes con un caudal medio diario de 99,81 l/s.</p>	<p><b>Parroquia Manta:</b> 24 de Mayo.</p> <p><b>Parroquia Tarqui:</b> Centro de Tarqui No.1, Playa de Tarqui, Los Tanques - Primero de Mayo, Buenos Aires, URSSA - 9 de Octubre, y La Victoria, además parte de Colinas - Rocafuerte.</p> <p><b>Parroquia Los Esteros:</b> Mercado los Esteros, Centro los Esteros, Paraíso - Jaime Chávez - Sirena, y La Florita, además parte de El Pacífico.</p>
<b>Segmento 4</b>	<p><b>Alta Santa Martha</b> El <b>ramal No.1</b> abastecerá a 466,70 Has., y servirá a 8.917 habitantes con un caudal medio diario de 25,80 l/s, mientras que el <b>ramal No. 2</b> cubrirá un área de 139,64 Has., que corresponde a 5.699 habitantes, con un caudal medio diario de 16,49 l/s.</p>	<p><b>Parroquia Manta:</b> Colegio Manabí, Barbasquillo, Julio Pierre Grosse, Ciudadela SERM, Valle Gavilán - Jesús de Nazaret, Manta 2000, Lagunas de Oxidación, Abdón Calderón - 24 de Mayo, Santa Martha, Las Acacias - Buena Vista, además parte de ULEAM, Santa Fe, Ciudadela Naval - San Rafael, Santa Mónica-8 de Abril y Pedro Balda - Umiña - Algarrobos.</p>
<b>Segmento 5</b>	<p><b>Baja Santa Martha</b> El <b>ramal No.1</b> que conforma esta red abastecerá a 268,03 Has., y servirá a</p>	<p><b>Parroquia Manta:</b> Lomas de Barbasquillo, Ciudadela Universitaria, Umiña 2, Perpetuo Socorro, Los Almendros - Santa Marianita, Murciélagos, Terminal Marítimo, Centro de</p>

SUBÁREA DE INFLUENCIA	UBICACIÓN	COOPERATIVAS Y BARRIOS
	21.911 habitantes con un caudal medio diario de 64,03 l/s, mientras que el <b>ramal No. 2</b> cubrirá un área de 190,81 Has., que servirá a 29.329 habitantes con un caudal medio diario de 84,86 l/s.	Manta, Royal, La Dolorosa, 10 de Agosto, Mercado Central - Río Guayas, y Córdova, además parte de Petroecuador, VIPA, ULEAM, Pedro Balda - Umíña - Algarrobos, Santa Mónica - 8 de Abril, Ciudadela Naval - San Rafael, Santa Fe y La Ensenadita - 8 de Enero.

## 1.6 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL EJECUTOR DEL PROYECTO

Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM.

### 1.6.1 Dirección, Teléfono, Fax, Correo Electrónico

**Dirección:** Avenida 4 y calle 7  
**Teléfonos:** (593) (5) 2621-304  
**Fax:** (593) (5) 2620-473  
**E-mail:** [patrizev@hotmail.com](mailto:patrizev@hotmail.com)

### 1.6.2 Representante Legal

Ing. Patricio Zevallos  
**Gerente General**

## 1.7 Nombre de la Consultora Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

**Nombre:** Arq. Sergio Coellar M. y Asociados - Consultores.  
**Dirección:** Calle Amagasi E14-50  
**Teléfono:** 5932 – 604-1263 / 093291379  
**E-mail:** [sergiocoellarm@yahoo.com](mailto:sergiocoellarm@yahoo.com)

## 1.8 Composición del Equipo Técnico

- **Arquitecto Sergio Coellar Mideros. (Director del Proyecto)**
- **Biólogo Jenner Buriticá Cifuentes**
- **Carlos Robles**
- **Laboratorio EISMASTER**

## **1.9 FECHA DE EJECUCIÓN DEL EIA**

Inicio mes de Octubre 1.999 y actualización en noviembre del año 2009.

## **1.10 Hojas de vida del equipo consultor**

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 Antecedentes

El objeto del presente documento es plantear algunas alternativas posibles para mejorar el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial al cantón Manta, objeto del "Estudio de Factibilidad y diseños definitivos del Plan Maestro Hidrosanitario para la ciudad de Manta" desde un punto de vista técnico, ambiental, económico y social.

El Planteamiento de Alternativas contendrá la definición de opciones técnicas viables para los diferentes componentes operativos de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial. Se realizó el análisis de viabilidad económica, técnica, social y ambiental de las alternativas y una evaluación global para identificar a la más viable.

La evaluación del impacto ambiental se realizó en forma conjunta con el diseño final del Proyecto "Plan Maestro hidrosanitario para la ciudad de Manta", por esta razón, las afectaciones provenientes de la ubicación y construcción, ligados con el funcionamiento general y las consideraciones específicas deberán ser analizadas buscando diseñar el mismo con los mínimos impactos ambientales posibles y generando todas las medidas de mitigación, especialmente hacia el recurso agua con el debido tratamiento de las aguas servidas.

Para la realización de este estudio se ha procesado información primaria proporcionada por varias instituciones nacionales y locales, especialmente desde la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM y los estudios realizados hace diez años por las empresas Corpconsul – Caminosca, así como los datos del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE), del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, INHAMI, a más de la información generada durante la etapa de investigación de campo, lo que permite describir con precisión la situación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial del cantón que incluyen los siguientes aspectos:

- Cantidad de fuentes de abastecimiento de agua;
- Obras civiles de infraestructura para la captación del agua para su tratamiento;
- Obras civiles existentes para tratamiento del agua y tecnología usada;
- Líneas de conducción, distribución y acometidas domiciliarias;
- Coberturas del servicio de abastecimiento de agua potable;
- Calidad y cantidad del servicio de agua que llega al usuario;
- Espacio para almacenamiento domiciliario del agua (cisternas, bombas de succión);
- Obras civiles de infraestructura para el alcantarillado sanitario y pluvial;

- Plantas de tratamiento para las aguas servidas o residuales;
- Personal técnico, administrativo y de apoyo del servicio de la empresa;
- Equipamiento para la operación y mantenimiento (maquinaria, vehículos) del servicio de agua potable y plantas de tratamiento de aguas servidas;
- Tasas y costos por los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial.

De las investigaciones bibliográficas y de acuerdo a los datos existentes en el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, el 87% de "las ciudades del Ecuador y América Latina reflejan en su estructura una serie de contrastes... de una parte, zonas perfectamente equipadas, con estándares del mundo desarrollado y de otra parte, extensas áreas, en las que vive la mayoría de la población, en situación de extremas carencias".

A manera de introducción al análisis del servicio de saneamiento básico, es conveniente tener un marco referencial de la situación actual en relación con los servicios públicos vitales: agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y recolección de desechos sólidos.

El sistema de alcantarillado sanitario y pluvial sufre serias afectaciones en su normal funcionamiento y servicio por una mala recolección y disposición de la basura o desechos sólidos desde las viviendas, locales comerciales e industrias.

La opinión pública no está suficientemente informada sobre los problemas de cantidad, calidad, distribución, acceso y gestión de los recursos hídricos. Se considera que el agua no es un problema prioritario, pues se cree que este recurso vital existe en forma abundante. Sin embargo, en el contexto mundial, regional y nacional existe una creciente demanda del recurso hídrico con una mayor presión sobre las cuencas fluviales como es el presente caso.

En el área rural, el cuidado del recurso hídrico así como la situación del servicio y acceso es totalmente distinta; en primer lugar por la desproporción del número de las viviendas no existe un servicio de abastecimiento en forma periódica y el sistema de tratamiento de las aguas servidas es inexistente, para este propósito utilizan los canales junto a las vías y terrenos baldíos o quebradas, las cuales generalmente están junto a los ríos o sus afluentes.

Sólo el 76% del área consolidada de la ciudad de Manta cuenta con el servicio de agua potable pero con racionamiento.

El sistema de alcantarillado fue construido en el año de 1.973 y tiene un depósito final de aguas servidas en las lagunas de oxidación que ya cumplieron su vida útil. Este sistema solo sirve al 29% de la población del área consolidada.

El alcantarillado pluvial de la ciudad de Manta solo cubre el 20% de la ciudad y son descargadas a gravedad directamente al mar.

Los jornaleros y los trabajadores de la empresa tienen ingresos económicos muy bajos y existe exceso de personal de mano de obra no calificada y que no cumplen ninguna función dentro de la empresa esto afecta indudablemente la eficiencia del servicio.

Al analizar los vehículos que sirven para cubrir los recorridos de los sistemas, todos han cumplido su vida útil, puesto que desde que se realiza procesos de alquiler, la empresa no ha realizado procesos de adquisición de nuevas unidades.

Por otra parte, si se divide el número total de habitantes servidos por los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial, tenemos que por cada 15.236 habitantes debería trabajar tres cuadrillas de mantenimiento y cuidado de las obras de infraestructura.

Si bien las coberturas del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial no son las óptimas, de todas maneras se debe aceptar que la mayor parte de municipios como el de Manta hacen importantes esfuerzos para cubrir la demanda de los usuarios. Indudablemente la presión ciudadana tiene mucho que ver con esto, pues con frecuencia los funcionarios de la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta se quejan de que la prensa y la ciudadanía no perdona deficiencias sin el correspondiente reclamo.

Lamentablemente, en lo que tiene que ver con la disposición final de las aguas residuales o servidas no existe esta presión todavía. La ciudadanía considera como algo absolutamente normal que las aguas servidas recolectadas se depositen en cualquier lugar, donde no se perciban posibilidades inmediatas de reclamos importantes como malos olores. Como regla general las aguas servidas depositadas fuera de la ciudad no recibe ningún tipo de tratamiento.

## **2.2 Introducción**

En los años 70', la tendencia del Ecuador fue invertir fondos de deuda externa en grandes proyectos de infraestructura para riego, agua potable y generación hidroeléctrica; todo esto dentro de un modelo de gestión pública del agua, basado en la lógica del modelo de sustitución de importaciones.

Desde los años 80', el Fondo Monetario Internacional, FMI, el Banco Mundial, BM y el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, impulsaron una política liberal con menor participación del Estado. Su acción se sustituye por "proyectos" financiados por estos organismos y por un mayor involucramiento del sector privado.

En los años 90', se aplicaron cambios legales e institucionales coherentes con una política de ajuste estructural, cuyo modelo de gestión se basa netamente en el mercado. En este contexto, los organismos del Estado y la sociedad se despreocuparon por llevar adelante procesos informativos y evaluativos de los recursos del país.

La evaluación de la cantidad y calidad de agua disponible en la provincia de Manabí y en el cantón Manta para abastecer del servicio de agua potable es un requisito previo para el desarrollo y administración del recurso hídrico tan escaso en esta región.

En los Términos de Referencia del proyecto, se establece la necesidad de realizar un análisis de alternativas de ubicación del proyecto en aquellos casos en los que se comparte el recurso hídrico con otros cantones. Tal es el caso de Santa Ana, Rocafuerte, Portoviejo, Montecristi.

El concepto de plan maestro hidrosanitario incluye el contemplar para las cuencas hidrográficas todos los posibles programas de recuperación, conservación y protección desde el origen, la minimización de la generación de impactos ambientales negativos, el aprovechamiento y transformación de los recursos hídricos recuperables con fines de volverlos a usar y/o reciclaje (estaciones hidroeléctricas), y la disposición ecológicamente racional de los caudales ecológicos en los afluentes mayores y menores de estas cuencas, promoviéndose mejores condiciones y calidad de vida de los habitantes del país.

Se debe promover a que se construya una gestión integrada del recurso hídrico que permita reconocer las interconexiones e interrelaciones de los medios biofísicos, socioeconómicos y políticos. Este tipo de gestión corresponde a la implementación de un sistema de gerencia del agua a nivel de cuencas y micro cuencas hídricas. Se requiere articular las acciones de las entidades involucradas y usuarios para solucionar o evitar conflictos, mejorar la distribución del agua, prevenir y controlar la contaminación, defenderse contra las inundaciones y enfrentar las sequías.

El desarrollo de estos estudios de Evaluación Socio-Ambiental, pretenden:

- Obtener un diagnóstico ambiental (línea base) que permita determinar la susceptibilidad particular del medio a las perturbaciones, ya sean de origen antrópico o natural.

Se realizará el diagnóstico ambiental, con base a la caracterización del área de estudio para lo cual el equipo consultor ha generado información sobre aspectos: abióticos (medio físico), bióticos y antrópicas (medio socio-económico). Los aspectos socio-ambientales tienen relación con los componentes de: demografía, economía, nivel de vida de la población del área y sus interrelaciones con las instituciones y la sociedad.

A pesar de que los proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de la población y mejorar la calidad ambiental del recurso hídrico, por lo general la construcción de las obras de infraestructura y operación suelen tener efectos sobre el medio ambiente, los cuales deberán ser superados con medidas de mitigación.

Este estudio contribuirá, a la solución de los problemas identificados, evaluando los impactos y las medidas de manejo más eficaces, dando



prioridad a las estrategias preventivas; la eficacia en la reducción de los riesgos, examinando las implicaciones que tenga el proyecto en cuanto al uso de materiales externos, energía, contaminación, participación comunitaria, racionalización de los procesos.

Estos análisis permitirán que a través de una metodología de Evaluación de Impacto Ambiental se definan, clasifiquen, cuantifiquen y califiquen la magnitud de los impactos ambientales que las obras e intervenciones puedan causar, expresada en forma concreta, detallada y cuantitativa; para establecer las actividades del proyecto más negativas y elementos del medio ambiente más afectados.

El equipo consultor, en la fase de diseños definitivos de la solución considerada, dependiendo de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y en forma compatible con sus características, formulará los Planes de Manejo Ambiental, de Contingencia y de Monitoreo, dando especial importancia a los aspectos sociales y relaciones con la comunidad.

Los estudios ambientales se desarrollan en tres fases que corresponden a:

- (i) determinación de las condiciones actuales o ***línea base***;
- (ii) identificación y evaluación de los ***impactos*** generados por el desarrollo del proyecto, y;
- (iii) la que corresponde a la definición del ***plan de manejo*** ambiental.

## 2.3 Justificativo

La Constitución Política del Estado, la Ley de Gestión Ambiental, Los Textos Unificados de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS y los Reglamentos Ambientales de carácter general y sectorial relacionados al tratamiento de aguas residuales, establecen la obligatoriedad de que todo proyecto de desarrollo socioeconómico y productivo que pueda causar impacto ambiental debe realizar Estudios de Impacto Ambiental y obtener la respectiva Licencia Ambiental en forma previa a su ejecución, para garantizar la preservación y conservación del ambiente y los derechos de las poblaciones, buscando un equilibrio razonable entre las actividades del proyecto, los riesgos ambientales asociados al mismo, con sus efectos negativos y positivos fruto de su ejecución y las compensaciones sociales, dentro del marco del desarrollo sustentable y protección de las cuencas hidrográficas.

Este Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es una investigación técnica que proporciona antecedentes para la identificación de los impactos ambientales. Además, describe las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas.

Por su carácter preventivo tiene como objetivo primordial identificar y evaluar los efectos potenciales que las diferentes actividades a ejecutarse podrían causar sobre cada uno de los componentes ambientales presentes.

El abastecimiento de agua potable y la recolección de las aguas servidas y de lluvia deberá contemplar todas las etapas desde su origen: captación, tratamiento, conducción, reserva y almacenamiento, distribución y acometidas domiciliarias, recolección y tratamiento de las aguas residuales.

También se debe incluir la participación y concienciación de la población como parte del sistema para los procesos de pago por los servicios y protección de los recursos hídricos, porque esto asocia las distintas áreas de los proyectos a ejecutarse por los próximos veinte años.

Los sectores industriales han traído aparejado un complicado cambio en el ecosistema de la región que afectó también a la especie humana. Las industrias comenzaron a explotar intensiva e indiscriminadamente los recursos naturales, extrayendo las materias primas para elaborar sus productos, generar energía y otros. Como si esto no bastara, los residuos derivados de la producción iniciaron la contaminación de ríos, quebradas, tierras, capas subterráneas, atmósfera. La falta de un sistema de alcantarillado y plantas de tratamientos de aguas residuales del sector industrial.

El hombre, en busca de mejores posibilidades laborales, se estableció en torno de los grandes polos industriales poblando indiscriminadamente las regiones más "progresistas" del planeta. Esas zonas densamente pobladas comenzaron a generar enormes cantidades de residuos líquidos y sólidos.

La mejora de la calidad de vida, con el mayor índice de consumo, tiene hoy y desde entonces, un papel preponderante en materia de contaminación: mayor consumo = más basura; mayor industria = consumo de agua = aguas residuales.

Las estadísticas indican que se producen entre 1 y 1,5 m<sup>3</sup> de aguas residuales por habitante por mes. Es decir, en el cantón Manta con 100 mil habitantes (tomando en cuenta la población turística y comercial) se produce un promedio de 180 m<sup>3</sup> diarios de aguas residuales.

Ante esta realidad, existe predisposición de las autoridades del cantón Manta para conocer y trabajar en la ejecución del Programa de Protección Ambiental, PPA, con la construcción, equipamiento y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales y aplicar en sistemas de riego.

El cantón Manta afronta graves problemas de aumento de la producción de aguas residuales de la industria de la pesca y de la industrialización de la palma africana y producción de alimentos, los cuales no tienen tampoco un tratamiento adecuado por falta de un sistema de alcantarillado; a esto se suma, la elevada tasa de crecimiento por migración externa (otros cantones de la provincia de Manabí (8%) y de otras provincias (5%) y la acelerada ocupación de los espacios que, unidos a la fragilidad de los ecosistemas y la poca adaptación de los usos actuales del suelo, están ocasionando profundas alteraciones en el medio natural, iniciándose un proceso de degradación de los recursos naturales con el predominio de modelos productivos de baja eficiencia y gran impacto en el funcionamiento de los sistemas naturales.

Su riqueza étnica y cultural, por la presencia de la cultura Manteña, presenta un gran potencial de desarrollo que debe ser canalizada hacia alternativas autogestionarias que aprovechen todas sus ventajas, en función de una mejor calidad de vida en la región.

La gestión hidrosanitaria del cantón Manta actualmente es incipiente, precaria y sin orden; no existe un concepto eficiente y compatible con los estándares mínimos necesarios para precautelar la salud y el ambiente.

En su mayoría, los sistemas hidrosanitarios se limitan al abastecimiento de agua por "tanqueros" sin tratamiento completo y a la recolección básica de las aguas residuales en los centros urbanos consolidados, dejando sin este servicio a las periferias y que no cubre al 100% de la población y el traslado a lagunas de oxidación no controladas, pues no existen en la ciudad, tratamientos de aguas residuales completos y adecuados, depositándose estas aguas en instalaciones que han cumplido su vida útil hace más de veinte años y en terrenos inapropiados como quebradas, lechos de ríos o en sus laderas, lo que provoca daños ambientales y potenciales riegos de enfermedades en la población.

Ante esta situación y de acuerdo a lo que dispone la nueva Constitución, el MIDUVI a través de la Subsecretaría de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos debe calificar los proyectos hidrosanitarios y presentar la viabilidad técnica que permita obtener el financiamiento interno o externo para ejecutar los proyectos en el menor tiempo posible.

Adicionalmente, en el "Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente" publicado en la Edición Especial N° 2 del R. O. del 31 de marzo del 2003, se emiten las Políticas Nacionales del tratamiento de las aguas residuales donde se establece como prioridad nacional su gestión integral en el país, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales nacionales.

## **2.4 OBJETIVOS**

### **2.4.1 Objetivos Generales**

- ***Del estudio de impacto ambiental:***

El objetivo es contar con los estudios ambientales que permitan identificar los impactos negativos y positivos, evaluar su magnitud e importancia, ocasionados por la construcción y operación del proyecto, definir las medidas necesarias para contrarrestar los impactos negativos de cada una de las actividades planteadas, identificar las acciones que deben ser incluidas en diseños específicos para minimizar los impactos ambientales negativos y formular el Plan de Manejo Ambiental.

Por otra parte, el estudio busca identificar las cuencas hidrográficas como fuentes de abastecimiento del proyecto y las acciones que permitan conservar estas fuentes y el ambiente al garantizar una calidad de vida óptima de la población en el presente y en el futuro.

- **Del proyecto de manejo de las aguas residuales:**
- Establecer un modelo de gestión para el manejo de las aguas residuales familiares e industriales;
- Modernizar los sistemas de tratamiento de las aguas residuales para poder usarlas en riego; proporcionando a los habitantes una oportunidad de cambiar el uso del suelo con la calidad adecuada;
- **Objetivo sanitario:** evitar la proliferación de focos de infección y posibles epidemias o enfermedades;
- **Objetivo ambiental:** recuperar, conservar y proteger las cuencas hidrográficas como fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable del cantón Manta; evitando y disminuyendo la contaminación de sus aguas, derivada de una gestión incorrecta de los residuos líquidos de las ciudades ubicadas junto a los afluentes;
- **Objetivo económico:** conseguir un equilibrio adecuado entre los beneficios de los servicios hidrosanitarios y ecológicos y el costo de operación y mantenimiento de los sistemas. Permitir el desarrollo económico de la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta, EAPAM, con la recuperación de la cartera vencida y el cobro de las planillas con costos reales, al resultar más atractivos para el turismo o para la ubicación de industrias /empresas.
- **Objetivo educativo y social:** Implementar programas de educación ambiental y conseguir la aceptación del modelo de gestión y pagos propuesto y mejorar las condiciones de los trabajadores actuales y sus familias.

Concienciar sobre la problemática de las cuencas hidrográficas y su solución. Educar a la población sobre la necesidad de cuidar el agua y manejar adecuadamente las aguas residuales y de los beneficios a obtener.

#### 2.4.2 Objetivos Específicos

- **Del estudio de impacto ambiental:**
- A través del diagnóstico ambiental, caracterizar las condiciones ambientales en los aspectos físicos, bióticos y antrópicos del área total del estudio;
- Proveer los insumos de carácter socio - ambiental a ser considerados en los proyectos propuestos, de manera que los diseños finales incorporen los aspectos socio-ambientales relevantes;

- Determinar el área de influencia del proyecto objeto de estudio y la incidencia de los impactos asociados al mismo en el ámbito local. Definir el área de influencia directa e indirecta;
- Identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados con las actividades y operaciones a ser desarrolladas por el proyecto objeto de estudio;
- Realizar un análisis que consideren todos los impactos socio - ambientales de los diferentes componentes del proyecto incluyendo los aspectos relacionados con la población durante el periodo de operación del mismo;
- Establecer el Plan de Manejo Ambiental del proyecto que permita oportunamente la aplicación de medidas de: prevención, control, compensación, mitigación, rehabilitación de las áreas impactadas por las actividades de la construcción y operación objeto de estudio; dicho Plan dará énfasis en los siguientes aspectos: respuesta a eventualidades o contingencias, monitoreo ambiental, capacitación, salud ocupacional y seguridad industrial, relaciones comunitarias, rehabilitación de áreas afectadas y de abandono del área.
- En cuanto a Monitoreo, se definirán los sistemas de seguimiento, evaluación y monitoreo ambientales y de relaciones comunitarias tendientes a controlar adecuadamente los impactos identificados en la Evaluación Ambiental con la correspondiente determinación de los puntos de monitoreo y su mapeo. Este objetivo de los estudios socio-ambientales permite la aplicabilidad del proyecto.
- **Información y Participación ciudadana**
- Información del servicio y los sistemas hidrosanitarios a ser prestados;
- Promoción permanente del servicio para lograr la educación y participación ciudadana;
- Creación de mecanismos para la concienciación y participación ciudadana.

## 2.5 Contenido

La asociación de las empresas Corpcosul - Caminosca, fue contratada en la década de los años 90' para realizar el estudio de factibilidad y diseños definitivos de los Planes Maestros Hidrosanitarios para la ciudad de Manta; además, presentó el estudio de impacto ambiental (EIA) y el plan de manejo ambiental (PMA).

Los grupos sociales de trabajo realizados por esta asociación obtuvieron como medida prioritaria la necesidad de levantar una línea base que permita conocer el estado del actual servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado

sanitario y pluvial, transporte y depósito final en las lagunas de oxidación del cantón. Con esta línea base se recomendaría escoger de varias alternativas las mejores para ser aplicadas.

Por lo tanto, tal y como se ha indicado, la metodología seguida para la selección de alternativas técnicas se realizará en dos fases consecutivas:

**Fase 1:** Preselección de alternativas de tratamiento. A partir de un abanico amplio de tecnologías se escogen aquellas que desde el punto de vista técnico - económico son las más idóneas;

**Fase 2:** Selección Final de alternativas. De las alternativas viables preseleccionadas en la fase anterior se determina con mayor precisión los productos obtenidos, las inversiones necesarias. Se realiza un análisis que contempla no solo la viabilidad técnica, sino también la viabilidad, económica, social y ambiental.

Una vez escogida la alternativa se procedió a diseñar las rutas de recorrido para la conducción, distribución y acometidas domiciliarias, programas de capacitación ciudadana, participación de la comunidad en los procesos de educación ambiental para el buen uso del agua.

Se tiene un diseño definitivo de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial a ser construido.

Los respaldos técnicos de planos, análisis de suelos, análisis de agua, inventario de especies de flora y fauna; aspectos socio – económicos, análisis arqueológico y culturales de las culturas Machalilla y Manteña.

Planos y mapas cartográficos publicados por el Instituto Geográfico Militar, IGM a más de los realizados por los técnicos consultores.

Todo lo señalado se ha complementado con el diseño de programas y proyectos concordantes, relacionados con las Medidas de Prevención y Mitigación para la construcción y operación del proyecto, Manejo de Sustancias Peligrosas químicas, Programas Integrales de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Capacitación y un Plan de Contingencias que contiene las respuestas ante situaciones de riesgo e imprevistos.

Especial atención han merecido los Planes de Monitoreo de los diferentes componentes ambientales y sociales, con el fin de verificar el estricto cumplimiento de las normas ambientales y compromisos sociales.

El Documento del Estudio de Impacto Ambiental está dividido en Capítulos conforme al Instructivo para la Preparación de Estudios Ambientales de la Ley de Gestión Ambiental.

Adicionalmente contiene Bibliografía, Glosarios de Siglas y de Términos, un Resumen Ejecutivo, un Anexo Cartográfico que incluye la información

cartográfica, base topográfica y temática con mapas a escala: 1:50000, 1:25000 y 1:10000 y planos de la infraestructura civil a construirse en el proyecto y de las diferentes instalaciones, equipos y maquinarias, en formato digital bajo los sistemas Arc/info., Arc/View y Autocad 2000; un Anexo Fotográfico que documenta gráficamente aspectos relevantes del Informe Técnico y un Anexo Documental en el que se presentan, Tablas, Fichas Técnicas, Diseños, Encuestas, Literatura relacionada y más documentación que da soporte al Estudio de Impacto Ambiental.

### **3. MARCO LEGAL Y POLÍTICAS DE ESTADO**

#### **3.1 MARCO LEGAL**

El marco legal aplicable al sector de servicios básicos de saneamiento y manejo de recursos hídricos y sus obras de recuperación, conservación y protección en materia ambiental tiene cuatro niveles:

- a) La Constitución de la República como máxima Ley rectora del sistema jurídico del Estado ecuatoriano;
- b) Los Convenios Internacionales que una vez aprobados por la Asamblea y ratificados por el Presidente de la República se convierten en leyes nacionales;
- c) Leyes que requieren aprobación del Poder Legislativo;
- d) Reglamentos que son dictados por el Poder Ejecutivo y contienen normas y procedimientos detallados;
- e) Ordenanzas de Municipios y Consejos Provinciales dictadas en base a su autonomía en la medida que no sean contrarias a leyes y reglamentos nacionales.

Las Leyes específicas aplicables al sector salubridad y obras básicas sobre alcantarillado sanitario y contaminación y emisión de efluentes líquidos hacia cuerpos de aguas son: la Ley Ambiental, el SUMA y el TULAS y la Ley de Gestión Ambiental, esta última establece mecanismos generales y específicos de gestión ambiental y crea la figura de la Licencia Ambiental como requisito previo a la iniciación de cualquier actividad constructiva de proyectos de desarrollo social que puede ser causa de riesgo y que pueda causar impactos ambientales negativos y positivos.

Los procedimientos y normas técnicas aplicables a la evaluación de impacto ambiental en el sector agua y contaminación están contenidos en el Reglamento Ambiental para Actividades de aguas contaminadas y recepción de efluentes en la República del Ecuador; el Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) que es el referido al Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), y en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

##### **3.1.1 Ministerio del Ambiente**

El Ministerio del Ambiente es la autoridad ambiental nacional rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de otras competencias de las demás instituciones del Estado.



Le corresponde dictar las políticas, normas e instrumentos de fomento y control a fin de lograr el uso sustentable y la conservación de los recursos naturales, encaminados a asegurar el derecho de los habitantes a vivir en un ambiente sano y apoyar el desarrollo del país.

El Ministerio del Ambiente ha desconcentrado atribuciones y responsabilidades a favor de los Distritos Regionales en materia forestal y biodiversidad, cuyos directores y funcionarios están en la obligación de cumplir y hacer cumplir el marco legal y reglamentario ambiental y general, en el ámbito del distrito regional.

La Ley de Gestión Ambiental establece en el **Art. 9**, literal g) las atribuciones del Ministerio del Ambiente. Entre ellas está la de dirimir conflictos de competencias que se susciten entre los organismos integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Este Ministerio conforme al **Art. 20** de la Ley de Gestión Ambiental debe emitir licencias ambientales sin perjuicio de las competencias de las entidades acreditadas como autoridades ambientales de aplicación responsable.

El Sistema Único de Manejo Ambiental en el **Art. 3** define al Ministerio del Ambiente como la Autoridad Ambiental Nacional y según el **Art. 12** le otorga a este ministerio ciertas competencias exclusivas para otorgar licencias ambientales lo cual le convierte en Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable.

### **3.1.2 Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC)**

El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural es una institución del sector público que goza de personería jurídica, adscrito al Ministerio Coordinador de Patrimonio.

Entre otras tiene las siguientes funciones y atribuciones: Investigar, conservar, preservar, restaurar, exhibir y promocionar el Patrimonio Cultural en el Ecuador; así como regular de acuerdo a la Ley todas las actividades de esta naturaleza que se realicen en el país.

### **3.1.3 Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)**

Es el ente rector de los recursos hídricos, entre sus funciones está la de emitir las políticas, normas y regulaciones para la gestión integrada de éstos, administrar eficientemente el aprovechamiento y uso del agua y preservar su cantidad y calidad en beneficio de la población del país.

Corresponden a esta Secretaría cumplir con las disposiciones de la actual Ley de Aguas. Se exceptúan aquellas funciones que se relacionan con conservación ambiental, control de la contaminación de los recursos hídricos y la construcción, mantenimiento y manejo de obras de infraestructura, que en el Decreto Ejecutivo 2224<sup>1</sup> se atribuyen a las Corporaciones Regionales de Desarrollo.

---

<sup>1</sup> R. O. No. 558-S del 28 de octubre de 1994.

## 3.2 REGULACIONES AMBIENTALES

### 3.2.1 La Constitución Política

La Constitución Política de la República del Ecuador aprobada el 28 de septiembre del año 2008, en el **Art. 12**, Capítulo II, De los Derechos del buen vivir, Sección primera "Agua y alimentación", indica que son deberes primordiales del Estado *"El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida"*.

En el **Art. 14**, se indica que *"Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados"*.

La Constitución nueva representa un paso importante para la legislación ambiental del país porque profundiza el alcance del derecho de la naturaleza.

Se establece además la acción de amparo, que aplicado al tema ambiental, se refiere al derecho que tiene toda persona para acudir ante los órganos de la Función Judicial y hacer cesar, evitar o remediar las consecuencias de un acto u omisión ilegítimos de cualquier autoridad pública que viole o pueda violar los derechos constitucionales ambientales o aquellos consagrados en un tratado o convenio internacional vigente y que de modo inminente amenace con causar un daño grave al ambiente. El recurso de amparo también puede ser presentado en contra de los particulares *"cuando su conducta afecte grave y directamente un interés comunitario, colectivo o un derecho difuso"*<sup>2</sup>.

La Constitución además en la Sección Sexta del Capítulo 2 extiende el ámbito del actual **Art. 30** *"Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica"*; y en el **Art. 31** *"Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía"*.

La Constitución hace otros importantes avances en materia de derecho ambiental constitucional al establecer en el Capítulo Séptimo de los Derechos de la Naturaleza **Art. 71** *"La Naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza."*

---

<sup>2</sup> Artículo 95 de la Constitución Política

*Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.*

*El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema"; y al señalar en el **Art. 72** "La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará la medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas".*

En el Título III de las Garantías Constitucionales, Capítulo Primero, **Art. 85 numeral 1** se dispone "las políticas públicas y la prestación de bienes y servicios públicos se orientarán a hacer efectivos el buen vivir y todos los derechos, y se formularán a partir del principio de solidaridad".

En el Título V de la Organización Territorial del Estado, Capítulo cuarto, Régimen de Competencias, señala las obligaciones en el **Art. 264 numeral 4** "Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley".

La Constitución en Título VII "Régimen del Buen Vivir", en el capítulo primero, "Inclusión y Equidad", Sección Cuarta, **Art. 375**, "El Estado, en todos sus niveles de gobierno, garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual: **numeral 6** Garantizará la dotación ininterrumpida de los servicios públicos de agua potable y electricidad a las escuelas y hospitales públicos";

El **Art. 376** también señala que "las municipalidades podrán expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, de acuerdo con la ley..."

En el Capítulo Segundo "Biodiversidad y Recursos Naturales", Sección primera "Naturaleza y Ambiente", señala el **Art. 396** "El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre del daño".

En el **Art. 397** tenemos que "En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaría para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas..."

En la Sección Quinta sobre la protección del "Suelo" el **Art. 409** señala "... En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona...";

En la Sección Sexta "Agua", el **Art. 411** señala *"El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua"*.

En la Sección Séptima "Biósfera, Ecología Urbana y Energías Alternativas", una parte del **Art. 415** señala que *"...Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos..."*.

### **3.2.2 Ley de Gestión Ambiental<sup>3</sup>**

La Ley de Gestión Ambiental es la norma marco, respecto a la política ambiental del Estado ecuatoriano y todos los que ejecutan acciones relacionadas con el ambiente en general.

Esta Ley determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación, límites permisibles, controles y sanciones en la gestión ambiental en el país, la misma que se orienta en los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo, así como, en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural.

Respecto a la normatividad emitida por instituciones del sector público y del régimen seccional en los ámbitos de su competencia, éstas deben contemplar obligatoriamente las etapas de desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

Respecto a los Instrumentos de la Gestión Ambiental, la Ley señala como tales a la Planificación, los Sistemas de Cuentas Patrimoniales Ambientales, el Ordenamiento Territorial, el Plan Ambiental Ecuatoriano, la Evaluación de Impacto Ambiental y el Control Ambiental, la Participación Social, la Capacitación y Difusión Ambiental e Instrumentos de Aplicación de las Normas Ambientales.

Respecto a la obligatoriedad de contar con Estudios Ambientales, la Ley determina que toda obra pública, privada o mixta y los proyectos de inversión públicos o privados, que puedan causar impactos ambientales, deben ser calificados previamente a su ejecución por los organismos descentralizados de control, de conformidad al Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el de precautelar, así como deben contar con una Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente.

---

<sup>3</sup> Publicada en el R. O. No. 245 del 30 de julio de 1999

La Ley establece la estructura básica y contenidos mínimos que deben tener los referidos estudios, teniendo el Estado la potestad de evaluar los mismos en cualquier momento. Con relación a la evaluación del cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental aprobados, éstos se realizan a través de la ejecución de auditorías ambientales.

Respecto a los mecanismos de participación social, el gobierno nacional a través de un Decreto Ejecutivo N° 1040 establece las nuevas modalidades de participación ciudadana, como las consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado, concediéndose acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, constituyendo el incumplimiento a estas normas causal de nulidad de los proyectos propuestos.

La Ley analizada establece como instrumentos de aplicación de las normas ambientales a: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

Posteriormente la Ley determina normas para el financiamiento de las actividades previstas en la misma, así como de la información y vigilancia ambiental; en estas últimas disposiciones se incluye una que tiene relevancia para la Compañía Constructora, pues establece que si en algún momento, ellos presumen que una de sus actividades puede eventualmente generar o está generando daños a un ecosistema, deben inmediatamente notificarlo a la Autoridad Ambiental a la que le corresponda, *so pena* de ser sancionados con una multa severa.

Para proteger los derechos ambientales sean individuales o colectivos, la Ley concede acción pública para denunciar la violación de las normas de medio ambiente, sin perjuicios de la acción de amparo constitucional.

La Ley establece también que cualquier acción u omisión dañosa, que genera impactos negativos ambientales, es susceptible de demandas por daños y perjuicios, así como por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente.

La Ley analizada concluye su texto con disposiciones relativas a acciones administrativas a seguir, reformas a varios cuerpos legales conexos y un glosario de términos legales.

### **3.2.2.1 Código de la Salud<sup>4</sup>**

Este cuerpo legal regula el ambiente humano y su interacción con los recursos naturales, infraestructura y gestión de la contaminación en general.

---

<sup>4</sup> Publicado en el R. O. No. 158, del 8 de febrero de 1971.

El código analizado establece la prohibición general de eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud, determinando que los reglamentos y disposiciones correspondientes a las molestias públicas ocasionadas por el manejo ambiental inadecuado, tales como, ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y otras, serán establecidos y sancionados por la autoridad de salud.

Con relación a la calidad sanitaria del agua, se establece la prohibición de descargar, directa o indirectamente sustancias nocivas o indeseables en forma tal, que puedan contaminar o afectar y obstruir, sea total o parcialmente los cuerpos de agua y las vías de suministros de la misma, estableciendo que la interrupción, obstrucción, daño o destrucción intencionales de los sistemas de eliminación de excretas, residuos industriales, aguas servidas o aguas pluviales, serán sancionados de conformidad a las disposiciones del código.

Respecto a las excretas, aguas servidas, residuos industriales, el código mantiene disposiciones de prohibición de descargas directas o indirectas hacia quebradas, ríos, lagos, acequias, o en cualquier curso de agua para uso doméstico, agrícola, industrial, o de recreación, a menos que previamente sean tratados por métodos que los hagan inofensivos para la salud. Con relación a los residuos industriales estos no pueden descargarse en sistemas de alcantarillado público, sin el permiso previo de la autoridad que administre el sistema.

Las autoridades de salud competentes para el control del cumplimiento de las disposiciones del código son el Ministro, el Director Nacional, el Subdirector Nacional, los Directores Regionales, los Jefes Provinciales y los Comisarios de Salud, ejerciendo los tres primeros de los nombrados su jurisdicción en todo el territorio del país.

El código establece los procedimientos a seguir en los casos de conocimiento y sanción a las infracciones a las disposiciones del mismo, las cuales en términos generales son resueltas por los comisarios de salud, existiendo el recurso de apelación ante el Ministro de Salud Pública, cuya resolución causa ejecutoria. Las infracciones a las disposiciones del Código de Salud son sujetas a la figura de la acción popular.

### **3.3 REGLAMENTOS DE APLICACIÓN A LAS LEYES CONSIDERADAS**

#### **3.3.1 Reglamento del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)<sup>5</sup>**

El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), vigente desde su publicación en el Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria constituye la estructura reglamentaria matriz para cualquier sistema de evaluación ambiental a nivel nacional.

---

<sup>5</sup> R. O. No. 1 Edición Especial 31 de marzo de 2003.

### **3.3.2 Reglamento de Aplicación Ley de Aguas<sup>6</sup>**

El Reglamento de Aplicación de la Ley de Aguas establece los procedimientos y la forma de ejecutar las acciones relacionadas con el uso del recurso agua, en este caso particular, por la operación de las infraestructuras del alcantarillado sanitario y actividades relacionadas al abastecimiento de agua potable en el proyecto de conservación y recuperación ambiental de las cuencas hidrográficas.

Respecto a disposiciones ambientales en su texto, se establecieron varias disposiciones legales relacionadas directamente con el recurso agua, las mismas que tienen relación con acciones que se deben ejecutar para evitar la contaminación del agua.

### **3.3.3 Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental<sup>7</sup>**

Este reglamento establece disposiciones relativas a la prevención y control de la contaminación ambiental regulando la aplicación de las normas técnicas que señalan los límites máximos permisibles de contaminación ambiental. Se destaca la regulación de los Permisos de Descarga de Emisiones. En cuanto a la elaboración de estudios de impacto ambiental se remite al Sistema Único de Manejo Ambiental SUMA<sup>8</sup> y en cuanto al procedimiento para la aplicación de sanciones administrativas se remite al Capítulo II del Título I, Libro III del Código de la Salud.

## **3.4 REQUERIMIENTOS DE PERMISOS**

El seguimiento y control de los estudios de impacto ambiental se hace en función de las autorizaciones administrativas emitidas por los entes públicos.

### **3.4.1 Licencia Ambiental**

Es una autorización que habilita el ejercicio de una actividad o proyecto pero que toma en cuenta el impacto ambiental mediante la evaluación de impacto ambiental que analiza no sólo las cuestiones ambientales (el impacto ambiental del proyecto) sino también el proyecto mismo.

En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario debe cumplir para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que el proyecto, obra o actividad autorizada pueda causar en el ambiente.

La Ley de Gestión Ambiental en el Art. 20 dispone que "para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el ministerio del ramo."

---

<sup>6</sup> Publicado en el R. O. No. 233, del 26 de enero de 1973

<sup>7</sup> Título IV del Libro VI del TULAS. Publicado en el R.O. Edición Especial No 1 de 31 de Marzo del 2003.

<sup>8</sup> Título I del Libro VI del TULAS. Publicado en el R.O. Edición Especial No 1 de 31 de Marzo del 2003.

### 3.4.2 Permisos de Descarga, Emisiones y Vertidos

Son los permisos que según el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, se otorgan a actividades que suponen un impacto sobre el entorno al considerarse una actividad contaminante y por lo tanto mediante el cumplimiento del límite máximo permisible de contaminación establecen una frontera entre la utilización racional y la irracional del recurso agua, aire o suelo.

#### **RLGAPCCA<sup>9</sup>: Art. 92 "Permiso de Descargas y Emisiones"**

El permiso de descargas, emisiones y vertidos es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades.

El permiso de descarga, emisiones y vertidos será aplicado a los cuerpos de agua, sistemas de alcantarillado, al aire y al suelo.

#### **Art. 93 Vigencia del Permiso**

El permiso de descarga, emisiones y vertidos tendrá una vigencia de dos (2) años. En caso de incumplimiento a las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades, así como a las disposiciones correspondientes, este permiso será revocado o no renovado por la entidad ambiental que lo emitió.

#### **Art. 94 Otorgamiento de Permisos**

Los permisos de descargas, emisiones y vertidos serán otorgados por la Autoridad Ambiental Nacional, o la institución integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental en su respectivo ámbito de competencias sectoriales o por recurso natural, o la Municipalidad en cuya jurisdicción se genera la descarga, emisión o vertido, siempre que la Autoridad Ambiental Nacional haya descentralizado hacia dicho gobierno local la competencia.

#### **Art. 95 Requisitos**

El regulado para la obtención del permiso de descargas a cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado, de emisiones al aire y vertidos o descargas al suelo, seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Declarar o reportar sus descargas, emisiones y vertidos;
- b) Obtener la aprobación de su Plan de Manejo Ambiental por parte de la entidad que emite el permiso;

---

<sup>9</sup> Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.



- c) Pagar la tasa bianual de descargas, emisiones y vertidos, a la municipalidad correspondiente; y,
- d) Reportar el cumplimiento de las acciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental vigente, mediante la ejecución de auditorías ambientales de cumplimiento.

Cualquier negativa a conceder el permiso de descargas, emisiones y vertidos deberá estar basada en la falta de idoneidad técnica, social o ambiental del Plan de Manejo Ambiental presentado por el regulado para aprobación, por el incumplimiento del Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentra la actividad, o por el incumplimiento de las obligaciones administrativas fijadas para conceder dicho permiso.

#### **Art. 96 Obligación de Obtener el Permiso**

Sobre la base de los estudios ambientales presentados por el regulado, la entidad que emite el permiso de descargas, emisiones y vertidos determinará la obligación o no que tiene el regulado de obtener el mismo.

#### **Art. 97 Exención de Permiso de Descarga, Emisiones y Vertidos**

El regulado con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado, conforme a lo establecido en el Sistema Único de Manejo Ambiental, no requerirá obtener el permiso de descarga, emisiones y vertidos, durante el primer año de operación de la actividad siendo la licencia ambiental el único documento ambiental requerido durante este lapso. Transcurrido el primer año de operación deberá el regulado obtener el permiso de descarga, emisiones y vertidos.

#### **Art. 98 Reporte Anual**

El regulado que origine descargas, emisiones o vertidos hacia el ambiente, incluyendo hacia sistemas de alcantarillado, deberá reportarlas por lo menos una vez al año ante la entidad que expide el permiso de descargas, emisiones y vertidos, para obtener las autorizaciones administrativas ambientales correspondientes.

Las actividades nuevas efectuarán el reporte inicial de sus emisiones, descargas y vertidos en conjunto con la primera auditoría ambiental de cumplimiento con las normativas ambientales vigentes y su plan de manejo ambiental que debe realizar el regulado un año después de entrar en operación.

#### **Art. 99 Renovación de Permisos**

Las solicitudes para renovación del permiso de descargas, emisiones y vertidos para actividades que se encuentran en cumplimiento con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran las actividades, deberán ser presentadas ante la entidad ambiental de control dentro del último trimestre

del período de vigencia. Sucesivamente la renovación se realizará cada dos (2) años.

#### **Art. 100    *Revocación del Permiso***

Son causales para la revocación o negación a la renovación del permiso de descargas, emisiones y vertidos, del regulado las siguientes:

- a) No informar a la autoridad ambiental de control, en el plazo máximo de 24 horas, la ocurrencia por cualquier causa, de situaciones que puedan generar cambios sustanciales de sus descargas, vertidos o emisiones, con referencia a aquellas autorizadas por la entidad ambiental de control. La información oportuna del hecho, sin embargo, no excluye el pago de daños y perjuicios y otras responsabilidades que haya a lugar. Aquellas notificaciones que sean recibidas posterior a las 24 horas serán justificadas por el regulado cuando por eventos de fuerza mayor no haya sido posible la notificación en el plazo establecido ante la entidad ambiental de control;
- b) No informar a la autoridad ambiental de control cuando se presenten modificaciones sustanciales de las condiciones bajo las cuales se aprobó el plan de manejo ambiental y se otorgó el permiso de descargas, emisiones y vertidos;
- c) Incumplimiento del plan de manejo ambiental y su cronograma;
- d) Incumplimiento de la Ley de Gestión Ambiental, el presente Texto Unificado de Normativa Secundaria Ambiental Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas o las regulaciones ambientales vigentes.

#### **Art. 125    *Plazo para Obtener Permisos***

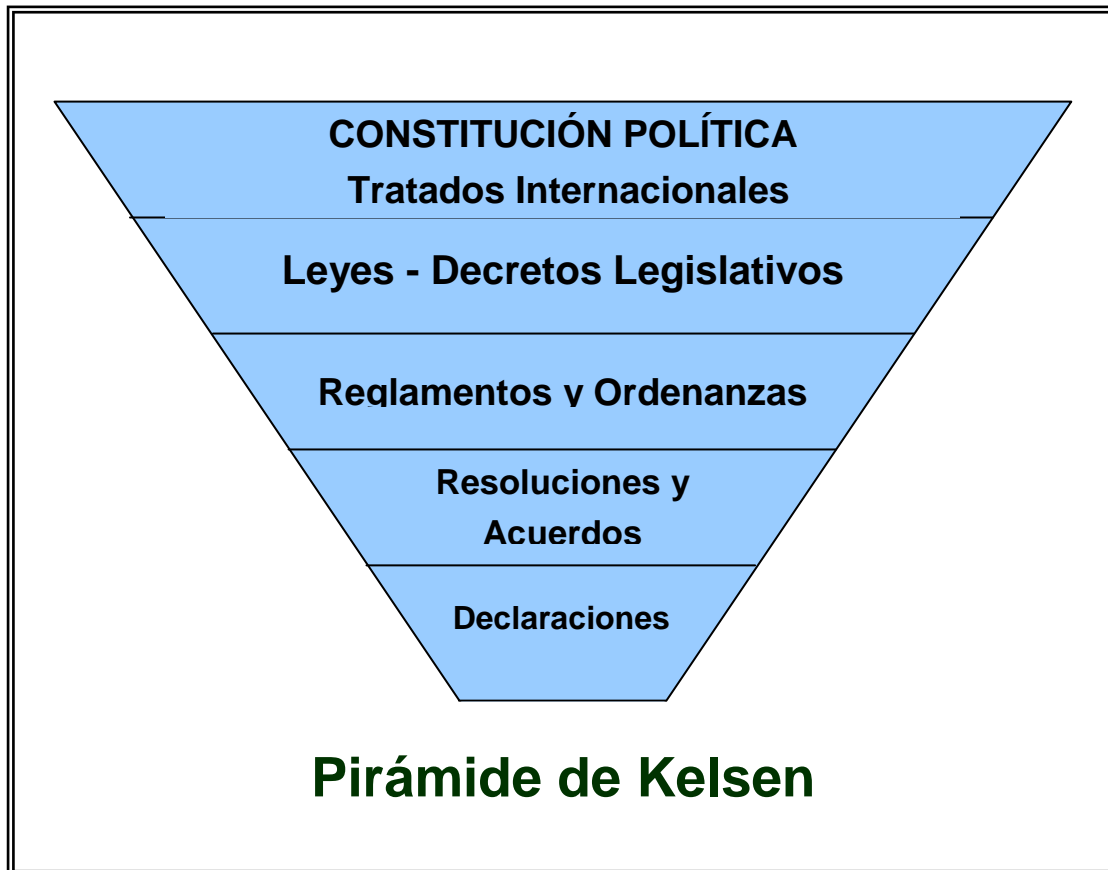
Cuando las entidades ambientales de control detectaren que los regulados ambientales incumplen las normas de protección ambiental, así como otras obligaciones ambientales, tuvieren pendiente autorizaciones, permisos, falta de aprobación de estudios, evaluaciones y otros documentos o estudios solicitados por la entidad ambiental de control, concederá un término perentorio de 30 días para que el regulado corrija el incumplimiento u obtenga las autorizaciones, permisos, estudios y evaluaciones que haya a lugar. Posteriormente la entidad ambiental de control verificará el cumplimiento y efectividad de las medidas adoptadas.

### **3.4.4    *Jerarquía de las Normas***

La Constitución Política del Estado Ecuatoriano es la norma de máxima jerarquía en el Ordenamiento Jurídico, como tal, todas las normas inferiores en el referido ordenamiento, esto es, Leyes, Reglamentos, Decretos Ejecutivos, Acuerdos Ministeriales y Resoluciones (entre los más relevantes y en ese estricto orden), están subordinadas a la misma, por lo que las disposiciones de carácter macro contenidas en la Constitución, guían en el aspecto ambiental a las demás.

La misma Constitución expresa este Principio Universal del Derecho en su Art. 260 que establece que "El ejercicio de las competencias exclusivas, no excluirá el ejercicio concurrente de la gestión en la prestación de servicios públicos y actividades de colaboración y complementariedad entre los distintos niveles de gobierno".

FIGURA 3-1  
PIRÁMIDE DE KELSEN



#### 3.4.4.1 Ministerio de Salud Pública

El Ministerio de Salud Pública es el organismo competente en materia de salud, en el orden político, económico y social; y la Dirección Nacional de Salud, cuya sede es la ciudad de Guayaquil, en el orden técnico - administrativo, normativo, directivo, ejecutivo y evaluador.

Toda materia o acción de salud pública, o privada, será regulada por las disposiciones contenidas en el Código de Salud, en las Leyes Especiales y en los Reglamentos.

En aquellas materias de salud vinculadas con la calidad del ambiente, regirá como norma supletoria del Código de Salud, la Ley del Medio Ambiente, conforme lo establece la Disposición General Primera de la Ley de Gestión Ambiental.

La Dirección Nacional de Salud Ambiental de este Ministerio debe coordinar la aplicación de políticas y normativas de salud pública aplicables al sector agua.

#### **3.4.4.2.1 Dirección Nacional de Salud Ambiental**<sup>10</sup>

Esta Dirección del Ministerio de Salud debe coordinar con la Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA la aplicación de las políticas de salud pública que se relacionan con el sector agua como la salud ocupacional, la utilización de productos químicos, entre otras.

Las funciones de esta dirección son:

1. Orientar la formulación de políticas de prevención y control de factores ambientales;
2. Establecer normas y procedimientos de las condiciones del macro y micro ambiente;
3. La formulación del plan nacional de salud ambiental en lo referente a: Saneamiento Ambiental, Eliminación de aguas servidas, Urbanización y Relación de la autoridad de Salud con los Municipios, así como en el campo de la Salud de los Trabajadores;
4. Capacitación y supervisión del cumplimiento en normas técnicas para el control ambiental;
5. Diseño de programas de información a la población sobre prevención de factores ambientales y promoción de entornos saludables, y
6. Apoyo a la Dirección General de Salud en la coordinación de la cooperación externa en este tema, descentralización y vigilancia de la Salud Ambiental.

En el Acuerdo Ministerial No. 1014 del 8 de diciembre de 1998 en el que se reforma la estructura orgánica del Ministerio de Salud, dentro del nivel de gestión técnico - normativo, dependiente de la dirección General de Salud, se establece que la Dirección Nacional de Salud Ambiental propiciará las acciones técnico - normativas para el control de la contaminación ambiental, la promoción de ambientes saludables y la preservación del ambiente físico, industrial y laboral.

#### **3.4.4.3 Ministerio de Relaciones Laborales**

La autoridad en materia laboral es el Ministerio de Relaciones Laborales, a éste le corresponde la reglamentación, organización y protección del trabajo y demás atribuciones establecidas en el Código de Trabajo y en la Ley de Régimen Administrativo en materia laboral.

Este ministerio a través del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo vigila la aplicación del Reglamento de Salud Ocupacional.

---

<sup>10</sup> Fuente: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsadi/e/ecuador.html>

## **3.5 REGULACIONES AMBIENTALES**

### **3.5.1 Legislación de Protección Ambiental**

#### **3.5.1.1 Ley de Aguas<sup>11</sup>**

La ley determina la intencionalidad de establecer en forma real y definitiva la Soberanía Nacional sobre las aguas territoriales, el suelo y el subsuelo, relevando la importancia y necesidad de administrar la misma con criterio técnico. Establece que por administración defectuosa de las cuencas hidrográficas, éstas han sido víctimas de procesos erosivos, anulando la recarga natural de los manantiales que alimentan los ríos y facilitando las inundaciones de localidades bajas.

El ámbito de competencia de la ley establece la regulación y aprovechamiento de la totalidad de los recursos hídricos del territorio nacional, independiente de sus estados físicos, ubicación en propiedades particulares y formas, considerando a las mismas como "bienes nacionales de uso público", y por ende fuera del comercio; de dominio inalienable e imprescriptible del Estado ecuatoriano, no sujetas a ningún tipo de propiedad o modo de apropiación por particulares. Se hace referencia expresa a la propiedad del Estado respecto al agua contenida en embalses.

La ley establece como obras de carácter nacional la conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos.

Respecto a acciones que deterioren la calidad del agua, la ley expresamente determina una prohibición de carácter general respecto a toda contaminación de las aguas, que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

La ley establece que las concesiones de un derecho de aprovechamiento de aguas son "ocasionales", sobre recursos sobrantes; "de plazo determinado", para riego, industrias y demás labores productivas; y, "de plazo indeterminado", para uso doméstico, subordinando las correspondientes autorizaciones a que no interfieran otros usos; que las aguas, en calidad y cantidad sean suficientes; y, que los estudios y obras necesarios para su utilización hayan sido aprobados previamente por la Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA.

#### **3.5.1.2 Ley Orgánica de Régimen Municipal<sup>12</sup>**

Al encontrarse ubicado el accionar de la Empresa en la jurisdicción del cantón Manta, esta debe contemplar las responsabilidades a los que está sujeta de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal, la misma que para efectos del presente análisis contiene dos disposiciones de carácter ambiental, relacionadas con el control de las autoridades del cantón sobre el cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental; y, la potestad de éstos a efectuar análisis de los impactos ambientales de las obras.

---

<sup>11</sup> Publicada en el Registro Oficial No. 69, del 30 de mayo de 1972.

<sup>12</sup> Codificada y publicada en el suplemento al Registro Oficial No. 331, del 15 de octubre de 1971.

Cuando se promulgó la Ley de Gestión Ambiental, se reformaron algunos artículos de la Ley de Régimen Municipal y se agregaron algunas disposiciones generales, dos de las cuales son:

- *A continuación del literal j) del Art. 212, agréguese el siguiente literal: "k) Análisis de los impactos ambientales de las obras".*
- *Agréguese al final del Art. 213 de la Ley de Régimen Municipal, el siguiente inciso: "Los Municipios y Distritos Metropolitanos efectuarán su planificación siguiendo los principios de conservación, desarrollo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales"*

En tal virtud y al amparo de la ley, los municipios están en la facultad de pedir estudios ambientales de las obras que se ejecuten en sus jurisdicciones, si bien en este caso no son los calificadores del estudio, si pueden exigir ser informados y consultados y eventualmente podrían dar sus observaciones.

Así mismo, en la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley de Régimen Municipal<sup>13</sup>, el **Art. 14** establece que son funciones primordiales del Municipio, sin perjuicio de las demás que le atribuye esta Ley, entre otras: *Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, en coordinación con las entidades afines.*

Adicionalmente y de manera conexas a la Ley Orgánica de Régimen Municipal se deben considerar otras competencias de los Municipios de acuerdo al **Art. 12** de la Ley de Gestión Ambiental y al **Art. 53** del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, estas son:

**LGA<sup>14</sup>: Art. 12.-** *Son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, las siguientes:*

- a) Aplicar los principios establecidos en esta Ley y ejecutar las acciones específicas del medio ambiente y de los recursos naturales;*
- b) Ejecutar y verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, de permisibilidad, fijación de niveles tecnológicos y las que establezca el Ministerio del ramo;*
- c) Participar en la ejecución de los planes, programas y proyectos aprobados por el Ministerio del ramo;*
- d) Coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger el medio ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales;*
- e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social;*

---

<sup>13</sup> Publicada en el registro Oficial No. 429 del 27 de septiembre de 2004.

<sup>14</sup> Ley de Gestión Ambiental.

*mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas;*

- f) Promover la participación de la comunidad en la formulación de políticas para la protección del medio ambiente y manejo racional de los recursos naturales; y,*
- g) Garantizar el acceso de las personas naturales y jurídicas a la información previa a la toma de decisiones de la administración pública, relacionada con la protección del medio ambiente.*

### **3.5.4 Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>15</sup>**

Este documento internacional contiene los principales mandatos que deben cumplir los Estados signatarios, para prevenir el cambio climático, ocasionado especialmente por el uso excesivo e indebido de sustancias, que agotan las capas de la atmósfera que cubren la biosfera.

El documento analizado, define al cambio climático como toda variación en el clima, atribuida directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición atmosférica.

Adicionalmente establece conceptos como factores de influjo en los cambios climáticos, esto es: emisiones, gases, organización regional económica, depósito, sumidero y aerosol, que han derivado en los cambios del medio ambiente físico o la biota, resultantes del cambio climático y que han representado una afectación al ecosistema natural, la salud, y el bienestar de la comunidad humana.

La Convención está dirigida a la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias peligrosas en el sistema climático.

El Estado ecuatoriano al suscribir y ratificar la Convención, se compromete y por ende compromete a sus instituciones, a proteger los ecosistemas naturales, tomando medidas que reducirán al mínimo las causas que originan el cambio climático, fomentando el desarrollo sostenible mediante la aplicación de políticas que tiendan a superar los efectos del cambio climático.

Adicionalmente el Estado y sus instituciones se comprometen a formular, aplicar, publicar y actualizar periódicamente planes que tiendan a mitigar los efectos del cambio climático y a éste en sí mismo. Se obliga así mismo el Estado a la investigación y observación sistemática, la educación y sensibilización a la población.

---

<sup>15</sup> Publicado en el Registro Oficial No. 562 del 7 de noviembre de 1994.

### **3.6 NORMAS TÉCNICAS AMBIENTALES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL<sup>16</sup>**

Estas normas están tomadas del Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria y son las siguientes:

1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.
2. Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.
3. Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.
4. Norma de calidad del aire ambiente.
5. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.
6. Listados nacionales de productos químicos peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador.

---

<sup>16</sup> Registro Oficial No. 1 Edición Especial 31 de marzo de 2003.



## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 4.1 Introducción

La ciudad de Manta, ejerce una fuerte dependencia de otras ciudades, cuyos habitantes se desplazan cotidianamente a realizar gestiones y trámites de variada índole, pero fundamentalmente de carácter financiero y comercial. Gran parte de esta movilidad poblacional microregional y regional entre Manta y los otros cantones de la provincia tiene su explicación en el rol económico de esta ciudad.

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta (EAPAM) suscribe un Contrato de Consultoría con la Asociación Corpconsul - Caminos y Canales para que realicen un estudio de evaluación y diseño definitivo de los Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado para la ciudad de Manta que solucione el problema para las próximas tres décadas.

El estudio se desarrollará en tres fases bien definidas, en la **primera fase** se analizará detenidamente la situación actual de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado y de la Institución que los administra, así como el diagnóstico que permitirá tomar decisiones fundamentales para su rehabilitación o sustitución.

En la **segunda fase** del estudio, se procederá al planteamiento de alternativas para cada uno de los sistemas y su análisis técnico, económico y ambiental para llegar a la selección de la alternativa óptima.

Finalmente en una **tercera fase** se procederá al diseño definitivo de la alternativa seleccionada.

Para complementar el proyecto se entregarán los estudios de impacto ambiental y su respectivo Plan de Manejo.

De acuerdo con los requerimientos del estudio, es necesario realizar, la correspondiente evaluación de los impactos ambientales que ocasionará la implementación de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial.

De conformidad con la propuesta presentada por la Asociación Corpconsul Cía. Ltda. – Caminos y Canales Cía. Ltda., y los términos de referencia elaborados por la EAPAM, el desarrollo de los estudios ambientales contempla **dos fases**: la **primera** incluye la declaración de los efectos ambientales para cada una de las alternativas propuestas (factibilidad) y el estudio de Impacto Ambiental de la alternativa seleccionada, y la **segunda** corresponde a la formulación de un plan de manejo ambiental.

**Cuadro 4-1**  
**Ubicación del proyecto**

Puntos	Coordenadas	
	Latitud Sur	Longitud Oeste
1	00° 56'	80° 42'
2	00° 59'	80° 46'

#### 4.1.1 Descripción del área del proyecto

La ciudad de Manta se ubica en la región litoral sobre la Bahía de Manta en el Océano Pacífico, al Oeste del país y a una distancia de 35 Km., de la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí.

El área central de la ciudad tiene una altitud media de 6 msnm y se sitúa geográficamente en el paralelo 0° 57' de Latitud Sur y en el meridiano 80° 43' de Longitud Oeste. Limita al Norte, Sur y Oeste con el Océano Pacífico; al Sur con los cantones Montecristi y Jaramijó.

Desde la ciudad de Quito vía terrestre se ubica a 419 kilómetros; y desde la ciudad de Guayaquil dista 196 kilómetros. Es la segunda ciudad más importante de la provincia de Manabí.

El 4 de noviembre de 1.999, la ciudad de Manta fue declarada como el Primer Municipio Turístico del Ecuador y cuenta con un Consejo Cantonal Turístico.

Administrativamente se divide en: Cinco **parroquias urbanas**: Manta, Tarqui, Los Esteros, Eloy Alfaro y San Mateo; y **dos parroquias rurales**: San Lorenzo y Santa Marianita.

La vía marginal de la costa conecta la cabecera cantonal de Manta con sus dos parroquias rurales (Santa Marianita y San Lorenzo) y con la parroquia Urbana de San Mateo. La articulación vial hacia el interior se realiza a través de caminos vecinales.

En esta vía tenemos el Bosque Tropical Húmedo de Pacoche y San Lorenzo, ubicado a 26 kilómetros de Manta, donde se encuentran importantes fuentes y vertientes naturales de agua.

Manta presenta una configuración urbanística compacta, ocupando un área aproximada de 500 Has. Sus calles y avenidas son pavimentadas en su mayor parte que la distinguen como una ciudad en pleno desarrollo. Su topografía es baja y ondulada en el centro, en la parte de Tarqui es plana, existiendo también una zona ondulada que corresponde al sector de la Parroquia Eloy Alfaro.

Una de las características de su topografía, es la presencia de tres cauces naturales que atraviesan la ciudad de Este a Oeste: ríos Burro, Manta y Bravo.

Históricamente, Manta ha sido un importante puerto pesquero. Este recurso ictiológico de sus aguas marinas, sumado a la destreza de sus pobladores en las faenas de la navegación y la pesca fueron convirtiendo a la ciudad en un centro industrial de procesamiento de los productos de la pesca, primero artesanal y luego tecnificada.

La mayor flota pesquera está en el cantón Manta con 300 barcos industriales con capacidad para más de 2.000 Tm. y 3.000 fibras artesanales.

Son varias las industrias empacadoras de sardina y atún que funcionan en esta ciudad, así como las industrias dedicadas a la producción de harina de pescado.

Luego, la industria se fue diversificando hacia otras ramas, sobre el eje Manta - Montecristi, área sobre la cual se encuentran instaladas la mayor parte de las fábricas.

En síntesis, la infraestructura portuaria, el recurso pesquero, las instalaciones industriales y su estrecha vinculación con el desarrollo agrícola del valle de Portoviejo son circunstancias concatenadas y favorables que han permitido a la ciudad de Manta convertirse en un importante centro urbano de gran dinamía comercial dentro de la región.

Con todas estas actividades aporta el 7% del PIB.

**Fotografía 4 – 1**  
**Ciudad de Manta**



Geográficamente el proyecto se encuentra localizado entre las coordenadas:

**TABLA 1- 1**  
**COORDENADAS**

Puntos	Coordenadas	
	Latitud Sur	Longitud Oeste
1	00° 56'	80° 42'
2	00° 59'	80° 46'

El 80% de la población del cantón Manta proviene de otros cantones de la provincia de Manabí, especialmente de Santa Ana.

**Cuadro 4 - 2**  
**Estudio demográfico de la población a servir**

AÑO	POBLACIÓN
2009	209.628
2010	213.586
2011	217.534
2012	221.457
2013	225.361
2014	229.251
2015	233.135
2016	237.028
2017	240.927
2018	244.806
2019	248.641
2020	252.405
2021	256.116
2022	259.791
2023	263.404
2024	266.930
2025	270.343
2026	300.468
2027	305.327
2028	310.187
2029	315.046
2030	319.905
2031	324.765
2032	329.624
2033	334.483
2034	339.343
2035	344.202
2036	349.061
2037	353.921
2038	358.780
2039	363.639

#### 4.1.1.1 Descripción del sistema actual de Agua Potable

La fuente desde Santa Ana fue construida en el año 1986. Se sirve por un sistema de agua potable que capta las aguas del río Portoviejo en el sector de Caza Lagarto, complementando su caudal de captación con otras fuentes secundarias (pozos y galerías) ubicados en el mismo sitio.

El agua captada del río pasa a una planta de tratamiento donde es potabilizada, no así el agua procedente de los pozos y galerías que entra directamente al tanque de almacenamiento. Desde aquí el agua es bombeada a los tanques de distribución ubicados en Colorado a 52 Km. de su punto de origen, desde donde es distribuida a la ciudad por medio de una red de tuberías que cubre el 70% del área consolidada.

El sistema de agua potable en funcionamiento está compuesto por la **captación** de las aguas del río Portoviejo en el sector de **Caza Lagarto**, cantón Santa Ana, a 52 Km., de la ciudad de Manta.

En este mismo sitio se encuentra la **planta de tratamiento**, tipo paquete, la misma que se encuentra en deterioro.

El agua del río es bombeada a la planta y luego de pasar por las unidades de la planta se acumula en un tanque que no tiene las condiciones adecuadas para mantener la calidad del agua, adicionalmente se cuenta con dos galerías de filtración y dos pozos profundos, el agua extraída de estas unidades es bombeada directamente al tanque de agua tratada, se estableció que se cuenta en total con 185 l/s, caudal insuficiente para la población actual de la ciudad.

Desde este **tanque de reserva** se bombea a la **línea de conducción** compuesta por varias líneas de tuberías de diámetros de 400, 450, 500 y 600 mm y dos estaciones de bombeo en serie, una en Loma Blanca, a la entrada de la ciudad de Portoviejo; y otra en Río de Oro, junto a la carretera Portoviejo - Manta, en este sitio existe una estación de bombeo completamente instalada sin funcionamiento desde su construcción hace 26 años.

En el trayecto entre el cantón Santa Ana y Manta existen zonas pobladas y ciudades como Portoviejo y Montecristi, esto a hecho que se instalen conexiones domiciliarias, unas clandestinas y otras autorizadas o legalizadas por la EAPAM a lo largo de la conducción.

Por otra parte, estas tuberías se encuentran en mal estado produciéndose roturas y fugas que interrumpen el servicio y producen pérdidas adicionales a las del consumo no facturado en la conducción, se estima que se pierde un 43% del caudal bombeado desde Caza Lagarto.

La cobertura de la red de distribución no llega al 50% del área urbana de la ciudad, las tuberías de HD fueron instaladas entre 1.960 y 1.965, presentando signos de corrosión por efecto de la agresividad de suelo; la evaluación hidráulica demostró que los diámetros no tienen capacidad para cubrir las

demandas actuales y las presiones remanentes son demasiado bajas. Se puede concluir que la red de HD debe ser reemplazada.

Se cuenta además con el sistema de **El Ceibal**, construido por el CRM, cuya administración pasó a manos de la EAPAM. Este es un sistema regional del que forma parte la ciudad de Manta, de acuerdo a la documentación técnica del proyecto, el caudal asignado a Manta es de 860 l/s cuando funcione a su máxima capacidad, sin embargo en una primera etapa se dispondrá de 350 l/s para la ciudad.

La **planta de tratamiento de agua El ceibal** se encuentra ubicada en el cantón Rocafuerte, en el Km. 16 de la carretera Portoviejo - Crucita y su captación está en el sitio El Ceibal, que es alimentada por el río Portoviejo.

La Planta El Ceibal ha sido diseñada para una producción nominal máxima de 1,050 l/s, es decir 3.780 m<sup>3</sup>/h de agua tratada y para un funcionamiento de 24 horas por día. Pero en realidad, previendo caudales de agua para lavado de filtros y por pérdida en los decantadores, el flujo que transita por la planta es superior al volumen de agua tratada en un 3 - 4%, por lo que todas las unidades de tratamiento están calculadas para un caudal entrante nominal de 3.900 m<sup>3</sup>/h. El proceso de tratamiento tiene las siguientes etapas:

- Aireación del agua para compensar un eventual déficit de oxígeno, y evacuar el H<sub>2</sub>S eventual. La obra de aireación estará provista de un by-pass;
- Mezcla del agua con los reactivos de tratamiento;
- Floculación y decantación en decantadores de lecho de lodos de gran rendimiento;
- Filtración rápida a través de arena;
- Desinfección con cloro gaseoso.

El agua tratada en la Planta, es impulsada hasta el tanque Cruz Verde de 5.000 m<sup>3</sup> de capacidad y desde allí es conducida hasta Manta, pasando por un tanque intermedio de igual capacidad, mediante una línea a gravedad de DN 800 mm y 30 Km., de longitud. El agua llega hasta los tanques de Azúa, en el ingreso de la ciudad.

Con esta tubería de 800mm que sale del Tanque intermedio la capacidad de conducción es de 76.300 m<sup>3</sup>/día.

La evaluación de la red de distribución, construida hace 35 años en HD, determinó que se encuentra en proceso de destrucción por efecto de la acción agresiva del suelo presentando un alto porcentaje de fugas; por otro lado la capacidad es insuficiente para las nuevas condiciones de población, el período de diseño ha sido superado.

#### 4.1.1.2 Descripción del proyecto existente de alcantarillado sanitario

La ciudad de Manta tiene un área de servicio con sistema de alcantarillado sanitario de 730 Has., cuyo efluente se concentra en la estación de bombeo de Miraflores para que sea elevado hasta las lagunas de oxidación para su tratamiento.

A diferencia de muchas ciudades ubicadas en la región del litoral ecuatoriano, la topografía de Manta es bastante accidentada en lo que concierne a las parroquias urbanas de Manta, Tarqui y Eloy Alfaro.

El alcantarillado sanitario está compuesto por una red de tuberías y colectores que conducen las aguas servidas de la ciudad a una estación de bombeo ubicada en la confluencia de los ríos Manta y Burro conocida como Miraflores, desde donde son bombeadas por medio de un emisario de 4 Km., de longitud a la planta de depuración constituida por lagunas de oxidación, ubicada en el valle del río Manta, al Sur - occidente de la ciudad.

Debido a lo accidentado del terreno en el cual se asienta la ciudad se forman varias cuencas de las cuales se hace necesario elevar el agua de una red a otra mediante tres estaciones de bombeo secundarias hasta llegar por gravedad a la estación Miraflores.

El agua depurada en las lagunas de oxidación es utilizada en riego, para lo cual se construyó un reservorio en la parte alta de la cañada de El Gavilán al cual se bombea el efluente final de las lagunas y desde donde se proyecta en el futuro regular el riego a todo el valle.

Este sistema se terminó de construir en 1.973 con una vida útil de 25 años. En la actualidad brinda una cobertura de apenas el 59% del área consolidada.

El área está cruzada por los ríos Manta y Burro.

El río Manta cruza la parte urbana de la ciudad en una longitud de 2,5 kilómetros y el río Burro a lo largo de 6 kilómetros, considerando en ambos casos la distancia desde el punto común de descarga a la playa hasta el cruce bajo la Vía de Circunvalación que se considera el límite urbano de la ciudad y del proyecto.

La parte oriental de Manta tiene además el río Bravo que nace a la altura de la Fundación Leonidas Proaño y desemboca en el mar entre el Barrio La Florita y la cabecera sur occidental de la pista del aeropuerto.

Aunque los cauces de estos ríos permanecen secos durante los meses sin lluvias, son accidentes naturales que topográficamente determinan la división de la ciudad en **cuatro sectores** que resultan apropiados para resumir y describir el **sistema de alcantarillado**, los mismos que están aislados entre sí desde el punto de vista del drenaje de las aguas.

El **primer sector** considerado corresponde a la Parroquia de Manta y ocupa el área entre la margen noroccidental del río Manta y la Playa "El Murciélago". Es una meseta ondulada que tiene inclinación hacia el malecón con pendientes muy pronunciadas en los tramos finales de las calles que llegan al mar y al cauce del río.

En todo este sector existe cobertura de red sanitaria la cual fluye hasta un interceptor principal que corre siguiendo la línea costera en dirección Oeste - Este hasta llegar a la estación de bombeo de Miraflores desde donde se elevan las aguas servidas hasta la planta de tratamiento ubicada en el valle del río Manta para evitar su descarga directa al mar.

En la parte alta de esta meseta existen los barrios Manta 2000 y Barbasquillo que disponen de alcantarillado sanitario que está funcionando como combinado y que evacuan las aguas servidas directamente hacia la planta de tratamiento sin utilizar bombeo.

Los barrios Abdón Calderón - 24 de Mayo, Ciudadela SERM, Julio Pierre Grosse y la Ciudadela Universitaria no cuentan con red sanitaria.

En el extremo norte de este sector en el Barrio Umiña existe red de alcantarillado sanitario cuyas descargas se hacen directamente a la playa afectando gravemente las condiciones sanitarias de la misma.

En el extremo occidental existen algunas quebradas que descargan al mar por lo que la topografía se vuelve totalmente accidentada e inadecuada para el desarrollo urbano por las características erosionables del suelo.

El **segundo sector** corresponde a la meseta que queda entre los ríos Manta, Burro y la Vía de Circunvalación. Tiene varias quebradas y ramales tributarios de estos ríos que se extienden en todas direcciones dando lugar a una topografía muy irregular con una serie de sectores aislados entre sí y calles de pendiente elevada en los tramos de llegada a las quebradas y a los cauces de los ríos indicados.

La parte baja pertenece a la parroquia de Tarqui y la parte superior a la Eloy Alfaro. En este sector existe alcantarillado sanitario solamente en la parte baja en los barrios Miraflores y Jocay - 24 de Mayo y en general corresponde a barrios ocupados por personas de moderados ingresos y viviendas de tipo económico.

El **tercer sector** corresponde al área comprendida entre el río Burro, río Bravo y la Vía de Circunvalación. Tiene una topografía bastante ondulada con laderas en la parte alta que drenan hacia el río Burro con pendientes elevadas.

Dispone de red sanitaria en toda la parte baja que corresponde a las parroquias de Tarqui y Los Esteros. Aquí solo el Barrio La Florita no dispone de alcantarillado. Más arriba en la zona intermedia se tiene cobertura de servicio a lo largo de las Avenidas 4 de Noviembre y 113 y sus calles transversales hasta el Barrio La Aurora así como en el área circundante al Estadio Jocay.



En la parte alta desde La Aurora hasta la Vía de Circunvalación no existe red salvo en la Urbanización La Pradera. El drenaje natural de todo este sector "3" es hacia los cauces de los ríos entre los cuales está ubicado y en la parte inferior es hacia el mar.

Es importante señalar que es aquí donde están ubicadas las industrias importantes de la ciudad desde el Barrio Centro Los Esteros hasta la parte alta siguiendo la dirección de las avenidas mencionadas. Estas industrias están descargando sus efluentes directamente a la red de alcantarillado, al río Bravo y al mar sin ningún tipo de tratamiento previo, con los consiguientes problemas ocasionados al medio ambiente, a la propia red de aguas servidas y a la planta de tratamiento.

En el afán de controlar la contaminación de los cuerpos receptores por descargas de la red sanitaria, la EAPAM ha implementado algunos sistemas de control que se mencionan a continuación y que se encuentran en este sector:

- a) En el Barrio La Aurora que está ubicado en una ladera entre la prolongación de la Av. 113 (vía a Montecristi) y el cauce del río Burro con fuerte pendiente hacia este último, se ha instalado una estación de bombeo que eleva el efluente sanitario de este barrio hacia la red principal de la Av. 113 para que fluya a gravedad hasta la estación de bombeo de Miraflores, evitando así una descarga a un cauce que permanece la mayor parte del año sin posibilidad alguna de dilución;
- b) En el Barrio Los Esteros ubicado junto a la Playa en el extremo oriental de la ciudad, se ha instalado una estación de bombeo para elevar el caudal de aguas servidas que se generan en este barrio hasta un pozo en la calle 116 desde donde llega a gravedad hasta la estación de bombeo de Miraflores, evitando así su descarga directa a la playa.
- c) En el Barrio El Palmar también existe una estación de bombeo para elevar las aguas servidas que se generan en este barrio hasta un pozo de la red principal desde donde fluye a gravedad hasta la estación de Miraflores evitando su vertido directo a un esterillo afluente del río Bravo cuyo cauce no permite la posibilidad de alguna dilución ya que permanece seco durante la mayor parte del año.
- d) En la Urbanización La Pradera, en la parte inferior junto al río Bravo, existe una planta de tratamiento para las aguas servidas de esta ciudadela de tal forma que al cauce de este río llegue una descarga de aguas tratadas para disminuir el impacto ambiental en lugar de verter directamente al cauce las aguas servidas sin ningún tratamiento, considerando según se ha indicado que éste permanece seco la mayor parte del año y en esas condiciones no ofrece posibilidades de tener algún grado de dilución.

El **cuarto sector** corresponde a una franja ubicada entre el río Bravo, la Vía de Circunvalación y en la parte baja toda la zona del terminal aéreo y sus alrededores. Es una franja con una topografía relativamente uniforme con un drenaje natural de las aguas hacia el río y hacia el área del aeropuerto.

Al momento existen en la parte baja los barrios Costa Azul, Divino Niño, Nazario Cedeño, Villa Marina, El Pacífico, Los Almendros y Cactus Medranda. En la parte superior, junto a la Vía a Montecristi hay algunas calles con viviendas, el resto de la franja no está ocupado y es la única zona de expansión de la ciudad dentro del área del proyecto. No existe actualmente red de alcantarillado en toda la franja.

Las aguas servidas de toda la ciudad llegan hasta la estación de bombeo de Miraflores ubicada cerca de la confluencia del río Manta con el río Burro. Desde allí, son elevadas hasta las lagunas de oxidación que constituyen la planta principal de tratamiento que tiene la ciudad y que consiste en un conjunto de dos lagunas anaerobias y cuatro facultativas.

El agua tratada se bombea hasta la presa El Gavilán desde donde se proyecta emplearla para el riego de un sector del valle del río Manta.

Estas lagunas constituyen la planta de tratamiento a través de la firma AQUAESTUDIOS para el tratamiento de las aguas servidas de la ciudad como alternativa a la descarga submarina que había planteado el ex - IEOS cuando construyó el sistema de alcantarillado separado de la ciudad al inicio de la década de los años setenta.

Está ubicada fuera del área del proyecto al sur occidente de la ciudad en la parroquia Manta junto al cauce del río del mismo nombre, a unos 1.200 metros sobre la Vía de Circunvalación, a una cota de 13 msnm.

#### **4.1.1.2.1 Redes de recolección**

Realizado el catastro de las redes de recolección, se determinó la existencia de 6 sistemas. Los cuales han sido identificados como Manta 2000, Manta, Tarqui, Eloy Alfaro, Los esteros y La Pradera de manera aleatoria y considerando solamente el orden de ingreso de la información para su procesamiento.

- **Sistema 1 Manta 2000**

Comprende el sector Suroccidental de la ciudad, limita al Norte la calle 58, al Sur la quebrada s/n, al Este la Av. Circunvalación y al Oeste la calle 56. Cubre un área de 21,25 Has., sirve a una población de 106 hab.

- **Sistema 2 Manta**

Comprende el sector noroccidental de la ciudad, limita al Norte la Av. Malecón, al Sur la vía Circunvalación, al Este la Ciudadela Universitaria y al Oeste el río Manta. Cubre un área de 256 Has., sirve a una población de 51.117 hab.

- **Sistema 3 Tarqui**

Comprende la parte central de la ciudad, limita al Norte malecón de la parroquia Tarqui, al Sur por la Av. Circunvalación, al Este por el río Manta y al Oeste las parroquias Eloy Alfaro y Los Esteros. Cubre un área de 330 Has., sirve a una población de 65.993 hab.

- **Sistema 4 Eloy Alfaro**

Comprende el sector suroriental de la ciudad, limita al Norte la Av. 4 de noviembre y calle 309, al Sur por la Av. Circunvalación, al Oeste Av. 4 de noviembre y Río Bravo, al Este por la calle 309 y la parroquia Tarqui. Cubre un área de 11.65 Has., sirve a una población de 1.165 hab.

- **Sistema 5 Los Esteros**

Comprende el sector nororiental de la ciudad, limita al Norte Malecón los Esteros, al Sur por la Av. 108 y Av. 4 de noviembre, al Oeste Vía Circunvalación y Aeropuerto, al Este la calle 113 y la Av. 108. Cubre un área de 55.34 Has., sirve a una población de 11.067 hab. Además se incluye a los sectores Los Esteros y El Palmar que cubre un área de 21.43 Has., sirve a una población de 1.596 hab.

- **Sistema 6 La Pradera**

Comprende el sector nororiental de la ciudad, limita al Norte el barrio Rosa Mena, al Suroeste el río Bravo y al Este la parroquia Eloy Alfaro. Cubre un área de 33.65 Has., sirve a una población de 3.365 hab.

#### **4.1.1.2.2 Estaciones de bombeo**

##### **a) Estación de bombeo de Miraflores**

Es la estación principal de bombeo de aguas servidas que tiene la red de alcantarillado sanitario de Manta a la cual llegan las aguas de todos los sectores de la ciudad que tienen red, a excepción de la ciudadela La Pradera que descarga al río Bravo y de las ciudadelas Manta 2000 y Barbasquillo que descargan directamente a gravedad a las lagunas de oxidación y de algunos sectores costeros que lo hacen directamente a las playas de Tarqui y El Murciélagos.

Está ubicada en la calle 1ro de Enero entre las calles 3 y 4 en un lote plano. Por su localización en la parte baja de la Parroquia Manta prácticamente junto al centro comercial de la ciudad tiene a su alcance todos los servicios urbanos.

##### **b) Estación de bombeo Los Esteros**

Está situada al extremo noroccidental de Manta en la Parroquia Los Esteros. Ocupa un terreno en la Av. 102 entre las calles 122 y 123. Tiene acceso a todos los servicios de infraestructura.

Es un sector bastante plano cerca de la playa donde existen muchos pozos del sistema de alcantarillado pluvial, toda la zona tiene problemas con el drenaje superficial en épocas de lluvia intensa.

#### **c) Estación de bombeo La Aurora**

Está ubicada en la parroquia Eloy Alfaro en la parte más baja del barrio Eloy Alfaro en la esquina de las calles V3 y 76 junto al cauce del río Burro a una cota de unos 39 msnm. Fue instalada para captar las aguas servidas de este barrio y que sean elevadas hasta un pozo situado en la red existente en la prolongación de la Av. 113 (Vía a Montecristi) desde donde fluyen a gravedad hasta la estación de Miraflores evitando que sean vertidas al cauce del río que permanece seco la mayor parte del año.

#### **e) Estación de bombeo El Palmar**

Está situada en la parroquia de Los Esteros al extremo oriental de la ciudad. Se utiliza para elevar las aguas servidas del barrio Los Esteros hasta un pozo de la calle O. Miranda desde el cual fluyen a gravedad hasta la estación de Miraflores.

La ubicación está en una depresión del terreno a un nivel inferior que la vía de acceso que es asfaltada, lo cual determina que el sitio esté sujeto a sufrir inundaciones durante la temporada de lluvias.

#### **f) Estación de bombeo lagunas de oxidación Miraflores**

Es utilizada para elevar el agua tratada que sale de las lagunas hasta la presa El Gavilán desde donde se proyecta regar por gravedad el Valle del Río Manta como método de disposición final de las aguas servidas.

Están junto al cauce de un ramal del río Manta una cota de unos 13 msnm y a 1200 metros de distancia sobre la Vía de Circunvalación en la Parroquia de Manta que marca el límite del área de proyecto.

La construcción de estas obras data del año de 1989 y su estado actual es en general satisfactorio.

#### **4.1.1.2.3 Plantas de tratamiento**

El Sistema de Tratamiento de aguas servidas en las lagunas de Oxidación fueron diseñadas en el año 1.971, cuando la Autoridad Portuaria de Manta gestionó el proyecto "Estación de bombeo, tubería forzada y lagunas de oxidación para el alcantarillado sanitario del puerto de Manta".

Este proyecto fue ejecutado por las firmas Aquaestudios y CEPA, el sistema entró a funcionar en el año 1.973. El ex - IEOS, propuso como disposición final de las aguas servidas el mar utilizando un colector submarino.

Estudios posteriores evidenciaron más ventaja y economía en tratar dichas aguas en lagunas y su efluente utilizarlo para irrigación de cultivos.

La capacidad de carga de las lagunas se las proyectó desde 1.970 con una población de 40.000 habitantes hasta el año 2000 con una población proyectada de 160.000 habitantes. Por esta razón se construyeron primero 2 lagunas anaerobias más 2 facultativas y en 1.990 2 facultativas más.

Según Aquaestudios, las lagunas almacenarían y tratarían aguas residuales domiciliarias preferentemente; y, si se admitían descargas industriales, deberían cumplir características específicas.

Para este proyecto, el agua una vez tratada en las lagunas, sería clorada para su uso en riego en un área de 370 Has., de las cuales 150 Has., sería a gravedad hacia los terrenos con cotas menor a 10 msnm y 220 Has., por sobre la cota 10 msnm con bombas.

La **planta de tratamiento de aguas residuales** consiste en seis lagunas de oxidación que están conectadas, formando dos grupos de tres. Los grupos trabajan en paralelo pero dentro de cada grupo la conexión es en serie, llegando el agua cruda primero a una laguna anaerobia de menor tamaño para pasar luego a las dos siguientes proyectadas para operar en forma facultativa.

El agua cruda llega por bombeo desde la estación de **Miraflores** a la cual llegan las aguas servidas de todos los sectores de la ciudad.

El agua tratada es bombeada posteriormente a la presa de tierra El Gavilán, situada a un kilómetro de distancia a una cota de 40 msnm que fue proyectada para servir como un embalse de regulación para regar el valle del río Manta con las aguas tratadas allí almacenadas.

Las lagunas ocupan un área de unas 25 Has., de una terraza junto al cauce del río Manta, han sido conformadas con el mismo material del sitio sin recibir ningún tratamiento de impermeabilización del fondo ni de las paredes divisorias, por lo que existen filtraciones que aparecen aguas abajo dando lugar al crecimiento de una abundante vegetación.

Esta construcción data de la década de los años 70, en la que se construyeron dos lagunas aeróbicas y dos facultativas, la segunda etapa se completó al final de los años 80 e incluyó dos lagunas facultativas adicionales y la estación de bombeo.

La **otra planta de tratamiento** es **La Pradera**, que sirve al barrio del mismo nombre y está ubicada al costado oriental de Manta en la parroquia de Los Esteros. Se encuentra en una depresión del terreno a un costado del río Bravo a su paso junto al barrio Arroyo Azul. Al momento se encuentra en la periferia misma del sector urbano de la ciudad a 800 metros dentro del límite del proyecto determinado por la Vía de Circunvalación.

Este es un sector de la ciudad que cuentan con red de alcantarillado que no evacuan sus aguas hacia la estación de bombeo de Miraflores.

La planta de tratamiento de La Pradera ocupa un área de unas dos Has., y ha sido concebida para tratar las aguas servidas de la ciudadela del mismo nombre y se ubica en la cota 36 msnm.

La planta consta, básicamente, de una estructura de entrada que capta el afluente de la Ciudadela La Pradera que llega por una tubería de hormigón de 60 cm de diámetro. Esta estructura es un canal rectangular de hormigón con un sistema de compuertas que permite distribuir el flujo de ingreso hacia las unidades de tratamiento que son dos tanques "Imhoff", cada uno de 15 m de largo por 4 m de ancho.

La topografía del terreno en el sector es uniforme, con una pendiente moderada hacia el cauce del río receptor, lo que brinda unas condiciones favorables para el drenaje superficial por lo que no es un sitio propenso a inundaciones salvo en algún caso excepcional de una crecida de este río.

#### 4.1.1.2.4 Cobertura del sistema

La cobertura del sistema de alcantarillado es del 65.74% y el 34.26% de la población no tiene acceso al sistema, especialmente porque éste no funciona, teniendo que utilizar otros métodos.

**Cuadro 4 – 3**  
**Cobertura del Sistema de alcantarillado sanitario**

<b>SISTEMA UTILIZADO</b>	
Población actual	162.825 hab.
% de cobertura con alcantarillado	65.74 %
Población con servicio de alcantarillado	107.039 hab.
Viviendas con soluciones individuales	8.440 viviendas
% de cobertura con soluciones individuales	31.10 %
Población con sistema individual	50.639 hab.
Población con déficit de alcantarillado	55.786 hab.
Oferta de servicio con sistema convencional	65.74 %

#### 4.1.1.2.5 Otros métodos de eliminación de excretas

En aquellas zonas en las cuales la población es dispersa y las condiciones topográficas obligan a adoptar soluciones particulares para la disposición de excretas que conlleven a un mantenimiento y operación fácil que responda a un esquema que resulta bajo en costos y que por la realidad económica de nuestro país es técnica y económicamente factible de construir.

En la ciudad de Manta existen sistemas de disposición de excretas tipo letrinas sanitarias, pozos ciegos, pozo sépticos y el resto de población no servida descarga al río Burro, Manta y en las playas de El Murciélago y Tarqui.

#### **4.1.1.2.6 Lagunas de oxidación**

Las dimensiones de esta laguna son: 114.6 m de largo por 97.7 m de ancho, dándonos un área de 11.200 m<sup>2</sup>. Las lagunas fueron diseñadas como facultativas y de las mediciones realizadas se concluye que el fondo efectivo de las mismas se encuentra a una altura de 1.75 m, lo que contempla un volumen global de 19.600 m<sup>3</sup>.

Una vez cumplido este proceso el agua en tratamiento es trasladada, mediante tubería hacia una segunda laguna conectada en serie y que corresponde a una laguna aerobia. Las dimensiones de esta laguna son de 321.2 m de largo por 114.6 m de ancho con un área aproximada de 36.800 m<sup>2</sup>, la altura efectiva de esta laguna hasta el inicio del talud inclinado es de 0.15 m y de este al filo de la mesa es de 1.17 m, por tanto lo realmente efectivo sería 0.75 m. Con estos datos el volumen global es de 27.600 m<sup>3</sup>.

Una vez pasada el agua de esta laguna es trasladada, mediante tuberías, a una laguna facultativa cuyas medidas son de 408.6 m de largo por 108 m de ancho, dándonos un área global de 44.130 m<sup>2</sup>; la altura efectiva de estas lagunas es de 1.50 m por tanto su volumen es de 66.200 m<sup>3</sup>.

#### **4.1.1.2.7 Caracterización de las aguas servidas**

De los análisis preliminares se desprende que en todas las características o parámetros encontrados se tienen valores altos para tratarse de aguas domésticas.

Estos valores altos obligaron a profundizar con las investigaciones realizadas en las redes de recolección de aguas servidas encontrándose que algunas industrias y fábricas no realizan ningún tipo de tratamiento a sus aguas residuales antes de descargarlas en la red pública, mientras que otras realizan algún tratamiento, sin lograr cumplir los requerimientos ambientales.

#### **4.1.1.2.8 Conexiones domiciliarias**

La red sanitaria se ha construido por el eje de las calzadas, mientras que la red pluvial se localiza a un costado muchas veces ocupando las aceras. Por lo que a lo largo de las calles de la ciudad existe sólo una caja de revisión frente a cada lote y que dicha caja de revisión corresponde a la conexión domiciliaria a la red sanitaria por lo que las aguas de lluvia no ingresan a la red pluvial a través de conexiones domiciliarias sino por escurrimiento superficial desde las cubiertas hacia los patios y posteriormente a las calles desde donde ingresa a la red por los sumideros.

Físicamente la conexión consta de un tubo de hormigón de 1 metro de largo, colocado verticalmente con la campana hacia arriba en la acera frente a cada predio que hace las veces de caja de revisión, a la misma que llegan las aguas servidas desde el interior de las viviendas y desde la cual, con el cambio de dirección y de pendiente respectivas, sale el tramo final de tubería de cemento de 150 mm de diámetro que se conecta a la red mediante un empalme sellado con mortero de cemento y arena.

El fondo de la caja de revisión está impermeabilizado con un replantillo de hormigón a cuyo nivel se sitúa la tubería de salida que se empata con la tubería matriz mediante una unión que no utiliza ninguna pieza especial sino que el instalador talla el tubo de llegada, dándole la longitud requerida y la forma adecuada al extremo para que se acople adecuadamente al orificio circular u ovoidal que se perfora para el efecto en el tubo matriz.

En la campana del tubo de 600 mm se coloca una loseta circular de hormigón armado de unos 5 cm de espesor a manera de tapa, casi siempre con mortero para sellar la unión, evitar la salida de malos olores y evitar el robo de la misma.

Como la profundidad de la caja de revisión es de 1 m y la de la red sanitaria es de, aproximadamente, 1,70 m en promedio, la pendiente del tramo de conexión que va desde la vereda hasta el eje de la calle varía entre el 5 y el 10% considerando que las calles tienen un ancho similar a 10 metros.

Según datos de la EAPAM se tiene 12.425 conexiones domiciliarias que corresponde a una población de 61.890 habitantes es decir que cada conexión sirve a 5 personas.

Dentro del área que tiene servicio de alcantarillado sanitario se tiene que 49.730 habitantes correspondientes a 9.211 abonados registrados o predios que no tienen acceso a la red y disponen de otras formas de eliminación de excretas lo cual corresponde al 42% del total.

#### **4.1.1.3 Alcantarillado pluvial**

El sistema de alcantarillado pluvial será de tipo de **escurrimiento superficial**, con colectores construidos solo en algunas calles en que sea estrictamente necesario, en cuyo caso la tubería pluvial se colocará al centro de las calles.

Al no existir conexiones domiciliarias para la evacuación de las aguas de lluvia, se ha estimado que una cierta cantidad de éstas que no pueden escurrir desde los patios interiores hacia la calle serán evacuadas hacia la red sanitaria a través de las respectivas conexiones domiciliarias.

Esta aportación de las aguas de lluvia hacia la red sanitaria se ha considerado como un caudal de aguas ilícitas de acuerdo al siguiente razonamiento:



- De las observaciones e investigaciones realizadas, se concluye que el 17% del área total de una manzana construida corresponde a patios interiores;
- Aproximadamente el 70% de los predios pueden drenar las aguas lluvias de los patios directamente a las calles y por consiguiente el 30% restante de los patios interiores se conectará a la red de alcantarillado sanitario mediante las conexiones domiciliarias.
- Mediante la colocación adecuada de las canaletas de recolección de aguas de lluvia en las cubiertas, se considera que todas estas aguas podrán ser conducidas hasta la calle para ser evacuadas mediante el escurrimiento superficial hasta el cauce natural más cercano.

En la parroquia Manta, los patios son de cemento o recubiertos con algún otro tipo de acabado, a diferencia de los que existen en las viviendas de las parroquias Tarqui, Los Esteros y Eloy Alfaro, en donde la mayoría de los patios no tiene ningún tipo de recubrimiento.

Para determinar los caudales de agua de lluvia que en calidad de aguas ilícitas ingresarán al sistema de alcantarillado sanitario, se ha adoptado una intensidad de lluvia correspondiente a un período de retorno de dos años, con un tiempo de concentración inicial de 10 minutos.

Para los patios interiores del área de la parroquia de Manta se ha considerado un coeficiente de escurrimiento "C" de 0.70 para ser utilizado en la fórmula del método Racional y para el resto de las parroquias un coeficiente "C" de 0.45.

Sobre la base de estas consideraciones, el factor de aportación de aguas de lluvia calculado será:

Parroquia Manta:

$$C = 0.17 * 0.30 * 0.70 = 0.036$$

Parroquias Tarqui, Los Esteros y Eloy Alfaro:

$$C = 0.17 * 0.30 * 0.45 = 0.023$$

La intensidad de la lluvia será:

$$I = \frac{159 * Tr^{0.23}}{tc^{0.39}}$$

$$I = \frac{159 * 2^{0.23}}{10^{0.39}} = 75.97$$

En esta fórmula:

Tr = período de retorno en años.

tc = tiempo de concentración en minutos.

I = intensidad de la lluvia en milímetros por hora.

El caudal de aguas de lluvia que ingresará a la red sanitaria en calidad de aguas ilícitas se determinará mediante la fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{0.36}$$

En esta fórmula:

C = coeficiente de aportación de aguas de lluvia. Adimensional.

I = intensidad de la lluvia en milímetros por hora.

A = área de aportación en hectáreas.

Q = caudal de aguas ilícitas en litros por segundo.

Para la parroquia de Manta la ecuación queda:

$$Q = \frac{0.036 * 75.97 * A}{0.36} = 7.6 * A$$

Para el resto de las parroquias será:

$$Q = \frac{0.023 * 75.97 * A}{0.36} = 4.85 * A$$

La intensidad de la lluvia se considera constante, manteniendo siempre el tiempo de concentración igual al tiempo de concentración inicial, por sustituir el caudal de aguas ilícitas.

Los interceptores principales están colocados en los cauces de ríos, quebradas y esteros hacia donde tiene lugar el drenaje natural de cada cuenca, para finalmente conducir las aguas servidas hasta la estación de bombeo "Miraflores", desde donde serán impulsadas hasta las lagunas de oxidación para su tratamiento.

Estas lagunas están ubicadas junto al cauce del río Manta, a unos mil quinientos metros aguas arriba del cruce del río con la vía perimetral.

### **a) Condiciones Geológicas del valle del río Manta**

Con una dirección predominante Este – Oeste, la cuenca alta presenta un amplio valle de aporte. Limita, al Norte con colinas altas con pendientes medias a fuertes en rocas ígneas y sedimentarias alteradas expuestas en Horst.

Muestran derrumbes de baja intensidad y un amplio depósito de pie de monte.

Al Sureste de la cuenca las colinas son bajas, de pendiente suave, con amplio desarrollo de suelo residual y poco desarrollo de cárcavas debido a la presencia de vegetación nativa.

Hacia el Oeste, el curso medio se estrecha considerablemente con un claro control estructural, hay poco desarrollo de aluviales y una serie de deslizamientos y derrumbes aportan con materiales sueltos a los drenajes.

El curso bajo tiene una dirección preferencial Suroeste – Noreste, forma un amplio valle de inundación con una gradiente muy baja.

La morfología típica del valle da origen a terrazas planas con alturas entre 3 y 10 m y una amplia llanura de divagación formada luego de las crecientes del año de 1.998; en esta parte del curso se observa un incremento de la erosión laminar y longitudinal en las colinas con suelo residual de la Fm Tosagua.

Al entrar a la zona de expansión urbana, el río Manta y sus tributarios atraviesan los suelos y horizontes de alteración de la Fm Tablazo y de su subyacente Tosagua. En su margen izquierda se aprecia erosión longitudinal no significativa.

La cuenca del río Manta no completa las condiciones propicias para generar flujos de escombros, (a excepción de algunos tributarios) debido a su baja pendiente y al poco desarrollo de la erosión laminar y del flujo difuso en la cuenca de aporte.

Sin embargo las crecientes hídricas debidas a la pluviosidad intensa diaria, la erosión longitudinal y lateral por el flujo concentrado en el curso medio, el aporte de escombros coluviales y de explotación minera en este mismo tramo darán origen a crecientes hídricas con alto contenido de sólidos y de gran poder erosivo.

En el invierno de 1.998 las crecientes erodaron las terrazas antiguas en su fondo y márgenes incluidos 300 m del terraplén de la vía a San Juan de Manta, rompieron en varios tramos las tuberías de los sistemas de agua potable a San Juan, dañaron la conducción de aguas negras hacia las piscinas de oxidación en Santa Marianita y provocaron la inundación en la zona urbana de la parroquia Tarqui.

La expansión de barrios urbanos - marginales dentro del cauce natural y su llanura de inundación, el relleno de quebradas tributarias con escombros no compactados, así como la construcción de terraplenes incrementan la vulnerabilidad de la zona urbana y su área de expansión alrededor y en el área de la cuenca, frente a crecientes con alto contenido de sedimento.

La presencia de gran cantidad de sedimento en la confluencia del río con el océano es síntoma de un incremento de los procesos erosivos en la cuenca en los últimos años.

## **b) Condiciones Geológicas del valle del río Burro**

Su curso alto tiene sus nacientes en el cerro de Chispas y en la amplia terraza de la Fm Tablazo donde los tributarios tienen una dirección predominante Suroeste - Noreste.

Los valles tienen pendientes moderadas, sin desarrollo de erosión superficial debido a la presencia de vegetación baja (chaparro) y poco desarrollo de aluvial. Estas características se limitan actualmente por la autopista de circunvalación que constituye un límite físico de intervención en la cuenca.

La cuenca media del río Burro define un solo cauce de recolección con dirección preferencial Sureste – Noroeste, a pesar de que continúa el aporte de drenajes menores.

Bajo la Vía de circunvalación, se inicia un intenso proceso de expansión urbana con la eliminación de la vegetación nativa, el movimiento de tierras y el cierre de drenajes naturales.

Son característicos los escombros de borde de talud sobre los sedimentos de Tablazo; y puntualmente se observan afloramientos de lutitas fragmentadas Tosagua bajo los sedimentos Tablazo.

El proceso de erosión por carcavamiento se manifiesta en los escombros y con poco desarrollo en laderas sin cobertura vegetal. No se observan fenómenos geodinámicos en los sedimentos de la Fm Tablazo, pero siempre pueden esperarse en las lutitas fragmentadas de la Fm Tosagua en condiciones muy húmedas.

Se inicia la formación de terrazas aluviales bajas en las zonas de valle amplio, se conservan sin embargo, tramos de valle estrecho. El urbanismo marginal alcanza parcialmente las terrazas aluviales incluso hasta las márgenes.

En la cuenca baja, el drenaje principal se define con la misma dirección hasta su confluencia en el río Manta.

En general queda poco de la morfología original del drenaje natural, las terrazas aluviales se presentan muy pobladas y se observa la realización de numerosas obras de encauzamiento, incluidos dos grandes alcantarillas encajonadas y puentes.

Existen casos puntuales de roturas de escombros y en las coordenadas UTM 522.400 - 9'893.850; la rotura de 5 m de muro de gaviones con la deformación de media vía asociada con el incremento de humedad en una zona de recolección de escorrentía.

No se han establecido las condiciones que permitan la formación de flujos de lodos en la cuenca del río Burro, sin embargo la cuenca es susceptible a crecientes hídricas con inundación y alto contenido de sólidos.

Procesos de inundación, sedimentación y erosión en el cauce se manifiestan periódicamente (aunque en escalas métricas) y junto a la erosión lateral con alto poder erosivo son los fenómenos naturales de mayor amenaza en la zona urbana y su área de expansión.

Se aprecia un incremento de la vulnerabilidad en la cuenca media y baja por la presencia de los barrios urbano marginales, obras civiles mayores (vías) en el

curso y márgenes y obras de encauzamiento que han manifestado insuficiencia durante el fenómeno de El Niño.

### **c) Condiciones de Estabilidad en el Sistema de Alcantarillado Pluvial**

No se conocen problemas de inestabilidad relacionados con fenómenos naturales en el sistema de alcantarillado pluvial.

## **4.2 Antecedentes**

### **4.2.1 Términos de Referencia**

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM, ha evaluado la propuesta de Términos de Referencia presentados por el consultor individual ambiental Arq. Sergio Coellar M. y Asociados a quien se encargó la compilación del estudio de factibilidad y diseños definitivos, con la asistencia de los diferentes apoyos técnicos de especialización que han trabajado en el proyecto.

En este estudio de factibilidad se analizó los recursos, el plan de trabajo y obras, las instalaciones de apoyo y de procesamiento, accesos a la localidad, ampliación del servicio de agua potable, tratamiento y potabilización, distribución y acometidas domiciliarias; transporte de las aguas servidas, interceptores, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento de aguas residuales, piscinas; así como la construcción del sistema de alcantarillado de las aguas lluvias.

El estudio del área donde se ejecutarán los proyectos tiene como alcances el definir en el terreno a las unidades de cada componente físico en la parte correspondiente a geología: Lito - estratigrafía, geomorfología, geotecnia, hidrogeología y riesgos físicos.

Los resultados son presentados mediante cartografía y el presente informe explicativo.

#### **4.2.1.1 Arq. Sergio Coellar M. y Asociados**

- Compilación del estudio y diseño definitivo;
- Revisión de la geología del proyecto;
- Revisión del programa QA/QC<sup>1</sup> de muestreo;
- Especificación y manejo del muestreo de aguas;
- Diseño de las instalaciones de bombeo y tratamiento;
- Costo de los equipos utilizados en los procesos principales;
- Estimación cuantitativa para los componentes estructurales y las obras civiles;
- Estimado de los costos operativos, de proceso y administrativos;
- Manejo de aguas;

---

<sup>1</sup> Control Ambiental y Control de Calidad.

- Manejo de los desechos sólidos depositados en las alcantarillas;
- Especificaciones y administración de la línea base ambiental y socio económica, incluyendo análisis de impacto y plan de manejo ambiental;
- Diseño de los caminos de acceso;
- Diseño de la tubería de intercepción y distribución a las plantas de tratamiento;
- Diseño de las plantas de tratamiento para las aguas residuales, reciclaje de agua y la tubería necesaria;
- Costos de implementación del Plan de Manejo Ambiental.

### 4.3 Ubicación del proyecto

La ciudad de Manta, principal puerto de la provincia de Manabí y segundo en importancia en el Ecuador, se ubica al Suroeste de la provincia entre las coordenadas geográficas 00° 57' de Latitud Sur y 80° 42' de Longitud Este.

El clima de la zona es cálido húmedo en invierno y cálido seco en verano con una temperatura que se mantiene alrededor de 24,8° C y una humedad relativa media anual del 77%.

Se ubica a 419 kilómetros de la ciudad de Quito; 196 de la ciudad de Guayaquil y 35 kilómetros de la ciudad de Portoviejo.

Es la cabecera cantonal del cantón del mismo nombre que incluye las parroquias urbanas de: Manta, Los Esteros, Tarqui, Eloy Alfaro y San Mateo; y rurales: Santa Marianita y San Lorenzo.

Esto incluye todos los barrios de la ciudad desde Petroecuador, Colegio Manabí y Jesús de Nazaret en el extremo occidental hasta los barrios ubicados junto a la Vía al Aeropuerto en el extremo oriental, además de toda el área encerrada por la Vía de Circunvalación incluyendo una franja adicional a lo largo de esta vía en la parte sur de Manta para incluir algunas áreas en proceso de urbanización por la influencia que ejerce esta excelente vía de comunicación.

Las dimensiones de la cuenca para el estudio geológico son las siguientes:

- **Largo:** Aproximadamente 98 Km. que corresponden al largo de las redes de conducción y distribución en la zona de influencia;
- **Ancho:** 450 m a cada lado desde el eje representado por los ríos Burro, Manta y Bravo;
- **Área aproximada:** 4.000 Has.

El estudio técnico empezó aguas arriba del río Portoviejo (Noreste), siguiendo el recorrido que atraviesa la ciudad de Portoviejo hasta donde cruza con la carretera hacia Montecristi (Suroeste).

### 4.3.1 Ubicación del Proyecto de agua potable

Los sitios para el estudio se ubicaron en: Área urbana de Manta, microcuencas de los ríos Portoviejo y Manta, Líneas de conducción de aguas y Área comprendida entre el sitio de captación de agua Casa Lagarto y la Presa de Poza Honda.

Para la **captación** se tiene las siguientes implantaciones:

**Tabla 4 – 2**  
**Coordenadas de la captación**

<b>COTA</b>	58.0	58.5	58.0	57.0	57.0	56.0	55.0	54.0	53.0	52.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0
<b>ABS.</b>	9.7	0.0	2.0	1.5	2.0	1.0	0.8	0.8	0.9	0.3	0.4	5.0	15.0	5.0	3.0
<b>ABS.</b>	-9.7	0.0	2.0	3.5	5.5	6.5	7.3	8.1	8.5	8.8	9.6	14.6	29.6	34.6	37.6

La información topográfica indica que la terraza de la margen derecha del río Portoviejo presenta el nivel 57 msnm y es una zona de inundación para las grandes crecientes; la margen izquierda tiene una mayor elevación con su nivel entre 58 y 59 msnm.

Aguas arriba del sitio de captación propuesto a 60 m, el río Portoviejo cambia su dirección, generando un ángulo de deflexión en el sentido del flujo de entre 80 y 70° y luego una curva, por lo que los puntos de entrada del flujo hacia la obra de toma se ubicarán en el tramo recto, luego del final del estrados de la curva.

Esta característica del cauce del río permite que el patrón de flujo en la vertical, con mayor concentración de sedimentos hacia el fondo, tienda a desviarse hacia aguas abajo y el patrón de flujo superior, con una componente mayor de velocidad y menor concentración de sedimentos, se dirigirá hacia los puntos de toma.

La **nueva conducción** Caza Lagarto - Manta se inicia con el bombeo de agua cruda desde la captación hasta un tanque de carga de 1000 m<sup>3</sup> ubicado en el cerro Mocochoal; de donde se conduce a gravedad hasta la estación de bombeo nueva de río de Oro, que entrará en funcionamiento con este proyecto.

Desde la estación se impulsará el agua hasta el tanque rompe presión de Cerro de Hojas y de ahí nuevamente a gravedad hasta la planta de tratamiento que se proyecta construir en Colorado.

El sistema existente El Ceibal está compuesto por dos conducciones, una de agua cruda por bombeo, desde la captación en el río Portoviejo hasta la planta de tratamiento ubicada 1 Km. de distancia; la segunda, de agua tratada, desde la planta hasta la ciudad, la misma que tiene dos tramos, uno por bombeo, desde el tanque de almacenamiento de agua tratada hasta un tanque de carga de 5000 m<sup>3</sup> ubicado en el cerro Cruz Verde y desde allí a gravedad hasta Manta, entregando el agua clarificada en los tanques de reserva de Azúa.

En la tercera etapa se bombeará agua cruda desde la captación nueva de El Ceibal hasta un tanque de carga de 1000 m<sup>3</sup>, ubicado también en el cerro Cruz Verde, desde donde se llevará a gravedad hasta Manta entregando el agua en la planta de tratamiento de Colorado.

El **tanque de reserva** estará ubicado en una meseta cerca de la cumbre del cerro Mocochoal en las coordenadas geográficas 570.785 E y 9'865.239 N, la pendiente transversal va de la cota 272 a la 275 con una longitud de aproximadamente 20 m, luego el talud natural tiene una pendiente similar a la recomendada en el estudio de mecánica de suelos para taludes estables.

Las **válvulas de purga o desagüe** se han ubicado en las partes donde la línea forma senos, localizando preferentemente en las cercanías de quebradas que faciliten la evacuación del agua retenida en la tubería. Con el fin de drenar la línea de impulsión, es necesario ubicar una válvula de purga en la abscisa 0+050, a la salida los terrenos de la actual planta de tratamiento.

**Cuadro 4 - 4**  
**Ubicación de válvulas**

Abscisa	Tipo
0+050,00	Purga
0+432,18	Purga
0+742,98	Aire
0+809,71	Purga

- **Línea Mocochoal - Río de Oro**

El primer tramo (Mocochoal - Loma Blanca) tiene una longitud de 21,87 Km. y 500 mm de diámetro, produce una pérdida de carga de 72,12 m, mientras que la tubería existente de 600 mm de diámetro tiene una longitud de 12,58 Km. hasta Río de Oro, con una pérdida de 20,94 m, conduciendo 300 l/s.

El trazado de la línea a gravedad partiendo de la zona del tanque y recorriendo un tramo de 700 m paralelo a la línea de bombeo para luego abrirse a campo traviesa hacia la calle de Santa Ana, donde, siguiendo el costado derecho de la vía atraviesa dicha ciudad y con la misma orientación, siguiendo la vía hasta llegar al cruce de Quimís, donde toma el costado izquierdo pasando Colón y, finalmente, ya en Loma Blanca, cruza una calle diagonal de la población e interconectarse a la línea INARQ en la calle que va a la estación de bombeo.

El criterio del uso de la vía Santa Ana - Loma Blanca, se da por las facilidades topográficas y, por ende, de instalación de la tubería donde se ocupará el espacio comprendido entre los postes de tendido de las líneas de energía eléctrica y el espaldón y cuneta de la carretera que en la mayoría del trayecto presta facilidades para la operación de las máquinas en la etapa de la construcción, y no interfiere con el tránsito vehicular de la zona.



- **Sistema de bombeo El Ceibal – Cruz Verde**

Este primer tramo de la conducción El Ceibal – Manta comprende el bombeo del agua cruda desde la captación hasta el tanque de carga del Cerro Cruz Verde, junto al existente de 5000 m<sup>3</sup>.

Contempla la línea de conducción de la captación de agua cruda del río Portoviejo, cuyo nivel mínimo se ha determinado en 14,13 msnm, al tanque de carga en la elevación de Cruz Verde ubicado a 2,2 Km. en la cota 155,5 msnm (nivel de agua) valores con que se procedió a realizar el cálculo de la tubería técnica y económicamente más conveniente, para lo cual se ha optado por utilizar las fórmulas indicadas anteriormente.

El **tanque de carga** constituye parte de la conducción siendo el punto de llegada del bombeo y el de partida del régimen a gravedad del tramo de Cruz Verde - Colorado. Se ubica en la cima del cerro Cruz Verde, en la cota 151,50 msnm (base del tanque), en las coordenadas geográficas 9'897.833 N y 557.138 E, junto al tanque existente de 5.000 m<sup>3</sup> del proyecto Degremont, el volumen será de 1000 m<sup>3</sup>, actuando normalmente como tanque de carga y eventualmente como reserva, que sustentaría 1 hora de operación normal del sistema sin funcionar el primer bombeo.

La **línea de conducción para Manta** sale del tanque repartidor y llega a los tanques de reserva de Azúa, la tubería es de HD de 800 mm de diámetro y tiene una longitud total de 29,63 Km., en la abscisa 15+860 se encuentra otro tanque de 5.000 m<sup>3</sup>, ubicado en la cota 103,78 msnm, que servirá para distribuir el agua a la Base Militar y a Jaramijó.

Este tanque intermedio tiene un by pass en su cámara de válvulas, de modo que el agua puede ser transportada directamente a Manta sin romper la presión en este sitio, por medio del manejo de válvulas.

#### **4.3.2 Proyecto de Alcantarillado Sanitario**

La cuenca del río Burro, que ocupa la parte central del área del proyecto en lo que corresponde a las parroquias de Tarqui y Eloy Alfaro, se ha considerado para el diseño como el sector Tarqui y estará servida también por una red propia.

En este sector se ha considerado la margen oriental del río Manta.

Así mismo, la cuenca del río Bravo que ocupa la franja oriental de la ciudad, desde el barrio Leonidas Proaño en la parte superior hasta la zona del aeropuerto, limitada al Este por la Vía de Circunvalación, ha sido agrupada para el diseño como sector Los Esteros, que igualmente estará servido por una red independiente.

Para un mejor diseño del sistema se divide al proyecto en cuatro sectores:

- **Sector uno**

Corresponde a la parte antigua de la ciudad, área consolidada, incluye los sectores comerciales y residenciales con mayor desarrollo urbano por lo que se ha optado por la utilización de una red de tuberías instaladas a cada lado de la calle junto a la acera.

- **Sector dos**

El costado occidental de la ciudad de Manta, así como la parte alta del sector está ocupado por barrios residenciales que corresponden a una densidad de población baja de 30 hab. /Ha, mientras que hacia la parte oriental predominan densidades altas de 185 hab. /Ha., y 325 hab. /Ha.

- **Sector tres**

Es el extremo occidental donde existe una franja que al momento está deshabitada. El barrio Jesús de Nazaret, ubicado en la parte superior de la franja, podrá contar con una red de recolección de aguas servidas que descargue a gravedad hacia las lagunas de oxidación, mientras que los barrios Colegio Manabí y Petroecuador deberán utilizar bombeo para elevar sus desechos líquidos hacia las lagunas o implementar un sistema de tratamiento propio.

Por motivos de seguridad se recomienda más bien que la Municipalidad no permita asentamientos urbanos de ningún tipo en esta zona, ya que cuando esto ocurra, los moradores enseguida solicitarán la reubicación de las instalaciones de almacenamiento de gas y combustible, lo cual representa un costo muy alto para cualquier institución.

- **Sector cuatro**

Todo el sector se encuentra al costado occidental del río Manta, incluyendo la estación de bombeo "Miraflores", la red diseñada no requiere de cruces fluviales para llevar las aguas servidas hasta esta estación de bombeo.

Se considera un cruce aéreo de un interceptor sobre la quebrada que baja desde las instalaciones de la Cruz Roja, justo en la desembocadura de dicha quebrada al mar junto a la Escuela de Pesca. Desde este punto, este interceptor recorre paralelamente a la playa protegido por un enrocado, recogiendo las aguas servidas del barrio Umiña, hasta llegar a la estación de bombeo "Umiña" ubicada frente a la playa en el sector del Hotel Oro Verde, desde donde estas aguas son elevadas hasta el pozo M1360 para desde allí fluir a gravedad por el colector Malecón hasta la estación "Miraflores".

Las aguas servidas del extremo occidental que provienen del subsector "SM2" llegan a una estación de bombeo junto al Servicio de Vigilancia Aduanera que las elevará hasta el pozo M559, desde donde pueden fluir a gravedad hasta la estación de bombeo "Umiña".

Debido a que en este sector se ha considerado que en épocas de lluvia se tendrá un aporte de aguas de lluvia de 7.6 l/s/ha., que ingresará a la red en calidad de aguas ilícitas, se han ubicado vertederos de exceso para evacuar las aguas de lluvia hacia los cauces naturales, hacia la playa y hacia colectores de la red pluvial, para de esta forma limitar el uso de tuberías de gran diámetro así como el ingreso de una cantidad excesiva de agua a la estación "Miraflores".

### **4.3.3 Proyecto de Alcantarillado Pluvial**

El sistema de alcantarillado pluvial es del tipo de escurrimiento superficial, solo considera un interceptor principal de aguas de lluvia que cruza el extremo inferior occidental del sector "Los Esteros" en el tramo E1955 – E1956 de la Av. 105.

Los niveles de las tuberías se han ubicado de tal manera que no haya cruces a la misma altura.

Para cruzar algunos esteros (quebradas) y los ríos del sector, se han diseñado 4 pasos fluviales.

- El primero junto al barrio Los Almendros que corresponde al cruce de una tubería de 200 mm de diámetro bajo el río Bravo, entre los pozos E2152 y E1069;
- El segundo corresponde al cruce de una tubería de 200 mm de diámetro en el tramo E1926 – E2302;
- El tercero es el cruce de una tubería de 250 mm de diámetro del tramo E1907 – E2052 y;
- El cuarto cruce es una tubería de 200 mm de diámetro en el tramo E1945 – E 2306;
- Los tres últimos cruces son bajo la quebrada # 118 junto al barrio La Florita.

#### 4.4 Planteamiento y selección de alternativas.

##### 4.4.1 Estudio de alternativas - agua potable -

En base al diagnóstico de la situación actual del sistema se plantearon alternativas de solución, principalmente encaminadas a analizar diferentes fuentes de captación:

- 1) **Aguas subterráneas** mediante la perforación de pozos profundos, pluviales con la construcción de embalses y superficiales;
- 2) **Aguas del río Portoviejo** fuente actual, sector Caza Lagarto y sector El Ceibal;
- 3) **Desalinización de agua de mar.**

Las evaluaciones técnica, económica, financiera y ambiental determinaron que la alternativa óptima es la utilización de las aguas del río Portoviejo, incorporando al abastecimiento el sistema existente El Ceibal.

Las alternativas del sistema de agua potable se basan en el sistema El Ceibal que debe entrar en funcionamiento próximamente, permitirá contar con 860 l/s para el abastecimiento de la ciudad de Manta, por tanto se debe proveer un caudal adicional de otras fuentes para llegar al requerido por el proyecto.

En la primera etapa (20 años) se requiere 300 l/s y al final del período de diseño 445 l/s.

En todas las alternativas se mantiene el concepto de utilizar la reserva existente, incrementándola de acuerdo a los requerimientos del proyecto y cambiar la red de distribución.

En el estudio de alternativas se definió que la fuente de abastecimiento de agua potable de Manta es el río Portoviejo, las aguas serán captadas en dos sitios, los mismos que actualmente están destinados para dotar del recurso a la ciudad, Caza Lagarto y El Ceibal.

El Plan Maestro de Agua Potable determina que para el año 2022 se requieren 1.158 l/s, (100.224 m<sup>3</sup>/d) que cubre las dos primeras etapas del proyecto, mientras que para el final del período de diseño, tercera etapa, se necesitan 1.296 l/s (112.230 m<sup>3</sup>/d), año 2032.

El sistema existente El Ceibal, proyecto Degremont, entrega 860 l/s a Manta, cuando opere a su máxima capacidad de 1.050 l/s, los 190 l/s restantes se distribuirán entre las poblaciones que se incluyen en el sistema regional.

##### a) Alternativa 0

Esta alternativa sirve simplemente para la comparación y evaluación económica, consiste en suponer que no se construye el proyecto, manteniendo el sistema actual con ciertas mejoras y adecuaciones necesarias para su funcionamiento.

### **b) Alternativa I**

El caudal adicional para suministro de agua, se obtiene de embalses ubicados en la zona de Los Bajos.

Se establecen dos embalses, uno en el estero Los Bajos y otro en el río Salado conectados entre sí por medio de un trasvase, el agua es bombeada hasta el rompe presión de Creart, desde ahí a gravedad hasta Colorado, sitio en el que se construye la planta de tratamiento.

Esta alternativa I y la Alternativa III, consideran el abandono del sistema de Caza Lagarto, sin embargo la EAPAM podría utilizar las instalaciones existentes para dotar de agua a los usuarios conectados a lo largo de la conducción, cobrando por este servicio.

### **c) Alternativa II**

El caudal adicional para suministro de agua, se obtiene de la explotación de aguas subterráneas.

De los estudios realizados por el ex - IEOS se descarta la posible perforación de pozos en sectores cercanos a la ciudad, por esto se utiliza el acuífero de Caza Lagarto, del cual se tiene información suficiente para determinar los requerimientos adicionales.

Los pozos necesarios se perforan en la zona cercana a la actual planta de tratamiento, desde cada uno se bombea al tanque de agua tratada, desde donde se impulsa el agua a Colorado, lugar en el que se procede a la desinfección.

### **d) Alternativa III**

El caudal adicional para suministro de agua, se obtiene de la desmineralización del agua del mar.

Se estudian cuatro procesos de desmineralización: Osmosis Inversa, Ultrafiltración, Electrodiálisis y Congelamiento.

La captación se realiza en el sector de Punta Blanca, desde donde se bombea a El Colorado, sitio en el que se ubicará el tratamiento previo y el módulo de desalinización.

### **e) Alternativa IV**

El caudal complementario se obtiene de la captación del río Portoviejo en Caza Lagarto, se conduce agua cruda hasta Colorado, en donde se construye la planta de tratamiento. La EAPAM puede continuar explotando los pozos y galerías existentes para abastecer a los sitios que actualmente están conectados a la línea de conducción, cobrando el servicio.

Se plantean dos alternativas para la conducción del agua cruda, en la primera se bombea de la captación directamente a Río de Oro, desde este sitio al tanque rompe presión de Cerro de Hojas y a gravedad hasta Colorado; en la segunda se bombea desde la captación al cerro El Mococho, donde se construye un tanque de carga, desde el cual se conduce a gravedad hasta Río de Oro, desde esta estación se bombea al rompe presión y de ahí a gravedad hasta Colorado.

En cada una de las alternativas se presenta varias opciones adicionales relacionadas con el uso de tuberías de diferentes diámetros asociados con la potencia de bombas.

En las dos alternativas se utilizará la tubería instalada por INTERBRAS desde Caza Lagarto hasta Loma Blanca, durante los primeros diez años, luego se cambiaría por una nueva de 600 mm de diámetro y desde este punto se utiliza la tubería de INARQ.

#### **4.4.2 Estudio de Alternativas - Alcantarillado Sanitario -**

Actualmente la ciudad de Manta tiene una superficie de 2.407 Has., de área consolidada pero para el final del período de diseño en el año 2.032 se estima que habrá un proceso de expansión hasta llegar a ocupar 4.365 Has.

Para definir las características que deberá reunir el nuevo proyecto, se plantearon varias alternativas considerando tipo de red de recolección, estaciones de bombeo, tipo de tratamiento, calidad del efluente y su disposición final.

##### **4.4.2.1 Alternativa I (Redes de recolección)**

Esta alternativa contempla la construcción de **dos redes independientes** para el servicio de recolección de aguas servidas de Manta y la implementación de dos sitios de tratamiento y disposición final para estos desechos.

La una red concentrará las aguas de las cuencas de los ríos Manta y Burro así como de la cuenca de la Ciudadela Universitaria en la estación de bombeo de Miraflores desde donde serán elevadas hasta las lagunas de oxidación.

Esta planta de tratamiento que será modificada para atender las necesidades actuales y futuras de la ciudad, descargará su efluente en el océano mediante un emisario para su dilución final.

La otra red servirá para concentrar el efluente sanitario de la cuenca del río Bravo, en una planta de tratamiento a ser construida junto al puente sobre este río de la vía que conduce al aeropuerto. Una parte de este efluente llegará directamente a gravedad hasta esta planta y el resto fluirá hasta la estación de bombeo Los Esteros, desde donde será elevado hasta el sitio indicado.

Como en esta parte de la ciudad no se dispone de tanto terreno para la construcción de lagunas de gran superficie, el efluente de esta planta requerirá del uso de químicos para desinfección antes de su descarga al cauce del río.

#### **4.4.2.2 Alternativa II**

Se considera la construcción de **una sola red de recolección** y de un solo sitio de tratamiento para dar solución al problema de las aguas servidas de la ciudad.

El efluente de las cuencas de los ríos Manta y Burro, así como de la cuenca de la Ciudadela Universitaria llegará hasta la estación de Miraflores para ser elevado hasta la planta de tratamiento en las lagunas de oxidación.

Adicionalmente, el efluente sanitario de la cuenca del río Bravo será concentrado en la estación de bombeo "Los Esteros" y desde allí mediante un bombeo preliminar será conducido hasta la estación de Miraflores para posteriormente, junto con el resto de las aguas servidas de la ciudad, ser elevado hasta la planta de tratamiento.

El efluente de aguas tratadas será llevado al mar mediante un emisario para su disposición final mediante dilución.

Esta alternativa tiene la particularidad de que en Miraflores se construirán tres estaciones de bombeo independientes, una para cada cuenca principal, eliminando toda posibilidad de que la operación se paralice por daños en uno de los equipos y las aguas servidas tengan que ser vertidas directamente al río Manta.

Se ha hecho un detenido análisis sobre la conveniencia de utilizar para el sistema de alcantarillado de Manta una red convencional con una tubería a un costado de la calle o una red superficial de tipo terciario con dos tuberías colocadas en las aceras.

#### **4.4.2.3 Alternativas para el tratamiento**

De un análisis preliminar se concluyó que el componente que ejerce predominio en este estudio y al cual están supeditados los otros componentes es el tratamiento.

Con estas consideraciones se plantearon para el **tratamiento** las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1:** Construcción de dos plantas de tratamiento, la una ubicada en la avenida de ingreso al aeropuerto que recibiría las aguas servidas de La Pradera y Los Esteros (28% de la población) y la otra planta ubicada junto a las lagunas existentes que serviría a Manta y Tarqui con una cobertura del 69% de la población.

- **Alternativa 2:** Construcción de una sola planta de tratamiento ubicada junto a las actuales lagunas de oxidación que cubriría el 97% de la población total de la ciudad.

La planta está constituida por 6 módulos de lagunas de oxidación, cada uno de los cuales está formado por: una laguna anaeróbica, una laguna facultativa y una laguna de pulimento o maduración, todas ellas conectadas en serie. Cuatro de estos módulos se construirán en la primera etapa, un módulo en la segunda etapa y otro en la tercera etapa del proyecto.

Las lagunas existentes serán utilizadas como lagunas de pulimento en los módulos de primera etapa, para lo cual tendrán que ser modificadas.

El efluente final será utilizado en riego y el excedente se descargará al río Manta.

Estas son los principales parámetros de diseño que se utilizarán para el dimensionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.

**Cuadro 4 – 5  
Parámetros del diseño**

Periodo de diseño	20 AÑOS
Población total	259791 hab.
<b>Etapas de diseño:</b>	
Primera etapa	2012 – 2022
Segunda etapa	2022 – 2032
<b>Coberturas:</b>	
Primera etapa	90 %
Segunda etapa	100%
<b>Población:</b>	
Primera etapa (2012)	221457 hab.
Segunda etapa (2032)	259791 hab.
<b>Caudal instantáneo de diseño:</b>	
<b>Aguas servidas</b>	
Pinal primera etapa(2012)	714.80 l/s
Segunda etapa(2022)	1228.9 l/s
Dotación inicial de agua potable (2012)	120 l/hab./d
Incremento anual de dotación	6.84 l/hab./d
% de aportación de aguas servidas	70%



#### **4.4.3 Estudio de alternativas - alcantarillado pluvial -**

##### **4.4.3.1 Alternativa I**

El sistema propuesto para el alcantarillado pluvial contempla un sistema de encauzamiento de los principales cauces que forman parte de las cuencas de drenaje natural de los ríos, complementado con una red secundaria conformada por tuberías e instalada en calles que permitan la evacuación desde los domicilios.

El sistema funcionará íntegramente a gravedad y estará conformado por tuberías de plástico para diámetros de hasta 800 mm y colectores de hormigón armado para secciones mayores.

Como parte de la red de alcantarillado pluvial, se analizaron dos variantes: la primera que contempla un sistema tradicional, esto es mediante la localización de tuberías en todos los ejes viales y la segunda que estará conformada en su gran mayoría por el manejo de escurrimiento superficial sobre calles con descarga directa hacia el sistema de drenaje natural y que será completada con redes conformada por tuberías donde las condiciones topográficas o la cantidad de agua acumulada lo requiera.

Con la finalidad de limitar el efecto de crecidas del río Manta, se prevé el acondicionamiento del terraplén de cruce de la vía de circunvalación sobre el río Manta a una presa de regulación que en conjunto con otra presa a implementarse en el sector de San Ramón, permita laminar los caudales de las crecidas del río.

##### **4.4.3.2 Alternativa II**

Esta alternativa se diferencia de la anterior, solamente en el uso de tuberías de hormigón respecto de las de plástico, manteniendo el trazado y ubicación del sistema en idénticas condiciones.

## **4.5 Bases para la definición de las posibles alternativas**

### **4.5.1 Agua potable**

Las bases para la definición de las posibles alternativas fueron seleccionadas de acuerdo con los siguientes lineamientos:

En base al diagnóstico de la situación actual del sistema se plantearon alternativas de solución, principalmente encaminadas a analizar diferentes fuentes de captación como aguas subterráneas mediante la perforación de pozos profundos, pluviales con la construcción de embalses y superficiales, entre estas últimas el río Portoviejo, fuente actual y la desalinización de agua de mar.

Las evaluaciones técnicas, económica, financiera y ambiental determinaron que la alternativa óptima es la utilización de las aguas del río Portoviejo, incorporando al abastecimiento el sistema existente El Ceibal (proyecto Degremont).

### **4.5.2 Alcantarillado sanitario**

#### **4.5.2.1 Déficit del servicio de alcantarillado sanitario**

En las condiciones actuales y con la red sanitaria existente Manta tiene una cobertura espacial de 730 Has. Esto representa un 30,3% del área total consolidada actual de 2.407 Has., que tiene la ciudad, lo que determina que existe un déficit de servicio de 1.677 Has., equivalente al 69,7%.

Para las condiciones futuras, en el año 2.022, al final del período de diseño se ha estimado que el área consolidada de Manta será de 4.365 Has, lo que determinará que si no se amplía el área de servicio actual de 730 Has se tendrá una cobertura de sólo el 16,7% y un déficit del 83,3%, que representará una superficie de 3.635 Has., sin alcantarillado sanitario.

En términos de población, considerando las densidades adoptadas en base a la información proporcionada por la EAPAM en la encuesta que ha realizado en los diferentes barrios de la ciudad, se tiene al presente una población servida de 107.039 habitantes, lo que representa un grado de cobertura del 66% y un déficit del 34% que representa una población de 55.786 personas.

Para las condiciones futuras, al final del período de diseño, la población a considerarse dentro del área consolidada de la ciudad será de 259.791 habitantes y la población servida será sólo de 134.532 personas si no se amplía la red existente, considerando que se producirá un incremento en las densidades de población con respecto a las condiciones actuales.

De acuerdo a esto, se tendrá un 51,8% de la población servida y un 48,2% de la población sin servicio, lo que representará un déficit de 125.259 personas sin acceso a la red de alcantarillado sanitario.

En la primera etapa se espera llegar a un grado de cobertura del 90% en términos de población, y en la segunda etapa a un 100%.

#### **4.5.2.2 Nivel de recuperación de las aguas servidas para riego**

Para Manta se diseñará un sistema separado, es decir que las aguas servidas serán recolectadas por una red de conductos y las aguas de lluvia por otra red totalmente independiente, lo cual facilita el tratamiento a las aguas residuales, en salvaguarda de las condiciones del medio ambiente, lo que constituye una preocupación de la comunidad y de las autoridades a todo nivel.

Esta agua tratada en la Planta de Miraflores será utilizada para riego de las partes bajas del valle de Manta dedicados a la agricultura y ganadería.

#### **4.5.2.3 Reducción máxima de los impactos sociales y búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida de la población asentada junto a los ríos que atraviesan la ciudad.**

Es importante recordar que el objetivo principal del proyecto es el mejoramiento de la calidad de vida de la población de Manta y fomentar su desarrollo sanitario, prestando un servicio completo de alcantarillado que evite los malos olores y contaminación ambiental así el nivel de recuperación de la calidad de vida –como componente abiótico- será el principal parámetro de análisis.

Considera la afectación potencial a la calidad de vida de la población ubicada dentro del área de influencia del proyecto, sector productivo, industrial, turístico y de desarrollo social y cultural, generada por cada una de las alternativas.

Toma en cuenta la percepción de la población sobre la intervención y reubicación de sus viviendas; este parámetro será determinante al momento de la ejecución del proyecto por lo que deberá hacerse gestión social a fin de minimizarlo.

#### **4.5.2.4 Mejoramiento y recuperación de todos los componentes ambientales físicos, bióticos y sociales.**

Para el diseño de las redes de alcantarillado es necesario respetar las cuencas existentes así como la topografía predominante en cada una de ellas, con el objeto de mantener un flujo a gravedad, dando cobertura de servicio a la mayor cantidad de áreas y evitando la utilización de pequeñas estaciones de bombeo a lo largo y ancho de la ciudad.

El trazado de los interceptores principales del sistema sanitario está ligado en cada cuenca a las posibilidades que brinda la topografía del terreno.

Las alternativas que se plantean mantienen el mismo nivel de servicio y estarán determinadas por la forma de disposición final de las aguas servidas en cuanto se refiere al tipo de tratamiento escogido y a la ubicación tanto de la planta de tratamiento como del sitio de descarga de las aguas tratadas.

Si bien las alternativas analizadas tienen como objetivo la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, es decir el Impacto Ambiental final de cada una de ellas será beneficioso, la magnitud de este o incluso algunas de las afecciones pudiesen ser negativas, así durante de calificación de las alternativas se ha tenido presente este efecto.

#### **4.5.2.5 Los costos de implementación del proyecto.**

Tradicionalmente la ingeniería civil ha adoptado al costo de ejecución de una obra, como un parámetro determinante al momento de elegir una alternativa, empero, en proyectos de interés ambiental este tópico debe ser visto desde una perspectiva más amplia; debe recordarse que los costos económicos de una obra normalmente no consideran los *costos ambientales* o externos que todo proyecto o acción conlleva, y en el presente caso, estos costos, aun cuando su cuantificación no sea factible, si es importante su análisis conceptual.

#### **4.5.2.6 El plazo necesario o tiempo que tardará la ejecución del proyecto.**

El Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario es integral y comprende desde la recolección, bombeo, tratamiento y disposición final de las aguas servidas mediante un sistema completo que incluye conexiones domiciliarias, red de recolección, pozos de revisión, estaciones de bombeo, líneas de impulsión, planta de tratamiento y emisario final.

#### **4.5.2.7 Dificultad Técnica**

Este criterio determinará también el plazo de ejecución del proyecto, y representa básicamente las dificultades para la implantación, construcción y ubicación de los elementos constitutivos de las alternativas.

#### **4.5.2.8 Tiempo de Implementación**

Dependerá de la complejidad de cada alternativa y el nivel de recuperación deseada para el sistema y tratamiento de aguas residuales antes de ser depositada en el río.

## 4.6 Inversiones

La diferencia entre los costos constructivos de cada alternativa presenta rangos claramente diferenciados, dada las características técnicas de cada una.

Si bien la alternativa II presenta los menores costos constructivos, no logra completamente el objetivo del proyecto que es la "Construcción del Plan Maestro Hidrosanitario de Manta".

Así, la Alternativa III presenta un costo superior pero es la que mejor recuperación proporcionará y se presenta como la mejor alternativa técnica, ambiental y social.

**Cuadro 4 - 6**  
**Costos de inversión de obras civiles – Agua Potable –**

COMPONENTE	INVERSIÓN I
CAPTACION	1.158.119,11
CONDUCCION	7.125.231,69
P. DE TRATAMIENTO	1.231.702,38
RESERVA	9.671.731,01
RED DE DISTRIBUCION	24.906.017,15
	280.000,00
<b>TOTALES</b>	<b>44'372.801,34</b>

**Cuadro 4 - 7**  
**Costos de inversión vehículos y maquinaria**

ITEM	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	UBICACIÓN
Camioneta 4 x 4 (2.600 cc)	2	28.000,00	56.000,00	Conducción Caza Lagarto Conducción El Ceibal
Camioneta 2 x 4 (2.300 cc) una cab.	2	18.000,00	36.000,00	Dpto. Agua Potable Red de Distribución
Camioneta 2 x 4 (2.300 cc) doble cab.	2	20.000,00	40.000,00	Planta Tratamiento Colorado Planta Tratamiento El Ceibal
Camión taller	1	65.000,00	65.000,00	Mantenimiento
Retroexcavadora 1,25 Yd <sup>3</sup>	1	100.000,00	100.000,00	Redes de distribución
<b>TOTAL</b>			<b>297.000,00</b>	

**Cuadro 4 – 8**  
**Costos de inversión de equipos y herramientas**

RUBRO	CANT.	P. UNIT.	COSTO
Equipo de comunicación: 5 fijos 8 móvil con antena 6 manuales	1	15.000,00	15.000,00
Banco de medidores 8 puestos	1	20.000,00	20.000,00
Detector portátil de cloro gas	1	2.000,00	2.000,00
Generador portátil 1 KVA y reflectores	1	1.500,00	1.500,00
Bomba de achique de 4"	2	3.500,00	7.000,00
Equipo de topografía: Nivel, teodolito, mira, jalones	1	12.000,00	12.000,00
Multímetro	6	150,00	900,00
Tacómetro	6	150,00	900,00
Mego metro	6	250,00	1.500,00
Cortadora de tubería	1	2.100,00	2.100,00
Computadora con impresora y software	7	15.000,00	10.500,00
Calculadora científica	6	30,00	180,00
<b>TOTAL</b>			<b>73.580,00</b>

**Cuadro 4 – 9**  
**Presupuesto sistema alcantarillado pluvial**

COMPONENTE	ETAPA
	I
RED DE RECOLECCION Y SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL	11.588.640,56
<b>TOTALES</b>	<b>11.588.640,56</b>

**Cuadro 4 – 10**  
**Inversiones en sistema de alcantarillado sanitario**

COMPONENTE	INVERSION
	I
RED DE RECOLECCION	25.325.664,97
ESTACIONES DE BOMBEO	298.309,91
P. DE TRATAMIENTO	1.119.270,27
ALCANTARILLADO SAITARIO SECTOR BARBASQUILLO	1.253.697,35
ALCANTARILLADO SANITARIO SITIO SAN LORENZO	670.000,00
<b>TOTALES</b>	<b>28.666.942,49</b>

**Cuadro 4 – 11**  
**Costos de inversión vehículos y maquinaria**

ÍTEM	CANT.	P. UNIT.	COSTO	UBICACIÓN
Volquetes	2	77.700,00	155.400,00	Mantenimiento y operación alcantarillado
Hidro - succionadores.	2	213.136,65	426.273,30	Dpto. de alcantarillado Red de recolección
Camioneta 2 x 4 (2.300 cc) doble cabina.	2	20.000,00	40.000,00	Planta Tratamiento Estaciones de bombeo
Camión	1	65.000,00	65.000,00	Mantenimiento
Topo	1	15.000,00	15.000,00	Redes de distribución
Retroexcavadora de oruga	1	135.000,00	135.000,00	Mantenimiento de redes
<b>TOTAL</b>			<b>836.673,30</b>	

**Cuadro 4 – 12**  
**Costos de inversión de equipos y herramientas**

RUBRO	CANT.	P. UNIT.	COSTO
Equipo de comunicación: 5 fijos 8 móvil con antena 6 manuales	1	15.000,00	15.000,00
Detector portátil de gases	1	2.000,00	2.000,00
Generador portátil 1 KVA y reflectores	1	1.500,00	1.500,00
Bomba de achique de 4"	2	3.500,00	7.000,00
Equipo de topografía: Estación total, prisma, jalones	1	12.000,00	12.000,00
Computadora con impresora y software	7	15.000,00	10.500,00
Calculadora científica	6	30,00	180,00
<b>TOTAL</b>			<b>48.180,00</b>

**Tabla 4 - 3**  
**Matriz de comparación de alternativas**

Criterio de análisis	Importancia Ponderal		Alternativa I		Alternativa II		Alternativa III	
	absoluta	Relativa	C	C*IP	C	C*IP	C	C*IP
Costos constructivos	6.25	0.10	2	0.21	4	0.43	3	0.32
Costos ambientales	8.25	0.14	1	0.14	5	0.71	9	1.29
Tiempo de Implementación	4.5	0.07	7	0.54	3	0.23	5	0.39
Conflictividad Social	8.25	0.14	6	0.86	3	0.43	3	0.43
Dificultad Técnica	5.25	0.09	7	0.63	4	0.36	4	0.36
Nivel de ejecución del proyecto	8.75	0.15	1	0.15	5	0.76	9	1.37
Variación de la Calidad de Vida	8.25	0.14	3	0.43	8	1.14	9	1.29
Efectos o Impactos Ambientales	8	0.13	0	0.00	7	0.97	9	1.25
<b>Total</b>	<b>57.5</b>	<b>1.00</b>	<b>27</b>	<b>2.99</b>	<b>39</b>	<b>5.06</b>	<b>51</b>	<b>6.71</b>

## **4.7 Descripción del proyecto a ejecutarse**

### **4.7.1 Proyecto de agua potable**

Este proyecto definió que la fuente de abastecimiento de agua potable de Manta es el río Portoviejo, las aguas serán captadas en dos sitios: Caza Lagarto y El Ceibal.

El Plan determina que para el año 2022 se requieren 1.158 l/s, (100.224 m<sup>3</sup>/d) que cubre las dos primeras etapas del proyecto, mientras que para el final del período de diseño, tercera etapa, se necesitan 1.296 l/s (112.230 m<sup>3</sup>/d), año 2032.

El sistema existente de El Ceibal, proyecto Degremont, estará en capacidad de entregar 860 l/s a Manta, cuando opere a su máxima capacidad de 1.050 l/s, los 190 l/s restantes se distribuirán entre las poblaciones que se incluyen en el sistema regional.

La garantía de caudal en El Ceibal depende del manejo de la presa de Poza Honda y principalmente del trasvase La Esperanza – Poza Honda, por lo que en una primera etapa de la operación del sistema existente se captarán solo 350 l/s, de los cuales 260 l/s se destinarán a Manta.

- **Presa Salazar Barragán (SB)**

La presa derivadora SB se ubica a 800 m aguas debajo de la captación en Caza Lagarto sobre el río Portoviejo, comprende un azud vertedor con dos vanos de 12.5 m de ancho y una pila intermedia de 2 m de ancho, con el flujo de agua regulado por compuertas.

Esta obra fue construida para derivar el flujo descargado de la presa de Poza Honda y alimentar el canal principal de riego de la cuenca baja del río Portoviejo, que en la actualidad está inutilizado, por lo que el flujo derivado desde Poza Honda solamente es aprovechado para alimentar las captaciones en Caza Lagarto y la presa SB para regular los niveles del espejo de agua en las captaciones.

El nivel de la cresta del azud vertedor está en la cota 53.20 msnm por lo que el nivel del cauce del río aguas arriba se ha incrementado hasta las proximidades de esta cota debido al depósito de sedimentos, registrándose el nivel mínimo del cauce frente a la obra de toma en la cota 53 msnm.

De lo indicado se desprende que la presa SB constituye la obra básica para el control de niveles mínimos, medios y máximos en la obra de captación propuesta, pues de su buena operación y mantenimiento dependerá el éxito o el fracaso del proyecto de la EAPAM.



#### 4.7.1.1 Captación de Caza Lagarto

Está definida por una cámara previa sedimentadora y una sola cámara de captación con tres tuberías para el ingreso de 150 l/s en cada una (dos en operación y una de emergencia).

##### a) Características y morfología del río Portoviejo en el sitio de captación

La margen izquierda del río en el sector seleccionado para la ubicación de la nueva obra de toma se presenta bastante estable, las obras serán implantadas entre la actual casa de máquinas de la toma directa por bombeo y la caseta de impulsión de la galería de infiltración No. 7.

La información topográfica indica que la terraza de la margen derecha presenta el nivel 57 msnm y es una zona de inundación para las grandes crecientes; la margen izquierda tiene una mayor elevación con su nivel entre 58 y 59 msnm.

Aguas arriba del sitio de toma propuesto, a 60 m, el río cambia su dirección, generando un ángulo de deflexión en el sentido del flujo de entre 80 y 70° y luego una curva, por lo que los puntos de entrada del flujo hacia la obra de toma se ubicarán en el tramo recto, luego del final del estrados de la curva.

Esta característica del cauce del río permite que el patrón de flujo en la vertical, con mayor concentración de sedimentos hacia el fondo, tienda a desviarse hacia aguas abajo y el patrón de flujo superior, con una componente mayor de velocidad y menor concentración de sedimentos, se dirigirá hacia los puntos de toma.

##### b) Datos de caudales líquidos y de los niveles

De acuerdo a la información proporcionada por los estudios hidrológicos del proyecto, se tienen los siguientes datos de caudales

- Para el caso del flujo regulado por la descarga de la Presa Poza Honda:

$$Q_{\min} = 2 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{\text{medio}} = 9.078 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{\max} = 264 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Para el caso del flujo que será regulado con las aguas del trasvase La Esperanza – Poza Honda:

$$Q_{\min} = 6 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{\text{medio}} = 13.078 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{\max} = 264 \text{ m}^3/\text{s}$$

En lo que respecta a los niveles del flujo en el río, en el sector del sitio de captación, se ha proporcionado la siguiente información, producto del estudio hidrológico:

$$H_{\min} = 52.11 \text{ msnm} \quad H_{\text{medio}} = 53.33 \text{ msnm} \quad H_{\max} = 56.50 \text{ msnm}$$

### c) Concepción general del tipo de obra de captación

La obra estará ubicada en la margen izquierda del río Portoviejo, entre la caseta de la estación de bombeo actual de aguas superficiales y la caseta de la galería de infiltración, con su base inferior cimentada bajo la cota 53 que coincide con el nivel inferior del cauce del río en ese tramo.

La terraza superior de la captación está cimentada sobre la cota 58, la misma que tendrá bocas de visita y espacios abiertos para ventilación y observación, bordeada de un pasamano.

La captación de los 300 l/s se realizará a través de tres tuberías de HF de 300 mm, dos en operación con 150 l/s de capacidad cada una y otra de emergencia, con sus ejes ubicados en la cota 54.50 msnm.

La obra de toma esta dividida en tres cámaras independientes, cada una de ellas con su respectivo sistema de ingreso y regulación de flujo, cámara seca, tabiques disipadores y uniformizadores de flujo, cámara húmeda, cuenco para depósito de sedimentos y espacio para la disposición de las bombas.

La razón de esta división en cámaras independientes es implementar un mejor mantenimiento y operación del sistema y a razones de tipo estructural.

### d) Cálculos hidráulicos de la obra de toma

<b>Caudal:</b>	150 l/s.
<b>Tubería de HF: D=</b>	300 mm
<b>Rugosidad absoluta:</b>	0.15 mm
<b>Longitud:</b>	3.10 m
<b>Temperatura:</b>	20° C
<b>Accesorios:</b>	Válvula de compuerta de 300 mm, rejilla en la entrada.
<b>Coefficiente de fricción:</b>	f= 0.0175 para $\epsilon/D= 0.0005$ , Re= 598.708.

#### Coefficientes de pérdidas localizadas:

<b>Válvula de compuerta:</b>	0.20
<b>Entrada:</b>	0.80
<b>Rejilla en la entrada:</b>	0.50
<b>Descarga:</b>	1.00
<b>Velocidad:</b>	Q/A = 2.12 m/s $V^2/2g = 0.23$ m

$$\Delta H = \left( \sum K + f \frac{L}{D} \right) * \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H = 0.63m$$

<b>d mínima a tubo de lleno:</b>	0.90 m/s
<b>Velocidad máxima tuberías de hormigón Clase 2:</b>	3.50 m/s
<b>Velocidad máxima tuberías de hormigón Clase 3:</b>	6.00 m/s
<b>Velocidad máxima en canales de hormigón:</b>	9.00 m/s
<b>Velocidad máxima en tuberías de PVC:</b>	9.00 m/s

### **e) Arquitectura hidráulica frontal de la Toma**

La fachada frontal de 0.25 m de espesor está conformada por una pared vertical de 5.25 m de altura, entre las cotas 53 y 58.25, el ancho es de 10.6 m soportado por 4 tabiques diafragmas inclinados y redondeados de 0.25 m de ancho, los que dividen a la pared en 3 módulos, cada uno de 3.20 m de longitud, en donde se ubican los tres orificios de captación con su eje en la cota 54.50.

En los orificios se ubican pasamuros de HF de 300 mm de diámetro que sobresalen la pared 10 cm, además están cubiertos con rejillas de protección contra el ingreso de material flotante. En el nivel inferior de esta fachada, existe un umbral de 1 m de ancho donde se asientan los tabiques inclinados.

Los tabiques permiten un mejor ingreso del flujo hacia los orificios de toma, eliminando cualquier formación y efecto de verticidad generado por tabiques con extremos agudos.

#### **E1) Cámara seca**

Son tres unidades independientes separadas por tabiques diafragmas de 0.25 m de espesor, las mismas que alojan a la válvula de compuerta y tubería que permite regular el ingreso de caudales a la cámara húmeda. Las dimensiones son 2 m de largo por 3.20 m de ancho. Para la operación, montaje y desmontaje de las válvulas y demás accesorios se dispone de un descanso ubicado bajo la elevación 55 conformado por una losa de hormigón y parrillas metálicas de especificaciones indicadas.

Para el acceso a cada una de las cámaras se dispone de una boca de entrada de 0.60x0.80 m cubierta con tapa metálica y luego una escalera tipo marinera anclada a la pared.

La pared de contacto entre la cámara húmeda y las paredes hacia el río serán impermeabilizadas para evitar el flujo de agua hacia la cámara seca, por lo que el diseño del hormigón debe ser especial con la suficiente dosis de aditivos impermeabilizantes para la estanqueidad y el método constructivo debe ser tal que no deje porosidad alguna.

#### **E2) Cámara húmeda**

Está compuesta por 3 unidades independientes de una longitud total de 7.25 m y 3.20 m de ancho, separadas por tabiques diafragmas de 0.25 m de espesor.

Cada una de las cámaras dispone de estructuras de dissipación y uniformización del flujo de descarga, canal de acceso del flujo hacia la bomba y un cuenco para almacenar los sedimentos que logran depositarse y ser conducidos.

Los tabiques verticales disipadores y encargados de uniformizar el flujo se ubican luego de la descarga del flujo.

Estas ubicaciones obedecen a recomendaciones de ensayos en modelos físicos, que para el presente caso ha sido requerido dejar los espacios necesarios para la operación y el mantenimiento. En base a tales requerimientos, la ubicación del primer tabique pared luego de la descarga está entre las cotas 54.10 y 56.10, empotrando sus extremos en los tabiques diafragmas.

El tabique vertedor tiene su borde superior en la cota 54.35 y es empotrado también en los tabiques diafragmas y en el piso.

En relación al canal de acceso a las bombas, su nivel es la cota 53 y tiene una altura de 5 m. Se considera que en este canal se uniformiza el flujo de acceso a la bomba, desaparecen las ondulaciones de la superficie. Esta cámara tiene iluminación natural a través de los espacios abiertos dejados en la losa superior. Además, se puede ingresar por la boca de visita y las escaleras de acceso correspondientes.

El cuenco, de perfil transversal en forma de trapecio, con un talud vertical y el otro inclinado a 45°, tiene una profundidad de 1.5 m, con su base de 1.25 m. Tiene como función a más de cuenco recolector del sedimento que logra depositarse y ser arrastrado, el de alojar el extremo inferior de la bomba, como puede observarse en el plano hidráulico correspondiente.

La ventaja de esta toma, dividida en cámaras independientes, es su facilidad de operación con la implementación de estructuras sencillas para la disipación y uniformización del flujo de ingreso hacia el cárcamo de bombeo, además de que el ingreso hacia la bomba es el recomendado internacionalmente.

### **E3) Terraza de observación**

Ubicada en la cota 58.25 está compuesta por una losa de hormigón armado de 25 cm y con espacios abiertos de 1.80 m de ancho y 8.50 m de longitud. Además se ubican seis bocas de visita para el acceso tanto a la cámara seca como a la húmeda. La periferia de la terraza como de los espacios abiertos está protegida con pasamanos de tipo metálico de 1 metro de altura anclados a la losa.

Desde esta terraza se puede observar el funcionamiento de la toma, hacer el mantenimiento y las operaciones requeridas de acuerdo a lo indicado en el manual de operación y mantenimiento.

### **E4) Muros laterales**

La obra de Toma se encuentra protegida con muros de ala, tanto aguas arriba como aguas abajo de los extremos de la estructura de captación, cimentados en la cota 53 y se desarrollan en altura hasta la cota 58.

Aguas arriba el muro se desarrolla en una longitud de 2 m manteniendo la misma alineación de la pared frontal de la Toma, luego curva en 90° con un radio de 1 m y se introduce en el talud del cauce en 2 m.

El muro aguas abajo se desarrolla en una alineación de 45° con respecto al eje de la captación, sobresaliendo 3.5 m desde el extremo de la pared de la Toma, para luego continuar con un desarrollo perpendicular al eje en 2 m y finalmente se introduce en el talud girando un ángulo de 90° en una longitud de 2 m. En ambos casos, el muro es de hormigón armado con un espesor de 25 cm.

Una vista frontal del desarrollo de estos muros laterales y del perfil longitudinal del talud donde serán emplazados, y sus coordenadas, al igual que de la pared frontal de la obra de captación, se indica en el plano respectivo.

#### **4.7.1.2 Línea de conducción**

##### **4.7.1.2.1 Conducción Caza Lagarto - Manta**

La nueva conducción de agua cruda Caza Lagarto - Manta está compuesta de cuatro tramos, dos por bombeo y dos a gravedad, con una longitud total de 52 Km.

El primer tramo comprende el sistema de bombeo entre la captación de Caza Lagarto hasta el tanque de carga ubicado en el cerro Mocochal.

El segundo tramo conduce el agua cruda a gravedad desde el tanque de Mocochal hasta la estación de bombeo Río de Oro, en este tramo se aprovecha la tubería existente del sistema denominado INARQ, desde Loma Blanca (Portoviejo) hasta la estación de Río de Oro, en el tramo de conducción entre el tanque de Mocochal y la tubería existente en Loma Blanca, se estimó conveniente la reutilización de la tubería de HD de Ø 400 que se encuentra instalada entre Caza Lagarto y Colorado del sistema INTERBRAS, de manera que desde el tanque de Mocochal se instalarían dos tuberías paralelas de 400 mm.

La EAPAM mantendrá la conducción actual y el tramo Mocochal - Loma Blanca será construido con tubería nueva.

La estación de bombeo nueva de Río de Oro es también parte del sistema INARQ, fue construida hace 27 años y nunca se puso en operación, ahora se pretende utilizar este equipamiento para la conducción de agua cruda.

El tercer tramo comprende el bombeo de Río de Oro al tanque rompe presión ubicado en el Cerro de Hojas.

Finalmente se utilizará la tubería existente del sistema INARQ desde el tanque rompe presión hasta los tanques de Colorado, en donde se entrega el agua cruda a la Planta de Tratamiento.

Así esta conducción de agua cruda aprovecha al máximo la capacidad instalada, elimina dos de los cuatro sistemas de bombeo de la conducción actual.

#### 4.7.1.2.2 Conducción a gravedad Mocochal - Río de Oro

Del tanque de carga sale una tubería de 500 mm que empata a la del sistema INARQ en Loma Blanca (Portoviejo) para llevar el agua cruda a la estación de bombeo nueva de Río de Oro.

**El tanque de carga** es el punto de llegada del sistema de bombeo y el de partida en el régimen a gravedad, del tramo Caza Lagarto - Río de Oro, se encuentra ubicado en el cerro Mocochal y la base estará en la cota 270,5 msnm, en las coordenadas 570.785 E y 9'865.239 N, cuyo volumen será de 1000 m<sup>3</sup>, actuando normalmente como tanque de carga y eventualmente como reserva que sustentaría 1 hora de operación normal del sistema.

Tendrá una sección rectangular de 20,5 m x 14 m, y una altura de 4,5 m, dejando 1 m de cámara de aire. La tubería de llegada de 600 mm de diámetro descarga en la parte inferior del tanque, a fin de evitar el vaciado de la línea al detenerse las bombas, por efecto de los flujos en reversa al cerrarse la check.

El tanque dispone de rebose y desagüe para lo cual se ha dispuesto una tubería del nivel superior del líquido (cota 274 msnm) y una tubería en el fondo para evacuación de líquido y sedimentos almacenados.

Está diseñado en hormigón armado de una sola cámara, pero estructuralmente de 2 módulos con junta, provisto de losa de tapa en donde se prevé una boca de visita y respiraderos de ventilación.

Las tuberías de desborde y desagüe son de 350 mm de diámetro se encuentran interconectadas y tienen una válvula de compuerta para control del vaciado del tanque. Tanto las aguas del desborde y desagüe se canalizan hacia una quebrada contigua.

La tubería de salida de 500 mm hacia la conducción dispone de una válvula de compuerta para control de la descarga del tanque a la conducción.

##### a) Diseño Hidráulico Línea Mocochal - Río de Oro

Este tramo consta de dos componentes, el primero comprende la conducción desde el tanque de Mocochal a Loma Blanca y el segundo la utilización de la tubería existente desde Loma Blanca a la nueva estación de Río de Oro, haciendo uso de la línea INARQ constituida de una tubería de hierro dúctil de 600 mm de diámetro.

En este tramo por la carga estática entre salida del líquido en Mocochal y su punto de entrega en Río de Oro se incrementa, por tanto, al realizar el cálculo hidráulico correspondiente se determinó la factibilidad de optar por el diámetro de la tubería de 500 mm, tipo K9 cuya presión de trabajo es 32 bares.

El tramo Mocochal - Loma Blanca tiene una longitud de 21,87 Km. y 500 mm de diámetro, produce una pérdida de carga de 72,12 m, mientras que la tubería

existente de 600 mm de diámetro tiene una longitud de 12,58 Km. hasta Río de Oro, con una pérdida de 20,94 m, conduciendo 300 l/s.

La diferencia de nivel entre el tanque de Mocochal y el punto de empate en Loma Blanca es de 225,02 m, por lo que se tiene una presión hidrostática remanente de 147,90 m; la diferencia de nivel entre Loma Blanca y el tanque de la estación nueva de Río de Oro es de 115,88 m, por tanto el caudal de 300 l/s puede ser conducido a la estación de bombeo, teniendo una presión disponible de 17,82 m, lo que indica que la capacidad de conducción de esta línea es superior al caudal a transportar.

#### **4.7.1.2.3 Conducción a gravedad TRP de Cerro de Hojas - Colorado**

Está constituida por la línea NARQ que conduce el caudal de 300 l/s a la planta de tratamiento en Colorado.

Está conformada por tuberías de hierro dúctil en varios diámetros, es así como del tanque rompe presión sale con un diámetro de 500 mm y tiene una longitud de 1,7 Km. hasta la Estancia Las Palmas donde se reduce a 450 mm y con una longitud de 8,6 Km. llega al sector de la fábrica Creart para, finalmente, con un diámetro de 400 mm llegar a Colorado, recorriendo una distancia de 4,5 Km. a la cota 102,59 del tanque existente de 2.500 m<sup>3</sup>.

La diferencia de nivel o carga disponible entre el tanque rompe presión de Cerro de Hojas hasta el tanque existente de 2500 m<sup>3</sup> en Colorado es de 187,46 m, en el primer tramo de 500 mm, TRP – Estancia Las Palmas, se pierden 6,87 m, en el segundo de 450 mm, Estancia Las Palmas – CREART, se pierden 58,09 m y en el último de 400 mm, CREART – Colorado, las pérdidas de carga son de 53,95 m, en total las pérdidas por fricción son de 118,91 m, es decir existe una carga remanente de 68,55 m, con un coeficiente de velocidad de 130 (tubería usada) lo que significa que la línea, en las condiciones actuales, está en capacidad de conducir un caudal superior los 300 l/s de este proyecto sin ningún problema.

La capacidad máxima, en las condiciones planteadas en la hoja de cálculo, es de 383 l/s, por tanto será necesaria la implementación de un dispositivo para control de la presión y el caudal, este control se realizará por medio de una válvula reguladora de presión, al ingreso a la Planta de Tratamiento.

Antes del cajón de entrada a la Planta se construirá una cámara de válvulas de hormigón armado para la válvula reductora de presión y una de mariposa para control de la conducción.

#### **4.7.1.2.4 Conducción El Ceibal - Manta**

El agua cruda será impulsada por bombeo a un tanque de carga ubicado en el cerro Cruz Verde, de donde será conducida a gravedad a un nuevo módulo de tratamiento ubicado en la planta de Colorado, para posteriormente ser distribuida a la ciudad de Manta.

### **a) Sistema de bombeo El Ceibal – Cruz Verde**

Esta conducción El Ceibal – Manta comprende el bombeo del agua cruda desde la captación, hasta el tanque de carga del cerro Cruz Verde, junto al tanque existente de 5000 m<sup>3</sup>.

### **b) Selección de la Tubería de Impulsión**

Contempla la línea de conducción de la captación de agua cruda del río Portoviejo, cuyo nivel mínimo se ha determinado en 14,13 msnm, al tanque de carga en la elevación de Cruz Verde, ubicado a 2,2 Km. en la cota 155,5 msnm (nivel de agua) valores con que se procedió a realizar el cálculo de la tubería técnica y económicamente más conveniente.

### **c) Línea de Impulsión**

El trazado recorre en el primer tramo el costado de la carretera a Rocafuerte, para luego tomar a campo traviesa hasta la cumbre de la loma de Cruz Verde en donde se ubicará el tanque de carga. La línea es de HD de 500 mm de diámetro y tiene una longitud de 2.315 m.

Sobre esta línea se ha ubicado las respectivas válvulas de aire y de purga, de acuerdo a las sinuosidades de la línea trazada.

### **4.7.1.2.5 Conducción a gravedad Cruz Verde - Manta**

Desde el tanque de carga de Cruz Verde sale una tubería de HD de 600 mm de diámetro que conduce el agua cruda hasta el nuevo módulo de la Planta de Tratamiento de Colorado.

### **a) Tanque de Carga**

El tanque de carga es el punto de llegada del bombeo y de partida del régimen a gravedad del tramo de Cruz Verde - Colorado. Se ubica en la cima del cerro Cruz Verde, en la cota 151,50 msnm (base del tanque), en las coordenadas geográficas 9'897.833 N y 557.138 E, junto al tanque existente de 5.000 m<sup>3</sup> del proyecto Degremont, el volumen será de 1.000 m<sup>3</sup>, actuando normalmente como tanque de carga y eventualmente como reserva, que sustentaría 1 hora de operación normal del sistema sin funcionar el primer bombeo.

Adaptado a las condiciones topográficas el tanque será de sección rectangular de 20,5 m x 14 m, y de una altura de 4,5 m, dejando 1 m de cámara de aire. La tubería de llegada de 500 mm de diámetro descarga en la parte inferior del tanque.

El tanque dispone de rebose y desagüe, para lo cual cuenta con una tubería del nivel superior del líquido y una tubería en el fondo para evacuación de líquido y sedimentos almacenados.



El tanque ha sido diseñado en hormigón armado de una sola cámara, pero estructuralmente de 2 módulos con junta, provisto de losa de tapa en donde se prevé una boca de visita y respiraderos de ventilación.

Las tuberías de desborde y desagüe son de 350 mm de diámetro se encuentran interconectadas y tienen una válvula de compuerta para control del vaciado del tanque. Tanto las aguas del desborde y desagüe se canalizan hacia una quebrada contigua.

La tubería de salida de 500 mm hacia la conducción dispone de una válvula de compuerta para control de la descarga del tanque a la conducción.

Las válvulas y accesorios de salida, desborde y desagüe se encuentran dentro de una cámara de válvulas de hormigón armado junto al tanque.

Para la evacuación del agua en la parte interna del tanque y, coincidiendo con el nivel de la cámara, se ha previsto la construcción de un sumidero que permita el aprovechamiento total del volumen del tanque en operación normal y/o el vaciado del agua y sedimentos en casos de mantenimiento de la unidad.

Las válvulas y accesorios son de juntas bridadas sujetas con pernos.

#### **b) Diseño Hidráulico de la conducción Cruz Verde – Colorado**

El punto de entrega del agua cruda es el nuevo módulo de la planta de tratamiento de Colorado, cuya cota es 102,5 msnm, considerando el caso más desfavorable, nivel mínimo de agua en el tanque, cota 151,5 msnm, se tiene una diferencia de nivel de 49 m, que es la carga disponible, el diámetro óptimo será aquel que lleve los 300 l/s con una pérdida de carga semejante o igual a la carga disponible.

Con un diámetro de 600 mm se pierden 44,98 m en los 31 Km. de conducción, con una carga remanente en el sitio de entrega de 4,02 m.

#### **c) Trazado de la Línea**

Partiendo del tanque de Cruz Verde desciende al nivel de la carretera a Manta y tomando el costado izquierdo (sur) de la misma avanza hasta el sector de la vía de circunvalación en Manta, donde haciendo uso de una alcantarilla pluvial cruza al costado derecho de la vía y llega al módulo de la tercera etapa de la planta de tratamiento.

El criterio del trazado al costado sur de la carretera se tomó por la estabilidad del suelo frente a escorrentías ocurridas en el Fenómeno del Niño, que corresponde al drenaje natural de la cadena montañosa que va paralela a la carretera. Para evitar que se presenten los mismos problemas con las crecientes de las quebradas, el paso por ríos, alcantarillas y pequeñas quebradas, se realizará en forma aérea.

En lo que se refiere al proyecto transversal, ha sido criterio a seguir las sinuosidades del terreno, optando por cortes de 1,70 m aproximadamente, a fin de garantizar al menos 1,10 de relleno sobre la clave de la tubería instalada.

#### **4.7.1.2.6 Conducción existente El Ceibal – Manta**

El sistema DEGREMONT está compuesto de dos conducciones, una de agua cruda, desde la captación a la planta de tratamiento y otra de agua tratada, desde la planta a la ciudad de Manta. Como es un sistema regional, también existe la conducción al cantón Rocafuerte y otras poblaciones.

##### **a) Conducción de agua cruda**

El agua captada es impulsada hasta la planta de tratamiento por medio de 4 equipos de bombeo sumergibles.

Cada equipo bombeará 360 l/s (1.296 m<sup>3</sup>/h) y operarán tres equipos en paralelo y uno en reserva.

La línea de impulsión es de HD de 800 mm de diámetro y tiene una longitud de 1 Km.

##### **b) Conducción de agua tratada**

Está compuesta de dos partes, desde la planta de tratamiento se bombea el agua hasta un tanque de 5000 m<sup>3</sup> ubicado en la cima del cerro Cruz Verde, desde este tanque salen dos conducciones a gravedad, una para la ciudad de Manta y otra para el cantón Rocafuerte y las demás poblaciones incluidas en el sistema regional.

#### **4.7.1.2.7 Sistema de conducción a Gravedad Cruz Verde - Manta**

La línea de conducción para el cantón Manta sale del tanque repartidor y llega a los tanques de reserva de Azúa, la tubería es de HD de 800 mm de diámetro y tiene una longitud total de 29,63 Km., en la abscisa 15+860 se encuentra otro tanque de 5.000 m<sup>3</sup>, ubicado en la cota 103,78 msnm, que servirá para distribuir el agua a la Base Militar y al cantón Jaramijó.

Este tanque intermedio tiene un by pass en su cámara de válvulas, de modo que el agua puede ser transportada directamente al cantón Manta sin romper la presión en este sitio.

El caudal a conducir al cantón Manta, cuando el sistema trabaje a su máxima capacidad, será de 860 l/s, se estima que en una primera etapa se conducirán alrededor de 260 l/s.

El punto de entrega es la reserva de Azúa, cota 63,11 msnm, desde donde se distribuirá a la ciudad. El agua deberá ser conducida hasta los tanques de Colorado, cuyas cotas (nivel superior) van de 95,94 (tanques de 1000 m<sup>3</sup>) a 102,50 msnm (tanque de 2500 m<sup>3</sup>).

Para lograr esta operación se empatará la conducción de 800 mm de El Ceibal – Azúa con la aducción Colorado - Santa Martha, la misma que pasa frente a Azúa, por medio de una cruz de 450 mm, con válvulas de control, de esta forma se podrá distribuir el agua, en esta primera etapa, de El Ceibal indistintamente a Colorado, Azúa y Santa Martha, operando las respectivas válvulas. La aducción Colorado – Santa Martha tiene una longitud total de 10,13 Km., de los cuales 3,16 son de 450 mm y 6,97 son de 400 mm de diámetro. La distancia entre Azúa y Colorado es de 2,09 Km.

#### **4.7.1.3 Plantas de tratamiento**

La Planta de Potabilización del agua cruda estará ubicada a la entrada de la ciudad de Manta, en el sector de Colorado junto a las instalaciones y tanques de reserva existentes con capacidad de 2.500 m<sup>3</sup>.

La Planta se construirá en dos partes, una en la primera etapa del Proyecto y otra en la tercera etapa, la capacidad será de 300 l/s en cada etapa, para un total de 600 l/s, funcionando 24 horas al día.

El abastecimiento se complementa con la Planta de Tratamiento existente del sistema regional de El Ceibal, proyecto Degremont, ubicada en el sector del mismo nombre, la cual estará en capacidad de tratar 1.050 l/s, de los cuales 850 l/s se destinarán al cantón Manta.

##### **4.7.1.3.1 Calidad del agua cruda**

Para decidir los procesos de tratamiento se procedió a realizar análisis físico – químicos y bacteriológicos del agua cruda del río Portoviejo, tanto en el sector Caza Lagarto como El Ceibal.

Del análisis de la información se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El principal problema que presenta el agua del río Portoviejo es la presencia de elevadas concentraciones de materia orgánica, principalmente en época de estiaje, esto se debe a la presencia de algas en el embalse. El tratamiento de esta agua debe considerar la remoción de la materia orgánica, previo a la desinfección con cloro. Por lo tanto se debe evitar la cloración previa del agua cruda y la desinfección con cloro sin la previa remoción de la materia orgánica.
2. En la calidad microbiológica, los parámetros encontrados están dentro de los límites de las normas. Sin embargo por el hecho de existir contaminación fecal, debido a las descargas de aguas servidas domésticas al efectuar el tratamiento del agua deben tomarse las precauciones necesarias para controlar efectivamente la desinfección.
3. Los demás parámetros encontrados se encuentran dentro de los límites normales para agua cruda. Debido a las variaciones que tiene

la calidad del agua superficial en las diferentes épocas del año, en invierno será necesario controlar el incremento de turbiedad y en verano el color, en todas las épocas la presencia de materia orgánica.

#### **4.7.1.3.2 Pruebas de tratabilidad**

Se realizó pruebas de tratabilidad del agua cruda, tanto en época lluviosa como seca. Los trabajos se efectuaron en Caza Lagarto para esto se utilizó el local destinado a laboratorio en la planta de tratamiento.

Los objetivos de estos estudios son:

- Conocer las técnicas de control de proceso por medio de ensayos realizados en el laboratorio, usando un agitador mecánico de paletas (Prueba de jarras). Esto se hará observando el comportamiento del agua cruda para diferentes condiciones de tratamiento y analizando los cambios físicos y químicos que ocurren en el agua durante el proceso.
- Establecer criterios para tomar decisiones en cuanto al tratamiento más adecuado según las distintas condiciones y calidad de agua cruda.

Al conocer las características físico - químicas tanto en invierno como en verano se han establecido: la dosis óptima del coagulante que se debe utilizar, pH óptimo para conocer las mejores condiciones en que trabaja el coagulante y los coadyuvantes que se puedan emplear para ayudar a mejorar el proceso de coagulación a fin de determinar las mejores dosis en conjunto con el alumbrado, gradientes de velocidad, pruebas de sedimentación y filtrabilidad.

Estos parámetros están vinculados a las diferentes unidades de que se compone la planta de tratamiento de agua potable:

- Mezcla rápida;
- Coagulación;
- Floculación;
- Sedimentación;
- Filtración.

##### **a) Determinación de uso de coagulantes**

Tiene por objeto conocer las dosis óptimas de coagulante para obtener la remoción de color y turbiedad.

Según el tipo de agua cuando se ha encontrado estos dos puntos óptimos de coagulación, estos valores de dosificación del coagulante dependerán del color y turbiedad inicial. Adicionalmente se realiza la prueba de dosis óptima de coagulante con coadyuvantes de coagulación.

### **b) Verificación de los tiempos óptimos de floculación**

Nos permite encontrar el tiempo más apropiado de floculación con un gradiente de velocidad adecuado, para lo cual se realiza la mezcla lenta a diferentes tiempos.

Obteniéndose en una comparación de varios tiempos de floculación uno intermedio entre los dos mejores para la misma dosis de coagulante.

### **c) pH óptimo**

Sirve para observar el comportamiento del agua cruda para dosificaciones iguales de coagulante pero con distintos pH, dando un criterio de coagulación - floculación de la sustancia utilizada como coagulante.

### **d) Determinación de las características de la sedimentación**

Proceso utilizado para obtener la curva de flocs removidos y determinar el tiempo apropiado de sedimentación para experiencias posteriores.

Los resultados de estas pruebas se analizan a través de la curva de flocs removidos versus tiempo de sedimentación.

$$\% \text{ de flocs removidos} = \left( 1 - \frac{N_t}{N_o} * 100 \right)$$

N<sub>t</sub> = Turbiedad o color residual en el tiempo de sedimentación

N<sub>o</sub> = Turbiedad o color inicial

### **e) Filtrabilidad**

La determinación del número de filtrabilidad en función de las características del proceso coagulación, floculación, sedimentación, dosis de coagulante, es una prueba importante debido a que indica el tiempo de filtración óptimo de un filtro cuando los procesos de coagulación, floculación sedimentación están bien realizados, mucho tiene que ver la dosis óptima de coagulante que se esté aplicando en la tratabilidad.

#### **4.7.1.3.3 Dosificación de productos químicos**

Tiene por objeto la aplicación de sustancias químicas en las dosis recomendadas por pruebas de laboratorio.

#### **Verano:**

- Coagulante: Sulfato de aluminio.
- Coadyuvante: Hidróxido de Calcio
- Corrector de pH: Hidróxido de Sodio
- Oxidante materia orgánica: Permanganato de Potasio

### **Invierno:**

- Coagulante: Sulfato de Aluminio
- Coadyuvante: Polímero diluido

No necesariamente se dosificarán todos los químicos anotados, dependerá de la calidad del agua, color, pH, turbiedad, sin embargo las instalaciones estarán listas para ser usadas en el momento que se requiera.

La forma de aplicación de estas sustancias será en solución, disolviéndolas previamente en el agua para obtener efectividad en los procesos y evitar el desperdicio de químicos.

Este método de dosificación en solución se lo adoptó por las siguientes razones:

- Economía de operación;
- Facilidad de manejo y equipos separados;
- Estos dosificadores requieren menor número de piezas o accesorios que los dosificadores en seco;
- Garantizar la disolución total de los químicos para facilitar la operación.

Los equipos de dosificación estarán ubicados en el Edificio de Químicos, el cual consta de dos plantas, en la planta alta estarán ubicados los tanques de solución y los dosificadores; en la planta baja la bodega de los químicos.

#### **a) Dosificación de Sulfato de Aluminio.**

Se aplicará en solución para el caudal máximo de 300 l/s, de 20 a 25 mg/l para invierno y verano respectivamente, sin embargo, en previsión a las variaciones que pueda tener la calidad del agua en el río Portoviejo, el dimensionamiento de los tanques de solución se realizó con una dosificación de 30 mg/l y una concentración del 10%.

Se tendrá dos tanques de hormigón revestidos contra la corrosión de 4,59 m<sup>3</sup> para una autonomía de 12 horas cada uno.

La solución se aplicará en el Parshall antes del resalto hidráulico a través de dos bombas dosificadoras, una en funcionamiento y otra de reserva, el caudal aproximado será de 324 l/h. Las bombas serán tipo pistón regulables de ¼ HP con motor eléctrico monofásico.

La aplicación del sulfato se realizará por medio de tubería de PVC de 1½ pulgadas con un difusor, de los mismos diámetro y material, que tiene 10 orificios de 2 mm de diámetro.

### **b) Dosificación de Cal**

Será también en solución y se usará cal apagada que se aplicará en dosis de 10 mg/l, con concentración del 10%. Se tendrán dos tanques de hormigón de 1,50 m<sup>3</sup> de capacidad para una autonomía de 12 horas cada uno. El caudal será de 108 l/h que se aplicará con dos bombas dosificadoras de pistón regulables de ¼ HP, una en funcionamiento y otra de reserva, el punto de inyección será el Parshall, antes de la aplicación de sulfato.

Cada tanque dispondrá de un agitador eléctrico de doble propela de ¾ HP para agitación permanente, de modo de mantener siempre saturada a la solución.

La solución se llevará al punto de aplicación por medio de tubería de PVC de 2" de diámetro, el difusor será de los mismos material y diámetro y tendrá 8 orificios de 6 mm de diámetro.

### **c) Dosificación de Polímero.**

El dimensionamiento de los tanques de solución se realizó con una dosificación de 0,20 ml/l de polímero diluido, para lo cual se requiere de dos tanques de hormigón 2,34 m<sup>3</sup> cada uno para una autonomía de 12 horas por cada tanque.

El caudal de aplicación será de 162 l/h, el mismo que será regulado por medio de dos bombas de pistón de ¼ HP, una en funcionamiento y otra en reserva.

Los tanques dispondrán de agitadores mecánicos. El punto de aplicación será el Parshall, inmediatamente después de la inyección de sulfato de aluminio.

La capacidad de los tanques se comprobó para polímero sólido, con una dosificación de 1 mg/l en solución al 1% y un caudal de 108 l/h. En este caso se tendrá una autonomía de 24 horas.

La tubería que lleva la solución al punto de aplicación será de ¾" de PVC con un difusor de PVC del mismo diámetro con 8 orificios de 2mm de diámetro.

### **d) Dosificación de Permanganato de Potasio.**

La dosificación se realizará de acuerdo a la cantidad de materia orgánica encontrada luego de efectuada la prueba de consumo de oxígeno, que debe efectuarse rutinariamente durante la operación de la Planta, a fin de determinar la aplicación del oxidante.

Se ha previsto dos tanques de hormigón de 0,63 m<sup>3</sup> para una autonomía de 12 horas cada tanque, con una dosificación de 0,2 mg/l en solución al 1%. El punto de aplicación será el cajón de ingreso a la Planta, aguas abajo del vertedero triangular, se conducirá la solución a gravedad por tubería de 1" de diámetro para dejar gotear sobre el agua, la carga constante se mantendrá por medio de un orificio regulable con flotador.

## e) Dosificación de Hidróxido de Sodio.

La inyección de hidróxido de sodio en el agua cruda tiene por objeto disminuir el pH y obtener mejores resultados con el coagulante. La aplicación no será constante y estará sujeta a la determinación de los análisis químicos del agua.

Se dispondrá de dos tanques de hormigón de 0,63 m<sup>3</sup> para solución al 1% y una dosificación de 0,05 mg/l, el caudal estimado es de 5,4 l/h, la autonomía de cada tanque es de 96 horas. Se aplicará de la misma manera que el permanganato, después del vertedero triangular del cajón de ingreso, en las mismas condiciones que el anterior químico, también se dispondrá de un flotador con orificio dosificador para carga constante.

### 4.7.1.3.4 Diseño de las unidades de tratamiento

La planta será de tipo convencional, considerando el agua cruda a tratarse, constará de las siguientes unidades:

#### 1. Unidad de entrada y medición

El agua cruda captada en el río Portoviejo en el sector de Caza Lagarto es conducida hasta un cajón de entrada o ingreso que es una estructura de hormigón armado constituida por tres cámaras: la cámara de entrada propiamente dicha, que tiene un vertedero metálico triangular de 90° que regula y mide el ingreso del caudal a tratarse y lateralmente un vertedero de excesos.

Además la estructura de ingreso dispone de una cámara de válvulas para la evacuación y limpieza de toda la estructura. Los caudales de excesos y desagüe que conducirán al sistema de alcantarillado de la planta, para el efecto se dispondrá de dos tuberías, una de Ø 100 mm para el cajón de excesos y otra de Ø 350 mm para el desagüe, las dos se unen a la salida de la unidad para llevar el agua al sistema de alcantarillado de la Planta.

La cota del nivel de agua en la estructura de ingreso a la Planta está dada por la altura sobre el vertedero triangular, el cálculo se efectuó con la fórmula de Thomson:

$$Q = 1,4 * H^{\frac{5}{2}}$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

H = altura de agua sobre el vertedero.

Para 300 l/s H es igual a 0,54 m.

La cota del nivel libre del agua sobre el vertedero será 101,80 msnm, la cota de fondo en 100,53 msnm; el tanque de ingreso se conecta con la unidad de mezcla rápida por medio de un canal de HA de sección rectangular.



## 2. Unidad de mezcla rápida

En el proceso de clarificación es de suma importancia la rapidez con que se dispersan los coagulantes en el agua, esta dispersión se realiza en tres fases:

1. Hidrólisis de los iones de aluminio y hierro, esta fase se desarrolla en tiempos muy cortos que van de  $10^{-10}$  a  $10^{-3}$  segundos;
2. Polimerización o reacción de los iones hidratados, para formar especies diméricas y poliméricas; se estima que se produce en un tiempo que puede variar entre  $10^{-2}$  y 1 segundo;
3. Difusión de los compuestos formados y adsorción en las partículas coloidales, el tiempo necesario para cubrir el coloide y desestabilizarlo puede variar entre  $8,5 \times 10^{-5}$  y  $2,4 \times 10^{-4}$  segundos.

Una vez desestabilizados los coloides empiezan a aglutinarse formando primero micro flóculos, tienen un diámetro inferior a una micra, este proceso puede durar menos de 60", luego viene el proceso de aglutinación e hidratación.

## 3. Floculación

Luego de dispersados los coagulantes se procede a dar una lenta agitación al agua con el objeto de conseguir el crecimiento del floc.

Para la Planta de Tratamiento de Colorado se diseñó un floculador hidráulico de flujo horizontal, las ventajas de este sistema son:

1. No tienen cortocircuitos, esto es, el flujo queda retenido durante un tiempo casi igual al período de detención nominal;
2. No tiene partes móviles, de forma que su operación y mantenimiento son muy simples;
3. No requieren de consumo externo de energía, sino que se aprovecha la propia energía del agua.

El floculador hidráulico de flujo horizontal consiste en un tanque provisto de pantallas, en el cual el agua circula a velocidad fija y en forma zigzagueante, por lo que se produce una cierta turbulencia en los cambios de dirección.

En el diseño se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) La velocidad se recomienda entre 0.10 a 0.60 m/s;
- b) Diseñar dos o tres tramos o zonas de floculación;
- c) La gradiente de velocidad que varía preferentemente entre 30 y 60  $\text{seg}^{-1}$ ;
- d) Para evitar la ruptura del floc disminuir la velocidad en los giros a  $180^\circ$ , para lo cual es recomendable que el espaciamiento entre el tramo y el giro sea 1.5 veces la separación entre tabiques.

#### 4. Sedimentación

Luego de floculada el agua se debe separar los sólidos del líquido, es decir las partículas coaguladas del medio en el que se encuentran suspendidas, lo cual se consigue sedimentando o filtrando el agua o por medio de los dos procesos.

En este caso se ejecutarán los dos procesos consecutivamente, primero se dejará sedimentar al agua para luego pasar a la filtración.

La sedimentación tiene por objeto eliminar las partículas suspendidas en el agua, las mismas que por la atracción gravitacional tienden a sedimentarse. La sedimentación realiza la separación de los sólidos más densos que el agua y que tienen una velocidad de caída propia de las partículas que les permite llegar al fondo del estanque en un tiempo aceptable. Las partículas sólidas a ser sedimentadas suelen ser de 2 clases: partículas discretas y partículas aglomeradas.

Los sedimentadores se clasifican de acuerdo a la carga superficial, pudiendo ser de baja velocidad de separación y de alta velocidad de separación, a su vez los primeros pueden ser de flujo horizontal y de flujo vertical. Entre los de alta tasa de sedimentación se encuentran los de pantallas y los de celdas.

La planta de tratamiento tendrá la unidad de sedimentación compuesta por sedimentadores de alta velocidad, de flujo ascendente con placas inclinadas, la estructura será de hormigón armado.

El Sedimentador tiene cuatro zonas:

- **Zona de sedimentación:** Las dimensiones de la zona de sedimentación se calculan a partir de la tasa superficial que se adopta, en este caso  $272 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , se usará una fila de placas de plástico de  $2,30 \times 1,10 \text{ m}$  y  $2,5 \text{ cm}$  de espesor, espaciadas  $5 \text{ cm}$  una de otra e inclinadas  $60^\circ$  con la horizontal;
- **Zona de entrada:** Está compuesta por el canal de distribución del agua a los sedimentadores, que a la vez une estas unidades con el floculador; y por los canales de repartición del flujo de cada sedimentador en particular. Estas estructuras deben ser concebidas de manera tal que el ingreso del agua sea lo más uniforme posible, es decir que el caudal sea igual en todas las unidades.

El último tramo del floculador tiene un calado de  $1,22 \text{ m}$  y la velocidad de  $0,33 \text{ m/s}$ , la salida presenta una curva de  $90^\circ$ , en la cual se produce una pérdida de carga. La pendiente del canal será del  $0,111\%$  con un calado de  $1,22 \text{ m}$ , la pérdida de carga es de  $2 \text{ mm}$  por lo que la cota de la solera al final del canal de distribución será  $98,42 \text{ msnm}$ .

El ingreso a los sedimentadores se realiza por medio de compuertas de  $0,75 \text{ m}$  de ancho, una para cada unidad de sedimentación, entonces el caudal que se pretende distribuir a cada una será de  $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ ; en realidad el flujo en la primera compuerta es mayor o menor que en la última.

- **Zona de lodos:** La cantidad de lodo almacenada en el fondo del sedimentador está en relación directa con la cantidad de coagulantes usados, por lo general la mayor parte (entre el 60 y el 90%) se acumula en el primer tercio de la longitud en forma no uniforme. Los lodos almacenados sufren un proceso de compactación por lo que disminuye su volumen cuando está sedimentado.

El volumen está relacionado con la turbiedad del agua, por lo tanto se puede tener un volumen mínimo y un máximo, en este caso durante las pruebas de tratabilidad en invierno se detectaron 36 y 70 mg/l respectivamente, los valores extraordinarios reportados en otras épocas serán compensados con el incremento de la frecuencia de lavado de la unidad cuando se presenten obviamente el mayor volumen se tendrá con la turbiedad más alta que será el volumen máximo.

- **Zona de salida:** La salida del agua del sedimentador se realiza por medio de canaletas de recolección, cuyas paredes son vertederos de cresta redondeada, en el extremo de la unidad se dispone también de un vertedero de cresta redondeada, el conjunto descarga al canal de repartición de agua a las unidades de filtración.

La altura obtenida es de 1,3 cm en condiciones normales, cuando una unidad de sedimentación se encuentre en limpieza, el caudal por cada sedimentador será de 100 l/s, en ese caso la altura de agua sobre el vertedero es de 1,6 cm.

El cálculo hidráulico de las canaletas de recolección se basó en la condición más desfavorable, cuando la descarga sea sumergida; las canaletas centrales reciben un caudal similar al de la unidad de sedimentación, en caso de limpieza de un sedimentador, el caudal a desalojar será de 100 l/s.

Las canaletas tendrán una pendiente del 1% la altura del agua en condiciones normales de trabajo, es decir con los cuatro sedimentadores en línea, será de 27 cm con la descarga sumergida.

Cuando uno de los sedimentadores esté en limpieza o mantenimiento, el caudal por unidad será de 100 l/s, en este caso la altura del agua en la canaleta será de 36 cm, la estructura diseñada está en capacidad de recoger el caudal adicional.

## 5. Filtración

La filtración es el proceso donde el agua es separada de las materias en suspensión haciéndola pasar a través de un medio poroso. En este se separan las partículas y microorganismos que no han sido retenidos en los procesos previos de coagulación y sedimentación.

Existen varios procesos de filtración: los de flujo descendente y ascendente, rápidos y lentos, con lecho de un solo material y de lecho múltiple, con las combinaciones posibles de ellos.

Para la Planta de Tratamiento de Colorado se utilizarán filtros rápidos de flujo descendente con lecho mixto:

- Se aumenta la capacidad de almacenamiento de los flóculos y una penetración más profunda debido al lecho mixto;
- Se utiliza una menor área para cada unidad, por cuanto tiene una mayor tasa o rata de filtración;
- El costo de construcción es más económico que otro tipo de filtro;
- Los filtros pueden entrar en servicio inmediatamente luego del lavado, no necesitan madurar;
- La cantidad de agua utilizada en el lavado es menor que cuando el lecho filtrante es solo de arena.

Los filtros tendrán tasa declinante y el lavado se realizará por medio del flujo de las otras unidades, se les denomina también autolavantes, el control será hidráulico por medio de compuertas. El lecho filtrante tendrá dos capas, una de arena y otra de antracita, con lo cual se tienen altas tasas de filtración.

El número de unidades de filtración incide directamente tanto en los costos de construcción como en los de operación y mantenimiento, en plantas medianas se sugiere mantener el número de filtros entre 4 y 10, tratándose de un sistema de lavado mutuo, el mínimo número de filtros será de 4 pero se recomienda al final 7.

La longitud del filtro es 4,50 m, por tanto se instalarán 15 vigas V de 0,30 m de ancho y 1,50 m de largo en cada lado del filtro. La unión entre vigas será rellena con mortero hasta una altura de 10 cm. Constructivamente se diseñó la viga de 1,48 m de longitud para tener 1 cm de holgura a cada lado; en cuanto se refiere al ancho de la viga, también se considera 0.5 cm a cada lado de holgura para instalación, esto se logra dando un corte vertical al paramento exterior de la viga, con lo que el espesor del elemento en el apoyo será de 4,5 cm.

Los orificios estarán separados 15 cm centro a centro, por tanto en cada lado de la viga se tendrán 10 orificios, 20 orificios por viga, la separación desde el filo de la viga y el centro o eje del primer orificio será de 7,5 cm. Como se tienen 30 vigas el número total de orificios será 600. El diámetro calculado de los orificios es de 17,08 mm, se adopta tubería de PVC presión de 2,5 MPa de diámetro nominal 20 mm cuyo diámetro interior es de 16,4 mm, con lo que las pérdidas serán de 35 cm en los drenes, de acuerdo a las recomendaciones.

El lavado del filtro consiste en expandir el lecho filtrante a fin de que los granos se froten y se desprenda el material que ha sido retenido en ellos durante el filtrado, para esto se suspende el proceso de filtrado y se inyecta agua por debajo del filtro, por los drenes, con presión adecuada. El agua sube hasta la canaleta de lavado por la que es llevada hacia el desagüe.

Este proceso debe efectuarse cada vez que la pérdida de carga iguale al nivel máximo de agua sobre el lecho o la calidad del efluente desmejora.

El lavado de los filtros se efectuará con el flujo proveniente de las demás unidades, el sistema se basa en la carga hidráulica que proporciona la diferencia de nivel entre el vertedero de salida y la canaleta de lavado, y la interconexión de los filtros entre sí. La altura de agua requerida para lavar el filtro es de 0,99 m, que será suministrada por la diferencia de nivel entre la carga de agua sobre el vertedero y el borde de la canaleta de lavado, esta altura es de 1,11 m, por tanto existe la carga suficiente para el lavado del filtro.

- **Canal de salida de la planta**

El efluente de los filtros será conducido por un canal de hormigón armado hasta el cárcamo de bombeo y distribución a los tanques de reserva existentes de 1.000 m<sup>3</sup>, el diseño hidráulico del canal se realizó aplicando la fórmula de Manning, el procedimiento se presenta en el anexo de cálculo.

El canal tiene 14,00 m de largo y 0,60 m de ancho, con una pendiente del 0,45‰ tendrá un calado de 0,89 m, por tanto el resalto estará ahogado lo cual conviene para efectos de la mezcla del desinfectante.

La cota de la solera del canal al pie del azud es la 95,55 msnm.

## **6. Edificio de químicos**

El edificio de químicos se ubica junto al Parshall, al inicio del proceso de potabilización, consta de dos plantas, la planta baja servirá de bodega de los químicos, mientras en el piso superior se encuentran los tanques de solución, las bombas dosificadoras y las instalaciones hidráulicas. Se complementa con un elevador manual de carga para llevar los químicos desde la bodega.

## **7. Caseta de cloración y laboratorio.**

La Planta se compone de dos módulos similares, cada uno con capacidad de tratamiento de 300 l/s. El laboratorio se construirá con el primer módulo.

Adicionalmente se ha diseñado unidades complementarias de apoyo para una eficiente operación funcional:

- Casa de la jefatura de planta;
- Caseta para planta eléctrica de emergencia y depósito de combustible;
- Unidad de bombeo y tanque elevado;
- Guardianía.

La construcción de la Planta de Tratamiento está prevista en dos etapas.

El terreno en el que se construirá la Planta es relativamente plano, tiene una pendiente longitudinal del 2%, va desde la cota 98,50 a la 96,50 msnm, con el fin de proveer la suficiente carga para los procesos de potabilización se decidió elevar las unidades de entrada, mezcla rápida y floculación.

## 8) Desinfección

En forma general, la desinfección es el proceso por el cual se reduce la población bacteriana hasta una concentración inocua. El desinfectante debe ser capaz de destruir los organismos causantes de enfermedades, actuar a la temperatura del sitio en un tiempo adecuado, tener poder residual y bajo costo, además debe ser de fácil obtención.

El proceso de desinfección que reúne las mayores ventajas es el de cloración, es eficiente, fácil de aplicar, tiene efecto residual y se puede medir por sistemas simples.

Al adicionar cloro al agua se hidroliza reaccionando con el  $H_2O$ , luego se combina con el amoníaco y con la materia orgánica, así como con ciertas sustancias para producir diversos compuestos, algunos de ellos tienen propiedades desinfectantes y otros no.

Se tienen dos tipos de reacciones básicas: hidrólisis y oxidación – reducción, en las primeras el cloro interacciona con la molécula de agua para producir ácido hipocloroso ( $HOCl$ ) e ion hipoclorito ( $OCl$ ) compuestos que se denominan **cloro libre**. En el segundo tipo de reacción el cloro se combina con el nitrógeno amoniacal para producir cloraminas, a las que se llama **cloro combinado**; y, con los aminoácidos materiales proteínicos y sustancias químicas ( $Fe^{++}$ ,  $Mn^{++}$ ,  $NO_2^-$  y  $H_2S$ ), con los que produce distintos compuestos clorados que forman el cloro combinado no utilizable o **demanda**.

El cloro puede almacenarse como líquido, medirse como gas y aplicarse como solución; o puede almacenarse y aplicarse utilizando algunas de sus sales, en lo que se llama hipo cloración.

En este caso el cloro se aplicará como solución del gas en agua.

La cloración puede efectuarse en tres etapas, dependiendo de las características del agua y los procesos de clarificación:

- **Cloración previa:** cuando se aplica cloro al agua cruda, antes de cualquier tratamiento;
- **Cloración posterior:** cuando se aplica cloro al agua después del tratamiento, en este caso de la filtración;
- **Cloración complementaria:** cuando se aplica cloro al agua en uno o varios puntos de la red de distribución, con el fin de garantizar la calidad bacteriológica del agua.

Por las características físicas – químicas del agua se aplicará la cloración posterior y eventualmente la cloración complementaria, que puede darse en la estación de Santa Martha, si el cloro residual en los puntos más alejados de la red es menor a 0,1 mg/l.

La dosis de cloro para la etapa posterior varía de 0,50 a 5,0 mg/l, para el diseño se adopta la dosis media de 3 mg/l.

#### 4.7.1.4 Tanques de reserva

El volumen de la reserva está constituido por:

- **Volumen de regulación (Vr):** para Manta, con una población superior a los 5.000 habitantes, será igual al 25% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al operar el sistema.
- **Volumen de emergencia (Ve):** para Manta, con una población al final del período de diseño que supera los 5.000 habitantes, será igual al 25% del volumen de regulación.
- **Volumen de protección contra incendios (Vi):** para Manta, con una población al final del período de diseño superior a los 20.000 habitantes, será calculado con la siguiente expresión:

$$Vi = 100 * p^{0.5}$$

Donde la población viene expresada en miles de habitantes.

Según esto, los requerimientos para los años 1, 10, 20 y 30 son:

Tabla 4 – 4  
Demanda de agua

VOLUMEN DE RESERVA	AÑO 1 (m <sup>3</sup> )	AÑO 10 (m <sup>3</sup> )	AÑO 20 (m <sup>3</sup> )	AÑO 30 (m <sup>3</sup> )
Regulación	6.132	11.075	17.862	20.000
Emergencia	1.533	2.769	4.465	5.000
Incendios	1.340	1.466	1.587	1.680
<b>Total</b>	<b>9.005</b>	<b>15.310</b>	<b>23.915</b>	<b>26.680</b>

Este volumen será repartido en forma proporcional al número de habitantes servidos por los diferentes tanques de reserva.

De la capacidad instalada de reserva actual, se utilizarán 13.615 m<sup>3</sup>, que se hallan distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 4 – 5**  
**Capacidad de reserva**

<b>SISTEMA</b>	<b>No. Tanque</b>	<b>FORMA/TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VOLUMEN m<sup>3</sup></b>
Colorado	1.	Bajo circular	Colorado	2.500
	2.	Bajo cuadrangular		3.360
	3.	Bajo circular		1.000
	4.	Bajo circular		1.000
				<b>7.860</b>
Azúa	1	Bajo circular	Azúa	250
	2	Bajo circular		1.000
				<b>1.250</b>
Santa Martha	1	Bajo circular		2.500
	2	Bajo circular		1.000
				<b>3.500</b>
<b>TOTAL</b>				<b>12.610</b>

**Tabla 4 – 6**  
**Capacidad de reserva**

<b>4.8 SISTEMA</b>	<b>No. Tanque</b>	<b>FORMA/TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>VOLUMEN m<sup>3</sup></b>
Eloy Alfaro	1.	Bajo circular	Barrio Cuba 1 Barrio Santa Ana	300
	2.	Elevado circular		110
				<b>410</b>
15 de septiembre	1	Bajo cuadrangular	Barrio 15 de septiembre Barrio Las Cumbres	125
	2	Elevado circular		110
				<b>235</b>
20 de mayo	1	Bajo circular	Barrio 20 de mayo Barrio Porvenir Alto	250
	2	Elevado circular		110
				<b>360</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1.055</b>

Desde la reserva Colorado se atenderá la zona alta y baja de Colorado y los barrios Porvenir Alto, Santa Ana y Bellavista, los cuales ocupan un área de 3.120,87 Has Esta reserva incluye el abastecimiento a la parroquia San Juan de Manta.

La reserva Azúa servirá a la zona baja de Tarqui, la misma que ocupa un área de 302,74 Has.

En la primera etapa del proyecto, se utilizará la actual capacidad instalada de reserva de 7.860 m<sup>3</sup> (Tanques 1, 2, 3 y 4).

La reserva Santa Martha servirá a las zonas alta y baja de Santa Martha, las mismas que ocupan un área de 1.065,18 Has



En la primera etapa del proyecto se utilizará la capacidad instalada de reserva de 1.250 m<sup>3</sup> que dispone Azúa (Tanques 1 y 2).

A esta unidad ingresará todo el caudal proveniente de la Planta de Tratamiento de El Ceibal, mediante tubería de 350 mm de HD.

De esta tubería se derivará una de 250 mm para alimentar al tanque 1 y otra de 350 mm para el tanque 2. Ambas tuberías serán de Hierro Dúctil.

Desde el tanque 1, saldrá una tubería de PVC de 160 mm, que se unirá con la tubería de salida del tanque 2, que es de 250 mm de PVC y luego con el nudo 506 de la red de distribución de Azúa.

Los tanques existentes en Santa Martha más los que se construirán en el futuro serán alimentados desde el tanque 1 de Colorado mediante una línea de aducción de hierro dúctil de 10.130 m de longitud de 500 mm.

En la primera etapa del proyecto se utilizará la capacidad instalada de reserva de 3.500 m<sup>3</sup>.

Los tanques 1 y 2 serán alimentados mediante derivaciones de 400 mm de Hierro Dúctil, desde la tubería de ingreso.

#### **4.7.1.5 Redes de Distribución**

La red de distribución de un sistema de agua potable es aquella que conduce el agua a los lugares de consumo (casas, industrias). Está constituida por un conjunto de tuberías y piezas especiales dispuestas convenientemente a fin de garantizar el abastecimiento de las unidades componentes de la localidad abastecida.

Para el suministro de agua potable a la ciudad de Manta se dispone de dos puntos de servicio principales, desde la nueva planta ubicada en Colorado, con un caudal medio diario de 300 l/s en la primera etapa y 300 l/s en la tercera etapa y desde la planta existente en El Ceibal, con un caudal de 860 l/s.

El 80% del caudal proveniente del sistema El Ceibal será conducido desde Azúa al tanque de 2.500 m<sup>3</sup> existente en Colorado desde donde un 25% será llevado a Santa Martha.

La red ha sido concebida en los siguientes sectores de servicio:

- Red Alta de Colorado
- Red Baja de Colorado
- Red Azúa
- Red Alta de Santa Martha
- Red Baja de Santa Martha
- Red barrio Porvenir Alto
- Red barrio Las Cumbres
- Red barrio Santa Ana

Los parámetros básicos de diseño tomados en cuenta para el sector domiciliario son:

- Vida útil del proyecto: 30 años
- Cobertura de servicio: 97%
- Población al final del período de diseño: 290.707 hab.
- Dotación al final del período de diseño: 250 l/hab./día
- Factor de mayoración para caudal Máximo Diario: 1,3
- Factor de mayoración para caudal Máximo Horario: 2,3
- Presión dinámica mínima: 12,50 m
- Presión dinámica máxima: 50,00 m

#### **4.7.1.5.1 Red alta de Colorado**

El área de servicio será 398,49 Has., correspondiente a una población de 20.770 habitantes. La zona atendida será la que se halla en la parte alta de Colorado.

El ramal No.1 abastecerá a 213,42 Has., correspondiente a 9.352 habitantes con un caudal medio diario de 27,06 l/s, mientras que el ramal No. 2 cubrirá un área de 185,07 Has., que corresponde a 11.418 habitantes con un caudal medio diario de 33,04 l/s.

Esta red se abastecerá desde el tanque elevado de 100 m<sup>3</sup> de Colorado, desde donde saldrá una tubería de 250 mm de PVC. Esta tubería se bifurca en el nudo 302, en dos ramales del mismo material, de 250 mm de diámetro cada uno, los mismos que corresponden a las dos tuberías que conforman la red de distribución de esta zona.

#### **4.7.1.5.2 Red baja de Colorado**

El área de servicio será 2.067,57 Has., correspondiente a una población de 118.054 habitantes.

El ramal No.1 abastecerá a 1.206,76 Has., correspondiente a 50.958 habitantes con un caudal medio diario de 189 l/s, mientras que el ramal No. 2 cubrirá un área de 864,81 Has., que corresponde a 67.096 habitantes con un caudal medio diario de 204,22 l/s. El ramal 1 abastecerá también a la parroquia urbana San Juan de Manta con un área de 140,7 Has., correspondiente a 4.220 habitantes con un caudal medio diario de 12, 21 l/s.

Adicionalmente, esta red abastecerá a los tanques bajos de las estaciones de bombeo 15 de Septiembre, Eloy Alfaro y 20 de Mayo.

La zona atendida será la que corresponde a la zona baja de Colorado y los barrios que se indican a continuación, incluyendo las industrias que se hallan dentro de ellos:

- **Parroquia Manta:** 5 de Junio y parte de La Ensenadita - 8 de Enero.

- **Parroquia Tarqui:** 15 de Septiembre, 4 de Noviembre, Miraflores, Jocay - 24 de Mayo, Porvenir Bajo, La Paz, Pedro Balda, Ales, María Auxiliadora No. 1, San Pedro, Villas del IESS, y Entre Vías, además parte de Bellavista, Cumbre Norte, María Auxiliadora No. 2 A, Cristo Rey, La Victoria y Colinas - Rocafuerte.
- **Parroquia Los Esteros:** Rocafuerte, San Agustín, El Palmar, Las Brisas, Centenario, Altamira, Altagracia, Los Almendros, Cactus - Medranda, El Pacífico, Intercambio y Crédito, Marbella, ex Terminal Terrestre, Mendoza Ponce, Divino Niño, Nazario Cedeño, Empacadora, SECAP, La Pradera Emiliano Barcia, Rosa Mena, La Pradera, Arroyo Azul, Costa Azul y Villa Marina, además parte de El Pacífico.
- **Parroquia Eloy Alfaro:** San Pedro, Santa Clara, La Floresta, La Aurora, Cosace - Carmelita, Kiwanis - Las Vegas, Cuba No.1, El Progreso - Los Laureles, Las Colinas - Lorena, 15 de Abril y Nueva Esperanza, además parte de Cuba No. 2, y Horacio Hidrovo.

Esta red será abastecida desde los tanques de Colorado, desde donde saldrá una tubería de 700 mm de Hierro Dúctil.

#### 4.7.1.5.3 Red Azúa

El área de servicio será 302,74 Has., correspondiente a una población de 47.692 habitantes.

El ramal No.1 abastecerá a 161,23 Has., correspondiente a 27.717 habitantes con un caudal medio diario de 80,20 l/s, mientras que el ramal No. 2 cubrirá un área de 141,51 Has., que corresponde a 19.975 habitantes con un caudal medio diario de 99,81 l/s.

La zona atendida será la que corresponde a los barrios que se indican incluyendo las industrias que se hallan dentro de ellos:

- **Parroquia Manta:** 24 de Mayo.
- **Parroquia Tarqui:** Centro de Tarqui No.1, Playa de Tarqui, Los Tanques - Primero de Mayo, Buenos Aires, URSSA - 9 de Octubre, y La Victoria, además parte de Colinas - Rocafuerte.
- **Parroquia Los Esteros:** Mercado los Esteros, Centro los Esteros, Paraíso - Jaime Chávez - Sirena, y La Florita, además parte de El Pacífico.

Adicionalmente, esta red abastecerá al tanque bajo de la estación de bombeo 20 de Mayo.

Esta red será abastecida desde los tanques de Azúa, desde donde saldrá una tubería de 600 mm de Hierro Dúctil.

#### 4.7.1.5.4 Red alta Santa Martha

El área de servicio será 606,34 Has., corresponde a una población de 14.616 habitantes.

El ramal No.1, abastecerá a 466,70 Has., corresponde a 8.917 habitantes con un caudal medio diario de 25,80 l/s, mientras que el ramal No. 2 cubrirá un área de 139,64 Has., que corresponde a 5.699 habitantes, con un caudal medio diario de 16,49 l/s.

La zona atendida será la que corresponde a los barrios que se indican a continuación:

- **Parroquia Manta:** Colegio Manabí, Barbasquillo, Julio Pierregrose, Ciudadela SERM, Valle Gavilán - Jesús de Nazaret, Manta 2000, Lagunas de Oxidación, Abdón Calderón - 24 de Mayo, Santa Martha, Las Acacias - Buena Vista, además parte de ULEAM, Santa Fe, Ciudadela Naval - San Rafael, Santa Mónica - 8 de Abril y Pedro Balda - Umiña - Algarrobos.

Esta red será abastecida desde el tanque elevado de Santa Martha, desde donde saldrá una tubería de 315 mm de PVC.

#### 4.7.1.5.5 Red baja Santa Martha.

El área de servicio será 458,84 Has., corresponde a una población de 51.240 habitantes.

El ramal No.1 que conforma esta red abastecerá a 268,03 Has., corresponde a 21.911 habitantes con un caudal medio diario de 64,03 l/s, mientras que el ramal No. 2 cubrirá un área de 190,81 Has., que corresponde a 29.329 habitantes, con un caudal medio diario de 84,86 l/s.

La zona atendida será:

- **Parroquia Manta:** Lomas de Barbasquillo, Ciudadela Universitaria, Umiña 2, Perpetuo Socorro, Los Almendros - Santa Marianita, Murciélagos, Terminal Marítimo, Centro de Manta, Royal, La Dolorosa, 10 de Agosto, Mercado Central - Río Guayas, y Córdova, además parte de Petroecuador, VIPA, ULEAM, Pedro Balda - Umiña - Algarrobos, Santa Mónica - 8 de Abril, Ciudadela Naval - San Rafael, Santa Fe y La Ensenadita - 8 de Enero.

Esta red será abastecida desde los tanques bajos de Santa Martha, desde donde saldrá una tubería de 600 mm de Hierro Dúctil.

#### **4.7.1.5.6 Conexiones domiciliarias.**

Se instalarán nuevas conexiones domiciliarias en los tramos de la red nueva, se reemplazarán los medidores en mal estado y se instalarán medidores en las conexiones que no cuenten con uno.

Se calculó sobre la base considerada de 5,33 hab. /vivienda.

En el sector residencial, las conexiones domiciliarias serán de 1/2" mientras que para el caso de las industrias el diámetro deberá ser determinado en base a los requerimientos de cada una de ellas. Igual criterio se adoptará para el caso de consumidores especiales.

Las conexiones domiciliarias estarán compuestas de collarín; tubería rígida de PVC; llave de corte; medidor; caja de medidor; válvula de esfera de ¼ de vuelta y válvula de retención.

La caja del medidor, que será de polipropileno, irá colocada a nivel de la acera y en su interior se instalarán la llave de corte y el medidor, con lo que se facilitará en gran medida el registro de los consumos correspondientes, al no tener que ingresar al interior de las viviendas para hacerlo.

En lo que respecta al medidor, éste será de chorro múltiple y transmisión mecánica.

Las tuberías se instalarán a una profundidad mínima de 0.50 m con respecto a las aceras y de 0.80 m con respecto a las calzadas y a una distancia mínima de 0.35 m con respecto al bordillo.

En aquellos cruces de calle, en donde se tenga tráfico pesado o sea imposible instalar las tuberías a la profundidad mínima indicada anteriormente, se protegerá las mismas con un cajón de hormigón armado el cual dispondrá de una tapa prefabricada de 0.20 m de espesor.

Este cajón únicamente se lo construirá para las tuberías que van en un sentido, mientras que las que van en el otro sentido pasarán por debajo de éstas, para lo cual se aprovechará el ángulo de deflexión propio de cada tubería, tal como se indica en los planos de la red.

## 4.7.2 Proyecto de Alcantarillado sanitario

### 4.7.2.1 Áreas de servicio

El cantón Manta tiene un área servida con alcantarillado sanitario de 730 Has., y el área consolidada de la ciudad tiene una superficie de 2.407 Has., pero para el final de la ejecución del proyecto tendremos una expansión hasta 4.365 Has.

El presente proyecto servirá a todos los barrios de la ciudad desde Petroecuador, Colegio Manabí, y Jesús de Nazaret en el extremo occidental hasta los barrios ubicados junto a la Vía al Aeropuerto en el extremo oriental, además de toda el área encerrada por la Vía de Circunvalación incluyendo una franja adicional a lo largo de esta vía en la parte sur de Manta para incluir algunas áreas en proceso de urbanización por la influencia que ejerce esta vía de comunicación.

La población beneficiaria será de 290.000 habitantes.

### 4.7.2.2 Aportación de aguas servidas

Para el diseño definitivo se consideró para el cálculo de los caudales de aportación sanitaria una dotación de 250 l/h/día, de los cuales se estima que un 70% deberá ser evacuado por la red sanitaria en calidad de aguas servidas domésticas.

**Cuadro 4 - 13**  
**Producción media e instantánea del agua residual**

Año Horizonte	Área servida (Ha)	Cobertura (%)	Población con servicio	Aportación alcantarillado población servida (l/hab./d)	Caudal de aguas servidas, diseño del tratamiento (l/s)	Caudal máximo instantáneo (l/s) <sup>1</sup>
2003	2768	95	175,790.0	175	356.1	855.7
2012	2768	95	210,394.0	175	426.1	1010.7
2022	3710	95	246,817.0	175	499.9	1171.9
2032	3929	95	276,362.0	175	559.9	1301.4

1 Factor de mayoración de caudal medio a máximo promedio igual a 1.4

### 4.7.2.3 Caudales de diseño

Se considera los siguientes caudales de acuerdo a las recomendaciones y fórmulas dadas por las normas del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI.

- a) **Caudal medio diario:** éste determina el dimensionamiento de las estaciones de bombeo y de la planta de tratamiento mediante el uso de los respectivos coeficientes de mayoración.

Se calculará mediante:

$$Q_{mas} = \frac{Dot * \# hab * R}{86.400}$$

Donde:

- $Q_{mas}$  = Caudal medio diario de aguas servidas expresado en l/s.  
Dot = Dotación de agua potable que, para este proyecto, se ha estimado igual a 250 l/h/día  
# Hab. = Número de habitantes o población total servida.  
R = Coeficiente de retorno que implica la fracción o el porcentaje de la dotación que ingresa al sistema de alcantarillado como aguas servidas. La técnica aconseja que el valor de este coeficiente esté entre el 70 y el 80%, para este proyecto se ha considerado un porcentaje del 70%.

- b) Caudal máximo instantáneo:** Sirve para el dimensionamiento de la red y es igual al caudal medio diario multiplicado por un coeficiente de mayoración o de simultaneidad, ya que se considera que el flujo en la red no es constante sino que hay horas en las que el consumo de agua se reduce en los domicilios y hay horas en las que aumenta por el uso simultáneo de artefactos sanitarios, lo que ocasiona fluctuaciones proporcionales en los flujos que se evacuan a la red.

Este caudal se calcula con la fórmula:

$$Q_{max} = Q_{mas} * K$$

Donde:

- $Q_{max}$  = Caudal máximo instantáneo al final del período de diseño, expresado en l/s  
 $Q_{mas}$  = Caudal medio diario al final del período de diseño, expresado en l/s  
K = Coeficiente de mayoración o de simultaneidad, adimensional, que expresa la relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario.

$$K = \frac{2.228}{Q_{mas}^{0.073325}}$$

Donde:

- $Q_{mas}$  = Caudal medio diario de aguas servidas expresado en m<sup>3</sup>/día.  
K = Coeficiente de mayoración para el cálculo del caudal máximo instantáneo.

Al emplear esta fórmula se recomienda que para caudales medios diarios inferiores a 4 l/s (0,004 m<sup>3</sup>/s) se utilice un valor constante del coeficiente "K" igual a 4.

- c) Caudal máximo instantáneo de aguas de infiltración:** este componente del caudal total de diseño utilizado para dimensionar los conductos de una red sanitaria no se ha considerado para este

proyecto en virtud de que se utilizará tubería PVC que garantiza un comportamiento estanco;

- d) Caudal de aguas ilícitas:** es la cantidad de aguas de lluvia que ingresan a la red sanitaria provenientes de los patios interiores de las viviendas para evitar inundaciones.

Qi= 4,85 l/s/Ha. Para los sectores "Los Esteros" y "Tarqui" que incluyen las parroquias Eloy Alfaro, Tarqui y Los Esteros  
Qi= 7,60 l/s/Ha. Para el sector "Manta" que incluye la Parroquia Manta.

- e) Caudales industriales:** representan el caudal de aguas de desecho que las industrias vierten a la red sanitaria.

El caudal de diseño para la red sanitaria estará formado, entonces, por la suma de los caudales indicados mediante la siguiente expresión:

$$Q_{dis} = Q_{max} + Q_{il}$$

**Donde:**

Q<sub>dis</sub> = Caudal de diseño  
Q<sub>max</sub> = Caudal máximo instantáneo de aguas servidas domésticas.  
Q<sub>il</sub> = Caudal de aguas ilícitas

Todos estos caudales están expresados en l/s.

Para la evaluación y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario considera el concepto de la tensión tractiva o fuerza de arrastre de los sólidos que tienden a sedimentarse por su densidad mayor a la del agua.

$$T = J * R * \varphi$$

**Donde:**

T = Tensión tractiva expresada en Newton/m<sup>2</sup>  
J = Pendiente absoluta del conducto.  
R = Radio hidráulico del conducto.  
 $\varphi$  = Peso específico del agua expresado en Newton/m<sup>3</sup>

Se considera que cuando la tensión tractiva es mayor a 1 Newton/m<sup>2</sup> existen condiciones favorables para el arrastre de los sólidos que confieren al flujo una capacidad de autolimpieza hidráulica en condiciones normales de funcionamiento.

#### 4.7.2.4 Redes de conducción

Para el sistema de alcantarillado se ha optado por la utilización de una red de tipo convencional colocada a un costado de la calle a una profundidad promedio de 1.60 m.

El eje de la red estará a una distancia máxima de 1.50 m del bordillo o menor. Las conexiones domiciliarias irán desde la respectiva caja de conexión colocada en la acera frente a cada predio hasta la tubería principal.



Las conexiones domiciliarias de los predios ubicados al otro lado de la calle, se harán a una tubería más superficial instalada en la acera.

Al final de cada cuadra, en la esquina más baja, el tramo se conectará al pozo de la red convencional, con lo cual las reparaciones a la red y la instalación de nuevas conexiones domiciliarias no afectarán a las vías.

En la **parroquia Manta** se utilizará un sistema de doble tubería, una a cada lado de la calle, siendo la una principal, que recibirá el aporte de la tubería del otro lado cada vez que el diámetro requerido sea mayor de 200 cm, de manera que se tendrá una red principal con los diámetros crecientes que determine el cálculo y un auxiliar con el diámetro mínimo, para recibir las conexiones domiciliarias de los dos lados de la calle.

#### **a) Diámetro y/o secciones de las alcantarillas**

El diámetro mínimo será de 300 mm para tuberías de alcantarillado pluvial y de 200 mm, para el alcantarillado sanitario. En los canales de hormigón armado, la sección transversal mínima será de: 0.90m x 0.90 m (base por altura).

#### **b) Profundidades de la red de alcantarillado**

La red de alcantarillado se diseña a profundidades que permita la evacuación de las aguas lluvias de los niveles más bajos a uno y otro lado de la calzada.

Se considera como profundidad mínima sobre la clave del conducto 1.20 m. En función del tipo de material de la tubería, del tráfico previsto y de la red de alcantarillado sanitario existente.

En casos especiales la profundidad será menor que la mínima, previo a un diseño puntual y justificado.

#### **c) Pozos de revisión**

Se colocarán al inicio de los tramos de cabecera, en los cambios de pendiente, dirección y sección. La máxima distancia entre pozos será de 100 m, excepto cuando la pendiente sea mayor al 10% en cuyo caso la máxima distancia entre pozos será de 80m.

Los pozos de salto se diseñarán para tuberías de hasta 350 mm de diámetro y con un desnivel de máximo 0.70 m. Para cuando se presenten condiciones especiales se diseñan estructuras especiales, justificando su óptimo funcionamiento hidráulico y una fácil operación y mantenimiento.

Los pozos de revisión en general tendrán las siguientes características: el diámetro del cuerpo del pozo será como mínimo 0.90 m. y su estructura de hormigón simple, la abertura superior del pozo será como mínimo 0.60 m y la

tapa generalmente de hierro fundido; el cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta superficie se hará usando un tronco de cono excéntrico.

La profundidad mínima de los pozos cabezales o de inicio en las zonas con presencia de asentamientos o conformación de vías urbanas será de 1.50 m, mientras que, en las zonas no intervenidas y/o de expansión futura será mayor a 2 m, en todo caso, se ha considerado los puntos más bajos del sector que deberán ser drenados.

#### **d) Sumideros**

Los sumideros son estructuras que permiten el ingreso de la escorrentía superficial de las aguas lluvias, se localizan en aquellos sitios de las calzadas, tales como: zonas bajas de acumulación, pasos peatonales, curvas cóncavas en las rasantes de las calles y acceso a puentes, es decir, en aquellos sitios donde por su configuración se prevea acumulación de las aguas.

Estas estructuras, se conectarán directamente a los pozos de revisión más cercanos con una tubería de 200 mm de diámetro.

Los sumideros que se utilizarán en el diseño serán de calzada.

El sumidero de calzada, se caracteriza porque su estructura se ubica desde el borde inferior de la acera, hacia el centro de la calzada, donde las aguas lluvias son captadas a través de una rejilla horizontal, pasando luego hacia una cámara que se conecta directamente con el pozo de revisión mediante una tubería de hormigón simple de 200 mm de diámetro. Estos sumideros poseen una rejilla de hierro fundido móvil, ubicada en la calzada para labores de mantenimiento.

#### **e) Servidumbres de paso**

Para las urbanizaciones y/o barrios que colindan con accidentes naturales (ríos o esteros), se ha previsto una franja de protección de 10 m a cada lado.

**TABLA 4 - 7**  
**PERÍODOS DE RETORNO Y TIPOS DE OBRA**

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (Tr) EN AÑOS
Pavimentos, cunetas, sumideros	2
Colectores	5

**Los interceptores principales** están colocados en los cauces de ríos, quebradas y esteros hacia donde tiene lugar el drenaje natural de cada cuenca, para finalmente conducir las aguas servidas hasta la estación de bombeo "Miraflores", desde donde serán impulsadas hasta las lagunas de oxidación para su tratamiento.

Estas lagunas están ubicadas junto al cauce del río Manta, a 1.500 m aguas arriba del cruce de este río con la vía perimetral.

Luego del proceso de purificación, las aguas servidas se utilizarán para regar los terrenos del valle del río ubicados junto a la planta de tratamiento y el excedente se verterá al río para ser conducida hasta el mar para su disposición final.

La red del sector "Tarqui" fluye a gravedad en su totalidad hasta la estación "Miraflores", pero las redes de los sectores "Manta" y "Los Esteros" utilizan bombes preliminares para llevar el agua recolectada de estas cuencas hasta la estación de bombeo principal.

Para evitar que los costos de bombeo durante los períodos de lluvia se eleven por la presencia de las aguas ilícitas en la red sanitaria se ha diseñado vertederos de exceso que permitirán el desfogue de las aguas de lluvia hacia los cauces de los ríos de la ciudad.

**Los colectores** ubicados junto a los cauces de los ríos y quebradas principales así como de quebradillas y esteros secundarios que cruzan la ciudad entre las viviendas, tendrán pozos de revisión ubicados a distancias no mayores a 100 m.

En las quebradas pequeñas que cruzan entre las viviendas, para mantener abiertos los cauces se construirán pasos peatonales de entre 1 y 2 m de ancho, en los cuales se colocará la tubería sanitaria hasta empatar con la red ubicada en una calle aguas abajo. Si la pendiente es fuerte, los pasos se construirán como escalinatas y en todos los casos se revestirá con hormigón el piso y un pequeño bordillo, para permitir el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.

En las calles en las que por motivos de la topografía del terreno es necesaria la ubicación de la tubería a profundidades superiores a los 3 m, las conexiones domiciliarias se harán a tuberías auxiliares superficiales que descargarán a la tubería principal mediante pozos de caída en la esquina más cercana.

Para que las aguas servidas de los distintos sectores puedan llegar hasta la estación de bombeo Miraflores se han previsto cruces bajo los cauces de los ríos principales que forman el sistema de drenaje natural de la ciudad por ser la única manera de que las aguas servidas fluyan a gravedad hasta esta estación, la misma que permitirá su elevación hasta la planta de tratamiento.

En general la tubería del sistema sanitario estará sobre la del sistema pluvial en las zonas altas, pero en las partes bajas, la tubería pluvial debe colocarse superficialmente para que pueda descargar al mar sin quedar ahogada, mientras que la red sanitaria se colocará más profunda para que pueda llegar a gravedad hasta los cárcamos de la estación de bombeo.

Para el diseño de la red se ha considerado la ubicación de una estructura especial de salto en todos aquellos casos en que el desnivel entre el punto de

entrega de la tubería de llegada a un pozo y el fondo del mismo es superior a 0.90 m.

El caudal de diseño en cada tramo es igual a la suma de las aguas ilícitas equivalentes a 7.60 l/s/Ha., para el sector "Manta" y 4.85 l/s/Ha., para el resto de la ciudad, más el caudal de aguas servidas calculadas en base a una dotación de 250 l/hab./día.

Para un funcionamiento hidráulico óptimo se ha considerado que la relación entre el caudal de diseño y el caudal máximo que puede llevar la tubería no sea mayor a 0.80. Solo en algunos casos especiales se ha permitido que esta relación "q/Q" llegue hasta un valor de 0.85 considerando que esto ocurrirá solo durante los períodos de lluvia.

El diámetro mínimo utilizado en la red es de 200 mm. La máxima velocidad a tubo lleno permitida es de 9 m/s considerando que se utilizará tubería de PVC.

La mínima velocidad calculada solo con caudal de aguas servidas es de 0.45 m/s con lo que se logra tener una tensión tractiva superior a un newton/m<sup>2</sup>, garantizando de esta manera el arrastre de sedimentos y condiciones de auto limpieza de la red.

El mayor diámetro utilizado es de 1.200 mm en el interceptor IT1 junto al río Burro en el subsector ST5.

#### **4.7.2.5 Sectorización**

El área del proyecto se encuentra atravesada en sentido Sur - Norte por los ríos Manta, Burro y Bravo, estos determinan la existencia de tres cuencas principales que conforman el sistema de drenaje natural de la ciudad.

La parte occidental de la cuenca del **río Manta**, con algunas áreas de la ciudad que incluye la parte antigua y comercial de la misma, ha sido considerada como el sector "**Manta**" y estará servido por una red propia.

La cuenca del **río Burro** ocupa la parte central del proyecto y corresponde a las parroquias Tarqui y Eloy Alfaro denominado como sector "**Tarqui**" y estará servida por una red propia. En este sector se ha considerado la margen oriental del río Manta, la cuenca del río Bravo que ocupa la franja oriental de la ciudad desde el barrio Leonidas Proaño en la parte superior hasta la zona del aeropuerto y limita al Este por la Vía de Circunvalación y ha sido agrupada para el diseño como sector "**Los Esteros**", que estará servido por una red independiente.

##### **a) Red del sector Manta**

El costado occidental, así como la parte alta del sector está ocupado por barrios residenciales que corresponden a una densidad de población baja de 30 hab. /Ha, mientras que hacia la parte oriental predominan densidades altas de 185 hab. /Ha., y 325 hab. /Ha.

Hacia el extremo occidental existe el barrio Jesús de Nazaret, ubicado en la parte superior de la franja, podrá contar con una red de recolección de aguas servidas que descargue a gravedad hacia las lagunas de oxidación, mientras que los barrios Colegio Manabí y Petroecuador deberán utilizar bombeo para elevar sus desechos líquidos hacia las lagunas o implementar un sistema de tratamiento propio.

Como todo el sector se encuentra al costado occidental del río Manta, incluyendo la estación de bombeo "Miraflores", la red diseñada no requiere de cruces subfluviales para llevar las aguas servidas hasta dicha estación de bombeo.

Se ha considerado un cruce aéreo de un interceptor sobre la quebrada que baja desde las instalaciones de la Cruz Roja, en su desembocadura al mar junto a la Escuela de Pesca.

Desde este punto, este interceptor recorre paralelamente a la playa protegido por un enrocado, recogiendo las aguas servidas del barrio Umiña hasta llegar a la estación de bombeo "Umiña" ubicada frente a la playa en el sector del Hotel Oro Verde, desde donde estas aguas son elevadas hasta el pozo M1360 para desde allí fluir a gravedad por el colector Malecón hasta la estación "Miraflores".

Las aguas servidas del extremo occidental que provienen del subsector "SM2" llegan a una estación de bombeo junto al Servicio de Vigilancia Aduanera que las elevará hasta el pozo M559, desde donde pueden fluir a gravedad hasta la estación de bombeo "Umiña".

Por la extensión del sector, para efectos de diseño se lo ha dividido en cuatro sectores.

**A1) El sector "SM1"** comprende la parte sur - occidental de la ciudad con los barrios Manta 2000, Barbasquillo y Jesús de Nazaret.

Cubre un área de 49 Has., y sirve a una población de 1.905 hab.

En total se han utilizado 165 pozos y 9.913 m de tubería de distintos diámetros (250, 400 mm).

**A2) El sector "SM2"** comprende a los barrios de la parte nor - occidental de la ciudad, VIPA, Barbasquillo, Complejo Umiña Tenis Club, Julio Pierregrose y Lomas de Barbasquillo.

Cubre un área de 59.45 Has. Tiene una población de 297 hab. Es una urbanización nueva con pocas construcciones y descarga sus aguas servidas en la estación de bombeo "Servicio de Vigilancia Aduanera".

Ha sido necesario utilizar 3 pozos de salto para conectar esta tubería al colector principal. En total la red incluye 160 pozos y 8.418 m de tubería de varios diámetros.

**A3)** El **sector "SM3"** comprende los barrios de la parte nor - occidental de la ciudad, Ciudadela Universitaria, Umiña 2, ULEAM, Las Acacias, Pedro Balda, Umiña y Algarrobos.

Cubre un área de 100.28 Has., y una población de 6.209 hab.

En total se han utilizado 393 pozos y 22.796 m de tubería de varios diámetros.

**A4)** El **sector "SM4"** comprende a los barrios del centro y sur de la parroquia Manta, Centro de Manta, Murciélago, 24 de Mayo, Royal, Mercado Central - Río Guayas, Córdova, 8 de Enero, La Dolorosa, 10 de Agosto, Los Almendros, Santa Marianita, Perpetuo Socorro, Santa Fe, Ciudadela Naval – San Rafael, Santa Mónica, 8 de Abril, 5 de Junio y Santa Martha.

Cubre un área de 557.69 Has., y una población de 66.983 hab. Es el sector más poblado de la parroquia Manta.

En total se han utilizado 2.665 pozos y 153.486 m de tubería de varios diámetros incluyendo 700 mm, 800 mm y 900 mm.

#### **4.7.2.6 Estaciones de bombeo**

##### **4.7.2.6.1 Estación de bombeo Vigilancia Aduanera**

Recibe las aguas servidas provenientes del pozo M927 mediante una tubería de 200 mm, que se encuentra ubicado a unos 10 metros de la estación en la calle 54-A y el local donde funciona el Servicio de Vigilancia Aduanera.

Para proceder al cálculo se ha impuesto diámetros que den una velocidad del flujo en la tubería de alrededor de 1 m/s, que resultan ser de 50, 75 y 90 mm, asumiéndose en base a la presión estática, superior a los 27 m.c.a., sea de polivinilo cloruro, con un espesor de pared de dicha tubería correspondiente a una clase adecuada a soportar la presión interna a producirse.

##### **4.7.2.6.2 Estación de bombeo de Umiña**

Está ubicada en la zona de Umiña, contigua a la zona del Hotel Oro Verde, recoge las aguas servidas y pluviales provenientes de la zona circundante, antes de ingresar a la estación se produce una separación de caudales que permite evacuar las aguas lluvias en un punto cercano.

La necesidad de esta estación se debe a la existencia de un accidente topográfico, exactamente una hondonada que termina en el mar. El caudal es entregado por una tubería de 200 mm de PVC que proviene del pozo M3602, ubicado a 15 metros de la estación y frente al mar.

La línea de impulsión está constituida por una tubería de polivinilo cloruro (PVC) nueva de 200 mm de diámetro con una longitud de 317.15 m.

Los diámetros de las válvulas y accesorios son de 150 mm, de hierro fundido, en el pozo de bombeo y 200 mm en la descarga, como se indican en la hoja de cálculo. Las descargas de cada bomba se conectan en un múltiple común, conforme se muestra en los planos respectivos.

#### **4.7.2.6.3 Estación de bombeo Los Esteros**

Existen estaciones de bombeo de doble función, cuya función es separar los caudales pluviales y de las aguas servidas y transportarlos a su lugar de destino. Es conveniente recordar que los caudales pluviales provienen de sectores aledaños a la estación y que por la profundidad del colector combinado no es posible descargarlos directamente a los ríos.

Está ubicada en la zona conocida como Los Esteros; se ha diseñado para que sea implantada en el mismo terreno que la estación de bombeo actual, que por otra parte es la única que servirá para la nueva estación.

La necesidad de esta estación se establece en razón de la profundidad alcanzada por el colector de recolección correspondiente a esta zona, que obligaría a profundizar aún más la estación de bombeo de Miraflores, donde finalmente llegan las aguas, y a incrementar notablemente las alturas de bombeo tanto de las aguas pluviales a su descarga y de las aguas servidas a la zona de tratamiento.

Las aguas servidas bombeadas por esta estación son transportadas al pozo de revisión No. E1992 y de ahí a gravedad a la estación de Miraflores.

Al ingresar en los terrenos de la estación, las aguas combinadas ingresarán a una estructura que nos permita separar los caudales pluviales de los sanitarios. Una vez efectuada esta operación las aguas son transportadas a su respectiva cámara de bombeo.

#### **4.7.2.7 Tratamiento de aguas residuales**

Las lagunas de tratamiento se encuentran ubicadas al Sur Occidente de la ciudad de Manta, a 1200 m de la vía de circunvalación, junto al Río Manta, muy cerca a la vía que comunica a San Juan Manta, en una cota aproximada de 13 msnm.

El tratamiento ocupa un área total de 25 Has., en este valor se incluye 18.7 Has., efectivas de área de lagunas, taludes, espacios de seguridad, edificaciones para vivienda, laboratorio y estación de bombeo de parte del efluente hasta la presa de Los Gavilanes, agua que se utiliza para riego.

Las lagunas se disponen en dos módulos, cada módulo se compone de lagunas anaeróbica, facultativa y pulimento conectadas en serie, el área efectiva de cada módulo es de 9,36 Has.

La calidad microbiológica del agua residual doméstica alcanzada en el proceso de tratamiento permitirá su descarga directa al río Manta o el reuso en el riego

de 200 Has., de un parque ecológico que se ubicaría entre las lagunas y la población de San Juan Manta, lo cual se justifica considerando las condiciones de clima seco y la no disponibilidad de agua en el sector.

La construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el sector de San Juan no provocaría conflictos sociales por la oposición de la población, debido a que las obras se ubicarán a 1 Km. de los sectores poblados, junto a las lagunas existentes, lugar donde se dispone del área requerida, la cual no ha sido explotada con cultivos importantes.

Sin embargo, las crecidas del río Manta, constituyen el principal riesgo natural que podría afectar a las lagunas, el agua podría erosionar los taludes o inundar el sector, para controlar este riesgo, se rectificará el cauce del río, como se indica en el plano de implantación de lagunas y se construirán muros de gaviones, los cuales evitarán la entrada del agua.

Igualmente, por la zona donde se construirán las nuevas lagunas, atraviesa el poliducto Pascuales - Manta, esta línea afecta la implantación de las lagunas y se ha considerado un retiro mínimo de 20 m a cada lado del poliducto.

La cobertura poblacional con sistema de tratamiento al final del período de diseño es de 276.362 habitantes, equivalente al 95% de la población total de esa fecha.

**Cuadro 4 - 14**  
**Módulos de tratamiento**

Etapa	Año Horizonte	Caudal planta de tratamiento por etapa (l/s)	Módulos Q (l/s)
PRIMERA	2012	426.1	4x110
SEGUNDA	2022	73.8	1x60
TERCERA	2032	60.0	1x60
<b>TOTAL</b>		<b>559.9</b>	<b>560.0</b>

A partir de la estación de bombeo de Miraflores, el agua residual se impulsara hasta las lagunas mediante dos líneas independientes, las cuales se conectarán a una cámara repartidora de caudales, con el objeto de permitir el ingreso de agua con seguridad y evitar que las unidades de tratamiento se queden sin agua, en el caso de que una de las líneas no funcione.

#### **4.7.2.7.1 Calidad de las aguas servidas**

Los valores de carga orgánica, DBO<sub>5</sub> de 110 y 192 mg/l y concentración de coliformes de  $2.1 \times 10^8$  y  $2.2 \times 10^7$  NMP/100ml, determinados en las muestras de agua residual, recolectadas en los Barrios Manta 2000 y Umiña, respectivamente, corresponden a agua residual de origen doméstico, en un rango de composición orgánica media - fuerte.



Las muestras tomadas en las Estaciones de Bombeo de agua residual, reportan valores de DBO<sub>5</sub>, que varían de 1000 a 2500 mg/l y coliformes fecales de  $2.1 \times 10^5$  a  $7.0 \times 10^{11}$  NMP/100ml, valores considerados altos en comparación con los que reporta la bibliografía para agua residual de origen doméstico.

Los valores altos de carga orgánica y coliformes fecal se deben a que éste se encuentra influenciado por descargas incontroladas de origen industrial (principalmente de la industria de pescado), que aporta con una fuerte contaminación orgánica.

A fin de controlar los efectos que sobre el tratamiento puedan tener las descargas de origen industrial originadas por mal manejo del tratamiento en cada industria, para el diseño de las unidades, se utilizará el valor de carga orgánica Per - cápita de 60 g/hab./día para el diseño de sistemas de tratamiento, con un aporte de aguas residuales de 175 l/hab./día se tiene una DBO de 343 mg/l, valor superior al determinado en las muestras de aguas residuales de los Barrios Manta 2000 y Umiña.

#### **4.7.2.7.2 Normas para descargas de aguas servidas**

El Reglamento para el Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua, en el Art. 20, indica la calidad microbiológica de las aguas residuales domésticas que se pretenden emplear para riego de cultivos, estableciéndose un valor máximo admisible de coliformes fecales de 1000 NMP/100 ml.

La Organización Mundial de la Salud, reunión de Ginebra, 1989, establece el nivel de calidad y el proceso de tratamiento a implementarse de acuerdo con el grupo expuesto y las condiciones del aprovechamiento del cultivo, recomendando:

**Categoría B Riego** de cultivos de cereales industriales y forrajeros, praderas y árboles, grupo expuesto, trabajadores, el tratamiento debe realizarse mediante lagunas con tiempo de retención mínimo de 10 días, para conseguir que el número de nemátodos intestinales en el efluente, sea menor a 1 huevo por litro.

Respecto de las descargas de alcantarillado, el Reglamento indica las características que deben reunir las aguas residuales que se van a descargar a un cuerpo receptor, estableciéndose que el tratamiento a implementarse debe ofrecer una eficiencia mínima en remoción de DBO<sub>5</sub> del 80%.

#### **4.7.2.7.3 Ccuerpo receptor**

El excedente del caudal de agua tratada que no se utilice en riego se descargará en el Río Manta, cuerpo receptor que drena una importante cuenca de 290 Km<sup>2</sup>, la longitud del cauce principal es de 47 Km., la descarga se realizará en el curso bajo del río, a 5 Km., de la desembocadura en el océano y a 1 Km., de los lugares poblados, en una altitud media de 10 msnm.

De acuerdo con el Informe Hidrológico, los caudales del río Manta obedecen al régimen pluvial, es decir existe una respuesta muy rápida de la lluvia con el escurrimiento. Los meses con escurrimiento son enero, febrero, marzo y abril, para el año normal, los demás meses pertenecen a la temporada seca que prácticamente carece de escurrimiento.

Sin embargo, cuando se producen los fenómenos climáticos de El Niño y de La Niña, dicho escurrimiento se altera, no siendo difícil que se produzcan meses de verano con abundante escurrimiento y meses totalmente secos en pleno invierno.

Los caudales medios anuales varían mucho, siendo el máximo de 1.43 l/s (año 1983), el medio de 0.409 m<sup>3</sup>/s (año 1994) y el mínimo de 0.040 m<sup>3</sup>/s. Estos valores son para el caso del río Manta en la desembocadura al mar, es decir, incluye al río Burro.

El caudal máximo mensual (absoluto) es de 3.13 m<sup>3</sup>/s (enero de 1998), el medio mensual es de 0.409 m<sup>3</sup>/s y el mínimo mensual, absoluto, es de 0.00 m<sup>3</sup>/s.

El caudal pico de crecida obtenido mediante el modelo hidrológico HIDRO1 es de 322,7 m<sup>3</sup>/s.

Los caudales de agua residual producidos por la ciudad de Manta son: al inicio del período de diseño, 0.356 m<sup>3</sup>/s (año 2003) y al final 0.560 m<sup>3</sup>/s (año 2032), comparados estos caudales con el caudal medio anual y mensual del río Manta, se determina que la dilución en época de verano sería baja y durante varios días, por el curso del río fluiría solamente el caudal de agua residual tratado. En época de invierno, la dilución sería mayor y se produciría una limpieza del cauce del río.

#### **4.7.2.7.4 Niveles de tratamiento**

En conocimiento de las características del cuerpo receptor y su entorno, el sistema de tratamiento a diseñarse permitirá:

- a) Llegar a una eficiencia en la reducción de la DBO<sub>5</sub> mínima del 80%; y,
- b) El área disponible en el sector de San Juan, para el tratamiento es el que regula el nivel de coliformes en el efluente, bajo esta consideración el nivel de coliformes al que se llegará en el efluente será menor a 5000 NMP/100ml.

El grado de remoción de la carga orgánica y coliformes fecales propuesto, se logrará a través de módulos de lagunas de estabilización; cada módulo estará compuesto por una laguna anaeróbica, una facultativa y una de pulimento, conectadas en serie, a construirse en tres etapas, en el sector de San Juan.

#### 4.7.2.7.5 Diseño de las lagunas de tratamiento

##### a) Lagunas anaeróbicas

Este tipo de lagunas soporta altas cargas orgánicas y los sólidos se reducen por sedimentación, razón por lo que se ubican al inicio de la serie de lagunas de tratamiento.

La eficiencia de remoción de carga orgánica es del 50%, no son eficientes en la remoción de coliformes por lo que a continuación se deben construir lagunas facultativas y de pulimento para mejorar la calidad del efluente.

La profundidad total de estas lagunas es de 3.5 m, profundidad en la cual se incluye 0,50 m de seguridad, aproximadamente 0,50 m de altura para lodos y 2,5 m de altura efectiva de agua.

El volumen de lodos se obtiene, considerando un aporte de 40 l/hab./año, de acuerdo de la SSA. Los períodos de limpieza promedios se establecen en 4 años, al final de los cuales, la laguna saldrá fuera de operación hasta que se realice su limpieza.

##### b) Lagunas facultativas

Con el propósito de mejorar la calidad del efluente que proviene de la laguna anaeróbica a continuación se ubica una laguna facultativa, cuyo diseño se realiza considerando los siguientes aspectos:

- En el Informe Climatológico de Manta se determina que la temperatura del aire del mes más frío ha ocurrido en julio de 2006, con  $T_{ai} = 21.8^{\circ} \text{C}$ .
- La temperatura superficial media del agua puede ser estimada mediante la correlación (condiciones tropicales),  $T_s = 10.966 + 0.611 * T_{ai}$ ,  $T_s = 24.3^{\circ} \text{C}$ , este resultado es ligeramente mayor al valor medido en las estaciones de bombeo Los Esteros y Miraflores, con  $24^{\circ} \text{C}$ , en octubre de 2006, época de verano, por lo que en el presente diseño se justifica utilizar la temperatura media del agua del mes más frío equivalente a  $24^{\circ} \text{C}$ .

La carga de diseño adoptada corresponde al 90% de la carga máxima con el objeto de contrarrestar caídas en la eficiencia, debido a variaciones de temperatura o sobrecargas por el ingreso de aguas con desechos industriales.

La profundidad total adoptada para la laguna es de 2,5 m, altura en la que se incluye 0,50 m de altura de seguridad y 2,0 m de altura de agua efectiva, la pendiente fijada para el talud es de 1V:2H, relación que depende de las características del suelo.

El área de la laguna se determina en función del DBO Total a removerse y de la carga superficial adoptada.

En estas unidades se logra reducir 2 o 3 niveles logarítmicos de coliformes, es decir el efluente tiene un nivel de  $10^5$  o  $10^6$  NMP/100ml, siendo necesario complementar el tratamiento, en este caso mediante lagunas de pulimento.

### **c) Lagunas de pulimento**

Estas lagunas tienen como objetivo principal reducir el nivel de coliformes.

La profundidad total adoptada para esta laguna es de 1,7 m, considerando una altura de seguridad de 0,5 m, la profundidad efectiva del agua es de 1,2 m.

Para determinar la mortalidad de bacterias - coliformes se utiliza el modelo de flujo disperso, indicado anteriormente, considerando un incremento de la temperatura del agua en las lagunas de  $1^{\circ}$  C.

Para la remoción de DBO se usa la siguiente correlación de carga, expresión recomendada para laguna terciaria.

### **d) Disposición final del agua tratada**

El efluente de las lagunas de estabilización se utilizará en el riego de cultivos y de un parque ecológico que se construirá a futuro. El excedente del caudal que no se utilice en riego se descargará al río Manta.

A fin de evitar el contacto de personas y viviendas con aguas residuales tratadas que fluyan por el río Manta, se deberá establecer los límites de seguridad en sus márgenes, evitar la construcción de nuevas viviendas dentro de dicho límite y reubicar las viviendas existentes.

### 4.7.3 Alcantarillado pluvial

#### 4.7.3.1 Áreas de servicio

Manta tiene un área de servicio con sistema de alcantarillado pluvial de 450 Has., repartidas en los barrios ubicados junto a la franja costera.

El resto del área consolidada de la ciudad que cubre una superficie de 2.407 Has., no cuenta con ningún sistema para el control y evacuación de las aguas de origen pluvial las mismas que en períodos de lluvia escurren libremente por las calles siguiendo la pendiente del terreno hasta alcanzar las quebradas y los ríos que constituyen el sistema de drenaje natural de la ciudad erosionando las calles de tierra y formando en muchos casos canales y zanjas que dificultan e impiden el tránsito vehicular.

- **Cuenca del río Manta:** la parte urbana de esta cuenca corresponde al sector central de la ciudad y tiene una superficie de 685 Has., la parte occidental es la meseta que comprende la parte más desarrollada de la ciudad, que por su topografía escurre las aguas producto de la precipitación pluvial hacia el mar y en menor proporción hacia el río;
- **Modelación hidrológica de la cuenca del río Manta:** para la generación de los caudales a utilizarse en el estudio del control de inundaciones de la cuenca baja del río Manta se ha realizado un análisis de la cuenca alta hasta el sitio de la vía Circunvalación.

Esta vía se ha constituido en una presa de embalse debido a que tiene una altura aproximada de 7 m sobre el cauce del río Manta y por la que se puede laminar el caudal proveniente de la cuenca alta a través del estrangulamiento ocasionado por los 4 vanos de alcantarillas de 3,60 m de ancho y 2,10 m de alto y una longitud de 35 m

Para este propósito se divide la cuenca del río Manta en subcuencas, tomando como referencia los principales afluentes que son: río Manta, estero Los Bajos, estero Dos bocas y río Lechugal y los tránsitos de los hidrogramas hasta llegar a la vía Circunvalación.

La longitud total de las calles canal es de 12.590 m y el área total de aportación es de 218,8 Has.

Para facilitar el escurrimiento y evitar que se formen pozas en las calles canal se deben hacer modificaciones en la rasante mediante cortes o rellenos.

- **Cuenca de la Ciudadela Universitaria:** que es la más occidental y la más pequeña de las cuencas de drenaje. Su área aproximada es de 208 Has. Está formada por tres subcuencas (quebradas) que cruzan en dirección Sur - Norte y desembocan en la playa;

Estas calles descargan a las quebradas que finalmente llegan al mar.

La longitud total de las calles canal analizadas es de 2.846 m y el área total de la aportación es de 41,65 Has.

- **Tarqui:** esta cuenca evacua las aguas de escurrimiento superficial directamente al mar;

La longitud total de las calles canal analizadas es de 12.265 m y el área total de aportación es de 153,64 Has.

- **Cuenca del río Burro:** la cual junto con Tarqui alcanzan un área de 1.025 Has., que se localizan en el sector urbano de Manta;

La longitud total de las calles canal es de 22.918 m y el área total de aportación es de 294,92 Has.

- **Modelación hidrológica de la cuenca del río Burro:** Para generar el caudal en la cuenca alta del río Burro, se procede de manera similar a la realizada en el río Manta, dividiéndose la cuenca en subcuencas hasta el sitio de la vía Circunvalación.

Para este propósito se han considerado los principales afluentes del río Burro: río Burro en el sitio Los Corrales y Colorado, la quebrada que cruza el barrio Horacio Hidrovo y la quebrada que cruza el barrio Las Cumbres, procediendo luego a realizar los tránsitos hasta el cauce principal del río Burro. Los sitios en los cuales se ha generado el caudal son: barrio Quince de Abril, barrio María Auxiliadora y el barrio Las Cumbres.

- **Cuenca del río Bravo:** que es la más oriental de la ciudad. La parte urbana alcanza una superficie de 1.512 Has.

El sistema pluvial debe corresponder a un drenaje superficial que en lo posible no requiera de conexiones domiciliarias.

El sistema implica la utilización de las calles (calles canal) como canales rectangulares abiertos con una lámina de agua inferior a la altura de los bordillos.

En lo posible se conducirán las aguas al cauce natural más cercano, evitando que se acumulen grandes caudales de difícil manejo y sólo en los casos en que sea inevitable, se colocarán colectores al centro de la calle.

Se procederá a colocar cunetas en ambos costados de la calzada provistas de rejillas en la parte superior para conducir el flujo en estos tramos e inclusive en algunos tramos ha sido necesario colocar rejillas transversales con tuberías que permitan superar las ondulaciones topográficas de las calles para mantener un flujo continuo del drenaje superficial por las vías.

El nuevo sistema de alcantarillado pluvial considera la instalación de interceptores, rejillas y sumideros para evacuar la escorrentía por gravedad directamente hacia el mar, ríos aledaños y cauces de esteros y quebradas.

La concepción técnica del sistema de alcantarillado pluvial está conformada por dos sistemas de conducción:

- Escurrimiento superficial con diseño de calles canal por las vías, con menor requerimiento de tuberías y menor destrucción de las vías que actualmente están pavimentadas;
- Flujo a través de redes compuestas de colectores de hormigón fabricados in situ o la instalación de tuberías de hormigón armado.

La longitud total de las calles canal es de 28.661 m y el área total de aportación es de 358,4 Has.

#### **4.7.3.2 Condiciones de diseño**

##### **a) Colectores y Calles Canal / Periodo de retorno Tr.**

Para el diseño del escurrimiento superficial en las calles canal, se ha considerado un periodo de retorno de 5 años y se chequea que el calado de agua no sobrepase una altura que sería riesgosa para el tráfico peatonal y vehicular. Esta altura se estableció en 8 cm.

Para verificar que el calado de agua no sobrepase la altura máxima de los bordillos (establecida en 15 cm) se adopta un periodo de 10 años. A esta consideración se llegó tomando en cuenta la poca frecuencia de lluvias en la ciudad de Manta lo que implica que el alcantarillado funcionaría eventualmente máximo durante cuatro meses en el año, logrando que el diseño no se encarezca demasiado.

En cuanto a los colectores, el periodo de retorno considerado fue de 10 años, igualmente tomando en cuenta razones económicas y de seguridad.

##### **b) Coeficiente de escorrentía (c)**

Se determinó un coeficiente de escorrentía de 0,80 para las zonas de alta densidad poblacional (Manta Centro). También se tomó en cuenta que no habrá conexiones domiciliarias de los inmuebles a la red pluvial. Es decir, habrá agua que quede como remanente mayormente en los patios de las casas que no irá a la red pluvial.

Esta es la razón por la cual para efectos de este diseño se decidió bajar el coeficiente de escorrentía de 0,80 a 0,75.

Igualmente, para las zonas de baja densidad poblacional (Tarqui, Los Esteros, Ciudadela Universitaria) originalmente se definió un coeficiente de 0,65, pero por la misma razón anterior, se decidió bajarlo a 0,60.

En las áreas aportantes fuera del área consolidada se ha utilizado un coeficiente de escorrentía de 0,25 por tratarse de laderas con cobertura vegetal y ningún tipo de recubrimiento impermeable.

Si se considera un período de retorno de 10 años y un coeficiente de escurrimiento de 0,75, se establece un caudal de 214 l/s/ha, aproximadamente.

En el diseño de la red pluvial se considerará el empleo de varias descargas a los cauces de los ríos y quebradas que cruzan la ciudad con el objeto de obtener subsistemas independientes que no generen caudales muy altos para que los conductos a diseñarse no requieran de grandes dimensiones. Con esto se dará cumplimiento a la recomendación de que al utilizar el método racional no se consideren áreas de aportación mayores a 10 Km<sup>2</sup>.

Para garantizar que el flujo ocurra siempre bajo condiciones de presión atmosférica y para tener un margen de seguridad, el dimensionamiento de las tuberías se ha hecho de tal manera que el caudal de diseño nunca supere el 80% del caudal a tubo lleno.

Las rejillas se colocan donde terminan las calles canal y empiezan los colectores; además en los lugares donde el escurrimiento superficial es inmanejable porque el calado de agua en la calle canal es muy alto y causaría problemas al tráfico vehicular y peatonal, e incluso a los inmuebles que están por debajo de las cotas del pavimento.

En función del caudal aportante se determina el número de sumideros o si fuere necesaria la instalación de rejillas transversales a más de los longitudinales. En este último caso, el 60 % del caudal será captado por la rejilla transversal que funciona como rejilla principal y el resto del caudal se reparte entre las dos rejillas longitudinales.

Se utilizará un sumidero tipo que tendrá las siguientes dimensiones: ancho = 0,50 m y longitud = 0,60 m.

#### **d) Colectores**

##### **• Datos de entrada**

Para el diseño de los colectores hay que proporcionar los siguientes datos:

- Número de tramo;
- Pozo de aguas abajo;
- Cota del terreno;
- Longitud del tramo;
- Área de aporte;
- Número de tuberías que ingresan al tramo;
- Angulo de deflexión respecto al siguiente tramo;
- Número de tramo aguas abajo.



- **Datos de salida**

El programa de diseño de los colectores proporciona los siguientes resultados

- Número de tramo;
- Número de pozo aguas arriba y aguas abajo;
- Tubería: Diámetro y Longitud;

- **Resultados hidráulicos:**

- ❖ Área parcial aportante;
- ❖ Coeficiente de escurrimiento;
- ❖ Área aportante acumulada;
- ❖ Tiempo de concentración;
- ❖ Intensidad de la lluvia;
- ❖ **Caudales:** de diseño y a sección llena;
- ❖ Pendiente del tramo;
- ❖ Velocidad: diseño y sección llena;
- ❖ Relación Y/D.

- **Resultados geométricos:**

- ❖ **Cota terreno:** aguas arriba y aguas abajo;
- ❖ **Cota invert:** aguas arriba y aguas abajo;
- ❖ **Cortes:** aguas arriba y aguas abajo;
- ❖ Salto de solera;
- ❖ Tramo siguiente.

El programa fue utilizado para:

- Armado de la red;
- Evaluación física total de tubería y detección de problemas.

Se tomó en cuenta que la relación Y/D no sobrepase de 0,8. Si esto ocurría, se elegía otro diámetro de tubería mayor para garantizar también que ésta funcione a gravedad.

#### **4.7.3.2.1 Colector 1m**

Este colector es el más largo en la ciudad de Manta y recibe el afluente de cuatro calles canal:

- Calle 12 desde la Avenida 18 hasta la Avenida 10, e ingresa en el pozo 141;
- Calle 13 entre las Avenidas 18 y 7 e ingresa en el pozo 145;
- Calle 14 entre las Avenidas 13 y 7 e ingresa en el pozo 149;
- Calle 18 entre las Avenidas 24 y 21, e ingresa en el pozo 123.

El recorrido comienza en la intersección de la calle 14 y avenida 30, continúa por la avenida 20, calle 15, avenida 10, luego gira 90°, atraviesa los predios para salir en la avenida 6, termina su recorrido en la calle 15 atravesando la avenida Jaime Chávez y descargar en el mar junto a la capitanía de puerto después del pozo 159.

Los tramos 35, 38 y 50 atraviesan los predios de tres manzanas por ser la parte más profunda del colector en todo el terreno circundante.

Este colector tiene un desnivel de 32 m entre el invert del primer y último pozo, cubre 68 Has., y tiene una longitud de 2.876 m, que incluye los ramales secundarios. Los diámetros de las tuberías varían desde 300 mm hasta los 2.000 mm.

#### **4.7.3.2.2 Colector 2m**

Este colector recibe el afluente solo de la Calle canal 11 desde la Av. 27 hasta la Av. 22 e ingresa en el pozo 202.

El trazado realizado comienza en la Av. 22 y Calle 11, continúa por la Av. 18, calle 10, Av. 13 y calle 9; colector que cruza frente al Municipio y descarga en el mar después del pozo 229.

El último tramo de este interceptor atraviesa el parque de la Armada para realizar su descarga directamente al mar y no hacerlo en la Poza que se encuentra ubicada frente al Municipio y el Parque a la Madre, por ser una zona más baja y que actualmente tiene problemas para descargar el efluente de esa zona comercial.

Este colector cubre 30 Has., y tiene una longitud de 1.198 m, incluido los ramales secundarios. Los diámetros de las tuberías varían desde 300 mm hasta los 1.800 mm; y tiene un desnivel de aproximadamente 26 m entre el invert del primero y último pozo.

#### **4.7.3.2.3 Colector 3m**

Este interceptor no recibe el afluente de una calle canal de gran magnitud.

El trazado realizado en este colector comienza en la Av. 14 y continúa por la Calle 7, Av. 13 y Calle 6; este colector cruza frente al Terminal Terrestre, el Banco Central y EAPAM y finalmente descarga en La Poza después del pozo 316.

Este colector cubre 12 Has., y tiene una longitud de 806 m, incluidos los ramales secundarios. Tiene un desnivel de 17,44 m entre el invert del primer y último pozo y las tuberías tienen diámetros que varían desde 300 mm hasta los 1.400 mm.

#### **4.7.3.2.4 Colector 4m**

Este colector no recibe el afluente de una calle canal de gran magnitud.

El trazado recorre la Calle 4; y este interceptor cruza frente a la Industria INEPACA y descarga en La Poza después del pozo 412.

Esta red es la más pequeña en la ciudad de Manta cubre 6 Has., y tiene una longitud de 506 m, incluido los ramales secundarios. Incluye tuberías cuyos diámetros van desde 500 mm hasta los 1.200 mm.

Tiene un desnivel de apenas 1,90 m entre el invert del primero y último pozo, los diámetros de sus tuberías varían entre 500 mm y 1200 mm; siendo éstas un inconveniente para la descarga cuando la marea sea alta.

Los colectores cubren un área de 160 Has., para la ciudad de Manta y se han diseñado de tal manera que no se topen las tuberías del alcantarillado sanitario en los cruces con éstas.

La calle Jaime Chávez Gutiérrez (El Malecón) recibe el aporte de pequeñas áreas el cual será evacuado hacia el mar mediante tuberías. Estos pequeños colectores se denominan desde la JC-1 hasta la JC-6.

- **Sector de Ciudadela Universitaria**

Aquí se ha construido una alcantarilla de 1,40 m x 1,40 m que recolecta las aguas de la Ciudadela Universitaria para descargarlas en la quebrada que se origina en el Hospital Rodríguez Zambrano y las lleva al Océano Pacífico junto a la Escuela de Pesca (Estepe).

Este colector recibe el afluente de 2 quebradas:

La **quebrada 1** se encuentra a la derecha de la Ciudadela Universitaria con una longitud de 1,55 Km., y una cobertura de 62,34 Has.

La **quebrada 2** pasa por el Colegio 4 de Noviembre, tiene una longitud de 1,075 Km., y una cobertura de 58,4 Has.

El trazado para este colector comienza y termina en la Prolongación de la Calle Flavio Reyes; y descarga después del pozo 903. Esta descarga finalmente va hacia el mar.

- **Sector de Tarqui**

Se ha decidido cambiar el trazado de los dos colectores diseñados en primera instancia dividiéndolos en tres para evitar los cruces de las tuberías de alcantarillado pluvial con las de alcantarillado sanitario.

Este colector recibe el afluente de cuatro calles canal:

- Calle 116 desde la Av. 111 que ingresa en el pozo 502;
- Calle Canal 115 desde la Av. 111 que ingresa en el pozo 506;

- Calle Canal 114 desde la Av. 110 que ingresa en el pozo 509;
- Calle Canal 110 desde la Av. 110 que ingresa en el pozo 513.
- **Primer colector:** El recorrido comienza en la Calle 116, continúa por la Av. 108 y termina en la Calle 110, que cruza frente a los tanques de CEPE y descarga en el mar después del pozo 521.

Este colector cubre 31 Has., y tiene una longitud de 1.077 m, que incluye los ramales secundarios. Tiene un desnivel de 11 m entre el invert del primer y último pozo, con diámetros de tuberías que van desde 500 mm hasta los 1.600 mm.

- **Segundo colector:** Este colector es el más largo en Tarqui y recibe el afluente de las siguientes calles canal:
  - Calle Canal que comienza su recorrido en la Av. 113 e ingresa en el pozo 602;
  - Calle Canal que recorre la Av. 110 hasta la calle 119 e ingresa en el pozo 602;
  - Calle Canal desde la Av. 113 hasta la Av. 110 e ingresa en el pozo 603;
  - Calle Canal que empieza a la altura del Estadio Jocay e ingresa en el pozo 603;
  - Av. 108, desde la calle 121 e ingresa en el pozo 612;
  - Calle Canal desde la Av. 110 hasta la Av. 108 e ingresa en el pozo 613;
  - Calle Canal desde la Av. 111 hasta la Avenida 108 e ingresa en el pozo 616;
  - Calle Canal 117 desde la Av. 111 hasta la Av. 108 e ingresa en el pozo 617.

El recorrido comienza en la Av. 110, continúa por la Av. 108 y termina en la Calle 115; este colector que cruza frente al IESS antes de descargar en el mar después del pozo 625.

Este colector tiene un desnivel de 13,40 m entre el invert del primer y último pozo, cubre 71 Has., y tiene una longitud de 1.494 m, que incluye los ramales secundarios. Los diámetros de las tuberías varían desde 300 mm hasta los 2.000 mm.

- **Tercer colector:** Este colector recibe el afluente de dos calles canal:
  - Calle Canal que se une a la Calle Canal T-07
  - Calle Canal que recorre por la Av. 113 desde la calle 118, continúa por la calle A, Calle 109, Av. 108 e ingresa en el pozo 702.

El trazado para este colector comienza y termina en la Calle 108 y descarga en el mar frente al Parque del Marisco después del pozo 705.

Este colector es el más pequeño en la parroquia de Tarqui, cubre 30 Has., y tiene una longitud total de 254 m. Tiene un solo diámetro de tubería -1.600 mm - y un desnivel de 1,60 m entre el invert del primer y último pozo.

Este colector recibe el afluente de la calle canal que recorre la calle 119.

El trazado para este colector comienza en la Calle 119 y Av. 102, junto al Cuerpo de Bomberos y descarga en el mar después del pozo 803.

Este colector es el más pequeño en la parroquia de Tarqui, cubre 15 Has., y tiene una longitud de 141,24 m. Tiene un solo diámetro de tubería -1100 mm - y un desnivel de 1,70 m entre el primer y último pozo.

- **Cuenca del río Bravo**
- **Colector 1br**

Este colector comienza y termina en la Calle Los Claveles y descarga en el río Bravo después del pozo 103br.

Este colector cubre 9 Has., y tiene una longitud total de 103,81 m. Los diámetros de las tuberías varían desde 500 mm hasta los 1.200 mm; y un desnivel de 0,60 m entre el invert del primer y último pozo.

- **Colector Leonidas Proaño:** Este colector recibe la afluencia de las calles provenientes de la Fundación Leonidas Proaño, presenta innumerables depresiones o puntos bajos, por lo que se debe drenar esta área con este colector.

El trazado comienza en los perfiles denominados como 0968 y 978 y termina en el perfil denominado como 0989, con su descarga en el río Bravo después del pozo P-15.

Este colector cubre 24,76 Has., y tiene una longitud total de 983,76 m. Los diámetros de las tuberías varían desde 250 mm hasta los 1.400 mm; y un desnivel de 9,228 m entre el invert del primer y último pozo.

- **Cuenca del río Burro**
- **Colector 1bu**

El trazado comienza en la calle J19 y termina en la Calle J12; y descarga en el río Burro después del pozo 18b.

Este colector cubre 4 Has., y tiene una longitud total de 425,59 m. Los diámetros de las tuberías varían desde 400 mm hasta los 600 mm; y un desnivel de 13,37 m entre el invert del primer y último pozo.

- **Colector 2bu**

Este colector recibe el afluente de la calle canal B-35.

El trazado comienza en la calle 78, continúa por las calles Z3 y 79 y descarga en el mar después del pozo 205b.

Cubre 17,64 Has., y tiene una longitud total de 230,88 m. Los diámetros de las tuberías varían desde 700 mm hasta los 1.000 mm; y un desnivel de 13 m entre el invert del primer y último pozo.

Los diámetros de las tuberías de hormigón en los colectores pluviales van desde los 200 mm hasta los 2.000 mm.

**b) Sumideros**

Para el diseño definitivo del alcantarillado pluvial se ha utilizado un sumidero tipo de 0,60 m x 0,50 m.

Dependiendo del caudal circulante se determinó el número de sumideros a ser colocados en cada esquina.

Cuando los caudales son bastante grandes se hace necesario colocar rejillas transversales y longitudinales en algunos casos.

**c) Pozos**

Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los pozos tendrán como mínimo una sección de  $\phi = 1.80$  m;
- Los pozos se construirán con hormigón de clase a ( $f'c = 210$  Kg./cm<sup>2</sup>).
- Las tapas y cercos serán de hierro fundido y hermético para evitar el ingreso de sedimentos y flujos de cualquier índole.

## **5. LÍNEA BASE**

### **5.1 COMPONENTE FÍSICO**

#### **5.1.1 Clima**

##### **5.1.1.1 Zonas Climáticas**

El conocimiento de las características del clima que predomina en la zona permite apreciar las condiciones de humedad prevalecientes, que definen en gran medida el régimen hidrológico presente.

El clima también constituye información básica para la determinación de caudales máximos, al aplicar modelos precipitación – escurrimiento; es necesario su análisis para la toma de decisiones sobre aspectos ambientales del proyecto.

Las características del clima consideradas de mayor interés en el proyecto son:

- temperatura media,
- humedad relativa media,
- nubosidad,
- velocidad del viento,
- lluvia anual y su distribución en el año y lluvias intensas.

La zona se caracteriza por un clima tropical - seco, con períodos de lluvia en los meses de enero a abril con una precipitación anual de 210 mm.

La pluviosidad sobre la costa ecuatoriana se caracteriza por un irregular comportamiento, ya que se producen cambios en el régimen de las lluvias durante períodos bastante marcados.

Después de ciclos que duran más o menos 6 o 7 años, se producen inviernos fuertemente lluviosos, que provocan graves deslaves e inundaciones, que ocasionan perjuicios en la vida de los habitantes y la economía de la región, y por supuesto fenómenos y alteraciones en la fauna y flora de la costa ecuatoriana.

##### **5.1.1.2 Meteorología**

Para el análisis de las condiciones meteorológicas se ha utilizado principalmente el registro de datos meteorológicos regionales que posee el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y el Estudio de Hidrología Básica realizada por el consultor.

La evaluación de las condiciones meteorológicas y climáticas de la zona del proyecto se realizó con el uso de información meteorológica de las estaciones de la zona, en vista de que no existen estaciones dentro del área del proyecto.

Además, del análisis de la información regional realizado por el equipo consultor se desprende que un análisis global no es pertinente, en vista de la pobre calidad de la información, que no hace factible su uso con fines de diseño, sino únicamente como referente de las condiciones generales imperantes en la zona del proyecto.

**Tabla 5 - 1**  
**Datos de las Estaciones Climatológicas**

Estación	Coordenadas		Altitud	Periodo Registros	Código	Tipo	Institución
	Latitud	Longitud	Msnm				
CHONE	00°42'18" S	80°06'31" W	182	1962-1995	M-162	CP	INAMHI
LA TEODOMIRA	01°09'51" S	80°23'24" W	60	2002-2009	MB-82	CP	INAMHI

**Tabla 5 - 2**  
**Valores Medios Mensuales Multianuales**

Mes	Nubosidad (Octavos)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Evaporación (mm)	Precipitación (mm)
Enero	5,53	24,21	86,55	99,5	101,66
Febrero	5,80	24,74	87,61	83,2	119,62
Marzo	5,71	29,48	88,67	95,0	190,89
Abril	5,86	23,50	89,67	88,9	240,24
Mayo	5,80	22,03	89,98	80,8	217,84
Junio	7,02	22,83	89,73	66,2	230,82
Julio	6,87	24,21	89,24	69,9	174,36
Agosto	5,69	22,86	88,26	75,2	140,27
Septiembre	5,65	24,98	87,54	87,7	156,79
Octubre	5,45	27,75	86,47	108,7	143,95
Noviembre	5,22	25,81	85,93	111,9	130,44
Diciembre	5,50	22,57	85,78	112,9	107,84

### 5.1.1.3 Temperatura

Los valores de la temperatura media mensual son el resultado del procesamiento de los datos medios mensuales de los 28 años analizados.

La temperatura ha sido evaluada en términos de características anuales y mensuales; las mismas que en valores medios, máximos y mínimos decrecen con la altitud; en el área de estudio se observa una reducción de aproximadamente 1° C por cada 50 m de incremento en altitud.

Las temperaturas medias mensuales, presentan moderadas variaciones durante el año, fluctuando entre 23.9 y 25.8° C.



Tomando los valores máximos y mínimos absolutos, 37 y 14° C respectivamente, se puede notar una diferencia marcada de la temperatura, pero la media se mantiene alrededor de los 24.8° C.

La Humedad relativa media anual está en el orden del 77%, sin embargo, durante los meses de invierno, esta humedad se incrementa hasta niveles del 85%, mientras que en los meses de verano disminuye alrededor del 75%.

**Tabla 5 - 3**  
**Valores Medios Mensuales de Temperatura**

Estación	TEMPERATURAS MENSUALES		
	Media	Mínima	Máxima
Chone	23.9	20.2	29.5
La Teodomira	25.8	22.4	31.4

#### **5.1.1.4 Precipitación**

- **Caracterización espacial**

La precipitación es uno de los parámetros climatológicos determinantes del ciclo del agua en una región, así como también de la ecología, paisaje y uso del suelo.

La distribución de precipitaciones observa un período húmedo que corresponde a los meses de enero a mayo, durante el cual se precipita aproximadamente el 75% de la lluvia anual.

De junio a diciembre se presenta el período con menor precipitación.

**Tabla 5 - 4**  
**Estación pluviométrica**

Estación	Lluvia mensual		
	Media	Mínima	Máxima
Boyacá	200 mm	115 mm	320 mm

El comportamiento de la precipitación media anual en la zona varía con la altitud, así: en Boyacá (H = 70 msnm) la precipitación media anual es del orden de 200 mm; en tanto que para el área de interés representada por la estación Agro meteorológica (H=46 msnm) se tiene una precipitación anual media de 288 mm.

A continuación se presenta los valores característicos de la lluvia a nivel mensual y anual, respectivamente, para las estaciones cercanas al área de estudio.

**Tabla 5 - 5**  
**Valores Medios Anuales de Precipitación (mm)**

Estación	LLUVIA ANUAL		
	Media	Mínima	Máxima
Boyacá	2400	1380	3840

- **Análisis de tendencias de las precipitaciones anuales**

Un aspecto relevante en proyectos de manejo de recursos hídricos tiene relación con la estacionalidad de las características estadísticas de las series anuales de precipitaciones.

Por ello, surge la necesidad de analizar la tendencia de las lluvias medias como una forma de apreciar la variabilidad de las precipitaciones anuales. Esto se realizó en este estudio de forma cualitativa, haciendo uso de los siguientes métodos:

- Distribución Cronológica; y,
- Medias Móviles, tomando 5 elementos a la vez.

El análisis estacional demuestra que las precipitaciones anuales tienden a decrecer ligeramente en el tiempo.

- **LLUVIAS INTENSAS**

**Distribución espacial de las lluvias intensas**

En base al estudio "Cálculo de Intensidades de Lluvia para el Diseño de Obras de Drenaje", del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) - 1964 - 2002, que se sustenta en conceptos de regionalización, se determinaron las relaciones intensidad - duración - período de retorno.

El área de estudio se caracteriza por medio de los registros de intensidades máximas de la estación Boyacá, propuesta por dicha institución. Las ecuaciones de intensidad para esta estación son las siguientes:

- Si: 5 min < t < 60 min:  $I_{Tr} = 40.338 t^{-0.2739} I_{d, Tr}$
- Si: 60 min < t < 1440 min:  $I_{Tr} = 376.42 t^{-0.8114} I_{d, Tr}$

En donde:

- I = Intensidad de precipitación, mm/h;
- t = duración de la lluvia, (min);
- Tr = período de retorno, (años);

- Id, Tr = intensidades de lluvia para 24 horas, con período de retorno asociado, que se determinan de las tablas incluidas en el mismo informe del INAMHI -1964, (mm/h).

**Tabla 5 - 6**  
**Ecuaciones I-D-Tr para la estación Boyacá (mm/h)**

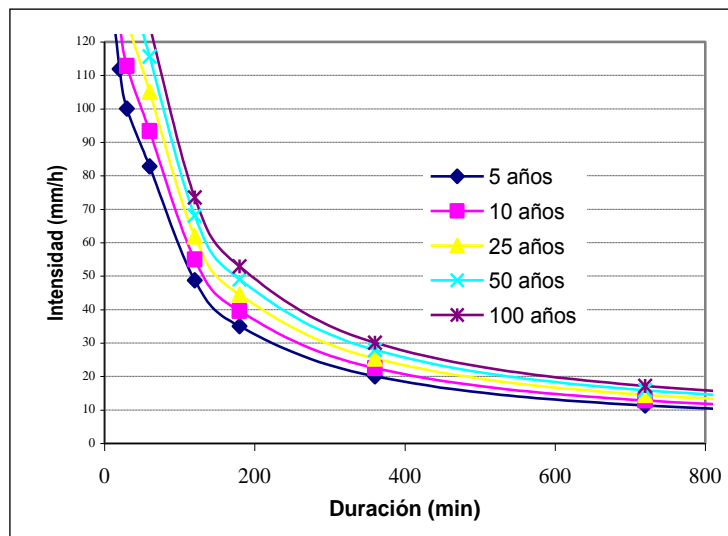
Período de retorno (años)	Ecuaciones		Intensidades 24 hr (mm)
	5 min < t < 60 min	60 min < t < 1440 min	
5	$I = 254.13 t^{-0.2739}$	$I = 2371.45 t^{-0.8114}$	6.3
10	$I = 286.40 t^{-0.2739}$	$I = 2672.58 t^{-0.8114}$	7.1
25	$I = 322.70 t^{-0.2739}$	$I = 3011.36 t^{-0.8114}$	8.0
50	$I = 354.97 t^{-0.2739}$	$I = 3312.50 t^{-0.8114}$	8.8
100	$I = 383.21 t^{-0.2739}$	$I = 3575.99 t^{-0.8114}$	9.5

**Tabla 5 - 7**  
**Intensidades de lluvia para Estación Boyacá (mm/hr)**

Período de retorno (años)	Duración (min)									
	5	10	20	30	60	120	180	360	720	1440
5	163.5	135.3	111.9	100.1	82.8	48.7	35.1	20.0	11.4	6.5
10	184.3	152.4	126.1	112.8	93.3	54.9	39.5	22.5	12.8	7.3
25	207.7	171.8	142.1	127.1	105.1	61.9	44.5	25.4	14.5	8.2
50	228.4	188.9	156.3	139.8	115.7	68.1	49.0	27.9	15.9	9.1
100	246.6	204.0	168.7	151.0	124.9	73.5	52.9	30.1	17.2	9.8

Se puede demostrar la variación de las intensidades de lluvia con la duración y el período de retorno para la zona donde se ubica el área de interés.

**Figura 5 - 1**  
**Curva Intensidad - Duración - Período de Retorno**  
**Estación Boyacá**



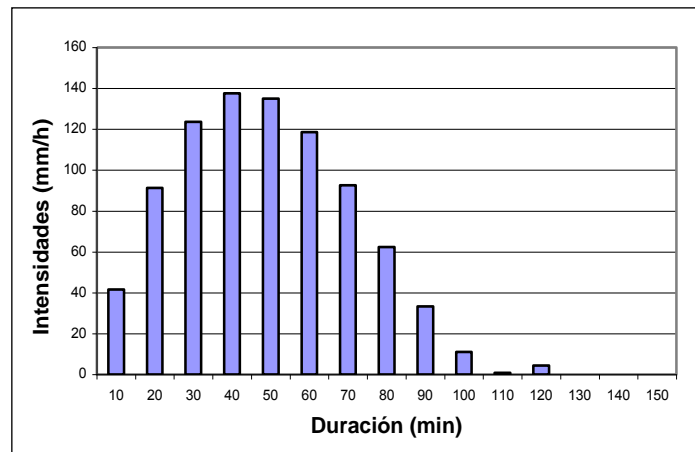
- **Distribución Temporal de la Lluvia (Patrón de Tormenta)**

Los patrones de tormenta más frecuentes observados corresponden a las distribuciones de tipo Huff de los cuartiles primero y segundo.

Adicionalmente, la práctica de ingeniería muestra que la distribución 10% del segundo cuartil, representa de mejor manera la variación de la intensidad de lluvia con la duración sin sobreestimar las intensidades para duraciones bajas, fenómeno que se presenta con las distribuciones de tipo Huff del primer cuartil.

Se incluye el patrón de tormenta (distribución temporal de la intensidad de precipitación) para un evento de 60 minutos, con período de retorno de 50 años, correspondiente a la curva 6 de tipo Huff, que es del 10% del segundo cuartil. Adicionalmente, esta curva tiene una tendencia similar a las distribuciones de tipo Bloques Alternados, con sesgo a la izquierda, es decir con las mayores intensidades en el primer 50 % de la duración.

**Figura 5 - 2**  
**Patrón de tormenta Huff 6 – 10 % Segundo Cuartil T = 150 min - Tr = 50 años**  
**Estación Boyacá**



### 5.1.1.5 Evaporación

Es la emisión de vapor de agua hacia la atmósfera desde una superficie libre de agua líquida pura, a una temperatura inferior al punto de ebullición. El valor medio anual de la evaporación para la estación Boyacá es 320.4 mm.

**Tabla 5 - 8**  
**Valores Medios Mensuales de Evaporación**

VALORES CARACTERÍSTICOS DE EVAPORACION (mm)			
ESTACIÓN	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
Boyacá	32.0	52.5	25.7

- **Evapotranspiración**

La Evapotranspiración Potencial es la pérdida de agua observada en una superficie saturada por evaporación y transpiración de las plantas, que ocurriría en el caso de que hubiese disponibilidad indefinida de humedad en el suelo.

La evapotranspiración real es la pérdida de agua desde una superficie saturada, las condiciones atmosféricas y de humedad del suelo imperantes en el área analizada.

La evapotranspiración potencial establecida mediante el método de Thornwaite a partir de datos de la temperatura media mensual determina un valor medio anual de 1318 mm.

**Tabla 5 - 9**  
**Valores Mensuales de Evapotranspiración (ETP) para Portoviejo**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ETP (mm)	98.6	93.9	109.9	107	104.6	92.9	88.7	87.9	86.4	87.9	85.8	94	1137.6

La evapotranspiración real calculada a través de la fórmula de Turc determina un valor de 867 mm/año.

#### **5.1.1.6 Nubosidad**

Es el valor medio diario de la fracción de cielo cubierto por nubes visibles.

**Tabla 5 - 10**  
**Valores Medios Mensuales de Nubosidad (Octavos)**

ESTACIÓN	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
Boyacá	5.5	5.0	7.0
Portoviejo	6.0	3.0	7.0

#### **5.1.1.7 Humedad Relativa**

El alto contenido de vapor de agua en la zona hace que la humedad esté por sobre el 84% a lo largo de todo el año.

Es la cantidad de vapor de agua, expresada en porcentaje, presente en los estratos bajos de la atmósfera. En las estaciones de control regularmente se toman tres lecturas diarias: 07h00, 13h00 y 19h00.

El comportamiento de la humedad relativa media en la región observa cierto aumento.

**Tabla 5 - 11**  
**Valores Medios Mensuales de Humedad relativa (%)**

Estación	MEDIOS MENSUALES		
	Medio	Mínimo	Máximo
Chone	90.3	81	98
Boyacá	89.5	83	98

### 5.1.1.8 Vientos

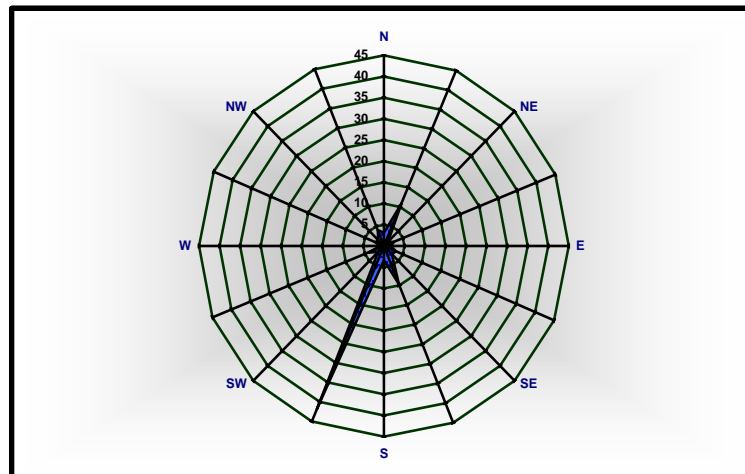
De la Rosa de los Vientos se puede deducir que la mayor parte del año los vientos soplan hacia el sur-suroeste, con partes del año que tiene direcciones preponderantes de nor-noreste y sur-sureste.

El viento se produce por el gradiente de temperatura del aire, así la dirección predominante provee indicaciones sobre el desplazamiento de masas de aire y por ende sobre la concentración de lluvias.

En la zona de Portoviejo se tienen vientos con velocidades promedio de 2 Km. /h, mientras que la velocidad máxima es del orden de 4.9 Km. /h.

La dirección del viento predominante depende en gran medida de la morfología del área, que define el paso de los vientos y corrientes de aire. .

**Figura 5 - 3**  
**Distribución porcentual de la dirección del viento**



## **5.1.2 Calidad del Aire**

### **5.1.2.1 Emisiones**

El área de influencia del proyecto tiene muchas fuentes fijas permanentes que emiten gases.

Entre las principales se tiene a los medios de transporte público de pasajeros y de carga y las emisiones generadas por los autos privados que transitan en la zona.

Esta afectación es constante y de larga duración.

Si bien las emisiones de las fuentes en operación generan un impacto a la calidad del aire, el resultado de esta afectación no puede ser determinado en forma directa, pues la calidad del aire ambiente - parámetro que incide directamente a la salud humana -, depende de otros factores físicos que provocan la dispersión y deposición de los contaminantes en la atmósfera.

La dispersión de gases contaminantes en la atmósfera está regida por fenómenos naturales como el viento (velocidad y dirección), nubosidad, insolación, condiciones de estabilidad atmosférica y precipitaciones entre otros; por tanto la caracterización de la calidad del aire ambiente se vuelve compleja pues requiere de campañas de monitoreo largas o del uso de modelos matemáticos.

Varios estudios han tratado de determinar la calidad del aire en las ciudades pobladas a través de modelos gaussianos, estos han determinado que en la región de Portoviejo, Rocafuerte, Montecristi y Manta existan condiciones de estabilidad atmosférica la cual permite una rápida dispersión de los contaminantes y en consecuencia una buena calidad del aire.

Basándose en conversaciones con los pobladores locales, el principal problema se presenta en época seca desde noviembre a febrero. La falta de lluvia hace que se genere a lo largo de las vías adjuntas al río Portoviejo, material particulado<sup>1</sup> producto de la circulación vehicular.

### **5.1.2.2 Calidad del Aire**

Existen herramientas que permiten evaluar la "Calidad del Aire" y que requieren de información climatológica de detalle; registros históricos de vectores horarios de viento, determinación de condiciones de estabilidad atmosférica a través de estaciones climáticas de altura para conocer la altura de mezclado de los gases contaminantes, perfiles verticales de temperatura de aire o presencia de fenómenos de inversión térmica.

---

<sup>1</sup> Particulado: Definido según la ley como partículas desde los escapes de los autos o sencillamente "polvo".

Este es un componente del entorno que no puede ser evaluado a través de una breve descripción de las fuentes contaminantes en el área de estudio.

Sin embargo, durante la inspección de campo, se observaron las principales fuentes fijas y móviles: La carga turística y de plantas de tratamiento de aguas residuales desde el cantón Portoviejo en el área de influencia del río Portoviejo es muy alta, por tanto los contaminantes industriales son de gran importancia en lo que se refiere a CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y MP, las fuentes móviles - tráfico -, que es el sector céntrico es importante no únicamente por el número de vehículos sino por su mal estado y mala calibración en los motores.

En las zonas periféricas la emisión de polvo (material particulado), es muy importante debido a que las calles no están asfaltadas ni adoquinadas, así, cuando los vehículos las atraviesan se genera mucho polvo, o el viento se convierte en una fuente natural debido a la erosión y transporte de polvo desde zonas descubiertas.

En cuanto a aguas estancadas, no se registraron sectores donde el agua del río Portoviejo se estanque y provoque malos olores o emisiones de SO<sub>2</sub>, o Metano, sin embargo si se registra mal olor a lo largo de todo su paso por el centro urbano hasta llegar a las piscinas o lagunas de oxidación de la ciudad de Portoviejo, cercanas a la captación de agua para Manta en Caza Lagarto.

La presencia de desechos orgánicos en sus márgenes (basura) y en su cauce es generalizada, sin embargo es un elemento muy dinámico que no puede ser determinado geográficamente con precisión; además no existe razón técnica para referenciarlo, este es un problema que deberá ser resuelto a través de un estricto programa de protección de márgenes, recolección de desechos sólidos, educación ambiental; aspectos que, independientemente de la actual presencia de desechos, deberán llevarse a cabo.

### **5.1.2.3 Fuentes de Generación de Ruido**

En el área de estudio se encontraron varias fuentes de ruido exógeno al proyecto, como son las vías de comunicación y la red hidrográfica, que no dejan de ser importantes para la presencia de un nivel de ruido mínimo de 33.2 dB(A); sin embargo, en las instalaciones de las captaciones se obtuvo lecturas, mediante sonómetro, de hasta 110 db(A) producidas por las instalaciones construidas y los motores y estaciones de bombeo.

Se considera como posible receptor a toda el área de estudio.

Los niveles de ruido son introducidos al entorno prioritariamente por los vehículos livianos y pesados que se movilizan en el área de influencia, sector turístico y agrícola, los cuales generan valores de presión acústica en rangos cercanos a 75 y 80 dB(A) en las zonas urbanas más cercanas. Adicionalmente a esto existen otras actividades igualmente humanas que generan ruido en forma normal.



### **5.1.3 Geología**

#### **5.1.3.1 Metodología**

##### **5.1.3.1.1 Geología y Morfoedafología**

La metodología aplicada para la descripción geológica del presente estudio se basó en "Evaluación Preliminar Geológico – Económica del Proyecto" (León J. - Vaca E., 2001), de donde se tomó información correspondiente a geología histórica, unidades litológicas y estructuras.

Adicional a esta información, se recolectó datos en campo y se revisó fotografías aéreas y mapas publicados para las descripciones de geomorfología, suelos e hidrogeología.

El estudio geológico es útil para evaluar el medio físico y por tanto el estado ambiental actual en el que se encuentran sus diferentes componentes y pronosticar el posible daño al que pueda estar sometido el Medio en la zona de influencia del proyecto a realizarse.

Una caracterización superficial del medio físico y un análisis previo de la información secundaria existente permitirán evaluar el estado actual y establecer un diagnóstico del área de estudio, donde se tiene proyectado ejecutar el proyecto.

El estudio geológico tiene como objetivo principal, identificar y describir las unidades geológicas en el área de influencia, determinar los niveles geomorfológicos, las características hidrogeológicas, geotécnicas y establecer los riesgos morfo dinámicos, volcánicos y sísmicos – tectónicos que puedan afectar cualquier futura obra de construcción proyectada para el proyecto.

##### **5.1.3.1.2 Geología Regional**

Durante el Cretácico Superior, la subducción activa provoca el rompimiento de la corteza oceánica dejándola concrecionada en parte como basamento de la costa actual.

El complejo ígneo volcánico conocido como formación (Fm) Piñón constituye el mencionado basamento y aflora en varios Horst de la región.

La sedimentación marina se establece durante el Cretácico Tardío en alternancia con Vulcano sedimentos de una actividad tardía; el Fm Cayo con lutitas y tobas silicificadas representa esta etapa y aflora puntualmente en zonas falladas de San Lorenzo y Cerro de Hojas.

Durante el Terciario y en el Paleoceno se produce una intensa actividad tectónica con el levantamiento de la cordillera casi hasta la posición actual y da origen a la depositación continental.

Una fase de erosión se evidencia en el Eoceno Inferior y una transgresión marina generalizada invade la región en el Eoceno Medio originando una depositación marino - paludal presente en las calizas de la Fm San Eduardo que aflora puntualmente en el sector de **La Pila**, así como los sedimentos detríticos y silíceos de la Fm Cerro, en **Cerro de Hojas** y aquellos descritos como Fm **San Mateo** en la parroquia del mismo nombre.

En el Oligoceno y hasta el Mioceno prosigue la sedimentación y se vuelve más fina en las lutitas café chocolate de la Fm **Tosagua** muy extendida en la región y termina en el Mioceno Medio con la depositación de las lutitas tobáceas habanas de la Fm **Charapotó**, aflorante cerca de **Portoviejo**.

Durante el Mioceno Medio a Superior, se depositan los sedimentos limosos de la Fm Onzole y durante el Mioceno Superior y Plioceno los sedimentos detríticos de la Fm Borbón, presentes en la región de **Santa Ana**.

Desde el Plioceno y ya en el Cuaternario hasta el Pleistoceno se produce un nuevo levantamiento de Los Andes, se manifiestan intensos cambios climáticos expresados en fluctuaciones marinas y se presentan períodos de sumersiones y levantamientos.

De esta época son representativas las terrazas marinas de la Fm Tablazo formadas por coquinas y calizas intraclásticas, se produce una intensa meteorización residual en grandes sectores de las Fms Borbón y Onzole y se da origen a la formación y posterior disección de las terrazas aluviales en los principales drenajes.

Procesos erosivos geodinámicos formaron coluviales en extensas zonas de pie de monte en **Montecristi** y **Cerro de Hojas**, muchos están asociados a la tectónica. En la actualidad, continúa la formación de depósitos aluviales y coluviales así como la alteración residual.

#### **5.1.3.1.3 Geología del Proyecto**

Se elaboró el levantamiento geológico de aproximadamente 78 Km., a lo largo del río desde las captaciones hasta el cantón Manta y un ancho de 150 m a cada lado del eje del río Portoviejo.

La zona de estudio es extensa y abarca dos grandes ambientes geológicos: Desde el Sureste (**Santa Ana**) hasta **Río de Oro** y por el Norte hasta **Rocafuerte** y **Crucita** abarca a una parte de la Cuenca sedimentaria Interior de Manabí.

Por otro lado desde el **Cerro de Hojas** al Oeste hasta **Manta**, al Sur toda cuenca media alta del río Manta y al Suroeste hasta **San Lorenzo** abarca a una serie de Horst, gravens y zonas muy falladas que forman la denominada Cordillera de la Costa.

- **Geología de superficie**

La implantación de las obras en los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado involucra principalmente a las capas o materiales de los horizontes de alteración más superficial y a los depósitos recientes.

De acuerdo a la aplicación del estudio, los aspectos geológicos de mayor interés para evaluarse son:

- la susceptibilidad a los materiales frente a movimientos en masa;
- la susceptibilidad frente a la erosión y las características geotécnicas de los materiales involucrados de las construcciones civiles específicas y;
- las conducciones de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado.

- **Lito estratigrafía**

La secuencia estratigráfica se refiere a las formaciones geológicas involucradas con las obras de los sistemas evaluados y su litología es aquella predominante en las zonas de estudio. Se describe a continuación desde la más antigua a la más reciente:

- **Fm. Piñón o Complejo Igneo o volcánico (KV):** Cretácico medio a superior. Rocas básicas formadas por diabasas, basaltos y doleritas expuestas en la zona de **La Sequita** y las minas de **Cerro de Hojas** UTM [5490/8836], de coloración verde oscura a negra y con textura variable entre porfirítica y afanítica. Secuencias de tobas, lavas y sedimentos volcánicos verde oscuros inter estratificados con lutitas silíceas verdes, en la zona de **San Lorenzo** UTM [5110/8827] y brechas volcánicas en **La Pila** UTM [5470/8774].
- **Fm. Cayo (KC):** Cretácico superior. Lutitas gris verdosas silíceas y sedimentos con aporte volcánico son descritas en una zona de Horst en el **Cabo San Lorenzo** UTM [5101/8830] y lutitas silíceas gris verdosas afloran en una zona fallada al pie del **Cerro de Hojas** UTM [5494/8833].
- **Fms. San Eduardo (ES) y Cerro (EC):** Eoceno Medio. Las calizas arrecifales de San Eduardo son descritas por Landes et, al, 1944; y Cushman y Stainforth, 1951. Afloran en zonas tectonizadas de poca extensión: **Santa Marianita** UTM [5186/8911], la Travesía UTM [5203/8869] y en **La Pila** UTM [5464/8776].

La Fm Cerro es descrita por los mismos autores en el **Cerro de Hojas** y en las colinas sobre **Montecristi** como areniscas y micro brechas oscuras a la base, localmente con cemento calcáreo y lutitas silíceas grises, cherts y margas tobáceas color crema al tope. No es cruzada por las conducciones, pero aporta con los clastos que forman parte en coluviales y aluviales de las regiones de **Estancia Las Palmas** UTM [5475/8829].

- **Fm. San Mateo (ESm):** Eoceno medio a superior. Según el IECP (International Ecuadorian Petro Co.), 1947 y Olsson, 1942, los afloramientos típicos se encuentran en los acantilados cercanos a **San Mateo** UTM [5212/8945] y se los puede observar en los cortes de talud de la vía Costanera que une **San Mateo** con **El Aromo** y **San Lorenzo**.

Corresponden a una secuencia de conglomerados y areniscas finas a gruesas de colores gris y habano inter estratificadas con lutitas siltosas.

Puntualmente, está atravesada por la conducción del sistema **Caza Lagarto** al Este de **Montecristi** en UTM [5400/8837] y una buena parte del sistema de agua potable existente o a estudiarse para las parroquias urbanas de **San Mateo**, y de las parroquias rurales de **Santa Marianita** y **San Lorenzo** atravesarán estos sedimentos.

- **Fm. Tosagua (OMt):** Oligoceno inferior. Según el IECP, 1947, se hace referencia a la zona de **Tosagua** como el lugar tipo. Corresponden a lutitas de color café chocolate hasta café claro, con intercalaciones centimétricas de yeso y lentes dolomíticos.

Esta litología es atribuida al Miembro **Dos Bocas (Tosagua inferior)** según la carta geológica de Chone.

En la zona de Manta la secuencia aparece continua entre la Fm San Mateo y la Fm Tosagua.

Las capas alteradas y suelos residuales de esta formación presentan indicios de expansividad y sensibilidad en estado húmedo y son atravesados en varios tramos por la conducción del sistema **Caza Lagarto – Manta** entre **Portoviejo y Río de Oro**; la conducción del sistema **El Ceibal – Manta** la atraviesa en forma casi continua entre **El Ceibal y el río Chilán** (Tanque Intermedio) y se la encuentra aflorando o subaflorante en los sectores suburbanos de Manta: Umina, San Rafael y El Gavilán.

- **Fm. Charapotó (MC):** Mioceno medio. Definida por los geólogos del IEPC, 1947 y Stainforth, 1948, tiene sus afloramientos típicos en los acantilados al Sur de **Crucita** UTM [5500/9902]. Corresponde a lutitas tobáceas habanas y blancas, con diatomeas y capas delgadas de arenisca amarillenta.

Sobrelleve en contacto transicional y progresivo con la Fm Tosagua, de hecho es nombrada como el Miembro Villangota (Tosagua superior) en las cartas geológicas de Chone y Portoviejo. La conducción del sistema Caza Lagarto en el tramo entre **Colón y Portoviejo**, la Planta El Ceibal UTM [5575/8987] y el **Tanque Cruz Verde** se ubica en estos sedimentos.

- **Fm. Onzole (MO):** Mioceno medio superior. En la carta geológica de Portoviejo se la define en contacto transicional con el Miembro Villangota

(Fm Charapotó). Esta transición es discutible según se describe en la carta geológica Montecristi, donde además se la define como Fm. Daule (Md). Está formada por lutitas y limolitas laminadas de color gris azulado y café verdoso tornándose más arenosa al tope. Será atravesada puntualmente por la **conducción del sistema Caza Lagarto** en el sitio Mapasingue UTM[5680/8719].

- **Fm Tablazo (Ct):** Pleistoceno. Descansa discordantemente sobre cualquier formación Terciaria y ha sido afectada por la tectónica de fallas cuaternarias. Corresponde a una sucesión de estratos duros, microconglomeráticos, con cemento calcáreo hasta calizas detríticas, conchíferas. En la zona de **Pacoche** la formación está representada por una capa métrica de caliza pulverulenta.

Las mesetas formadas por Tablazo, están por lo general cubiertas por limos grises de alteración. Se la encuentra en los alrededores de la ciudad de **Manta** y será atravesada por la conducción del sistema Caza Lagarto desde Montecristi; por la conducción del sistema El Ceibal desde el río Chilán y por gran parte de los sistemas de distribución y alcantarillado en la zona urbana de Manta.

- **Coluviales (Qc):** Cuaternario. Incluyen a los antiguos escombros de pie de talud presentes en la zona de **Montecristi** UTM [5380/8850] y en la zona entre Río de Oro y Estancia Las Palmas UTM [5450/8830].

Constituyen mezclas heterogéneas de bloques, boleos y gravas de rocas ígneas y sedimentarias en una matriz predominantemente arcillosa. También pertenecen a este grupo, los coluviones recientes formados por la reptación y el deslizamiento de suelos arcillosos especialmente aquellos provenientes de las Fms Onzole, Tosagua y Charapotó.

- **Terrazas aluviales modernas (Qt):** Holoceno. Terrazas formadas por gravas, arenas, limos y arcillas que cubren las antiguas cuencas de los ríos Portoviejo, Oro, Manta y Chilán.
- **Depósitos aluviales recientes (Qa):** Holoceno. Corresponde a los depósitos de arcillas, limos, arenas arcillosas y gravas sueltos presentes en las llanuras de divagación e inundación de las principales cuencas y sus tributarios, así como a los deltas costaneros.

### 5.1.3.2 Geología Estructural

La tectónica está dominada por dos direcciones de fallas ortogonales:

Una principal y concordante con la dirección general andina: nor. – Noreste; Sur Suroeste y, una serie ortogonal a la primera con dirección: Nor – oeste – Sureste a Oeste Noroeste – Este Sureste.

Entre las direcciones secundarias, la más importante tiene dirección: Este - Oeste.

En las cartas geológicas de Manta y Montecristi, los perfiles o cortes geológicos han considerado diferentes bloques tectonizados de dirección andina, que de Oeste a Este presentan:

- **Un bloque alto a lo largo de la costa:** Cabo San Mateo - Punta Tarima – San Lorenzo, con el Horst de la Travesía y del Aromo;
- Un graven al oeste de Manta, con valor sinclinal que afecta a la Fm Tosagua y a la San Mateo hacia Suroeste;
- Un Horst entre Manta y Jaramijó que no aflora en superficie por la presencia de la Fm Tablazo, pero que es interpretado con base en gravimetría, como la prolongación hacia el norte del Horst de Montecristi;
- Una zona baja donde aparecen las Fms Tosagua y Charapotó entre Jaramijó y Crucita y que afecta a la Fm San Mateo en el cerro de Las Palmas.

El Horst de Cerro de Hojas limitado al Este por una falla regional Nor – Noreste Sur Suroeste y que marca el límite de la zona levantada de la Cordillera de la Costa.

El sistema de fallas secundario Este - Oeste limita a una zona de mayor fracturamiento entre San Lorenzo y Cerro de Hojas al Sur y el borde costero entre San Mateo y Crucitas al Norte.

A partir de la falla regional en Cerro de Hojas y hacia el Este, se define un monoclinas con buzamiento al Sureste que forma parte del flanco Oeste de la Cuenca Sedimentaria Interior de Manabí.

La Cuenca Interior no ha sufrido mayor influencia tectónica durante el terciario.

En la parte norte se nota una ligera influencia del anticlinal de Tosagua y conforme entra en la cuenca la base de Borbón (tope de Onzole) declina débilmente al este.

### **5.1.3.3 Geomorfología**

La tectónica regional que produjo el fallamiento y la formación de una secuencia de Horst y graven es el principal proceso morfogenético que controla la forma de los relieves colinares y de valles, en especial la dirección Suroeste -Noreste de la Cordillera de la Costa y Este - Oeste en las colinas de Montecristi, Cerro de Hojas y cuenca alta del río Manta.

La meteorización actúa de forma diferencial según la litología formando relieves con colinas suaves, aunque se observan algunas de pendiente fuerte asociadas a los Horst con rocas Piñón y sedimentarias duras.

---

En la región se identifican tres unidades de características morfológicas bien definidas: valles fluviales, colinas y tablazos marinos.

La zona de la Cuenca Sedimentaria Interior de Manabí presenta una serie de colinas que salen de una zona de planicie erosionada y disectada por un sistema hidrográfico poco activo pero maduro y modelado por la meteorización.

Algunos procesos de hundimiento y levantamiento ligados a la tectónica del cuaternario permiten la formación de terrazas aluviales disectadas por la erosión fluvial reciente.

Estos valles, entre los que sobresale el del río Portoviejo, tienen una morfología casi plana y de poca pendiente lo que favorece la migración lateral y divagación de los cursos fluviales; resulta evidente que en los valles, a causa de la baja pendiente, predominan los procesos constructivos (sedimentación) sobre los denudativos.

Las colinas se extienden ampliamente en la región.

Los terrenos son redondeados y con laderas de pendientes bajas en terrenos constituidos por rocas relativamente blandas o cubiertas por potentes suelos residuales.

En las colinas donde el basamento es duro, estas poseen aristas y laderas con pendientes moderadas a fuertes. El drenaje en las zonas de colinas es subparalelo a reticulado a causa de las orientaciones Nor – Noreste – Sur Suroeste predominante y Noroeste - Sureste que tienen las quebradas y serían consecuencia de sistemas de diaclasamiento y de fallamiento que afectaron el basamento rocoso.

Los tablazos marinos corresponden a la llanura ubicada entre la línea de costa y las estribaciones septentrionales de las colinas de Montecristi. Se caracterizan por tener relieves suaves y ondulados de muy bajas pendientes; el drenaje no tiene una orientación o diseño preferencial. Esto sugiere la presencia de materiales poco consolidados. No se establecen formas asociadas a la estructura de estos sedimentos a partir del foto análisis realizado, pero se conoce respecto a su posición subhorizontal.

En el presente geológico continúan actuando los procesos erosivos fluviales y gravitacionales. De hecho, en algunos valles, el predominio de la sedimentación fue modificado radicalmente durante la pluviosidad intensa asociada con el fenómeno de El Niño 1997 - 1998, período en el que, el proceso denudativo debido a la erosión fluvial fue particularmente intenso dando origen a significativos cambios morfológicos.

La explotación de áridos en el sector de Cerro de Hojas, Montecristi, La Solita y Barranco Prieto es un factor de modificación del relieve de origen antrópico más representativo y actual.

#### **5.1.3.4 Hidrogeología**

La extensa zona evaluada obliga a realizar un análisis del potencial hidrogeológico por cuencas separadas:

##### **5.1.3.4.1 Cuenca del río Portoviejo**

Es la cuenca más extensa de la zona. Recorre una longitud del orden de 100 Km., desde sus nacientes en la prolongación al Noreste de la Cordillera de Colonche hasta su confluencia en el Océano Pacífico.

La longitud de recorrido del río Santa Rosa (tributario del río Portoviejo) hasta la zona de Caza Lagarto es del orden de 45 Km., asegura una amplia zona de recarga por pluviosidad y es calculada según el ex - IEOS, 1984 en  $180 \times 103 \text{ m}^3$ .

En la zona de Caza Lagarto, donde se ubican las fuentes del sistema de Agua Potable para Manta, se ha definido según el ex - IEOS, 1984, un acuífero semiconfinado formado por una secuencia de estratos aluviales de gravilla en matriz arenosa, areno arcillosa o arcillo arenosa, inter estratificados con estratos predominantemente finos (arcillosos) los cuales le otorgan el carácter de semiconfinado.

Estos acuíferos pobres, descritos en las perforaciones, permiten tener un caudal específico promedio del orden de 0,5 l/s/m en un espesor no mayor a los 30 m y con una importante recarga del río Portoviejo del orden de  $1,67 \times 103 \text{ m}^3$ , actualmente regulada por la presa Rafael Barragán.

El potencial hidrogeológico puede ser calificado como bueno por la recarga permanente, por la extensión de la cuenca y el ancho del valle aluvial.

En la cuenca baja del río Portoviejo, cerca del cantón Rocafuerte, el acuífero útil lo constituyen los sedimentos arcillo arenosos o limo arenosos del valle aluvial, alrededor de las márgenes del río.

Este acuífero debe ser necesariamente limitado en forma lateral debido al incremento de sales provenientes de la disolución de sulfatos y carbonatos desde las formaciones sedimentarias vecinas. Cerca de las márgenes del río Portoviejo en la zona de Puerto Cañitas existen pozos artesanales y perforados a poca profundidad que reciben la recarga principalmente del río Portoviejo.

##### **5.1.3.4.2 Cuencas del Río Manta, Río Burro y Río Bravo.**

Son las más cercanas y entran a la zona urbana de la ciudad de Manta, pero no presentan un caudal permanente, a la vez que el mínimo apreciable no es apto para el consumo humano.

El alto contenido de sales en disolución que aportan las formaciones geológicas atravesadas (Fm Tosagua), desmejora la calidad del agua para consumo humano.



---

Los aluviales tienen un predominio de sedimentos finos y sus cursos medios y bajos reciben el aporte de aguas negras. Estas cuencas no presentan un recurso hidrogeológico favorable.

- **Condiciones Geológicas del valle del río Manta**

Con una dirección predominante Este - Oeste, la cuenca alta presenta un amplio valle de aporte.

Al Norte se limita por colinas altas con pendientes medias a fuertes en rocas ígneas y sedimentarias alteradas expuestas en Horst. Muestran derrumbes de baja intensidad y un amplio depósito de pie de monte.

Al Sureste de la cuenca las colinas son bajas, de pendiente suave, con amplio desarrollo de suelo residual y poco desarrollo de cárcavas debido a la presencia de vegetación nativa.

Hacia el Oeste, el curso medio se estrecha considerablemente con un claro control estructural, hay poco desarrollo de aluviales y una serie de deslizamientos y derrumbes aportan con materiales sueltos a los drenajes.

El curso bajo tiene una dirección preferencial Suroeste - Noreste, forma un amplio valle de inundación con una gradiente muy baja. La morfología típica del valle da origen a terrazas planas con alturas entre 3 y 10 m y una amplia llanura de divagación formada luego de las crecientes del año de 1998; en esta parte del curso se observa un incremento de la erosión laminar y longitudinal en las colinas con suelo residual de la Fm Tosagua.

Al entrar a la zona de expansión urbana, el río Manta y sus tributarios atraviesan los suelos y horizontes de alteración de la Fm Tablazo y de su subyacente Tosagua. En su margen izquierda se aprecia erosión longitudinal no significativa.

La cuenca del río Manta no completa las condiciones propicias para generar flujos de escombros, (a excepción de algunos tributarios) debido a su baja pendiente y al poco desarrollo de la erosión laminar y del flujo difuso en la cuenca de aporte. Sin embargo las crecientes hídricas debidas a la pluviosidad intensa diaria, la erosión longitudinal y lateral por el flujo concentrado en el curso medio, el aporte de escombros coluviales y de explotación minera en este mismo tramo darán origen a crecientes hídricas con alto contenido de sólidos y de gran poder erosivo.

En el último invierno (año 1998) las crecientes erodaron las terrazas antiguas en su fondo y márgenes incluidos 300 m del terraplén de la vía a San Juan de Manta, rompieron en varios tramos las tuberías de los sistemas de agua potable a San Juan, dañaron la conducción de aguas negras hacia las piscinas de oxidación en Santa Marianita y provocaron la inundación en la zona urbana de la parroquia Tarqui.

La expansión de barrios urbanos - marginales dentro del cauce natural y su llanura de inundación, el relleno de quebradas tributarias con escombros no compactados, así como la construcción de terraplenes incrementan la vulnerabilidad de la zona urbana y su área de expansión alrededor y en el área de la cuenca, frente a crecientes con alto contenido de sedimento.

La presencia de gran cantidad de sedimento en la confluencia del río con el océano es síntoma de un incremento de los procesos erosivos en la cuenca en los últimos años.

- **Condiciones Geológicas del valle del río Burro**

Su curso alto tiene sus nacientes en el cerro de Chispas y en la amplia terraza de la Fm Tablazo donde los tributarios tienen una dirección predominante Suroeste - Noreste.

Los valles tienen pendientes moderadas, sin desarrollo de erosión superficial debido a la presencia de vegetación baja (chaparro) y poco desarrollo de aluvial. Estas características se limitan actualmente por la autopista de circunvalación que constituye un límite físico de intervención en la cuenca.

La cuenca media del río Burro define un solo cauce de recolección con dirección preferencial Sureste - Noroeste, a pesar de que continúa el aporte de drenajes menores.

Bajo la Vía de Circunvalación, se inicia un intenso proceso de expansión urbana con la eliminación de la vegetación nativa, el movimiento de tierras y el cierre de drenajes naturales. Son característicos los escombros de borde de talud sobre los sedimentos de Tablazo; y puntualmente se observan afloramientos de lutitas fragmentadas Tosagua bajo los sedimentos Tablazo.

El proceso de erosión por carcavamiento se manifiesta en los escombros y con poco desarrollo en laderas sin cobertura vegetal. No se observan fenómenos geodinámicos en los sedimentos de la Fm Tablazo, pero siempre pueden esperarse en las lutitas fragmentadas de la Fm Tosagua en condiciones muy húmedas.

Se inicia la formación de terrazas aluviales bajas en las zonas de valle amplio, se conservan sin embargo, tramos de valle estrecho. El urbanismo marginal alcanza parcialmente las terrazas aluviales incluso hasta las márgenes.

En la cuenca baja, el drenaje principal se define con la misma dirección hasta su confluencia en el río Manta. En general queda poco de la morfología original del drenaje natural, las terrazas aluviales se presentan muy pobladas y se observa la realización de numerosas obras de encauzamiento, incluidos dos grandes alcantarillas encajonadas y puentes.

Existen casos puntuales de roturas de escombros y en UTM [522.400/9'893.850] la rotura de 5 m de muro de gaviones con la deformación

de media vía asociada con el incremento de humedad en una zona de recolección de escorrentía.

No se han establecido las condiciones que permitan la formación de flujos de lodos en la cuenca del río Burro, sin embargo la cuenca es susceptible a crecientes hídricas con inundación y alto contenido de sólidos. Procesos de inundación, sedimentación y erosión en el cauce se manifiestan periódicamente (aunque en escalas métricas) y junto a la erosión lateral con alto poder erosivo son los fenómenos naturales de mayor amenaza en la zona urbana y su área de expansión.

Se aprecia un incremento de la vulnerabilidad en la cuenca media y baja por la presencia de los barrios urbano marginales, obras civiles mayores (vías) en el curso y márgenes y obras de encauzamiento que han manifestado insuficiencia durante el fenómeno de El Niño.

#### **5.1.3.4.3      Nacientes de las cuencas de los ríos Pacoche y San Lorenzo.**

Sistemas de dotación antiguos como el de Pacoche – Manta y otros de uso limitado o local como los de las parroquias San Lorenzo y El Aromo, aprovechan manantiales formados al pie de una meseta extensa en la zona de El Aromo a partir de aguas de infiltración.

Los estratos a la base de la Fm. Tablazo constituyen acuíferos que almacenan aguas de infiltración, pero de limitado potencial hidrogeológico.

## **5.1.4 Hidrología**

### **5.1.4.1 Antecedentes**

Uno de los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado es la intensidad de lluvia, la misma que varía de acuerdo al lugar, la frecuencia o tiempo de retorno y la duración de la lluvia.

La intensidad de lluvias (I) es inversamente proporcional a la duración, es decir es de mayor valor para pequeños intervalos de aguaceros y es de un valor menor para duraciones mayores de los aguaceros.

El estudio de intensidades requiere de registros pluviográficos históricos. En la región de estudio, sólo la estación de Portoviejo y parcialmente la de Manta INOCAR disponen de estos registros.

- La cuenca del río Manta, desde el punto de vista hidrológico es calificada como H1, es decir que tiene una pluviosidad baja, comprendida entre 200 y 500 mm anuales
- El régimen hidrológico es muy irregular y el período seco es muy largo, permitiendo los fenómenos de evaporación y de eutrofización. En promedio, los caudales del río Manta en el mes de marzo, alcanzan a  $0,90 \text{ m}^3/\text{s}$ . En los demás meses el caudal es cero.

### **5.1.4.2 Datos sobre caudales y niveles**

De acuerdo a la información proporcionada por los estudios hidrológicos se tienen los siguientes datos de caudales

- Para el caso del flujo regulado por la descarga de la Presa Poza Honda

$Q \text{ min} = 2 \text{ m}^3/\text{seg.}$        $Q \text{ medio} = 9.078 \text{ m}^3/\text{seg.}$        $Q \text{ max} = 264 \text{ m}^3/\text{seg.}$

- Para el caso del flujo que será regulado con las aguas del trasvase La Esperanza – Poza Honda

$Q \text{ min} = 6 \text{ m}^3/\text{seg.}$        $Q \text{ medio} = 13.078 \text{ m}^3/\text{seg.}$        $Q \text{ max} = 264 \text{ m}^3/\text{seg.}$

En lo que respecta a los niveles del flujo en el río, en el sector del sitio de captación, se ha proporcionado la siguiente información:

- a) Para el caso sin perfil transversal del cauce

$H \text{ min} = 45,11$        $H \text{ medio} = 46,33$        $H \text{ max} = 49,50$

- b) Para el caso con perfil transversal del cauce tomado de un perfil transversal histórico.

H min = 46,35

H medio = 48,50

H max = 49,70

Cota del fondo del río: 45,00

Siendo la información indicada en el literal b) la más completa aunque no actualizada, se considera tomar como referencia estos datos, para el trazado de las obras de toma y su predimensionamiento, durante esta fase del estudio

De acuerdo con lo expuesto, los datos de base en lo relacionado a niveles y caudales para el caso de regulación de la descarga en Poza Honda son:

Q máximo = 264,00 m<sup>3</sup>/seg.

H máximo = 49,70

Q medio = 9,08 m<sup>3</sup>/seg.

H medio = 48,50

Q mínimo = 2,00 m<sup>3</sup>/seg.

H mínimo = 46,35

#### **5.1.4.3 Metodología de Estudio**

El análisis de la intensidad de la lluvia sirve para el diseño del proyecto con los datos de la Estación de Manta, por su localización y por la aceptable calidad de la información disponible.

A manera de comprobación se contrastaron los resultados de la estación Manta con la de Portoviejo, que dispone de una mejor calidad y mayor período de registro.

Los pasos que se siguen para obtener la relación entre la intensidad de lluvia con el tiempo de retorno y la duración de la misma en un determinado lugar son:

- Análisis de las fajas pluviográficas y obtención de lluvias intensas. Esta tarea ha sido realizada por INAMHI para la estación Manta - INOCAR, información semi-procesada que fue adquirida de esta institución;
- Arreglo de los aguaceros de acuerdo a la cantidad de lluvia para varias duraciones. Los tiempos seleccionados son valores previamente normalizados como son las lluvias de 5, 10, 15, 20, 30, 60 minutos, 6, 12 y 24 horas;
- Conversión de la cantidad de lluvia a intensidades dividiendo la cantidad de lluvia para el tiempo. Se presenta las intensidades obtenidas para la estación en estudio;

- Selección de los valores máximos anuales con los cuales se conforma la respectiva serie de intensidades máximas. En el presente caso se adopta una serie de duración parcial constituida por valores máximos independientes de su ocurrencia anual.
- Cálculo de las probabilidades mediante el ajuste a la Ley de Gumbel dada por:

$$P = 1 - \frac{1}{Tr} = e^{-e^{-y}}$$

Siendo:

$P$  = la probabilidad de que los valores calculados sean mayores o iguales que los registrados.

$Tr$  = es la frecuencia o tiempo de retorno

$e$  = base de los logaritmos neperianos.

$y$  = variable reducida

#### **5.1.4.4 Alcances y Objetivos**

##### **5.1.4.4.1 Alcances:**

- Análisis de la información básica disponible;
- Conformar una base de datos climatológica e hidrométrica asociada;
- Caracterización climática de la zona, en función de los valores medios y extremos mensuales de temperatura, humedad relativa, nubosidad, evaporación, precipitación y viento. Se incluye la obtención de relaciones intensidad – duración – período de retorno, para las lluvias intensas;
- Analizar la red hidrográfica y la red de drenaje urbana existente en el área de estudio;
- Cálculo de caudales medios mensuales;
- Determinación de caudales máximos generados para distintos períodos de retorno y varias secciones de interés del río Portoviejo.

##### **5.1.4.4.2 Objetivos:**

- Caracterización hidrológica de los ríos Portoviejo, Manta, Burro y otros, cuyo régimen hidrológico se ha visto modificado por cambio de uso de suelo por la expansión del límite urbano y el crecimiento poblacional, adicionalmente la calidad de las aguas se ve alterada por las actividades antrópicas que se desarrollan a lo largo del área de captación, tratamiento y distribución de las aguas del río Portoviejo, afectación provocada por las diversas descargas de aguas residuales y la disposición de desechos sólidos en las márgenes de estos ríos.

- La información pluviométrica y cartográfica topográfica y temática, posibilita generar caudales, que se ajustan razonablemente a las condiciones hidrológicas de la zona.

#### **5.1.4.5 Climatología**

El conocimiento de las características del clima que predomina en la zona permite apreciar las condiciones de humedad prevaletientes, que definen en gran medida el régimen hidrológico presente. El clima también constituye información básica para la determinación de caudales máximos, al aplicar modelos precipitación – escurrimiento; y es necesario su análisis para la toma de decisiones sobre aspectos ambientales del proyecto.

Las características del clima consideradas de mayor interés en el proyecto son: temperatura media, humedad relativa media, nubosidad, velocidad del viento, lluvia anual y su distribución en el año, y lluvias intensas.

##### **5.1.4.5.1 Información disponible**

El análisis climático expuesto se sustenta en los registros históricos de varias estaciones climatológicas ubicadas en las inmediaciones de las ciudades de Manta y Portoviejo.

Los datos utilizados corresponden a diferentes períodos de observaciones, pero en general cuentan con un mínimo de 10 años completos y consecutivos de información.

##### **5.1.4.5.2 Caudales medios y mínimos**

La determinación de los caudales se sustenta en la aplicación de un modelo continuo que trata de representar el ciclo del agua en una cuenca hidrográfica.

Este modelo reproduce los procesos esenciales de movimiento del agua que tiene lugar en las diferentes etapas del ciclo hidrológico, respetando el principio de continuidad o de conservación de la masa y el balance de humedad en el suelo.

La ecuación utilizada es conocida como Modelo de Temez, cuyo sustento a nivel nacional se encuentra en el trabajo de Tesis de la Escuela Politécnica Nacional, desarrollado por Rojas F., 1987. "Aplicación de Modelos de Generación de Caudales a Nivel Mensual".

El modelo considera los siguientes parámetros para la determinación de caudales:

- Área de drenaje de la cuenca de interés;
- Tipo y usos del suelo dentro de la cuenca;
- Infiltración máxima;
- Caudal base;
- Evaporación media mensual;
- Humedad máxima;
- Humedad mínima;
- Coeficiente de recesión del acuífero;
- Lluvia media mensual obtenida para el centro de gravedad de la cuenca de los registros históricos de la estación representativa.

Para la aplicación del modelo Temez se ha tomado en cuenta los registros históricos de precipitaciones de las estaciones Manta y Portoviejo, que observan una distribución de lluvias al interior del año representativa de la zona de análisis. Considerando también confiable la calidad de la información de esta estación.

La precipitación media anual determinada para la cuenca es 288 mm.

La evaporación anual media, determinada mediante la ecuación de Turc, ha sido distribuida mensualmente, observando la tendencia al interior del año de los registros de la estación La Teodomira.

Los valores requeridos en el modelo, como son infiltración, humedad máxima y mínima, han sido adoptados en base a recomendaciones de las referencias consultadas.

Se incluyen la serie de caudales naturales obtenidos para las secciones de interés en el período 1963 – 1995 y también la curva de duración general.

**Tabla 5 - 12**  
**Caudales Naturales en el río Portoviejo (m<sup>3</sup>/s)**

Sección de interés	Probabilidad de ocurrencia (%)		
	Q50	Q80	Q90
Río Portoviejo sector Caza Lagarto	0.300	0.088	0.057

El caudal medio específico es del orden de 41 l/s/Km<sup>2</sup>, mientras que el caudal mínimo específico es 12 l/s/Km<sup>2</sup>.

Los niveles mínimos a lo largo del río Portoviejo corresponden a calados están en un rango entre 15 y 30 cm para caudales mínimos con 80% de ocurrencia, mientras que el calado correspondiente a caudales medios se encuentran en un rango entre 30 y 45 cm.



### 5.1.4.5.3 Caudales Máximos y Niveles de Crecida

La determinación de los caudales máximos para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años se realiza utilizando el modelo de simulación hidrológica HIDRO - 1, desarrollado en la Escuela Politécnica Nacional en Quito, y que se basa en el ampliamente reconocido método propuesto por el Soil Conservation Service de Estados Unidos.

El método del SCS considera las características físicas de las cuencas longitud del cauce principal, pendiente de la cuenca, el número de curva, la distribución temporal de las lluvias intensas, que en este caso se representa a través de la curva de Huff número 6.

El cálculo de los niveles de crecida se basa en la aplicación de la fórmula de Manning, ampliamente reconocida como válida para la determinación hidráulica de caudales, niveles y velocidades en una sección determinada.

Involucra no solamente las características hidráulicas del flujo sino también la topografía de la sección y la resistencia del material de fondo del cauce.

Los niveles de crecida se han obtenido para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años. Para realizar la modelación de estos caudales se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Morfología del cauce en las secciones de interés (Perfiles - Topografía);
- Pendiente media del cauce del río Portoviejo en el tramo de análisis = 0.0095 m/m;
- Coeficiente de Manning  $n = 0.035$  en el cauce principal y  $n = 0.050$  en las márgenes.

Analizando los niveles obtenidos se puede concluir:

- Algunos tramos del río Portoviejo presentan riesgos de inundación, debido a la disposición de escombros y basuras directamente al cauce, que puede provocar pequeñas represas o embalses aumentando los niveles normales en caso de crecidas en época de lluvia;
- Existen varios tramos a lo largo del río Portoviejo en la zona de estudio dentro del área urbana donde se localizan asentamientos en las inmediaciones de las márgenes del río, por tanto están expuestas a amenazas torrenciales.

### **5.1.5 Calidad del agua superficial**

Para la realización del estudio se utilizó la siguiente metodología:

- Definición de las zonas de uso de suelo y densidad de población en la cuenca del río Portoviejo;
- Recolección de las muestras de agua dentro de cada zona definida. La recolección de las muestras fueron tomadas en la mitad del cauce del río, en recipientes estériles;
- Envío de las muestras correctamente identificadas en cajas térmicas para su análisis en los laboratorios en la ciudad de Quito;
- Comparación de los resultados de laboratorio con los criterios de calidad;
- Determinación de los índices de calidad del agua;
- Interpretación de los resultados obtenidos.

#### **5.1.5.1 Puntos de Muestreo**

La ubicación de los puntos de muestreo fue escogida a fin de establecer la calidad del agua del río en cada zona identificada, y al mismo tiempo generar un gráfico que permita observar la variación de la calidad a lo largo del cauce.

- Captación Caza Lagarto;
- Captación El Ceibal;
- Plantas de Tratamiento;
- Línea de conducción desde el cantón Rocafuerte;
- Líneas de Distribución en Tarqui.

Los parámetros o indicadores de calidad escogidos para el análisis de laboratorio, responden a los necesarios para establecer los mejores usos potenciales de las aguas del Río Portoviejo. Sin embargo, durante la fase de diseño definitivo deberá hacerse una exhaustiva campaña de identificación y caracterización de las descargas líquidas, negras ilícitas e industriales que recibe este río desde la ciudad de Portoviejo hasta la ciudad de Rocafuerte, a fin de ejercer gestión sobre la base legal ambiental respectiva y evitar que continúen contaminando el río Portoviejo.

#### **5.1.5.2 Índices de Calidad del Agua (ICAgua).**

El Índice de Calidad de Agua (WQI) fue desarrollado en los años setenta usando un procedimiento normalizado basado en la técnica DELPHI (Ott, 1978). La técnica Delphi consiste en la combinación de opiniones de un gran panel de expertos.

La calidad ambiental de cada parámetro,  $C_{ai}$ , será por tanto el resultado de introducir el valor medido,  $W_i$ , en cada una de las funciones de calidad ambiental, este proceso permite tener a todos los parámetros en igualdad dimensional por cuanto las curvas entregan valores de 0 a 1, en donde 1 implica que el parámetro se encuentra inalterado y 0 que ha sido impactado totalmente.

Una vez obtenidos los valores de calidad ambiental para cada parámetro el resultado se multiplica por su importancia relativa para ponderar su importancia,  $(C_{ai} \cdot IP)_i$  en el resultado final.

El valor final de calidad del agua para cada muestra por tanto será calculada dividiendo la suma de  $(C_{ai} \cdot IP)$  para la suma de las importancias relativas de los parámetros medidos.

El elemento final del índice de calidad de las aguas cada muestra, se lo relaciona con la clasificación de calidad de acuerdo a un rango numérico.

**Tabla 5 – 13**  
**Clasificación de las muestras según su calidad ambiental**

RANGO NUMERICO	CLASIFICACION
0 – 25	muy mala
26 – 50	Mala
51 – 70	mediana
71 – 90	buena
91 – 100	excelente

Fuente: Ott, 1978

### **5.1.5.3 Criterios de Calidad del Agua**

La calidad del recurso hídrico superficial se define en función del uso posible para el agua, por tanto los diferentes cursos hídricos y cuerpos de agua deben ser clasificados de acuerdo a su uso potencial, para lo cual organismos como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, la Organización Mundial de la Salud y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria han definido guías de calidad de acuerdo a los usos potenciales.

**Tabla 5 – 14**  
**Guías de calidad del agua**

PARÁMETRO	UNIDADES	CLASE A	CLASE B	CLASE C
(1) Alcalinidad	mg/l como CaCO <sub>3</sub>	No menor a 20 mg/l	No menor a 20 mg/l	< 600 mg/l
(2) Arsénico	mg/l	0.05	0.2	0.1
(3) Coliformes fecales	NMP/10° ml	600	1000	1000
(4) DB05	mg/l			
(5) Boro	mg/l			< 0.75
(6) Cloruros	mg/l	< 250.0		
(7) Cloro residual total	mg/l	0.01	<0.01	
(8) Cromo total	mg/l			
Dureza <100 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.12	0.12	0.12
Dureza = 100-199 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.21	0.21	0.21
Dureza > 200 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.37	0.37	0.37
(9) Cromo hexavaiente	mg/l	0.05	0.05	0.011
(10) Cobre	mg/l			
Dureza < 100 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.065	0.065	0.05
Dureza = 100-199 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.12	0.12	
Dureza > 200 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.21	0.21	
(11) Cianuro	mg/l	0.2	0.2	2
(12) Detergentes	mg/l	< 0.5	<0.5	<0.5
(13) Oxígeno Disuelto	mg/l	No menor a 6	No menor a 4. En promedio de 24 horas no menor a 5	No menor a 4. En promedio de 24 horas no menor a 5
(14) Sólidos Disueltos	mg/l	Máximo < 1000 Como promedio mensual < 500		
(15) Hierro	mg/l	< 1.0	< 1.0	5
(17) Plomo	mg/l			
Dureza < 100 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.065	0.065	0.05
Dureza = 100-199 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.12	0.12	
Dureza > 200 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.21	0.21	
(18) Mercurio	mg/l	< 0.00012	< 0.00012	< 0.00012
(19) Níquel	mg/l			
Dureza < 100 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.088	0.088	0.2
Dureza = 100-199 mg/l como CaCO <sub>3</sub>		0.16	0.16	
Dureza > 200 mg/l como CaCO <sub>5</sub>		0.28	0.28	
(20) Nitratos	mg/l como N	< 10.0		
(21) Grasas y aceites	mg/l	No exceder 5.0	No exceder 5.0	No exceder 5.0
(22) Valor de pH		No menor a 6.0 o mayor a 8.5	No menor a 6.0 o mayor a 8.5	No menor a 6.0 o mayor a 8.5
(23) Fenoles	mg/l	< 0.021	< 4.6	< 4.6
(24) Turbiedad	UNT	< 29 a valor de pH natural	< 29 a valor de pH natural	

Las guías de calidad de agua definen las metas que se quieren alcanzar en el recurso hídrico superficial específico en función del uso potencial que pudiese dársele. Las normas se establecen para proteger la salud pública y el ambiente. Estas normas de calidad también se utilizan para regular descargas individuales a los cuerpos de agua.

Esta clasificación se la realizó de acuerdo con los usos actuales y futuros:

- **CLASE A:** Suministro de agua potable;
- **CLASE B:** Recreación, propagación y mantenimiento de peces y vida silvestre, para un balance ecológico saludable;
- **CLASE C:** Aguas de riego para la agricultura y ganadería.

El término recreación en la Clase B, incluye baño, natación, pesca y otros contactos posibles del cuerpo humano con el agua. La clasificación de la calidad de las aguas se establece en el orden de protección que se requiere.

- **Análisis de Resultados**

Luego del análisis de calidad del agua y según los criterios de calidad y los parámetros de clasificación se presentan los siguientes resultados:

- La calidad del agua del río Portoviejo, desde la cabecera hasta la captación en el sector Caza Lagarto y El Ceibal, mantiene características degradadas, que no le permiten ser usado para abastecimiento humano, recreación o riego sin un tratamiento completo;
- La presencia de descargas de aguas negras permanentes desde el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Portoviejo, determina valores altos nitrógeno amoniacal, sin embargo los valores de nitritos y nitratos se presentan también demostrando la buena capacidad de autodepuración que tiene el río;
- Los valores de DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes fecales y totales y Nitrógeno amoniacal, se presentan más altos en puntos urbanos bien consolidados de Portoviejo y Rocafuerte;
- Aun cuando los indicadores de contaminación se presentan menores en la cabecera del río, se verifica ya la presencia de varias fuentes de contaminación hídrica;
- La concentración de coliformes fecales es extremadamente alta, como es lógico por las descargas de aguas negras a las que está sometido el río.

### 5.1.5.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente informe corresponde al Estudio hidrológico del proyecto "Plan Maestro Hidrosanitario de Manta", y tiene como objetivo recopilar, analizar y complementar información para la caracterización Hidrometereológica del área de estudio.

Contiene la determinación de caudales máximos para diferentes secciones de interés de la red de drenaje natural y urbano, variando el período de retorno de las lluvias de diseño, que corresponden a las mismas probabilidades de excedencia de los caudales máximos.

Se incluye la caracterización climática de la zona, en función de los valores medios y extremos mensuales de temperatura, humedad, nubosidad, velocidad del viento y precipitación. Se obtienen también las relaciones intensidad – duración – período de retorno, para las lluvias intensas. Los datos de precipitación corresponden a varias estaciones, pero las más representativas corresponden a las estaciones Chone - La Teodomira.

**Tabla 5 - 15**  
**Características climáticas del área de estudio**

Característica		Estación	
		Chone	La Teodomira
Temperatura (° C)	Med	25.1	24.2
	Mín	21.2	21.4
	Máx	26.5	27.4
Humedad Relativa (%)	Med	90.3	89.5
	Mín	81	83
	Máx	98	98
Nubosidad (Octavos)	Med	7.5	7.0
	Mín	6	5
	Máx	8	8
Velocidad del viento (Km/h)	Med	2.0	-
	Máx	6.9	-
Precipitación Anual (mm)	Med	387	293
	Mín	199	163
	Máx	559	511

La distribución de precipitaciones observa un período húmedo que corresponde a los meses de enero a mayo, durante el cual se precipita aproximadamente el 75% de la lluvia anual, siendo el mes de mayor precipitación marzo. De junio a diciembre se presenta el período con menor precipitación.

Como patrón de tormenta se justificó la adopción de la distribución tipo Huff 10%, del Segundo Cuartil. Esta distribución representa de mejor manera la variación de la intensidad de lluvia con la duración sin sobreestimar las intensidades para duraciones bajas.

El río Portoviejo está ubicado:

- **Coordenadas geográficas:** 1°20' Latitud S  
1°0' Latitud S  
  
80° 30' Longitud W  
80° 0' Longitud W
- **Coordenadas Planas UTM** 9852610 Norte  
9889450 Norte  
  
555620 Este  
611260 Este

La topografía del río Portoviejo es regular con altitudes que van desde los 100 a los 589 metros de altura. Sobresalen los cerros San Pablo, Loma de la Llorona, Loma de la Cuesta Vieja, Loma El Gringo, vértice La Mona.

Las cotas extremas van desde los 589 a los 130 msnm.

El río Portoviejo atraviesa la provincia de Oeste a Este y en su origen se llama "Pata de Pájaro", recorre las poblaciones de Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte, Sucre y las parroquias de Calderón, Colón, Picoazá.

Este río tiene varios afluentes, uno de los principales es el río Chico, y en las inmediaciones de las ciudades de Rocafuerte, Crucita, Portoviejo y otras poblaciones son causantes de inundaciones, porque además de recoger las aguas lluvias y aguas residuales de estas ciudades también están obstruidos por la tierra de los deslaves de los cerros.

Al interior de la cuenca de drenaje del río Chico al río Portoviejo tenemos el estuario La Boca donde están más de 50 Has., de manglar como reserva natural de plantas y aves.

Este río es el más importante de la provincia y cubre una superficie de 36.8 x 55.6 Km.; con un total de 2049,4 Km<sup>2</sup>, desemboca en un gran estuario y existe una estación hidrométrica con información directa de niveles o caudales, no obstante mediante la aplicación de un modelo continuo precipitación – escurrimiento, permitió generar series de caudales que razonablemente definen la variabilidad de la hidrología de la zona.

Los caudales naturales obtenidos, en valores específicos medios y mínimos para la sección del río ubicada a la altura del cantón Rocafuerte – captación son 81 y 37 l/s/Km<sup>2</sup>, respectivamente.

- Por existencia de viviendas que se ubican en las márgenes del río Portoviejo muy cerca al cauce principal y debido a las condiciones topográficas y morfológicas de las riberas y de la cuenca, estas viviendas podrían ser destruidas en caso de inundaciones. Problema que puede agravarse por el cambio de uso de suelo en la cabecera de la cuenca del río Portoviejo que es una zona de expansión de la ciudad que redundaría en un aumento de los caudales máximos por la impermeabilización de la cuenca y también por el desalojo directo al cauce de basuras y escombros.
- Como medida de mitigación al problema de inundaciones se recomienda la implantación de diques longitudinales de protección en las orillas del río Portoviejo, en zonas críticas. Adicionalmente, mediante políticas de regulación del uso y ocupación del suelo se deberá evitar el futuro asentamiento junto a las márgenes del río y también se debe analizar la posibilidad de reubicación de viviendas y centros turísticos, especialmente en el cantón Rocafuerte.
- Se deberán tomar medidas no estructurales como reforestar las laderas de las márgenes del río, realizar campañas de información y educación, establecer sitios autorizados de disposición de desechos y escombros para evitar primero la contaminación de las aguas del río y segundo el posible aumento de los niveles de inundación por la presencia de materiales en el cauce.



## **5.1.6 Paisaje**

### **5.1.6.1 Metodología**

Para el análisis de los componentes del paisaje y la evaluación de su calidad global, se ha considerado lo establecido en la "Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico" (MOPT, 1992), considerando los principales parámetros descriptivos visuales como: formas del terreno, suelo y roca, agua, vegetación y uso del suelo e intervención antrópica.

Estos elementos ecosistémicos fueron considerados en su conjunto y de acuerdo al grado de afectación a causa de las actividades del proyecto, para la calificación final.

Al final de este capítulo se presentan las fichas detalladas de paisaje, para cada uno de los puntos seleccionados.

El paisaje es una descripción cualitativa del terreno desde el punto de vista artístico incluyendo en esta descripción a todos los componentes del medio, tanto físicos (o abióticos), como bióticos.

La zona estudiada presenta escenarios paisajísticos naturales muy escasos.

Existe una gran cantidad de contaminación que ha provocado la destrucción del medio natural, en la zona hay una gran extinción de especies faunística y florísticas propias del sector, las invasiones provocadas por el hombre de manera desordenada han provocado la contaminación del río y el paisaje actual se muestra grotesco.

La ciudad San Pablo de Manta tiene una superficie de 18.930 Km<sup>2</sup>, orográficamente está junto al cinturón montañoso de la Cordillera de Chongón o Colonche que se extiende desde Guayaquil hasta Jipijapa y Portoviejo en la zona Sur y, en el Norte se destacan las montañas de Cojimíes, Jama, Convento, con alturas que no rebasan los 300 msnm.

Esta ciudad está sobre la Bahía de Manta, al Oeste del país a una distancia de 35 Km., de la ciudad de Portoviejo.

Una de las características para calificar su paisaje es su topografía con la presencia de tres cauces naturales que atraviesan la ciudad de Este a Oeste como son los ríos Burro, Manta y Bravo.

La cobertura vegetal es escasa en los encerramientos inferiores de la cordillera, hay vegetación arbustiva espinosa, notándose el contraste con árboles pequeños de barbasco los cuales mantienen su copa de coloración verde. Los promontorios que están frente al mar están descubiertos de vegetación y la parte alta de la cordillera se ha utilizado para cultivo, la misma que está parcelada.

## **5.2 COMPONENTE BIOTICO**

El estudio de Flora y Fauna se lo realizó en el mes de Noviembre y Diciembre, el área se sitúa en la región Oeste - Este a una altitud de 5 msnm y ecológicamente corresponde a la Zona de vida "bosque seco Pre-Montano" (b.s.P-M), bosque muy seco, monte espinoso tropical y matorral desértico tropical (INEFAN 1994; Holdridge 1987; Cañadas, 1983).

La fauna presente, pertenece a la Región Zoogeográfica Subtropical Occidental que se incluye en la provincia Pacífica (Cabrera y Willink 1980).

De acuerdo a Albuja (1981), el proyecto se lo incluye en el Piso Subtropical Noroccidental, por otra parte la fauna (mamíferos, aves, anfibios y reptiles) guarda una estrecha relación con la del bosque húmedo Tropical.

El área en sí, presenta una evidente alteración antrópicas, la deforestación de los márgenes del río y el uso del suelo utilizado en la construcción de viviendas, han provocado una pérdida de la cobertura vegetal nativa y un deterioro de los recursos naturales, estos efectos pueden ser reversibles con actividades y acciones de recuperación y reforestación de las márgenes del río y áreas alteradas, por lo cual la instauración del proyecto coadyuvará a la recuperación de estas áreas degradadas, así también evitará la erosión de las laderas y podrá utilizarse como atractivo turístico.

La vegetación existente es de tipo secundario, producto de la regeneración natural así como de carácter antrópico, se observan pastizales creados para el pastoreo de ganado vacuno y chacras para sustento familiar junto a las viviendas, es muy poca la vegetación arbustiva y arbórea nativa, la cual es secundaria y se encuentra dispersa sobre el área, la pérdida de la vegetación ha incitado a la migración de la fauna nativa, solo se observan especies faunística secundarias como aves, tolerantes a las actividades antrópicas que se albergan en la poca vegetación existente.

### **5.2.1 Flora**

El estudio de la vegetación en el área del proyecto tiene gran importancia para la planificación de un programa de recuperación de estas áreas afectadas y el tipo de especies más recomendables para sembrar.

#### **5.2.1.1 Formaciones vegetales y Tipos de vegetación**

Son varias las clasificaciones para identificar y caracterizar la estructura y composición ecológica de los diferentes tipos de vegetación, entre los cuales se han tomado como base aspectos ambientales y físicos para su clasificación, es así como, según Cañadas, en el Mapa Bioclimática y Ecológico del Ecuador, clasifica a este sector, dentro de la zona de vida de "bosque seco Pre-Montano" (b.s P-M), aquí se registran precipitaciones medias entre 200 y 4.00 mm anuales (Cañadas, 1983).

Para la descripción de las formaciones vegetales de este estudio, se utilizó el Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental (Sierra, 1999), el cual se adapta a una realidad florística nacional y reúne criterios fisonómicos, ambientales, bióticos y topográficos, para clasificar las unidades vegetales, por tanto esta área pertenece a lo que se denomina como "bosque siempre seco pie montano".

### **5.2.1.2 Análisis de resultados**

#### **5.2.1.2.1 Descripción de la vegetación**

Por encontrarse, el proyecto de la ciudad de San Pablo de Manta en la Bahía de Manta y junto a los márgenes de los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo, las características florísticas de estas áreas son en su mayoría de tipo antrópico, la deforestación, la instalación de las viviendas junto a los ríos y la utilización del mismo para la descarga de las aguas servidas como en Portoviejo, han determinado la pérdida de la cobertura vegetal nativa, por lo que no se encuentran extensas áreas que conserven flora nativa, a excepción de ciertas laderas con pendientes inclinadas donde se observaron especies arbóreas y arbustivas dispersas, mezcladas entre las pequeñas chacras para consumo familiar.

Luego de los recorridos de campo se identificó vegetación antrópicas, el área en su mayoría se encuentra intervenida por los asentamientos humanos y la poca vegetación arbórea y arbustiva nativa de tipo secundario, se encuentra agrupada en ciertos lugares del borde del río, así también se registró un sector con pastizales en los extremos Este y Oeste de la ciudad utilizados para pastoreo de ganado vacuno, la ejecución del proyecto, coadyuvará a la recuperación de la natural fisonomía vegetal de las márgenes del río.

##### **5.2.1.2.1.1 Bosque seco Premontano (bs PM)**

La zona de vida analizada incorpora el área desde el cantón Santa Ana hasta el embalse de Poza Honda que se ubica entre los 50 y 150 msnm.

El área se encuentra ubicada en la cuenca media del río Portoviejo, la vegetación corresponde a la de "arbórea siempre verde" con árboles de 8 a 20 metros de altura y hasta de 40 cm de ancho a la altura del pecho, DAP, por lo que en las quebradas, hondonadas y suelos con fuerte pendiente, se observa remanentes de bosques primarios intervenidos y parches de bosques secundarios y árboles dispersos asociados con cultivos agrícolas, frutales y pastos.

Entre las especies observadas podemos mencionar a:

#### **a) especies maderables duras y suaves nativas:**

- Guachapeli (*pseudosananea guachapale* – Leguminosae), Cedro (*Cedrela sp.* – Meliaceae), Laurel (*Cordia sp.* – Borraginaceae),

Guarumo (*Cecropia spp.* – *Moraceae*), Moral (*Claricia racemosa* – *Moraceae*), Guasmo (*Guazuma sp.* – *Esterculiaceae*), Bálsamo (*Myroxylon balsamun harms* – *Fabaceae*), Caoba (*Swietenia sp.* – *Meliaceae*), Ceiba (*Ceiba pentandra* – *Bombacaceae*), Balsa, Pechiche (*Vitex sp.* – *Verbenaceae*), Porotillo (*Erithryna sp.* – *Papilionaceae*), Guabo (*Inga sp.* – *Leguminosae*) y Guadúa (*angustifolia Kunth* – *Graminae*).

**b) especies arbustivas y leñosas nativas:**

- Guayaba (*Psidium guajaba* – *Mirtaceae*), Frutillo, Bototillo (*Cochlospermum vitifolium* – *Coclospermaceae*), Laritaco (*Vernonia patens HBK* – *Asteraceae*), Guarango (*Tara spinosa* – *Leguminosae*) y Falsa Acacia.

**c) Especies introducidas:**

- Teca (*Tectona grandis* – *Verbenaceae*), Guayacán, Caoba, Tulipán (*Spathodea campunolata* – *Bignoniaceae*), Arabisco (*Jacarandá sp.* – *Bignoniaceae*), Nin (*Asadirasta índica*), Tamarindo (*Tamarindus índica* – *Leguminosae*), Guabo, Zapote (*Pouteria sp.* – *Sapotaceae*), Mango (*Mangifera sp.* – *Anacardiaceae*), Aguacate (*Persea Americana Mill* – *Lauraceae*), Naranja (*Citrus cinensis* – *Rutaceae*), Mamey, Níspero, Fruta de Pan, Ciruelo (*Spondias purpurea* – *Anacardiaceae*), Marañón (*Anacardiun Occidentalis* – *Anacardiaceae*), Cacao, Achiote (*Bixa Orellana* – *Bixaceae*), Papaya (*Carica sp.* – *Caricaceae*).

**5.2.1.2.1.2 Bosque muy seco (b.m.s)**

La cobertura vegetal nativa primaria ha sido destruida para luego hacer la conversión de uso, por lo tanto las especies que sobresalen en la estructura del componente arbóreo y de la vegetación son:

**a) Especies maderables:**

- Algarrobo, Palo Santo, Laurel, Fernán Sánchez, Guayacán, Guasmo, Ceiba y Balsa.

**b) Especies arbustivas y leñosas nativas:**

- Guarango, Frutillo, Bototillo, Sapote de Perro, Muyuyo.

**c) Especies introducidas:**

- Eucalipto, Teca, Nin, Casuarina, Leucaena, Acacia, Guadúa, Tulipán, Almendro, Guabo, Mango, Naranjo, Rosella (*Hibiscus sabdariffa* – *Malvaceae*), Ciruelo, Aguacate, Ficus.

### 5.2.1.2.1.3 Monte espinoso Tropical (m.e.T)

Este tipo de cobertura vegetal corresponde a la existente en los dos tramos de las líneas de conducción de agua desde la ciudad de Portoviejo hasta el sitio de captación de agua "El Ceibal", hasta llegar a Manta a una altura promedio de 30 a 80 msnm.

#### a) *Especies maderables:*

- Algarrobo, Guasmo, Guachapeli, Jorupe, Ceiba.

#### b) *Especies Arbustivas y leñosas nativas:*

- Guarango, Frutillo, Bototillo, Vainillo, Higuerilla, Dormilón.

#### c) *Especies introducidas:*

- Tamarindo, Almendra, Tulipán, Mango, Palma de coco, Guadúa.

### 5.2.1.2.1.4 Matorral desértico Tropical (m.d.T)

Este es característico de las áreas urbanas y rurales del cantón Manta, es muy común observarlas en las microcuencas de los ríos Bravo, Burro y Manta; así como en la quebrada Barbasquillo a una altitud media de 0 a 90 msnm.

#### a) *Especies maderables:*

- Algarrobo, Ceiba.

#### b) *Especies arbustivas y leñosas nativas:*

- Guarango, Frutillo, Bototillo, Higuerilla, Dormilón (*Macrobium etenosiphon* – *Leguminosae*).

#### c) *Especies indtroducidas:*

- Algarrobo, Guachapeli, Casuarina, Acacia, Ficus, Caucho (*Ficus sp.* – *Moraceae*), Almendra (*Terminalia catappa* – *Combretaceae*).

### 5.2.1.2.2 Distribución de las especies

- **Área 1:** Desde el cantón Santa Ana hasta el embalse de Poza Honda con una altura de 50 a 150 msnm.

• Guachapelí	14%	Teca	4%
• Guasmo	12%	Pachaco	2%
• Laurel	3%	Cacao	2%
• Guarumo	1%	Zapote	2%

• <b>Guabo</b>	4%	<b>Naranja</b>	2%
• <b>Ceiba</b>	2%	<b>Aguacate</b>	2%
• <b>Balsa</b>	3%	<b>Níspero</b>	1%
• <b>Moral</b>	1%	<b>Fruta de Pan</b>	0.7%
• <b>Cedro</b>	1%	<b>Ciruelo</b>	0.3%
• <b>Pechiche</b>	1%	<b>Otras especies</b>	3%
• <b>Bálsamo</b>	1%	<b>Falsa Acacia</b>	1%
• <b>Porotillo</b>	1%	<b>Guayaba</b>	2%
• <b>Frutillo</b>	8%	<b>Guadúa</b>	1%
• <b>Guarango</b>	7%	<b>Laritaco</b>	2%
• <b>Bototillo</b>	4%		

El uso del suelo en el área del proyecto es:

- Bosque y vegetación 35%
- Pastos naturales y sembrados 50%
- Frutales 7%
- Cultivos de ciclo corto 6%
- Varios cultivos 2%

- **Área 2:** Está comprendida entre el cantón Santa Ana y Portoviejo de 40 a 50 msnm, la cobertura vegetal incluye las especies arbóreas y arbustivas:

• <b>Algarrobo</b>	10%	<b>Guasmo</b>	6%
• <b>Laurel</b>	1%	<b>Guayacán</b>	0.5%
• <b>Fernán Sánchez</b>	1%	<b>Cedro</b>	0.5%
• <b>Bototillo</b>	18%	<b>Balsa</b>	0.5%
• <b>Guarango</b>	26%	<b>Sapote de perro</b>	0.5%
• <b>Frutillo</b>	10%	<b>Muyuyo</b>	1%
• <b>Teca</b>	1%	<b>Eucalipto</b>	0.1%
• <b>Leucaena</b>	1%	<b>Casuarina</b>	0.2%
• <b>Acacia</b>	2%	<b>Tulipán</b>	0.5%
• <b>Mango</b>	3%	<b>Ciruelo</b>	0.2%
• <b>Ficus</b>	1%	<b>Aguacate</b>	2%
• <b>Naranja</b>	3%	<b>Rosella</b>	0.3%
• <b>Nin</b>	3%	<b>Almendra</b>	2%

El uso del suelo tiene las siguientes áreas:

- Vegetación arbórea y arbustiva nativa 40%
- Pasto natural y cultivado 20%
- Frutales y cultivos 30%
- Otros usos 10%

- **Área 3:** Esta comprende los bordes de las dos líneas de conducción de agua:

• <b>Algarrobo</b>	12%	• <b>Guasmo</b>	2%
• <b>Guachapeli</b>	1%	• <b>Jorupe</b>	0.2%
• <b>Ceiba</b>	1%	• <b>Guarango</b>	42%
• <b>Frutillo</b>	9.5%	• <b>Bototillo</b>	20%
• <b>Higuerilla</b>	0.5%	• <b>Dormilón</b>	1%
• <b>Tamarindo</b>	0.3%	• <b>Nin</b>	2%
• <b>Acacia</b>	0.5%	• <b>Almendra</b>	1%
• <b>Leucaena</b>	0.5%	• <b>Teca</b>	1%
• <b>Tulipán</b>	0.2%	• <b>Mango</b>	0.5%
• <b>Guadúa</b>	0.3%	• <b>Eucalipto</b>	0.1%

El uso del suelo viene dado por:

- Vegetación arbórea 77%
- Frutales y cultivos 10%
- Pastos 8%
- Varios usos 5%

- **Área 4:** En el perímetro urbano, las áreas de desagües de las aguas servidas, estaciones de bombeo, lagunas de oxidación y uso de las aguas tratadas se tiene una cobertura vegetal desde los 30 a los 90 msnm y que tienen las siguientes especies:

• <b>Algarrobo</b>	3%	• <b>Ceiba</b>	1%
• <b>Guarango</b>	65%	• <b>Frutillo</b>	5%
• <b>Bototillo</b>	16%	• <b>Higuerilla</b>	0.2%
• <b>Dormilón</b>	1%	• <b>Algarrobo</b>	1%
• <b>Guachapeli</b>	1%	• <b>Nin</b>	2%
• <b>Casuarina</b>	0.2%	• <b>Acacia</b>	1%
• <b>Falsa Acacia</b>	0.1%	• <b>Ficus</b>	1%
• <b>Palma de coco</b>	0.5%	• <b>Almendra</b>	1%

El uso de los suelos en estas áreas es:

- Vegetación natural 88%
- Pastos naturales 5%
- Frutales y cultivos 3%
- Usos varios 4%

## **5.2.2 Fauna**

### **5.2.2.1 Ubicación del área de estudio**

La fauna presente, pertenece a la Región Zoogeográfica Tropical Occidental que se incluye en la Provincia Pacífica (Cabrería y Willink 1980).

De acuerdo a Albuja (1981), el proyecto se lo incluye en el Piso Subtropical Noroccidental, por otra parte la fauna (mamíferos, aves, anfibios y reptiles) guarda una estrecha relación con la del bosque húmedo Tropical.

### **5.2.2.2 Materiales y Métodos**

Para la evaluación de la fauna terrestre se siguió las técnicas establecidas en las Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER) de Sobrevilla y Bath (1992), y de esta manera obtener la información general del área.

Las metodologías para cada uno de los grupos faunísticos (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), consistieron en los recorridos en campo, con la observación e identificación directa de cualquier rastro o presencia de los mismos sobre el área de influencia directa del proyecto, además de entrevistas a los pobladores del área, sobre la presencia de fauna nativa.

Durante los recorridos de búsqueda y observación se efectuaron observaciones visuales directas y registros auditivos de la fauna presente en el área.

### **5.2.2.3 Descripción de la fauna terrestre**

La fauna existente es escasa y de carácter secundario, producto de las alteraciones antrópicas y el mal estado de conservación de la vegetación, la pérdida de la vegetación nativa y los asentamientos humanos han conllevado también a la pérdida de la fauna nativa así como de su hábitat, la cual necesita condiciones propias para su sobrevivencia, entre las especies de fauna se registraron aquellas de tipo secundario y propia de lugares alterados, la descripción de la misma se detalla a continuación:

#### **5.2.2.3.1 Mamíferos**

Por las condiciones antrópicas del área no se registraron mamíferos durante los recorridos, pero por las entrevistas a los habitantes del sector se puede mencionar a especies animales comunes, las cuales se han adaptado a sitios abiertos y que muchas veces, no necesitan de grandes espacios con cobertura vegetal para su subsistencia.

- "Raposa de cola pelada" *Didelphys marsupialis* (Didephyidae);
- "rata espinosa casera" *Proechimys* sp (Echymidae);
- "ratón arrozalero" *Oryzomys* sp.;
- "ratón común" *Mus musculus*;



- "rata negra común" *Rattus rattus* (Muridae);
- "murciélago frutero menor" *Carolia brevicauda*;
- "murciélago castaño de cola corta" *Carolia castanea*;
- "vampiro común" *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae);
- "chucuri" *Mustela frenata* (Mustelidae).

### 5.2.2.3.2 Aves

La falta de un hábitat adecuado a causa de la modificación del entorno nativo y el cambio en la cobertura vegetal, ha determinado la migración de la avifauna nativa y el establecimiento de aquella de tipo secundario, la cual se ha adaptado a las áreas intervenidas, pero debido a la facilidad de movilidad de las aves, se registraron algunas especies que habitan o visitan la vegetación al borde del río.

- "garza vaquera" *Bubulcus ibis* (Ardeidae);
- "Homero del pacífico" *Furnarius* (Cinnamomeus);
- "garrapatero piquiestriado" *Crotophaga sulcirostris*
- "sinsote colilargo" *Mimus* (Longicaudatus);
- "garrapatero" *Crotophaga ani* (Cuculidae);
- "vencejo cuello blanco" *Streptopocne zonaris* (Apodidae), *Amazilia tzacatl* (Trochilidae);
- "mosquerito adornado" *Myiorticcus ornatos*, *Sayornis nigricans*;
- "mosquero picudo" *Megarynchus pitangua*;
- "mosquero social" *Myiozetetes similis* (Tyrannidae);
- "candelita" *Myioborus miniatus*;
- "parula tropical" *Parula pittiauyumi* (Parulidae);
- "mielero flavio" *Coereba flaveola*;
- "periquito del pacífico" *Forpuscoelestes*;
- "espiguero" *Sporophila americana*;
- "espiguero ventriamarillo" *Sporophila nigricollis*;
- "semillerito negri azulado" *Volatinia jacarina* (Emberzidae).

Estas especies habitan o visitan zonas intervenidas y de sensibilidad es baja.

### 5.2.2.3.3 Anfibios y reptiles

Debido a la alteración antrópicas del área, el registro de anfibios y reptiles es muy baja, entre las especies de anuros de hábitos generalistas que prefieren zonas abiertas y se las encuentra en zonas de pasto y pequeñas vegetaciones tenemos a:

- "sapo verrugoso" *Bufo marinus* (Bufonidae);
- "sapo de pasto" *Eleutherodactylus achatinus* (Leptodactylidae);
- "rana pintada" *Scinax quinquefasciata*, *Smilisca* sp. (Hylidae)

Durante los recorridos de búsqueda y por referencias de los habitantes se registraron a saurios y gekkos que habitan y se encuentran en zonas abiertas como:

- *Ameiva* sp. (Teiidae), *Thecadactylus rapicauda*, *Gonatodes* sp. (Gekkonidae), *Lepidoblepharis* sp. entre los colubridos los habitantes han observado la "chonta" *Clelia clelia* (Colubridae), especie que se encuentra frecuentemente en áreas disturbadas y requiere de pequeñas zonas de vegetación

### **5.2.3 Conclusiones y recomendaciones**

- Los asentamientos humanos (viviendas y fincas) a lo largo de las márgenes del río han determinado la pérdida de la flora y fauna nativa, así como la transformación de su hábitat;
- La flora y fauna nativa existente es de carácter secundario, por lo que los registros de flora y fauna son especies típicas secundarias y resistentes a las alteraciones ambientales, producto de sucesiones vegetales luego de la destrucción de hábitat;
- La contaminación del río es evidente, especialmente después de las descargas de las aguas residuales, por lo que su recuperación debe ser inmediata y proceder a la reubicación de las lagunas o implementar un proceso de tratamiento final de las aguas;
- La vegetación del área de influencia directa e indirecta al proyecto, es de tipo secundario y se encuentra con un estado de conservación bajo;
- Se recomienda reforestar con especies nativas las laderas del margen del río, para evitar la erosión y recuperación de las áreas degradadas, para futuros trabajos se debe conservar y mantener la vegetación nativa existente;
- La fauna que se encuentra habitando en esta área, está representada por pocas especies, siendo estas específicas de áreas intervenidas o que la visitan frecuentemente, estas son de baja sensibilidad y tolerantes a las alteraciones y cambios del hábitat.

## **5.3 COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO**

### **5.3.1 Introducción**

Antes de profundizar en los datos y el análisis respecto de la población objetivo de este estudio socioeconómico, se presenta una referencia general respecto de la situación en la provincia de Manabí y sus perspectivas internacionales por las obras a ejecutarse en los próximos años: ampliación del puerto, mejoramiento del aeropuerto, planta petroquímica, carreteras de primer orden que facilitará el acceso de turistas e inversionistas a este importante cantón costero, donde se encuentran las áreas de influencia directa e indirecta, aledañas a la zona del proyecto.

Este cantón tiene algunos datos históricos, geográficos, de recursos económicos y turísticos.

Esta parte introductoria general y relativa a un ámbito geográfico más extenso, permite ubicarse en la realidad geográfica y sociocultural de la zona, para posteriormente profundizar en el conocimiento del área relacionada de manera directa con el proyecto.

Luego de esta descripción y análisis general sobre la realidad del cantón Manta, se hace referencia y se analizan algunos indicadores sociales involucrados directamente con la zona del estudio específico.

Posteriormente y del mismo modo, se hace referencia a indicadores sociales de las parroquias urbanas en las cuales se hallan las familias ubicadas en las áreas de influencia directa e indirecta del Proyecto.

Una vez analizados los indicadores sociales del cantón y parroquias urbanas y rurales en los que se encuentran las familias del área de influencia directa e indirecta del proyecto, se exponen y analizan los datos de situación socioeconómica y cultural y de percepción proporcionadas por las familias de las comunidades a las que se visitó y encuestó de manera personalizada.

Se determinan las áreas de influencia o afectación directa y áreas de sensibilidad; del mismo modo, se determinan los impactos existentes y los potenciales.

### **5.3.2 Metodología**

El componente socioeconómico, al interior del Estudio de Impacto Ambiental, tiene la finalidad de observar cuáles son las condiciones de las personas previo a cualquier tipo de intervención en el área y cómo afectaría ésta a las comunidades urbanas y rurales, especialmente en el cobro de facturas por los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial.

Como se beneficiará la comunidad con estos servicios en el sector productivo – turístico.

Para la elaboración de esta línea base social o estudio de diagnóstico socioeconómico se analizaron algunos elementos:

- Identificar y evaluar el tipo de población presente dentro del área de investigación; el número de viviendas y su densidad; el tamaño poblacional y densidad; migración; crecimiento; calidad de vida, infraestructura básica y de servicios, así como la tenencia de la tierra y los ingresos económicos con los cuales subsisten las familias;
- Todo se identificó considerando al total de la población y las viviendas que corresponde a las familias ubicadas en las parroquias y urbanas del cantón Manta.

El trabajo se dividió en dos fases: una inicial de trabajo de campo que implicó la aplicación de un instrumento de recolección de información a través de encuesta por unidad de vivienda y fichas de actores en el área de influencia directa e indirecta del proyecto y una segunda de trabajo de escritorio o gabinete.

El trabajo de campo de recolección de la información de la línea base social se realizó en dos etapas, la primera entre los días 17 de octubre a 17 de noviembre del 1998 y la segunda entre el 30 de octubre y el 14 de noviembre del 2009.

Para el desarrollo del componente social del Proyecto se tomó en cuenta como área de influencia directa a todas las familias y viviendas ubicadas en las parroquias urbanas y rurales del cantón Manta.

Las herramientas utilizadas para obtener los datos en el campo (técnicas), fueron 3:

- Observación directa;
- Encuestas a representantes de cada unidad de vivienda;
- Entrevistas y fichas de análisis de la información de los actores.

En total se trabajó y encuestó a 5097 familias que representan a un total de 25000 habitantes de la zona de influencia directa del proyecto como un muestreo que permita realizar las proyecciones.

Durante el trabajo de escritorio o gabinete, se realizó investigación bibliográfica tomando como fuente documentos y textos generales relacionados con la Geografía Económica del Ecuador, metodologías sociales y análisis general, información estadística e indicadores sociales tomados del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador – SIISE y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos – INEC.

El diseño de la encuesta tomó como universo de estudio al conjunto de hogares asentados en diferentes barrios con ingresos económicos diferenciados.

El hogar constituyó la unidad de análisis y observación. El marco muestral se elaboró sobre la base un proceso de segmentación del área de influencia, el cual permitió obtener cinco segmentos o subáreas de influencia que se utilizaron como Unidades Primarias de Muestreos (UPMs).

Para la selección del número de hogares incluidos en la muestra se determinó el peso poblacional relativo de cada UPM calculado por medio de un conteo planimétrico de manzanas.

Para la selección de viviendas se aplicó un *muestreo aleatorio simple*. Las encuestas fueron aplicadas a un informante mayor de edad por hogar procurando que, en lo posible, sea el jefe de hogar o su cónyuge.

Las variables consideradas en la encuesta fueron: composición del hogar (sexo y edad), niveles de instrucción, principal actividad actual, incidencia de enfermedades, salud materna, condiciones de vivienda y servicios básicos, percepción sobre cuestiones de medioambiente y del proyecto de agua potable y otros servicios básicos.

### **5.3.3 Objetivos**

#### **5.3.3.1 Objetivo Principal**

Conocer, sistematizar y documentar la información que constituye la línea base social actual (anterior al inicio de una actividad de ese tipo de proyecto) de la zona de influencia directa.

#### **5.3.3.2 Objetivo Secundario**

Establecer las recomendaciones que permitan el adecuado manejo de las relaciones comunitarias de la empresa constructora, y de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM, para que se garantice el respeto a las familias y población en general.

### **5.3.4 Referencias Geográficas y Socioeconómicas de la Provincia de Manabí, cantón Manta.**

#### **5.3.4.1 Provincia de Manabí**

La provincia de Manabí tiene una población de 1'180.375 habitantes en un área de 18.878 Km<sup>2</sup>, es una provincia de grandes posibilidades productivas. Es la tercera provincia más poblada del país, después de Guayas y Pichincha. Tiene

una densidad poblacional de 0.55 hab. /Ha., por encima de la densidad de Ecuador que es de 0.30 hab. /Ha.

Del total de la población manabita 614.850 habitantes, es decir el 66.4% se encuentran concentrados en la zona centro – sur formada por los cantones Portoviejo, Manta, Jipijapa, Santa Ana, Montecristi, 24 de Mayo y Rocafuerte, sobre un territorio que equivale al 30% de la superficie total de la provincia.

El resto de la población 565.525 habitantes, es decir el 33.6% se concentra en el eje Manta – Montecristi – Portoviejo.

En lo que respecta a la población urbana de los principales ciudades de Manta – Portoviejo – Montecristi equivale al 61.9% de toda la población, (318.084). Esto comprueba la concentración urbana de la población y el abandono del campo.

#### **5.3.4.2 Cantón Manta**

El cantón Manta se encuentra dividido en varias áreas urbanas y rurales como parroquias y sectores que suman a los barrios

##### **5.3.4.2.1 Parroquia Tarqui**

Esta área corresponde a la zona de la playa que va desde el río Manta hasta el río Bravo, trabajan grupos de pescadores en el parque del Marisco y los armadores de barcos y el muelle pesquero.

Los pobladores y trabajadores manifiestan que lo que más contamina estas áreas son las descargas directas desde el sistema de alcantarillado sanitario, lo que causa malos olores y presencia de desechos sólidos y líquidos.

- **Playa de Murciélagos**

Esta playa es la zona residencia de la clase social media – alta. Está poblada por edificios, hoteles, bares y restaurantes que promueven el turismo interno y externo.

Dentro del proyecto se solucionará el problema de las descargas directas de las aguas servidas a la playa desde estas construcciones evitando así la contaminación de la playa.

##### **5.3.4.2.2 Parroquia Los Esteros**

Está ubicada a 100 metros del río Bravo entre la avenida 102 y las calles 122 y 123. La presencia de malos olores se da por el mal funcionamiento de la estación de bombeo de aguas servidas ubicada en este sector. A esto se agrega el depósito directo de las aguas servidas de las industrias del pescado.

La población solicita construir un cerramiento más alto y proteger con una cerca viva de setos de gran follaje para que se neutralicen los olores y las obras civiles.

- **Barrio Miramar**

Este sector se encuentra ubicado junto a la desembocadura del río Bravo, junto a la playa y tiene 30 años de antigüedad, viven 56 familias con un promedio de 10 a 15 miembros.

Estas viviendas son precarias, están construidas de madera y techos de zinc, pocas son de ladrillos y techo de zinc, sin embargo existen viviendas construidas con desechos y que están en mal estado. Otro problema es la falta de legalización de tierras en este sector.

La población es extremadamente pobre, analfabeta y no cuentan con servicios de salud y educación pública.

En este sector se depositan las aguas residuales del sector industrial lo que afecta la salud, especialmente de los menores de edad, el color del agua es turbio, los olores son nauseabundos. Las principales enfermedades que se presentan están relacionadas a la piel, estómago, presencia de vectores del paludismo, dengue, fiebre amarilla.

El suministro de agua para el consumo humano se la da por medio de tanqueros, poseen energía eléctrica y la eliminación de excretas lo hace a través de letrinas. Los desechos sólidos o basura depositan junto al río afectando el paisaje.

Sus moradores se dedican a la pesca artesanal y otros son obreros ocasionales de las fábricas de la zona.

- **Barrio El Palmar**

La mayoría de los terrenos dicen ser de propiedad del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, se tienen los barrios Altagracia y el Palmar; con perímetros de 20 a 60 metros.

Cuando hay problemas en la estación de bombeo del Palmar, la población adyacente se preocupa porque el agua escurre directamente al estero afectando a la escuela El Palmar y a sus instalaciones con procesos de inundación por estar en la parte más baja, además de los olores nauseabundos y presencia de vectores como mosquitos y roedores.

Dentro del plan de manejo ambiental se sugiere el cerramiento y utilización de los terrenos baldíos para un proyecto de reforestación y protección ambiental.

- **Barrio La Aurora**

Se encuentra ubicado entre las calles V3 y 76, junto al río Burro. Esta estación de bombeo también afecta a las viviendas ubicadas en la parte más baja del cauce del río siendo esta agua fuente de infección y presencia de olores nauseabundos y vectores.

Estas viviendas deberán ser retiradas y reubicadas con la construcción del presente proyecto además de hacer obras de sostenimiento de las laderas.

- **Barrio Miraflores**

Esta es la estación principal junto a las lagunas de oxidación. Los moradores de los barrios y sectores aledaños escurren las aguas servidas en forma directa al cauce del río Manta, causando malos olores porque las bombas están en pésimo estado y ya no cumplen con las funciones correctamente porque su vida útil ya pasó.

#### **5.3.4.3 Población**

- **Población asentada en la vía Santa Ana – Portoviejo – Manta:** El sistema que conduce el agua desde la captación Caza Lagarto hasta los tanques de reserva Colorado – Azúa y sus líneas de distribución a la ciudad de Manta tiene una longitud de 52 Km., y va junto a la carretera desde Santa Ana – Portoviejo – Manta, donde se asientan las poblaciones de Santa Ana, Bonce, Lodana, Pachiche, Estancia Vieja, Cristóbal Colón, La Macora, El Naranjo, El Limón, Piñonada y El Guabito; además se tiene recintos, cabeceras parroquiales e incluso para por la periferia de las ciudades de Santa Ana y Portoviejo.
- **Población asentada al borde de los ríos Burro, Bravo y Manta:** las poblaciones están desde hace más de 20 años en este sector de los bordes de los ríos y esteros; uno de los problemas es la falta de legalización de las tierras y por su estado de pobreza han construido las casas al filo de los cauces sin tomar en cuenta el peligro que esto conlleva. No existe un catastro actualizado y la construcción de las viviendas no cumplen las especificaciones técnicas y no guardan el retiro de ley. Aquí la población es la más pobre del cantón Manta. Su ocupación es la albañilería, estibadores, obreros ocasionales de las fábricas. La falta de servicios es total carecen de todo tipo de obra pública de los gobiernos locales y del nacional.

#### **5.3.5.4 Problemática social**

Dentro de la problemática social está la falta de obras de infraestructura: agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, energía eléctrica, telefonía fija, caminos de acceso, centros de salud, centros educativos, fuentes de empleo, espacios verdes, entre otras obras.



En el área de influencia del proyecto se estima una población aproximada de 250 mil habitantes repartidos en algo más de 35 mil hogares.<sup>2</sup> Es importante considerar que las tendencias demográficas urbanas tienen un rango de homogeneidad aceptable, lo que permite aplicar la información general a realidades más particulares como las del área de influencia.

#### **5.3.5.5 Educación**

En el cantón Manta el analfabetismo alcanza el 7.7%. Los Hombres tienen el 7.1% y las mujeres el 8.3%.

La población menor de quince años que ha terminado la **instrucción primaria** alcanza el 68.4%. Los hombres que terminan la primaria son el 69.1% y las mujeres 67.8%.

La población menor a 18 años que concluye la **instrucción secundaria** es del 24.4%. Los hombres con el 23.7% y las mujeres 25.1%.

La población que concluye la **instrucción superior** es del 19.9%. Los hombres con el 19.7% y las mujeres con el 20%.

#### **5.3.5.6 Salud**

La Tasa de Mortalidad infantil es del 11.3 por mil habitantes menores de cinco años.

La población del cantón Manta está atendida por instituciones del Ministerio de Salud Pública, MSP, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS, Gobierno Municipal de Manta, Cruz Roja y clínicas privadas.

- **El MSP** tiene un hospital cantonal con capacidad de 220 camas, atiende 4 especialidades: cirugía, ortopedia y traumatología; ginecología y obstetricia y clínica general.
- Además tiene un (1) Centro de Salud ambulatorio y ocho (8) Subcentros de salud ambulatorios.
- **El IESS** tiene una clínica con capacidad para 41 pacientes y 4 especialidades igual que la del ministerio de salud pública.
- Además tiene un Dispensario de salud ambulatorio.
- **La Cruz Roja** tiene un dispensario de salud ambulatorio.
- **El Municipio** tiene un dispensario médico ambulatorio

---

<sup>2</sup> Esta es una estimación aproximada que se basa en un conteo de manzanas sobre un plano de la ciudad ponderado por un promedio de lotes ocupados (4) y por el número promedio de ocupantes por hogar 4,1. De ahí que se trate de una estimación general. Una información más precisa solo podría obtenerse por medio de un censo del área.

- **Dos clínicas** con capacidad para 23 camas con varias especialidades.
- **Un** centro medico ambulatorio tipo consultorios de consulta externa.

Por la falta de los servicios básicos de agua potable y alcantarillado sanitario tenemos la presencia de varias enfermedades:

- Enteritis 2520 casos
- Tifoidea 66 casos
- Salmonela 258 casos
- Parásitos 22274 casos
- Cólera 610 casos

#### **5.3.5.6.1 Desnutrición**

Los niveles de desnutrición crónica en los sectores urbanos y rurales son los menos elevados de la región a pesar de que afectan casi a la mitad de la población parvularia.

Este índice "Desnutrición crónica" se refiere al número de niños/as menores de 5 años que muestran indicios de desnutrición o baja talla para su edad, expresado como porcentaje del total de niños y niñas de ese grupo de edad en un determinado año.

La desnutrición crónica es el resultado de desequilibrios nutricionales sostenidos en el tiempo y se refleja en la relación entre la talla del niño/a y su edad. Se considera que un niño/a de una edad dada manifiesta una deficiencia de talla, cuando su altura es menor a la mínima que se espera para esa edad según los patrones de crecimiento para una determinada población.

La desnutrición es un fenómeno multicausal asociado directamente a: deficiencias, excesos o desequilibrios en la alimentación; hábitos culturales inadecuados; precarios servicios de salud; a una pobreza que limita el acceso y capacidades para adquirir alimentos; así como a la marginación que no permite tener acceso a los alimentos, entre otros factores.

La desnutrición, contribuye directamente a la mortalidad infantil y a rezagos en el crecimiento físico y desarrollo intelectual de las personas. La frecuencia de desnutrición es un indicador del riesgo de muerte que enfrentan los niños/as.

Evidentemente la desnutrición afecta la salud de variadas maneras, ya que también afecta el sistema inmunológico y por tanto favorece la presencia de múltiples enfermedades.

Por otra parte, según el *Diagnóstico Alimentario Nutricional y de Salud* realizado, la situación nutricional de la niñez en el cantón Manta presenta tasas que se encuentran entre las más bajas del país.

La tasa de desnutrición crónica en este cantón es del 38,3% y la de desnutrición global del 30,2%. Ambas son menos elevadas que el promedio nacional, la desnutrición crónica está más de 8 puntos por debajo, en tanto que la desnutrición global está en casi 4 puntos más abajo (SIISE, 2002).<sup>3</sup>

Se debe considerar que este es un comportamiento típico de las ciudades, en donde la dinámica del sistema alimentario presenta factores que disminuyen las deficiencias nutricionales. De modo general se puede afirmar que esos factores están ligados a un mayor acceso a alimentos por parte de la población; sin embargo, los "puntos de equilibrio" del sistema alimentario urbano no se deben a esta razón, sino a la existencia de grupos sociales en los que se concentra gran parte del ingreso y les permite una mucho mayor capacidad de consumo.

Estos grupos sociales se concentran en áreas urbanas; de esta manera, su situación influye en las estadísticas "compensando" las dificultades de acceso alimentario de otros sectores poblacionales.

#### **5.3.5.6.2 Salud materno-infantil**

En las ciudades de la región litoral o costa el 92,2% de las mujeres que han tenido su último parto en los 5 años anteriores a la encuesta han recibido asistencia profesional, mientras que el 6,8% recibió asistencia capacitada y el 1% restante recibió asistencia no capacitada (SIISE, 2002).

En el área de influencia las condiciones de atención del parto dejan ver que el porcentaje de las mujeres que han recibido asistencia profesional es del 83.09%, asistencia capacitada el 13.60% y asistencia no capacitada el 3.39%.

La mayoría de partos fueron atendidos en establecimientos públicos y clínicas.

- **Inmunización infantil**

El nivel de cobertura de vacunación en el área de influencia cubre a casi la totalidad de los últimos hijos nacidos vivos declarados por las mujeres que han estado embarazadas por lo menos una vez.

La población infantil vacunada en esta zona llega al 98.30%, solo se obtuvo un caso en el que no se inmunizó al último nacido vivo.

---

<sup>3</sup> Estas tasas de desnutrición son estimadas sobre la base del *Diagnóstico de la Situación Alimentaria, Nutricional y de Salud* (DANS) realizado por el MSP y el CONADE entre 1984 y 1988 y proyectado sobre el censo de 1990. En razón de la metodología utilizada en este diagnóstico el SIISE hace la siguiente precisión metodológica: "El patrón de referencia del indicador varía según las dos fuentes utilizadas: DANS (1986/1990) y ECV (1998, 1999). La primera considera que existe desnutrición si el puntaje z se halla por debajo de -1 (MENOS 1) desviación estándar con respecto a la mediana de la población de referencia; la segunda, si el puntaje z es inferior a -2 (MENOS DOS) desviaciones estándar con respecto a la mediana de la población de referencia. El primero es mucho más exigente y da como resultado tasas de desnutrición mucho mayores que el segundo. El segundo es el recomendado actualmente por Naciones Unidas." (SIISE, 2002). Las tasas aquí presentadas se basan en el DANS. De todas maneras, las tasas de desnutrición en el país se encuentran entre las más altas de la región andina.

### 5.3.5.7 Vivienda y servicios básicos

#### 5.3.5.7.1 Infraestructura de vivienda

Las condiciones de vida en áreas urbanas determinan una situación heterogénea respecto a las posibilidades de construcción de viviendas. A causa de este motivo no se evidencia una preeminencia determinante de cierto tipo de construcción puesto que los niveles de ingresos en la población sufren variaciones importantes que inciden en las características de las viviendas.

De acuerdo al V Censo de Vivienda, en el área urbana de Manta el 60,2% de las viviendas particulares ocupadas tienen como materiales principales de construcción los siguientes: zinc en el techo; bloque, ladrillo u hormigón en las paredes; y ladrillo o cemento en el piso (INEC, 2002).

Dada la extensión del área de influencia y la diferenciación socioeconómica existente se observan diversos tipos de vivienda por materiales de construcción, aunque la mayor parte corresponde al tipo descrito como predominante en la ciudad, además existe un número importante de viviendas de madera y caña en piso y paredes con zinc en el techo.

Este último tipo de viviendas es especialmente significativo en las viviendas de los sectores de mayor densidad demográfica como las zonas junto a los ríos Manta, Burro y Bravo y ciertas áreas de las parroquias de San Mateo y Marianitas.

Otro sector de concentración demográfica en el área de influencia se encuentra en la playa del Murciélago por la presencia de los hoteles, edificios para turistas y áreas de restaurantes, aquí las viviendas normalmente corresponden a construcciones de cemento con techos de hormigón y todas las medidas de seguridad.

De su parte, en los sectores ubicados hacia el Este de la ciudad se ven construcciones similares a estas últimas, pero, su nivel de concentración demográfica en el área de influencia es mucho menor. Son las zonas residenciales y barrios urbanizados de la nueva ciudad de Manta.

**Tabla 5 – 16**  
**materiales de construcción de las viviendas del área de influencia**

MATERIAL DEL TECHO	MATERIAL DE LAS PAREDES				TOTAL
	Cemento	Madera	Caña	Mixta	
Zinc	29.8%	22.8%	1.8%	3.5%	57.9%
Asbesto	10.5%	-	-	-	10.5%
Loza	31.6%	-	-	-	31.6%
<b>TOTAL</b>	<b>71.9%</b>	<b>22.8%</b>	<b>1.8%</b>	<b>3.5%</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Investigación 2008.

Dada esa heterogeneidad, se puede tener como referencia la tipología de vivienda extraída del V Censo de vivienda. Según esta fuente, bajo la clasificación de "casa o villa" tenemos al 61,6% de las viviendas particulares ocupadas, lo que muestra el predominio de viviendas consideradas "adecuadas" o de "buena calidad" puesto que se encuentran fabricadas con materiales resistentes y durables (INEC, 2004).

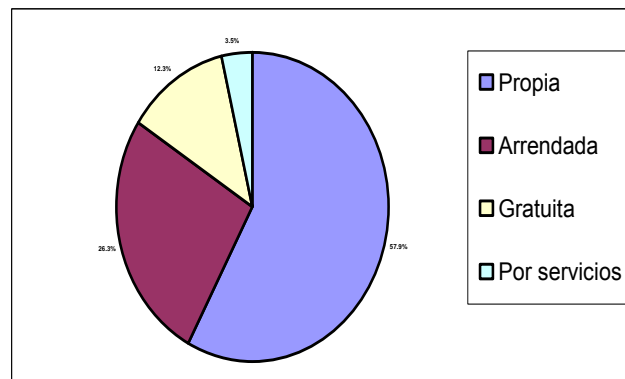
La disponibilidad de cuarto de cocina independiente cubre al 73,7%.

De otra parte, el promedio de personas por vivienda es igual a 4,1 (INEC, 2004); aunque no se trata de una cifra muy alta, el grado de hacinamiento se equipara con el promedio nacional: 26,5% (SIISE, 2004).

En el área de influencia, los sectores de mayor vulnerabilidad presentan niveles de hacinamiento significativos, buena parte de las viviendas de estas áreas disponen de espacios limitados en relación con su número de ocupantes. Así, el 24% de los hogares entrevistados se encuentran en condiciones de hacinamiento.

En el área de influencia se puede percibir que de manera predominante las viviendas están ocupadas por sus propietarios. No obstante la proporción de arrendatarios es considerable. Esto se encuentra vinculado con las condiciones generales de la ciudad puesto que el 50,4% de hogares cuentan con vivienda propia y el 37,1 arriendan su vivienda (INEC, 2002).

GRÁFICO 5 – 1  
TENENCIA DE VIVIENDA EN EL AREA DE INFLUENCIA



Fuente: Investigación socio ambiental, julio 2004.

### 5.3.5.7.2 Disponibilidad de servicios básicos

El Índice Multivariado de Infraestructura Básica (IMIB)<sup>4</sup> para el cantón Manta incluye que existen 41.933 viviendas donde habitan 42.884 hogares (SIISE, 2004) donde solo el 54.6% tienen agua entubada dentro de la casa y el 52.1% no cuenta con alcantarillado sanitario; por lo que de acuerdo a este indicador

<sup>4</sup> El IMIB es un índice multivalorativo calculado por el SIISE que combina los siguientes aspectos de cobertura de servicios: agua entubada por red pública, red pública de alcantarillado, luz eléctrica y recolección de basura.

menos de la mitad de los pobladores del cantón cuentan con una completa cobertura de estos servicios.

Pero, sin duda, las áreas urbanas o consolidadas del cantón Manta son las mejores atendidas, así la cobertura de agua entubada por red pública dentro de la vivienda en la ciudad es del 58,9% de viviendas particulares ocupadas; mientras que, el 27,8% cuenta con el servicio fuera de la vivienda.

El 95.4% dispone de servicio eléctrico, la recolección de basura llega al 84.5% y apenas el 30.7% dispone de servicio telefónico (*INEC, 2004*).

En cuanto a la recolección y evacuación de excretas el 47.9% de las viviendas de la ciudad está conectado a la red pública de alcantarillado y el 51,4% cuenta con algún pozo ciego o séptico. Estos son los sistemas más extendidos de eliminación de desechos líquidos o aguas servidas (*INEC, 2004*).

En el área de influencia, los niveles de cobertura de servicios son altos; sin embargo, las aguas servidas son depositadas en forma directa al río Pove porque su calidad es deficiente.

Lo más deficiente es el servicio de agua potable que se recibe cada 10 - 2 y 3 días y solo seis o tres horas, lo más usado es la compra de los "tanqueros" por un valor de USD 25,00 a 30,00 .

Bajo es el porcentaje de viviendas que disponen de agua potable, y a pesar de este servicio se duda de la calidad y el 56,1% de los hogares encuestados hierve el agua para beberla, el 28,1% no le da ningún tratamiento, el 3,5% pone cloro y el 12,3% utiliza otros métodos, especialmente la adquisición de agua embotellada.

Acerca de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario hay que resaltar que la mayor parte de estos en el área de influencia descargan hacia el mar y los ríos Manta, Burro y Bravo, en forma directa y sin ningún tipo de tratamiento.

El 83% de las viviendas cuenta con un cuarto independiente destinado a la cocina; mientras que el 95.9% de los hogares entrevistados usan el gas como principal combustible para cocinar.

El porcentaje de pobreza e indigencia es de 6.3%. La población económicamente activa es de 82.382 habitantes.

#### **5.3.5.7.3 Pobreza y trabajo**

La pobreza por consumo afecta al 34.4% y la extrema pobreza afecta al 7.8%.

La pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI, afecta al 53.5% y la extrema pobreza afecta al 24%.

La población en edad de trabajar PET tenemos a 142.394 personas;

La población económicamente activa PEA es de 66.050 personas;  
La Tasa bruta de participación laboral es del 34.3%;  
La Tasa global de participación laboral es del 46.4%.

- **Trabajo infantil**

- Menores de 17 años que trabajan y no estudian afectan al 6.6%;
- Niños que no trabajan y no estudian afectan al 13.6%;
- Niños que no trabajan y estudian benefician al 77.7%.
- Niños que trabajan y estudian son el 2.1%.

#### **5.3.5.7.4 Principales actividades económicas**

Las principales actividades que se desarrollan en el cantón Manta tienen que ver con la exportación de productos agrícolas y del mar.

En esta zona se han instalado grandes industrias:

- La Fabril;
- Conservas Isabel;
- Balmanta;
- Inepaca;
- Cosace;
- Enlatadoras de pescado.

#### **5.3.5.8 Organización Social**

El tratamiento de este aspecto implica una diferenciación básica entre las formas organizativas de acuerdo al carácter de los asentamientos del área de influencia.

Un primer grupo, el más grande, está constituido por las cooperativas de vivienda; y el segundo se halla compuesto por urbanizaciones.

Las cooperativas surgieron de procesos de ocupación de tierras que provocaron posteriores lotizaciones, en tanto que las urbanizaciones son el producto de lotizaciones planificadas que se ejecutaron con financiamiento privado de Mutualistas y Bancos.

Las cooperativas cuentan con una organización que abarca a varios barrios.

Esta organización está compuesta por un Consejo Administrativo y un Consejo de Vigilancia, los cuales cuentan con un presidente y un grupo de vocales titulares y alternos. Además se tiene un gerente y un secretario de la cooperativa.

Por lo común las cooperativas disponen de oficinas. Al interior de cada cooperativa existen organizaciones barriales, cabe señalar que no todos los barrios disponen de este tipo de organización.

Las juntas pro-mejoras son la organización barrial más frecuente, estas son representadas por una directiva compuesta por un presidente, un vicepresidente, un tesorero y un secretario.

Las urbanizaciones, por su parte, constituyen un solo barrio y carecen de organizaciones barriales. En los casos en que existen su nivel de representatividad es más bajo.

En términos generales, las cooperativas y urbanizaciones pueden ser consideradas como organizaciones de primer grado. No hay, en cambio, adscripción a ninguna organización de segundo grado.

En la ciudad de Manta existen varias organizaciones de segundo grado (sindicatos y asociaciones gremiales), así como movimientos y partidos políticos.

Otras instancias de organización social de distinta naturaleza están constituidas por clubes deportivos y cultos religiosos.

En lo que respecta a los niveles de participación, es evidente que el nivel de representatividad de las cooperativas está menoscabado. De hecho sigue funcionando y gestionando obras comunitarias, pero se perciben ciertos problemas de legitimidad, aunque estos no suponen una situación crítica. El tiempo de existencia de estas organizaciones de que va de entre 20 a 30 años puede ser una de las causas para que se haya producido esta situación.

#### **5.3.5.8.1 Percepción sobre el proyecto**

La población del área de influencia identifica como los principales impactos producidos por el estado actual de la falta de los servicios básicos:

- Afecciones estomacales;
- Egresos económicos por la compra de agua embotellada;
- Ausencia de turistas;
- Falta de garantías en los servicios a los turistas;
- Inundaciones;
- emanación de malos olores;
- estancamiento de aguas;
- afecciones dermatológicas;
- incidencia de dengue / paludismo;
- presencia de mosquitos y roedores.

En su opinión las principales causas que generan estos impactos se encuentran relacionadas con las descargas de aguas servidas hacia el mar y los ríos y el depósito de basura en sus márgenes.



En estas condiciones existe un criterio favorable respecto del saneamiento ambiental de los ríos, el 93% de hogares consultados están de acuerdo con la ejecución del proyecto.

De otro lado, existe una gran preocupación por las posibilidades de la expropiación de viviendas para la ejecución del proyecto entre la población cuyas viviendas están muy cerca de los ríos.

Muchos afirman estar de acuerdo con el proyecto en cuanto no afecte sus viviendas.

El 95,6% de hogares opina que el proyecto traerá beneficios, entre los principales se señalan el mejoramiento de condiciones de vida (65,5% de la población que considera que sí habrá beneficios), el mejoramiento ambiental (61,8%) y el mejoramiento paisajístico (29,1%).

Por su parte, el 17,5% considera que el proyecto puede provocar perjuicios para la población local, el problema de mayor preocupación está relacionado con los posibles conflictos por uso del suelo.

### **5.3.5.9 Conclusiones y recomendaciones**

#### **5.3.5.9.1 Conclusiones**

La población del área de influencia corresponde a procesos de asentamiento consolidados debido al tiempo que ha transcurrido desde el momento inicial de ocupación.

De hecho, los barrios y cooperativas del área de influencia pertenecen, en su mayoría, a las áreas en las que se concentran los procesos de crecimiento urbano de las ciudades de Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana, Montecristi y Manta.

Las características demográficas dejan ver que la población de los sectores por los que atraviesa el Río Portoviejo reproducen las tendencias de comportamiento poblacional de la ciudad.

En términos económicos, es muy claro el carácter de la estructura económica de la ciudad, que se fundamenta en actividades comerciales, turísticas y de servicios.

La población del área de influencia responde a estas condiciones y se observa que la mayoría de la PEA está vinculada a esas actividades; mientras que, en términos de categorías de ocupación, son predominantes los asalariados privados y los por cuenta propia.

Todo esto se debe a los mecanismos de articulación económica propios de la ciudad, estos se han configurado como un sistema articulado a la esfera

circulatoria del sistema económico nacional, de ahí que el estatuto productivo es restringido en la ciudad.

Las condiciones sociales de la población local presentan niveles aceptables de cobertura en términos relativos.

Sin duda, el contexto urbano determina una dinámica de servicios básicos que se distribuye más fácilmente entre la población. No obstante, hay que recalcar que existen serias deficiencias en cuestiones relacionadas con vialidad y saneamiento ambiental.

Por lo demás, el crecimiento no planificado ha generado una situación de hacinamiento que afecta seriamente las condiciones de vida de la población local.

La organización social y política de la población del área de influencia se fundamenta en las asociaciones y comités barriales, así como la organización administrativa y política de las cooperativas. Sin embargo, se percibe un cierto grado de pérdida de representatividad.

A lo largo del cauce del río existe una situación socioeconómica diferenciada.

Una buena parte de los barrios y cooperativas corresponden a sectores de estratos que –seguramente- se encuentran muy cerca o por debajo de la línea de pobreza. En las urbanizaciones la composición social determina la presencia de sectores de clase media. Un indicador es visible en el tipo de viviendas que se observan en el área de influencia.

#### **5.3.5.9.2 Recomendaciones**

Para minimizar posibles niveles de impacto y otorgarle un estatuto importante de sostenibilidad al proyecto es importante considerar algunos aspectos que pueden establecer parámetros de ejecución. De esta forma, es posible incorporar factores sociales en el diseño del proyecto.

En consideración de esto, se pueden tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En consideración de experiencias similares en otros municipios del país, es muy importante que se considere la posibilidad de poner en marcha un proceso de planificación participativa para el diseño final del proyecto. Se puede diseñar un Plan Estratégico Participativo, sobre la base de metodologías que hagan factible un ciclo de gestión técnicamente diseñado. Este tipo de diseño permitiría un involucramiento de la población que le permitiría apropiarse del proyecto; y, se establecería un conjunto de elementos técnicos que posibiliten la ejecución, el seguimiento y la evaluación del proyecto. La participación de la población durante la fase de ejecución del proyecto resulta muy importante;

- Como punto de partida esencial para la implementación del proyecto es necesario desarrollar un programa de información que ponga al alcance de la población los alcances, impactos, beneficios que generará. Esto debe permitir un conocimiento claro y suficiente de todo lo que el proyecto implica por parte de los habitantes del área. Es muy importante que este proceso de información se enmarque dentro de un programa de comunicación permanente acerca de las actividades desarrolladas. Invariablemente este programa deberá considerar las características educacionales y socioculturales de la población con el fin de hacer accesible la información, un mecanismo que puede hacerlo posible es la inclusión y formación de facilitadores locales;
- En base al proceso de información, es necesario consultar y discutir con las comunidades tanto la viabilidad del proyecto como algunas posibilidades de compensación e indemnización. Es importante considerar que el proyecto trae compensaciones debido a sus efectos en cuanto al mejoramiento de la calidad de vida de la población. En caso de ser necesarias indemnizaciones por afectación a viviendas se debe establecer un procedimiento concertado con la comunidad que se aplique indistintamente en todos los casos. Así se puede contar con un protocolo único de indemnización. En consecuencia, se deben determinar criterios y referentes para los pagos respectivos;
- Tomando en consideración las condiciones de ingreso y la elevada incidencia de desempleo en el área de influencia, es importante priorizar la contratación de fuerza de trabajo local para actividades no especializadas durante la ejecución del proyecto;
- Diseñar un programa de relaciones comunitarias que permitan una evaluación permanente y que consideren como un elemento fundamental la dinámica participativa de la comunidad;
- El Plan Estratégico haría posible un estudio y análisis de alternativas considerando las opiniones de la población;
- La protección de laderas deberá, conjuntamente con la concientización de la gente serán los tópicos más importantes y representativos, sobre los cuales se centrará la inversión y sobretodo el control del Gobierno Municipal de Manta y autoridades de la EAPAM;
- Los efectos negativos ocasionados sobre el Río Portoviejo por el depósito de aguas servidas y basura, si bien son relación directa de las descargas de aguas negras, ilícitas e industriales, la presencia de basura en el cauce ha degradado aun más la calidad de sus aguas y ha degenerado en un problema de salud pública, al cual la población es sensible y conciente.



## 6. AREAS DE INFLUENCIA Y ÁREAS SENSIBLES

### 6.1 Áreas de Influencia

La determinación de las áreas de influencia para cualquier proyecto de ingeniería, está marcada por el alcance geográfico y por los cambios o alteraciones (impactos).

De esta forma se tiene dos niveles de análisis o dos tipos de áreas de influencia.

Para determinar el área de influencia del proyecto se analizaron dos criterios que tienen relación con el alcance geográfico y las condiciones iniciales del ambiente previo a las actividades previstas para construcción y operación del proyecto.

Estos criterios son perfectamente congruentes con la definición de área de influencia:

- "Ámbito espacial donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por las actividades previstas para la ejecución del proyecto";
- Temporalidad o duración de los eventos.

#### 6.1.1 Definición del Área de Influencia Directa (AID)

Para determinar el área de influencia que tiene una infraestructura o proyecto, se utilizan criterios geográficos, en donde se define como área de influencia directa a todos los sitios dentro del área de construcción del proyecto que son afectados directamente; para definir esta área se utiliza una de las tantas herramientas de los Sistemas de Información Geográfica, como son las áreas de incidencia o mapa de distancias.

A partir del objeto geográfico que representa la infraestructura, se define una distancia, el geo - objeto es un centro de gravedad a partir del cual sale el radio que tiene la distancia de lo que se considera tendría una afectación directa.

El Área de Influencia Directa (AID) está definida como el medio circundante donde las actividades de construcción tienen una incidencia en la supervivencia de los ecosistemas.

El área de influencia directa es aquella en la cual hay desbroce y movimiento de tierras, en este caso el área útil en la cual se implantará toda la infraestructura civil y áreas de operación del proyecto.

Para el componente físico se afectan los suelos donde habrá movimiento de tierras; para el componente biótico se afecta la vegetación y la fauna donde habrá

desbroce y movimiento de tierras; para el componente social se afectan viviendas, senderos, terrenos, cultivos, en donde habrá desbroce y movimiento de tierras.

Por estas razones, en el caso del Proyecto "Plan Maestro Hidrosanitario de Manta" se ha establecido como área de influencia directa a todas las zonas que serán alteradas o intervenidas para la construcción y operación del proyecto, y que corresponderán a las siguientes:

- Diseño, apertura y construcción de las obras civiles:
  - Tuberías de conducción;
  - Captaciones;
  - Líneas de impulsión;
  - Colectores;
  - Estaciones de bombeo;
  - Plantas de tratamiento;
  - Pozos;
  - Lagunas de oxidación;
  - Escombreras;
  - Minas de materiales;
  - Vías de acceso temporales; y,
  - Campamentos temporales.
  
- Transporte
  - Personal;
  - Materiales;
  - Bodegas;
  - Equipo y maquinaria.
  
- Operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

### **6.1.2 Definición del Área de Influencia Indirecta (AII)**

Se considera como Área de Influencia Indirecta (AII) aquellas zonas alrededor del área de influencia directa que son impactadas indirectamente por las actividades del proyecto.

Estas zonas pueden definirse como zonas de amortiguamiento con un radio de acción determinado o pueden depender de la magnitud del impacto y el componente afectado.

Para el Componente Físico, el área de influencia indirecta está constituida por el propio río Portoviejo, las dos orillas y las viviendas ubicadas aguas abajo del área del proyecto. Así como los ríos Manta, Burro y Bravo y las orillas del mar propiamente dicha.

Para el Componente Biótico, el área de influencia indirecta constituye las zonas afectadas por el ruido de las actividades del proyecto, circulación de personal y maquinaria, y alteración de los niveles naturales de luz, dentro del área de amortiguamiento.

Para el Componente Social, el área de influencia indirecta es la zona de afectación a personas, centros poblados dentro del radio de acción alrededor de las obras del proyecto, por circulación y ruido de maquinaria, vehículos, personal, demandas de servicios y cambios socio económicos.

En el área de influencia indirecta del proyecto no se afectará al Componente Arqueológico ya que no habrá movimiento de tierras fuera del área de influencia directa.

**Tabla 6 - 1**  
**Áreas de Influencia**

Actividades	Componentes								
	Físico				Biótico		Social-Cultural		Arqueo-lógico
	Geología Geomorfología Paisaje	Suelos	Agua Hidrología Geo - hidrología	Ruido Calidad del Aire	Flora	Fauna	Comunidades	Economía	Recursos Culturales
Demanda de servicios y de mano de obra temporal	--	--	--	---	--	--	Directa e Indirecta	Directa e Indirecta	--
Transporte de personal, equipo y maquinaria	--	Directa	--	Directa e Indirecta	---	Directa e Indirecta	Indirecta	Indirecta	--
Diseño, apertura y construcción de las áreas destinadas a estaciones de bombeo, plantas de tratamiento	Directa	Directa e indirecta	Directa e Indirecta	Directa e Indirecta	Directa e Indirecta	Directa e Indirecta	Directa e Indirecta	--	Directa
Operación y mantenimiento del sistema	Directa	Directa	Directa e Indirecta	Directa e indirecta	Directa	Directa e Indirecta	Directa e Indirecta	--	--
Directa = confinada al área de las actividades del proyecto Indirecta = alrededor de las diferentes instalaciones									

### **6.1.3 Componente Físico**

#### **6.1.3.1 Ruido y Calidad de Aire**

##### **6.1.3.1.1 Área de Influencia Directa**

Para determinar el área de influencia directa sobre el componente físico, de conformidad con la legislación vigente, se consideró dos elementos: ruido ambiente y emisiones.

Para el elemento ruido ambiente, el área de influencia fue determinada de conformidad al levantamiento de Línea Base y a la proyección del equipo y maquinaria a ser instalada en el proyecto. Este estudio permitió realizar un modelo actual y predictivo de las emisiones de ruido en las diferentes áreas del proyecto y su entorno.

Sobre la base de los resultados obtenidos en dicho levantamiento, se considera como Área de Influencia Directa los sectores del proyecto donde el ruido ambiente superará los 66 dB(A), que comprenden la zona de estaciones de bombeo, planta de tratamiento, vías de acceso y descarga.

Respecto del elemento emisiones, para determinar el área de influencia se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- De acuerdo a la Descripción del Proyecto, toda la energía requerida por la maquinaria estacionaria, en las áreas de las estaciones de bombeo, líneas de conducción e impulsión y planta de tratamiento será eléctrica, por lo que no se contempla emisiones a la atmósfera producida desde fuentes fijas;
- La maquinaria que requerirá combustibles refinados – diesel o gasolina – será la maquinaria móvil, esto es: volquetes, vehículos livianos, retroexcavadoras, palas mecánicas y tractores, la que emitirá gases de combustión a la atmósfera. Igual sucede con los generadores temporales que se instalarán durante la construcción de las instalaciones del proyecto;
- La mayor parte de las emisiones a la atmósfera estará constituida por el material particulado fino de los pétreos del área de las zanjas, obras de infraestructura, bodega de materiales y oficinas. No obstante, el proyecto contempla una operación húmeda en la mayor parte del proceso. Esto, unido a la alta humedad imperante durante todo el año, hace que el polvo no logre desplazarse grandes distancias alcanzando las viviendas aledañas, donde podría generar molestias.

Por estas razones, el área de influencia directa de los elementos analizados, se circunscribe a los sitios de construcción y operaciones del proyecto.



---

### **6.1.3.1.2      *Área de Influencia Indirecta***

El Área de Influencia Indirecta comprende los sectores del proyecto cuyo nivel de presión sonora previsto estará entre el rango de 66 dB(A) y 45 dB(A). Este último valor 5 dB(A) arriba del umbral determinado como ruido de fondo en la zona que es de 40 dB(A). Esto corresponde a un área total de 12 Has., formando un anillo alrededor del AID.

En el área destinada al depósito de materiales para escombreras, se considera que podría existir, en la estación más seca, un levantamiento de material pétreo fino que podría desplazarse hacia el Sur - Suroeste, por lo que los asentamientos ubicados hasta 3 Km., al sur y suroeste del área de las estaciones de bombeo que incluyen en el AII.

Esta posible afectación por polvo incluiría a los barrios Tarqui, Los Esteros, Manta, Barbasquillo y San Mateo, aunque siendo la precipitación menor que la evapotranspiración en la zona durante todo el año, este tipo de evento será casi nulo.

### **6.1.3.2      *Geología***

#### **6.1.3.2.1      *Área de Influencia Directa***

En el sector de las obras de infraestructura a lo largo de los 52 kilómetros de la red de conducción más los 87 kilómetros de la red de distribución, el área de influencia geológica directa está relacionada íntegramente con el material de las excavaciones.

El material dentro de estas obras se calcula en una profundidad de hasta 2.50 m de profundidad.

La demás infraestructuras del proyecto, no tendrán ningún efecto en relación al componente geológico.

#### **6.1.3.2.2      *Área de Influencia Indirecta***

No se determina área de influencia indirecta respecto al componente geológico.

### **6.1.3.3      *Geomorfología y Paisaje***

#### **6.1.3.3.1      *Área de Influencia Directa***

Las unidades geomorfológicas y formas del terreno solo experimentarán cambios apreciables en la zona de las zanjas en forma temporal; estaciones de bombeo y plantas de tratamiento de las aguas servidas y en el sector del depósito final de los materiales excedentes o escombreras, que constituirían el Área de Influencia Directa del proyecto para los componentes Geomorfología y Paisaje.

A esta área debe incrementarse las orillas del río Portoviejo y las orillas de los ríos Manta, Burro y Bravo que recuperarán su derecho de vía o retiro del río y el impacto al paisaje a lo largo de su recorrido de ochenta kilómetros en total, con un cambio de uso de suelo definido por el ancho y longitud de su derecho de vía.

#### **6.1.3.3.2      *Área de Influencia Indirecta***

Al ser el paisaje un componente complejo y sujeto a muchas variables aleatorias y al ser el desarrollo de este proyecto imposible de mimetizar con el entorno, el radio del área de influencia indirecta será variable.

Así, por la visibilidad del proyecto, el Área de Influencia Indirecta componente Paisaje, tendrá un radio de acción en el contorno de las obras de infraestructura y principalmente a los lados de las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento, comprendiendo la totalidad del flanco sur del río Portoviejo y el flanco norte hasta la confluencia con zonas desabitadas, en ambos casos hasta las divisorias de aguas por la construcción de vías y colectores.

#### **6.1.3.4      *Suelos y Calidad de Suelos***

##### **6.1.3.4.1      *Área de Influencia Directa***

La remoción de las capas superficiales de los suelos se llevará a cabo principalmente en la fase constructiva del proyecto, esto es, área de zanjas para tubería y estaciones de bombeo, accesos no construidos y derechos de vía y área de depósito de escombros o escombreras, incluyendo el área de las plantas de tratamiento y área de campamentos y servicios.

La profundidad de remoción será variable y estará en función de diferentes variables como diámetro de la tubería, pendiente del terreno, humedad natural permanente y estacional y riesgos de inestabilidad geotécnica.

##### **6.1.3.4.2      *Área de Influencia Indirecta***

La dinámica temporal y calidad de suelos no obstante es influenciada en una extensión apreciable, puesto que la cantidad y calidad de nutrientes, humedad, cohesión, material parental y demás propiedades físicas y químicas de las capas superficiales pueden eventualmente verse alteradas en un anillo mayor al de las zonas donde el suelo ha sido removido.

En base a este factor, se considera por lo tanto como Área de Influencia Indirecta para suelos y calidad de suelos un radio de 12 m en zonas de pendiente mayor al 12% y de 4 m en zonas de pendiente inferior al 12%, debido a los cambios horizontales que pudieran ocurrir en estos tipos de relieve junto a los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo.

La presencia del proyecto en la zona conlleva una serie de cambios de tipo socioeconómico, los cuales son analizados en este reporte en sus respectivas

secciones, pero que tienen su influencia indirecta sobre los usos y cambios de uso de suelos.

Preferiblemente, este fenómeno ocurrirá a lo largo de los ochenta kilómetros de las instalaciones de todo tipo de tubería, construcción de colectores y pozos y zanjas junto a los ríos y vías a generarse, en áreas planas y cercanas a las actividades del proyecto.

Los cambios de uso de suelo pueden dar como resultado la reforestación de la zona, nuevos cultivos de ciclo corto, remoción, pérdida de suelo húmico, así como favorecer los eventos dinámicos sobre los suelos como son deslizamientos y erosión. Por lo tanto, se considera área de influencia indirecta debido a la influencia socioeconómica del proyecto, a los terrenos alrededor de las áreas de influencia directa, especialmente viviendas, que posean una pendiente menor a 12%, es decir, áreas planas.

La vía principal, comprometida dentro de este aspecto es la vía existente desde el sector de la captación Caza Lagarto hasta la Planta de Tratamiento cercana de las tres estaciones de bombeo.

### **6.1.3.5 Hidrología, Hidrogeología y Calidad de Agua**

#### **6.1.3.5.1 Área de Influencia Directa**

El componente agua, en conjunto con la calidad del aire, son los elementos más dinámicos del entorno del proyecto y por lo tanto sus áreas de influencia son de suma importancia para la gestión ambiental del Proyecto.

El Área de Influencia Directa del componente Hidrología y Calidad de Agua está compuesto por todos los cursos que alimentan al río Portoviejo como el río Chico y de aguas subterráneas limpias y desde las viviendas de la ciudad de Portoviejo las aguas negras o servidas que atraviesan el proyecto, aguas arriba de la captación para el proyecto de agua potable del mismo, hasta el punto donde los cambios ocasionados por el proyecto se hayan atenuado gracias a la capacidad de auto-depuración de los ríos; esto es, sedimentos y otros elementos extraños a la composición natural de las aguas.

El principal elemento considerado para determinar la extensión del Área de Influencia Directa son los sólidos en suspensión. Estos recorren un trayecto en el cuerpo de agua hasta que por gravedad o cambio de densidad se depositan en el fondo del río permitiendo una recuperación de la calidad de agua.

Con este principio, se ha considerado como Área de Influencia Directa el curso de las aguas subterráneas del sector de "Las Lavanderías", Barrio Zaracay y las aguas servidas con sus tributarios influidos por el proyecto aguas abajo de la zona de cada una de las estaciones de bombeo hasta su desembocadura en el río Baba, de mayor contenido de sólidos suspendidos.

El ancho del área está dado por las orillas mojadas, asumidas en 7.5 m a ambos lados del eje de cada río.

#### **6.1.3.5.2      *Área de Influencia Indirecta***

El Área de Influencia Indirecta se considera al área que comprende la micro cuenca del río Portoviejo en el sector de Caza Lagarto y El Ceibal cuatro kilómetros hacia Poza Honda y los efluentes que lo alimentan como el río Chico y las aguas negras desde la lagunas de oxidación del cantón Portoviejo hasta el Área de Influencia Directa aguas abajo de las instalaciones del proyecto, lo cual abarca los acuíferos presentes en el sector.

### **6.1.4            *Componente Biótico***

#### **6.1.4.1        *Flora***

##### **6.1.4.1.1     *Área de Influencia Directa***

El área de influencia directa sobre la vegetación -debido a las actividades del proyecto- se limita al área de remoción de cobertura vegetal. En este caso lo constituye el área de las zanjas, estaciones de bombeo, colectores, plantas de tratamiento, camino de acceso a las obras mayores en las zonas rurales, área de campamentos e instalaciones relacionadas, la vegetación directamente afectada por la presencia de las captaciones y el área de almacenamiento de material de reserva y escombreras con sus respectivas infraestructuras.

Se puede asimilar al área de influencia directa del componente suelo; por lo tanto, se estima un total de 78 hectáreas a ser afectadas directamente por el proyecto.

##### **6.1.4.1.2     *Área de Influencia Indirecta***

La afectación a la cobertura vegetal del área debido a las actividades que se generen indirectamente por la presencia del proyecto, se puede definir como un perímetro alrededor de las áreas de influencia directa, así como alrededor de las vías de acceso existentes y a generarse.

Esto se debe principalmente por los cambios de uso de suelo que se pueden generar al crear nuevos accesos y la utilización de los existentes para la formación de nuevos asentamientos humanos atraídos por la presencia de actividades económicas en la zona. Al momento, dentro del área, se considera a las vías construidas junto a los ríos y sus zonas planas circundantes como Área de Influencia Indirecta.

#### **6.1.4.2        *Mastofauna***

##### **6.1.4.2.1     *Área de Influencia Directa***

El área directa de afectación a la masto fauna se prevé que sea aquella AID considerada dentro del componente flora, debido a la relación directa entre cobertura vegetal y la presencia de mamíferos en la zona.

La misma relación existe entre las áreas de afectación directa con respecto a los recursos de calidad de aire (ruido), agua superficial y de usos de suelo.

Por lo tanto, el área de influencia directa con respecto a este componente ambiental corresponde a los sitios de las estaciones de bombeo, colectores, plantas de tratamiento y sitio de depósito de excedentes o escombreras; así como en las micro - cuencas hidrográficas inmediatamente cercanas a estas áreas del proyecto.

#### **6.1.4.2 Área de Influencia Indirecta**

La mastofauna y su afectación están relacionadas a los cambios en la calidad de aire (ruido), suelos, agua y cobertura vegetal.

Por lo tanto, el Área de Influencia Indirecta - por la presencia del proyecto - se define como el área de influencia a los recursos mencionados y comprometen las zonas circundantes a las áreas de estaciones de bombeo, colectores, zonas planas adyacentes a los caminos de acceso y a los ríos y cuerpos de agua afluentes, sin dejar de considerar los efectos que se generen por la fragmentación de los hábitat por las vías que cruzan el río a diferentes alturas.

#### **6.1.4.3 Avifauna**

##### **6.1.4.3.1 Área de Influencia Directa**

El área de influencia directa se enmarca dentro de los límites de cada una de las zonas donde se ubican las estaciones de bombeo, colectores, plantas de tratamiento, derecho de vía recuperada para el río Portoviejo y construcción del área de depósito de escombros. La eliminación de la vegetación, la generación de ruido, los cambios de uso de suelo y la posible afectación de la calidad del agua durante la etapa de construcción produciría el abandono y la migración de la avifauna hacia sitios más estables.

##### **6.1.4.3.2 Área de Influencia Indirecta**

La afectación indirecta por las actividades del proyecto está relacionada a los cambios en la calidad de aire (ruido), suelos, agua y cobertura vegetal. Por lo tanto, el Área de Influencia Indirecta de este recurso se define como el área de influencia indirecta a los recursos mencionados.

#### **6.1.4.4 Herpetofauna**

##### **6.1.4.4.1 Área de Influencia Directa**

El área de influencia directa durante el desarrollo de las actividades para la construcción del proyecto se limitará al área de las captaciones, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, colectores, pozos, escombreras, áreas donde se

construirán las instalaciones relacionadas con estas actividades y sitio de depósito de excedentes para usos posterior, rellenos, reforestación, protección de taludes. En sí, corresponde a los sitios donde se requerirá de la remoción de toda la cobertura vegetal ya que esto podría ocasionar la desaparición del hábitat, afectación directa y posible migración de ciertas especies.

#### **6.1.4.4.2 Área de Influencia Indirecta**

Este recurso se encuentra directamente relacionado con la presencia de cobertura vegetal, así como calidad de aire y agua y por lo tanto el área de influencia indirecta para el componente citado se relaciona con el área de anidación, fuentes de alimentación.

### **6.1.5 Componente socio económico**

#### **6.1.5.1 Área de influencia directa**

Corresponden al área de influencia directa todas las zonas geográficas pobladas que están en contacto directo con las actividades del proyecto, por el hecho de su cercanía física al área de cada una de las obras físicas y operaciones de los equipos y por lo tanto influidas por los efectos que la actividad pueda generar.

Estos efectos pueden ser en términos ambientales, de movimiento de personas o vehículos, de demanda de servicios, de empleo y actividades relacionadas a las operaciones del proyecto.

Se habla de área de influencia social para referir el área geográfica en la que su población será afectada, positiva o negativamente, por la actividad de los componentes del proyecto de construcción y operación de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, recuperación ambiental del río Portoviejo.

Los factores que definen la mayor o menor afectación social son: cercanía física al área de las captaciones, estaciones de bombeo, zanjas para la tubería de conducción e impulsión; colectores y áreas de operación de las plantas de tratamiento y dependencia de los caminos existentes y los de próxima construcción e infraestructura para oficinas y bodegas que serán utilizados y creados en relación a la actividad de construcción y operación del proyecto y su influencia económica directa por el pago de estos servicios.

De acuerdo al criterio expresado en el estudio y la división del proyecto en cinco áreas donde están incluidos más de 40 barrios, cooperativas y urbanizaciones tomando en cuenta 10 m a cada orilla del río se puede mencionar como áreas geográficas de influencia directa a las poblaciones de Tarqui, Los Esteros, San Mateo, Barbasquillo, Santa Marianita, Rocafuerte, Montecristi, entre los más poblados.

Las áreas mencionadas son cercanas al área del proyecto y de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro y a las tierras que se usarán en relación al desarrollo del

proyecto; comparten las mismas vías de movilización y zonas de potencial desarrollo de infraestructura de servicios y serán influenciadas por las actividades asociadas generadas por el proyecto como la oferta de empleo, intercambio comercial, cambio de actividades económicas, impactos culturales, comerciales y turísticas, nuevas costumbres.

La cabecera cantonal de Manta es el centro del proyecto y del poder político más cercano geográficamente y la instancia que canaliza en gran medida la participación comunitaria en relación al proyecto.

El Municipio de San Pablo de Manta constituye la institución estatal que geográficamente guarda mayor competencia respecto del uso de suelos y otros ámbitos administrativos normados por la Ley de Régimen Municipal.

#### **6.1.5.2 Área de Influencia Indirecta**

El área de influencia indirecta en el aspecto socio económico, comprende la cabecera cantonal del cantón Rocafuerte, Montecristi en una relación que se proyecta en mayor grado de tipo comercial por su ubicación geográfica con las actividades del proyecto o eventualmente al brindar los servicios de agua potable.

El concepto de influencia regional es motivo de un análisis particular dentro del alcance de este estudio, pues determinar ese alcance en materia socioeconómica de un proyecto de la importancia de este no es un problema complejo, por tener toda la información de los comportamientos a futuro de estas poblaciones.

Es evidente que los efectos en el ámbito socioeconómico rebasan los límites geográficos y políticos de la zona del cantón Manta; y en su momento habrá que tener en cuenta las relaciones ambientales con la cuenca media del río Portoviejo por ser este un importante afluente de la misma. .

#### **6.1.6 Conclusiones**

Mediante el análisis y definición de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto para cada uno de los componentes ambientales estudiados, sus proyecciones se han interpolado al mapa físico del área del proyecto donde el mayor efecto es hacia el área social de las familias y sus viviendas asentadas dentro del cantón Manta en sus parroquias urbanas y rurales, así como en los cantones aledaños como Montecristi, Jaramijó, entre otros.

## 6.2 ÁREAS SENSIBLES

La *Sensibilidad Ambiental* se define para este estudio, como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones drásticas que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función.

En concordancia con esta definición se debe tener en cuenta el concepto de *Tolerancia Ambiental*, que representa la capacidad del medio a aceptar o asimilar cambios en función de sus características actuales. Así, el grado de sensibilidad ambiental dependerá del Nivel de Conservación o Degradación del ecosistema y sobretodo de la presencia de acciones externas (antrópicas).

Es importante mencionar que los componentes socioeconómicos y culturales obedecen a factores de distinto comportamiento y dinámica a lo aquí presentado, por lo que la presente metodología es aplicable a los componentes ambientales físicos y bióticos.

**Tabla 6 - 2**  
**Nivel de Degradación Ambiental**

Escala	Nivel de Degradación Antrópica
<b>Nulo</b> (1)	Corresponde a un área no alterada, casi prístina. Elevada calidad ambiental y de paisaje. Se mantienen los ecosistemas naturales originales.
<b>Bajo</b> (2)	Las alteraciones al ecosistema son bajas, las modificaciones a los recursos naturales y al paisaje son bajas. La calidad ambiental de los recursos puede restablecerse fácilmente.
<b>Moderado</b> (3)	Las alteraciones al ecosistema, el paisaje y los recursos naturales tienen una magnitud media. Las condiciones de equilibrio del ecosistema se mantienen aun cuando tienden a alejarse del punto de equilibrio.
<b>Alto</b> (4)	Las alteraciones antrópicas al ecosistema, paisaje y los recursos naturales son altas. La calidad ambiental del ecosistema es baja; se encuentra cerca del umbral hacia un nuevo punto de equilibrio. Las condiciones originales pueden restablecerse con grandes esfuerzos en tiempos prolongados.
<b>Crítico</b> (5)	La zona se encuentra profundamente alterada, la calidad ambiental del paisaje es mínima. La contaminación, alteración y pérdida de los recursos naturales es muy alta. El ecosistema ha perdido su punto de equilibrio natural y es prácticamente irreversible.

El segundo nivel de análisis para la determinación de la sensibilidad es la probabilidad de ser afectado por las acciones del proyecto, análisis más subjetivo que requiere también, además del conocimiento de las condiciones iniciales del ecosistema, su capacidad de asimilación y la intensidad de las acciones a ser llevadas a cabo para la ejecución del proyecto.

Para el efecto, se ha incluido un indicador de la relación entre la intensidad de la afectación y la capacidad asimilativa, que representa la Tolerancia Ambiental.



**Tabla 6 - 3**  
**Niveles de Tolerancia Ambiental**

<b>Escala</b>	<b>Tolerancia Ambiental</b>
<b>Nula (1)</b>	La capacidad asimilativa es muy baja o la intensidad de los efectos es muy alta.
<b>Baja (2)</b>	Tiene una baja capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es alta.
<b>Moderada (3)</b>	Tiene una moderada capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es media.
<b>Alta (4)</b>	Tiene una alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es baja.
<b>Muy Alta (5)</b>	Tiene una muy alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es muy baja.

El grado de sensibilidad estará representado por la multiplicación de ambos parámetros.

$$\text{Sensibilidad Ambiental} = \text{Nivel de Degradación} \times \text{Tolerancia Ambiental}$$

**Tabla 6 - 4**  
**Rangos de Clasificación de Sensibilidad Ambiental**

<b>Grado de Sensibilidad</b>	<b>Rango</b>
No sensibilidad	21 a 25
Sensibilidad Baja	16 a 20
Sensibilidad Media	11 a 15
Sensibilidad Alta	6 a 10
Sensibilidad Muy Alta	0 a 5

### 6.2.1 Sensibilidad Física

**Tabla 6 - 5**  
**Sensibilidad Física**

Componente	Tolerancia Ambiental	Nivel de Degradación Ambiental	Sensibilidad	Descripción
<b>Calidad del Aire</b>				
Emisiones	Muy Alta (5)	Baja (2)	Alta (10)	Si existen fuentes de contaminación por emisiones atmosféricas por lo que la afectación actual está regida por la presencia de las vías de comunicación existentes, la comunidad presente y por fuentes naturales. Por lo tanto, un incremento en emisiones en el área no significaría una evidente alteración a la calidad de aire. A pesar de presentar una sensibilidad alta, las acciones del proyecto no producirán cambios drásticos en la calidad de este recurso.
Ruido	Muy Alta (5)	Baja (2)	Alta (10)	Si existen actualmente receptores sensibles cercanos al área prevista para la instalación de los equipos. Si existen fuentes de contaminación por ruido por lo que la afectación actual está regida por la presencia de las vías de comunicación existente, la comunidad presente y por fuentes naturales. A pesar de presentar una sensibilidad alta, las acciones del proyecto minimizarán al máximo los efectos negativos en la calidad de este recurso.
<b>Suelos</b>				
Suelos con pendientes inferiores al 12%, con materiales con texturas arcillosas expansivas y arenosas.	Muy Alta (5)	Alto (4)	Baja (20)	Las actividades del proyecto que podrían afectar directamente a este tipo de suelos, son las instalaciones de campamentos, captaciones, bodegas, estaciones de bombeo, planta de tratamiento, colectores, pozos, por tratarse de una zona muy alterada, el uso del suelo ha sido modificado al igual que el paisaje, siendo el grado de alteración muy alto, por lo que las actividades del proyecto causarán un bajo impacto en el estado actual del suelo, esto conlleva a que el grado de sensibilidad de esta zona sea baja.
Formaciones vegetales en pendientes inferiores al 12% de tipo arcilloso que se caracteriza por suelo compuesto por materia vegetal descompuesta y mezclada con raíces y vegetación rastrera.	Baja (2)	Nulo (1)	Muy Alta (2)	Este tipo de suelo se encuentra en las zonas del área del proyecto, donde por sus características de origen y topografía, cualquier afectación a este tipo de suelos no resultaría en un cambio drástico de las características originales así como en su difícil restauración o regeneración. Algunos sectores en el sitio de las obras civiles sufrirán este impacto irreversible.

Componente	Tolerancia Ambiental	Nivel de Degradación Ambiental	Sensibilidad	Descripción
<b>Geología</b>				
Formaciones del suelo	Muy Alta (5)	Alto (4)	Baja (20)	La presencia de infraestructura sobre las diversas formaciones geológicas de la zona, como poblados y vías, representan una alteración irreversible. Al mismo tiempo, las características dinámicas de las formaciones geológicas permiten una alteración puntual de bajo efecto regional. Por lo tanto, se considera al componente geológico de baja sensibilidad.
<b>Aguas Superficiales</b>				
Río Pove	Moderada (3)	Moderada (3)	Alta (9)	La calidad físico química actual del agua no es buena con la concentración de coniformes fecales que se presenta alta en el curso de la captación Caza Lagarto; sin embargo, es usada por la comunidad para beber y principalmente para riego, aguas abajo y hasta como medio recreativo turístico (Rocafuerte) captación El Ceibal y de descarga de desechos líquidos. Debido a la mala calidad de agua en los cursos de agua presentes, su relevancia biótica, así como la dinámica del recurso, determinan que una afectación de éstos sea de importancia local y regional, lo que hace que este recurso sea de alta sensibilidad a las actividades antropogénicas propuestas para el área. Cambio positivo.
<b>Paisaje</b>				
Zona de captaciones, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento.	Moderada (3)	Moderado (3)	Alta (9)	Para la zona de influencia del proyecto, el área de las obras civiles es el sitio que presenta una mayor cobertura vegetal y se encuentra en la zona más elevada para las actividades propuestas. Debido a la topografía, no van a ser visibles desde todos los ángulos estas obras civiles. Debido a la afectación del paisaje original y la presencia de vegetación en el sitio se considera a ésta área como de alta sensibilidad en el aspecto paisajístico.

Luego de obtenidos los resultados de sensibilidad de los componentes físicos; agua, suelo y aire, se procede a sobreponer los mapas de sensibilidad de cada uno de ellos, obteniendo como resultado un mapa común de sensibilidad física, en el cual se puede observar las superficies que cubren cada nivel de sensibilidad.

**Tabla 6 - 6**  
**Superficie de Sensibilidad Física**

Sensibilidad Física	Superficie (ha)
Alta	33,26
Media	24,11
Baja	92,49

## 6.2.2 Sensibilidad Biótica

**Tabla 6 – 7**  
**Sensibilidad Biótica**

Componente	Tolerancia Ambiental	Nivel de Degradación Ambiental	Sensibilidad	Descripción
Cuerpos de Agua	Baja (2)	Baja (2)	Muy Alta (4)	Los cuerpos de agua en general son áreas extremadamente sensibles, debido a que son afectados directamente por el proyecto, tanto de manera directa por las captaciones como por las descargas que actualmente recibe de aguas servidas y por la remoción de la cobertura vegetal. Desde el punto de vista de los macro invertebrados bentónicos, cualquier tipo de contaminación o eliminación de la vegetación ribereña en los cursos de agua afectará negativamente sobre su diversidad ya que disminuyen los ecosistemas y hábitat que son refugio de muchas especies, por ello se puede concluir que a pesar de tomar las precauciones necesarias para evitar descargas y contaminación sobre los cuerpos de agua, el hecho de retirar la cobertura vegetal, influirá sobre los ecosistemas acuáticos.
Cultivos y Pastos Cultivados	Alta (4)	Alta (4)	Baja (16)	En aquellas áreas que actualmente ya se hallan alteradas y están cubiertas con pastos y con especies animales tolerantes a dichas alteraciones, las actividades del proyecto causarán impactos de baja magnitud, la mayoría de ellas se hallan distribuidas en fincas a lo largo del río aguas abajo.

Al igual que en la sensibilidad física, la sensibilidad biótica se obtiene sobreponiendo los mapas de sensibilidad de cada uno de los componentes bióticos, lo cual da como resultado un mapa común de sensibilidad biótico.

**Tabla 6 – 8**  
**Superficie de Sensibilidad Biótica**

Sensibilidad Biótica	Superficie (ha)
Alta	11,17
Media	25,29
Baja	6,39

### **6.2.3 Sensibilidad Social**

Son áreas sensibles todas las zonas geográficas pobladas que están en las dos orillas de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro por el hecho de su cercanía física a las captaciones, zanjas para las líneas de conducción e impulsión, colectores, estaciones de bombeo y plantas de tratamiento; y por tanto influidas por los efectos que la actividad pueda generar en términos ambientales y sociales; de movimiento de personas y vehículos, de consumo de servicios, cambio de uso del suelo y reubicación de algunas viviendas.

Los parámetros de análisis que determinan el grado de sensibilidad socioeconómica están definidos por posibles afectaciones a los factores sociales, culturales y económicos que estructuran la sociedad; debilitamiento generado por la introducción y presencia de agentes humanos externos, trabajadores foráneos y actividades distintas a las tradicionales y cotidianas.

Los grados de sensibilidad social se determinan por el grado de influencia que las acciones antrópicas de los futuros agentes externos generarán sobre la condición actual de los factores que componen el sistema social. Esta sensibilidad socioeconómica y cultural se establece primariamente, por condiciones inestables capaces de generar imposibilidad y conflictividad por la aplicación del proyecto; y, por la medición del grado de vulnerabilidad del factor afectado.

Con la finalidad de caracterizar el grado de sensibilidad, se consideran tres niveles de sensibilidad:

- **Sensibilidad baja.** Definida cuando los cambios sobre las condiciones sociales comprometidas son poco significativos; no existirán cambios esenciales en las condiciones de vida y las prácticas sociales. Estas son consideradas dentro del desenvolvimiento normal del proyecto.
- **Sensibilidad media.** Las intervención debida a la ejecución del proyecto transformará de forma moderada, las condiciones económico – sociales que pueden controlarse con el Plan de Manejo Ambiental.

- **Sensibilidad alta.** Las consecuencias del proyecto implican modificaciones profundas sobre la estructura social que dificultará la lógica de reproducción de los grupos intervenidos.

Para la calificación de los niveles de sensibilidad se debe tener en cuenta aspectos como: medidas de control de impactos consideradas en el proyecto, aceptación del proyecto por parte de la población, demandas hacia la compañía, posibilidades futuras de ampliación y ocupación del área de influencia del proyecto y efectos adversos sobre los grupos intervenidos.

**TABLA 6 - 9**  
**SENSIBILIDAD SOCIOCULTURAL**

Componente	Sensibilidad	Descripción
Economía	Alta	El alto índice de pobreza y extrema pobreza de las familias que habitan en las dos riberas de los ríos Portoviejo, Manta, Braco y Burro y las condiciones económicas de los campesinos residentes en el área de influencia los ubica en una situación de alta vulnerabilidad económica respecto de factores externos. La contratación directa de fuerza de trabajo local y la posibilidad de ofertar bienes y servicios modificarán esta situación mejorando la disponibilidad de ingresos de los hogares involucrados. Mayor posibilidad de ingresos en la zona provocará cambios en las costumbres de consumo, requerimientos de servicios, producción, así como en la calidad de vida en general. Un mejoramiento en los ingresos aportará para disminuir los niveles de migración así como incrementar la inmigración en la zona de influencia directa.
Salud	Alta	Las posibilidades de acceso a servicios de salud en la actualidad son limitadas. El proyecto probablemente incrementará el grado de exposición a factores de ruido y partículas de polvo en el aire, incremento de vectores de transmisión de enfermedades por la generación de desechos y el incremento de pobladores y hábitos de consumo y alimentación. El proyecto permitirá el desarrollo de mejoras en la infraestructura de salud.
Infraestructura	Alta	Se desarrollarán nuevas vías de acceso y se dará mantenimiento periódico a las vías existentes. El desarrollo económico y social de la zona requerirá de una mayor infraestructura, especialmente en el área de servicios como agua, luz, alimentación, salud, vivienda. Este cambio respecto de la situación actual beneficiará a la población del área de influencia de Mirador, pero al mismo tiempo la capacidad de asimilar la demanda de infraestructura de la zona debido a su situación actual, aislamiento de centros de desarrollo urbano, estructura política, existencia de recursos económicos y técnicos hacen de esta zona altamente sensible a los potenciales cambios.
Organización y Conflictividad Social	Alta	La población tiene un importante nivel de organización a nivel comunitario, pero característico de familias y grupos sociales distintos en poblaciones pequeñas y aisladas. La expectativa de empleo y compensaciones por la ejecución del proyecto eventualmente podrá suscitar fraccionamientos por intereses sobre beneficios particulares, especialmente debido al ingreso de personas y personal foráneo a la zona de influencia. La organización actual no prevé un crecimiento rápido, la entrada de nueva población con sus modos y costumbres, nuevos requerimientos de infraestructura y capacitación, posible incremento de actividades delincuenciales y de peligro para la sociedad así como los medios para prevenir y controlar los mismos. La organización actual y el potencial de conflictividad hacen a esta zona de alta sensibilidad. Los problemas de la propiedad de la tierra es una constante preocupación.



Tomando en cuenta las poblaciones y comunidades presentes en el área y su grado de influencia debido al proyecto, se ha determinado los niveles de sensibilidad socioeconómica.

**Tabla 6 - 10**  
**Niveles de Sensibilidad Socioeconómica**

<b>Población o Comunidad</b>	<b>Características</b>	<b>Sensibilidad</b>
Rocafuerte	Población Colona	Alta
Tarqui	Población Colona	Alta
Los Esteros	Población Colona	Alta
Barbasquillo	Población Colona	Alta
San Mateo	Población Colona	Media
Manta	Población Colona	Baja

## **7. RIESGOS**

### **7.1 INTRODUCCIÓN**

La evaluación de riesgos considera las consecuencias potenciales de un peligro dado así como su probabilidad de ocurrencia.

Durante la fase de levantamiento de información del proyecto se procedió con un diagnóstico de peligros y amenazas naturales y una evaluación de riesgos obteniéndose como resultado la identificación y ubicación de los riesgos probables.

Para este estudio se consideró necesario realizar una evaluación de riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente.

### **7.2 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo es identificar los riesgos potenciales sobre el proyecto y el ambiente y realizar una evaluación cualitativa, determinando las fuentes de riesgo más severas.

#### **7.2.1 Objetivos específicos**

- Identificar, evaluar y jerarquizar todos los riesgos significativos que rodean al proyecto, representar los mismos dentro de un mapa de riesgos, relacionados directamente con los diferentes procesos a ejecutarse en la construcción, equipamiento y operación del proyecto;
- Tomar en cuenta los resultados del diagnóstico de riesgos potenciales para el diseño de medidas de prevención y mitigación a ser incluidas en el Plan de Manejo Ambiental de este Estudio de Impacto Ambiental;
- Informar al personal sobre los riesgos y las medidas dispuestas para su control y minimización.

### **7.3 ALCANCE**

El diagnóstico de riesgos potenciales tiene como alcance el identificar y evaluar cualitativamente los potenciales peligros que los elementos ambientales pueden ejercer sobre el proyecto, su infraestructura y operación así como los riesgos que estos pueden significar para el ambiente.

Para el diagnóstico se toma en cuenta principalmente los peligros presentes en el área de influencia directa del proyecto y aquellos más destacados en el área de influencia indirecta e incluso regional.

## 7.4 METODOLOGÍA

La evaluación de riesgos se realiza mediante la aplicación de una matriz que para el efecto se ha tomado como referencia la utilizada por Walsh (Environmental Scientists and Engineers).

La matriz de evaluación de riesgos que se presenta indica el proceso utilizado para identificar riesgos significativos y probabilidades de ocurrencia.

**Tabla 7 – 1**  
**Matriz de evaluación de Riesgos**

Severidad	Personas	Ambiente	Probabilidad en Aumento				
			Nunca Sucede en los servicios de agua	Se ha escuchado de esto riesgos en la etapa de construcción	Han Ocurrido en Manta	Han ocurrido varias veces al año en el Ecuador	Ocurren frecuentemente en el Ecuador
Baja	Efectos leves a la salud/heridas	Efectos leves	Manejo para mejoramiento continuo				
Media	Efectos graves a la salud/heridas	Efectos localizados			Se incorporan medidas para reducción de riesgos		
Alta	Muertes	Efectos regionales				Riesgos intolerables	

Fuente: HSE aspects in contracting environment, 2001

## 7.5 Riesgos del ambiente al proyecto

El propósito principal de la evaluación fue determinar los peligros del ambiente que podrían afectar al proyecto y determinar su naturaleza y gravedad.

Con base en la información adquirida en la Línea Base, se identificaron varios aspectos o componentes que presentan riesgos o peligros en términos del proyecto propuesto.

Estos componentes son: físico, biológico y social, los cuales están descritos en la Línea Base de este estudio.

### 7.5.1 Riesgos físicos

Para la identificación de los potenciales riesgos del componente físico sobre el proyecto se realizó una revisión de las condiciones de la Línea Base, con especial énfasis en los componentes de geología, suelos hidrología, así como datos existentes de eventos relacionados con sismicidad.

Posteriormente se realizó una visita de campo a los distintos sitios donde se ubicarán las obras de infraestructura del proyecto, así como su área de influencia. Los sitios visitados corresponden a las zonas destinadas para las siguientes operaciones:

- Captaciones;
- Líneas de conducción;
- Líneas de impulsión;
- Colectores;
- Estaciones de bombeo;
- Plantas de tratamiento;
- Áreas de descarga;
- Oficinas;
- Bodegas;
- Patio de máquinas;
- Vías de acceso.

En los sitios visitados se procedió a realizar la evaluación visual así como la confirmación de los datos de Línea Base existente con el fin de poder identificar potenciales peligros naturales.

#### 7.5.1.1 Criterios de evaluación de riesgos

- **Sismicidad.** La actividad tectónica amenaza directamente a la integridad estructural de las obras civiles, maquinaria, construcciones y el entorno en general;
- **Vulcanismo.** La actividad volcánica también amenazan directamente a la integridad estructural de las obras civiles, maquinaria, construcciones y la integridad de las viviendas.;
- **Estabilidad geomorfológica.** Los terrenos inestables podrían amenazar a la infraestructura propuesta;
- **Suelos.** Las condiciones de suelos inestables pueden resultar en asentamientos diferenciales en las cimentaciones de las construcciones, erosión, inestabilidades geomorfológicas;
- **Fenómenos climáticos.** Las condiciones climáticas extremas, particularmente las precipitaciones podrían amenazar los aspectos

logísticos del proyecto. Las condiciones de lluvias extremas pueden resultar en inundaciones y sobresaturación de suelos.

Los periodos extremadamente lluviosos desaceleran las actividades del proyecto. También debe tomarse en cuenta a los vientos que pueden ser muy fuertes. Estos no son muy frecuentes, pero cuando suceden pueden llegar a tener una categoría de vientos casi huracanados;

- **Inundaciones.** Las inundaciones del área de la zona del proyecto amenazan a todas las actividades propuestas.

**Tabla 7 – 2**  
**Evaluación de peligros físicos**

Riesgos Físicos	Actividades del Proyecto Hidrosanitario de Manta				
	Construcción y operación del sistema de agua potable	Construcción de obras de infraestructura del alcantarillado sanitario	Construcción y operación de las estaciones de bombeo y plantas de tratamiento	Construcción y uso de vías y redes de conducción e impulsión	Total
Sismicidad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Vulcanismo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Inestabilidad Geomorfológicas	Alto	Alto	Moderado	Alto	Alto
Inestabilidad de Suelos	Alto	Alto	Moderado	Alto	Alto
Clima	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Inundaciones	Bajo	Moderado	Bajo	Alto	Bajo a moderado
<b>Categorías:</b> Alto, Moderado y Bajo <b>Fuente:</b> WALSH, 2004					

### 7.5.1.2 Resultados

#### 7.5.1.2.1 Riesgos geológicos

En la presente fase de estudio se ha realizado una evaluación de carácter cualitativo y regional de la Amenaza en los siguientes fenómenos naturales de origen geológico:

- Amenaza debido a movimientos en masa: Deslizamientos, reptaciones y derrumbes;

- Amenaza debido a erosión y flujos: Erosión laminar, longitudinal, flujos de escombros y aluviones;
- Amenaza debido a la sismicidad.

En particular, dentro de la evaluación del estado físico de las obras específicas y de las conducciones de los sistemas diagnosticados en los cuadros adjuntos, se realiza una descripción de los fenómenos peligrosos previsible, se califica la amenaza y se incluyen otros datos relativos a la intervención antrópicas como una parte de la variable vulnerabilidad.

#### **7.5.1.2.2 Fenómenos geodinámicos**

##### **a) Erosión laminar**

Es la remoción y pérdida de la capa vegetal y suelo de cobertura que se produce en el sector de las laderas de una cuenca, ocasionada por el arrastre y disolución del suelo debido al flujo difuso.

Este fenómeno ha sido observado en pequeña escala en las colinas aledañas a San Juan de Manta y en las rocas sedimentarias Tosagua, UTM [526.500/890.500]. Es común, pero de baja intensidad, en los taludes en corte y movimientos de tierras que retiran la cobertura vegetal sobre sedimentos Tosagua.

##### **b) Erosión longitudinal**

Incluye los siguientes fenómenos:

- **Erosión de cárcavas**

Es la formación de zanjas o surcos en las laderas inclinadas que tienen limitada cobertura vegetal y en donde las lluvias son estacionales e intensas. Es producida también por el flujo difuso, (*Medina J, 1991*).

Los materiales más susceptibles a carcavamiento corresponden a los suelos residuales y al horizonte fragmentado y alterado de lutitas y limonitas de las Fms Tosagua, Charapotó y San Mateo.

También puede incluirse en este grupo a los aluviales recientes con aporte de las dos formaciones descritas y a algunos aluviales y coluviales poco consolidados.

Las zonas con mayor evidencia de este fenómeno se ubican en la tubería impulsión al Tanque Cruz Verde y en los primeros 17 kilómetros de la conducción del Sistema El Ceibal-Manta, las zonas aledañas a las parroquias de San Mateo y Santa Marianita, las laderas cercanas a San Juan de Manta, el pie de monte entre Río de Oro y Estancia Las Palmas y el barrio El Guabito en Portoviejo.

En particular se debe tomar en cuenta la alta intensidad de ocurrencia de este fenómeno geodinámico sobre la conducción del sistema El Ceibal, donde ocasionó graves daños a la obra construida y al sistema vial del sector.

- **Socavación del cauce**

Es la profundización de un cauce natural, producto de la acción de un flujo concentrado formado luego de lluvias torrenciales, temporales o estacionarias y que alcanzan su máximo desarrollo, (*Medina J, 1991*). Su alto poder de arrastre confiere al flujo concentrado abundante carga sólida reforzando su acción erosiva en el fondo del cauce.

Este fenómeno fue particularmente intenso a finales del año 1997 e inicios de 1998 y es apreciable en muchas de las cuencas del sector.

Mencionemos aquellas más importantes: Ríos de Oro, Bravo, Manta, esteros Chilán, Pacoche, La Balsa (Lodana), s/n entre UTM [551.000/894.400] y el sitio Los Cerecitos UTM [556.000/899.400].

Varios de los sistemas evaluados fueron afectados por este fenómeno y en particular las conducciones en: Lodana, Río de Oro y Río Bravo (Sistema Caza Lagarto); esteros s/n, Chilán (17 kilómetros iniciales del sistema El Ceibal), Río Manta (Impulsión de aguas negras y distribución de agua potable a San Juan).

- c) Erosión lateral**

Es la socavación y ampliación del ancho del cauce como consecuencia de la socavación de fondo y por la rotura de taludes en las márgenes en un cauce natural debido a la acción de un flujo concentrado. La erosión lateral permite el aporte de sólidos al flujo concentrado, retro alimentando su poder erosivo en fondo y márgenes.

Este fenómeno fue particularmente intenso desde finales del año 1997 hasta inicios de 1998 en las mismas cuencas afectadas por la socavación del cauce y sobre los mismos sistemas citados.

- d) Flujos de escombros y sedimentación**

Tres pequeñas cuencas han manifestado flujos de escombros o crecientes aluvionales:

- Las nacientes del río de Oro;
- Un pequeño drenaje en el Cerro de Hojas; y,
- Un pequeño drenaje junto a la Estación de Bombeo de Loma Blanca.

Estos flujos presentan pequeños conos de deyección o escombros aluviales que no sobrepasan el metro de altura y han producido sedimentación e impacto en cámaras de válvulas del sistema Caza Lagarto.

Por otro lado, la sedimentación es producto de inundaciones estáticas y se presentó durante finales de 1997 e inicios de 1998 en la cuenca del río Portoviejo, Río de Oro, Manta, Bravo, Burro y afectó a las Estaciones de Bombeo de Loma Blanca y Río de Oro, a las cámaras de válvulas del sistema Caza Lagarto y a la zona urbana de Manta.

#### **e) Reptación**

Es un movimiento lento de las coberturas de suelos arcillosos y expansivos que se produce luego del hinchamiento por humectación, la deformación o rotura en condiciones saturadas y posterior contracción en época seca.

Afecta los primeros 80 cm de las coberturas en las arcillas montmorilloníticas de la Fm Tosagua y en coluviones con matriz de la misma formación.

Si bien es un fenómeno muy extenso como lo es la formación citada, su efecto es estacional (durante períodos lluviosos permanentes), superficial (< 0.8 m) y puntual (no afecta a la generalidad de la conducción cuando está implantada a más de 1 m de profundidad).

La presión de hinchamiento ha afectado algunas estructuras específicas, pero es analizada como un problema geotécnico de las Obras específicas.

#### **f) Deslizamientos**

Son movimientos en masa que puede afectar a suelos y rocas, no se limitan a la cobertura como la reptación, pueden tener una superficie de rotura definida o no y son procesos graduales o permanentes.

Las formaciones con mayor susceptibilidad al deslizamiento son: Fms Charapotó y Tosagua que presentan un deslizamiento activo de Media intensidad en el barrio Andrés de Vera de la ciudad de Portoviejo donde involucra a la zona urbana y a las tres tuberías del Sistema Caza Lagarto.

También presentan numerosos deslizamientos activos en las colinas aledañas a la ciudad de Portoviejo, uno de los cuales afecta directamente la zona de expansión urbana de la ciudad en el mismo barrio y un deslizamiento de Media intensidad que afecta el camino de acceso al Tanque Cruz Verde del sistema El Ceibal.

Además las Fms Charapotó, Tosagua, Onzole y los Coluviones antiguos presentan deslizamientos activos que no afectan directamente a las conducciones ni obras específicas de los sistemas analizados, pero aportan con materiales sueltos erodables que generan flujos de escombros aguas debajo de drenajes naturales como en el caso de: Loma Blanca, Cerro de Hojas y Río de Oro.

Una serie de deslizamientos potenciales y activos se ubican en las márgenes del río Manta entre el sitio Barranco Prieto UTM y San Ramón UTM [528.000/882.000]. Estos tienen una relación con el aporte de materiales sueltos



en un tramo de cauce estrecho del río Manta donde puede generarse flujo concentrado.

### **7.5.1.2.3 Derrumbes**

Son movimiento en masa que afectan a suelos y rocas, pueden ser superficiales o profundos y son procesos violentos y rápidos.

Los de mayor intensidad afectan a los materiales alterados de las Fms. Piñón y Cerro en las laderas de fuerte pendiente de los Cerros de Hojas, Montecristi y en los taludes de las minas.

Estos no afectan directamente a la conducción del Sistema Caza Lagarto, pero aportan con escombros de pie de talud que pueden generar flujos de escombros. Otros de menor intensidad, pero de alto riesgo, se produjeron en ciertos sitios con márgenes abruptas en los ríos Manta, Burro y Bravo donde existen asentamientos poblacionales suburbanos.

### **7.5.1.2.4 Sismicidad**

La cercanía de las costas de Manabí al frente de subducción activa, convierte a la parte centro norte de la provincia en una zona sísmica.

Esto se evidenció durante el seguimiento del sismo del 4 de agosto de 1998 y sus réplicas. El evento, con un epicentro localizado a 10 kilómetros al Noroeste de Bahía de Caráquez y una profundidad de 35 kilómetros, tuvo una magnitud  $M_s=7.1$  ( $m_b=6.2$ ).

Fue precedido por otro evento de magnitud  $M_s=5.1$  ( $m_b=5.4$ ) y hasta la primera semana de septiembre, la Red Sismológica de Instituto Geofísico registró cerca de 510 réplicas, cuyo mayor evento ocurrió el 7 de agosto con una magnitud  $m_b=4.6$ , (Yépez H, 1998).

Los registros sísmicos previos al 4 de agosto y los posteriores definen una zona de rotura del orden de 80 kilómetros, paralela a la fosa, moviéndose a lo largo del plano de subducción y alejándose del evento principal y sismos premonitores.

La presencia de una concentración sísmica de 50 a 100 kilómetros hacia el Sur de la zona epicentral, (hacia el Norte es evidente la ausencia), lo que puede ser interpretado como la posible zona de ruptura de un futuro evento de gran magnitud que pueda darse en la zona (Yépez, 1998).

Sismos históricos entre 1942 y 1979 tuvieron magnitudes entre ( $7.3 < M_s < 7.6$ ) y sin embargo sólo liberaron una quinta parte de la energía liberada por el sismo de 1906 (Kelleher, 1972; Kanamori & MacNally, 1982; Mendoza et al, 1984).

No se cuenta con un registro de aceleraciones del sismo del 4 de agosto en Bahía pero un análisis de la respuesta estructural obtenida en modelos matemáticos y comparada con los daños observados, permite decir que las aceleraciones

probablemente no estuvieron más allá del 15% al 18% de la gravedad (**Fernández, 1998**).

No se tienen claras evidencias de daños debido a los últimos eventos, en las estructuras de los sistemas analizados en el presente estudio. Se recoge sin embargo, versiones locales de que varios deslizamientos, entre ellos los ubicados en el barrio Andrés de Vera de la ciudad de Portoviejo y otro en Montecristi, incrementaron su actividad luego de la actividad sísmica.

### **7.5.1.3 Riesgos biológicos**

La evaluación del riesgo de los aspectos biológicos, incluye aquellos peligros que amenazan al proyecto que podría ocasionar la flora y la fauna del sector, como son: animales peligrosos (mordeduras de serpientes venenosas y picaduras de insectos portadores de enfermedades), plantas peligrosas (reacciones alérgicas) y caída de árboles y ramas grandes. Estos peligros se describen a continuación:

- **Animales Peligrosos:** Los animales de la zona que representan algún peligro en el área son las serpientes venenosas, tales como:
  - verrugosa *Lachesis muta*,
  - equis *Bothrops atrox*,
  - lorito machacuy *Bothrops bilineatus*, de la familia Viperidae (veneno necrosante);
  - coral, *Micrurus surinamensis*, de la familia Elapidae (veneno neurotóxico).

También constituyen un riesgo los insectos portadores de enfermedades tropicales graves como los mosquitos de:

- Malaria (*Anopheles* sp.);
- leishmaniasis (*Phlebotomus* sp.);
- *Lutzomyia wellcomei*);
- dengue (*Aedes aegypti*);
- fiebre amarilla (*Haemagogus* sp. y *Sabethes* sp.).
- **Plantas Peligrosas:** Las plantas de la zona que producen reacciones alérgicas a las personas que viven en el área y a los trabajadores del proyecto (plantas de la familia Urticaceae, ortigas como *Pilea* sp., y de la familia Caricaceae, como *Jacaratia spinosa*, que son tóxicas para la piel) también representan una amenaza. Los trabajadores del proyecto, a menudo son personas que desconocen la flora del lugar y pueden ser afectados por plantas que producen este tipo de reacciones. Además, el peligro latente de que toquen o caigan sobre ramas o troncos espinosos.

**Tabla 7 – 3**  
**Evaluación de Riesgos Biológicos**

Riesgos Biológicos	Actividades del Proyecto Hidrosanitario para Manta				
	Construcción y operación sistema de agua potable	Construcción de obras de infraestructura alcantarillado sanitario	Construcción y operación estaciones de bombeo y planta de tratamiento	Construcción y uso de vías internas	Total
Animales Peligrosos	Moderado	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo a Moderado
Plantas Peligrosas	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo a Moderado
Caída de Árboles y Ramas Grandes	Alto	Bajo	Moderado	Bajo	Moderado a Alto
<b>Categorías:</b> Alto, Moderado y Bajo <b>Fuente:</b> WALSH, 2004					

- En general, el riesgo de animales peligrosos en el área del proyecto es de bajo a moderado porque son zonas donde hay algunos vectores de enfermedades tropicales (paludismo, dengue, leishmaniasis, fiebre amarilla). Estos vectores son mosquitos y moscas del sector. Además las serpientes venenosas son abundantes en la zona;
- El riesgo de plantas peligrosas es de bajo a moderados porque parte del área del proyecto se encuentra en zonas intervenidas y totalmente deforestada;
- El riesgo de caída de ramas y árboles es muy bajo.

#### 7.5.1.4 Riesgos sociales

Los riesgos sociales en el proyecto presentan una importancia especial debido a que en el área de influencia del proyecto se encuentran muchas familias y comunidades de pobladores colonos dentro del índice de pobreza y pobreza extrema.

La evaluación de estos riesgos permite diseñar un plan social que plantee medidas preventivas y correctivas ante eventuales afectaciones al proyecto por parte de las familias que viven junto a los ríos y que no desean abandonar sus viviendas a pesar de no contar con el título de legalización de tierras.

En esta sección, los riesgos potenciales se definen como aquellos conflictos sociales que, debido a su naturaleza impredecible y errática, podrían afectar las actividades del proyecto. Estos no se podrán negociar o solucionar necesariamente con los programas de relaciones comunitarias propuestos, sino que tendrán que solucionarse a través de medidas de prevención y mitigación.

Estas medidas se presentarán en el PMA.

La evaluación del riesgo de los peligros sociales incluye las particularidades que amenazan al proyecto como son: presencia de grupos activistas, paralización de actividades por parte de pobladores de los barrios cercanos al proyecto y vandalismo.

- **Paralización de Actividades por Pobladores:** Por diferentes motivos como: crisis económica, desacuerdos con las autoridades locales y nacionales, desacuerdos entre actores de la región o por expectativas insatisfechas sobre compensaciones sociales por parte de las autoridades seccionales, los pobladores de las comunidades aledañas podrían llevar a cabo paralizaciones de actividades con medidas de hecho tales como impedimento del paso de personal, equipos, maquinaria. Esto podría amenazar el desenvolvimiento normal de las actividades del proyecto.
- **Asaltos y Robos:** El personal del proyecto puede ser asaltado por delincuentes comunes. Esto representa una grave amenaza para la integridad y la vida de los trabajadores. De igual manera, delincuentes comunes pueden robar equipos del proyecto, lo cual también se convierte en una amenaza grave para el desenvolvimiento normal de las actividades. Existe también la posibilidad de asaltos hacia campamentos e instalaciones que la Empresa constructora mantenga en el área del proyecto;
- **Afectaciones masivas a la salud de los trabajadores y la población local:** Este factor es importante, puesto que por el ingreso de gente foránea puede dar lugar a epidemias o enfermedades masivas como consecuencia del ingreso de trabajadores o pobladores portadores de virus y enfermedades.

**Tabla 7 – 4**  
**Evaluación de riesgos sociales**

Riesgos Sociales	Actividades del Proyecto Hidrosanitario para Manta				
	Construcción y operación del sistema de agua potable	Construcción de obras de infraestructura del alcantarillado sanitario	Construcción y operación estaciones de bombeo y plantas de tratamiento	Construcción y uso de vías	Total
Paralización de Actividades por parte de la comunidad	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Asaltos y robos	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Bajo a Moderado
Epidemias y enfermedad masiva	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Categorías:</b> Alto, Moderado y Bajo <b>Fuente:</b> WALSH, 2004					

- El riesgo de paro de las familias y comunidades es moderado en todas las fases o etapas del proyecto, una vez que se den cuenta que no serán desalojados de sus viviendas sin otra alternativa;
- Los riesgos de asaltos y robos son entre bajo y moderado;
- Las epidemias y enfermedades masivas constituye un bajo riesgo.

## **7.6 RIESGOS DEL PROYECTO AL AMBIENTE**

### **7.6.1 Accidentes de vehículos**

La forma de transporte de equipos, personal y material al área del proyecto es por medio de vehículos. El clima de la zona es muy estable y las condiciones meteorológicas no varían. Los vehículos que serán utilizados para el proyecto corren el riesgo de accidentarse por causa de la mala condición de las vías, falta de espacios para estacionamiento y para las maniobras.

Los conductores de los vehículos serán experimentados y se sujetarán al reglamento de la Empresa constructora y de la Policía de Tránsito.

### **7.6.2 Accidentes en las obras de construcción y operación**

Al momento de ejecutar las diferentes actividades contempladas en el proyecto como la construcción y operación de la captación, plantas de tratamiento, líneas de conducción, líneas de impulsión, colectores, estaciones de bombeo, sistema de tratamiento de las aguas servidas, lagunas de oxidación pueden ocurrir accidentes a los trabajadores por la naturaleza misma del trabajo.

A pesar de todos los cuidados y procedimientos de seguridad aplicados según la normativa de la empresa constructora, los trabajadores pueden estar expuestos a situaciones de riesgo, por ejemplo: caídas en las zanjas, quedar atrapados en las zanjas por deslaves; este riesgo está considerado moderado.

### **7.6.3 Fugas y derrames**

En el área del proyecto pueden ocurrir fugas y derrames de hidrocarburos (combustibles de vehículos, maquinaria y equipos). Las fugas y derrames pueden ocurrir al momento de la carga y descarga del producto, en el transporte y almacenamiento de combustible.

## **7.7 Evaluación de riesgos a la salud ocupacional**

### **7.7.1 Objetivo General**

El objetivo es identificar los riesgos cualitativos a la seguridad y salud de los trabajadores que se podrían presentar en la etapa de construcción y operación del sistema hidrosanitario y en los campamentos y áreas administrativas del proyecto.

### **7.7.2 Objetivos específicos**

- Identificar los principales riesgos preliminares que se generen en los procesos de construcción, equipamiento y operación del sistema;
- Impedir accidentes y efectos a la salud de quienes trabajan en las obras de construcción y operación;
- Ofrecer orientaciones para delimitar una estructura administrativa, legal y de capacitación mediante la cual puedan llevarse a la práctica de medidas preventivas.

### **7.7.3 Alcance del estudio**

El alcance cubre la evaluación de riesgos cualitativos a la seguridad y salud para las actividades a desarrollarse por construcción y operación y en el área de los campamentos.

### **7.7.4 Metodología**

El trabajo en general consistió de las siguientes etapas:

- Prediseño general del estudio;
- Recopilación de documentación;
- Recopilación de testimonios y de visitas de observación a los diferentes sitios en donde se realizarán las actividades. Además, se procedió a recopilar y analizar la información bibliográfica relacionada con el tema de estudio;
- Análisis de la información;
- Elaboración del informe final.

Para la denominación de los resultados de la evaluación de riesgos de seguridad y salud ocupacional por el proyecto se utiliza la siguiente simbología:

- **Probabilidad = P**

*Baja = B*

*Media = M*

*Alta = A*

- **Consecuencias = C**

*Ligeramente Dañino= LD*

*Dañino= D*

*Extremadamente Dañino = ED*

- **Evaluación del Riesgo:** determinar el carácter o tipo de riesgo para decidir su aceptación o no.

*Trivial = T*

*Tolerable = TO*

*Moderado = MO*

*Importante = I*

*Intolerable = IN*



**Tabla 7 - 5**  
**Identificación de riesgos en la construcción**

Peligro	Tipo	Causa	Consecuencia	Medidas preventivas o correctivas
Golpes y cortes	Físico	Manejo de equipo y materiales	Traumatismos Heridas	Utilizar equipo de protección personal Planificación oportuna de los trabajos
Caídas al mismo nivel	Físico	Suelo o plataforma de trabajo	Lesiones Fracturas	No caminar por sitios o caminos abandonados Mejorar los caminos de acceso a través de empalizadas o lastre
Caídas a distinto nivel	Físico	Suelo o plataforma de trabajo	Fracturas Muerte	Poner barandas de protección
Manejo manual de cargas	Ergonómico	Traslado de materiales y equipos	Lesiones osteomusculares Lumbalgias	Solicitar ayuda Llevar la carga adecuadamente distribuida entre algunos operarios (grupos de 8 personas) Utilizar equipo de protección personal
Montaje, operación, y desmontaje	Mecánico	Traslado de maquinaria	Golpes Caídas Tropiezos Resbalones Fracturas	Verificar que el sitio de montaje / desmontaje de la maquinaria sea el adecuado Planificación oportuna de los trabajos Mejorar el orden, Supervisión permanente Verificar el estado del camino antes de cargar los equipos
Movimientos repetitivos	Ergonómico	Manejo de equipo	Lesiones osteomusculares Lumbalgias	Evitar las malas posturas o forzadas Estar parado o sentado todo el tiempo
Polvo	Químico	Explosiones, explotación	Irritaciones Neumoconiosis Silicosis	Usar equipo de protección personal Humedecer periódicamente las vías de acceso con agua
Excavaciones	Físico	Manual	Derrumbos Atrapamientos	Establecer muros y escudos de protección de zanjas Instalar avisos de advertencia
Ruido	Físico	Maquinaria y equipos	Sordera Hipoacucia	Uso de equipo de protección personal Rotación del personal
Temperaturas extremas	Físico	Factores ambientales	Resfriados	Pausas de descanso adecuadas

Peligro	Tipo	Causa	Consecuencia	Medidas preventivas o correctivas
			Sofocamiento	Uso de equipo de protección personal
Humedad	Físico	Factores ambientales	Proliferación bacteriana Hongos	Mantener una higiene personal adecuada Limpiar periódicamente el equipo de protección personal
Vibración	Físico	Equipo o maquinaria	Síndrome de Raynaud Amortiguamiento	Pausas de descanso en base a la carga de trabajo Uso de equipo de protección personal
Picaduras de víboras e insectos	Biológico	Instalación y desmontaje de equipo o maquinaria	Epidemias Shock Muerte	Usar el equipo de protección personal. Dotación del suero antiofídico Entrenamiento en reanimación cardio pulmonar RCP
Atropellamiento	Físico	Movimiento de personal y equipos	Lesiones graves Muerte	Señalizar los riesgos del trabajo y zonas de circulación de vehículos en base a NTE INEN 439. Habilitar a todos los vehículos livianos con pértigas para ser vistos por equipos pesados.
Movimiento de materiales y equipos	Físico	Cables, tensores, aparejos, tecles, winchas, gatas, palancas	Traumatismos Muerte	Entrenamiento a los trabajadores en seguridad de operaciones críticas con cables, tensores, aparejos, tecles, winchas, gatas, palancas, métodos y señales para izamiento y arrastre. Uso del equipo de protección personal Supervisión de los trabajos
Manejo de camiones, cargadoras, compresores, ventiladores, bombas, maquinaria	Físico	Operaciones en la construcción	Accidentes Traumatismos Muerte	Entrenamiento a los trabajadores en seguridad de operaciones críticas con camiones, cargadoras, compresores, ventiladores, bombas de maquinaria Uso del equipo de protección personal Supervisión de los trabajos
Remoción de materiales de desecho	Físico	Escombreras	Accidentes Bloqueos Caídas	Depositar en sitios determinados y adecuados todos los materiales de desecho
Trabajos a la intemperie	Físico	Trabajos en superficie	Resfriados Epidemias	Uso de equipo de protección personal
Almacenamiento de combustibles	Químico	Operaciones en el sistema	Incendios Quemaduras Asfixia	Instalar avisos con la advertencia de "No fumar" Determinar un lugar para almacenar de acuerdo a NTE INEN 2288 los productos químicos

Peligro	Tipo	Causa	Consecuencia	Medidas preventivas o correctivas
Deslizamientos	Físico Natural	Altura de bancos, gradiente de rampas, talud de bancos, anchos mínimos, bermas, posición de canchas de desmontes	Traumatismos Muerte	Aplicar todas las medidas que se determinan en la construcción de taludes del reglamento de seguridad El ancho mínimo del banco será el necesario para conseguir el talud final calculado Las laderas de los tajos, no deberán tener taludes pendientes de inclinación superiores a las del ángulo de reposo de la roca o material <i>in situ</i> Verificar el ángulo de inclinación del talud y terreno
Derrumbes	Natural	Revisión de frentes de explotación, botaderos	Traumatismos Muerte	Revisión regular del área de explotación Se debe verificar la consistencia del terreno para la ubicación de los materiales; el ángulo del talud para que sea estable después del agotamiento del depósito; y, el adecuado drenaje natural, para evitar el anegamiento.
Volcamiento de volquetas	Físico	Vaciado en el botadero	Traumatismos Muerte	Se preparará un lomo de material que actúe de retención y punto de referencia para los camiones que vaciarán el material en la escombrera En caso de operaciones nocturnas, se contará con iluminación adecuada en el punto de vaciado.
Stress y ansiedad	Psicosocial	Carga de trabajo	Depresión Adicciones	Organizar el trabajo en su carga física y síquica que no altere el equilibrio físico emocional del trabajador usando el método ISTAS 21

**Tabla 7 - 6**  
**Evaluación de riesgos por construcción**

Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Evaluación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
Golpes y cortes		X		X			X				
Caídas al mismo nivel			X	X					X		
Caídas a distinto nivel	X					X			X		
Manejo manual de cargas			X	X					X		
Montaje, operación, y desmontaje			X	X					X		
Movimientos repetitivos			X	X					X		
Polvo			X			X					X
Excavaciones			X		X					X	
Ruido			X		X					X	
Temperaturas extremas			X	X					X		
Humedad			X	X					X		
Vibración			X	X					X		
Picaduras de víboras e insectos			X			X					X
Atropellamiento			X			X					X
Movimiento de materiales y equipos			X			X					X
Manejo de camiones, cargadoras, compresores, ventiladores, bombas, maquinaria			X			X					X
Remoción de materiales de desecho			X		X					X	
Trabajos a la intemperie			X	X					X		
Incendios			X			X					X
Almacenamiento de combustibles			X			X					X
Deslizamientos			X			X					X
Derrumbes			X			X					X
Volcamiento de volquetas			X			X					X
Stress y ansiedad			X	X					X		

**Tabla 7- 7**  
**Control del Riesgo por la construcción**

<b>Peligro</b>	<b>Medidas de Control Adicionales</b>	<b>Procedimiento de Trabajo</b>	<b>Información o Cuerpo Legal Atinente</b>	<b>Formación</b>
Caídas al mismo nivel	No	Resbalones, tropiezos y caídas	2393: Cáp. II	Los resbalones, tropiezos y caídas
Caídas a distinto nivel	No	Resbalones, tropiezos y caídas	2393: Cáp. II	Los resbalones, tropiezos y caídas
Manejo manual de cargas	No	Manejo manual de cargas	2393: Cáp. V	Levantamiento oculto
Montaje, operación, y desmontaje	No	Manejo manual de cargas	2393: Cáp. V	Levantamiento oculto Orden y limpieza (5 eses)
Movimientos repetitivos	No	Manejo manual de cargas		Los movimientos repetitivos
Polvo	Si	Equipo de protección personal	2393: Título V	El polvo ambiental Neumoconiosis Silicosis
Excavaciones	Si	Zanjas y excavaciones	2393: Cáp. II	Las zanjas y excavaciones
Ruido	Si	Equipo de protección personal		El ruido ambiental La sordera profesional
Temperaturas extremas	No	Stress térmico	2393: Cáp. V	El stress térmico
Humedad	No	Equipo de protección personal	2393: Cáp. V	Las condiciones ambientales La higiene personal
Vibración	No	Equipo de protección personal		Las vibraciones El síndrome de Raynaud
Picaduras de víboras e insectos	Si	Equipo de protección personal	2393: Cáp. V	Los riesgos biológicos Reanimación cardio pulmonar
Atropellamiento	Si	Manejo defensivo		El manejo defensivo
Movimiento de materiales y equipos	Si	Movimiento de materiales y equipos		Manejo de grúas, tecles, winches y palancas
Manejo de camiones, cargadoras, compresores, ventiladores, bombas,	Si	Manejo de equipos pesados Manejo de compresores		Operaciones de equipos pesados

Peligro	Medidas de Control Adicionales	Procedimiento de Trabajo	Información o Cuerpo Legal Atinente	Formación
maquinaria				
Remoción de materiales de desecho	No	Almacenamiento y remoción de materiales de desecho		Reglamento de seguridad minera Escombreras Tranques de relave
Trabajos a la intemperie	No	Equipo de protección personal		Los equipos de protección personal
Incendios	Si	Respuesta a emergencias	2393: Cap. IV	Teoría del fuego Prevención de incendios
Almacenamiento de combustibles	Si	Almacenamiento seguro de combustibles	2393: Cap. V	Almacenamiento seguro de combustibles
Deslizamientos	Si	Operaciones en las instalaciones de las zanjas	Reglamento de seguridad	Los riesgos naturales Los taludes y rampas Los equipos de protección personal
Derrumbes	Si	Colocación de las tuberías, equipos	Reglamento de seguridad	Los riesgos naturales Los equipos de protección personal
Volcamiento de volquetas	Si	Traslado de equipos, materiales	Reglamento de seguridad	El manejo defensivo Los equipos de protección personal
Stress y ansiedad	No	Organización de los turnos de trabajo y rotación del personal		El stress La depresión

**TABLA 7- 8**  
**IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN EL CORREDOR VIAL**

<b>Peligro</b>	<b>Tipo</b>	<b>Causa</b>	<b>Consecuencia</b>	<b>Medidas preventivas o correctivas</b>
Choque entre vehículos	Físico	Circulación de vehículos	Lesiones graves Muerte	Instrucción en manejo defensivo Descanso necesario a los conductores
Choque hacia objetos	Físico	Condiciones del camino	Lesiones graves Muerte	Manejar con velocidad moderada 40 a 60 Km.
Caídas a distinto nivel o abismo	Físico	Otro vehículo Desatención	Fracturas Muerte	Respetar las barandas de protección vial Descanso necesario
Choque fuera de ruta	Físico	Condiciones mecánicas	Lesiones graves Muerte	Adecuado mantenimiento mecánico del vehículo
Incendio	Físico	Motor Choque	Quemaduras Muerte	Entrenamiento en sofocar incendios
Explosiones	Físico	Choque	Quemaduras Muerte	Adecuado control de documentos de los conductores por autoridades
Movimientos repetitivos	Ergonómico	Manejo	Lesiones osteomusculares	Evitar las malas posturas o forzadas Estar parado o sentado todo el tiempo
Asalto	Social	Sistemáticas	Lesiones graves Muerte	Control rutinario por las autoridades Sistema de comunicación vía celular
Sismo	Natural	Naturales	Lesiones Muerte	Entrenamiento en que hacer en caso de sismo
Ruido	Físico	Vías muy congestionadas	Sordera	Determinar vías que no estén congestionadas o buscar caminos alternativos
Temperaturas extremas	Físico	Condiciones ambientales	Resfriados Sofocamiento	Pausas de descanso adecuadas Uso de equipo de protección personal
Humedad	Físico	Condiciones ambientales	Proliferación bacteriana	Higiene personal adecuada Limpieza del equipo de protección personal
Vibración	Físico	Vehículo	Síndrome de Raynaud	Pausas de descanso Uso de equipo de protección personal
Deslizamiento de taludes	Natural	Condiciones climáticas o suelo	Bloqueos en la vía Lucro cesante	Mantenimiento de carreteras por parte de autoridades del MTOP y municipio
Smog	Químico	Combustión del	Jaquecas	Calibración de válvulas de manera permanente y revisión de

Peligro	Tipo	Causa	Consecuencia	Medidas preventivas o correctivas
		motor	Irritación de vías respiratorias	inyectores sin que afecte la eficiencia del camión
Derrame del material	Químico	Choque o fugas	Lesionados	Entrenamiento en como contener derrames
Atropellamiento	Físico	Cruce de personas	Lesiones graves Muerte	Reducir la velocidad
Vía inadecuada	Natural	Inadecuado diseño o mantenimiento	Pérdida de tiempo Congestión	Información cabal y precisa del estado de la vía
Apuro	Psicosocial	Turnos de trabajo	Ansiedad Depresión	Organizar el trabajo de manera que no afecte el equilibrio físico emocional del operador
Ingesta de alimentos	Biológico	Almuerzo o comida	Intoxicaciones	Determinar los sitios adecuados o conocidos de buen manejo de los alimentos



**Tabla 7- 9**  
**Evaluación de Riesgos al Corredor Vial**

Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Evaluación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
Choque entre vehículos			X			X					X
Choque hacia objetos			X			X					X
Caídas a distinto nivel o abismo			X			X					X
Choque fuera de ruta			X			X					X
Explosiones	X					X			X		
Movimientos repetitivos			X	X					X		
Asalto			X		X					X	
Sismo		X			X			X			
Paros o movilizaciones	X			X			X				
Ruido		X		X				X			
Temperaturas extremas			X	X					X		
Humedad			X	X					X		
Vibración		X		X				X			
Deslizamiento de taludes			X		X					X	
Smog			X	X					X		
Atropellamiento			X			X					X
Vía inadecuada			X	X					X		
Apuro			X	X					X		
Ingesta de alimentos			X		X					X	

## 8. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 8.1 Introducción

La evaluación de impacto ambiental es una herramienta preventiva que permite anticipar los impactos positivos o negativos que se producirán sobre los componentes ambientales como consecuencia de la ejecución del proyecto en el área escogida para tal fin.

El proceso para la identificación y evaluación de los impactos ambientales demanda el conocimiento previo de la Línea Base y la Descripción del Proyecto.

La **Línea Base** comprende el levantamiento cuantitativo y cualitativo de los componentes ambientales físicos, bióticos y socioeconómicos del sitio donde se desarrollará el proyecto y su área de influencia, antes de la intervención.

Por su parte, en la **Descripción del Proyecto** se describen las diferentes actividades a ejecutarse, los procedimientos operacionales propuestos; se identifican las posibles fuentes de contaminación y las áreas de intervención, lo que permite predecir los posibles impactos.

El gran esfuerzo de identificación y evaluación de impactos ambientales tiene como fin el diseño de medidas tendientes a la prevención, mitigación, recuperación y compensación de los impactos negativos y la potenciación de los impactos positivos, que agrupadas en proyectos y programas conforman el Plan de Manejo Ambiental.

El proceso de la evaluación de los impactos ambientales incluye: la descripción de las actividades y posibles fuentes de contaminación asociados con el proyecto propuesto, definición de las áreas de intervención, tipos de desperdicios o descargas y revisión de los procedimientos operacionales propuestos.

Los pasos iniciales para revisar las actividades del proyecto y las fuentes posibles de contaminación así como la cuantificación inicial de las áreas de intervención, fueron esencialmente analizados en la sección donde se realiza la Descripción del proyecto y el Análisis de alternativas.

### 8.2 Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos, la metodología desarrollada consistió en realizar las siguientes acciones:

- Recorrido físico del área de implementación del Proyecto;
- Revisión de planos, mapas y documentos;
- Observación en el sitio del desarrollo de las actividades; y,

- Desarrollo de un programa de mediciones con el fin de evaluar las actuales condiciones de los componentes ambientales.

El programa de mediciones consistió en diseñar y realizar, para cada uno de los componentes ambientales, una campaña de campo en diferentes condiciones, análisis de las muestras en laboratorios especializados según el análisis requerido, procesamiento de la información de campo y análisis de los resultados obtenidos.

La investigación de campo se realizó entre los meses agosto, septiembre y octubre del 2009; para el componente socio económico se realizó trabajos de campo entre los años 2008 - 2009.

Se debe destacar que para la evaluación ambiental se tomó en consideración la información de campo histórica y la bibliografía existente, las cuales fueron integradas a la información obtenida en cada uno de los estudios actuales.

Debido a lo interdisciplinario de los estudios, se conformó un equipo básico con profesionales especialistas en las siguientes áreas:

- Planificación urbana;
- Ingeniería Ambiental;
- Biología;
- Geología;
- Hidrología;
- Ingeniería Sanitaria;
- Calidad de Aire;
- Calidad de Agua;
- Economía y estadística;
- Sociología;

Para la evaluación de los impactos potenciales se utilizó una matriz causa – efecto, donde se escogieron los factores ambientales más importantes dentro del área del proyecto y las actividades que generan o podrían generar impactos a los factores analizados.

Para la identificación de los impactos se presenta una matriz de interrelación factor - acción y sobre ésta se valora la importancia del factor versus la magnitud del impacto asociado a dicha interacción.

Los valores de **magnitud** de los impactos se presentan en un rango de 1 a 10 para lo cual, se han calificado las características de los impactos de acuerdo a lo siguiente.

**Tabla 8 - 1**  
**Valores de las características de los impactos**

Naturaleza	Duración	Reversibilidad	Probabilidad	Intensidad	Extensión
Benéfico = +1	Temporal = 1	A corto plazo = 1	Poco Probable = 0.1	Baja = 1	Puntual = 1
Detrimente = -1	Permanente = 2	A largo plazo = 2	Probable = 0.5	Media = 2	Local = 2
			Cierto = 1	Alta = 3	Regional = 3

**a) Naturaleza:** La naturaleza o carácter del impacto puede ser positiva (+), negativa (-), neutral o indiferente lo que implica ausencia de impactos significativos. Por tanto, cuando se determina que un impacto es adverso o negativo, se valora como "-1" y cuando el impacto es benéfico, "+1".

**b) Intensidad:** La implantación del proyecto y cada una de sus acciones, puede tener un efecto particular sobre cada componente ambiental.

**Alto:** Si el efecto es obvio o notable;

**Medio:** Si el efecto es notable, pero difícil de medirse o de monitorear;

**Bajo:** Si el efecto es sutil, o casi imperceptible.

**c) Duración:** Corresponde al tiempo que va a permanecer el efecto.

**Permanente:** el tiempo requerido para la fase de construcción;

**Temporal:** el tiempo requerido para la fase de instalación de equipos y operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

**d) Extensión:** Corresponde a la extensión espacial y geográfica del impacto con relación al área de estudio. La escala adoptada para la valoración es la siguiente:

**Regional:** si el efecto o impacto sale de los límites del área del proyecto (cantón Rocafuerte, cantón Portoviejo, cantón Montecristi);

**Local:** si el efecto se concentra en los límites de área de influencia del proyecto (cantón Manta);

**Puntual:** si el efecto está limitado a la "huella" del impacto.

**e) Reversibilidad:** En función de su capacidad de recuperación.

**A corto plazo:** Cuando un impacto puede ser asimilado por el propio entorno en el tiempo.

**A largo plazo:** Cuando el efecto no es asimilado por el entorno o si es asimilado toma un tiempo considerable.

**f) Probabilidad:** Se entiende como el riesgo de ocurrencia del impacto y demuestra el grado de certidumbre en la aparición del mismo.

**Poco Probable:** el impacto tiene una baja probabilidad de ocurrencia.

**Probable:** el impacto tiene una media probabilidad de ocurrencia.

**Cierto:** el impacto tiene una alta probabilidad de ocurrencia.

Los valores de magnitud se determinan de acuerdo a la siguiente expresión:

$$M = \text{Naturaleza} * \text{Probabilidad} * (\text{Duración} + \text{Reversibilidad} + \text{Intensidad} + \text{Extensión})$$

De acuerdo a estos criterios y a la metodología de evaluación, los impactos positivos más altos tendrán un valor de 10 cuando se trate un impacto permanente, alto, local, reversible a largo plazo y cierto ó -10 cuando se trate de un impacto de similares características pero de carácter perjudicial o negativo.

A cada factor ambiental escogido para el análisis se le ha dado un peso ponderado frente al conjunto de factores; este valor de importancia se establece del criterio y experiencia del equipo de profesionales a cargo de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, EIA.

Al igual que la magnitud de los impactos se presenta en un rango de 1 a 10.

De esta forma, el valor total de la afectación se dará en un rango de 1 a 100 ó de -1 a -100 que resulta de multiplicar el valor de importancia del factor por el valor de magnitud del impacto, permitiendo de esta forma una Jerarquización de los impactos en valores porcentuales; entonces; el valor máximo de afectación al medio estará dado por la multiplicación de 100 por el número de interacciones encontradas en cada análisis.

**Tabla 8 – 2**  
**Rango Porcentual y Nivel de Significancia de los Impactos**

RANGO	CARACTERÍSTICA	SINIFICACIÓN
0 - 20	E	No significativo
21 - 40	D	Poco significativo
41 - 60	C	Medianamente significativo
61 - 80	B	Significativo
81 - 100	A	Muy significativo

### 8.3 Identificación de Impactos

Para la identificación de los impactos ambientales que podrían ser generados por las actividades del proyecto, se utiliza como herramienta principal una matriz de identificación, cuyo diseño se realiza de la siguiente manera:

- Se establece el estado inicial de los componentes ambientales que son susceptibles de sufrir alguna alteración, ya sea de carácter positivo o negativo;
- Se definen las etapas del proyecto y las actividades asociadas a cada una de ellas, que se considera serán las generadoras de las alteraciones sobre los componentes ambientales;
- Las columnas de la matriz contienen en su primera fase un listado de las emisiones y efectos posibles a generarse en el proyecto, los mismos que reciben una calificación ya sea como emisión / efecto menor, representado por el símbolo (o); ó emisión / efecto mayor, representado por (\*).

Una vez construida la matriz se crea una escala de colores, estableciendo una magnitud: alta, media y baja; la cual identifica la probabilidad de un impacto, el grado de potencialidad y si es de carácter positivo o negativo.

Finalmente se relacionan las actividades del proyecto y los componentes ambientales, con el objeto de detectar la causalidad que da origen a los impactos y sus efectos.

En esta etapa de identificación no se efectúan valoraciones de las características de cada impacto. Sólo se establece la posibilidad de registrarlos, con relación a cada actividad y componente ambiental, con el objeto de focalizar las herramientas de calificación utilizadas en las etapas posteriores del proceso de evaluación.

#### 8.3.1 Evaluación de Impactos

Concluida la fase de identificación, se continúa con la evaluación para lo cual se toma como base la matriz de identificación de impactos. La evaluación comprende:

- Sobre la matriz resultante se procede con la calificación cuantitativa;
- Valoración de los efectos a partir de un índice de impacto ambiental, elaborado siguiendo la metodología de los **CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS (CRI)**.

La metodología de los Criterios Relevantes Integrados (**Burgos, 1994**), elabora índices de impacto ambiental para cada efecto identificado en la matriz anterior.

Esta metodología se aplica a proyectos específicos en los que participa un grupo multidisciplinario de profesionales y especialistas ambientales.

La evaluación considera una primera fase de calificación de los efectos, según los siguientes criterios:

- Tipo de acción que genera el cambio;
- Carácter del impacto, que establece si el cambio con relación al estado previo de cada acción del proyecto de explotación, es positivo o negativo;
- La intensidad del impacto considera el vigor con que se manifiesta el cambio por las actividades del proyecto.
- Sobre la base de una calificación subjetiva, se establece la predicción del cambio neto entre las condiciones con y sin proyecto.
- El valor numérico de la intensidad varía de 1 a 10 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo 10 el valor indicativo de mayor cambio (irreversible) y 1 el de menor cambio (muy bajo impacto), se designa el valor 0 a los impactos muy leves o imperceptibles.

La **extensión o influencia espacial**, considera la superficie afectada por las actividades del proyecto, tanto directa como indirectamente, o el alcance global sobre el componente ambiental.

**Tabla 8 - 3**  
**Escala de Valoración de la Extensión de los Impactos**

Extensión	Valoración
Regional	8-10
Local	4-7
Puntual	0-3

La **duración del cambio** se establece considerando el tiempo de ejecución de las actividades del proyecto y que impliquen cambios ambientales.

**Tabla 8 - 4**  
**Escala de Valoración de la Duración de los Impactos**

Duración (Años)	Plazo	Valoración
>10	Largo	8-10
5-10	Mediano	4-7
0-5	Corto	0-3

Una vez obtenidos los datos de los factores mencionados, se asigna el valor del peso para cada factor, los mismos que sumados deben dar uno (1) como resultado.

Los factores se representan por:

- I = Intensidad
- E = Extensión
- D = Duración

Los pesos se representan por las siglas indicadas y numéricamente equivalen a:

- $W_I$  = peso del factor intensidad = 0.4
- $W_E$  = peso del factor extensión = 0.4
- $W_D$  = peso del factor duración = 0.2

Con estos datos se valora cada interacción y se representa la magnitud del impacto a producirse; éste es el indicador que sintetiza la intensidad, duración e influencia espacial (extensión) y se obtiene mediante la siguiente operación:

$$M_i = \sum [(I_i * W_I) + (E_i * W_E) + (D_i * W_D)]$$

Al valor final de la magnitud se le asigna el signo negativo si el impacto evaluado es de carácter adverso y no se coloca signo alguno si es de carácter benéfico.

Una vez obtenido el valor de la magnitud de los impactos, se continúa con la segunda fase de evaluación:

- **Reversibilidad**, considera la capacidad del sistema de retornar a una situación de equilibrio similar o equivalente a la inicial, la valorización se asigna de acuerdo a los parámetros presentados.



**Tabla 8 - 5**  
**Escala de Valoración de la Reversibilidad de los Impactos**

Categoría	Capacidad de Reversibilidad	Valoración
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
	El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo (>30 años) y a elevados costos	8-9
Parcialmente reversible	Media. Impacto reversible a largo y mediano plazo	4-7
Reversible	Alta. Impacto reversible de forma inmediata o a corto plazo	0-3

**Riesgo o probabilidad del suceso**, se refiere a la probabilidad de ocurrencia del efecto sobre la globalidad de los componentes, se valora según la escala indicada.

**Tabla 8 - 6**  
**Escala de Valoración de la Probabilidad de Ocurrencia de los Impactos**

Probabilidad	Rango de Ocurrencia	Valoración
Alta	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia mayor al 50%	8-10
Media	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia entre el 10 y 50%	4-7
Baja	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia casi nula en un rango entre 0 al 10%	0-3

Luego de obtenidos los valores de la magnitud, reversibilidad y riesgo, se calcula el **índice de impacto ambiental VIA**; el desarrollo del índice de impacto se logra a través de un proceso de amalgamiento mediante la siguiente expresión matemática:

$$VIA = \sum(R_i^{wr} \times RG_i^{wrg} \times M_i^{wm})$$

**Donde:**

**R:** Reversibilidad

**RG:** Riesgo

**M:** Magnitud

**Wr:** Peso del criterio reversibilidad = 0.6

**Wrg:** Peso del criterio riesgo = 0.2

**Wm:** Peso del criterio magnitud = 0.2

**VIA** = Índice de impacto para el componente o variable i

**Además:**

$$Wr + wrg + wm = 1$$

Una vez obtenida la matriz de evaluación se procesa y analiza los resultados. El procedimiento consiste en la sumatoria algebraica de las filas y columnas, y el conteo de los impactos negativos y positivos; estos resultados permiten realizar la jerarquización de impactos.

### 8.3.2 Calificación Cualitativa de los Impactos

Para complementar la evaluación de impactos, se requiere de una fase de caracterización cualitativa de los mismos. Para esto se elabora la matriz de caracterización de impactos, en la que se detallan en forma cualitativa las características de los mismos.

La matriz de calificación cualitativa, presenta las características de los impactos totales por factor ambiental; es decir, luego de que se ha realizado la evaluación cuantitativa, estos son calificados de acuerdo a las características mostradas.

**Tabla 8 - 7**  
**Definiciones para Valoración de Impactos**

<b>Característica Relativa</b>	<b>Valor Nota</b>	<b>Definiciones</b>
Carácter genérico del impacto	Beneficioso Adverso	Consideración positiva respecto al estado previo a la actuación. Consideración negativa respecto al estado previo a la actuación.
Tipo de acción del impacto (relación causa-efecto)	Directa Indirecta	Indica el modo en que se produce la acción sobre los elementos o características ambientales.
Sinergia o acumulación	Sí No	Existencia de efectos poco importantes individualmente considerados, que pueden dar lugar a otros de mayor intensidad actuando en su conjunto, o posible inducción de impactos acumulados.
Proyección en el tiempo	Temporal Permanente	Si se presenta de forma intermitente mientras dura la actividad que lo provoca. Si aparece de forma continuada o tiene un efecto intermitente pero sin final.
Proyección en el espacio	Localizado Extensivo	Si el efecto es puntual. Si se hace notar en una superficie más o menos extensa.
Cuenca espacial del impacto	Próximo a la fuente Alejado de la fuente	Si el efecto de la acción se produce en las inmediaciones de la actuación. Si el efecto se manifiesta a distancia apreciable de la actuación.
Reversibilidad (por la sola acción de los mecanismos)	Reversible Irreversible	Si las condiciones originales reaparecen al cabo de un cierto tiempo. Si la sola acción de los procesos naturales es incapaz de recuperar aquellas condiciones originales.
Recuperación	Recuperable Irrecuperable	Cuando se puede realizar prácticas o medidas correctoras viables que aminoren o anulen el efecto del impacto, se consiga o no alcanzar o mejorar las condiciones originales. Cuando no son posibles tales medidas correctoras, se pueden realizar medidas que compensen y/o cambien la condición del impacto (trabajos de restauración e integración).
<b>Dictamen</b>		<b>Definiciones</b>
Medidas correctoras	Sí No	Necesidad o posibilidad de poner en práctica medidas correctoras.
Probabilidad de ocurrencia	Alta (A) Media (M) Baja (B)	Probabilidad de ocurrencia o riesgo de aparición del efecto, sobre todo de aquellas circunstancias no periódicas, pero sí de gravedad.
<b>Valoración</b>		<b>Definiciones</b>
Magnitud	Compatible	La carencia de impacto o la recuperación es inmediata tras el cese de la

Característica Relativa	Valor Nota	Definiciones
	Moderado	acción y no necesitan prácticas de protección. La recuperación de las condiciones iniciales requerirá de cierto tiempo, sin la necesidad de medidas de protección.
	Severo	La magnitud del impacto exige la adecuación de prácticas de protección para la recuperación de las condiciones ambientales iniciales, necesitando un tiempo considerable para llegar a ese estado.
	Crítico	La magnitud del impacto es superior al límite admisible, ya que se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras.

#### 8.4 Criterios para la evaluación de impactos

Considerando que la fase de evaluación de impactos genera los insumos que permitirán diseñar correctamente el Plan de Manejo Ambiental, es importante tomar como base los siguientes criterios:

- **Importancia ecológica del área:** El agua del río Portoviejo, además de constituirse en un soporte ecológico, tienen una gran importancia para la salud pública de la población de las ciudades de Portoviejo, Rocafuerte, Montecristi y Manta debido a que ejercen un efecto esencial en procesos vitales; influyen en el clima regional; y contribuyen a la provisión de agua dulce para toda la región y la cuenca baja del río Portoviejo.

Este afluente constituye el hábitat de muchas especies de la flora y la fauna silvestre y proporcionan lugares de recreación y sustento para las poblaciones humanas.

- **Importancia social:** Los efectos sobre las organizaciones sociales, participación comunitaria, acuerdos y convenios con las familias locales, salud y seguridad de los pobladores, uso de la infraestructura, efectos sobre los valores estéticos y recreacionales, uso potencial del suelo, servicios comunitarios, efectos demográficos y educacionales y las pérdidas potenciales de especies con algún valor real o potencial, o producción comercial de los negocios instalados.
- **Estándares ambientales:** Se toman como base los reglamentos nacionales de calidad ambiental y límites permisibles aplicables al sector hídrico, la legislación ambiental vigente en el país, las leyes y reglamentos emitidos por el Ministerio de Ambiente y la Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA, referido a temas ambientales en el sector agua y las políticas internas de la empresa constructora sobre salud, seguridad, medio ambiente y relaciones comunitarias.

## 8.5 Determinación de acciones impactantes y factores impactados

Dado que el Proyecto "Plan Maestro Hidrosanitario de Manta" no presenta características similares y homogéneas en la zona de la provincia de Manabí, especialmente en los cantones junto al cantón Manta y sus barrios céntricos y que el alcance geográfico de los impactos principales es limitado, se decidió, sobre la base de la experiencia del equipo consultor, dividir la zona de proyecto en cinco áreas: Manta, Tarqui, Los Esteros, San Mateo, Santa Marianita.

Una segunda subdivisión ha sido realizada tomando en cuenta la temporalidad de las acciones proyectadas; es decir, para cada área operativa (zona este y zona oeste), se han realizado matrices individuales por fase de proyecto, así se tienen las siguientes matrices:

- **Zona este:** Fase constructiva (instalación de tuberías para el agua potable y para el alcantarillado sanitario);
- **Zona oeste:** Fase constructiva (estaciones de bombeo);
- **Zona oeste y este:** Fase constructiva (colectores);
- **Zona este:** Fase y beneficio (plantas de tratamiento para agua potable y para las aguas servidas);
- **Zona oeste:** Fase de monitoreo y beneficio (áreas de descarga de las aguas tratadas – Estación El Gavilán).

Dispuesta así la división del análisis matricial de impactos, se podrá garantizar que la evaluación cuantitativa y cualitativa logre una incorporación de los criterios más relevantes en áreas similares y en tiempos semejantes; en otras palabras, la agregación de los efectos se logrará únicamente para impactos simultáneos y cercanos.

A continuación se detallan las acciones previstas para las fases de construcción y explotación y beneficio (operación) en los procesos contemplados para las zonas este y oeste:

### 8.5.1 Medio Físico

Todas las obras previstas para la instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial serán realizadas en áreas urbanas y comerciales, en este sentido, la caracterización de la Línea Base incluyó un análisis de los impactos actuales sobre los factores ambientales más importantes.

#### □ Aire

La carga industrial en el área de influencia del río Portoviejo es muy baja, por tanto los contaminantes industriales no son de importancia en lo que se refiere a CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y MP, no así las fuentes móviles –tráfico-, que es el sector céntrico es importante no únicamente por el número de vehículos sino por su mal estado y mala calibración en los motores.

En las zonas periféricas la emisión de polvo (material particulado), es muy importante debido a que las calles no están asfaltadas ni adoquinadas, así, cuando los vehículos las atraviesan se genera mucho polvo, o el viento se convierte en una fuente natural debido a la erosión y transporte de polvo desde zonas descubiertas.

En cuanto a aguas estancadas, no se registraron sectores donde el agua del Río Portoviejo se estanque y provoque malos olores o emisiones de SO<sub>2</sub>, o Metano, sin embargo si se registra mal olor a lo largo de todo su paso por el centro urbano de Rocafuerte – especialmente por la presencia de balnearios.

La presencia de desechos orgánicos en sus márgenes y en su cauce es generalizada, sin embargo es un elemento muy dinámico que no puede ser determinado geográficamente con precisión.

- **Monóxido de carbono:** Se presenta como gas contaminante producto de cualquier tipo de combustión incompleta, es un gas tóxico. Dentro del área de influencia éste es emitido por los motores de combustión interna de vehículos;
- **Dióxido de Azufre:** Resulta de la combustión del diesel el cual contiene azufre en pequeñas cantidades, igualmente es producto de la combustión de diesel en los motores de combustión interna de los vehículos de transporte pesado;
- **Óxidos de Nitrógeno:** Se produce por la reacción del oxígeno y el nitrógeno a temperaturas elevadas durante los procesos de combustión. Su valor es modificado por malos procesos de combustión o por una mala calibración de los equipos de combustión en lo que se refiere a la concentración de oxígeno durante la combustión, temperatura;
- **Material Particulado:** Se produce por la condensación de los hidrocarburos y vapores de combustión al entrar en contacto con el aire frío fuera de los escapes.

#### **Niveles de ruido**

Los niveles de ruido son introducidos al entorno prioritariamente por los vehículos livianos y pesados que se movilizan en el área de influencia, los cuales generan valores de presión acústica en rangos cercanos a 75 y 80 dB(A) en las zonas urbanas más cercanas. Adicionalmente a esto existen otras actividades igualmente humanas que generan ruido en forma normal.

#### **Agua**

Los impactos sobre la calidad de agua se detallaron realizando la comparación de las condiciones del agua respecto a la Legislación Ambiental vigente.

Las calidad del agua presente en el río Portoviejo, obedece a los factores y actividades antrópicas que se desarrollan en su cauce y su área de influencia, en tal sentido es lógico suponer que los principales impactos presentes tienen relación con las descargas de aguas negras desde la ciudad de Portoviejo a lo largo de su paso por la ciudad de Rocafuerte donde se tiene actividades turísticas.

Hasta la actualidad el río Portoviejo es usado como un receptor de descargas sanitarias y pluviales de varios sectores de la provincia de Manabí degradando las características naturales de este cuerpo hídrico.

Los caudales sanitarios identificados como aportes directos al río Portoviejo vienen de la ciudad de Portoviejo y del río Chico y se presentan como resultado de los reconocimientos de campo y se puede afirmar que existe un sinnúmero de descargas domiciliarias no registradas por el Municipio de Portoviejo, Rocafuerte y Manta, y que, por la forma de construcción casera con la que cada unidad familiar descarga sus aguas residuales al río no son factibles de determinar.

En base al análisis poblacional y las áreas aportantes se ha estimado que el río Portoviejo recibe un caudal de 19.52 l/s de aguas negras. Este caudal sanitario total aporta una carga contaminante importante no solamente en materia orgánica, sino en coliformes fecales, imposibilitando cualquier uso potencial del río; incluso, en varios sectores, se observaron zonas de eutrofización del cauce y la presencia de malos olores. Sin embargo, pocos metros aguas abajo está la captación de agua para el sistema de agua potable de Manta (Caza Lagarto).

La presencia de vectores aéreos representa un potencial peligro sobre la población en general y sobretodo de los niños que aún juegan en áreas cercanas o en las orillas del río.

La falta de servicio de recolección de basura en varios barrios y sectores contiguos al río Portoviejo, potencian los impactos negativos que las actividades antrópicas generan día a día sobre la calidad del agua y del hábitat en general.

A estos efectos se suma el descuido de las autoridades y la falta de un plan de ordenamiento territorial que evite o mitigue el incremento de población en las márgenes del río.

Igualmente a lo largo de su cauce se evidencia la presencia de basura y desechos arrojados no únicamente por la población directamente aledaña, sino que en forma "normal" llegan personas en vehículos a descargar basura y desechos sólidos no biodegradables.

A pesar de toda esta situación de contaminación primaria es la única fuente de agua para los proyectos de agua potable que servirán a más de 300 mil habitantes.

## ❑ **Suelo**

La calidad del suelo es seriamente afectada por la mala gestión de los desechos sólidos y líquidos a lo largo del área de influencia de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro. Estos ríos, a más de ser receptores directos de desechos sólidos y líquidos domésticos, recibe también una importante carga de desechos industriales como aceites quemados y lubricantes de desecho, usados por los vehículos de la zona y por las actividades industriales.

## ❑ **Geomorfología**

La configuración actual de la morfología del área de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo, Burro obedece a un desarrollo urbanístico desordenado y sin criterios ambientales; se ha alterado el curso hídrico con la construcción de varios rellenos que forman parte de la red vial existente en la provincia de Manabí.

Estas estructuras forman parte de la infraestructura vial de Manta, por lo que serán respetadas durante el diseño de ingeniería del proyecto.

Adicionalmente a estos impactos se suma la existencia de varias viviendas y estructuras ubicadas en las márgenes de los ríos y que han afectado no solo al paisaje natural de los mismos, sino a la estabilidad de los taludes, la cobertura vegetal, la calidad de los suelos y la presencia de desechos orgánicos.

Los colectores o encajonamientos presentes en los ríos Manta, Burro y Bravo, obligaron a desviar sus cauces naturales hacia estas estructuras, razón por la cual se rellenó el cauce original y se perdió completamente su morfología. En estos casos, ya no es posible recuperar la forma de estos ríos y deberán quedarse estas estructuras como parte de los efectos no recuperables.

### **8.5.2 Medio Biótico**

El componente biótico ha sido el más afectado por su relación directa a la calidad del agua y a la intervención de los cauces de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro.

Toda la vegetación nativa de estos ríos ha venido desapareciendo desde que se iniciaron los asentamientos humanos en las ciudades y poblaciones contiguas; en algunos sectores se ha reemplazado la vegetación nativa por pastos y cultivos quedando pequeños sectores donde se conservan algunas especies arbóreas como se describe en la sección correspondiente de la Línea Base.

### **8.5.3 Medio Socioeconómico**

Sobre la base de los criterios expuestos por los pobladores de los barrios de la ciudad de Manta, especialmente los ubicados junto a los ríos Manta, Bravo y Burro, se puede establecer la existencia de impactos relacionados con la salud de la población, en forma directa por la mala calidad del paisaje y el entorno y por la

presencia de vectores que conlleva un alto riesgo de transmisión de enfermedades.

Otros impactos que se relacionan con la presencia de riesgos para la salud se producen por la combustión de gases en los automotores.

También se produce algún grado de impacto en el uso de vías.

La intensidad de tráfico que se da en las vías por el paso de los vehículos produce ruido y destruye las vías.

De manera más específica, se evidencia un impacto relacionado con la percepción local de que, en general, la actual condición de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario constituye un riesgo de seguridad para los barrios cercanos. Se trata del grado de degradación que presenta la calidad del agua de estos ríos, se han identificado varios puntos que presentan condiciones "insoportables" de olor a lo largo de sus recorridos.

## **8.6 Marco Conceptual**

El marco conceptual es el que sustenta los Estudios de Impacto Ambiental, orienta sus políticas hacia la gestión socio-ambiental y se expresa en el diseño de los Planes de Manejo Ambiental.

Las actividades previstas para la construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial, pueden provocar impactos significativos sobre el ambiente natural, el ambiente humano y los recursos naturales<sup>1</sup>, lo cual ha sido reconocido y aceptado por el Gobierno Municipal de San Pablo de Manta; Ministerio del Ambiente, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y la empresa constructora como parte de los Estudios de Recuperación Ambiental donde se debe identificar, evaluar y mitigar los impactos y/o efectos de sus actividades.

En este reconocimiento, ha jugado papel importante la promulgación de Leyes y Reglamentos Ambientales que norman la gestión ambiental, como la Ley Gestión Ambiental, el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS, el Sistema Único de Manejo Ambiental, SUMA, y las ordenanzas municipales: marco legal orientado a evitar, disminuir o mitigar los impactos ambientales significativos.

Ya en 1972 en la Declaración de Estocolmo, se pone de manifiesto la importancia de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, con miras a la protección del ambiente sin descuidar el desarrollo económico y el mejoramiento de las condiciones de vida.

Esto sería reafirmado en 1982 por la Asamblea General de las Naciones Unidas a través de la Carta Mundial de la Naturaleza. *"Toda planificación incluirá, entre sus elementos esenciales, la elaboración de estrategias de conservación de la*

---

<sup>1</sup> El ambiente natural, el ambiente humano y los recursos naturales constituyen los campos de análisis de la gestión ambiental.



*naturaleza, el establecimiento de inventarios de los ecosistemas y la evaluación de los efectos que hayan de surtir sobre la naturaleza las políticas y actividades proyectadas; todos los elementos se pondrán en conocimiento de la población recurriendo a medios adecuados y con la antelación suficiente para que la población pueda participar efectivamente en el proceso de consultas y de adopción de decisiones al respecto".*

En 1987, la Declaración 14/25 del Consejo de Administración del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente establece las "*Metas y Principios de la EIA*" que en su principio 2 establece "*Los criterios y procedimientos para determinar si es probable que una actividad afecte considerablemente al medio ambiente y este por tanto sujeta a un EIA deben quedar claramente definidos por leyes reglamentos u otros medios de modo que puedan identificarse las actividades en cuestión con rapidez y seguridad y que pueda emprenderse la EIA cuando se aplique la actividad*".

Este principio orienta a cada país miembro de las Naciones Unidas sobre la necesidad de generar legislación a nivel interno para definir las actividades o proyectos que requerían un Estudio de Impacto Ambiental, EIA.

Pero, la más importante declaración al respecto está expresamente indicada en el Principio 17 de la Declaración de Río sobre El Medio Ambiente y el Desarrollo, en 1992. "*Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente.*"

Consecuentemente, se han expedido a lo largo de las dos últimas décadas varios cuerpos legales con normas y principios destinados a la protección del ambiente.

Así el marco legal nacional e internacional establece la obligatoriedad de los sujetos de control de presentar, previo inicio de cualquier proyecto, un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que es un documento que compila toda la información técnica - científica de carácter interdisciplinario y donde se detalla el proceso de la Evaluación del Impacto Ambiental<sup>2</sup>.

En el proceso intervienen técnicos de diferentes disciplinas que diagnostican el estado de situación de los componentes ambientales (línea base) para predecir, y evaluar los potenciales impactos y diseñar el Plan de Manejo Ambiental (PMA), que es uno de los componentes más importantes del EIA y se constituye en la principal herramienta de la gestión socio-ambiental, para un proyecto nuevo a ejecutarse.

El PMA incluye planes de seguimiento y monitoreo, programas, procedimientos, medidas de mitigación y compensación, que tienen por objeto evitar, mitigar y/o reducir los potenciales impactos o efectos sobre el ambiente.

---

<sup>2</sup> Evaluación de Impacto Ambiental es un "proceso de análisis que anticipa los potenciales impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas o fenómenos naturales, permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados" (CONAMA, 1994 en Pavón, 1998).

La aplicación del plan se inicia desde el momento que comienza la ejecución de una obra, convirtiéndose en un instrumento de evaluación, durante el proceso, si la previsión de impactos y medidas sugeridas en los estudios ambientales son efectivas.

Esta evaluación permanente permite constatar las ineficiencias de los sistemas de control ambiental adoptados, posibilitando implementar, inmediatamente, las correcciones necesarias (*Ibama, 1995*).

En general, lo que busca el EIA es establecer que las actividades de un proyecto de desarrollo sean técnica, ambiental, económica y socialmente viables; que los potenciales impactos puedan ser gestionados; que el proyecto tenga aceptación de la comunidad así como de los organismos de aprobación y control, entre otros.

Entonces, el compromiso en todo proyecto con potencial riesgo de afectación, debe ser trabajar en forma ambiental y socialmente responsable, tratando de evitar conflictos o comprendiendo y analizando las causas que motivan los conflictos, que por lo demás son parte de la vida social y que como tal, deben ser reconocidos.

En este análisis se debe considerar que los impactos o efectos no solamente tienen un signo negativo, especialmente cuando la gestión de procesos se la realiza de una manera técnica y responsable.

Esos efectos de signo positivo son los que deben potenciarse.

El Banco Mundial<sup>3</sup> pone de manifiesto una estrategia para controlar los impactos ambientales y sociales, buscando en primera instancia prevenirlos o evitarlos, lo cual es coherente en la lógica de las compañías constructoras que actúan en forma responsable. La minimización, remediación y compensación son medidas tomadas cuando los potenciales impactos han sido inevitables.

- **La minimización:** busca disminuir la escala espacial/temporal del impacto;
- **La remediación:** busca aplicar técnicas de rehabilitación, después que el impacto ha ocurrido;
- **La compensación:** es aceptar el impacto o el impacto residual y compensar adecuadamente (monetaria o en otras formas - por ejemplo, entrenamiento, restauración en el lugar, programas de desarrollo comunitario para el manejo de los recursos hídricos naturales, entre otras.).

Por lo dicho, la misión ambiental en cada proyecto debe ser, prevenir los impactos antes que remediar, mitigar o compensar.

---

<sup>3</sup> Prácticas de Mitigación de Impactos Ambientales y Sociales; en [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).

## **8.7 Evaluación de Impactos**

Como se indica en la Línea Base, el área de influencia del proyecto, es un área urbana y comercial, en este sentido los impactos presentes generados por la población local son de gran importancia, pues han afectado al entorno durante décadas y en variadas magnitudes.

Así mismo, la característica de centro urbano, hace que los factores ambientales más importantes sean aquellos relativos a la salud humana y pública, como: la calidad del aire, el nivel de ruido y la calidad del agua; así la descripción de los impactos actuales y futuros ha sido realizada bajo esta consideración.

El diseño del PMA será la herramienta de gestión que permita, bajo una exigente aplicación, el desarrollo del proyecto evitando causar graves impactos a los recursos físicos, bióticos y socio económicos.

### **8.7.1 Introducción**

Esta sección se divide en dos partes; en **la primera** se hace un análisis de los impactos que han afectado o afectan actualmente al área de estudio y en la **segunda** parte se analizan y valoran los potenciales impactos de las actividades constructivas y operativas del proyecto y sus obras anexas.

La metodología utilizada, toma en cuenta las características ambientales donde se va a desarrollar el proyecto, es decir la importancia que tienen los factores ambientales analizados y las actividades involucradas en la fase de construcción y los procedimientos operativos del proyecto.

Para alcanzar lo propuesto, se utiliza el método de evaluación de causa - efecto mediante una matriz que interrelaciona los factores ambientales versus las acciones buscando la existencia o probabilidad de ocurrencia de impactos en cada interacción, además se complementa la evaluación con un análisis descriptivo de los impactos sobre cada uno de los componentes ambientales escogidos.

Es importante indicar que la experiencia de evaluación a través de la metodología indicada, permite asegurar una buena confiabilidad en los resultados.

### **8.7.2 Impactos que actualmente afectan al área en estudio**

Con el fin de conocer las condiciones ambientales actuales en las que se desarrollarán las actividades previstas para la ejecución del proyecto, se hace una identificación de los impactos ambientales preexistentes, para no juzgar como responsables de los efectos benéficos o detrimentes a las acciones a ser desarrolladas y a la vez, siendo coherentes con la tendencia actual en el ámbito de los diagnósticos ambientales, evaluar como la calidad ambiental de una determinada zona cambia sin intervención, lo ideal es encontrar un resultado cercano a la predicción de los impactos resultantes por la ejecución de un determinado proyecto.

### 8.7.2.1 Factores Ambientales

Para la selección de los factores ambientales se tomó en cuenta la información levantada en la Línea Base.

Los factores ambientales seleccionados para la evaluación de los impactos son los representativos del área de estudio que pueden ser afectados por las actividades actuales y futuras.

Dentro del área de influencia del proyecto se analizaron:

- **27 factores ambientales:**
  - 10 abióticos:
  - 7 bióticos; y,
  - 10 socioeconómicos y culturales.

**Tabla 8 – 9**  
**Importancia Ponderal de los factores ambientales**

FACTORES AMBIENTALES	TOTAL
<b>1. Atmosféricos</b>	
Calidad del aire	6
Nivel de Ruido	6
<b>2. Recurso Agua</b>	
Calidad del agua	7
Uso del recurso	5
<b>3. Recurso Suelo</b>	
Calidad del suelo	5
Uso del suelo	6
<b>4. Procesos geomorfodinámicos</b>	
Erosión	6
Sedimentación	5
Inestabilidad	5
Compactación	5
<b>5. Flora</b>	
Vegetación Remanente	9
Bosques naturales secundarios	5
Diversidad Flora	8
<b>6. Fauna</b>	
Diversidad Fauna	8
Especies en peligro	8
Hábitat	8
<b>7. Investigación Científica</b>	
Análisis arqueológico	4
<b>8. Socio-Económicos</b>	
Organización y conflictividad	7

FACTORES AMBIENTALES	TOTAL
Empleo	5
Aspectos paisajísticos	7
Pago de los servicios básicos	5
Asentamientos humanos	5
Áreas de caza y pesca	0
Apoyo a las comunidades	6
<b>9. Salud y seguridad</b>	
Salud y seguridad laboral	7
Salud y seguridad pública	6
<b>10. Riesgos Ambientales</b>	
Riesgo de Enfermedades	9

(NA) No aplica, dado que el componente ambiental se encuentra totalmente alterado

### **8.7.3 Impactos en Fase Constructiva**

#### **8.7.3.1 Abióticos**

##### **a) Calidad del aire**

Durante la fase constructiva del proyecto, la maquinaria y equipo de construcción, generará emisiones de gases contaminantes en baja magnitud y en forma periódica; sus impactos por tanto serán locales, temporales, reversibles a corto plazo, detrimentales y ciertos.

Adicionalmente la movilización de la maquinaria y el movimiento de tierra elevará concentración de material particulado por la generación de polvo desde las áreas constructivas y de transporte de materiales.

##### **b) Nivel de Ruido**

Los niveles de ruido estarán asociados a la operación de la maquinaria y equipos de construcción.

Los niveles de ruido esperados son bajos, por cuanto se trabajará con maquinaria convencional equipada de silenciadores y tendrán un mantenimiento continuo.

El ruido podría ser perceptible por los operadores que implementarán los equipos, pero podrán ser mitigados cumpliendo con las medidas de seguridad que obligan a que los trabajadores porten protectores de oídos.

Por lo tanto los impactos serán temporales, intensidad media, localizados y reversibles a largo plazo.

##### **c) Calidad del agua**

Durante la construcción de las obras civiles, puede presentarse precipitaciones en el área, lo cual tendrá un impacto poco significativo sobre la calidad del agua,

debido al arrastre de sedimentos desde las áreas constructivas hasta el río y los sistemas de alcantarillado.

La calidad del agua presente en el río Portoviejo obedece a los factores y actividades antrópicas que se desarrollan en su cauce y su área de influencia, en tal sentido es lógico suponer que los principales impactos presentes tienen relación con las descargas de aguas negras a lo largo de su paso por la ciudad de Portoviejo.

El río Portoviejo es usado como receptor de descargas sanitarias y pluviales de varios sectores de Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y otras poblaciones, degradando las características naturales de este cuerpo hídrico.

#### **d) Calidad del suelo**

Durante la construcción de la obra civil, será necesario utilizar maquinaria pesada, y otros equipos que funcionan con motores a base de combustibles; durante el abastecimiento, cambio de aceites, mantenimiento y funcionamiento en general, pueden darse derramamientos en el suelo, este impacto será poco probable, de intensidad baja por tratarse de un área urbana y totalmente reversible.

#### **e) Usos del suelo**

Los impactos a este factor ambiental serán bajos, dado que el área de implantación de las obras es urbana y en algunos casos de propiedad pública (cauce de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro). El sitio donde se ubicarán los sistemas de tratamiento deberá ser comprado lo que sin duda representa un impacto negativo al uso del suelo.

#### **f) Erosión**

Durante la limpieza en las áreas en que se va a emplazar las casas de máquinas para instalar las bombas, se deberá desbrozar los pocos arbustos existentes y derrocar las viviendas en caso de existir, esta acción produce que de alguna manera los suelos queden desprotegidos y quedarán sujetos a erosión del tipo eólico.

Este impacto es detrimento, permanente, de largo plazo, cierto, de baja intensidad y puntual

#### **g) Sedimentación**

Con la ejecución de las obras civiles, la limpieza de las áreas constructivas y el desalojo y derrocamiento de las viviendas ubicadas dentro de los cauces de los ríos Manta, Portoviejo, Burro y Bravo, se producirá el transporte de sólidos sedimentados, modificando la magnitud y la morfología de su cauce.

#### **h) Inestabilidad**

La construcción de las obras civiles necesitará excavaciones para la construcción de cimientos, esta actividad puede desestabilizar el suelo y las construcciones contiguas, sin embargo, esto es un factor fácilmente manejable.

El impacto será bajo, temporal, puntual y poco probable.

#### ***i) Compactación***

El movimiento de la maquinaria pesada producirá una mínima compactación en el suelo adyacente a las casas máquinas donde están instaladas las bombas.

Este impacto será de muy baja magnitud, temporal, detrimento, local y poco probable, dado el actual uso del suelo.

### **8.7.3.2 Bióticos**

#### ***a) Remanentes de vegetación***

No serán tocados los actuales remanentes de vegetación presente en el área del proyecto; contrario a esto, dado que el proyecto de recuperación ambiental implica crear áreas recreativas donde se siembren especies endémicas, el efecto será positivo, permanente, cierto y alta magnitud.

#### ***b) Fauna***

El mejoramiento de la calidad físico química de los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo permitirá un mejoramiento del hábitat acuático, de forma que se puedan desarrollar especies propias del área aumentando tanto su población cuanto su diversidad.

Sin embargo, durante la fase constructiva del proyecto, se deteriorará aun más la calidad del agua, por tanto también sufrirán un impacto las comunidades de especies presentes en los ríos; este impacto será bajo, probable y reversible al corto plazo.

Igualmente la recuperación de la vegetación facilitará el retorno y presencia de aves a la zona.

### **8.7.3.3 Socio económicos**

#### ***a) Organización y Conflictividad***

Los impactos más complejos de manejar están asociados al desalojo de las viviendas presentes en las áreas constructivas y las que se ubican en el cauce de los ríos dentro del cantón Portoviejo, Rocafuerte y Manta.

Este impacto sin duda generará fuertes conflictos en la gente afectada y de ahí la importancia de una adecuada planificación para la expropiación y derrocamiento de las edificaciones.

El nivel de organización de la población será afectado directamente, primero en forma benéfica, pero dado que la postura de la gente será diversa existe un alto riesgo de generar conflictos internos entre la población.

Deberán esperarse fuertes conflictos durante la fase de desalojo de los terrenos y derrocamiento de las viviendas.

La expropiación de los terrenos donde se ubicará las obras de las plantas de tratamiento de aguas residuales generará también conflictos con los propietarios; además los pobladores de las áreas adyacentes estarán contrarios a la implantación cercana a las viviendas.

### **b) Empleo**

Los impactos benéficos sobre la generación de empleo serán altos y duraderos, dada la magnitud del proyecto y las obras anexas a este.

La construcción de las obras previstas para este proyecto, el plan habitacional y los parques recreativos darán trabajo a un extenso número de personas; mano de obra calificada y no calificada será requerida durante todas las fases de ejecución del proyecto.

### **c) Salud**

El mejoramiento de la calidad de vida de la población tendrá como principal componente la disminución del riesgo de contraer enfermedades hídricas.

Disminuirá la presencia de vectores transmisores de enfermedades y el riesgo de accidentes.

En general las condiciones sanitarias del área mejoraran notablemente.

### **8.7.3.4 Impactos sobre los Aspectos Paisajísticos**

Este impacto también será importante, pues el mejoramiento del ecosistema, revegetación, reubicación de las viviendas, desalojo de basura, presencia de parques recreativos y control de vertido de desechos, traerá un impacto paisajístico muy importante.

Se recuperará todos los segmentos de los proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario donde los ríos se encuentran actualmente maltratados y se reubicarán las viviendas asentadas en sus cauces.



## 8.8 Matrices

**Tabla 8 - 10**  
**Factores Ambientales para la caracterización del área de influencia del proyecto**

Código	Componente Ambiental	Sub. componente Ambiental	Factor Ambiental	Definición
Abt1	ABIÓTICO	Aire	Calidad del Aire	Presencia en el aire de sustancias que alteran su calidad
Abt2			Microclima	Efectos sobre la meteorología y el clima del área del proyecto
Abt3			Evapotranspiración	Disminución de los niveles de evapotranspiración en la zona del proyecto
Abt4			Nivel sonoro	Afectación por los ruidos relacionados con las actividades propias de la construcción del proyecto
Abt5		Suelo	Calidad del Suelo	Degradación de la calidad del suelo
Abt6			Estabilidad del terreno	Se refiere a la estabilidad geotécnica, básicamente relacionada con la compresibilidad, capacidad portante y estabilidad de las tuberías.
Abt7			Geomorfología y topografía	Alteración de las geoformas y topografía del sitio de emplazamiento de las estaciones de bombeo y tratamiento.
Abt8			Erosión	Intensificación de erosión laminar y eólica en sitios donde se retirará la vegetación y escasa capa vegetal
Abt9			Compactación y asentamientos	Compactación del relleno debido a la formación de las excavaciones para las tuberías y el relleno de las zanjas
Abt10			Permeabilidad	Disminución de la permeabilidad del suelo, especialmente en los sitios donde se conformarán las estaciones de bombeo
Abt11		Agua	Balance hídrico	Alteración del ciclo hidrológico en el área del proyecto debido de la configuración natural del terreno
Abt12			Recarga de acuíferos	Aumento del área aportante para la recarga de los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro debido al cambio de la configuración natural del terreno
Abt13			Aguas subterráneas	Alteración de la calidad del agua subterránea ante el riesgo de su contacto con las aguas servidas.
Abt14			Aguas superficiales	Alteración de la calidad del agua del río por el tratamiento de las aguas servidas antes de la llegada desde las viviendas
Abt15			Afecciones al cauce y caudal del río	Alteración del cauce por depósito de material y disminución del caudal del río
Bio1	BIÓTICO	Flora	Cubierta vegetal	Alteración de la cobertura vegetal existente, la cual será retirada para construir las estaciones de bombeo
Bio2			Flora de Interés	Desaparición y Afectación a la flora de interés en el área de emplazamiento de las tuberías y la planta de tratamiento

Bio3		Fauna	Efecto barrera	Construcción de las plataformas para el depósito de los residuos que interferirán el paso de especies terrestres	
Bio4			Fauna de interés	Desaparición de fuentes alimenticias, sitios de refugio, sitios de reproducción y vida de la fauna de interés	
Ant1		Medio perceptual	Vistas y paisaje	Alteración del paisaje natural	
Ant2		Uso del territorio	Pastizales y cultivos	Afectación sobre los pastizales y cultivos existentes en el área de implantación del proyecto.	
Ant3		Culturales	Valores culturales	Afectación a los valores culturales existentes en la zona	
Ant4		Infraestructura		Servicio de transporte	Incremento de la demanda del servicio de transporte hasta el sitio del proyecto
Ant5				Abastecimiento de agua	Demanda del servicio de agua en el sitio del proyecto
Ant6				Sistema de saneamiento	Demanda del sistema de saneamiento en el sitio del proyecto
Ant7				Energía eléctrica y comunicación	Demanda de energía eléctrica y sistemas de comunicación en el sitio del proyecto
Ant8				Manejo de residuos sólidos	Demanda de un sistema de manejo de residuos sólidos en el sitio del proyecto
Ant9		Humanos		Calidad de vida	Alteración de la calidad de vida de quienes habitan en el área del proyecto
Ant10				Salud y seguridad	Alteración de la salud de la población ubicada en las inmediaciones al sitio del proyecto y de los niveles de seguridad actuales.
Ant11				Bienestar	Alteración del bienestar ciudadano, especialmente de quienes habitan en las inmediaciones al sitio del proyecto
Ant12				Afectaciones a viviendas	Impactos a las viviendas aledañas al área de implantación del proyecto.
Ant13				Afectaciones al Equipamiento	Afectaciones a escuelas, colegios, centros de salud.
Ant14		Economía y Población		Empleo	Principalmente relacionado con la operación y mantenimiento del equipamiento del proyecto.
Ant15				Transporte Público	Desarrollo de esta actividad para facilitar la movilización del personal que laborará en el proyecto.

**Tabla 8 - 11**  
**Impactos en la etapa de construcción**

<b>Código</b>	<b>Acción</b>	<b>Definición</b>
C1	Eliminación de la capa vegetal	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en toda el área del proyecto, a fin de permitir el replanteo y construcción de las obras tanto de infraestructura como de edificaciones.
C2	Movimiento de tierras	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras y/o excavación de plataformas, zanjas, obras civiles, cimentaciones, vías de acceso.
C3	Acopio material de cobertura	Consiste en el almacenamiento del material de cobertura requerido para tapar posteriormente las zanjas en un área con la suficiente capacidad y cercana al sitio de operación
C4	Desalojo y disposición de material sobrante	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras, que no será utilizado posteriormente para recubrir las zanjas y las otras obras.
C5	Alteración del drenaje natural	Se refiere a la variación que tendrá el drenaje actual debido a la conformación de plataformas para las obras. Encajonamiento existente.
C6	Transporte de materiales	Se refiere a la acción de transportar los diversos materiales desde su punto de origen al sitio de los trabajos
C7	Construcción de edificaciones	Se refiere a las edificaciones; sistemas de tratamiento de aguas, instalaciones hidráulicas y sanitarias, instalaciones eléctricas y electrónicas de comunicación, prevención de accidentes.
C8	Impermeabilización base del relleno de las zanjas	Se refiere a la colocación de una capa sintética o natural en la base de las zanjas de ser necesario y evitar el paso de la humedad e inundaciones en las tuberías.
C9	Campamentos	Es el primer paso para iniciar la construcción de las obras civiles, compuesto de viviendas para los trabajadores, cocinas, comedores, oficinas, bodegas.
C10	Vías de acceso	Consiste en solicitar la ampliación, mejoramiento y o cambio de la capa de rodadura de las vías externas e internas de acceso al sitio de los trabajos
C11	Residuos domésticos	Las actividades a desarrollarse en el campamento producirá residuos domésticos, líquidos y sólidos que deberán ser evacuados
C12	Maquinaria pesada	Comprende el movimiento o trabajo de la maquinaria y los equipos que intervendrán en la construcción del proyecto
C13	Mantenimiento de maquinaria	Consiste en el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinarias y equipos
C14	Demanda de agua	El agua se constituye en un elemento importante para uso y consumo humano y para la preparación de hormigones, masillas y el curado de las estructuras, compactación de zanjas, bases.
C15	Demanda de energía eléctrica y comunicaciones	Durante la construcción del proyecto, se requerirá del servicio de energía eléctrica para el funcionamiento de los diferentes equipos a utilizar. Se incluye también el servicio de comunicación
C16	Demanda de empleo	La construcción del proyecto generará demanda de mano de obra y otros servicios adicionales
C17	Accidentes	Se refiere a los potenciales accidentes que pueden producirse durante el proceso constructivo del proyecto.

**Tabla 8 - 12**  
**Acciones en la etapa de operación**

<b>Código</b>	<b>Acción</b>	<b>Definición</b>
O1	Eliminación de la capa vegetal	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en toda el área del proyecto, a fin de preparar el terreno para la construcción de las casetas del cuidador.
O2	Movimiento de tierras	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras y/o excavación para el mantenimiento de las instalaciones
O3	Acopio material de cobertura	Consiste en el almacenamiento del material de cobertura requerido para tapar diariamente la basura, en un área con la suficiente capacidad y cercana al sitio de operación
O4	Desalojo y disposición de material sobrante	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras, que no será utilizado posteriormente para recubrir los taludes y apisonarlos.
O5	Impermeabilización base de las estaciones de bombeo	Se refiere a la colocación de una capa sintética o natural en la base de las obras por estar cerca de los ríos para impermeabilizarlo y evitar el paso de las aguas.
O6	Disposición de residuos	Se refiere a las tareas de tratar los residuos sólidos generados durante la construcción del proyecto.
O7	Alteración del drenaje natural	Se refiere a la variación que tendrá el drenaje actual debido a la conformación de las obras, taludes, desvíos de los ríos.
O8	Funcionamiento de oficinas	Comprende las labores a realizar en cada una de las unidades que conformarán el proyecto, tales como casetas, oficinas, bodegas, talleres.
O9	Generación de residuos domésticos	Comprende los residuos líquidos y sólidos comunes generados durante la operación y mantenimiento del proyecto.
O10	Maquinaria pesada	Comprende el movimiento o trabajo de la maquinaria y los equipos que intervendrán en la operación del proyecto.
O11	Mantenimiento de maquinaria	Consiste en el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinarias y equipos
O12	Demanda de agua	Se refiere a los requerimientos de agua durante la operación y mantenimiento del proyecto, tanto para consumo humano como para otras labores inherentes a éste.
O13	Demanda de energía eléctrica y comunicaciones	Durante la operación se requerirá del servicio de energía eléctrica para el funcionamiento de los diferentes equipos a utilizar. Se incluye también el servicio de comunicación.
O14	Demanda de empleo	El funcionamiento del proyecto generará un incremento en la demanda de empleo.
O15	Generación de olores	Se refiere a los olores que se generarán durante el tratamiento de las aguas residuales, la descarga y remoción de los sedimentos.
O16	Gases	Se refiere a los gases que por acción de la descomposición biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos se generarán al interior del río hasta limpiar toda el área.
O17	Lixiviados	Se refiere a los líquidos que por acción de la infiltración del agua lluvia y la descomposición biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos se generarán al interior de la masa de basura junto al río.
O18	Incendios	Se refiere al riesgo de que se produzcan explosiones e incendios al interior del proyecto.

Código	Acción	Definición
O19	Insectos, roedores y aves	Se refiere a la ventaja que desaparezcan estas especies por la limpieza de las riberas del río.
O20	Acciones de origen natural	Comprende todas aquellas acciones naturales que podrían poner en riesgo la estabilidad del terreno junto al río.
O21	Tráfico vehículos pesados	Con la operación del proyecto se generará un incremento en el tráfico pesado debido a la construcción de principales vías y calles junto a los ríos.
O22	Accidentes	Se refiere a los potenciales accidentes que pueden producirse durante la operación del proyecto.

## 8.9 Resultados de los impactos

### 8.9.1 Análisis de los Resultados

El máximo valor de afectación negativa al medio sería de -93 unidades (-100 unidades \* 93 interacciones) cuando todos los impactos presenten las características más adversas; de esto, el valor resultante para el proyecto es de + 133.4 que representa un impacto porcentual positivo del - 1.4%.

Se presentan los resultados del análisis de impactos por acciones impactantes; el mayor impacto lo tendrá la ejecución de la operación del proyecto, aspecto que es perfectamente congruente con el objetivo de la Recuperación Ambiental del río Pove.

La segunda acción benéfica será la reubicación de las viviendas a un sector dotado de todos los servicios básicos; implica directamente el mejoramiento de la calidad de vida de la población, tanto en seguridad ciudadana cuanto en salud pública.

**Tabla 8 – 13**  
**Impacto porcentual por acciones del proyecto**

Acción del Proyecto	Impacto Porcentual (%)
Limpieza y desmovilización de las áreas constructivas: Área para estaciones de bombeo y líneas de presión	7.7
<b>Obra Civil:</b> Construcción de la estación de bombeo y instalación del generador	-7.2
<b>Reubicación de las viviendas ubicadas en los cauces:</b> Negociación y desalojo de las viviendas presentes en el cauce	12.0
<b>Logística:</b> Movilización y presencia personal y equipos:	-11.5
<b>Obra Civil:</b> Construcción de la planta de tratamiento y lagunas	-4.6
<b>Operación:</b> Funcionamiento de las estaciones de bombeo y la planta de tratamiento	19.3

De manera general, del total interacciones al medio, el 89% son negativas, la mayoría no significativas y el 11% positivas SIGNIFICATIVAS.

Se observa claramente la distribución de los impactos presentes según su rango de significancia.

**Tabla 8 – 14**  
**Distribución de los impactos según su rango de significancia**

Rango	Nº de Impactos	CARACTERÍSTICA
No significativo	51	E
Poco significativo	21	D
Medianamente significativo	7	C
Significativo	14	B
Muy significativo	0	A

Los impactos significativos de carácter detrimente afectarán a la calidad del aire durante la fase operativa del proyecto, básicamente por la operación de los equipos de generación eléctrica y los a diésel.

Los impactos medianamente significativos de carácter detrimente, se presentarán también sobre la calidad del aire, durante la construcción de las obras de ingeniería, que serán, de acuerdo a lo previsto, ubicados a lo largo de las márgenes de los ríos.

La implementación de las obras civiles, la realización de las pruebas hidrostáticas, la limpieza de áreas constructivas y la movilización del personal y maquinaria, afectarán en forma poco significativa a la calida del aire, los niveles de ruido, calidad y uso y la fauna marina.

Finalmente la mayoría de impactos no significativos se presentarán sobre el suelo, los procesos geomorfodinámicos, los componentes socioeconómicos y de seguridad industrial.

En la Matriz de Jerarquización se puede ver el nivel de afectación a cada factor ambiental por cada acción evaluada; es decir, se presenta el rango final de afectación para cada interacción identificada como posible.

### 8.9.2 Conclusiones

De acuerdo a la metodología presentada, el impacto que la ejecución del proyecto tendrá sobre el conjunto de factores ambientales será positivo.

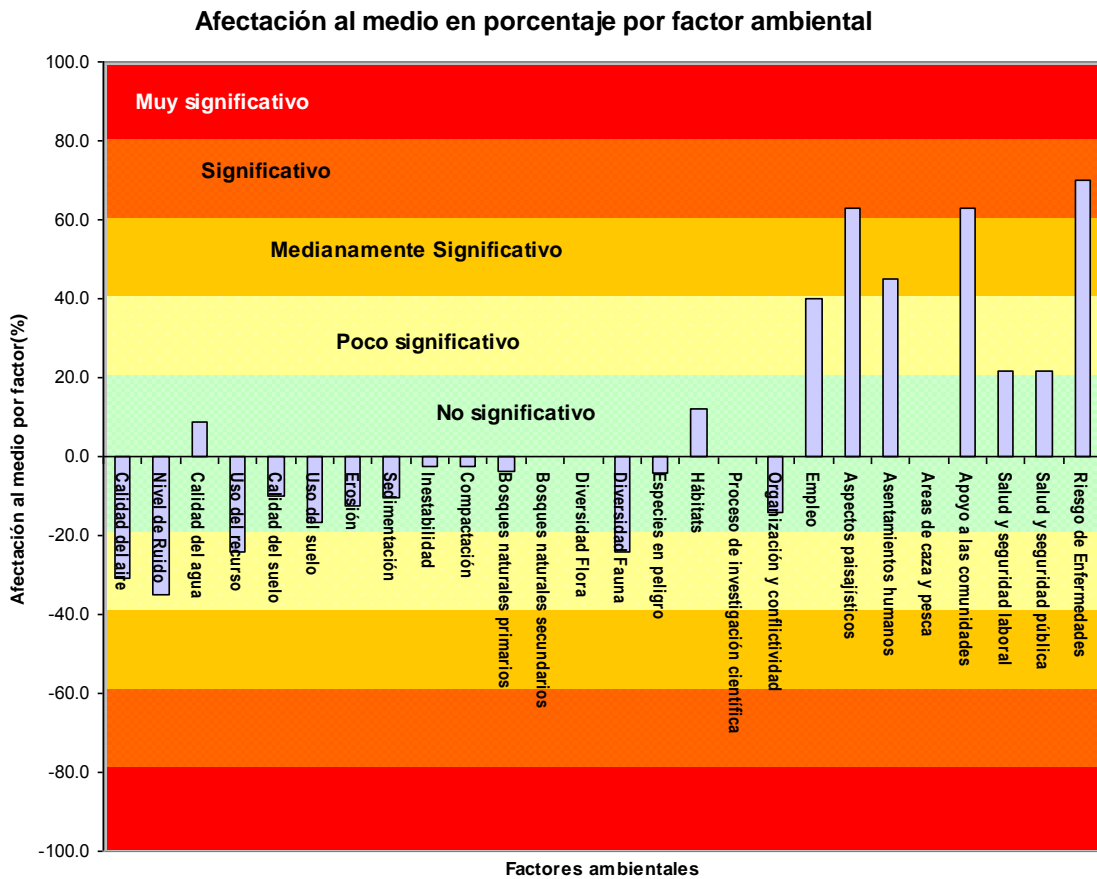
En general los factores más beneficiados están asociados a la calidad de vida de la población.

Se presenta el grado de afectación al medio en porcentajes por factor ambiental observándose que presentarán un impacto positivo significativo sobre el riesgo de enfermedades.

El resultado final de la evaluación de impactos es, sin duda, la identificación de los componentes ambientales sobre los que se deberá tener especial cuidado durante las actividades constructivas y operativas del proyecto. Por lo que el PMA será diseñado entonces para proteger fundamentalmente la salud de los pobladores.

Sin embargo, el PMA reúne las consideraciones necesarias para proteger evitar, mitigar y/o minimizar los impactos tanto al ambiente natural como al ambiente humano.

Gráfico 8 – 1



### **8.9.2.1 Fase de Operación – sistema de alcantarillado**

Con respecto a la identificación de emisiones y efectos se puede concluir que se generan gases y polvo de mayor magnitud durante la etapa de transporte de los materiales (tuberías) y la evacuación de la tierra de las excavaciones hasta las escombreras.

Las actividades que producen ruido con un efecto mayor son las estaciones de bombeo y las plantas de tratamiento de las aguas residuales y las áreas de descarga.

Se puede percibir olores de mayor magnitud durante el movimiento de las tierras junto a los ríos y en el tratamiento de las aguas antes del proceso por la presencia de mucho sol y altas temperaturas, efectos en forma temporal.

Se producen contaminantes líquidos en las celdas de depósito final, pero tiene un efecto menor hasta llegar a la planta de tratamiento.

#### **a) Resultados, evaluación y jerarquización de impactos.**

Luego de obtenidas las matrices de identificación de impactos se continúa con la evaluación de los mismos y con sus resultados se pasa a jerarquizar tanto las actividades generadoras de impactos como los impactos, en orden de magnitud e importancia y, en base a ello, poder elaborar el Plan de Manejo Ambiental.



**Tabla 8 - 15**  
**Jerarquización de Impactos: Fase de Construcción**

<b>Actividades y Acciones del Proyecto</b>	
<b>Impactos Positivos</b>	<b>(%)</b>
Contratación y presencia de personal	32
Abastecimiento y logística	14
<b>Impactos Negativos</b>	<b>(%)</b>
Retiro y almacenamiento de cobertura vegetal	56
Retiro de material estéril de sobrecarga	54
Movimiento de tierras y extracción de áridos	50
Construcción accesos definitivos	50
Vías de acceso	50
Construcción vías de acceso interna	49
Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales	46
Campamento provisional	45
Obra civil e instalación de equipos	44
Transporte y almacenamiento de materiales	44
Construcción de drenajes agua lluvia	42
Movimiento y uso de maquinaria	37
Abastecimiento, transporte de equipos	33
<b>Componentes Ambientales</b>	
<b>Impactos Positivos</b>	<b>(%)</b>
Capacidad adquisitiva	79
Empleo	64
Educación	43
Asentamientos humanos	27
Vivienda	13
<b>Impactos Negativos</b>	<b>(%)</b>
Geomorfología	82
Capa de suelo húmico	70
Paisaje	74
Flora-diversidad y abundancia	60
Uso actual del suelo	60
Servicios	58
Áreas recreativas	55
Fauna terrestre – acuática – diversidad	47
Hidrocarburos	37
Conductividad eléctrica	37
Caudal	36
Material particulado	35
Ruido	35
Salud	35

**Tabla 8 - 16**  
**Jerarquización de Impactos: Fase de Operación**

<b>Actividades y Acciones del Proyecto</b>	
<b>Impactos Positivos</b>	<b>(%)</b>
Contratación de personal	59
<b>Impactos Negativos</b>	<b>(%)</b>
Ruido de las bombas	53
Transporte de combustibles para plantas de tratamiento	49
Aguas servidas, neutralización de soluciones	40
Mantenimiento de equipos	33
<b>Componentes Ambientales</b>	
<b>Impactos Positivos</b>	<b>(%)</b>
Capacidad adquisitiva	64
Educación	51
Empleo	24
Servicios	13
<b>Impactos Negativos</b>	<b>(%)</b>
Geomorfología	80
Sólidos suspendidos y sedimentables	57
Metales pesados	52
Ruido	46
Calidad del suelo de los horizontes inferiores	45
Calidad del agua	42
Material particulado	42
DBO, DQO, coliformes fecales	33

## 9. PLAN DE MANEJO

### 9.1 INTRODUCCION

La mayoría de las actividades que desarrolla el ser humano son, en mayor o menor medida, agresivas para la naturaleza.

Las actividades de los proyectos relacionados con un recurso hídrico tienen especial interés ya que después de proceder a su uso y contaminación durante los últimos 20 años y la explotación de sus orillas para asentamientos de viviendas, si no existe una restauración posterior, los terrenos quedan en una situación de degradación total.

Las autoridades del Gobierno Municipal de San Pablo de Manta así como de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM, conscientes de la falta de abastecimiento de agua potable y de los servicios de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial del más del 50% de la población de la ciudad contrató los estudios y diseños definitivos para la ejecución del proyecto del Plan Maestro Hidrosanitario para Manta y está contemplando las actividades que puedan causar efectos ambientales o impactos positivos y negativos en el uso transitorio de equipos de construcción y de operación, por lo que es necesario reacondicionar el Medio Ambiente para alcanzar el equilibrio entre desarrollo social y económico y conservación de la naturaleza.

Este reacondicionamiento puede variar desde una restauración de las condiciones originales de los recursos hídricos que servirán para la ejecución del presente proyecto, hasta el intento de conseguir un nuevo aprovechamiento que es lo que contempla la rehabilitación o recuperación de este recurso hídrico una vez que se presenten los proyectos de tratamiento de las aguas servidas que volverán a sus cauces naturales.

Cualquiera que sea el camino a seguir, es obvio que se trata de una obligación social, cuya viabilidad es posible y que, en pocas ocasiones, supone un valor agregado al propio proyecto de recuperación ambiental de todos los cauces afectados con aguas residuales depositados en forma directa sin tratamiento previo.

Mediante la elaboración del Plan de Manejo Ambiental (PMA) se plantea un conjunto de programas, proyectos y acciones necesarias para la fase de construcción, equipamiento y operación del Proyecto "Plan Maestro Hidrosanitario para Manta".

El PMA propone prevenir y mitigar, los impactos ambientales negativos y potenciar los positivos, que han sido detectados durante la fase de identificación y evaluación de impactos ambientales y que pueden ser generados como consecuencia de las actividades planteadas para la construcción, equipamiento y operación definitiva del proyecto.

Del análisis cuantitativo realizado, se verifica la necesidad de definir normas que deben respetarse a fin de prevenir los efectos negativos que de la ejecución del proyecto se derivan y que fueran descritas en el Análisis de Impactos Ambientales.

Estas actividades conllevan dos tipos de acciones:

- La inclusión en los contratos de construcción de las normas de comportamiento y prevención de la contaminación ambiental durante la fase constructiva;
- La aplicación de leyes y reglamentos existentes a efectos de lograr también la reducción o eliminación de esos impactos negativos.

Dentro de las medidas de prevención a implementarse, la más importante de todas en la etapa de construcción es, aplicar por parte del Constructor y exigir por parte de la Fiscalización Ambiental del proyecto, el seguimiento a las siguientes leyes, normas y reglamentos aplicables a la ejecución del proyecto.

Dentro de las normas identificadas se encuentran las enunciadas en Marco Legal Ambiental, además de las Ordenanzas Municipales.

- **Marco Legal**

Dentro de las medidas de mitigación a implementarse la más importante de todas, en la etapa de construcción es aplicar por parte de la empresa constructora y exigir por parte de la fiscalización del proyecto, el seguimiento a las siguientes leyes, normas y cuerpos legales:

- **Reglamento General de Seguro de Riesgos de Trabajo, IESS.**

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS, reglamenta todas las acciones y protecciones que los obreros en las actividades productivas, incluida la construcción, deben tener a costa del Patrono. Determina las penalizaciones que el IESS impondrá cuando el trabajador esté desprotegido de esas protecciones.

- **Ley de Régimen Municipal.**

**Capítulos:** Planeamiento y Urbanismo, Unidad de Gestión Ambiental, UGA, Obras Públicas, Servicios Públicos agua potable y alcantarillado sanitario.

Define los usos del suelo y determina los sitios para escombreras, botaderos de tierras, minas para materiales de construcción.

- **Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS.**

La norma técnica básica sobre la cual deberá regirse el diseño, construcción y operación del proyecto se expresa en el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Anexo 1 del SUMA: "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua". En este

instrumento legal se detallan los "Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce".

Igualmente del análisis cuantitativo realizado, se pueden resaltar las actividades que deben realizarse, para el efecto se detallan las diferentes medidas de atenuación o mitigación que se deberán implementar durante la construcción del proyecto a fin de reducir su Impacto Ambiental, lo cual dará como resultado un menor impacto negativo sobre el medio natural y social.

Estas actividades se refieren principalmente a la inclusión en los contratos de construcción de recomendaciones constructivas que atenúen los efectos detrimentes de esa actividad.

- **El Plan de Manejo Ambiental tendrá:**

Las recomendaciones han sido preparadas para asistir a los Constructores y Fiscalización Ambiental a fin de lograr un trabajo sano y seguro en la etapa de Construcción del proyecto.

A través de ellas se pretende dar políticas, procedimientos y recomendaciones a fin de prevenir accidentes y a reducir cualquier daño a la salud, bienes, comodidad, de los trabajadores y habitantes y a conservar entorno sociocultural y ambiental de la zona del proyecto.

Este Plan propone:

- Establecer las Estrategias de Conservación de los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo como cauces recuperados;
- Definir las Medidas Correctivas que servirán en algunos casos para anular los impactos y en otros para reducirlos o mitigarlos;
- Definir las Medidas de Rehabilitación que permitirán regenerar las condiciones naturales o crear nuevas condiciones compensatorias;
- Diseñar y aplicar un Modelo de Acuerdo Tripartito entre comunidad, autoridades locales y empresa constructora para llevar adelante el proyecto de construcción de este proyecto y la aceptación del pago de las planillas de estos servicios básicos bajo los principios de solidaridad con una perspectiva y un compromiso de desarrollo social;
- Establecer medidas de compensación social para atenuar los efectos que causará la ejecución del proyecto y operación de las estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y descargas, a través de un Plan Social;
- Establecer un **Plan de Contingencias** para estar preparados y dar respuesta inmediata ante cualquier emergencia en que la prioridad será proteger la vida de las personas;

- Diseñar un **Plan de operación**, con las medidas ambientales y sociales y la asignación presupuestaria correspondiente, que permita recuperar todos los pasivos ambientales a la finalización de la vida útil del proyecto y aquellos que se ha previsto tendrán una duración mayor y que será responsabilidad de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM mitigarlos;
- Difundir, educar y concienciar a la población del sector y a los trabajadores de la empresa, de contratistas y subcontratistas sobre la Conservación y Protección del Ambiente, la Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional;
- Evaluar permanentemente los efectos de las medidas, mediante un Plan de Monitoreo y Seguimiento y tomar los correctivos necesarios de manera oportuna.

Es importante destacar que el PMA es una herramienta esencial para la gestión ambiental de la empresa constructora, por lo que se contemplan programas que consideran los impactos de acuerdo a su jerarquía por su importancia y magnitud, población afectada y/o beneficiada, estrategias, indicadores de monitoreo, cronograma de ejecución, responsables y costos de las acciones y obras a ejecutar.

El PMA se basa en los resultados obtenidos en el análisis de calificación y jerarquización de impactos ambientales, acogiéndose a la estructura propuesta por el Reglamento Ambiental para las Operaciones del proyecto de agua potable y alcantarillado sanitario y el Instructivo para el monitoreo ambiental de los recursos hídricos utilizados en este proyecto, considerando además aquellas medidas ya implementadas por la empresa constructora en sus actividades de construcción y operación.

Dentro de la propuesta del PMA se describen los diferentes programas con sus respectivas medidas y acciones ambientales.

Las actividades planteadas están encaminadas a mantener los estándares ambientales exigidos por la legislación ambiental vigente, las políticas internas de la empresa constructora y los contemplados en la normativa local, y en lo posible mejorar la calidad ambiental del área de influencia directa del proyecto en especial en el ámbito hídrico.

### **9.1.1 Responsabilidad y objetivos**

La responsabilidad primaria de la aplicación del PMA será de la compañía constructora y la supervisión y fiscalización ambiental será de la EAPAM que son los responsables de la ejecución del proyecto.

Para garantizar que se cumpla los lineamientos establecidos en este PMA se incorporará al contrato de construcción personal especializado en áreas ambientales.

El siguiente nivel de responsabilidad está a cargo de la Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable, es decir del Ministerio de Ambiente, a través de la Subsecretaría de Calidad Ambiental, quien efectuará el control y seguimiento al cumplimiento de la gestión ambiental del proyecto.

### **9.1.2 Recomendaciones Generales**

Se describen las medidas preventivas y de control que el contratista debe ejecutar para mitigar los impactos ambientales negativos causados por la construcción de los diferentes sistemas que conforman el Proyecto considerando aspectos relacionados con salud pública, seguridad en la construcción, pérdida y/o deterioro de recursos naturales e impactos socioculturales en la comunidad.

El cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales negativos será controlado por un Monitor o Supervisor Ambiental que estará a cargo de la fiscalización del proyecto y que será contratado directamente por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM.

Si por la acción u omisión del contratista se produjera cualquier daño o perjuicio a los ecosistemas éste deberá restaurar dicha área a la condición anterior de ocurrido el daño a satisfacción de la Fiscalización Ambiental, de no ser posible se compensará o indemnizará de acuerdo al daño realizado.

Antes de ejecutar la recepción provisional de la obra todo el terreno ocupado por el contratista en relación con las obras del proyecto tendrá que ser retirados removiéndose todos los escombros, materiales excedentes, estructuras provisionales, plantas y equipos, debiendo quedar todas las zonas de la obra limpias y estéticamente adecuadas y las áreas verdes reforestadas y recuperadas.

Todas las estructuras de drenaje, sumideros y demás desagües deberán ser limpiados, eliminando de los mismos cualquier acumulación de materiales extraños.

En los trabajos de excavación y relleno, el contratista tomará todas las precauciones para proteger y evitar daños y perjuicios en las propiedades colindantes con los límites de la obra, así como para que no interrumpan las servidumbres de paso, de tránsito, servicios públicos y otros.

Si fuere necesario proteger instalaciones adyacentes, el contratista tendrá que construir y mantener por el tiempo que fuese necesario, por su cuenta y costo, tablas, estacados, apuntalamientos y otros dispositivos apropiados; el retiro de estos también correrá por cuenta del contratista cuando la Fiscalización Ambiental lo determine.

Bajo ninguna circunstancia el contratista o subcontratista alguno promoverán y/o realizarán actividades que causen erosión, contaminación y alteración del régimen hídrico de la zona del proyecto.

Es necesario que, de acuerdo con las normas vigentes, se coloquen en los frentes de trabajo, señales preventivas e informativas con el propósito de suministrar a la comunidad información permanente, haciéndoles conocer acerca de riesgos de la construcción.

Se deben tomar todas las medidas necesarias para asegurar las mejores condiciones de higiene, habitabilidad, nutrición y sanitarias a los empleados de los contratistas, subcontratistas y aquellos que por otras circunstancias se vinculen directamente con la construcción de las obras de ingeniería.

El contratista deberá afiliarse al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, IESS a todo el personal nacional, de acuerdo a las normas legales vigentes.

Los obreros deberán ser provistos de mascarillas con filtros que eviten la inhalación de polvo durante el movimiento de tierras.

El constructor, antes de dar inicio a la construcción de cualquiera de las partes del proyecto levantará una vivienda para oficinas y alojamiento de los cuidadores.

Estas instalaciones deberán mantener condiciones razonables de seguridad, comodidad e higiene.

Previo al inicio de la construcción, el contratista deberá tener la aprobación del Ilustre Municipio de San Pablo de Manta.

Una vez concluida la construcción se levantará el campamento y se depositará los escombros en la escombrera municipal.

Las superficies cuya cobertura vegetal se haya alterado por las instalaciones, serán restauradas con vegetación propia de la zona.

Para prevenir la paralización del tránsito de las zonas, el contratista, pondrá señales claras y visibles, indicando rutas alternas para el tráfico.

Para evitar el deterioro de la salud de la comunidad próxima a las excavaciones previstas en el diseño del proyecto, debido a la generación de polvo, se recomienda mantener humedecida permanentemente la tierra y material de retiro.

### **9.1.3 Estructura y Descripción del Plan de Manejo Ambiental**

El conjunto de medidas interrelaciona los distintos elementos ambientales a ser afectados, dentro del marco general de ejecución del proyecto.



**Tabla 9 - 1**  
**Resumen de Programas del Plan de Manejo Ambiental**

Plan	Programa	Proyecto	Responsabilidad y Forma de Participación
Plan de Manejo Ambiental	1. Programa de Conservación de la Calidad del Aire Ambiental	a. Control de la Emisión de Partículas Suspendidas	Constructor Ejecución directa
		b. Control de Emisiones de COx, NOx, Sox	Constructor Ejecución directa
		c. Control de Emisiones Sonoras	Constructor Ejecución directa
	2. Programa de Manejo del Agua	a. Fomento de una Cultura de Uso Eficiente del Agua	Constructor Ejecución directa
		b. Balance Hídrico, Manejo de Caudales y Depósitos de Agua	Constructor Ejecución directa
		c. Tratamiento de Efluentes Líquidos y Escorrentías	Constructor Ejecución directa
	3. Programa de Conservación de la Calidad del Recurso Suelo	a. Zonificación de Usos del Suelo	Municipio Ejecución directa
		b. Control de Erosión	Constructor Ejecución directa
		c. Manejo y Restauración Paisajística	Constructor Ejecución directa
		d. Gestión Integral de Desechos Sólidos	Constructor Ejecución directa
		e. Gestión de Desechos Peligrosos	Constructor Ejecución directa
	4. Programa de Rescate Botánico y Manejo de Fauna	a. Rescate Botánico	Constructor Ejecución directa
		b. Implementación de Viveros	Municipio de Manta Ejecución directa
		c. Conservación de Fauna	Municipio de Manta Ejecución directa
		d. Manejo y Rescate de Fauna	Constructor Ejecución directa
		e. Rescate de animales domésticos	Municipio de Manta
	5. Programa de Capacitación	a. Capacitación a Empleados, Trabajadores, Contratistas y Comunidad del Área de Influencia Directa	Constructor Ejecución directa
	6. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	a. Identificación y Evaluación de Riesgos	Constructor Ejecución directa
		b. Estructuración del Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Constructor Ejecución directa
		c. Manual de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Constructor Ejecución directa
		d. Manejo de Laboratorios	Constructor Ejecución directa
e. Manejo de Combustibles, Lubricantes y Afines		Constructor Ejecución directa	
f. Manejo de bodegas		Constructor Ejecución directa	

Plan	Programa	Proyecto	Responsabilidad y Forma de Participación
		g. Almacenamiento y Manipulación de tuberías y materiales	Constructor Ejecución directa
Plan de Manejo Social	7. Programa de Relaciones Comunitarias	a. Proyecto Social de Familia y Género	Municipio de Manta Ejecución directa
		b. Educación y Capacitación	Constructor Ejecución directa
		c. Gestión Local: Organización y Liderazgo	Municipio de Manta Ejecución directa
		d. Generación de Fuentes de Trabajo	Constructor Ejecución directa
		e. Proyecto Forestal Comunitario	Municipio de Manta Ejecución directa
		f. Capacitación Ambiental	Constructor Ejecución directa
	8. Programa de Contratación de Personal		Constructor Ejecución directa
	9. Programa de Negociación y Uso de Tierras		Municipio de Manta Ejecución directa
10. Programa de Medidas Sociales Complementarias		Municipio de Manta Ejecución directa	
11. Programa de Consulta y Participación Ciudadana		Ministerio del Ambiente Ejecución directa	
Plan de Contingencias	12. Programa de Contingencias		Constructor Ejecución directa
	13. Eventos Contingentes	a. Transporte de Combustibles	Constructor Ejecución directa
		b. Almacenamiento de Combustibles	Constructor Ejecución directa
Plan de Monitoreo y Seguimiento	14. Programa de Monitoreo de Variables Ambientales	a. Monitoreo del Recurso Hídrico	Empresa de Agua Potable Ejecución directa
		b. Monitoreo del Recurso Aire	Constructor Ejecución directa
		c. Monitoreo del Recurso Suelo	Constructor Ejecución directa
		d. Monitoreo de Variables Bióticas	Municipio de Manta Ejecución directa
		e. Monitoreo de Variables Socioeconómicas	Municipio de Manta Ejecución directa
	15. Programa de Monitoreo al Plan de Manejo Ambiental		Municipio de Manta Empresa de Agua Potable Ejecución directa
Plan de Cierre	16. Programa de abandono	a. Medidas de Rehabilitación	Constructor Ejecución directa
		b. Mantenimiento y Monitoreo Post-abandono	Empresa de agua potable Ejecución directa

## **9.2 Plan de manejo ambiental**

### **9.2.1 Medidas ambientales específicas**

El Plan de Manejo Ambiental presentado en el EIA está metodológicamente estructurado con la definición de:

- Programas
- Proyectos
- Medidas

Esta estructura responde a una concepción lógica que trata de proteger el componente o recurso ambiental que es el que sufre los efectos del impacto:

- **Físico:**
  - Aire
  - Agua
  - Suelo
- **Biótico:**
  - Flora
  - Fauna
- **Socioeconómicos**
  - **Arqueología**
  - Desarrollo Social

La evaluación de impactos realizada correspondiente y resumida en las Matrices de Evaluación considera parte de las Actividades que pueden provocar estos impactos en los distintos componentes ambientales.

Se han identificado y caracterizado los impactos, por fase (construcción, equipamiento y operación), por actividad: captación, líneas de conducción; líneas de impulsión, líneas de distribución, colectores, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas servidas y áreas de descarga como las lagunas de oxidación.

En esta secuencia queda claramente identificado, caracterizado y evaluado qué impacto causará tal actividad en un componente ambiental y la medida para proteger ese componente.

Este Plan de Manejo Ambiental establece medidas específicas para cada impacto ambiental cuya severidad ha sido determinada.

Considerando algunos aspectos ambientales se ha procedido a ampliar y proponer medidas específicas adicionales para los impactos más relevantes que generará el proyecto, lo que no significa que su evaluación sea severa o crítica.

Son relevantes por la naturaleza del proyecto y el medio en el cual se lo va a ejecutar.

Con estas consideraciones planteamos programas, proyectos y medidas específicas orientadas a minimizar al máximo los impactos relevantes que tienen relación con los componentes biótico, físico, recurso hídrico y el socioeconómico en cuanto al desarrollo social de las familias que viven o trabajan junto a los ríos y que deberán ser reubicadas o mejoradas sus condiciones de vida gracias al proyecto.

En cuanto al recurso hídrico, el aspecto más relevante por la naturaleza y composición del proyecto, constituye la posibilidad de regeneración de aguas residuales, aspecto de suma importancia que será motivo de monitoreo permanente durante toda la vida útil del proyecto.

El componente Socioeconómico debe ser una prueba de las excelentes relaciones que se mantendrá con la comunidad a través de un Programa de Desarrollo Social para beneficio de una comunidad que se mantiene expectante de la ejecución del proyecto.

### **9.2.2 Programa de Conservación de la Calidad del Aire Ambiental**

La calidad del aire ambiental puede verse afectada por la presencia de material particulado en suspensión, gases de combustión y ruido.

Para la conservación de la calidad del aire ambiental es necesario prevenir, reducir y mitigar los impactos ambientales negativos derivados de las actividades a ejecutarse en el Proyecto.

Las medidas propuestas deberán ser puestas en práctica en cada una de las fases y durante toda la vida útil del proyecto.

Los sistemas para controlar las emisiones de material particulado, gases y ruido, se instalarán o adecuarán previo al inicio de las actividades en cada una de las fuentes generadoras de contaminación.

#### **9.2.2.1 Proyecto 1: Control de la Emisión de Partículas Suspendidas**

- Plantear acciones preventivas y correctivas para controlar las emisiones de polvo y cuidar la calidad del aire ambiental manteniendo los parámetros bajo los límites permisibles

;

- Proteger la salud de los trabajadores y de las familias que habitan en la zona de influencia del proyecto;
- Cumplir con la legislación ambiental respecto a la calidad del aire y contribuir a la materialización de la política ambiental corporativa de la empresa.

La ejecución del proyecto se caracteriza por mover muchas cantidades de material, sea de tipo suelo y vegetación. Este acarreo genera polvo, que en grandes cantidades es nocivo para el ambiente, para el personal y para las familias adyacentes al proyecto, pero como se tratará de que sea mínimo el impacto será menor.

El control del material particulado a generarse durante las fases de construcción estará encaminado a proteger la salud humana, el medio biótico y el medio físico dentro de su área de influencia, a vigilar porque se mantenga la calidad del aire, no se altere el paisaje y se mantengan en buen estado de funcionamiento las instalaciones, equipos y maquinaria.

Para minimizar las afectaciones sobre la calidad del aire se procederá con la identificación de las fuentes generadoras de partículas en cada uno de los sitios a ser intervenidos por las actividades de construcción.

El diseño del proyecto contempla especificaciones técnicas para el cargado, transporte, descargue y almacenamiento de materiales tanto para la construcción como para la disposición de los excedentes de excavación extraído de las zanjas para la instalación de las tuberías, almacenamiento de material estéril y escombros; minimizando la generación de material particulado y alcanzando el objetivo propuesto.

Estas especificaciones se aplicarán en todas las actividades que puedan generar emisión de material particulado por encima de lo permitido, como son:

- Destape y excavaciones para la construcción de las zanjas, instalaciones, de las estaciones de bombeo, colectores, depósito de material de descarte, campamentos y demás obras civiles;
- Operación de las zonas de depósito de material mientras las zanjas están abiertas;
- Operación de las estaciones de bombeo;
- Operación de los colectores;
- Construcción de instalaciones y de obras civiles;
- Operación del sistema.

El control de material particulado se fundamenta en la minimización de emisiones de partículas desde la fuente, utilizando métodos netamente físicos.

Por lo expuesto se propone que para la:

- **Construcción de obras anexas:**
- Se deberá evitar el daño extensivo de las zonas relacionadas con las obras del proyecto, procurando realizarlas dentro de las mismas exigencias de ocupación del terreno;
- Se deberá establecer un cronograma de construcción en el que consten las zonas en las cuales realizará la obra con la fecha de iniciación y terminación de los trabajos a fin de anticipar a los moradores de la zona las fechas en las cuales se van a ejecutar esos trabajos;
- El material producto de las excavaciones deberá colocarse a un lado de la zona de trabajo y deberá ser tapado con plástico hasta su evacuación. Esta medida evitará también que parte del material pueda ingresar a las zanjas o se levante con el pasar de los carros y personas;
- La tierra sobrante será desalojada inmediatamente a los sitios determinados como escombrera y no a zonas baldías o quebradas;
- La tierra producto de la excavación se humedecerá antes de colocar los plásticos si es verano y asegurados los filos con piedras a efectos de evitar que se pierda material por los drenajes naturales del sector;
- Los trabajadores deberán utilizar mascarillas antipolvo a fin de atenuar los problemas de salud;
- Para que estas recomendaciones sean cumplidas se incluirá en los términos del contrato de construcción estas medidas y será la Fiscalización Ambiental quien deberá hacer que estas se cumplan;
- Es necesario que durante la etapa de construcción se logre una coordinación entre el constructor y la Fiscalización Ambiental del proyecto, esto permitirá a su vez elaborar un cronograma de sectorización con el propósito de conocer la inversión detallada y los tiempos en los cuales se iniciarán los trabajos;
- Se planificará en obra, la ubicación ordenada de los materiales de construcción, debiendo consignarse sitios de acumulación y almacenamiento de los diferentes materiales: pétreos, cemento, hierro, madera, de manera, no solamente, de atenuar el deterioro del paisaje, sino además evitar la generación de desperdicios en la zona de la obra con su subsiguiente generación de polvo, peligro de accidentes.

#### **9.2.2.1.1 Indicadores Ambientales<sup>1</sup>**

- Implementación de las medidas de prevención y mitigación propuestas;
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas de las medidas aplicadas;

---

<sup>1</sup> Norma de Calidad del Aire Ambiente. Libro VI. Anexo IV. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. R.O. No. 1 Edición Especial del 31 de Marzo de 2003.

- Eficiencia de las medidas implementadas. Lo cual se verá reflejado directamente en el análisis de los resultados que arrojen el muestreo y la caracterización de la calidad del aire.

- **Partículas Sedimentables<sup>2</sup> (mg /cm<sup>2</sup>)**

La máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado (1 mg./cm<sup>2</sup> x 30 d).

Se medirán durante el periodo de construcción del proyecto, en los sitios definidos en el programa de monitoreo de calidad del aire, durante la operación del proyecto y durante el Plan de retiro.

### **9.2.2.1.2 Medidas de Prevención**

#### **9.2.2.1.2.1 Fase de Construcción**

Para controlar el polvo, es necesario tener un método que sea directo, fácil y eficaz en su elaboración y aplicación. Este proceso debe atacar directamente la fuente de contaminación, frenando de esta forma la emisión o disipación de partículas de polvo hacia el ambiente.

- La fase constructiva del proyecto comprende el retiro de la cobertura vegetal en la zona destinada a la instalación de las captaciones, tuberías, estaciones de bombeo, colectores, plantas de tratamiento, campamento y vías de acceso a las obras y otras instalaciones; en esta fase el constructor debe asegurarse de no retirarla más allá de los límites de diseño del proyecto, lo cual sirve como medida preventiva, ya que no se deja al descubierto áreas de suelo que pueden generar polvo por efecto de la erosión eólica;
- La tierra deberá estar protegida no solo de la sequedad, sino también del viento que provoca la suspensión;
- Señalar límites de velocidad para el tránsito de vehículos y maquinarias, en especial en los centros poblados;
- Rehabilitar las áreas alteradas en el menor tiempo posible;
- Establecer un Programa de Monitoreo de polvo.

- **Transito vehicular y peatonal**

- Se deberá coordinar con la policía de tránsito del cantón un cronograma de actividades, de manera de realizar el transporte de materiales, maquinaria y vehicular, de acuerdo a las zonas de instalación de materiales del proyecto con el fin de racionalizar el tránsito; además se implementará sistemas de señalización que atenúen las molestias que producirán a los usuarios estos cambios de circulación y cierre de vías;

---

<sup>2</sup> Material particulado, sólido o líquido, en general de tamaño mayor a 10 micrones y que es capaz de permanecer en suspensión temporal en el aire ambiente.

- Podría reducirse el aporte polutivo del tránsito automotriz y camionero, mediante un riguroso mantenimiento de la maquinaria y su puesta a funcionamiento en circunstancias que estrictamente lo ameriten, a fin de no aportar a la alteración del aire.

- 

### **9.2.2.1.3 Medidas de Mitigación**

- La aplicación diaria de agua, mediante riego con tanquero cisterna provista de difusores;
- Estabilizar suelos sueltos o polvorientos a través del proceso de humectación. El procedimiento se convierte en un ejercicio constante de riego y secado; por el tránsito permanente de vehículos y maquinaria se va compactando y afirmando el suelo, el mismo que podría ser consolidado y cementado, minimizando así las emisiones de material particulado;
- En los lugares donde se produzca almacenamiento, carga, descarga y transporte de material para el proyecto, es obligatorio el uso de sistemas de humectación o de técnicas que controlen y reduzcan el nivel de las emisiones de polvo al valor permitido por la legislación ambiental. En períodos de verano se realizará dos veces al día la humectación en cada frente de trabajo, preferiblemente en las horas en que la radiación solar es mayor;
- Los vehículos de transporte que lleven carga no podrán emitir al aire, durante el recorrido, partículas volátiles de cualquier naturaleza. Deberán poseer dispositivos protectores como carpas o cobertores, que puedan asegurarse a la carrocería de tal forma que no se rompa o rasgue y así evitar el riesgo de emisiones. El cobertor se sujetará firmemente a las paredes exteriores que sobrepase los 30 cm el borde del mismo;
- Los vehículos para el transporte de materiales llevará las herramientas necesarias para hacer la limpieza del área en caso de que se produzca derrame del material transportado. Las puertas de descargue de los vehículos deberán permanecer adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte, para evitar pérdidas de material o escurrimiento de material húmedo;
- Los trabajadores se protegerán con elementos de seguridad industrial (mascarillas, lentes) que impidan la aspiración de partículas y eviten molestias en los sistemas respiratorio y visual;
- Arborizar los contornos de los sitios de trabajo del proyecto y proteger el suelo. Devolver la cubierta vegetal almacenada para el efecto, a los sitios que la requieran y vigilar que sean humedecidos constantemente para facilitar su afirmación y crecimiento (estaciones de captación y plantas de tratamiento);



- Las instalaciones que alberguen personal (oficinas, bodegas, laboratorio), en cualquiera de los sitios de trabajo, deberán tener un sistema de control y eliminación del polvo;
- El problema general de la eliminación del polvo se puede dividir en dos etapas: la captación del aire que contiene el polvo que se desea eliminar y la retención y almacenamiento del polvo. Las técnicas más importantes son:

**Sistemas de captación de polvo:** éstos usan la fuerza de un ventilador para extraer el aire contaminado y llevarlo a un colector.

**Sistemas de supresión húmeda del polvo:** se usan para mojar el material inmovilizado, normalmente con agua, y así reducir la tendencia a la generación de polvo.

- **Excavaciones**
- Estos trabajos deberán realizarse con el uso de mascarillas antipolvo; se deberán colocar pasos con viguetas prefabricadas y tableros, a manera de puente, sobre las zanjas, y enfrente de los accesos a las casas;
- Con el objeto de disminuir la contaminación y las molestias que el polvo causa sobre la población, los sembríos, la fauna y la flora, deberá cubrirse con plásticos la tierra que se saque de las excavaciones y además se deberá regar el material, en las partes superiores y laterales a fin de evitar el desprendimiento de polvo;
- Especial cuidado se tendrá en las excavaciones a realizarse en las zonas de bosques y pastos, en las que será necesario tomar todas las medidas de atenuación con mayor severidad, para lo cual se incluirá recomendaciones específicas.

**Tabla 9-2  
Instalación, Mantenimiento y Conservación de Barreras Vivas**

<b>Objetivo</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlar la emisión de material particulado</li> <li>▪ Atenuar los niveles de ruido</li> </ul>						
<b>Impactos a manejar</b>						
Impacto Ambiental	Magnitud	Tipo de medida				
		Prevención	Mitigación	Control	Recuperación	Compensación
Contaminación atmosférica	Alto		X	X		
<b>Aplicación de las medidas</b>						
Etapa de aplicación	Lugar de aplicación	Resultados esperados			Responsable de la ejecución	
Operación	Centros de acopio de material de captaciones, zanjas, estaciones de bombeo, planta de tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducir las emisiones de polvo</li> <li>▪ Atenuar niveles de ruido</li> </ul>			Proponente	
<b>Acciones a desarrollar</b>						
Acciones				Tecnología utilizada		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocer la trayectoria y velocidad del viento</li> <li>▪ Delimitar el área del predio, conformando una franja colindante con la vía</li> <li>▪ Definir áreas de siembra</li> <li>▪ Seleccionar las especies</li> <li>▪ Determinar época más apropiada para siembra o plantación, se recomienda con las primeras lluvias</li> <li>▪ Preparar el terreno</li> <li>▪ Sembrar hileras de plantas de crecimiento denso en forma estratificada.</li> <li>▪ Evitar que la altura de las pilas sobrepase la de la barrera viva</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tres bolillos, es decir la siembra de las plántulas formando triángulos equiláteros</li> <li>▪ Árbol cada 1,5 a 3 m.</li> </ul> <p><b>Se debe tener en cuenta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arbustos de copa densa en el estrato bajo</li> <li>▪ Homogeneidad en cuanto a la densidad y distribución de las especies</li> <li>▪ El tamaño de las plántulas debe estar entre 15 y 25 cm.</li> </ul> <p><b>Preparación del terreno:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eliminar malezas que puedan competir con las plántulas</li> <li>▪ Los hoyos deben abrirse con un mes de anticipación para permitir que la tierra se airee</li> <li>▪ La plantación debe efectuarse con las primeras lluvias</li> </ul>		

**Tabla 9-3**  
**Control de Emisiones Atmosféricas en los Sitios de Acopio**

<b>Objetivo</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prevenir generación de polvo por la acción del viento</li> </ul>						
Impactos a manejar						
Impacto ambiental	Magnitud	Tipo de medida				
		Prevención	Mitigación	Control	Recuperación	Compensación
Contaminación atmosférica por emisión de polvo	Alto	X				
Aplicación de las medidas						
Etapa de aplicación	Lugar de aplicación	Resultados esperados			Responsable de la ejecución	
Almacenamiento	Patios de acopio de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución en las emisiones de material particulado fugitivas en áreas de acopio</li> </ul>			Proponente	
Acciones a desarrollar						
Acciones				Tecnología utilizada		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Humectar controladamente las pilas de materiales</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aspersión o rociado de agua sobre las pilas mediante manguera</li> </ul>		

**Tabla 9-4**  
**Transporte y Manejo de Materiales**

<b>Objetivo</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Controlar las emisiones de polvo generado en las vías de acceso a las obras</li> </ul>						
Impactos a manejar						
Impacto ambiental	Magnitud	Tipo de medida				
		Prevención	Mitigación	Control	Recuperación	Compensación
Contaminación atmosférica	Alto		X			
Aplicación de las medidas						
Etapa de aplicación	Lugar de aplicación	Resultados esperados			Responsable de la ejecución	
Construcción	Entrada / salida del centro de acopio de materiales En las zonas de las vías que colinden con casas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disminución en la cantidad del polvo levantado en las vías</li> </ul>			El gerente contratará a un operario de metalmecánica para la construcción de las señales y el sistema de aspersión de vías	
Acciones a desarrollar						
Acciones				Tecnología utilizada		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Control de la velocidad de desplazamiento de los vehículos</li> <li>▪ Humectación de las vías en los tramos críticos, por ejemplo aquellos donde existan casas vecinas</li> <li>▪ Mantenimiento adecuado de las vías de acceso a las obras, lastrando periódicamente para evitar la formación de huecos y manteniendo limpias las cunetas</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Señalización de la velocidad permitida</li> <li>▪ Aspersión de agua (mediante tubos-flauta o con manguera)</li> </ul>		

**Tabla 9-5  
Cobertura de Vehículos que Transporten los Materiales**

<b>Objetivo</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prevenir emisión de polvo y material particulado</li> <li>▪ Evitar el deterioro de las vías</li> </ul>						
Impactos a manejar						
Impacto ambiental	Magnitud	Tipo de medida				
		Prevención	Mitigación	Control	Recuperación	Compensación
Contaminación atmosférica Deterioro del corredor de transporte	Media			X		
Aplicación de las medidas						
Etapa de aplicación	Lugar de aplicación	Resultados esperados			Responsable de la ejecución	
Construcción	En la etapa de transporte desde y hacia los lugares de trabajo del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Minimizar la caída de materiales sobre las vías</li> </ul>			Proponente/contratista	
Acciones a desarrollar						
Acciones			Tecnologías utilizada			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cubrir totalmente la carga con carpa amarrada a la carrocería</li> <li>▪ Utilizar carpas en lona impermeable y en buen estado</li> <li>▪ Verificar y mantener en buen estado los cierres de las compuertas</li> <li>▪ Transportar la carga de acuerdo a su capacidad y sin superar los límites de la carrocería</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacitación a operarios de empresas transportadoras y conductores</li> <li>▪ Señalización de obligatoriedad de la medida (señales reglamentarias)</li> <li>▪ Definición y comunicación de reglamentos de carga</li> </ul>			

### **9.2.2.2 Proyecto 2: Control de Emisiones de COx, NOx, SOx**

#### **9.2.2.2.1 Objetivos**

- Reducir a sus niveles mínimos las emisiones provenientes de maquinarias y vehículos que funcionan con combustibles fósiles;
- Cumplir con la normativa ambiental vigente y mantener los estándares de calidad ambiental del aire;
- Proteger la salud y seguridad de los trabajadores y de las familias asentadas en el área de influencia del proyecto.

#### **9.2.2.2.2 Características**

El uso de combustibles fósiles como gasolina y diesel produce una serie de gases contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO y NO<sub>2</sub>), monóxido y dióxido de carbono (CO, CO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) e hidrocarburos, los mismos que afectan la respiración de personas y animales; por ello, es necesario un control de emisiones en los vehículos y maquinarias utilizados en las labores a desarrollarse en el Proyecto.

En el diseño del Proyecto no se ha contemplado la utilización de ningún equipo que sea considerado como fuente fija de combustión. La energía eléctrica se tomará del Sistema Nacional Interconectado.

#### **9.2.2.2.3 Indicadores Ambientales<sup>3</sup>**

- Implementación de las medidas de prevención y mitigación propuestas;
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas de las medidas aplicadas;
- Eficiencia de las medidas implementadas. Lo cual se verá reflejado directamente en el análisis de los resultados que arrojen el muestreo y la caracterización de la calidad del aire.

#### **9.2.2.2.4 Medidas de Prevención**

Se contará con un programa de modelación de calidad de aire con el fin de definir la difusión de gases en el ambiente y verificar el grado de concentración que podría alcanzar en alguna fuente receptora cercana.

---

<sup>3</sup> Norma de Calidad del Aire Ambiente. Libro VI. Anexo IV. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. R.O. No. 1 Edición Especial del 31 de Marzo de 2003.

### **9.2.2.2.5 Medidas de Mitigación**

Las medidas de mitigación no están especificadas por fases, sino que son comunes para las fases de construcción y operación.

- Los vehículos y maquinaria pesada utilizados en las diferentes actividades del Proyecto y que en su estructura tengan tubos de escape de descarga horizontal, estos deberán estar colocados a una altura no inferior a tres metros del suelo o a 15 cm por encima del techo de la cabina del vehículo;
- Hacer mantenimiento y limpieza periódica de los tubos de escape de vehículos y maquinaria;
- Programar una evaluación anual de emisión atmosférica a todos los vehículos y maquinara, con el fin de controlar emisiones de gases. Los resultados de la evaluación deberán ser registrados y analizados con el fin de garantizar el buen desempeño del vehículo durante la construcción.
- Para una mayor eficiencia en el desempeño de los vehículos y maquinaria utilizados deberán tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones y que son parte de los manuales de uso y mantenimiento:
- No sobrepasar la eficiencia máxima de funcionamiento;
- Transportar en ellos los materiales para los que fueron diseñados;
- Cargarlos según las especificaciones de fabricación, no excederlos en peso;
- Implementar prácticas rutinarias de mantenimiento.

### **9.2.2.3 Proyecto 3: Control de Emisiones Sonoras**

#### **9.2.2.3.1 Objetivos**

- Preservar la salud y bienestar de los trabajadores, las familias y del ambiente en general;
- Cumplir con los dictados de la legislación ambiental nacional en lo referente a los niveles de ruido ambiente permitidos y las políticas corporativas de la empresa constructora;
- Corregir y mantener en buen estado de funcionamiento a maquinarias, equipos y vehículos.

### **9.2.2.3.2 Características**

Las actividades que se desarrollan en el proyecto se caracterizan por producir emisiones sonoras que no son permanentes y no pueden afectar la salud y seguridad de los trabajadores, producir alteraciones en la fauna y en el ambiente en general.

El control de las emisiones sonoras durante las fases de construcción y operación está encaminado a mantener niveles sonoros seguros para la salud y audición de los trabajadores.

Para el control del ruido es necesario seguir tres pasos fundamentales:

- Reducción del ruido en origen;
- Reducción del ruido en el medio de transmisión;
- Dotación de elementos de protección auditiva como complemento a los métodos primarios de reducción de ruido, más no como sustitutos de éstos.

Igualmente deberá garantizarse que los niveles de ruido no perturben las zonas aledañas habitadas, conforme a los niveles máximos permisibles que marca la norma ambiental.

Especial cuidado deberá ponerse en las siguientes actividades, debido a que son las actividades del proyecto que más ruido pueden generar:

- Apertura de zanjas en aceras y vías con cemento o asfaltadas;
- Operación de las máquinas pesadas;
- Operación de las estaciones de bombeo;
- Excavación con máquinas para la construcción de plantas de tratamiento;
- Cargue, transporte y descargue de materiales;
- Operación de todo el sistema;
- Construcción de instalaciones y obras civiles

Dependiendo del tipo de actividad deben hacerse dos tipos de mediciones:

- Ruido proveniente de fuentes fijas y ruido desde vehículos automotores.

### **9.2.2.3.3 Indicadores Ambientales<sup>4</sup>**

- Implementación de las medidas de prevención y mitigación propuestas;
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas de las medidas aplicadas;

---

<sup>4</sup> Norma de Calidad del Aire Ambiente. Libro VI. Anexo V. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. R.O. No. 1 Edición Especial del 31 de Marzo de 2003.



- Eficiencia de las medidas implementadas. Lo cual se verá reflejado directamente en el análisis de los resultados que arrojen el monitoreo de ruido.
- **Fuente Fija**

Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido no podrán exceder los valores que se fijaron en las normas.

- **Ruidos y Vibraciones**

- En las actividades de construcción será necesario cumplir con las regulaciones del IESS, esto es dotar a los trabajadores con el equipo de protección personal adecuado, especialmente a quienes trabajen con concreteras, vibradores y martillos hidroneumáticos.
- Para atenuar los ruidos producidos en las zonas cercanas a las viviendas por las diferentes actividades del proyecto, será necesario utilizar mano de obra en las actividades y lo menos posible maquinarias. Esto debido a que las vibraciones y ruidos altos se darán cuando se utilice maquinaria pesada.

**Tabla 9-6**  
**Niveles Máximos de Ruido Permisibles según Uso del Suelo**

Tipo de Zona Según Uso de Suelo	Nivel de Presión Sonora Equivalente Nps Eq [dB(A)]	
	De 06h00 a 20h00	De 20h00 a 06h00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

- **Ruidos Producidos por Vehículos Automotores**

Los niveles máximos permisibles de nivel de presión sonora producido por vehículos se muestran en la norma ambiental.

**Tabla 9 - 7**  
**Niveles de Presión Sonora Máximos para Vehículos Automotores**

<b>Categoría de Vehículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nps Máximo (dBA)</b>
Motocicletas	De hasta 200 cc.	80
	Entre 200 y 500 cc.	85
	Mayores a 500 cc.	86
Vehículos	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor.	80
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso no mayor a 3,5 toneladas.	81
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, y peso mayor a 3,5 toneladas.	82
	Transporte de personas, nueve asientos, incluido el conductor, peso mayor a 3,5 toneladas, y potencia de motor mayor a 200 HP.	85
Vehículos de carga	Peso máximo hasta 3,5 toneladas	81
	Peso máximo de 3,5 toneladas hasta 12 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12 toneladas	88

#### **9.2.2.3.4 Medidas de Prevención**

- Se harán programas de monitoreo de ruido a los equipos e instalaciones con mayor ruido. Sobre la base de los resultados se preparará un programa para reducir la contaminación atmosférica por ruido;
- Donde sea posible se programarán actividades de manera tal, que las perturbaciones relacionadas con ruidos no interfieran con los ciclos vitales de la vida urbana y rural;
- Realizar un mantenimiento preventivo adecuado (engrase de piezas móviles, limpieza permanente, reemplazo de piezas averiadas);
- Revestir con material de goma los elementos metálicos que sufren choques con las rocas.

#### **9.2.2.3.5 Medidas de Mitigación**

- Los vehículos en las vías públicas tendrán dispositivos o accesorios diseñados para no producir ruido, tales como válvulas, resonadores y pitos adaptados a los sistemas de bajo y de frenos de aire;
- Se instalarán y mantendrán silenciadores de escapes y sistemas de amortiguamiento de ruidos en el equipo accionado por motores incluyendo: equipo pesado, camiones, bombas, compresores, taladros y maquinaria de construcción;

- El personal de obra en áreas de alto ruido utilizará protector de oídos con las especificaciones técnicas adecuadas para los niveles de ruido a proteger.

### **9.2.3 Programa de Manejo del Agua**

#### **9.2.3.1 Introducción**

Con el desarrollo de las diferentes fases del proyecto, se prevé la generación de impactos ambientales sobre el recurso hídrico del área de influencia del proyecto, que en un principio serán negativos por lo que deben ser prevenidos, mitigados y controlados.

Por lo anterior, el Programa de Manejo del Agua contempla diferentes proyectos y medidas ambientales encaminadas a fomentar una cultura de uso eficiente del agua, mantener la calidad y los flujos de los cuerpos de agua y el monitoreo permanente de parámetros ambientales que describan el comportamiento cuantitativo y cualitativo del recurso hídrico a través del tiempo.

#### **9.2.3.2 Objetivos**

##### **9.2.3.2.1 Objetivo General**

Una vez recuperada la calidad ambiental del agua ésta se debe conservar en términos de calidad y cantidad como un importante recurso hídrico del área de influencia del proyecto, de manera que las familias, actividades productivas, los ecosistemas y por supuesto el Proyecto, puedan satisfacer sus necesidades.

##### **9.2.3.2.2 Objetivos Específicos**

- Fomentar una cultura de no depositar aguas servidas en forma directa a los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo;
- El uso eficiente del agua dentro del Proyecto junto al río Portoviejo, mediante la optimización de su consumo y aplicación de alternativas de uso en los procesos que demanden este recurso;
- Mantener la calidad del recurso hídrico, representado en cuerpos de agua superficiales y subterráneos;
- Mantener los flujos y depósitos de agua requeridos, para la conservación de los ecosistemas y el abastecimiento de las actividades de la región aguas abajo;
- Implementar las mejores alternativas tecnológicas para remover los diferentes agentes contaminantes del agua generados en las actividades del proyecto, antes de regresarla a las corrientes naturales;

- Implementar un plan de monitoreo de la calidad y cantidad de agua que permita, mediante la aplicación de modernas metodologías de muestreo y análisis de laboratorio, establecer en forma periódica y comparativa la calidad y cantidad de los flujos de los cuerpos de agua, con estricto cumplimiento de la normativa vigente, especialmente los límites máximos permisibles de cualquier agente contaminante y los caudales ecológicos.

### **9.2.3.3 Indicadores de Seguimiento**

Para verificar el cumplimiento y efectividad del Programa de Manejo del Agua, se plantean los siguientes indicadores:

- Proyectos y medidas implementados, según especificaciones técnicas y resultados esperados;
- Se cumple con la legislación ambiental en materia de calidad del recurso hídrico;
- Se cuenta con los resultados de los monitoreos periódicos de calidad y cantidad del recurso hídrico, con análisis comparativos de su comportamiento en el tiempo y la generación de series estadísticas;
- Se cuenta con registros que reflejan una cultura de uso eficiente del agua;
- Se cuenta con el registro de las modificaciones efectuadas al programa de manejo, con base en la evaluación de la efectividad de los proyectos y medidas implementadas.

### **9.2.3.4 Proyectos para el Manejo del Agua**

Los proyectos planteados son concordantes y buscan alcanzar cada uno de los objetivos específicos, de manera que con la ejecución, seguimiento y retroalimentación se logre el objetivo general de conservación de la calidad y cantidad del recurso hídrico recuperado desde las plantas de tratamiento de aguas residuales.

- **Manejo de Desechos Líquidos**

El tratamiento de aguas servidas generadas por el personal que laborara en el área se realizara mediante baterías sanitarias, conectadas al sistema de alcantarillado sanitario. Se construirán al menos dos baterías por frente de trabajo de acuerdo al avance del proyecto.

#### **Proyecto 1: Fomento de una Cultura de Uso Eficiente del Agua**

El concepto de "uso eficiente del agua" incluye cualquier medida que reduzca la cantidad de agua que se utiliza por unidad de cualquier actividad y que favorezca el mantenimiento o mejoramiento de la calidad de agua.

Las prácticas de buen uso del agua son aplicadas dentro de las empresas industriales en sus diferentes actividades, como parte de la cultura ambiental que se impulsa en forma permanente.

Optimización del uso del agua, reducir al mínimo el consumo de agua en las fases de construcción y operación, tanto para las obras civiles como para consumo de campamentos.

Definir sistemas de reuso, reciclaje y tratamiento de aguas a ser usadas.

Direccionar el agua de procesos hacia la recirculación u otros usos dentro del mismo proyecto.

### **Proyecto 2: Balance Hídrico, Manejo de Caudales y Depósitos de Agua**

La alteración de caudales en los drenajes que atraviesan el área de influencia directa del proyecto traerá como consecuencia la alteración de los ecosistemas acuáticos, así como la reducción paulatina de los flujos de agua en los drenajes pequeños, corriendo el riesgo de quedar secos en especial en épocas de verano.

Mantener en los drenajes a ser afectados en su caudal por efectos de alimentación con aguas tratadas manteniendo el caudal mínimo capaz de conservar el sistema ecológico de los mismos.

En los casos de cambio o alteración de los cursos naturales que provocará un impacto irreversible en los tramos intervenidos, recuperar los flujos aguas abajo mediante el tratamiento de los drenajes afectados deberá ser aplicado.

Mantener equilibrados los caudales durante toda la época del año.

En lo que respecta a las aguas subterráneas se han colocado las medidas de protección para que las familias cercanas usen este recursos a través de pozos abiertos en los que se mide permanentemente el nivel, los cuales están considerados dentro del plan de monitoreo propuesto en el estudio, tanto para calidad como cantidad de agua.

### **Proyecto 3: Tratamiento de Efluentes Líquidos y Escorrentía**

Para los diferentes tipos de aguas residuales se realizará un tratamiento independiente, separando su colección y manejo, estas son: aguas provenientes de las viviendas junto a los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo, aguas industriales, aguas provenientes de escorrentía y las aguas residuales domésticas desde el sistema de alcantarillado de la ciudad.

A continuación se plantean las estrategias para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas servidas y de escorrentía superficial.

Donde se generan residuos líquidos, domésticos e industriales, así como los drenajes naturales y artificiales, la red de recolección y conducción, tratamiento y descarga deben estar identificados y señalizados.

Implementar medidas correctivas de remoción de sólidos suspendidos de las aguas de escorrentía, contaminadas a causa del arrastre de suelos y procesos erosivos y tratamiento de efluentes líquidos y peligrosos, previamente a su descarga en cuerpos hídricos o a su disposición final.

#### **9.2.4 Programa de Conservación de la Calidad del Recurso Suelo**

Las actividades asociadas al proyecto afectan la superficie terrestre mayoritariamente en la fase de construcción por el destape o movimiento de la cobertura superficial para la preparación del sitio y la instalación de las facilidades preliminares como campamentos, apertura de vías, talleres, bodegas, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, colectores, que conllevan a la pérdida de suelo.

El movimiento de maquinaria pesada, utilización de áreas para excavaciones de zanjas y extracción de todo el material, disposición de la capa vegetal y del proceso de beneficio, acumulación de material en escombreras y la no reconformación de zonas del proyecto, ocasionan impactos sobre el suelo y el paisaje asociados a la pérdida de capacidad productiva y restricciones de uso.

Prevenir, mitigar y controlar los evidentes impactos sobre el recurso suelo, a causa de las actividades del Proyecto, requiere de la formulación de un programa coherente y suficiente, que garantice un equilibrio entre las prioridades económicas con respecto a las ambientales y sociales.

##### **9.2.4.1 Objetivo**

Proponer e implementar medidas de manejo y protección del recurso suelo, con el fin de que el Proyecto se desarrolle dentro de los parámetros de sostenibilidad ambiental y productiva.

- Prevenir y controlar los procesos erosivos y de arrastre de materiales, mediante la aplicación de técnicas apropiadas;
- Proteger y restaurar el paisaje de las zonas donde se adelantan las actividades de remoción de suelos;
- Prevenir la contaminación de suelos por aportes de residuos sólidos provenientes de las actividades del proyecto;
- Implementar y actualizar periódicamente una base cartográfica de zonificación de suelos del Proyecto;
- Cumplir con la legislación ambiental.

### **9.2.4.2 Características**

El control del suelo durante la fase de construcción del Proyecto tiene el fin de reducir las erosiones, utilizando lo mínimo necesario para el desarrollo de las actividades, proteger la flora y la fauna existente en la zona y la calidad del paisaje.

Para poder mitigar el impacto al suelo primero se debe identificar dónde éste se podría ver más afectado y también cuáles serían las actividades que causarían este impacto.

- Destape y excavaciones;
  - Construcción de instalaciones y obras civiles;
  - Derrames por productos peligrosos o combustibles;
  - Generación de desechos sólidos;
  - Uso de maquinaria pesada.
- 
- **Manejo de Desechos Sólidos**

Se establecerán contenedores móviles para la recolección y acumulación de desechos sólidos, a fin de que el sistema de recolección municipal se encargue de su transporte y destino final.

Se instalarán tarros de basura debidamente etiquetados para la separación y clasificación en origen, es decir, se acumulará por separado los desechos metálicos de los orgánicos, papel, cartones o plásticos, de forma de poder reutilizarlos o entregarlos a gente que haga comercio de los mismos.

### **9.2.4.3 Proyectos para la Conservación del Recurso Suelo**

A continuación se proponen cinco (5) proyectos con los que se persigue prevenir, mitigar y en algunos casos compensar aquellos impactos propios del proyecto.

Los proyectos van encaminados a que el desarrollo de las actividades del proyecto generen el menor deterioro del suelo, el paisaje y las aguas, que es a donde finalmente se depositarán los suelos de arrastre, de no aplicarse de manera estricta las medidas ambientales propuestas.

#### **9.2.4.3.1 Proyecto 1: Zonificación de Usos del Suelo**

La zonificación de usos del suelo se basa en la actualización de la cartografía respecto a los usos presentes en cada uno de los predios o áreas del proyecto, identificando principalmente aquellas de manejo especial o degradado donde se desarrollarán las actividades tendientes a recuperar, manejar o conservar los recursos naturales y al cumplimiento de lo propuesto en el PMA.

La cartografía que se genere debe mostrar una delimitación exacta de cada uso, describir su área y condiciones actuales y permitir su actualización permanente, conforme se desarrollen actividades que modifiquen su uso inicial o muestren la evolución de aquellas zonas degradadas, como resultado de los trabajos de recuperación y conservación realizados por el Proyecto de reubicación de las viviendas juntos a los ríos Portoviejo, Burro, Manta y Bravo.

#### **9.2.4.3.2 Proyecto 2: Control de Erosión**

La presencia de áreas degradadas con procesos erosivos acelerados es atribuida principalmente a los frentes de construcción de las viviendas junto a los ríos Portoviejo, Burro, Bravo y Manta y a la apertura de vías construidas sobre los tramos encajonados dentro de la ciudad, que ocasionan pérdida de suelo y desestabilización de áreas.

Las coberturas vegetales son la mejor alternativa para realizar el manejo ambiental en proyectos de ingeniería, que atienden problemas de movimientos de tierras o hidráulicos.

Los principales efectos a mitigar son los siguientes:

- Arrastre de materiales por deslizamientos;
- Pérdida de cobertura vegetal;
- Arrastre de materiales por escorrentía superficial;
- Uso inadecuado del suelo.

Se debe estabilizar y proteger los taludes generados en el desarrollo de las actividades del proyecto especialmente en la construcción de las zanjas para la tubería, de manera que no se presenten derrumbes y arrastre de sólidos hacia los taludes inferiores, quebradas o vías, poniendo en riesgo a los trabajadores, equipos y maquinaria, cubriendo zonas con vegetación y contaminando los cuerpos de agua.

El constructor no depositará el material sobrante en el cauce de los ríos, quebradas ni al aire libre. En lo posible empleará tal material para rellenar o en la construcción de terraplenes.

El constructor no verterá ningún material en terrenos de propiedad privada, sin la previa autorización del dueño, debidamente ejecutada y notariada y con visto bueno del Fiscalizador Ambiental.

Los sitios para desperdicios de materiales excedentes, deberán ubicarse de tal manera que no perjudiquen el paisaje y que en lo posible no causen perjuicios al medio ambiente. El contratista deberá conformar, explanar y arreglar los sitios de extracción o depósito de materiales para que tengan una buena apariencia.



## **Manejo Adecuado del Suelo**

- Retirar el suelo solo lo estrictamente necesario de acuerdo a los parámetros de diseño del proyecto;
- Disposición adecuada de materiales provenientes de las actividades constructivas (selectividad);
- Preparación y uso adecuado de escombreras.

Se evitara, en lo posible, la excavación fuera de la faja de dominio.

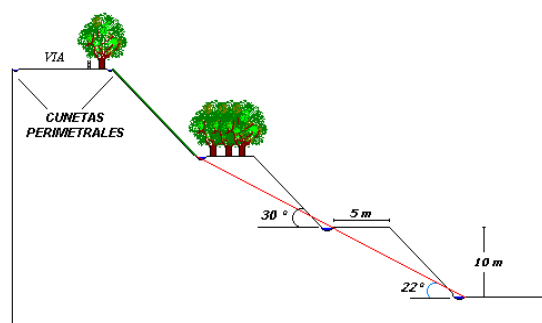
Los excedentes de materiales provenientes del movimiento de tierras, deberán ser dispuestos en sitios que no interrumpan el drenaje natural, ni que tengan pendientes superiores al 30%, por cuanto en las primeras lluvias estos materiales provocaran daños en los lugares situados al pie de las pendientes.

Los lugares donde han sido dispuestos los materiales deben luego ser cubiertos de vegetación, utilizando especies herbáceas y arbustivas.

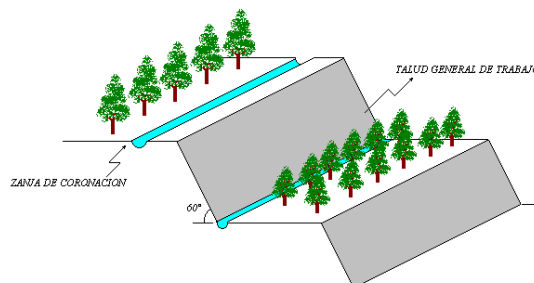
## **Manejo Adecuado de Taludes**

El principal objetivo del manejo de taludes en la fase de construcción es la prevención de las fallas.

**FIGURA 9-1**  
**CONSTRUCCIÓN DE TERRAZAS**



**FIGURA 9-2**  
**MANEJO DE LA RESTAURACIÓN**



### 9.2.4.3.3 Proyecto 3: Manejo y Restauración Paisajística

El paisaje ha sido afectado desde hace más de veinte años e indica que las áreas explotadas por la instalación desordenada de viviendas junto a las riberas de los ríos tienen un común denominador: una vez terminada la construcción de la vivienda o la adecuación morfológica, la superficie del terreno queda en estado totalmente destruida, es decir, desprovista de suelo o capa vegetal alguna.

En estas condiciones, el desarrollo de la vegetación es muy difícil y lento. A veces, cuando el clima es muy agresivo (seco y muy irregular) y los taludes muy inclinados, el desarrollo vegetal se vuelve difícil.

Para seguridad de la ciudad y sus habitantes se debe exigir al constructor conservar taludes finales no solamente estables morfológicamente sino recuperables vegetalmente y a la vez, aplicar sistemas adecuados de revegetación que permitan prevenir procesos erosivos y recuperar las condiciones paisajísticas de la zona.

En lo posible se propone un talud "de compromiso" entre las necesidades ecológicas y las razones económicas. Ya que algunos taludes aseguran una estabilidad cinemática a los cortes, pero en ocasiones no son suficientemente favorables al desarrollo vegetal natural o aún inducido. Pero por otro lado, un talud muy tendido disminuye drásticamente los volúmenes de agua en el río.

Se debe considerar la siembra directa de las semillas en los taludes. Para ello se sugiere el siguiente procedimiento:

- **Preparación del lecho de siembra:** Consiste en dar una rugosidad adecuada al talud. Si las semillas se van a plantar en surcos, es conveniente dejar el suelo más o menos liso, con surquillos de unos 5 cm de profundidad;

- Si la siembra se hace en surcos, la semilla debe quedar a unos 2,5 cm de profundidad. Junto con las semillas se puede agregar algún fertilizante rico en nitrógeno;
- Si la siembra se hace al voleo es preferible la dispersión de las semillas y del fertilizante en una suspensión en agua.

La selección de las semillas es de gran importancia para un programa de rehabilitación de taludes. En un comienzo se recomienda establecer una cobertura herbácea a base de gramíneas y leguminosas.

Al terminar la siembra, es conveniente cubrir el suelo con maleza, u otro material que actúe como cubierta protectora mientras germina la semilla.

Una vez desarrollada la cobertura vegetal así sembrada, se recomienda protegerla del pisoteo y aprovechamiento de animales mediante una cerca apropiada.

Se puede hablar de reforestación paisajística y para recuperación de suelos.

La reforestación para recuperación de suelos, es aquella que se debe realizar en las zonas que están afectadas por escombreras, erosión, deforestación y deslizamientos.

Para la reforestación de estas zonas se deben sembrar las especies siguiendo las curvas de nivel, con distancias entre árboles de 5 m, y distancia entre líneas entre 5 y 7 m o según la pendiente, observando que el pie de la línea superior coincida con la copa del árbol de la línea inferior.

- ***Plan de Revegetación y Reforestación***

Se deberá revegetar y reforestar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas, todas aquellas áreas donde se requiera restaurar el hábitat afectado, específicamente al borde de los ríos.

Esta actividad se la realizará con una recuperación del suelo orgánico y será complementada proporcionando abono y materia orgánica en la fase de siembra.

Se reconstruirá el hábitat natural y las especies arbóreas serán plantadas en el área de acuerdo a un diseño atractivo, que mejore el entorno y rehabilite las áreas degradadas, así como en los lugares donde se diseñe escalinatas y plazoletas para la distracción o sean de atractivo turístico.

Se deberá tener un seguimiento o monitoreo de las especies sembradas, así como de su prendimiento, el primer trimestre del año se lo realizará semanalmente y luego mensualmente por 2 años, en caso de mortalidad de las especies vegetales, serán reemplazadas por nuevas plántulas, hasta obtener un éxito en la reforestación.

Las especies para la reforestación.

- "muyuyo" *Cordia lutea*,
- "laurel" *Cordia alliodora* (Borraginácea),
- "boya" *Ochroma pyramidale* (Bombacácea),
- "clavellin o flor de mayo" *Browne multijuga*,
- "pachaco" *Schizolobium parahyba*, (Caesalpinaceae),
- "guarumo" *Cecropia sp.* (Cecropiaceae),
- "niguito" *Muntingia calabura* (Flacourtiaceae),
- "porotón" *Erythrina sp.* (Fabaceae),
- "guaba" *Inga edulis*, *Inga sp.*,
- "algarrobo" *Prosopis juli flora* (Mimosácea),
- "cola de zorro" *Acalypha hispida*,
- "sangre de drago" *Crotona sp.* (Euphorbiaceae),
- "algodón",
- "ficus",
  
- "cedro" *Cedrela odorata* (Meliácea),
- "Fernán Sánchez" *Triplaris cumingiana* (Poligonácea),
- "guayacán" *Tabebuia chrysantha*,
- "bototillo" *Cochlospermum vitifolium* (Bignoniácea), *Carludovica palmata* (Ciclantácea),
- "platanillo" *Heliconia sp.* (Heliconiaceae), *Calathea lutea* (Marantácea),
- "maní forrajero" *Arachis hipogaea* (Fabaceae).

#### 9.2.4.3.4 Proyecto 4: Gestión Integral de Desechos Sólidos

La política de gestión de desechos sólidos de la constructora deberá ir encaminada a impedir o minimizar de la manera más eficiente los riesgos que para los seres humanos y el ambiente ocasionan los desechos sólidos, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al óptimo desarrollo de las actividades del Proyecto.

La filosofía del programa se soporta básicamente en la "Gestión Integral de Desechos Sólidos GIDS", la cual puede ser definida como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas idóneos para lograr metas y objetivos específicos de la gestión de desechos.

El Programa de Gestión Integral de Desechos Sólidos, considera objetivos, metas, estrategias y proyectos concretos que se desarrollarán a partir del conocimiento de la realidad del proyecto y sus particularidades.

En la gestión de desechos se utilizará una jerarquía para clasificar las acciones en la implementación del programa. La jerarquía de GIDS utilizada es la de reducción en el origen, reciclaje, transformación de desechos y disposición final.

- **Reducción en el origen:** El rango más alto de la jerarquía de GIDS, implica reducir la cantidad y/o toxicidad de los desechos que son generados en el desarrollo de las diversas actividades del proyecto. La reducción en el origen es la forma más eficaz de reducir la cantidad de

desechos y el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales.

- **Reciclaje:** Implica la separación y la recolección de materiales residuales, en los campamentos y en las áreas de trabajo.
- **Disposición final:** Los desechos que no pueden ser reciclados y no tienen ningún uso adicional serán depositados en el lugar indicado por el municipio de Manta.

El programa comprende el manejo de los diferentes tipos de desechos a generarse con el proyecto, tales como, desechos sólidos convencionales, desechos peligrosos, desechos químicos.













El Constructor deberá indicar su cronograma relacionado a las actividades de limpieza y desalojo de materiales. Esa incluirá la limpieza mecánica (buldózer) o manual o las dos cuando sea del caso.

Cada empleado debe llevar su propio equipo de protección de acuerdo al trabajo asignado.

**TABLA 9 - 8**  
**TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS**

Desecho	Composición
No Peligrosos	
Domésticos	Desechos de dormitorios y cocina
Orgánico	Todo resto de comida
Plástico	Botellas, fundas, envases no contaminados
Piezas mecánicas	Metal
Repuestos	Repuestos de maquinarias, vehículos, equipos
Chatarra	Latas, tubos, mallas
Cartón, papel y plástico	Oficinas, cuartos, bodegas
Material de construcción	De las minas, ríos
Peligrosos	De enfermería
Envases reactivos químicos	Envases usados de reactivos químicos
Baterías	De vehículos, de equipos electrónicos
Recipientes de aceite y lubricantes, aceites usados	Aceite de carro y de motores
Suelos contaminados	De combustibles, aguas negras, aceites
Trapos contaminados, filtros de aceite	Hidrocarburos y aceites residuales materiales contaminados con petróleo, filtros de aceite, grasas
Bombillas de luz y fluorescentes	
Sanitarios	Ampollas, gasas, curaciones, jeringas

**TABLA 9 - 9**  
**CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS, RECIPIENTE Y SEÑAL DE IDENTIFICACIÓN**

Clase de Residuo	Contenido Básico	Color	Rótulo
No peligrosos Biodegradables	Hojas y tallos de árboles, grama, barrido del prado, y desechos de alimentos no contaminados	 Verde	No peligrosos Ordinarios y/o inertes
No peligrosos Reciclables plástico	Bolsas de plásticos, vajillas, garrafas, bolsas de polietileno sin contaminar.	 Gris	 Reciclable plástico
No peligrosos Reciclables vidrio	Toda clase de vidrio	 Gris	 Reciclable vidrio
No peligrosos Reciclables cartón y similares	Cartón, papel, archivo y periódico	 Gris	 Reciclable cartón papel
No peligrosos Reciclables chatarra	Toda clase de metales	 Gris	 Reciclable chatarra
No peligrosos Ordinarios e inertes	Servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, vasos desechables, colillas Tela	 Verde	No peligrosos Ordinarios y/o inertes
Peligrosos infecciosos Biosanitarios Cortopunzantes	Cultivos, mezcla de microorganismos, medios de cultivo, vacunas vencidas o inutilizadas, medicinas caducadas	 Rojo	 Riesgo biológico

#### 9.2.4.3.5 Proyecto 5: Gestión de Desechos Peligrosos

El Proyecto busca implementar un sistema de manejo de desechos peligrosos, por lo que da prioridad a la utilización de tecnologías limpias que busquen la sustitución de insumos tóxicos por otros menos peligrosos. Aun cuando se logre

minimizar y tratar efectivamente los desechos, estos deben ser dispuestos adecuadamente.

Se trata de prevenir los riesgos a la salud de las personas y al medio ambiente, causados por un inadecuado manejo y disposición de los desechos peligrosos generados en el Proyecto.

Se debe promover la minimización de desechos peligrosos, sustituyendo productos de alta peligrosidad, por otros de menor riesgo.

Fomentar una cultura de prevención de los riesgos atinentes a los desechos peligrosos, dentro de las familias, trabajadores y visitantes al Proyecto.

## **9.2.5 Programa de Rescate y Manejo de Fauna Silvestre**

### **9.2.5.1 Proyecto 1: Rescate de la fauna**

Uno de los más importantes problemas a resolver en los proyectos de uso de los recursos hídricos, es el manejo de los severos impactos que pueden provocar sobre los ríos y la vegetación en general.

Los ríos Portoviejo, Bravo, Manta y Burro, por sus características geográficas y ambientales, alberga un sinnúmero de especies de flora y fauna, algunas de ellas llegadas en el último fenómeno de El Niño como es el caso de las "lagartijas verdes" "garzas blancas" "tortugas" "boas" que son consideradas especies amenazadas, endémicas o cuya distribución es restringida.

Se la cataloga como un "hot spot" o región de gran importancia para su conservación, debido a su gran adaptación a la zona a pesar de estar poblada

En la fase de remoción de la cubierta vegetal o desbroce, se cortan y remueven todos los árboles, arbustos, epifitas, hierbas, en ocasiones también se remueve la capa vegetal, este proceso origina cambios en la estructura del bosque originando la muerte de la mayoría de individuos.

El constructor incorpora en el Plan de Manejo Ambiental el Proyecto de Rescate de la fauna cuyo objetivo principal es reducir los impactos ambientales y sociales negativos, mediante el rescate y manejo de algunos elementos de la fauna local de gran importancia a nivel de endemismo y diversidad, los mismos que podrían verse afectados por las actividades constructivas.

En las zonas del proyecto se determina un alto grado de intervención por grupos humanos, principalmente por la acción de la deforestación y cambio de uso del suelo, lo que ha causado impactos negativos a la flora y fauna, construcción de viviendas por lo que será prioridad para el constructor implementar un programa de conservación de fauna silvestre, con el propósito de evitar que por acción del proyecto las especies todavía existentes puedan ser afectadas y en lo posible su alcance sea mayor y se logre un rescate de especies con un trabajo técnica y científicamente manejado, como el planteado a continuación.

- Defender y proteger la diversidad de especies silvestres que habitan en el hábitat presente en el área de influencia directa e indirecta del proyecto;
- Plantear acciones preventivas y correctivas que permitan evitar o mitigar algunos impactos de la obra frente a las diferentes comunidades de fauna silvestre;
- Cumplir con la legislación ambiental respecto a la biodiversidad y contribuir con la política ambiental de la empresa.

## **9.2.6 Programa de Capacitación y educación ambiental**

### **9.2.6.1 Introducción**

La capacidad para planificar e implementar respuestas a los problemas ambientales generados por el proyecto, puede verse limitada por un conocimiento insuficiente de las actividades causantes de la degradación ambiental, así como de sus efectos.

El Municipio y la Empresa de Agua reconocen que para garantizar el cumplimiento de las actividades de construcción y operación del proyecto, debe cumplir con las normas ambientales vigentes en el país. Para esto es necesario desarrollar un programa de capacitación al personal involucrado, de manera tal que no sólo se cumplan con los procedimientos sino que también el personal sea consciente de los impactos reales o potenciales de la actividad.

Este programa estará dirigido a los trabajadores de la constructora, prestadores de servicios y comunidad en general asentada en el área de influencia del proyecto.

### **9.2.6.2 Objetivos**

#### **9.2.6.2.1 Objetivo General**

Llevar a cabo procesos formativos con todos los involucrados en la ejecución del proyecto para incentivar la participación activa en el desarrollo de actividades de conservación, mejoramiento y recuperación de las condiciones ambientales relacionadas con su entorno inmediato, además de instruirlos en la manera adecuada de realizar las diferentes actividades del proyecto con el fin de mejorar la competencia en el trabajo y evitar toda clase de riesgos.

Otorgar la capacitación necesaria para el personal que laborará en la empresa Constructora y sus prestadores de servicios, a fin de formar gente capacitada y dar un correcto cumplimiento a la normatividad ambiental.



### **9.2.6.2.2 Objetivos Específicos**

- Efectuar talleres teórico – prácticos sobre la adecuada ejecución de las diferentes actividades que se desarrollan en el proyecto;
- Implementar acciones de educación ambiental que se apoyen en las actividades desarrolladas en los programas tales como manejo y recuperación de las cuencas hidrográficas de los ríos Portoviejo, Bravo, Burro y Manta, protección de la biodiversidad y ejecución de prácticas de control de la erosión;
- Realizar talleres de educación ambiental dirigidos al personal vinculado al proyecto, enfatizando en el conocimiento de los impactos que causan sus actividades sobre el ambiente y la forma de participar en el manejo de dichos impactos;
- Apoyar los procesos de educación ambiental, formal y no formal, que se desarrollen por parte de las familias, establecimientos educativos y autoridades locales, dentro del área de influencia del proyecto;
- Realizar conferencias periódicas, que ilustren y motiven al personal del proyecto y a la comunidad en general, acerca de diversos temas ambientales.

### **9.2.6.3 Indicadores de Seguimiento**

Para verificar el cumplimiento de este programa y calificar su efectividad se tendrán en cuenta los siguientes indicadores:

- Elaboración del programa de capacitación;
- Programa de capacitación acorde con las necesidades del proyecto;
- Número de talleres realizados;
- Personal capacitado;
- Asistencia a las capacitaciones;
- Nivel de aceptación de los talleres;
- Conferencistas capacitados en cada tema;
- Mejoras del nivel de conocimientos del personal capacitado con respecto a los temas de los talleres.

El constructor deberá coordinar con los empleados que laboran para exponer el proyecto y recibir las instrucciones todo el personal sobre el Plan de Manejo Ambiental.

La finalidad es que los trabajadores se capacitan en el cumplimiento de las actividades específicas y así evitar cualquier emergencia que podría suceder y afectar no solo al entorno sino su integridad física, además, facilitará la realización de charlas frecuentes con el personal, en los siguientes temas generales:

- **Uso de y manejo de equipos y extintores**

Todo trabajador será capacitado en el uso y manejo correcto de los equipos extintores existentes, para responder efectiva y rápidamente ante una eventualidad que se pudiere presentar durante el cumplimiento de sus actividades.

- **Uso del equipo mínimo de protección personal**

Se realizarán charlas sobre la necesidad del uso permanente del equipo de protección personal, a fin de evitar posibles daños a la integridad física del trabajador, durante el cumplimiento de sus actividades.

Con respecto a la protección de oídos, cualquier trabajador o empleados que estuviesen expuestos a ruidos mayores a 75 decibeles deberán ser provistos de una protección en los oídos (orejeras).

### **9.2.7 Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

El diseño y ubicación de sus instalaciones sanitarias no deberán ocasionar la contaminación de sus aguas superficiales ni el suelo. En todo caso deberán ser aprobados previamente por el Fiscalizador Ambiental.

Tendrán puesto de primeros auxilios, con las instalaciones necesarias para servicio de emergencia.

Contará con instalaciones de agua corriente, agua potable, servicios sanitarios, fuerza eléctrica y deben asegurar condiciones racionales de seguridad, comodidad e higiene.

Los patios de maquinaria deberán contar con medidas de seguridad que eviten el derramamiento de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes.

#### **9.2.7.1 Introducción**

El Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional propuesto, contiene normas, especificaciones, diseños, procedimientos e instructivos aplicables a la actividad que desarrolla toda empresa constructora, con el objetivo de prevenir, controlar o minimizar las posibles pérdidas (personas, equipos, materiales, ambiente) que se pueden generar en su ejecución.

Contar dentro de la empresa constructora con un verdadero Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, constituye una parte fundamental e irremplazable, ya que permite focalizar el objetivo del proyecto dotación de los servicios básicos del cantón Manta y llevarlo a cabo, con base en la prevención de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales, a fin de irlo diseñando, implementando y mejorando continuamente.

Por décadas se ha practicado la filosofía de que focalizar los esfuerzos en la prevención de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales es más competitivo y rentable que enfrentar accidentes de trabajo lamentables e irreparables; es por ello que elaborar un Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional consistente, constituye un instrumento esencial para minimizar todas aquellas pérdidas que pueden ocasionarse al no desarrollar el proyecto adecuadamente y aplicando prácticas más seguras y eficientes, dando cumplimiento a las normativas nacionales e internacionales.

#### **9.2.7.2 Objetivo**

Determinar e implementar todas aquellas normas nacionales e internacionales referentes al área de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional a través de la formulación de políticas, reglas generales de seguridad y salud, procedimientos, instructivos y otros documentos que permitan el normal desenvolvimiento de la actividad de la empresa.

#### **9.2.7.3 Indicadores de Seguimiento**

- Implementación de las estrategias del programa de seguridad industrial y salud ocupacional;
- Sistema de seguridad industrial y salud ocupacional acorde con las necesidades del proyecto;
- Aplicación de las recomendaciones de las cartillas de procedimientos.

#### **9.2.7.4 Proyectos**

Los siguientes proyectos se basan en los requerimientos básicos que la constructora debe cumplir para evitar riesgos de cualquier tipo, en la realización de las diferentes actividades del proyecto.

##### **9.2.7.4.1 Proyecto 1: Identificación y Evaluación de Riesgos**

###### **9.2.7.4.1.1 Objetivo**

Toda actividad que implique contar con la presencia del talento humano está obligada a desarrollar una identificación y evaluación de riesgos, que permita conocer todos aquellos riesgos (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales), a los cuales está expuesto el trabajador durante la realización de sus actividades laborales y conocer si son tolerables, controlables e implementar medidas preventivas o correctivas según el caso y mejorar el ambiente de trabajo y el desempeño del talento humano.

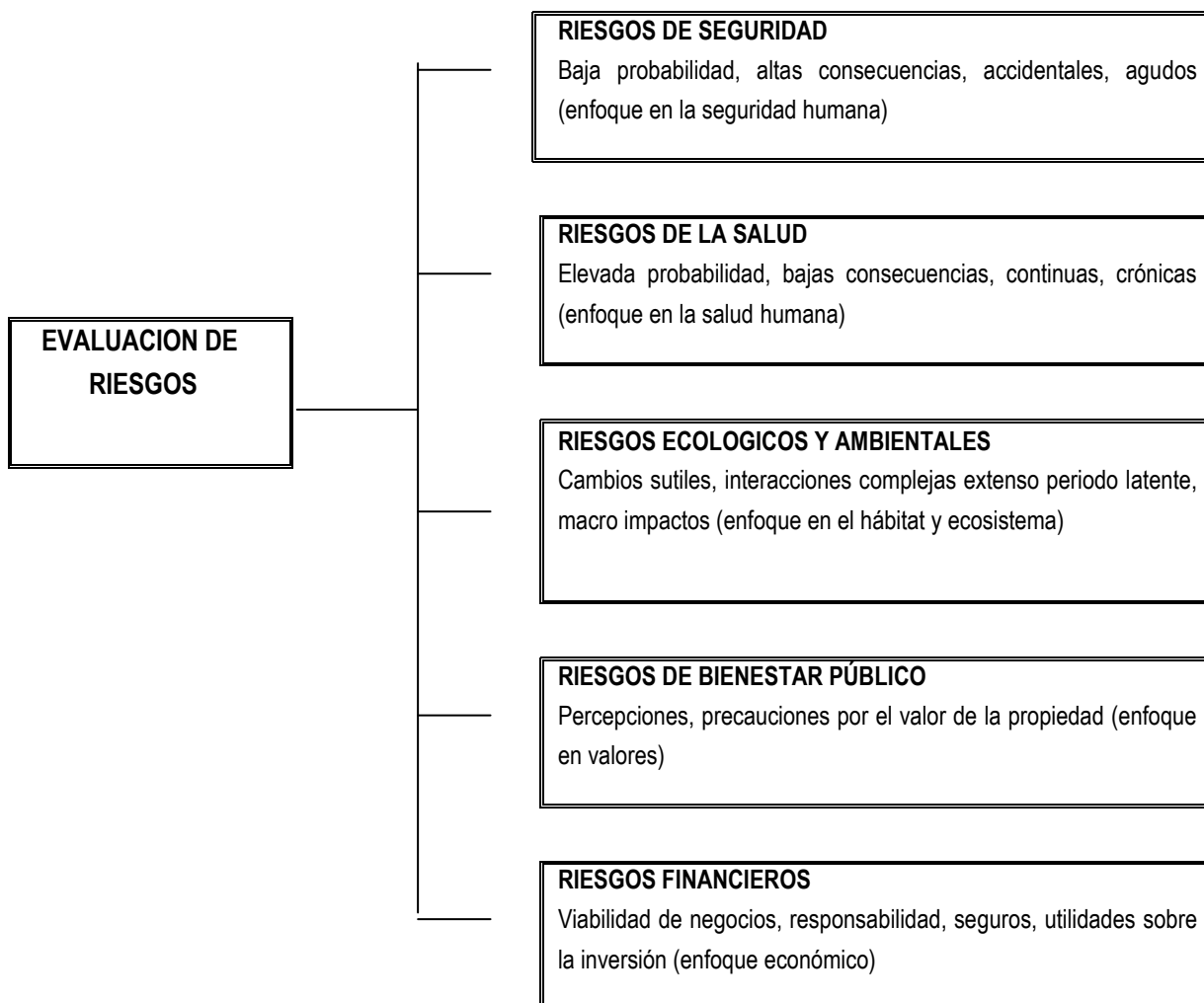
### 9.2.7.4.1.2 Descripción

La evaluación de riesgos se puede definir como el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de los efectos adversos durante un lapso específico de tiempo.

La identificación y evaluación de riesgos consiste en establecer claramente si los procesos de operación que realiza la constructora generan riesgos internos y externos, los cuales son determinados con base en un levantamiento de información in situ y aplicando métodos reconocidos para el análisis de riesgos.

Esto permitirá realizar la matriz de riesgos y el mapa de riesgos y así mantener un control efectivo de los mismos, mediante la aplicación de medidas preventivas y correctivas según el caso.

**FIGURA 9 - 3**  
**EVALUACIÓN DE RIESGOS**



### **9.2.7.4.1.3 Planificación para la Identificación de Riesgos**

La constructora deberá establecer y mantener procedimientos para una continua identificación de riesgos, evaluación de peligros e implantación de controles necesarios para cada riesgo existente.

Para la identificación de riesgos se puede emplear varias metodologías, como: Inspecciones Planificadas, no Planificadas, tener contacto directo con el personal que labora en el proceso productivo, además de utilizar técnicas conocidas como listas de verificación, árbol de fallos, Método Fine, entre otras.

### **9.2.7.4.1.4 Mapa de Riesgos y Rutas de Evacuación**

Contar con un mapa de riesgos adecuado constituye una herramienta fundamental y de gran ayuda en el momento en que se presente una emergencia, permitiendo establecer rutas de evacuación seguras para el personal que se encuentra laborando dentro de las instalaciones de los campamentos y para las personas (visitantes, contratistas) que estén presentes el momento de la emergencia.

Los mapas de riesgos, así como sus rutas de evacuación correspondientes, deben ser divulgados a todo el personal perteneciente a la constructora a través de una capacitación adecuada, para que comprendan claramente su contenido y puedan actuar adecuadamente en una emergencia.

#### **▪ Objetivo**

Diseñar el mapa de riesgos que se generará como resultado del proceso de identificación y evaluación de riesgos.

#### **▪ Descripción**

El Mapa de Riesgos establecerá y graficará todos los riesgos que están presentes en las diferentes áreas que conforman las actividades de la constructora.

### **9.2.7.4.2 Proyecto 2: Estructuración del Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

#### **9.2.7.4.2.1 Objetivos**

Elaborar, sistematizar y difundir a todo el personal que labora en la constructora, los diferentes procedimientos, normas y reglamentos, que sobre el tema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional se vayan implementando, que permitan desarrollar una cultura de seguridad dentro de las actividades diarias que se realizan en el proyecto, con la finalidad de proteger al talento humano que labora

en la construcción, así como, la biodiversidad existente en su entorno y sus instalaciones.

Los objetivos específicos del sistema deben ser fijados tomando en cuenta lo siguiente:

▪ **Identificación de riesgos**

- Prevención primaria, secundaria y terciaria;
- Protección a la salud de los trabajadores;
- Promoción de la salud;
- Adaptación de los lugares de trabajo a la presencia de los trabajadores;
- Respuesta de atención en salud y primeros auxilios.

**9.2.7.4.2.2 Metodología**

**Principios del sistema**

El Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional contempla los siguientes principios de planeación:

- Planeación;
- Políticas;
- Objetivos y Metas;
- Programas;
- Estrategias;
- Evaluaciones y auditorias.

En primera instancia, para elaborar un sistema es necesario establecer los principios que fundamenten su creación, por tal motivo se debe tomar en cuenta:

- El sistema debe formar parte de un concepto de Gestión Global y comprometer a la gerencia y a la dirección de la constructora;
- La participación del personal de la constructora es clave para lograr estructurar los trabajos de construcción;
- Se debe garantizar la administración como la capacidad de monitoreo de las obras;
- La evaluación y auditoría será la encargada de constatar los logros y las falencias del sistema.

• **Componentes del sistema**

Un sistema de seguridad y salud en el trabajo debe incluir los siguientes componentes:

- Personal y organización del trabajo comprometido;
- Materiales, equipamiento y aspectos técnicos en general;

- Ambiente, incluyendo el medio ambiente de trabajo y el general.
- **Condiciones del sistema**

A todo nivel debe asegurarse el desarrollo de las siguientes condiciones:

- Información sistematizada;
- Capacitación y organización;
- Métodos y técnicas validadas;
- Formación específica;
- Normas reconocida.

Para lograr los compromisos del sistema es necesario tener en cuenta los siguientes lineamientos:

**Figura 9 - 4**  
**Lineamientos para Comprometerse con un Sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**



- **Política Integral**

Es la política integral de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional de la constructora.

#### **9.2.7.4.2.3 Estrategia de Seguridad Industrial**

- **Objetivo**

Formular, elaborar, implementar y difundir a todo el personal que laborará en la constructora, los diferentes procedimientos, normas y reglamentos sobre el Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

## ▪ **Reglas Generales de Seguridad Industrial**

Las siguientes reglas generales de seguridad industrial son aplicables a todas las instalaciones del campamento de la constructora y los trabajadores están obligados a cumplirlas a cabalidad.

- Comunique las condiciones de riesgos, incidentes y accidentes;
- Recorra las instalaciones, reconozca los peligros, no corra riesgos;
- No bloquee el acceso a los extintores, ni salidas de emergencia;
- En caso de emergencia, mantenga la calma;
- En caso de evacuación, evacue por su derecha;
- Cumpla en todo momento con las indicaciones de las señales y carteles de seguridad;
- Mantenga siempre el área de trabajo limpia y ordenada;
- Utilice siempre los implementos de protección personal adecuados por actividad;
- Renueve o cambie su equipo de protección personal cada vez que estén deteriorados o hayan cumplido su tiempo de vida útil;
- Mantenga una postura correcta para la manipulación y transporte manual de cargas;
- Está prohibido el porte y uso de armas (salvo personal autorizado), bebidas alcohólicas y drogas dentro de la compañía;
- Está prohibido ingresar a las instalaciones de los frentes de trabajo en estado etílico o bajo la influencia de drogas;
- Evite hacer o provocar bromas pesadas, evite distraer a otros, no corra;
- Solo se permite fumar en lugares predeterminados.

## ▪ **Cuadernillo de Procedimientos**

Los procedimientos deberán ser creados de acuerdo a los factores de riesgo presentes en el proyecto, deberán además ser aprobados por la gerencia de la constructora, divulgados a todo el personal involucrado y actualizado acorde con las necesidades del proyecto.

Los procedimientos deben contener los componentes que a continuación se mencionan:

- **Propósito**

Se refiere a los objetivos por el que se crea el procedimiento.

- **Alcance**

Es la parte del procedimiento en la que se determina el alcance o campo de aplicación del procedimiento, puede ser a un área, a una actividad específica o un campamento completo.



- **Terminología**

En este punto se debe definir todos los conceptos que se utilizan para describir o explicar el procedimiento.

- **Responsables**

Se definen y se describen el personal responsable y las responsabilidades respectivas para llevar a cabo el cumplimiento del procedimiento.

- **Control del procedimiento**

Enuncia la forma en la que se deberá controlar el procedimiento, las personas que pueden tener acceso a éste, el tiempo de duración y actualización, la manera de archivarlo.

- **Descripción del procedimiento**

Se describe paso por paso los puntos a seguir para poder aplicar el procedimiento, se detalla en forma específica los pasos que se debe cumplir en el procedimiento.

- **Normas de seguridad**

Se deben mencionar las normas o reglas que el personal debe tener en cuenta el momento en que ejecuta el procedimiento.

- **Cambios y actualizaciones**

En este punto se deben definir el número de revisión del procedimiento, las fechas respectivas, se describe los cambios que se han realizado (sea una página, versión del procedimiento, registro).

- **Anexos**

Se debe diseñar registros, listas de verificación, fotografías y listas de asistencia, que permiten tener una evidencia objetiva de la actividad que se está llevando a cabo, mediante la aplicación del procedimiento y que serán de mucha utilidad para auditorías futuras.

De acuerdo a la actividad la constructora mantiene e incorporará en corto plazo, los siguientes procedimientos:

- Dotación, uso y renovación de Equipos de protección y trabajo;
- Seguridad vehicular;
- Seguridad física;
- Ingreso a áreas confinadas;

- Manejo de productos químicos (explosivos, inflamables y gases comprimidos) y/o materiales peligrosos;
- Conservación auditiva;
- Atmósferas peligrosas y protección respiratoria;
- Prevención y protección contra incendios;
- Redes de agua contra incendios;
- Inspecciones a sistemas especiales: extintores portátiles, sistemas de comunicación y detectores de humo;
- Seguridad eléctrica;
- Protección de maquinaria y equipo;
- Uso para equipos, maquinaria móvil y fija;
- Disposiciones de seguridad para contratistas;
- Preparación y respuesta a emergencias;
- Señalización de seguridad;
- Instructivo para manejo de hojas de seguridad (MSDS) y tarjetas de emergencia;
- Inducciones de seguridad industrial;
- Reporte y análisis de accidentes;
- Control estadístico de accidentes e incidentes;
- Evaluaciones y auditorías cruzadas.

#### **9.2.7.4.2.4 Estrategia de Salud Ocupacional**

##### **▪ Objetivo**

Formular, elaborar, implementar y difundir a todo el personal que labora en la constructora los diferentes procedimientos, normas y reglamentos sobre el tema de Salud Ocupacional

##### **▪ Descripción**

El Programa de Salud Ocupacional se llevará a cabo mediante la aplicación de los artículos que estipula el Código del Trabajo referente a este tema, tales como:

- **Art. 436** referente a Asistencia Médica y Farmacéutica;
- **Art. 430** referente a vestidos adecuados para trabajos peligrosos;
- **Art. 371** referente a asistencia en caso de accidente.

Para implementar un adecuado programa, se diseñará e implementará el Sistema Local de Atención de Salud a través de un equipo médico especialista, quienes desarrollarán el proyecto en 4 fases:

- **Primera Fase:** Diagnóstico de salud ocupacional
- **Segunda Fase:** Capacitación
- **Tercera Fase:** Implementación del sistema local de atención

- **Cuarta Fase:** Evaluación, sistematización y monitoreo del sistema

- **Cuadernillo de Procedimientos**

- **Objetivo**

Elaborar procedimientos que detallen los pasos a seguir, para cumplir con los lineamientos establecidos en la estrategia de salud ocupacional.

Se describe paso por paso los puntos a seguir para poder aplicar el procedimiento.

- **Descripción**

Se deberán crear además de los recomendados por el Departamento Médico de la constructora, los siguientes procedimientos para el área de Salud Ocupacional:

- Procedimiento control médico a trabajadores:
  - Requisitos de ingreso (exámenes requeridos, vacunas);
  - Atención ambulatoria;
  - Adquisición y control de medicinas.
- Procedimiento para personal que requiere evaluaciones médicas periódicas;
- Procedimiento para administración del botiquín de primeros auxilios (inspecciones planeadas);
- Control de bebidas alcohólicas y sustancias estupefacientes y psicotrópicas;
- Limpieza y fumigación para instalaciones administrativas, campamentos y áreas de operación;
- Inducciones de salud ocupacional.

#### **9.2.7.4.3 Proyecto 3: Manual de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

Toda empresa constructora debe elaborar un manual en el que se contemple todas las políticas, normas, actividades y otros aspectos de relevancia que desarrolla; a continuación se detalla el contenido que debe tener el Manual de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Una vez desarrolladas las fases de implantación del programa de seguridad industrial y salud ocupacional, se procederá a la elaboración de un Manual del Sistema.

El Manual es el documento básico que describe el sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales a adoptarse y establece la política y la organización para desarrollarla.

- **Contenido del Manual de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

Un manual de seguridad industrial y salud ocupacional debe estar estructurado así:

- **Descripción de la Empresa Constructora**

Debe constar una descripción de la actividad a la que se dedica la constructora, así como, su localización, el número de trabajadores de nómina y de apoyo, además de su organigrama funcional y de procesos.

- **Política**

Las políticas son las directrices y objetivos generales que una organización se compromete a llevar a cabo, relativos a la prevención de riesgos laborales tal y como lo expresa formalmente la dirección; para la elaboración de la política se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecimiento de principios;
- Determinación de un compromiso visible por la dirección;
- Objetivos claros;
- Mejora continua;
- Integración de la actividad preventiva.

- **Organigrama del Sistema de Prevención**

En el organigrama del sistema de prevención, constan las responsabilidades preventivas a todos los niveles, por tal motivo aplica a todos los puestos de trabajo de la empresa constructora.

La dirección general tiene la responsabilidad total de la difusión y cumplimiento de la política preventiva, delegará responsabilidad y autoridad a todos los jefes y mandos intermedios con respecto a los temas de prevención.

- **Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo**

Los responsables del proyecto, sus administradores, supervisores y trabajadores, deberán planificar y ejecutar actividades encaminadas al reconocimiento, evaluación y control de riesgos en las labores del proyecto a fin de evitar accidentes de trabajo o enfermedades profesionales que afecten a la salud o integridad física o psicológica del personal que labore en las obras.

Además deberá adoptar, con la correspondiente previsión y oportunidad, medidas que faculten el salvamento de los accidentados, la asistencia con primeros auxilios, el transporte a los centros de salud y la debida atención médica.

En caso de que alguna persona sufra algún accidente de trabajo, los jefes inmediatos están obligados a informar al IESS y al Ministerio del Trabajo un

informe por escrito dentro de veinticuatro horas a partir del momento en que haya ocurrido el suceso. En este deberá detallarse las causas, consecuencias y medidas correctivas.

▪ **Funciones de las Unidades de Seguridad e Higiene del Trabajo**

- a) La capacitación y entrenamiento a los trabajadores, de acuerdo a los riesgos típicos de la función asignada;
- b) El registro de accidentes de trabajo, ausentismo por riesgos del trabajo y la evaluación estadística de los resultados;
- c) El asesoramiento técnico en materia de control de incendios, almacenamientos adecuado, protección de maquinaria, instalaciones eléctricas, primeros auxilios y protección de personal;
- d) El asesoramiento a los Comités de Seguridad e Higiene del Trabajo;
- e) Conocimiento y experiencia respecto de la aplicación del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo.

▪ **Sistema de Prevención**

En este punto se deberá incluir un esquema básico de la planificación y las actividades preventivas, con la finalidad de ejecutar y mantener el programa de seguridad industrial y salud ocupacional.

Se expresa mediante cuadros para los diferentes apartados de dirección, formación, evaluación de riesgos, inspecciones de seguridad, notificación e investigación de accidentes e incidentes, vigilancia de la salud, planes de emergencia, normas y procedimientos, equipos de protección personal, normativa y comunicación de la prevención.

**Tabla 9 – 10**  
**Ejemplo para la Elaboración del Sistema de Gestión**

Acción	Responsable	Plazo
Crear un sistema de control para alcance de objetivos	Gerencia general	3 meses
Diseño de plan integral de formación preventiva a todos los niveles de la empresa	Responsable de recursos humanos	3 meses
Mantener actualizada la evaluación inicial de riesgo	Coordinador de prevención o jefe de seguridad industrial	6 meses

Este tipo de tablas debe realizarse para cada uno de los apartados del sistema.

• **Normas**

Aquí se debe enunciar todas las normas y reglas generales referentes a la prevención y seguridad que se creyeren necesarias y que deberán cumplir todos los miembros de la constructora empleados y trabajadores.

- **Procedimientos**

Son las actuaciones previstas para llevar a cabo la implementación del sistema de gestión o programa de seguridad industrial y salud ocupacional, enunciadas en el manual de manera resumida.

- **Registros**

Son documentos o datos que recogen sobre todo los resultados de las actividades preventivas realizadas; también pueden ser formularios que se utilizan en determinadas actividades preventivas y que deben estar debidamente archivados.

- **Documentos Reglamentarios**

En los documentos reglamentarios consta toda la normativa nacional e internacional que la constructora maneja, con la finalidad de cumplir el sistema o programa de seguridad industrial y salud ocupacional.

Como por ejemplo:

- Código del Trabajo;
- Documento Andino de Seguridad;
- Reglamento del IESS;
- Servicio médico de empresas.
- Lineamientos para la Elaboración del Reglamento Interno de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

De conformidad con el **Art. 441** del Código del Trabajo, en todo medio colectivo y permanente de trabajo que cuente con más de 10 trabajadores; los empleadores están obligados a elaborar y someter a la aprobación del Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, el Reglamento de Seguridad e Higiene, el mismo que será renovado cada 2 años.

Para su elaboración, se detalla a continuación una guía:

- a) Razón social y domicilio
- b) Actividad económica
- c) Política empresarial
- d) Objetivos del reglamento
- e) Disposiciones reglamentarias
- f) Resoluciones (descritas por capítulos y artículos)

- Del comité paritario de seguridad e higiene del trabajo, conformación y funciones;
- De la Unidad de Seguridad y Salud, aspectos técnicos, organizativos y humanos;
- Del servicio médico de la empresa, organización y funciones;
- De las responsabilidades de gerentes, jefes y supervisores;

- Del empleo a la población vulnerable: mujeres, menores, discapacitados y temporales;
- De los riesgos del trabajo: Prevención y control;
- Del uso de productos químicos;
- De los planes de emergencia, contingencia y prevención de accidentes mayores;
- De la señalización de seguridad;
- De los exámenes médicos preventivos. De ingreso y periódicos, del tipo de examen y la periodicidad se ajustará a los factores de riesgo a los que se exponen los trabajadores en la empresa;
- Del registro de investigación de accidentes e incidentes;
- De la información y capacitación en prevención de riesgos;
- De la gestión ambiental;
- Disposiciones generales;
- Nombre, licencia profesional del especialista en seguridad y salud que participó en la elaboración del reglamento;
- Fecha y firma del representante legal de la empresa.

#### **9.2.7.4.3.1 Procedimiento de uso para Equipos, Maquinaria Móvil y Fija**

##### **▪ Propósito**

La constructora considera muy importante que se realice una inspección de uso a sus equipos y maquinaria móvil, con el objetivo de verificar que estos se encuentren en estado operativo óptimo, evitar pérdidas de tiempo y de recursos ocasionadas por fallas mecánicas.

##### **▪ Alcance**

El presente procedimiento aplica para todo tipo de equipo, maquinaria móvil y fija disponible en el proyecto.

##### **▪ Terminología**

**Equipo:** Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación que realiza un trabajo específico.

**Inspección de uso:** Es un chequeo diario que se realiza al inicio de la jornada de trabajo, en donde se verifica los sistemas básicos de operación de un equipo o maquinaria antes de que este entre en funcionamiento.

**Lista de verificación:** Es un cuestionario en el cual el operador registra las novedades existentes en el momento de su inspección.

**Maquinaria:** Conjunto de piezas u órganos unidos entre ellos que pueden ser fijos o móviles, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia. Asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular para la transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de material.

**Operatividad:** Actitud de una máquina, o de sus componentes, para desempeñar sin fallos una función determinada, en condiciones especificadas y durante un periodo de tiempo dado.

- **Responsabilidades**

**Operario del equipo o maquinaria:** Es la persona responsable de manejar u operar un equipo o maquinaria, y se encargará de llevar diariamente un control del estado de los mismos, así como del mantenimiento, limpieza y cuidado.

- **Control del Procedimiento**

Este procedimiento contiene información confidencial, la misma que tiene que ser controlada y debe ser conocida por todas las personas que manejan equipos o máquinas dentro de las instalaciones de la constructora. Teniendo presente la última versión vigente, indicada en el encabezado y debe ser actualizada cuando se cambie, modifique o adicione algún elemento al proceso; reemplazando y destruyendo todas las versiones anteriores por la nueva.

El jefe de área es el responsable de la revisión, actualización y control del procedimiento; así como de su cuidado y archivo, además será el encargado de difundirlo a todo el personal que deba manejar el mismo.

- **Descripción del Procedimiento**

Antes de empezar una jornada de trabajo el operador o responsable de ejecutar su actividad asignada, deberá realizar una breve inspección del estado de operatividad de su equipo o maquinaria, para verificar la inexistencia o presencia de peligros mecánicos, eléctricos, térmicos, de ruidos y vibraciones.

Para el caso de maquinaria, adicionalmente se debe evaluar su adecuada instalación, verificar que esté en un lugar apropiado, que no ofrezca nuevos riesgos a los operarios y que todas las operaciones de manejo, mantenimiento, limpieza sean realizadas fácilmente.

El mantenimiento de los equipos o maquinarias, es absolutamente necesario para la conservación de las mismas, para lo cual se debe elaborar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, el mismo que se puede realizar diaria, semanal, mensual, anualmente o según especificaciones del fabricante.

La operación de los equipos y maquinarias deberá ser llevada a cabo por personal instruido y capacitado en su funcionamiento y siguiendo las especificaciones del fabricante.

- **Normas de Seguridad**

Estarán en la medida de lo posible integradas en la estructura de los equipos o maquinaria y se tendrá en cuenta lo siguiente:



- Las medidas y reglas de seguridad deben ser cumplidas por todos los operarios que vayan a realizar este trabajo;
- Cumplir con las disposiciones del fabricante de los equipos y maquinarias en cuanto a su operación, funcionamiento y mantenimiento, así como los diferentes dispositivos de seguridad que éstos puedan poseer;
- Los trabajos de inspección siempre se deben realizar con los equipos y maquinas apagados y fuera de operación;
- Debe mantenerse un lugar adecuado para realizar la inspección, además se debe contar con todos los elementos necesarios.

▪ **Anexos**

En este punto se debe crear listas de verificación para cada equipo o maquinaria existente en la empresa y actualizarlos permanentemente conforme manda el control de procedimientos.

▪ **Ejemplo**

**Lista de Verificación de Inspecciones de Uso**

- Marque con una X en el casillero que corresponda;
- Escriba la fecha en que se lleva a cabo la inspección;
- Escriba el nombre y firma de la persona que realiza la inspección;
- Escriba el nombre del equipo o maquinaria a ser inspeccionada;
- Identifique si éste es móvil o fijo;
- Detalle los componentes a verificar o inspeccionar;
- Determine un casillero para emitir observaciones.

**9.2.7.4.3.2 Procedimiento para Control Médico a Trabajadores**

▪ **Objetivo**

Dar cumplimiento a lo establecido por la legislación ecuatoriana referente al Código de Trabajo y al Régimen de Seguridad Social como también cumplir con las normas establecidas por los Organismos Internacionales y empresas relacionados.

Establecer procedimientos claros de selección de personal desde la perspectiva de salud e higiene, con el propósito de detectar la presencia de patologías o enfermedades ocupacionales en curso dentro del personal aspirante, así como de aquel que labora en la empresa y así evitar accidentes potenciales con pérdidas y prevenir la responsabilidad patronal.

Servir de apoyo al área de operaciones de la constructora a través de mantener condiciones de salud e higiene en los trabajadores y así garantizar en lo posible condiciones optimas de operatividad para el elemento humano.

Mediante un adecuado manejo técnico y de higiene en la alimentación del personal, se puede prevenir enfermedades ocupacionales y no ocupacionales e inclusive se puede contribuir al control y disminución de costos por este rubro dentro de las operaciones.

#### ▪ **Alcance**

- Ser considerado como parte del Reglamento Interno de Seguridad Industrial de la constructora y como tal, deberá ser aplicado en todas las operaciones que realiza la Empresa y revisado cada seis meses;
- Consiste en instrucciones y guías para la Gerencia de HSEC<sup>5</sup> y el Departamento Médico bajo su dirección;
- Debe constituirse en una herramienta indispensable para la selección del personal a contratarse para los diferentes procesos, mediante el establecimiento de un procedimiento de control del ingreso tendiente a prevenir enfermedades ocupacionales, incapacidades limitantes y otras que pudieren afectar a los nuevos empleados; prevenir los riesgos dentro de las operaciones y proteger los intereses de la Empresa;
- Este procedimiento se complementa con el Procedimiento de Control de Bebidas Alcohólicas y Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas, con el Manual de Primeros Auxilios, el Procedimiento Emergencia y Evacuación y el Programa de Manejo de Desechos; su aplicación es obligatoria, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento Interno de la constructora.

#### ▪ **Terminología**

<b>SSMA</b>	Sistema de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Manejo Ambiental
<b>PEE</b>	Plan de Emergencia y Evacuación
<b>PMD</b>	Plan de Manejo de Desechos
<b>PSO</b>	Plan de Salud Ocupacional
<b>MSDS</b>	Hojas de Seguridad productos peligrosos
<b>EFG</b>	Examen Físico General
<b>GA</b>	Gerencia Administrativa
<b>GG</b>	Gerencia General

#### ▪ **Responsables**

<sup>5</sup> Por sus siglas en Inglés: **H**ealt, **S**afety, **E**nviromental, **C**omunity. (Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Comunidad).

---

### ▪ **Médico**

Es responsable de la selección del personal en lo referente a sus condiciones físicas y de salud antes de su contratación mediante la aplicación del Examen Físico General, exámenes de laboratorio, vacunas, procedimiento descrito dentro del PSO, con el propósito de prevenir enfermedades ocupacionales y descartar responsabilidad patronal por tales causas. El examen físico general deberá ser realizado también al término del contrato de trabajo para los mismos fines.

- Es responsable de mantener en óptimo estado el equipo médico indispensable de primeros auxilios, la medicación básica para las atenciones médicas de enfermedades ocupacionales presentadas en los lugares de trabajo y la necesaria para hacer frente a los tipos de emergencia más comunes: quemaduras, fracturas, picaduras de insectos, mordeduras de ofidios u otros animales, enfermedades cardiovasculares, heridas cortopunzantes;
- Estará sujeto a las auditorias necesarias sobre el manejo de la medicación bajo su cargo;
- Es la única persona calificada para ordenar la evacuación de un trabajador que considere requiera atención médica especializada en un centro hospitalario o clínica o de los afectados durante una emergencia de acuerdo a lo establecido en el PEE;
- Debe mantener el control actualizado de las estadísticas de atenciones diarias e incidentes y elaborar los informes mensuales respectivos para conocimiento de las gerencias de HSEC, GA y GG y de la autoridad estatal correspondiente para cualquier auditoria.

### ▪ **Trabajadores**

- De acuerdo a lo que establecen las leyes laborales y de seguridad social en el Ecuador, todo trabajador está obligado a someterse al EFG previa a su contratación, suministrando la información solicitada por el médico de manera veraz y precisa;
- En caso de que se compruebe la falta de veracidad de la misma, el trabajador se verá sujeto a las sanciones contempladas en el Reglamento Interno de Trabajo y a la terminación de la relación laboral según lo establecido en el marco legal vigente;
- El trabajador debe comunicar inmediatamente a su supervisor cualquier síntoma o afectación que sufre como resultado de alguna actividad relativa a su trabajo;
- Está obligado al uso correcto y permanente del equipo de protección personal adecuado al tipo de actividad, en previsión de cualquier lesión o enfermedad;

- Asistirá de forma obligatoria a las charlas, prácticas y entrenamiento del PSO convocadas por el médico;
  - Deberá participar en la investigación de incidentes/accidentes a través de facilitar toda la información objetiva necesaria relacionada;
  - El consumo de alcohol y de sustancias estupefacientes y psicotrópicas en los lugares de trabajo así como el presentarse en ellos bajo sus efectos, está considerado como falta grave dentro de lo que contempla el Reglamento Interno de Trabajo de la constructora, así como toda norma laboral y de seguridad social, por lo que será severamente sancionado en los términos que contempla la ley.
- **Descripción del Procedimiento**
- **Requisitos de Ingreso**

Todo trabajador que aspire a obtener un puesto de trabajo en la constructora deberá disponer de los siguientes certificados de vacunación conferidos por la autoridad estatal de salud o por laboratorio o institución médica calificada:

**a) Certificado de vacunación**

- Hepatitis A y B
- Fiebre amarilla
- Tétanos
- Tifoidea (válido y obligatorio para personal de catering)
- Sarampión – Rubéola

**b) Chequeo médico**

Realizará el Examen Físico General, elaborará una ficha médica con los datos pertinentes de acuerdo al formato existente.

El aspirante declarará por escrito y bajo juramento, la información solicitada en el Formato HISTORIA CLÍNICA respecto a patologías, enfermedades ocupacionales o incapacidades presentes de que se haya visto afectado en trabajos anteriores.

Una vez que el médico emita informe favorable y únicamente luego de firmar la condición de aptitud, podrá ser contratado el aspirante por la oficina de administración.

El incumplimiento del procedimiento anterior, podrá ser motivo de sanción como incumplimiento a normas y procedimientos relativos al desenvolvimiento de la Empresa, según lo contemplado en el Reglamento Interno.

### **9.2.7.4.3.3 Procedimiento de Protección Personal**

El objetivo es establecer las normas de prevención y control a fin de evitar la ocurrencia de accidentes de trabajo.

Prevenir la generación de enfermedades graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

- **La Seguridad de y en la Espalda**

Las heridas en la espalda son el problema número uno de seguridad en el trabajo.

Para evitar esto se debe instruir a los trabajadores en cómo realizar un levantamiento seguro.

- **Instrucciones de Levantamiento Seguro**

Antes de levantar o cargar algo, revise el camino por donde va a pasar, esto asegurará que sus pisadas serán firmes.

- En el levantamiento primero debe colocarse frente al objeto y lo más cerca posible, luego separe los pies levemente, pónganse en cuclillas, doblando las rodillas;
- Mantenga su espalda lo más recta y erguida posible;
- Agarre el objeto firmemente, contraiga su abdomen, use sus piernas para volver a levantarse, manteniendo la espalda erguida;
- Realice el levantamiento con suavidad y en forma controlada.

Al cargar un objeto hágalo con firmeza y manténgalo lo más cerca posible al cuerpo. Mantenga su espalda erguida, contraiga su abdomen y siempre que le sea posible, coloque las cargas más pesadas a un nivel más alto que el nivel del piso.

- **Trabajos con Pala**

- Vea que se agarre y su balance sea sólido;
- Contraiga su abdomen mientras levanta;
- Mantenga su pala cerca al cuerpo;
- Doble las rodillas en vez de doblar la espalda;
- Use los músculos de sus muslos para volver a incorporarse;
- Incremente su palanca colocando una de sus manos lo más cerca posible a la cuchilla de la pala

Esto le permitirá usar la fuerza de sus brazos y hombros para soportar la carga, en vez de usar la espalda.

---

- **Consejos**

- No levante objetos por encima de la cabeza;
- No gire el cuerpo al levantar o al descargar objetos;
- No pase por encima de ningún obstáculo para levantar una carga;
- Quite todo lo que esté en su camino o circule alrededor de los obstáculos;
- Mantenga un ritmo de trabajo calmado para evitar fatigarse al realizar tareas difíciles por períodos de tiempo prolongados;
- Siga las reglas de seguridad de la compañía.

- **Equipos de Protección Personal y Colectiva**

Los siguientes son los equipos mínimos de protección personal que se debe utilizar, todos estos se aplicarán dependiendo del trabajo que esté desempeñando

- Protección ocular: gafas, pantallas protectoras;
- Guantes;
- Cascos.
  
- Equipos de protección del aparato respiratorio:
  - Dependientes del medio ambiente: Mascarillas;
  - Independientes del medio ambiente: Equipos aislantes.
  
- Vestimenta: ejemplo una bata, overol.
  
- Equipos de emergencia:
  - Duchas lavaojos
  - Extintores
  - Mangas ignífugas
  
- Para guardar disolventes, ácidos y bases fuertes
  - Campanas extractoras
  - Armarios de seguridad
  
- Para transportar botellas de gases, reactivos, bidones.
  - Carretillas
  - Bidones

\*Es muy importante recalcar en que no se debe hacer nada que no se sepa hacer bien.

- **Seguridad Ante el Fuego**

El fuego es la tercera causa de muertes accidentales en el trabajo y sin embargo mucha gente ignora el peligro.

Para saber como reaccionar en caso de un incendio es importante saber lo siguiente:

Cómo comienzan los fuegos; para que esto suceda se necesita:

- **Combustible:** cualquier material combustible (sólido, líquido o gas);
- **Oxígeno:** el fuego requiere de por lo menos 16% de oxígeno;
- **Calor:** es la energía requerida para elevar la temperatura del combustible;
- **Reacción química:** el fuego ocurre cuando se lleva a cabo esta rápida oxidación o encendido.

Elimine cualquiera de estos factores y el fuego no podrá ocurrir, o se apagará si está ardiendo.

Los fuegos se clasifican en cuatro clases: A, B, C y D.

**TABLA 9 - 11**  
**CLASIFICACIÓN DEL FUEGO**

Clase de fuego	Qué Involucran	Como evitar que comience un fuego	Como apagarlos	Como identificar el extintor apropiado
<b>Clase A</b>	Combustibles ordinarios o materiales fibrosos. Ejem: madera, papel, tela, gomas y ciertos plásticos	Mantener las áreas de trabajo y de almacenaje libres de basura.  Coloque los trapos grasosos en contenedores cubiertos.	Enfríe el material por debajo de su temperatura de ignición y remojando las fibras para evitar la re-ignición.	Use agua pulverizada, espuma o extintores de químico seco de uso múltiple. No use Dióxido de Carbono o extintores comunes de químicos secos.
<b>Clase B</b>	Líquidos inflamables o combustibles. Ejem. Gasolina, kerosene, pintura, aditivos y propano.	No suministre combustible a equipos que están en espacios cerrados. No suministre combustible a los equipos que todavía estén calientes. Mantenga los líquidos inflamables almacenados en envases herméticos y a prueba de goteos. El almacenamiento de los combustibles debe ser lejos de las fuentes de chispas. Utilice líquidos inflamables únicamente en áreas bien ventiladas.	Apague todo líquido inflamable, grasas o gases, removiendo el oxígeno, evitando que los vapores alcancen la fuente de ignición o impidiendo la reacción química en cadena.	La espuma, el dióxido de carbono, el químico seco común y los extintores de uso múltiple de químico seco y de Alón se pueden utilizar para combatir estos fuegos.
<b>Clase C</b>	Equipos eléctricos energizados. Ejem: electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles y herramientas eléctricas.	Identifique los cables viejos, los aislamientos desgastados y las piezas eléctricas rotas. Evite el recalentamiento de los motores manteniéndolos limpios y en buen estado. Toda luz auxiliar debe tener protección ya que este calor puede encender combustibles ordinarios. Nunca instale un fusible con un amperaje mayor al que ha sido especificado. Inspeccione cualquier herramienta o equipo eléctrico que tenga un olor extraño. No sobrecargue los interruptores de pared.	Apague todo el fuego en equipos eléctricos energizados utilizando un agente extintor que no conduzca la corriente eléctrica.	El dióxido de carbono, el químico seco común, los extintores de fuego de Alón y de químico seco de uso múltiple pueden ser utilizados para combatir fuegos en los equipos energizados.
<b>Clase D</b>	Son ciertos metales combustibles como el magnesio, titanio, potasio y sodio. Estos arden a altas temperaturas y exhalan suficiente oxígeno como para mantener la combustión.		Este fuego apáguelo con agentes extintores de polvo seco especialmente diseñados para estos materiales, en la mayoría de los casos estos absorben el calor del material enfriando por debajo de su temperatura de ignición	Extintores de polvo seco diseñados para estos materiales.



- **Uso del Extintor**

- Hale el pasador;
- Apunte la boquilla del extintor hacia la base de las llamas;
- Apriete el gatillo manteniendo el extintor en la posición vertical;
- Mueva la boquilla de lado a lado, cubriendo el área del fuego con el agente extintor.

- **Plan de Acción de Emergencia**

Este debe estar diseñado según el trabajo que se desempeña. Deberá contener:

- Información sobre la evacuación y quien está encargado de dirigir la evacuación;
- Las rutas de escape primarias y secundarias deben estar indicadas para cada área;
- Las personas designadas como líderes en el caso de una emergencia deben tener responsabilidades específicas tales como verificar que todos los trabajadores hayan sido evacuados;
- Todos los trabajadores que pueden necesitar asistencia durante un fuego deben ser identificados durante la etapa de planeación;
- Se deben establecer simulacros para verificar la efectividad del Plan de Acción de Emergencias. Permita que éstas prácticas sean utilizadas para encontrar posibles problemas antes de que ocurra un fuego, y luego haga los cambios necesarios.

#### **9.2.7.5 Proyecto 4: Manejo de Combustibles, Lubricantes y Afines**

##### **9.2.7.5.1 Introducción**

En el Proyecto se instalará y utilizará equipos y maquinarias de tecnología limpia y demandará el uso de importantes volúmenes de combustibles, lubricantes y productos afines que requerirán la utilización de buenas prácticas ambientales para su transporte, almacenamiento, descarga y disposición final.

El uso de combustibles se enmarcará principalmente en lo dispuesto en los siguientes cuerpos legales ambientales:

- Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE). Decreto Ejecutivo 1215 del 13 de febrero del 2001.
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI: De la Calidad Ambiental. R. O. No. 1 Edición Especial del 31 de marzo de 2003.

Además de las disposiciones legales, adicionalmente rigen para estas actividades las políticas de la empresa que son de cumplimiento obligatorio.

### **9.2.7.5.2      *Objetivos***

- Cumplir con las leyes y regulaciones ambientales aplicables;
- Prevenir, mitigar y rehabilitar los impactos ambientales vinculados al manejo de combustibles, lubricantes y afines;
- Proteger la salud de los trabajadores y de quienes se ubiquen en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto que puedan sufrir impactos localizados y extensivos;
- Proteger la seguridad de trabajadores, comunidad e instalaciones;
- Mantener registros que permitan realizar un seguimiento respecto a los volúmenes y destino de los combustibles y lubricantes.

### **9.2.7.5.3      *Indicadores de Seguimiento***

- Aplicación de las disposiciones del RAOHE;
- Selección de maquinaria, equipos y vehículos impulsados por combustibles, dotados con tecnologías limpias;
- Cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativa ambiental y de seguridad industrial.

### **9.2.7.5.4      *Tipos de Combustibles***

El Proyecto demandará la utilización de combustibles para la operación de maquinarias, equipos y vehículos, para lo cual se prevé el uso de gasolina, diesel, lubricantes, aceites y grasas y GLP.

- ***Estrategia de Almacenamiento***

- a) Instruir y capacitar al personal que opera las maquinarias pesadas sobre el manejo de combustibles, sus potenciales efectos y riesgos ambientales así como las señales de seguridad correspondientes, de acuerdo a normas de seguridad industrial vigentes, respecto al manejo de combustibles;
- b) Los tanques, grupos de tanques o recipientes para combustibles se registrarán para su construcción con las normas API 650, API 12F, API 12D, UL 58, UL 1746, UL 142 o equivalentes, donde sean aplicables; deberán mantenerse herméticamente cerrados, a nivel del suelo y estar aislados mediante un material impermeable para evitar filtraciones y contaminación del ambiente, y rodeados de un cubeto técnicamente diseñado para la contención de derrames, con un volumen igual o mayor al 110% del tanque mayor;
- c) Los tanques o recipientes para combustibles deben cumplir con todas las especificaciones técnicas y de seguridad industrial del Sistema PETROECUADOR, para evitar evaporación excesiva, contaminación,

explosión o derrame de combustible. Principalmente se cumplirá la norma NFPA-30 o equivalente;

- d) Todos los equipos mecánicos tales como tanques de almacenamiento, tuberías de productos, motores eléctricos y de combustión interna estacionarios así como compresores, bombas y demás conexiones eléctricas, deben ser conectados a tierra;
- e) Los tanques de almacenamiento de derivados deberán ser protegidos contra la corrosión a fin de evitar daños que puedan causar filtraciones de los derivados que contaminen el ambiente;
- f) Los sitios de almacenamiento de combustibles serán ubicados en áreas no inundables. La instalación de tanques de almacenamiento de combustibles se realizará en las condiciones de seguridad industrial establecidas reglamentariamente en cuanto a capacidad y distancias mínimas de centros poblados, escuelas, centros de salud y demás lugares comunitarios o públicos.

Se planificará la realización de charlas a los trabajadores, para informar sobre la necesidad de mantener un ambiente natural, humano y libre de contaminantes.

- Además será necesario el instruir de manera específica a los trabajadores sobre los procedimientos operativos específicos y generales establecidos en el PMA:
- Manejo de desechos sólidos y líquidos;
- Procedimientos para situaciones de emergencia;
- Salud y seguridad laboral;
- Inducciones para el personal que labore en las tareas de construcción, este programa deberá incluir información sobre las normas para no contaminar el ambiente.

## **9.3 PLAN DE MANEJO SOCIAL**

### **9.3.1 Introducción**

El Proyecto contempla dos fases de ejecución, la primera corresponde a la fase de construcción y la segunda a la fase de operación, para lo cual la empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM, y el Gobierno Municipal de Manta, luego de realizado el levantamiento de información social de campo y elaborada la línea base social ha definido el área de influencia directa e indirecta, obteniendo como resultado la caracterización a detalle de cada una de las familias asentadas en el cantón.

Luego de procesada la información social y aplicada la metodología de evaluación de impacto ambiental se, identificaron, evaluaron y jerarquizaron los impactos potenciales y reales sobre las condiciones sociales, económicas y culturales de las familias ubicadas en los diferentes sectores del cantón.

Con el propósito de prevenir o mitigar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos identificados, se han diseñado una serie de medidas, englobadas en un Plan de Desarrollo Social, definido de una manera conjunta con la participación de las poblaciones barriales, sus líderes y representantes, las autoridades cantonales, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda y la empresa de agua potable, con una visión de largo plazo y de sostenibilidad en el tiempo, más allá de la vida del proyecto, de tal manera que las familias en forma proactiva generen sus propias alternativas de desarrollo urbano y mejoramiento de sus viviendas y barrios, sin ningún tipo de dependencia o que atenúen esa dependencia para minimizar impactos futuros que podrían generarse al cierre de las actividades del proyecto.

### **9.3.2 Generalidades**

#### **9.3.2.1 Misión Institucional**

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM, presta servicios básicos y promueve el desarrollo socioeconómico de la población que vive en el cantón Manta, directamente Relacionadas con sus Proyectos y comprometida con el cuidado y preservación del ambiente, para lo cual utiliza prácticas de trabajo con los más altos estándares éticos, técnicos y de seguridad.

#### **9.3.2.2 Visión Institucional**

Esta es una empresa líder en la actividad de prestación de servicios básicas asentada en la provincia de Manabí, cantón Manta desde hace más de 30 años, eficientemente administrada, con solvencia financiera, que opera con altos estándares de calidad, moderna tecnología y un manejo socio ambiental responsable.

La empresa cuenta con personal altamente calificado y comprometido para el desarrollo sustentable de la zona, a través de proyectos consolidados que

aseguran niveles de vida óptimos en las comunidades de la provincia. Es un ejemplo en el manejo de relaciones comunitarias donde la ética, equidad de género e interculturalidad es una práctica cotidiana.

### **9.3.2.3 Objetivo General**

Aplicar los principios legítimos que se desprenden del modelo de responsabilidad social propiciando acuerdos tripartitos de entendimiento entre las familias, autoridades nacionales y locales con la empresa, con respeto a la cultura nativa - poblacional, desterrando el paternalismo y fomentando el trabajo participativo, con solidaridad y equidad y sin ninguna discriminación, en el que las partes asumen el compromiso de apoyar y aportar al desarrollo del proyecto, con el conocimiento pleno de lo que esto significa y el convencimiento de que se aplicarán los máximos estándares socio ambientales que eliminen o minimicen los impactos negativos.

### **9.3.2.4 Objetivos Específicos**

- Establecer procedimientos que normen los procesos participativos para lograr acuerdos entre las partes, familias, autoridades locales y empresa, que serán acuerdos tripartitos sustentados en los planes de desarrollo local;
- Establecer mecanismos y canales de difusión de tal manera de contar en forma oportuna con información sobre la marcha del proyecto, los indicadores sobre los impactos sociales y los resultados de las medidas adoptadas;
- Establecer procedimientos para el seguimiento de los acuerdos con el propósito de verificar el cumplimiento de los compromisos establecidos, evaluar los resultados alcanzados y tomar las decisiones pertinentes;
- Establecer el diálogo directo entre las partes como el mecanismo válido para la solución de cualquier tipo de controversias.

### **9.3.3 Componentes del Plan de Manejo Social**

El Plan de Manejo Social se lo ha diseñado de una manera integral con el propósito de no descuidar ninguno de sus componentes, pues las interrelaciones entre cada uno de ellos serán importantes para que se lo ejecute en forma exitosa.

Los componentes del plan son:

- Acuerdo Tripartito de Entendimiento;
- Programa de Relaciones Comunitarias;
- Procedimientos de Negociación y Uso de la Tierra;

- Medidas Sociales Complementarias.

### **9.3.3.1 Acuerdo Tripartito de Entendimiento**

Luego de un intenso trabajo realizado por el equipo social y de relaciones comunitarias de la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta, dando cumplimiento a los principios que rigen el Plan de Desarrollo Social, en esta primera fase y con un proceso ampliamente participativo se propone concretar un Acuerdo Tripartito de Entendimiento, que norma en términos generales las relaciones entre la comunidad, las autoridades locales y la empresa.

Este acuerdo tripartito se ha negociado en su primera versión en la implantación del proyecto para conocer in situ las viviendas que serán afectadas; finalización de la etapa de negociación para la reubicación temporal o definitiva de acuerdo al grado de afectación para pasar a la fase de construcción del proyecto, con el compromiso de que conste como parte del EIA para oficializarlo ante las autoridades sectoriales y para que se incorpore a los planes de seguimiento y a las auditorías de cumplimiento.

#### **9.3.3.1.1 Objetivos**

- Facilitar el desarrollo y operación integral del Proyecto en forma eficiente y teniendo una perspectiva socio-ambiental;
- Facilitar la participación equitativa y significativa de las familias ubicadas en el área de influencia directa del proyecto;
- Incorporar los resultados de este Acuerdo entre las Partes en el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto;
- Asegurar que las familias ubicadas en el área de influencia del proyecto se beneficien social y/o económicamente durante todas las fases del proyecto: limpieza de los ríos, mingas de retiro de basura de los ríos, reubicación de las viviendas con riesgo, entre otras;
- Fomentar una relación de trabajo eficiente entre las partes durante las mencionadas fases.

#### **9.3.3.1.2 Programa de Difusión y Capacitación Ambiental**

El objetivo es difundir a los diferentes miembros de la comunidad, tomando como medio idóneo de difusión a los jóvenes y familias de los barrios del cantón, que previamente serán objeto de un proceso de capacitación, en los diversos temas relacionados con la preservación ambiental y su relación con la recuperación y conservación ambiental de los ríos que forman parte de este proyecto.

Pretende fomentar la conformación de clubes ambientales con jóvenes estudiantes y vecinos para que asuman compromisos con la conservación ambiental en el marco del desarrollo sustentable y se conviertan en veedores ciudadanos del componente ambiental del proyecto.

Este programa se compone de los siguientes proyectos para su ejecución y eficacia:

#### **9.3.3.1.2.1 Proyecto de Capacitación Ambiental**

Tiene como objetivo educar y capacitar a los pobladores del cantón en los diversos temas relacionados con la problemática ambiental y sus potenciales soluciones, propiciando la formación de clubes y líderes ambientales que asuman el compromiso de demandar buenas prácticas ambientales en las distintas actividades de su vida diaria.

Para ello se ha considerado planificar, capacitar y coordinar el monitoreo con los pobladores, con especial énfasis en la capacitación de mujeres, centros educativos y personas interesadas en colaborar en estas actividades de recuperación y garantizar la calidad del agua de los ríos de la zona.

La Empresa de agua potable y el Municipio han venido desarrollando parcialmente este programa desde la propuesta de alza de los costos en las planillas del servicio de agua potable como el inicio del proyecto y continúa con el personal que forman parte del equipo de trabajo y de la población local y que se encuentra realizando la toma de datos para el monitoreo hídrico y climático.

Para las siguientes fases la Empresa se propone involucrar tanto a las entidades fiscalizadoras como a la comunidad local para que participe en forma directa en el cumplimiento e implementación y monitoreo de las medidas ambientales y sociales del proyecto.

- **Educación Ambiental**

Ampliar las oportunidades de las personas sobre el conocimiento en beneficio del ambiente.

Es necesario transformar las dinámicas culturales, laborales y sociales en aras de alcanzar mayores niveles de compromiso social frente a la problemática ambiental que presenta el proyecto, un comportamiento amigable con la biodiversidad y mejoramiento de las condiciones sanitarias del área de influencia, mejoramiento de la calidad del agua, elevar la calidad de vida de la población, recuperación de los aspectos bióticos y mejoramiento del paisaje escénico.

Se usará las herramientas de la comunicación formativa, la formación no formal y las alianzas con dirigentes barriales y presidentes de las cooperativas ubicadas en el área de influencia que facilitarán los procesos de capacitación y divulgación sobre los procesos técnicos y sociales que se ajustan al proyecto.

- **Divulgación**

La información es fundamental para la determinación de los compromisos de las personas que habitan en una ciudad.

Se asegura desde diversos frentes aportados por la comunicación social: relaciones públicas, presentaciones masivas, trabajo con la prensa, diseño de boletines informativos, influenciando actitudes y comportamientos desde mensajes contundentes, escogiendo los medios de comunicación comunitarios y locales con los mensajes, abriendo espacios para la retroalimentación, con la finalidad de registrar de forma continua la aceptación y el reconocimiento de los afectados en el proceso de ejecución del plan de manejo.

- **Investigación**

Es importante incorporar, como una constante, las referencias de los afectados dentro del área de influencia, con el fin de incorporar medios y procesos informativos oportunos que reduzcan al mínimo los impactos sociales y malestares en los habitantes de la zona de influencia.

- **Talleres Participativos**

Estos talleres serán dictados en los barrios y sedes gremiales y deberán tener a personal capacitado en divulgar la información del proyecto de una manera atenta, visual y receptora de las sugerencias de la comunidad, además deberá elaborar una base de datos de los pobladores y personas interesadas en recibir información sobre el proyecto, la misma que posteriormente podrá ser usada en términos comunicacionales para efectos de trabajo grupal y difusión informal de la información.

- **Actividades**

- Establecer oficinas temporales de información en las para conocimiento del público en general;
- Realizar visitas informativas a las viviendas afectadas (primer acercamiento con propietarios);
- Desarrollar talleres de información audiovisual sobre la situación actual que permitan visualizar la vulnerabilidad del área de influencia, en términos de salud y preservación del medio ambiente, el proyecto y los procesos compensatorios con los propietarios afectados y dirigentes barriales;
- Realizar talleres de trabajo sobre la propuesta compensatoria;
- Realizar asambleas de propietarios afectados para aprobar los mecanismos y procedimientos compensatorios.

- **Hojas volantes (Boletines informativos)**

Las características comunicacionales de estos impresos, serán de orden gráfico y literario y además presentar una propuesta visual donde se denoten mejor calidad de vida, acceso a servicios básicos y áreas de recreación, haciendo énfasis en los beneficios del proyecto, siendo de esta forma una promoción de información y marketing social.



Su distribución se realizará por medio móvil que convoque a recibir información y al acercamiento a centros de trabajo comunitario donde se repartirán los talleres, informaciones y capacitaciones.

Estos boletines informativos llevarán información clara y suficiente a la población local sobre:

- Situación actual del proyecto, sus impactos y alcances y de manera enfática, los beneficios que el proyecto traerá a la población del cantón;
- Localización y números de contacto;
- Ciclos de reuniones y capacitaciones, posibles fuentes de trabajo (orientados con perspectiva de género) durante el desarrollo del proyecto.
- **Spots radiales**

La utilización de la radio como medio informativo y formativo deberá darle permanentemente seguimiento al proyecto por su alcance y debe ser usado como herramienta de persuasión educativa, por lo que llevará información breve sobre la situación actual, los beneficios del proyecto y la participación comunitaria.

El tiempo de difusión de los spots estará determinado por la marcha del proyecto, pues al ser un medio de refuerzo informativo deberá cumplir funciones según el ágil desarrollo del proyecto.

### **9.3.3.2 Programa de Negociación y Uso de la Tierra**

Este programa considera las tierras donde están asentados las viviendas junto a los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro, en posesión no legalizada y busca garantizar un proceso de negociación transparente, ajustada a la realidad de la zona, tanto económica en cuanto a precios, en cuanto a su significado, buscando generar acuerdos con todos los habitantes de los terrenos y viviendas habitadas desde hace más de 25 años y que serán afectadas y requeridos por el proyecto, tanto individuales como de barrios, si los hubiera.

El Gobierno Municipal impulsa una negociación transparente, con un claro manifiesto del uso que dará a la tierra recuperada como área junto a los ríos para instalar la infraestructura para la actividad del proyecto que se propone ejecutar en la zona.

La característica de este sector poblado por colonos desde hace más de 25 años y pertenecientes a estratos de pobreza y pobreza extrema le da una connotación diferente para el proceso de negociación.

En el caso de pequeños propietarios que no tienen interés de venta y viven en su tierra se han propuesto otras opciones de negociación que incluyen reubicación en la misma zona y una compensación que mejore sus condiciones de vida actuales.

Antes del inicio del proceso de negociación de las propiedades (no legalizadas), el Municipio se encargará de definir los límites de terrenos y viviendas a ser ocupados por el proyecto. Posterior a esto se realizará el levantamiento del catastro de propietarios.

En este punto cabe insistir, que el 95% de los terrenos de posesión de colonos no han sido legalizados y no cuentan con los servicios básicos por falta de obra municipal al ser barrios no reconocidos.

#### **9.3.3.2.1 Proyecto de identificación de indicadores de compensación**

Establecer criterios homogéneos de valoración del estado de situación de las viviendas de la población afectada que incorporen condiciones socioeconómicas.

- **Resultados**

- Establecido un conjunto de indicadores de valoración de calidad de vida de los hogares afectados.
- Diseñada una matriz de valoración económica de viviendas afectadas a partir de los indicadores definidos.

- **Actividades**

La valoración de las viviendas debe considerar varios parámetros de cuantificación. Por el tipo de proyecto que se ejecutará no se pueden tomar en cuenta únicamente criterios técnicos de construcción, es de suma importancia que estos se combinen con indicadores que permitan medir la calidad de vida de los hogares afectados por el proyecto. Se pueden considerar cuatro variables básicas con los siguientes tipos de indicadores:

**Tabla 9 – 12**  
**Actividades de compensación**

VARIABLE	INDICADOR
1. Infraestructura	1.1. Área de construcción. 1.2. Materiales de la vivienda (tipo de vivienda: casa, villa, departamento, mediagua, rancho)
2. Servicios básicos	2.1. Fuente de abastecimiento de agua. 2.2. Disponibilidad de alcantarillado. 2.3. Eliminación de basura. 2.4. Disponibilidad de energía eléctrica. 2.5. Disponibilidad de servicio telefónico. 2.6. Disponibilidad de transporte público.
3. Condiciones sociales	3.1. Tenencia de vivienda. 3.2. Hacinamiento. 3.3. Disponibilidad de servicio higiénico exclusivo. 3.4. Disponibilidad de cuarto de cocina.
4. Entorno urbano	4.1. Estado de las vías cercanas. 4.2. Presencia de basura. 4.3. Hacinamiento de viviendas y organización del espacio. 4.4. Cercanía a los ríos. 4.5. Situación paisajística

- Definir el tipo de medición para cada indicador;
- Formular mecanismos para determinar valores económicos por indicador;
- Debe establecerse una matriz de asignación de valores económicos a cada indicador.

El diseño de los elementos que compondrán la infraestructura final de los ríos Portoviejo estará a cargo de la Dirección de Planificación del Municipio de San Pablo de Manta y del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, sin embargo, aquí se han recogido algunos criterios de la población, las autoridades y los consultores ambientales.

En los sectores ubicados dentro del centro urbano, se deberán diseñar parques de recreación como canchas deportivas, pequeños malecones, miradores, zonas de descanso, mientras que la zona ubicada fuera del centro urbano, por su extensión más amplia, deberán diseñarse centros deportivos.

En todos los casos la vegetación decorativa de estas áreas obedecerá a la flora propia de la zona, ya sean especies maderables o arbustivas.

---

### **9.3.3.3 Indicadores y Estrategias**

Cada uno de los programas y el plan en su conjunto contará con indicadores de cumplimiento que permitan conducir las etapas de seguimiento y evaluación.

Cada indicador constituye una medida cuantificable y enmarcada en periodos concretos de tiempo, referida a objetivos generales, específicos y resultados propuestos en cada programa.

Adicionalmente, cada uno de los programas deberá estimar y contar con el presupuesto requerido para su ejecución,

Las estrategias para la ejecución del Plan se orientan principalmente a lo siguiente:

- El Plan se enmarca en los propósitos y alcance de un Plan de Desarrollo Social, sustentado en el Plan de Desarrollo Cantonal de Manta;
- El Plan busca el desarrollo local de las áreas de influencia, sin crear dependencias, buscando sustentabilidad en el tiempo, más allá de la vida del proyecto;
- Compromiso de las partes por un manejo socio ambiental responsable;
- Se da prioridad a la participación ciudadana en sus distintas instancias, desde los individuos, la familia y el Gobierno Local;
- Se propician los acuerdos tripartitos; familias, autoridades y empresa;
- Fortalecimiento Organizacional y capacitación;
- El diálogo como instrumento para la solución de controversias.

## **9.4 PLAN DE CONTINGENCIAS**

La construcción de las obras del proyecto, tendrá efectos potenciales en la seguridad de los trabajadores por la posibilidad de que ocurran accidentes laborales en esta etapa.

### **9.4.1 Objetivo específico**

Reducir en lo posible el número de accidentes y enfermedades profesionales con lo que aumenta la productividad y la eficiencia del trabajo, además se obtiene bienestar y seguridad para el personal, así como alargar la vida útil de los equipos.

Los elementos de producción que son afectados por los accidentes son: mano de obra, equipos, maquinaria, herramientas y material.

### **9.4.2 Factores que contribuyen a la generación de accidentes**

Entre los factores que contribuyen a la generación de un accidente se puede citar:

La condición insegura, que a más de ser la causa directa del accidente, obliga al trabajador a hacer un acto inseguro, condiciones inseguras son:

- Empleo de equipos deteriorados;
- Mantenimiento y limpieza deficientes de los lugares de trabajo;
- Falta de protecciones o salvaguardas en equipos;
- Instrucción insuficiente en prácticas de seguridad del personal trabajador;
  
- Como práctica insegura, se puede citar:
  - La operación de maquinarias y equipos a velocidades inseguras;
  - Mal almacenamiento, sobrecarga o manipulación defectuosa de materias primas y combustibles.

La práctica insegura, frecuentemente se precipita en el accidente por no seguir las reglas establecidas, es decir, violando un procedimiento considerado seguro. En algunas oportunidades la práctica insegura es producto de la falta de capacitación del trabajador.

#### **9.4.1.1 Evaluación de Riesgos**

**Periodo:** Semanal

**Responsable:** Residente de Obra y Monitor o Supervisor ambiental

---

## **Descripción de Actividades**

**Inspeccionar** las obras físicas y los métodos de trabajo para verificar que todo equipo mecánico u otro esté en buenas condiciones de operación, mantenimiento y que no existan fuentes que generen un riesgo para la salud y vida del trabajador.

**Verificar** que la forma de empleo de los materiales utilizados no sean fuentes de exposición del personal o que su inadecuada manipulación constituya causas de accidente.

Verificar que los equipos de protección de personal proporcionados en algunas actividades, los botiquines de primeros auxilios, extintores, protecciones o salvaguardas, sean utilizados y mantenidos en forma correcta.

### **9.4.2 Seguridad Laboral**

**Periodo:** Permanente

**Responsable:** Supervisor de Seguridad

#### **Descripción de Actividades**

- Evaluación de factores que contribuyan a la generación de accidentes;
- Verificación de los factores determinados en la evaluación de riesgos;
- Verificación de cumplimiento de normas de emergencia y de los equipos de primeros auxilios;
- Ejercicios de simulación y entrenamiento;
- Vigilancia del uso del equipo de protección personal.

#### **9.4.2.1 Introducción**

La constructora durante el desarrollo del proyecto velará por la integridad física de sus empleados y trabajadores, así como la integridad del ambiente y de sus instalaciones, respetando las obligaciones básicas contenidas en las leyes ambientales aplicables a sus actividades.

Las políticas básicas de la constructora serán:

- Respetar el ambiente, previniendo la contaminación y minimizando el impacto ambiental de sus actividades;
- Proteger la salud humana de sus trabajadores y miembros de la comunidad del área de influencia del proyecto con prácticas socio – ambientales y sustentables;

- Desarrollar una conducta de cultura responsable compartida entre todos los integrantes de la empresa y las prestadoras de servicios.

El Plan de Contingencias comprende acciones que permiten enfrentar los eventuales accidentes y siniestros en las instalaciones y áreas de influencia, durante la construcción y operación del Proyecto.

Está orientado por tanto, a proporcionar una respuesta inmediata y eficiente ante la ocurrencia de cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir contingencias sobre los trabajadores, proteger las viviendas en el área de influencia y reducir los riesgos para el ambiente, la operación del proyecto y la infraestructura instalada.

La aplicación del Plan de Contingencias es responsabilidad de la empresa constructora en cuanto al cumplimiento del mismo y por ello debe ser parte del contrato con los mismos (abastecimiento de materiales de construcción).

Así mismo, en la mayoría de las instalaciones donde se manipulan hidrocarburos (combustibles, aceite, grasas) existe siempre la posibilidad de que ocurran derrames y la mejor manera de controlarlos es evitando que estos ocurran.

#### **9.4.2.2 Objetivos**

- Contar con un plan que permita identificar, organizar y establecer el procedimiento de respuesta y las responsabilidades específicas para una respuesta interna y externa ante un eventual incidente durante las fases de construcción y operación del proyecto;
- Prevenir y/o minimizar los efectos de un determinado incidente asegurando una respuesta inmediata y eficaz, producto de una planificación y capacitación previa;
- Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades del proyecto, así como de terceras personas;
- Evitar que se desencadenen una serie de accidentes que causen problemas más graves que el evento inicial;
- Ayudar al personal, ya sean obreros, técnicos o administrativos a responder rápida y eficazmente ante un evento que genere riesgos a la salud humana, instalaciones físicas, maquinaria y equipos y al ambiente;
- Planificar y describir la capacidad de respuesta rápida y requerida para combatir una emergencia;
- Designar responsabilidades a cada uno de los miembros del comité de respuesta a emergencias;
- Definir y diseñar los procedimientos a ser ejecutados durante una emergencia.

#### **9.4.2.3 Componentes del plan**

Dos componentes se contemplan en la propuesta:

- Un primer componente referido a la definición de la Organización frente a eventos contingentes; y,
- Un segundo componente relacionado con el detalle de las Respuestas Operacionales ante los siniestros.

#### 9.4.2.4 Organización

Para enfrentar las contingencias que puedan presentarse en las instalaciones del proyecto deberá crearse un Comité de Crisis en el cual participarán los mandos directivo, ejecutivo, operativo y administrativo de cada sitio de trabajo, con el fin de utilizar eficiente y eficazmente los recursos humanos, materiales y tecnológicos existentes; y proporcionar una adecuada respuesta operacional.

- **El comité estará conformado por:**
  - Superintendente de Construcción;
  - Monitor o Supervisor Ambiental;
  - Supervisor de Seguridad.

**Tabla 9 - 13**  
**Integrantes de la Brigada de Emergencia**

Cargo
Jefe de Brigada de Emergencia
Jefe de Operaciones
Jefe de Personal de Apoyo

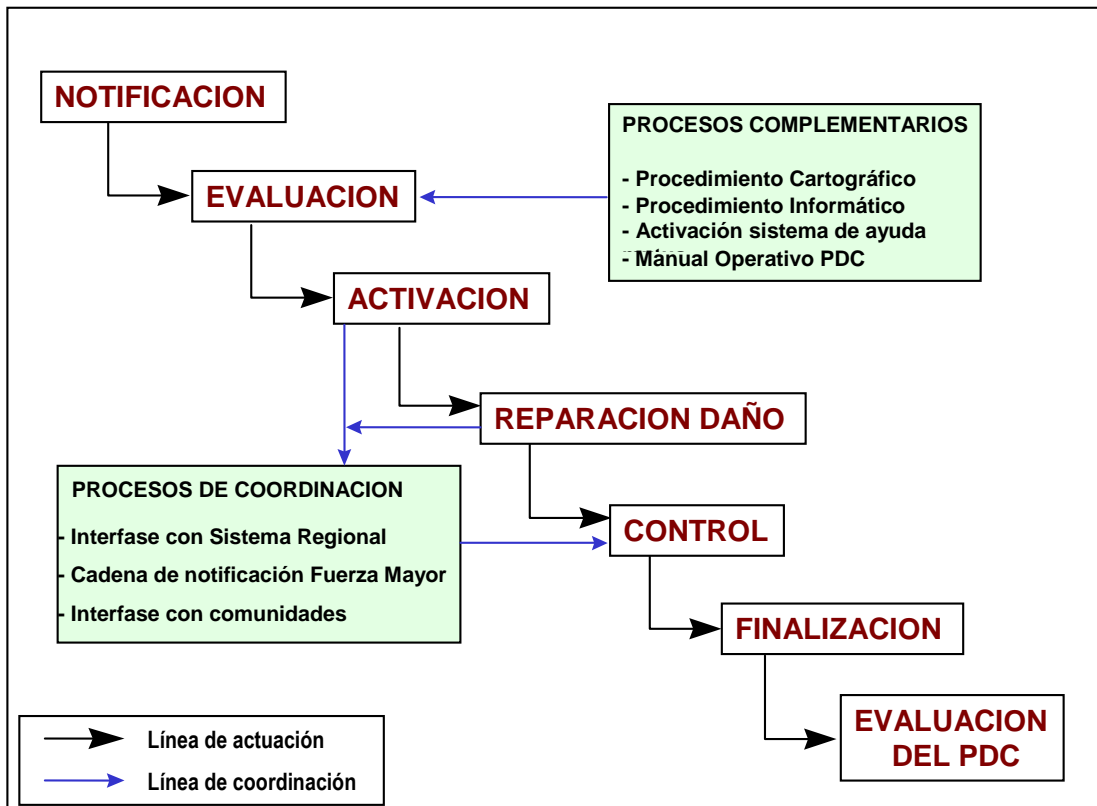
**Tabla 9 - 14**  
**Integrantes del Comité Operativo de Emergencia**

Cargo
Gerente de HSEC
Administrador del Campamento
Jefe de Recursos Humanos
Jefe de Seguridad
Médico

Inmediatamente detectada la presencia de un evento contingente (derrame de combustibles, incendios, deslizamientos u otros), el testigo del incidente notificará acerca del particular al Jefe de Campo, con quien se da inicio al proceso de notificación a las diferentes unidades, que en orden secuencial ascendente son: Supervisor de Operaciones y Superintendente de Campo.



**Figura 9 - 5**  
**Flujograma de las Respuestas Operacionales en caso de Contingencia**



Esquema de cómo sería el nivel de respuesta operacional, de acuerdo a la calificación del riesgo asociado con la contingencia.

**FIGURA 9 - 6**  
**ESQUEMA DE LOS NIVELES DE RESPUESTAS OPERACIONALES EN CASO DE CONTINGENCIA**

NIVEL DE RIESGO	ALTO	SUPERINTENDENTE DE CAMPO ASESOR TÉCNICO	GERENTE DE HSEC	SUPERVISOR DE OPERACIONES	NIVEL III
	MEDIO	GERENTE DE HSEC	SUPERVISOR DE OPERACIONES	JEFE DE CAMPO	NIVEL II
	BAJO	GERENTE DE HSEC	SUPERVISOR DE OPERACIONES	JEFE DE CAMPO	NIVEL I
		ACTIVACIÓN Y DETECCIÓN	COORDINACIÓN DE REPARACIONES	COORDINACIÓN DE RESPUESTA Y ASESOR DE REPARACIONES	

### **9.4.2.5 Inventario y Disponibilidad del Equipo de Respuesta**

Para un adecuado control en el caso de producirse un incidente la constructora contará con el equipo de respuesta localizado en sitios específicos. El equipo incluye:

- Sistema de comunicación;
- Equipo médico de emergencia;
- Sistema contra incendios;
- Ropa de trabajo (Impermeables de goma, máscaras, respiradores, guantes de goma, casco, botas de goma, anteojos de seguridad);
- Palas, picos, carretillas y otros accesorios;
- Sistema de transporte para accidentados.

Además se debe tener los siguientes equipos para la atención del incidente:

- Un extintor de 12 Kg., tipo ABC de Polvo Químico Seco con vigencia de recarga;
- Botiquín de primeros auxilios.

El equipo de señalización con que se debe contar es el siguiente:

- Triángulos para señalización;
- Cinta plástica para cercar el lugar del incidente;
- Letreros para señalar el sitio de la contingencia;
- Luces;
- Palas.

La constructora dispondrá de un sistema de comunicación por radio, así como un teléfono fijo con señal satelital.

## **9.4.3 Eventos Contingentes**

### **9.4.3.1 Transporte de Combustibles**

Los vehículos de transporte de combustibles están expuestos a casos de posibles siniestros inherentes a la naturaleza del producto que transportan, que no pueden ser controlados por simples medidas de mitigación.

En estas situaciones es necesario estar preparados para tomar las medidas más adecuadas y específicas para minimizar los impactos ambientales, pérdidas materiales y personales.

- ***Derrames de Combustibles en Tierra***

Se prevé que un derrame de combustibles avanzaría en dos direcciones: vertical y horizontal.

El desplazamiento horizontal conlleva riesgos de que el combustible derramado pueda avanzar hacia los cuerpos de agua de los ríos de la zona, sistemas de alcantarillado, cursos naturales de drenaje y escorrentías, así como producir incendios.

El avance vertical o filtración en el suelo de un derrame en tierra, está determinado por algunos factores: tiempo, viscosidad del combustible, cantidad de agua en el suelo y, el más importante, el tipo de suelo y su permeabilidad.

En la penetración en el suelo puede ocurrir una infiltración recta hacia abajo, a través de los diferentes horizontes, o una migración lateral, es decir avanza horizontalmente bajo la superficie del suelo.

La velocidad de respuesta y acción ante la contingencia son vitales para la contención y control eficaz de un derrame.

El material más asequible para la contención de un derrame en tierra es la misma tierra, se la utilizará para construir barreras o diques alrededor de la mancha.

Dependiendo de la dimensión de los diques; éstos se los construirá manualmente con palas, solo de ser muy necesario se usará maquinaria pesada.

Se localizarán zanjas naturales para confinar el combustible y evitar su esparcimiento en la superficie del suelo; de no existir éstas, se abrirán zanjas en puntos estratégicos para una efectiva recuperación y recolección.

- ***Derrames de Combustibles en Agua***

Esta dispersión es causada por la gravedad que pretende equilibrar el nivel del combustible derramado y el nivel el agua.

Los principales factores que afectan el movimiento del combustible en el agua son el viento y la velocidad de la corriente que actúan juntos.

Aunque la contención y la recuperación son la solución ideal al problema, es conveniente tener la capacidad de respuesta con dispersantes ya que la utilización conjunta puede traer muchas ventajas.

El uso de dispersantes es una de las técnicas confiables y satisfactorias cuando el recobro es imposible. El dispersante rompe el aceite en pequeñas gotas que se disgregan en el agua.

- ***Incendios***

La red debe contar con un tanque de almacenamiento de agua, bombas centrifugas y tantos hidrantes (válvulas siamesas) en cada una de las áreas del proyecto, como sean necesarios y de acuerdo a la normativa contra incendios expedida por el Cuerpo de Bomberos.

Actualmente las instalaciones del campamento y de las oficinas cuentan con extintores en todas las áreas, particularmente en los lugares de almacenamiento de combustibles, lo que permite mitigar incendios menores que eventualmente se puedan presentar.

#### **9.4.3.2 Frente a la Caída de Personas**

Las áreas de trabajo junto a zanjas y taludes que discurren elevadas o que ofrecen peligro de caída desde más de 2 m de altura para el personal que debe circular por ellas o que deba situarse en ellas para realizar operaciones de colocación de tuberías y excavaciones, deberán disponer de plataformas.

Tanto las pasarelas como las plataformas de visita, deben disponer de barandillas suficientemente resistentes y el piso, tanto si es continuo como si está formado por escalones, debe ser de material antideslizante ciego, ranurado o perforado y, en todo caso, debe permitir una fácil eliminación de las aguas y de las posibles acumulaciones de sedimentos, polvo.

**TABLA 9 - 15**  
**FORMULARIO 1: REPORTE INICIAL DE CONTINGENCIAS**

CONSTRUCTORA		
Programa de Contingencias	Contiene: notificación, respuesta y evaluación	
Datos generales:	Localidad:	
	Fecha:	Hora:
Tipo de evento:	Derrame:	
	Escape:	
	Incendio:	
Condiciones climatológicas:	Lluvias altas:	
	Lluvias bajas:	
	Época seca:	
Reportado por:	Nombre	
	Cargo:	
Funcionario constructora notificado:	Nombre:	
	Dependencia:	
Fecha en que se observó el evento:	Fecha:	
	Hora:	
Lugar del evento:		
Causa probable del evento:	Explosión:	
	Deterioro:	
	Maniobras:	
	Falta de mantenimiento	
	Equipos desgastados:	
	Otro: Especifique	
Evidencias del evento:		
Volumen del evento (especifique medida)		
Acceso hasta el sitio del evento		
¿Se produjo incendio?	Sí:	No:
¿Hay posibilidad de que se produzca incendio?	Sí:	No:
¿Se reportaron accidentes personales?	Detalle:	
¿Se informó a otras entidades sobre el evento?	Sí:	
	No:	
	¿A cuáles?	

**TABLA 9 - 16**  
**FORMULARIO NO. 2: REPORTE DE EVALUACIÓN DE DAÑOS**

CONSTRUCTORA					
Programa de Contingencias	Contiene: Reporte de evaluación de daños				
Fecha en que ocurrió el evento:					
¿Se controló el evento?	Sí:		No:		
¿Qué recursos se vieron afectados con el evento?	Tipo recurso:				
	Superficie afectada (aproximada):				
	Observaciones:				
¿Se produjo incendio?	Sí:		No:		
Si se produjo incendio, este causó:	Pérdidas a la propiedad:			Sí:	No:
	¿Qué Pérdidas a la propiedad:			Cuantía:	
	Muertes	Sí:	No:	¿Cuántos?	¿Dónde?
	Heridos	Sí:	No:	¿Cuántos?	¿Dónde?
	¿Recibieron atención médica?	Sí:	No:	¿Cuántos?	¿Dónde?
¿Se aplicaron medidas de control, limpieza y compensación?	Sí:		No:		
	¿Cuáles?				
¿Hay quejas y/o denuncias del personal involucrado o de la población vecina?	Sí:		No:		
	¿Cuáles?				
	¿De quienes?				
	¿De que tipo?				

**TABLA 9 - 17**  
**FORMULARIO NO. 3: EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTINGENCIAS**

CONSTRUCTORA					
Programa de Contingencias			Contiene: Evaluación del Programa de Contingencias		
Fecha en que ocurrió el evento:					
Causas:					
¿Se recuperó el producto del evento?			Si:	No:	
¿Se aplicó el procedimiento de notificación?			Si:	No:	
¿Se aplicó el plan de acción?			Si:	No:	
¿Hubo derrames de combustible, diesel, aceites en agua?			Si:	No:	Volumen estimado:
¿Hubo derrame de combustible, diesel, aceites en tierra?			Si:		No:
¿Hubo incendio?	Si:	No:	¿Se combatió el incendio?	Si:	No:
¿Se afrontó la contingencia con recursos propios?	Si:	No:	¿Se utilizó recursos externos?	Si:	No:
¿Se activaron los puntos de control?	Si:	No:	¿Fueron efectivos los puntos de control?	Si:	No:
	¿Cuáles?			¿Por qué no?	
¿El Equipo utilizado fue suficiente?	Si:	No:	¿Hubo equipo innecesario?	Si:	No:
	¿Cuál faltó?			¿Cuáles?	
¿El jefe de operación cumplió eficientemente sus funciones?	Si:	No:	¿Los grupos operacionales actuaron en forma exitosa?	Si:	No:
	¿Por qué no?				
¿Se recibió apoyo de otras instituciones?	Si:	No:	¿Se utilizó el manual operativo?	Si:	No:
				¿Por qué no fue utilizado?	
Sugerencias y recomendaciones para mejorar el programa de contingencia					
Evaluador responsable					

## **9.5 PLAN DE MONITOREO**

### **9.5.1 Introducción**

Durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se propone realizar un Plan de Monitoreo Ambiental, con el objetivo de asegurar que las actividades que ejecuta no afecten al ambiente natural y humano, así como para establecer la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para prevenir, mitigar y compensar los impactos identificados.

El monitoreo es una herramienta programática de trabajo, como parte del Estudio de Impacto Ambiental se constituye en un elemento de análisis de los cambios y provee información actualizada de los sistemas. El análisis de la información obtenida (evaluación), permite detectar variaciones en el desarrollo del estudio.

Para la implementación del Plan de Monitoreo la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta y el Gobierno Municipal contará con un Supervisor Ambiental permanente, quien será responsable de que se cumplan con el Plan de Manejo Ambiental y con los parámetros y condiciones que establece La Ley Ambiental.

El Supervisor Ambiental designado elaborará un **reporte diario** del desarrollo de las actividades, el mismo que incluirá una lista de control (Check List) de los parámetros más significativos. **El monitor se encargará de la toma de muestras de aguas residuales en los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo muestras y muestras de suelos para sus respectivos análisis.**

El Supervisor Ambiental autorizará la descarga de las aguas tratadas, **siempre y cuando estas cumplan con los parámetros y estén dentro de los límites permisibles.**

### **9.5.2 Programa de Monitoreo de las Variables Ambientales**

#### **9.5.2.1 Monitoreo de Variables Físicas**

Las actividades de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto promueven la utilización de recursos naturales como son: agua, suelo, aire, causando impactos en cada uno de ellos, de manera que se necesita un exhaustivo monitoreo que muestre de manera permanente el comportamiento y evolución de los parámetros ambientales en estos tres recursos.

El monitoreo de las variables físicas Incluye las siguientes actividades:

- Monitoreo de aguas;
- Monitoreo de suelos;
- Monitoreo de aire.



### **9.5.2.1.1 Objetivos**

#### **9.5.2.1.1.1 Objetivo General**

Cumplir con un programa de muestreo/monitoreo periódico que asegure condiciones ambientales aceptables de acuerdo con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente y encaminada a velar por la salud pública y la de los trabajadores de la Empresa.

#### **9.5.2.1.1.2 Objetivos Específicos**

- Tomar muestras de aguas del sistema hídrico y caracterizar sus condiciones físicas, químicas y bacteriológicas, para determinar posibles cambios que se puedan generar con el desarrollo de las actividades del proyecto;
- Tomar muestras de aguas residuales en todos los puntos de descarga a cuerpos hídricos receptores y suelos, para su posterior análisis físico químico y bacteriológico;
- Controlar, bajo medición de la presión sonora, que se respeten los límites máximos permisibles en el ambiente laboral y comunal.

El programa propone realizar las actividades de toma de muestras, análisis de campo y de laboratorio, procesamiento de datos y preparación de informes ambientales. La toma de muestras quedará a cargo del Supervisor Ambiental<sup>6</sup>.

A continuación se señalan algunos puntos importantes a considerar en el proceso de monitoreo:

- La frecuencia de muestreo y monitoreo que se recomienda en el presente informe podrá variar de acuerdo con: (a) Exigencias prácticas y económicas y (b) Normativa a seguir (regulaciones de medio ambiente vigentes)<sup>7</sup>.
- La frecuencia sugerida está encaminada a obtener un detallado conocimiento de las condiciones ambientales temporales con objeto de formar una sólida base de datos a efectos estadísticos y de evolución histórica. La base de datos así obtenida permitirá la predicción o anticipación de futuras condiciones medioambientales.

Tanto la frecuencia de muestreo y monitoreo, como los técnicos asignados a tales actividades, podrán ser ajustados con el tiempo a las circunstancias y necesidades requeridas.

Para el efecto se requiere:

---

<sup>6</sup> La contratista de obra., podrá tercerizar todo el proceso en cuyo caso la toma de muestras quedará a cargo del Consultor o Compañía contratada para el efecto.

<sup>7</sup> La normativa vigente no prevé, frecuencia de muestreo. Sin embargo se mantiene el principio de Auditoria que debe ser anual, por lo que por lo menos deberá mantenerse esta periodicidad.

- La compra de instrumentación de muestreo y accesorios necesarios es responsabilidad de la empresa de agua potable;
- El personal que realizará la toma de muestras deberá ser adiestrado en las tareas de su responsabilidad. Por lo tanto, se debiera contemplar un curso de formación profesional, que incorporará el aprendizaje de técnicas, métodos, manejo de instrumentación, normas de higiene y seguridad industrial.

**TABLA 9 – 18**  
**FRECUENCIA Y PARÁMETROS DE MUESTREO**

Elemento	Punto Monitoreo	Periodicidad	Parámetros
Aire	Generadores	Semestral	Tabla 2 <sup>8</sup>
Agua	Ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo	Semestral	Tabla 12 <sup>9</sup>
Suelo		Semestral	Tabla 2 <sup>10</sup>
Efluentes	Plantas de tratamiento e industrias	Semestral	pH, Cl residual DBO, Coliformes

### **9.5.2.2 Monitoreo del Recurso Hídrico**

El monitoreo del recurso hídrico, comprende el muestreo y caracterización de la calidad del agua de los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo más algunos efluentes y las descargas generadas durante las diferentes etapas del Proyecto junto a los barrios, y tiene como objeto verificar de manera permanente en el tiempo, el comportamiento de los parámetros de calidad y por tanto si se registran impactos positivos y negativos sobre el recurso agua y los recursos bióticos presentes en ésta.

#### **9.5.2.2.1 Metodología de Muestreo y Caracterización del Recurso Hídrico**

##### **9.5.2.2.1.1 Selección de los Puntos de Muestreo**

Los puntos seleccionados para la toma de muestras, son los mismos sobre los cuales se levantó la línea base del componente hídrico, de manera que se pueda hacer un análisis comparativo de las condiciones del recurso hídrico sin y con el proyecto.

Sin embargo, el número y localización de los puntos puede aumentar o disminuir de conformidad con las circunstancias y necesidades que se encuentren a través de la vida útil del proyecto.

<sup>8</sup> Tabla 2: Norma de Emisiones al Aire desde fuentes fijas de combustión (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria).

<sup>9</sup> Tabla 12: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes, Recurso Agua (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria).

<sup>10</sup> Tabla 2: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria).

### 9.5.2.2.1.2 **Periodo de Muestreo**

Se propone inicialmente una periodicidad semestral, para el monitoreo de la calidad del recurso hídrico (río Portoviejo y afluentes), así como de las descargas de aguas residuales, la cual puede variar en la medida en que se tenga un mayor conocimiento del comportamiento de los parámetros evaluados.

### 9.5.2.2.1.3 **Selección del Tipo y Frecuencia de los Aforos**

Los aforos realizados en las corrientes de agua se llevarán a cabo mediante el método área - velocidad. Los sistemas de aforo denominados de área - velocidad se basan en que el caudal es una función del área de la sección y la velocidad de la corriente.

Para conductos irregulares (como ríos y quebradas en este caso) se toman secciones transversales mediante levantamientos topográficos.

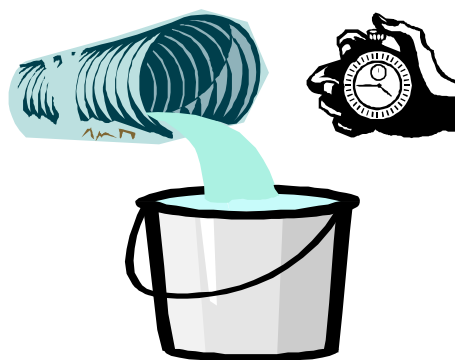
La velocidad se mide utilizando varios procedimientos entre los cuales el más usado es el correntómetro.

Este aparato consiste básicamente en un elemento giratorio (generalmente una hélice), cuya velocidad de rotación está relacionada con la velocidad de la corriente.

Sin embargo, para bajos caudales se hace uso de un elemento flotante al que se le determina la velocidad a la que se desplaza por la superficie de la corriente de agua.

Conociendo el área y la velocidad se puede determinar el caudal, afectando el producto por un factor que depende de la profundidad de la lectura o del número de lecturas tomadas.

**FIGURA 9 - 7**  
**AFORO DE CAUDALES**



El aforo de las descargas de aguas residuales se llevará a cabo, mediante la adaptación de canales y estaciones de medición de caudales, empleando el

método área - velocidad y en los casos en que se haga directamente el aforo sobre tubería, se empleará el método volumétrico.

- **Tipo de Muestras**

El programa de muestreo se estructura a través de la toma de muestras simples o puntuales en cada uno de los puntos de interés. Una muestra simple o puntual es una muestra única tomada en un momento específico. Se recomienda su utilización en los siguientes casos:

- En situaciones en las que se prevean características del agua más o menos constantes;
- Cuando se desee identificar la variación de la concentración de un parámetro o parámetros en el tiempo (esto no es posible con muestras integradas);

En el caso de muestras para determinación de parámetros que puedan variar rápidamente (por ejemplo temperatura, gases disueltos y cloro residual).

- **Toma de Muestras**

Para la evaluación de la calidad del agua de las fuentes hídricas se tomarán muestras simples, cada muestra será guardada en condiciones de refrigeración hasta su llegada al laboratorio.

- **Parámetros a Monitorear y Normas de Referencia**

De conformidad con las características del proyecto, a continuación se relacionan los parámetros ambientales a ser monitoreado, los cuales se evalúan a través de la normativa establecido en el TULAS<sup>11</sup>, y algunos parámetros no contenidas en ésta, serán evaluados con la normativa OPS-CEPIS<sup>12</sup>.

### **9.5.2.3 Monitoreo del Recurso Aire**

El monitoreo del recurso aire, involucra la medición de la calidad del aire, las emisiones atmosféricas de las fuentes fijas y móviles y los niveles de presión sonora (ruido).

#### **9.5.2.3.1 Monitoreo de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles.**

Las fuentes fijas de emisión de gases partículas, serán definidas posteriormente.

---

<sup>11</sup> Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria

<sup>12</sup> Organización Panamericana de la Salud – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Las fuentes móviles compuestas por los vehículos automotores y maquinaria del proyecto, serán sometidas a una evaluación semestral, mediante la cual se determinarán las concentraciones de partículas, óxidos de azufre SO<sub>x</sub>, óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> y dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

#### **9.5.2.3.2 Niveles de Presión Sonora**

Para la medición de los niveles de presión sonora o ruido, generada por las fuentes fijas y móviles del Proyecto se emplea el sonómetro o decibelímetro.

Se recomienda realizar sondeos multi puntuales (monitoreo de "barrido") en las zonas potencialmente afectadas. Estas comprenden los recintos correspondientes fuera y dentro del perímetro de las estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y áreas de descarga.

En ausencia de zonas habitadas, el sondeo debe extenderse, preferentemente hasta distancias para las cuales el nivel de ruido se reduzca por debajo de 70 dB o 60 dB, de acuerdo con la hora del día o de la noche, respectivamente.

Los puntos de sondeo (monitoreo o medición) serán aquellos correspondientes a áreas de trabajo, tanto esporádico como continuo y comprenderán entre otros, los siguientes: familias cercanas a las instalaciones de las estaciones de bombeo, campamentos de la constructora en forma temporal, escuelas y colegios y en general áreas o sitios donde la permanencia de las personas sea mayor a 2 horas por día.

A efectos de mitigación, es siempre conveniente tomar como referencia el nivel de ruido más desfavorable obtenido en el monitoreo, es decir el máximo obtenido.

También es importante realizar mediciones a favor del viento.

Para valorar el nivel diario equivalente de exposición al ruido, dB promedio, en un puesto de trabajo se deben realizar varias medidas, en momentos elegidos aleatoriamente.

#### **9.5.2.4 Monitoreo del Recurso Suelo**

Como una medida de prevención ante eventos morfodinámicos (deslizamientos, movimientos en masa), se debe mantener un monitoreo sobre los sitios considerados de alta peligrosidad y con un alto riesgo por fenómenos de inestabilidad de laderas, tomando en cuenta la vulnerabilidad de las dos orillas de los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo

#### **9.5.2.5 Monitoreo de Variables Biótica**

Determinar los cambios en la composición y abundancia de las especies faunística y otros parámetros, que pueden asociarse con los impactos

acumulativos del proyecto para proponer medidas relativas a la conservación y manejo de la vida silvestre.

#### **9.5.2.5.1 Sitios de Monitoreo**

- **Fauna Terrestre**

- Área de los colectores;
- Área de las estaciones de bombeo;
- Área de las plantas de tratamiento;
- Áreas de descarga de las aguas tratadas.

- **Fauna Acuática**

- Ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo;
- Efluentes pequeños de aguas subterráneas;

#### **9.5.2.5.2 Duración de las Campañas de Monitoreo y Frecuencia**

Una campaña cada seis meses en la etapa de construcción.

Una campaña cada año después de que empiece el funcionamiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.

- **Flora**

Para un monitoreo específico se deberán coordinar las labores de desbroce y las labores constructivas, se necesita establecer recorridos y evaluar las áreas afectadas y las características de la vegetación.

- Monitorear el manejo de los desechos provenientes de las diferentes fases de desbroce y construcción;
- Monitorear el desbroce del material vegetal y su procesamiento para un posterior uso del mismo;
- Monitorear el rescate y manejo de las especies vegetales;
- Monitorear la restauración ambiental y revegetación de ambientes degradados durante el proyecto.

#### **9.5.2.6 Monitoreo de las Variables Socioeconómica**

- Vigilar el cumplimiento y logros del programa de relaciones comunitarias;

- Establecer el grado de respuesta y participación de la comunidad involucrada en los planes de manejo, a ser implementados por la empresa y el municipio en su área de influencia operativa;
- Determinar el involucramiento de los asistentes a los talleres a ser implementados en el programa de información, participación y sensibilización ambiental;
- Verificar la consolidación y alianza de los actores sociales involucrados en la gestión y manejo de las áreas de influencia operativa;
- Asegurar que los intereses y derechos de las comunidades involucradas en la gestión y manejo ambiental propuesto, sean considerados de forma tal, que permita que la operación sostenida del proyecto se realice dentro de un marco de convivencia y respeto mutuo.

#### **9.5.2.6.1 Componentes del Programa de Monitoreo**

##### **9.5.2.6.1.1 Información a la Comunidad**

El programa comprende entre otras las siguientes actividades:

Elaboración y distribución de material con temas alusivos a:

- Actividades Operativas;
- Planes y Programas del Plan de Manejo Ambiental para el área operativa de la Empresa;
- Charlas informativas, dirigidas a autoridades locales, comunidades locales y población en general con el propósito de informarles sobre los convenios y actividades que se ejecuta a favor de la conservación ambiental.

#### **9.5.3 Programa de Monitoreo al Plan de Manejo Ambiental**

##### **9.5.3.1 Objetivos**

Velar de manera constante por que la ejecución del Plan de Manejo Ambiental se lleve a cabo de conformidad con los compromisos adquiridos con la autoridad ambiental y facilite la identificación y corrección de cualquier anomalía o inconsistencia del plan.

##### **9.5.3.2 Estructura del Monitoreo**

El seguimiento del PMA se llevará a cabo cada seis meses durante la etapa de construcción y después cada año durante la etapa de operación por parte de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta, EAPAM, para lo cual se tomará como base la estructura misma del PMA, es decir se hará el seguimiento a cada uno de los programas y sus actividades, velando por que estas últimas se ejecuten de acuerdo con las cantidades, especificaciones técnicas y cronograma establecido.

Mediante la comparación de la cantidad de actividades óptimamente ejecutadas, frente a las propuestas o proyectadas, se obtendrá un nivel objetivo de ejecución. A este porcentaje objetivo se le otorgará una calificación de cumplimiento así:

- **Conforme (C):** Esta calificación se otorga cuando el porcentaje del cumplimiento de la actividad es del 100%.
- **No conformidad menor (nc-):** Esta calificación corresponde a un cumplimiento inferior del 100%, pero que este no representa un grave riesgo sobre el ambiente o las personas.
- **No Conformidad Mayor (NC+):** Este calificativo se da a aquellas actividades cuyo nivel de cumplimiento es inferior al 100% y además, su inobservancia está generando un grave riesgo para el ambiente e integridad de las personas.

El programa de monitoreo de las actividades del PMA, se convierte así, en una valiosa herramienta de gestión, que permite a la constructora y en particular al encargado del área ambiental velar por el adecuado avance en la ejecución del plan, así como identificar las razones que impiden la normal ejecución y el planteamiento de modificaciones al mismo.

Para llevar a cabo el seguimiento y monitoreo de las actividades del PMA, se empleará una herramienta automatizada que arrojará los porcentajes y calificación del cumplimiento de actividades, programas y del plan en general. Igualmente la herramienta de manera gráfica mostrará los niveles de cumplimiento antes mencionados.

- **Monitoreo de desechos sólidos**

**Periodo:** Diario

**Responsable:** Monitor o supervisor ambiental

**Lugar:** Destino final

- **Descripción de las tareas**

El Monitor o Supervisor Ambiental llevará un registro (en volumen y en peso), de los diferentes tipos de desecho, desde su generación hasta su destino final.

Comprobará a través de un balance de masa, la adecuada gestión de los desechos sólidos.

- **Monitoreo de las Emisiones Atmosféricas**



Se vigilará el buen estado de funcionamiento de la maquinaria de construcción; el Fiscalizador Ambiental se podrá ayuda del uso de opacímetros. Se llevará un registro de mantenimiento de las máquinas en función de las horas de uso.

**Frecuencia:** Semanal

**Responsable:** Monitor o Supervisor Ambiental

- **Descripción de las tareas**

Se revisara que se hayan llenado correctamente los registros de mantenimiento de la maquinaria; si alguna máquina se encuentra descalibrada o en mal funcionamiento, el Supervisor Ambiental exigirá sea retirada para su calibración y mantenimiento previo a ser reincorporada al frente de trabajo.

## **9.6 PLAN DE CIERRE DE LA CONSTRUCCION**

### **9.6.1 Introducción**

Esta sección revisa el Plan Preliminar de Cierre y Rehabilitación de las áreas del campamento, obras civiles, bodegas y obras anexas.

Los propósitos de este plan son diseñar las medidas de cierre y los costos estimados, como datos de entrada para el Estudio de Factibilidad del Proyecto y como parte del Estudio de Impacto Ambiental para indicar las actividades de rehabilitación post-operativas que mitigarán los impactos potenciales.

El Plan de Cierre forma parte del Estudio de Impacto Ambiental como requisito del trámite de aplicación de permisos.

#### **9.6.1.1 Objetivos**

En general, los objetivos de rehabilitación del sitio incluirán lo siguiente:

- Protección del aire, agua superficial, agua subterránea, flora y fauna;
- Protección de la salud y seguridad pública y de los trabajadores;
- Restauración del hábitat silvestre;
- Restauración del área de una manera estéticamente aceptable de tal forma que armonice con el hábitat circundante;
- Establecimiento de vegetación post- clausura que sea idónea y comparable con la existente antes del inicio de las actividades del proyecto.

#### **9.6.1.2 Directrices Ecuatorianas**

Las reglamentaciones ambientales ecuatorianas establecen que todos los responsables de ejecutar proyectos deben cumplir con su Plan de Manejo Ambiental y deben presentar una garantía económica al Ministerio de Ambiente,

quien conservará la garantía hasta el completo cierre del proyecto y un año después.

La reglamentación establece que las áreas disturbadas serán rehabilitadas de conformidad con los estudios ambientales que fueron presentados al Ministerio del Ambiente.

Los planes de rehabilitación deben tomar en cuenta futuros usos para actividades parques lineales, parques recreacionales, áreas para pesca y distracción, un malecón, entre otras obras culturales o recreacionales. El titular del proyecto también es responsable por los daños al ambiente natural y la contaminación a las áreas que ocurra luego del cierre del proyecto.

### **9.6.1.3 El Compromiso de la empresa constructora.**

Está comprometida a reducir los efectos ambientales residuales en el sitio que se construyó el campamento y las obras civiles del proyecto.

El trabajo de rehabilitación formará una parte integral del Plan de Manejo y será llevado a cabo progresivamente, en lo que sea práctico, durante la vida del proyecto (24 meses). Los planes de manejo de agua han sido desarrollados para facilitar la rehabilitación progresiva.

Todas las instalaciones superficiales han sido diseñadas para minimizar los requerimientos de rehabilitación siguiendo el cierre de campamentos móviles y para realzar la recuperación natural de las áreas afectadas por la ejecución del proyecto. Se anticipa que una porción significativa de la rehabilitación propuesta será llevada a cabo durante la fase operacional del proyecto. Una rehabilitación simultánea se hará para minimizar las áreas disturbadas durante las etapas de operación del proyecto.

Se incorporará (donde sea aplicable) en su Plan Preliminar de Cierre y Rehabilitación, las directrices establecidas en el Manual de Prevención y Reducción de la Contaminación del Banco Mundial.

El plan se cumplirá con las condiciones de los permisos necesarios, regulaciones y normas industriales. Los siguientes principios han sido establecidos para orientar el desarrollo del plan maestro:

- Planificar e implementar procedimientos en concordancia con todas las regulaciones aplicables;
- Aplicar prácticas de cierre y rehabilitación costo - efectivo y apropiadas para reducir los riesgos ambientales y permitir un uso tradicional de la tierra;
- Conducir estudios para predecir los efectos ambientales;

- Mantener un programa de cierre y rehabilitación progresivos como una parte integral de las operaciones del proyecto;
- Incorporar nuevos métodos y procedimientos de rehabilitación y manejo de desechos líquidos antes de llegar a los ríos Portoviejo, Manta, Bravo y Burro.

#### **9.6.1.4 Estado del Plan de Cierre**

Este plan ha sido preparado previo a la recepción de la aprobación ambiental del Ministerio del Ambiente para la construcción y operación del proyecto. Por lo tanto, es considerado preliminar puesto que algunos elementos del plan, tal como los requerimientos de monitoreo post - cierre y costos estimados asociados, pueden necesitar revisión respecto de la aprobación del proyecto.

Posteriormente, los detalles específicos del plan de rehabilitación y cierre de campamentos móviles evolucionarán como progresos físicos y así el plan será actualizado periódicamente durante la vida del proyecto. El plan final será generado después de un año y medio.

### **9.6.2 Programa de Rehabilitación**

#### **9.6.2.1.1 Fase de Construcción**

Todas las zanjas y tajos de préstamo, canteras, equipo y área de almacenamiento utilizadas para los materiales y equipos para la construcción pero no requeridas durante las operaciones del proyecto, serán cerrados y rehabilitados al final de la fase de construcción del proyecto.

Todos los cortes y rellenos creados durante la construcción incluyendo vías internas, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, líneas de conducción, canales de drenajes y áreas de descarga serán vegetados para ayudar a la protección contra la erosión.

#### **9.6.2.1.2 Fase de Operaciones**

Durante las operaciones, las áreas serán reconfiguradas, revegetadas y estabilizadas tan pronto como sea posible.

Las estaciones de bombeo tendrán una capa de material impermeable aplicado tan pronto se creen las superficies finales, al tiempo que éstas también serán vegetadas. Será construida con sus ángulos de pendiente finales donde sea posible.

El rescate de suelo será aumentativo y simultáneo con cada fase de la construcción de las estaciones de bombeo, planta de tratamiento y áreas de descarga.

Los suelos serán analizados física y químicamente para asegurar la idoneidad en la rehabilitación. Los montículos de suelo estarán ubicados lo más cerca como sea factible a las áreas de aplicación nueva, serán construidos con pendientes estables y rampas de acceso.

Los montículos serán revegetados tan pronto como sea práctico para prevenir la erosión y reducir la lixiviación de los nutrientes del suelo. Se mantendrá un inventario anual de las áreas disturbadas, volúmenes de suelo superficial acumulado y volúmenes distribuidos.

Un plan de revegetación será desarrollado para determinar especies, esquema de plantado, sembrío y tasas de plantado, preparación de camas de siembra, metodología de plantado y sembrío y tratamiento, como sea necesario. La selección de especies y tasas de revegetación se basarán en los tipos de vegetación de la zona de Manabí y Manta específicamente (5 msnm).

#### **9.6.2.1.3 Fase de Cierre y Rehabilitación**

Las medidas de rehabilitación final serán llevadas a cabo tan pronto como las superficies finales sean creadas. Las pendientes finales junto a los ríos en las dos orillas donde se construyan las líneas de conducción y las líneas de impulsión hasta los colectores y estaciones de bombeo estarán listas para rehabilitación luego de que la última obra se complete, cerca de dos años.

Las actividades principales de cierre luego de la conclusión del proyecto incluirán remoción de todas las instalaciones e infraestructura que no está planeada para otros usos futuros, o necesaria para el mantenimiento del cierre. Se aplicará un capeo final en el área del campamento, patio de máquinas y áreas de almacenamiento de materiales.

La rehabilitación tiene como objetivo retornar las áreas disturbadas a condiciones próximas a las inicialmente existentes antes del inicio del proyecto y de las descargas de aguas servidas. Ciertas características del proyecto pueden dejarse en sitio, como medidas de control permanente para prevenir contaminación ambiental, para uso de la comunidad a largo plazo o como un realce.

#### **9.6.2.1.4 Área Administrativa**

El área administrativa y el campamento será desmantelada en su totalidad.

Si existiera la necesidad de operar la planta de tratamiento de agua más allá del fin del proceso de la construcción del proyecto, ciertas instalaciones podrían mantenerse para apoyar esta operación.

Cualquiera de estas instalaciones operativas que hayan quedado luego de la operación, deberán permanecer bajo el control de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta con total seguridad y medidas de protección ambiental puestas en marcha.

### **9.6.2.2 Manejo Ambiental y Monitoreo de Efectos Ambientales**

Un programa extenso de monitoreo de calidad de agua ha sido desarrollado como parte de la Línea Base ambiental del proyecto. Las estaciones de monitoreo de calidad de agua son muestreadas semestralmente para suministrar una figura precisa de la calidad de agua después de las descargas.

### **9.6.2.3 Monitoreo Ambiental Durante el Periodo de Operaciones**

Los programas de monitoreo de la calidad de agua establecido para la operación y razón de ser del proyecto permanecerán durante el periodo operativo. Estos permitirán detectar cualquier impacto en los flujos y la calidad del agua en sus etapas tempranas y la puesta en marcha de las medidas mitigantes necesarias.

Además del monitoreo ya en marcha, un monitoreo adicional incluirá:

- Observación y medición de aguas residuales antes y después de la salida;
- Inspección regular de los desvíos alrededor de los colectores para evaluar todo problema potencial para desarrollar mantenimiento preventivo;
- Monitoreo de la estabilidad de las estaciones de bombeo incluyendo levantamiento de monumentos fijos para detectar asentamiento o movimientos horizontales;
- El monitoreo de calidad de agua será expandido como sea necesario para incluir muestreo de la calidad del agua de los desagües junto a los ríos en las dos orillas y áreas de descargas.

Se preparará reportes ambientales semestrales presentando todos los datos en una base acumulativa. Se prepararán reportes anuales resaltando todo cambio significativo o problemas encontrados en cada periodo, reportando sobre las medidas mitigantes tomadas para lidiar con los problemas.

### **9.6.3 Cronograma de Implementación y Estimación de Costos**

#### **9.6.3.1 Cronograma de Implementación**

Los planes finales de cierre para el proyecto serán implementados tan pronto las pruebas del sistema comiencen después de los 24 meses de construcción, luego de lo cual los planes de cierre empezarán a ejecutarse.

Se espera que los trabajos duren 6 meses luego de la fecha de entrega – recepción provisional. Los Programas a largo plazo (monitoreo, mantenimiento y tratamiento de agua de ser necesarios) será realizado por la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Manta.

### 9.6.3.2 Estimación de Costos de Cierre

El costo de rehabilitación y cierre final del Proyecto ha sido estimado en detalle, ya que existe un significativo número de actividades respecto de las necesidades de cierre.

**Tabla 9 - 19**  
**Presupuesto para la Aplicación del PMA**

<b>Presupuesto para la Aplicación del Plan de Manejo Ambiental</b>		
<b>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos</b>	<b>USD 27,500.00</b>	
Recomendaciones generales	USD 27,500.00	Contratación de un supervisor ambiental, señalización, entibados. Limpieza y desalojo de materiales excedentes. Adecuación de área para vivienda y oficina. Mantenimiento de la maquinaria.
<b>Plan de Manejo de Desechos</b>	<b>USD 7,900.00</b>	
Manejo de desechos sólidos	USD 5,500.00	Construcción de contenedores, limpieza permanente del área de trabajo. Disposición final de desechos.
Manejo de desechos líquidos	USD 2,400.00	Construcción de dos baterías sanitarias por frente de trabajo
<b>Plan de Capacitación Ambiental</b>	<b>USD 2,200.00</b>	
Manejo de Equipo de Protección y Extintores	USD 1,100.00	Capacitación permanente y verificación del uso del equipo de protección ambiental.
Educación Ambiental	USD 1,100.00	Capacitación a los trabajadores, manejo de desechos sólidos y líquidos, procedimientos para situaciones de emergencia, salud y seguridad laboral.
<b>Plan de Relaciones Comunitarias</b>	<b>USD 65,000.00</b>	
Programa de Compensación	USD 50,000.00	Catastro de las viviendas y bienes a desalojar.
Programa de identificación de indicadores	USD 15,000.00	Identificación de servicios básicos como infraestructura, condiciones sociales, entorno urbano.
<b>Programa de información y negociación</b>	<b>USD 11,500.00</b>	
Proyecto de Información y planificación participativa	USD 1,500.00	Oficinas temporales de información. Visitas informativas a viviendas afectadas. Talleres de información. Talleres de trabajo. Asambleas con propietarios.
Proyecto de negociación con propietarios	USD 10,000.00	Contratación del personal idóneo para las negociaciones. Abogados, relacionadores comunitarios.
<b>Plan de Salud y Seguridad</b>	<b>USD 12,000.00</b>	
Evaluación de Riesgos	USD 12,000.00	Evaluación del nivel de seguridad, botiquines de primeros auxilios, capacitación en labores técnicas; señalización de zonas de riesgo, entrenamiento en el sitio.
<b>Plan de Información</b>	<b>USD 15,000.00</b>	
Medios información	USD 15,000.00	Hojas volantes, Spots publicitarios, DVD documental.
<b>Plan de uso de la superficie</b>	<b>USD 0.00</b>	
Plan de Revegetación y Reforestación	USD 0.00	Costos imputables a la siguiente fase del proyecto
<b>Plan de Seguimiento y Monitoreo</b>	<b>USD 2,000.00</b>	
Monitoreo de desechos sólidos	USD 1,000.00	Verificación en sitio de la generación de desechos.
Monitoreo de emisiones atmosféricas	USD 1,000.00	Verificación de los niveles de opacidad de los gases de la maquinaria.
<b>TOTAL</b>	<b>USD 143,100.00</b>	

### 9.6.4 Garantía y Seguridad Financiera

La empresa contratista se comprometerá a proveer seguridad y garantía financiera para cubrir el costo total de rehabilitación y cierre del Proyecto de acuerdo a lo presupuestado en el contrato.

Se compromete a un programa de rehabilitación progresiva del área de todo el proyecto, ésta ha sido estructurada como una parte integral del plan de trabajo.

Consecuentemente, la empresa pretende manejar su responsabilidad de rehabilitar iniciando los trabajos en una etapa temprana en la vida del proyecto, limitando así la expansión de la responsabilidad total a lo largo del tiempo.

### 9.7 Costo del Plan de Manejo Ambiental

**Tabla 9-20**  
**Inversiones Plan de manejo ambiental**  
**(Costos a cargo de la constructora del proyecto)**

Nº	Actividad	Costo USD	Tiempo
1	<b>Primeros auxilios personal.</b> Adquisición de medicamentos y material médico	7.376,00	DURANTE LA CONSTRUCCION
2	<b>Equipamiento de seguridad industrial</b> Cascos, botas, ponchos de agua, delantales, guantes, extintores.	18.356,00	DURANTE LA CONSTRUCCION
3	<b>9.6.5 Plan de restauración paisajística</b> Transporte de material, siembra de árboles, plantas ornamentales.	54.520,00	PRIMER AÑO DE CONSTRUCCION
4	<b>9.6.6 Monitoreo de calidad y caudal del recurso hídrico</b> Análisis de laboratorio; Monitoreo de caudales.	32.815,00	DURANTE CONSTRUCCION
5	<b>Educación ambiental</b> Manejo de residuos y desechos sólidos Material impreso, cuñas de radio, afiches. Adquisición de recipientes diferenciados; Charlas y talleres.	123.780,00	DURANTE LA CONSTRUCCION
6	<b>Producción de humus / instalaciones</b> Construcción de las camas para depósito de desechos sólidos reciclables.	22.641,00	DURANTE LA CONSTRUCCION
7	<b>Proceso de producción de humus</b> Herramientas menores; jornaleros, tratamiento.	12.160,00	DURANTE LA CONSTRUCCION
8	<b>Tratamiento de aguas residuales</b> Piscinas, bacterias naturales	237.000,00	DURANTE LA CONSTRUCCION
	<b>TOTAL</b>	<b>508.648,00</b>	

Los costos del Plan de Manejo Ambiental formarán parte del presupuesto del Proyecto Plan Maestro Hidrosanitario para Manta.

La ejecución del Plan de Manejo Ambiental será responsabilidad de la constructora del proyecto, y de la vigilancia de su correcta ejecución será responsabilidad de la Fiscalización.

Durante la operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado de Manta, la EAPAM realizara tareas de seguimiento, control y monitoreo de las condiciones ambientales de los sistemas.







## 10. BIBLIOGRAFIA Y GLOSARIO

### **Bibliografía**

**Acosta Solís, M. 1961.** Los Bosques del Ecuador y sus Productos. Publicaciones Científicas MAS. Apartado 408. Quito;

**Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME).** Guide méthodologique pour la remise en état des décharges d'ordures ménagères et assimilés. Francia.

**Albuja L. 1999;** Murciélagos del Ecuador, segunda edición, Cicetronic Cía. Ltda. Quito – Ecuador.

**Albuja L., Ibarra M., Urgilés J., y Barriga R., 1981;** Estudio Preliminar de los vertebrados ecuatorianos. Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador.

**Armendáriz, A. 1991;** Lista de vertebrados del Ecuador. Anfibios Reptiles. Rev. Politécnica, VI, No.3:89-164pp. Cerón, C. 1993. Manual de Botánica Ecuatoriana, Sistemática y Métodos de Estudio, Escuela de Biología. Quito – Ecuador.

**ASOCIACIÓN TAMS-PBI-PLATEC.;** "PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO CARRIZAL - CHONE"; 1998; Portoviejo; Quinta Fase;

**BROWN SALAZAR, D. (2003;** Guía para la gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Enfoque: Centroamérica.

**Cañadas, I. 1983.** El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito.

**Calrecovery, Inc. (1997).** Guía para rellenos sanitarios en países en desarrollo. Mar de Plata, Argentina.

**Comitato Técnico Discariche (CTD).** Linee Guida per le discariche controllate di rifiuti solidi urbani. Italia

**CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL.,** "MANUAL DE EVALUACIÓN AMBIENTAL", 1993; Quito, Pág. 408-440

**Emmons, L. H. y E Feer. 1999;** Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical, una guía de campo. Primera edición en español. FAN Bolivia.

**Eisenberg, J. F. y K. H. Redford. 1999;** Mammals of the neotropics. Vol. 3. The central neotropics: Ecuador, Perú, Bolivia and Brazil. The University of Chicago Press. Chicago.

**ENCALADA REYES M. "TEMAS AMBIENTALES** (El medio ambiente en el Ecuador); Editora: Marlene Vargas Neira; Segunda edición revisada; Santa Fe de Bogota 1992; Pág. 206-207

**Hernández, R. S., Fernández, C., Baptista, P. L. 1991;** Metodología de la Investigación. McGraw-Hill.

**Hernández, C. P., Wehenpohl, G. (2002).** Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos a cielo abierto en el Estado de México. Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México, GTZ.

**Hilty, S., W. Brown, 2001;** Guía de Aves de Colombia, Universidad del Valle Departamento de Biología, Cali Colombia.

**Hojas Topográficas** a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar del Ecuador.

**INEFAN, PROFORS, GTZ. 1996.** Red de productos no maderables del bosque Húmedo Tropical. Boletín # 1, # 2, # 3. pág. 29, 14, 15, Quito.

**Ihobe, S.A.** Guía Técnica para la elaboración de planes de actuación en vertederos abandonados. Bilbao, España.

**Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos (2005).** Proyecto Neru 2. Rehabilitación o clausura de vertederos fuera de norma. España.

**Jaramillo, J. (2002).** Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Organización Panamericana de la Salud – Organización Mundial de la Salud.

**Jogersen. P.M., S. Leon-Yáñez.** Catálogo de Plantas Vasculares. MO St Louis Missouri.

**Ortiz-Crespo, F. & J.M. Carrión. 1991.** Introducción a las Aves del Ecuador. Imprenta Mariscal. Quito-Ecuador.

**Phelps, W. 1978;** Una Guía de las Aves de Venezuela, Gráficas Altamirano, edición Venezolana.

**Ridgely, R.S., P.J. Greenfield & M. Guerrero G. 1998.** Una Lista Anotada de las Aves del Ecuador Continental. Fundación Ornitológica del Ecuador, CECIA. Quito.

**Ridgely, R.S. & P.J. Greenfield. 2001.** The Birds of Ecuador. Cornell University Press. Ithaca, New York. USA.

**Sierra, R. (Ed.) 1999;** Propuesta preliminar de un Sistema de clasificación de Vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF/BIRF y Ecociencia. Quito – Ecuador.

**Tchobanoglous, G., Theisen, H., A. Vigil, S. (1994).** Gestión integral de residuos sólidos. McGraw-Hill, España.

**Tirira, D. 1999b;** Mamíferos del Ecuador. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador / SIMBIOE. Publicación Especial 2. Quito.

**Tirira, D. (Ed.);** Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador. SIMBIOE/ Ecociencia /Ministerio del Ambiente/UICN. Serie de libros rojos del Ecuador, tomo 1. Quito.

**UICN. 1997.** Red List of Threatened Plants. Cambridge. UK

**UICN. 2000;** IUCN Red List of Threatened Animals. International Union for Conservation of Nature & Natural Resources. Cambridge, UK.

**Valverde F. M. 1998.** Plantas útiles del Litoral Ecuatoriano. ECOCIENCIA, ECORAE, Ministerio del Ambiente. Guayaquil-Ecuador.

**Vélez Hector, 2004.** Estudios y diseños definitivos del proyecto de "Recuperación Ambiental del Río Pove".

**Narváez Diego, 2004.** Diseños Estructurales proyecto para el río Pove.

## Glosario

<b>Abono</b>	Sustancia que se mezcla con la tierra para hacerla más fértil.
<b>Afluyente</b>	Río secundario que se une a otro río principal.
<b>Agroquímicos</b>	Productos artificiales usados en la agricultura, como nutrientes, plaguicidas o pesticidas.
<b>Aguas negras y grises</b>	Residuo de agua, de composición variada, proveniente de un proceso de actividad doméstica, en el cual su composición original ha sufrido una degradación. Las aguas negras provienen de los baños, las aguas grises de cocina y lavandería.
<b>Aguas residuales</b>	Aguas resultantes de actividades industriales que se vierten como efluentes.
<b>Aluvión</b>	Es la acumulación de materiales (lodo, arena, piedras) arrastrados y depositados por las corrientes de agua.
<b>AME</b>	Asociación de Municipalidades del Ecuador
<b>Ambiente</b>	Conjunto de elementos bióticos y abióticos y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente.
<b>Anaerobio</b>	Microorganismo capaz de vivir sin presencia de oxígeno libre, el cual obtiene a partir de la descomposición de diversos compuestos orgánicos.
<b>Área de Influencia</b>	Comprende el ámbito espacial donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por la presencia de un proyecto.
<b>Auditoria Ambiental</b>	Conjunto de métodos y procedimientos que tiene como objeto la determinación de cumplimientos o conformidades, e incumplimientos o no conformidades, de elementos de la normativa ambiental aplicable, de un plan de manejo ambiental o de un sistema de gestión ambiental, a través de evidencia objetivas.
<b>Almacenamiento</b>	Acción de guardar temporalmente desechos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entrega al servicio de recolección, o se disponen de ellos.

<b>Basura</b>	Todo desecho sólido o semisólido, de origen animal, vegetal, o mineral, susceptible o no de descomposición, que es descartado, abandonado, botado, desechado o rechazado por domicilios, comercios, oficinas, o industrias.
<b>Basura Radioactiva</b>	Aquella que emite radiaciones electromagnéticas en niveles superiores a las radiaciones naturales.
<b>Basura potencialmente infecciosa</b>	Aquella que se genera en las diferentes etapas del tratamiento a la salud (diagnóstico, tratamiento, inmunización, investigación, etc.) y contiene patógenos en cantidad o concentración suficiente para contaminar a la persona expuesta a ellas.
<b>BEDE</b>	Banco del Estado
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>Biodegradable</b>	Sustancia que por un proceso natural puede descomponerse hasta desaparecer.
<b>Biodegradación</b>	Descomposición de la materia por la actividad de las bacterias y hongos, humedad, luz solar y oxigenación. Se habla de degradación anaeróbica cuando no interviene el aire en la descomposición de residuos orgánicos, y de descomposición aeróbica cuando la degradación es en presencia del aire.
<b>Biogás</b>	Gas generado en la descomposición anaeróbica de la materia orgánica de los residuos sólidos domiciliarios. Está compuesto de metano (CH <sub>4</sub> ), aire, dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), ácido sulfhídrico y vapor de agua.
<b>Bosque</b>	Es una comunidad ecológica en la que conviven muchos animales y plantas.
<b>Cantera</b>	Sitio de donde se obtiene piedra y otros materiales para la construcción.
<b>Captación de Biogás:</b>	Sistema compuesto de ductos, chimeneas y pozos mediante los cuales el biogás es succionado del relleno y distribuido, ya sea para su quema o para su comercialización.
<b>Celda</b>	Unidad funcional de construcción del relleno sanitario, la cual contiene los desechos depositados durante el día.

<b>Cauce</b>	Es el lecho o franja de terreno por donde
<b>Chimenea</b>	Sistema de venteo que consiste en armazones de madera de pino forrados en malla de alambre, cuyo interior se rellena con bolones de tamaño uniforme. Cuando la altura del relleno alcanza el nivel superior de la chimenea, se construye encima de esta otra igual.
<b>CII</b>	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
<b>CLIRSEN</b>	Centro de Levantamiento Integrado de Recursos Sensores Remotos.
<b>Cobertura</b>	Suelo arcilloso que se utiliza para cubrir diariamente los residuos que van conformando las distintas celdas dentro del relleno, manteniendo así las condiciones anaerobias y evitando la proliferación de vectores sanitarios.
<b>Confinamiento controlado o relleno de seguridad:</b>	Obra de ingeniería para la disposición final de desechos peligrosos que garanticen su aislamiento definitivo y seguro.
<b>Compostaje:</b>	Proceso de fermentación aerobia de los desechos orgánicos, orientado a la producción de un material que sirve como mejorador de suelos y, potencialmente, como abono natural.
<b>Comunidad</b>	Conjunto de poblaciones que habitan un área determinada.
<b>CONCOPE</b>	Consortio de Consejos Provinciales del Ecuador
<b>Contaminación</b>	Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, de elementos y/o sustancias y energía en el ambiente, hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivos, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.
<b>Contaminación Ambiental</b>	Presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y/o permanencia fuera de los rangos establecidos por las normas



	vigentes.
<b>Contenedor</b>	Embalaje metálico grande y recuperable, de tipos dimensiones normalizados y con dispositivos para facilitar tu manejo.
<b>Contenedor móvil</b>	Contenedor con ruedas dispuesto al interior de establecimientos que tiene alto volumen de concurrencia para facilitar el depósito de residuos diversos
<b>Construcción</b>	La parte de la arquitectura que consiste en unir y combinar los materiales para construir obras civiles.
<b>Descarga</b>	Vertido de agua residual o de líquidos contaminantes al ambiente durante un periodo determinado o permanente.
<b>Desecho</b>	Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones. Sinónimo de residuo.
<b>Disposición final</b>	Forma y/o sitio de almacenamiento definitivo o bien forma de destrucción de desechos.
<b>Derechos y costos ambientales</b>	Son valores económicos que los regulados deberán cancelar por concepto del control ambiental que se efectúa a sus actividades, proyectos u obras, por inspecciones, muestreos, análisis, revisión de documentos técnicos y otras medidas que sean necesarias.
<b>Drenaje natural</b>	Vías naturales que toman los cuerpos de agua superficiales acorde con la topografía del terreno
<b>Desecho orgánico</b>	Es el subproducto de organismos vivos, susceptibles de descomposición.
<b>Desecho sólido</b>	Todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, generado y considerado sin utilidad por el ser humano, que se abandona, bota o rechaza y al que ya no puede reciclarse o reutilizar.
<b>Desechos peligrosos</b>	Son aquellos desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan algún compuesto que tenga características reactivas, inflamables, corrosivas, infecciosas, o tóxicas, que represente un riesgo para la

	salud humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.
<b>Ecología</b>	Ciencia que estudia las condiciones de existencia de los seres vivos y las interacciones que existen entre dichos seres y su ambiente.
<b>Ecosistema</b>	Unidad básica de integración organismo – ambiente constituida por un conjunto complejo y dinámico, caracterizado por un substrato material (suelo, agua) con ciertos factores físico – químicos (temperatura) los organismos que viven en ese espacio y las interacciones entre todos ellos en un área dada.
<b>Efluente</b>	Que fluye al exterior, descargado como desecho con o sin tratamiento previo; por lo general se refiere a descargas líquidas hacia cuerpos de aguas superficiales.
<b>EIA</b>	Estudio de Impacto Ambiental
<b>Emisión</b>	Descarga de contaminantes hacia la atmósfera.
<b>Erosión</b>	Proceso geológico de desgaste de la superficie terrestre y de remoción y transporte de productos (materiales de suelo y rocas), originados por la lluvia, escurrimientos, corrientes pluviales, acción de los oleajes, hielos, vientos, gravitación y otros agentes.
<b>Escorrentía</b>	Agua de lluvia que corre por la superficie del terreno. Es la parte de precipitación que alimenta las corrientes superficiales de una cuenca.
<b>Empresas prestadoras de servicios de aseo público</b>	Son las empresas, públicas o privadas que han sido encargadas por la Municipalidad, sea por vía de creación, contrato o concesión, para que presten todas o cualquiera de las fases de la gestión integral de los residuos sólidos, esto es, el barrido, recolección, transferencia, selección, transporte, reciclaje, industrialización o disposición final.
<b>Escombros</b>	Son todos aquellos residuos provenientes de la construcción y de demoliciones, restos de pavimento, etc. y que no son recogidos para ser llevados al relleno sanitario, salvo con autorización especial.

<b>Estudio de Impacto Ambiental (EslA):</b>	Documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción de su impacto ambiental y describir las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos adversos.
<b>Etiquetado</b>	acción de etiquetar con la información impresa en la etiqueta.
<b>Evapotranspiración</b>	Cantidad total de agua evaporada desde los suelos, que incluye la acción de la radiación solar sobre las superficies líquidas (ríos, lagos, mares) y la transpiración de vegetales y animales.
<b>Flora</b>	Conjunto de especies vegetales que pueblan determinados territorios o ambientes.
<b>Forestación</b>	Siembra de árboles en un determinado sitio para crear un bosque, reforestación – sembrar árboles en un sitio donde anteriormente había un bosque.
<b>Generador:</b>	Se entiende toda persona natural o jurídica, cuya actividad produzca desechos peligrosos u otros desechos, si esa persona es desconocida, será aquella persona que éste en posesión de esos desechos y/o los controle.
<b>Generación</b>	Cantidad de desechos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado.
<b>Geomorfología</b>	Estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas (morfología), ordenándolas e investigando su origen y desarrollo. (Morfogénesis)
<b>Gestión ambiental</b>	Conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida.
<b>Gestores de residuos</b>	Son las personas naturales o jurídicas, públicas o privados, calificadas por la DMMA, responsables del manejo, gestión, recolección, transporte, transferencia o disposición final de los residuos.

<b>Guía de Practicas Ambientales</b>	Es un instrumentos que contiene lineamientos ambientales básicos que son obligatorios de implementar y cumplir
<b>Hábitat</b>	Área de distribución de una especie, o bien conjunto de localidades que reúnen las condiciones apropiadas para la vida de una especie.
<b>IGM</b>	Instituto Geográfico Militar
<b>Impacto Ambiental</b>	Es la alteración positiva o negativa del ambiente, provocada directa o indirectamente, en forma simple o acumulada, por una obra, infraestructura, proyecto o actividad, en un área determinada, teniendo en cuenta la estructura y función de los ecosistemas presentes e incluyendo factores o condiciones tales como: suelo, aire, agua, minerales, flora, fauna; ruido, vibraciones, emanaciones y otras formas de contaminación ; objetos o áreas de valor histórico, arqueológico, estético o paisajístico, y aspectos económicos, sociales, culturales o salud publica
<b>Impermeabilización</b>	Sistema de aislación empleado para evitar la filtración de líquidos percolados y biogás hacia el exterior de la zona de relleno. Específicamente, debe evitar la contaminación por metales pesados de suelos y aguas subterráneas. A continuación se muestra la impermeabilización de Lepanto.
<b>INAMHI</b>	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
<b>Incineración</b>	Es el proceso por el cual los residuos combustibles sólidos, líquidos o gaseosos son quemados y convertidos en gases y el residuo obtenido es una ceniza no combustible. Lo gases producidos generalmente contienen residuos tóxicos, por lo que se requiere un tratamiento previo antes de que puedan ser vertidos a la atmósfera.
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos;
<b>INPC</b>	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural;
<b>IPM</b>	Índice de producción mercado
<b>Licencia Ambiental</b>	Es la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica,

para la ejecución de un proyecto, obra o actividad. En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario debe cumplir para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que el proyecto, obra o actividad autorizada pueda causar en el ambiente.

**Líquido Percolado o Lixiviado**

Líquido generado en el relleno sanitario producto de la humedad intrínseca de los residuos, sumada a la infiltración de aguas lluvia dentro del relleno y al agua generada por la descomposición anaeróbica. Este líquido presenta una alta carga orgánica, un fuerte olor y una gran actividad microbiológica.

**MAE**

Ministerio de Ambiente del Ecuador

**MIDUVI**

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda

**Manejo**

Se entiende por manejo las operaciones de recolección, envasado, etiquetado, almacenamiento, reuso y/o reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos, incluida la vigilancia de los lugares de disposición final.

**Manifiesto**

Documento Oficial, por el que la autoridad ambiental competente y el generador mantienen un estricto control sobre el transporte y destino de los desechos peligrosos producidos dentro del territorio nacional.

**Manejo ambientalmente racional**

Se entiende la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos.

**Materia orgánica**

Compuestos que contienen carbono combinado con otros elementos químicos. La materia orgánica puede ser de origen natural o antropogénico. La mayoría de los compuestos orgánicos son una fuente de alimentación para las bacterias y normalmente son combustibles.

**Medidas de Mitigación**

Medidas propuestas en un estudio o declaración de impacto ambiental para minimizar los efectos adversos que pudiera

	tener el proyecto sobre su entorno.
<b>Metales Pesados</b>	Son metales como el Cadmio, Mercurio, Plomo, etc., que pueden encontrarse en residuos sólidos urbanos, tales como pilas, artefactos luminosos, colorantes y tintas. Son tóxicos que se bioacumulan, pudiendo causar la muerte.
<b>Metano (CH4)</b>	Gas inodoro, incoloro, asfixiante, que puede explotar bajo ciertas condiciones de mezcla con aire y que puede producirse a partir de residuos sólidos cuando estos experimentan una descomposición anaerobia.
<b>Minado</b>	Es la actividad de rebuscar los residuos sólidos para extraer diversos materiales.
<b>Mobiliario urbano</b>	Muebles y elementos desmontables o fijos, de diseño estandarizado y aprobado por la Municipalidad (entre ellos, paradas de buses, cabinas telefónicas, bancas, luminarias, rótulos, canastillas para basura etc. De venta para comerciantes minoristas colocados en el espacio público para facilitar las actividades de los habitantes, contribuir a mejorar la imagen estética de la urbe y la relación del habitante del Distrito Metropolitano con su entorno, sin afectar al patrimonio ni a la calidad del medio ambiente.
<b>No Biodegradables</b>	Son los residuos que no se pueden o son de muy difícil biodegradación y que por su naturaleza no pueden ser mezclados con los residuos biodegradables, como, y sin exclusión, materiales reciclables (plástico, vidrio, papel, cartón, chatarra, metales, ferrosos y no ferrosos, desechos textiles, aceites minerales, lubricantes, residuos de pintura, solventes) y materiales no reciclables (residuo de baño, envases tetra pack, PS, pañales desechables, compresas higiénicas algodón, cenizas, colillas, fósforos usados, desecho de barrido, medicamentos, u otros).
<b>Paisaje</b>	Unidad fisiográfica básica en el estudio de la morfología de los ecosistemas, con elementos que dependen mutuamente y que generan un conjunto único e insoluble en permanente evolución.
<b>PEA</b>	Población Económicamente Activa.
<b>PMA</b>	Programa de Manejo Ambiental.

<b>Población</b>	Conjunto o grupo de individuos de la misma especie que se entrecruzan entre sí y tienen descendencia fértil.
<b>PPC</b>	Producción Per Cápita
<b>Participación ciudadana</b>	Mecanismo social que permite a los ciudadanos como individuos o a sus organizaciones, tomar parte en la gestión de la cosa pública y que, concomitantemente, posibilita a las autoridades municipales concertar con ellos soluciones a sus problemas ambientales, de obra pública, tributaria e incluso territorial.
<b>Piscina de acumulación</b>	Piscina impermeabilizada en la cual se acumula el líquido percolado.
<b>Plan de Cierre</b>	Última etapa en el proceso de relleno sanitario, que comprende la clausura, mantenimiento post clausura y recuperación del terreno para convertirlo en áreas verdes. El Plan de Cierre debe comprender.
<b>Plan de manejo ambiental</b>	Documentos que establece en detalle y en orden cronológico las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo de una acción propuesta. Por lo general, el plan de manejo ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad.
<b>Prevención</b>	Conjunto de actividades y decisiones participativas ante las causas básicas de los impactos y riesgos ambientales sobre los recursos naturales y biodiversidad, y sobre la seguridad, salud y ambiente relativos a los procesos antrópicos.
<b>Producción más limpia</b>	Es el conjunto de estrategias preventivas aplicadas a procesos, productos y servicios con el fin de reducir los riesgos al ambiente y a las personas.
<b>Puntos Limpios</b>	Son depósitos alternativos de residuos sólidos domésticos peligrosos, accesibles a vehículos móviles y que acogen contenedores para las recogidas selectivas y separadas de estos residuos.
<b>Reciclaje</b>	Proceso que comprende la separación, recuperación, clasificación, comercialización y

transformación de los residuos sólidos o productos que han cumplido su ciclo de vida, para ser insertados en un nuevo proceso productivo.

**Recolección**

Acción de transferir los desechos al equipo destinado a transportarlo a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reciclaje, o a los sitios de disposición final.

**Recirculación**

Manejo de los líquidos dentro del relleno sanitario. Consiste en bombear los líquidos desde las piscinas de acumulación para humedecer las capas de residuos recientemente dispuestas y promover así la formación de biogás.

**Recursos Renovables**

Recursos naturales que no se agotan en el tiempo (agua, aire, tierra, luz solar, etc.).

**Reducir en la fuente**

Es la reducción de residuos en el punto de origen, tanto durante el proceso de producción como de consumo. La reducción en origen incluye una serie de acciones y medidas para reducir la cantidad y toxicidad de la basura que generamos. Contribuye además a conservar los recursos que son materias primas básicas, ayudando a disminuir la contaminación del aire y el agua, reduciendo el volumen final de desechos y por lo tanto bajando los costos de recolección y disposición final de los mismos.

**Registro**

Documento oficial de carácter técnico que debe ser llenado por el regulado con la información referente a los procesos de producción o de prestación de servicios, el cual deberá ser suscrito oficialmente por el representante legal de la empresa.

**Regulados**

Son personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, nacionales o extranjeras, u organizaciones que a cuenta propia o a través de terceros realizan en el territorio del Distrito Metropolitano de Quito y de forma regular o accidental, cualquier actividad que tenga el potencial de afectar la calidad de los recursos agua, aire o suelo como resultados de sus acciones u omisiones.

**Residuo:**

Cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse.



<b>Residuos asimilares a escombros</b>	Son aquellos que se generan de las actividades de demolición de construcciones, erupciones volcánicas, chatarra, vidrio o madera, que se encuentren mezclados entre si, impidiendo su separación.
<b>Residuos domésticos peligrosos (RDP)</b>	Son aquellos que por su característica física o química corrosiva, reactividad, explosividad, toxicidad o inflamabilidad, o de riesgo biológico, puedan causar daños al ser humano o al medio ambiente, como, y sin exclusión pilas, baterías, residuos de aceite de motor, residuos de combustibles, latas de barnices y pinturas, residuos de envases de insecticidas, destapa caños, desinfectantes, lámparas fluorescentes, entre otros.
<b>Residuo industriales comerciales e institucionales asimilables a domésticos (RICIA):</b>	Son los residuos provenientes de comercios, oficinas industrias, hospitales, etc. Que pueden asimilarse a los residuos domésticos o domiciliarios, pero que por su volumen de generación no pueden ser entregados al servicio de recolección ordinario.
<b>Residuos sólidos urbanos</b>	Residuos domésticos, de comercios, oficinas y servicios, así como otros residuos que, por naturaleza o descomposición puedan asimilarse a los residuos domésticos.
<b>Relleno Sanitario</b>	Método de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos, mediante el cual ellos son vertidos en depósitos estancos de manera que los subproductos que se generan por la descomposición de los residuos no dañan su entorno. El proceso consta de varias etapas, entre las que destacan la selección adecuada del sitio, la impermeabilización del área destinada al vertido de desechos, la construcción de las celdas de residuos y capas de cobertura, el monitoreo y control ambiental y la ejecución del programa de cierre.
<b>Residuos o desechos</b>	Se puede decir que desde los inicios de la civilización humana, nuestra especie ha dejado a su paso una estela de desechos que son residuos no utilizados de nuestras actividades de producción, distribución y consumo. La producción de desechos es una consecuencia propia y natural de la actividad del ser humano, la cual se ha incrementado paralelamente al desarrollo de nuestras

	capacidades y modalidades de producción y consumo.
<b>Residuos sólidos domiciliarios</b>	Son todos los materiales desechados en la actividad domiciliaria o aquellos desechos que no necesariamente provienen del hogar, pero cuyas características se asimilan a las del material domiciliario.
<b>Residuos sólidos tóxicos y peligrosos</b>	Son todos aquellos desechos que pueden afectar de manera directa la salud humana y afectar al medio ambiente. Entre los desechos tóxicos y peligrosos que generamos en nuestro país se encuentran los plaguicidas de uso casero, las pilas, sustancias contaminadas con metales pesados, cloro, hidrocarburos, baterías de automóvil, desechos hospitalarios, desechos radioactivos, tintas provenientes de imprentas, restos de medicinas, residuos de procesos industriales que contengan sustancias peligrosas, etc. Este tipo de residuos incluye los desechos que pueden ser inflamables, corrosivos o explosivos.
<b>Residuos sólidos</b>	Es todo aquel material que es descartado por no tener ninguna utilidad para quien lo desecha y que se encuentra confinado en un envase sólido.
<b>Residuos voluminosos</b>	Son residuos que por su gran tamaño no son recolectados como RSD, y pueden ser también peligrosos, como refrigeradores, televisores, cocinas, estufas, muebles, chasis de automóviles, chatarra en general, etc.
<b>Reutilizar</b>	Volver a darle al desecho la misma utilidad original, como por ejemplo el empleo de envases retornables.
<b>Revegetación</b>	Siembra de especies vegetales de interés colectivo, generalmente como última etapa en trabajos de remediación ambiental.
<b>SIISE:</b>	Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador.
<b>SNAP</b>	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
<b>SUMA</b>	Sistema Único de Manejo Ambiental
<b>Sustancias Nocivas</b>	Cualquier elemento, compuesto derivado químico, biológico, energía, radiación, vibración, ruido o combinación de ellos, que

causa un efecto adverso al aire, agua, suelo recursos naturales , flora , fauna, seres humanos a su interrelación o al ambiente en general.

**Situación de Emergencia**

Accidente o incidente generado al interior de un establecimiento que para ser controlado requiere de la inmediata actuación de equipos especiales y cuyos efectos podrían afectar al medio ambiente externo en que se produce , a la salud de la población , o a la salud de la población, o a los bienes e infraestructura publica.

**Transporte**

Cualquier movimiento de desechos a través de cualquier medio de transportación efectuado conforme a lo dispuesto en este reglamento

**Tratamiento**

Acción de transformar los desechos por medio de la cual se cambian sus características.

**TULAS**

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria

**Vertedero o basural**

Sitio de vertido clandestino de desechos a cielo abierto, sin controles ambientales ni sanitarios, lo que permite la proliferación de enfermedades y vectores sanitarios (tales como moscas y ratones) y la contaminación del entorno

## **11. ANALISIS DE ALTERNATIVAS**

### **11.1 Criterios y Metodología de Análisis**

#### **11.1.1 Metodología de Evaluación**

Para el análisis y comparación de las alternativas se utilizó la metodología de priorización de proyectos<sup>1</sup> con la utilización de criterios ponderados, esto es considerando la importancia o peso relativo de cada uno de los criterios de selección.

Para la aplicación de esta metodología fue necesario definir inicialmente los parámetros requeridos en el análisis matemático del proceso, para lo cual se cumplieron los siguientes pasos:

##### **a) Determinación de los Criterios de Priorización**

El equipo multidisciplinario que participó en la elaboración del Estudio definió un listado de criterios relacionados con el objetivo y la escala del análisis

Posteriormente fueron seleccionados aquellos criterios representativos de una mayor incidencia en el proceso.

##### **b) Ponderación de los Criterios Seleccionados**

A efectos de tomar en cuenta el grado de importancia o incidencia que tienen los criterios escogidos sobre las diferentes alternativas se procedió al establecimiento de los valores de ponderación, como resultado de concensuar las opiniones de los diferentes expertos, a través de valores numéricos.

##### **c) Escala de calificación**

En función del grado de sensibilidad y riesgo de cada criterio, se estableció un sistema de calificación numérico apropiado (0 a 10) para cada nivel de análisis. Este criterio se obtuvo de la experiencia del equipo consultor (Grupo multidisciplinario), en función de la diferencia de los beneficios y efectos negativos de cada alternativa seleccionada.

##### **d) Rangos de cada criterio**

A fin de calificar en forma homogénea y bajo los mismos parámetros la incidencia de los criterios en cada alternativa, fue necesario establecer los rangos de valoración para cada criterio (1 a 10), escogiendo los valores máximos y mínimos que definen el rango adecuado para la escala establecida.

##### **e) Construcción de matrices de comparación**

Para cada caso, se ha establecido una matriz de comparación que resume la

---

<sup>1</sup> Holos Consultores "Metodología para la Priorización de Proyectos"

aplicación de la metodología propuesta; es decir, los criterios seleccionados valorados de acuerdo con su respectiva ponderación y la calificación otorgada por el equipo multidisciplinario.

Las matrices señalan, finalmente, los resultados globales del proceso de comparación.

En función de los resultados de cada matriz, el estudio recomienda la alternativa seleccionada.

### **11.1.2 Definición de los Criterios**

Para el análisis requerido en el proceso de selección de alternativas, se determinaron los criterios de evaluación, tomando en cuenta la representatividad e importancia relativa de los principales componentes ambientales involucrados (IP), complementados con los aspectos técnicos propios de cada nivel de análisis.

Esta técnica denominada "Método Delphi"<sup>2</sup>, analiza a través de un grupo de expertos la importancia ponderal de un determinado factor frente a un conjunto de los mismos; en general la técnica es evaluar individualmente la importancia relativa de cada factor.

Tomando en consideración la escala de trabajo para cada caso, los criterios escogidos para el análisis: importancia de cada sistema (agua potable, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial) para el desarrollo de la ciudad como está planteado técnicamente; lugares para la captación de los recursos hídricos, tipos de tratamiento para las aguas residuales y depósito final de esta agua; mejoramiento de la calidad de vida, conflictividad social, efectos ambientales, costos y beneficios económicos y ambientales, dificultad técnica en la ejecución y tiempo de implementación.

A continuación se describen los criterios de evaluación anotados.

### **11.1.3 Criterios de Evaluación de Alternativas**

#### **a) Mejoramiento de la Calidad de Vida**

Considera la afectación potencial positiva a la calidad de vida de la población del cantón Manta como área de influencia del proyecto generada por cada una de las alternativas.

#### **b) Conflictividad Social:**

Toma en cuenta la percepción de la población sobre la intervención y reubicación de sus viviendas ubicadas junto a los ríos Portoviejo, Manta, Burro y Bravo; este

---

<sup>2</sup> Los métodos de expertos que se basan en la opinión de especialistas reconocidos en el escenario a estudiar, estos exponen sus ideas y sobre estas se redacta un informe final en el cual se indican las alternativas de mayor probabilidad de suceso hacia el futuro, el cual tiene por objeto, buscar las máximas ventajas del debate en grupo eliminando las interacciones sociales y ubicar vía cuestionarios particulares, el consenso sobre las alternativas más convenientes al escenario estudiado.

parámetro será determinante al momento de la ejecución del proyecto por lo que deberá hacerse gestión social a fin de minimizarlo.

**c) Efectos Ambientales:**

Si bien las alternativas analizadas tienen como objetivo ampliar y mejorar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario aplicando las medidas ambientales que exige la ley, es decir el Impacto Ambiental final de cada una de ellas será beneficioso, la magnitud de este o incluso algunas de las afecciones pudiesen ser negativas, así durante de calificación de las alternativas se ha tenido presente este efecto.

**d) Costos Económicos y Ambientales**

Tradicionalmente la ingeniería civil ha adoptado al costo de ejecución de una obra, como un parámetro determinante al momento de elegir una alternativa, empero, en proyectos de interés ambiental y social este tópico debe ser visto desde una perspectiva más amplia; debe recordarse que los costos económicos de una obra normalmente no consideran los costos ambientales o externos que todo proyecto o acción conlleva, y en el presente caso, estos costos, aun cuando su cuantificación no sea factible, si es importante su análisis conceptual.

**e) Dificultad Técnica**

Este criterio determinará también el plazo de ejecución del proyecto y representa básicamente las dificultades para la implantación, construcción y ubicación de los elementos constitutivos de las alternativas.

**f) Tiempo de implementación**

Dependerá de la complejidad de cada alternativa y el nivel de recuperación deseada para el río.

**g) Ponderación de los Criterios de Análisis**

Luego del análisis y consenso del equipo consultor, de acuerdo a la técnica indicada ("Método Delphi") se obtuvieron los siguientes valores de importancia relativa o ponderación (IP) para los criterios de análisis.

**Tabla 11 – 1**  
**Importancia Relativa de los Criterios de Análisis**

Criterio de análisis	Importancia Ponderal	
	absoluta	Relativa
Costos constructivos	6.25	0.10
Costos ambientales	8.25	0.14
Tiempo de Implementación	4.50	0.07
Conflictividad Social	8.25	0.14
Dificultad Técnica	5.25	0.09
Nivel de Recuperación de los Ríos	8.75	0.15
Variación de la Calidad de Vida	8.25	0.14
Efectos o Impactos Ambientales	8.00	0.13
<b>Total</b>	<b>57.5</b>	<b>1.00</b>

## **11.2 Agua potable**

### **11.2.1 Planteamiento de Alternativas**

En consideración que el sistema de El Ceibal será en adelante la base del abastecimiento de agua potable para el cantón Manta, con una producción de 860 l/s cuando opere a su máxima capacidad, el planteamiento de alternativas se enfoca entonces a encontrar el complemento para cubrir la demanda de la ciudad para las diferentes etapas de diseño.

### **11.2.2 Consideraciones generales**

El principal problema que afronta el abastecimiento de agua potable del cantón Manta es la pérdida de caudal en la conducción desde el sector Caza Lagarto, este hecho lleva a que la oferta real de agua actualmente esté alrededor de los 131 l/s, las conexiones a lo largo de las líneas existen desde hace algunos años y muy pocas son oficializadas, lo cual hace que su eliminación sea sumamente difícil o casi imposible.

Ante esta realidad se debe buscar la forma de evitar las pérdidas para lo que se tienen varias alternativas como bombear agua cruda desde el sector Caza Lagarto y realizar el tratamiento en el cantón Manta o ubicar nuevas fuentes en las cercanías de la ciudad.

De esta manera todo el caudal captado sería para el abastecimiento del cantón Manta.

Debe destacarse que durante la realización de los estudios ambientales se consultó a los usuarios clandestinos sobre la primera posibilidad, la contestación fue que, de tratarse de agua cruda o sucia ellos no la usarían.

Entre las posibles fuentes se encuentran: el agua lluvia, las aguas subterráneas, el agua de mar y las aguas superficiales, en este último caso la posibilidad de obtener caudales de la magnitud requerida solo se encuentra en el río Portoviejo.

### **11.2.3 Selección de la alternativa optima**

Para llegar a seleccionar la alternativa optima, tanto en el aspecto técnico como económico y ambiental es necesario realizar un breve resumen de las cuatro alternativas que han sido planteadas.

Las alternativas son:

- I) Aprovechamiento de agua superficial mediante la construcción de embalses en la cuenca alta del río Manta;
- II) Aprovechamiento de aguas subterráneas;
- III) Aprovechamiento de agua de mar;
- IV) Aprovechamiento de agua superficial, Río Portoviejo.

### **11.2.3.1 ALTERNATIVA I**

Esta considera la construcción de varios embalses en la cuenca alta del río Manta para el almacenamiento de agua y el aprovechamiento del caudal requerido para el cantón Manta.

Considerará la construcción de uno o más embalses y la conducción del agua cruda para ser tratada y potabilizada en una planta ubicada en el sector de Colorado.

Se estudió aspectos geomorfológicos de toda la zona a considerarse como la fuente de agua y se consideró el régimen hidrológico y las características del agua debido a los suelos de los posibles embalses.

Se preparó un diagrama fluvial de los embalses considerados: Embalse Pechiche, La Laguna, Lechugal, Río Sene y Río Higuierón.

Realizado el balance hídrico de los dos primeros, los más grandes, se encontró que el embalse de La Laguna no tiene almacenaje, la evapotranspiración es mayor que el caudal de ingreso y solo el de Pechiche permitiría un caudal aprovechable de 77 l/s, siendo lo requerido 300 l/s en la primera etapa y otra cantidad igual en la segunda.

Los otros tres embalses fueron desechados por el bajo caudal de ingreso y poca capacidad del almacenaje.

Esta no es viable porque no cumple los requisitos técnicos.

### **11.2.3.2 ALTERNATIVA II**

Esta alternativa trata sobre el posible aprovechamiento del agua del subsuelo en el cantón Manta y su zona de influencia, y la posibilidad de aprovechar al máximo el acuífero del sector conocido como Caza Lagarto, cercano a la población de Santa Ana.

La razón para considerar el uso de agua subterránea como fuente de abastecimiento se debe a que en la provincia de Manabí para poblaciones pequeñas se utiliza pozos perforados, por cuanto toda la provincia no cuenta con fuentes superficiales estables que suministren el agua para consumo humano.

El ex – Centro de Recuperación de Manabí, CRM y el ex - IEOS han realizado investigaciones así como perforaciones a través de diferentes años a partir de 1966 hasta el año 1992; en el año 1981 y 1982 el ex - IEOS suscribe contratos con la EAPAM del cantón Manta para perforaciones y sondeos en el sector de Manta conocido con el nombre Los Bajos, Chacras de Manta y Colorado, los resultados concluyen que con criterios hidrogeológicos existen acuíferos superiores de condiciones limitadas.



El ex - IEOS acuerda con las autoridades de la EAPAM la ampliación de la prospección de aguas subterráneas en el sector de Caza Lagarto en 1983, realiza estudios hidrogeológicos y mediante contrato con la EAPAM perfora 4 pozos profundos.

En el año 1997 la EAPAM contrata la rehabilitación y limpieza de los 4 pozos existentes en Caza Lagarto que no tuvo resultados positivos.

Al analizar la alternativa, tomando como parte básica el informe técnico de las labores ejecutadas por el ex - IEOS y toda la información relacionada al aprovechamiento de aguas subterráneas y tomando la recomendación que indica la posible explotación del acuífero sin variar la reserva, lo que estimaría una explotación de 130 l/s, que no cubriría las necesidades planteadas por la alternativa.

Por tanto al no contar con un caudal de explotación de agua subterránea para las necesidades técnicas del caso, se descarta esta alternativa como solución posible.

### **11.2.3.3 ALTERNATIVA III**

Esta se relaciona con el aprovechamiento del agua de mar como fuente de abastecimiento para el sistema de agua potable del cantón Manta.

Esta alternativa constaría básicamente de:

- Captación de 300 l/s en una toma sumergida en el Océano Pacífico en el sector de Punta Blanca;
- Estación de bombeo para 300 l/s con bombas especiales para agua de mar y estructuras de apoyo;
- Línea de conducción desde el sector de Punta Blanca al sector de Colorado que se realizaría con tuberías de hierro dúctil, de diámetro de 600 mm y de una longitud de 10.7 Km.;
- Planta de desalinización por Osmosis Inversa. Esta planta estaría conformada por un tanque de 2.500 m<sup>3</sup> (existente) que tendría como misión ser cárcamo de bombeo de la planta desalinizadora a construirse, el agua bombeada llegaría a los Trenes de Osmosis Inversa, constituidos por numerosos cartuchos (52) cilíndricos, estos cilindros contienen las membranas de acetato de celulosa, para producir la desalinización del agua cruda.

La planta se complementará con varias edificaciones como laboratorios, instalación de la estabilización química del efluente de la desmineralización, desinfección del agua tratada, administración de la planta y bodegas.

La planta además tendrá una estructura especial con el objeto de almacenar los desechos originados por el proceso de la Osmosis Inversa, como complemento del tratamiento se tiene una cámara cuyo objeto principal es realizar la estabilización química para el ajuste final de pH, además se realizará las labores de desinfección con cloro.

Es indispensable indicar que en esta alternativa el consumo de energía eléctrica es muy elevado y para los 300 l/s tratados se demandarían aproximadamente 129.600 Kw. -h/día, por lo mismo sería indispensable el construir una subestación eléctrica especial, que debe ser completamente independiente del abastecimiento energético de la ciudad.

Es necesario indicar que al utilizar el proceso de tratamiento por Osmosis Inversa se producen residuos normales al procedimiento, con altísimos contenidos de sales que deben ser previamente tratados para devolverlos al mar mediante una línea de conducción especial desde la planta de Colorado.

Las labores de mantenimiento de la planta es necesario y fundamental una limpieza periódica de las membranas con el propósito de eliminar las trazas de sedimentos que quedan retenidos, por último se debe indicar que para el manejo de la planta de tratamiento el personal debe ser altamente técnico y especializado en este tipo de equipos.

Esta alternativa, por todo lo que se ha descrito, en todas sus partes cumple con condiciones de caudal y los parámetros de calidad para ser tratada y potabilizada, por lo cual reúne las condiciones técnicas.

Los residuos concentrados del proceso producen severos impactos ambientales que requieren de medidas de mitigación.

#### **11.2.3.4 ALTERNATIVA IV**

Esta alternativa utiliza como fuente de abastecimiento el río Portoviejo que lo capta en el sector de Caza Lagarto y en el sitio denominado El Ceibal.

Desde estos sitios el agua cruda será conducida a la planta de tratamiento ubicada en el sector de Colorado en terrenos de propiedad de la EAPAM.

Para llegar a determinar lo más conveniente tanto técnico como económico, se analizó algunas variantes en los tramos no similares de la captación y conducción; en el tramo básico comprendido entre el sector de Caza Lagarto y la estación de bombeo ubicada en el sitio llamado Río de oro.

Como punto clave para la selección se toma en cuenta si en este tramo el agua cruda es conducida íntegramente a bombeo o en forma mixta, una parte a bombeo y otro sector a gravedad.

1. Captación de agua del río Portoviejo en Caza Lagarto;
2. Estación de bombeo en Caza lagarto;
3. Línea de conducción Caza Lagarto – Mocochoal a bombeo;

4. Línea de conducción Mocochal – Río de Oro a gravedad;
5. Estación de bombeo de Río de Oro;
6. Planta de tratamiento de Colorado.

Forma parte de esta alternativa un nuevo sistema que se construiría para cubrir la demanda de la tercera etapa que captando agua cruda en el sector El Ceibal conduce un caudal de 300 l/s hasta la planta de tratamiento que con un segundo módulo, en Colorado potabilizaría el agua para complementar a todo el período de diseño considerado.

#### **11.2.3.5 Conclusiones**

- Las alternativas I y II no cumplen con los requerimientos de caudal para las dos etapas, por tanto no fueron consideradas para la comparación y selección.
- Las alternativas III y IV cumplen con las condiciones técnicas para conseguir agua potable de acuerdo a los parámetros de las normas ecuatorianas vigentes, sin embargo, la alternativa IV es la que tiene mejores y más fáciles condiciones de operación y mantenimiento de los equipos y procesos.
- La alternativa IV es la de mínimo costo, tanto a precios de mercado como de eficiencia.
- **Se selecciona la alternativa IV por ser la de mínimo costo económico.**

Como conclusión final la alternativa antes mencionada representa ser la alternativa óptima para ser diseñada, tomando en cuenta la Declaratoria de Efectos Ambientales, que lo califica con el rango medio.

## **11.3 ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **11.3.1 Introducción**

El cantón Manta tiene una topografía irregular con la presencia de tres ríos que cruzan el área de la ciudad al descender en su curso desde las zonas altas hasta desembocar en el Océano Pacífico.

Esto determina la existencia de tres cuencas principales en el área del proyecto con los ríos Manta, Burro y Bravo. Una cuarta cuenca es la formada por las hondonadas, que constituyen las áreas de aportación que drenan hacia tres quebradas sin nombre, que circundan la zona de la Ciudadela Universitaria.

Estas quebradas nacen en la parte alta de la parroquia Manta y descargan directamente al mar y no a los ríos citados por lo cual a esta cuenca se la considera de manera independiente para efectos del sistema de alcantarillado sanitario.

Siguiendo la tendencia mundial se diseñará para el cantón un sistema separado, es decir que las aguas servidas serán recolectadas por una red de conductos y las aguas de lluvia por otra red totalmente independiente, lo cual, definitivamente facilita el aplicar un tratamiento a las primeras, en salvaguarda de las condiciones del ambiente lo que constituye en la época actual una preocupación de la comunidad y de las autoridades ambientales a todo nivel.

Para el diseño de las redes de alcantarillado es necesario respetar las cuencas existentes así como la topografía predominante en cada una de ellas, con el objeto de mantener un flujo a gravedad, dando cobertura de servicio a la mayor cantidad de áreas y evitando la utilización de pequeñas estaciones de bombeo a lo largo y ancho del cantón.

El trazado de los interceptores principales del sistema sanitario está ligado en cada cuenca a las posibilidades que brinda la topografía del terreno, siendo así que en muchos casos este trazado no solo es el óptimo sino que es el único posible.

Por este motivo, las alternativas que se plantean mantienen el mismo nivel de servicio y estarán determinadas, no por trazados diferentes de los interceptores principales sino más bien por la forma de disposición final de las aguas servidas en cuanto se refiere al tipo de tratamiento escogido y a la ubicación tanto de la planta de tratamiento como del sitio de descarga de las aguas tratadas.

El Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario es integral y comprende desde la recolección, bombeo, tratamiento y disposición final de las aguas servidas mediante un sistema completo que incluye conexiones domiciliarias, red de recolección, pozos de revisión, estaciones de bombeo, líneas de impulsión, planta de tratamiento y emisario final.

## **11.3.2 Selección de la alternativa optima**

### **11.3.2.1 ALTERNATIVA I**

Esta alternativa contempla la construcción de dos redes independientes para el servicio de recolección de aguas servidas de Manta y la implementación de dos sitios de tratamiento y disposición final para estos desechos.

La una red concentrará las aguas de las cuencas de los ríos Manta y Burro así como de la cuenca de la Ciudadela Universitaria en la estación de bombeo de Miraflores desde donde serán elevadas hasta las lagunas de oxidación.

Esta planta de tratamiento que será modificada para atender las necesidades actuales y futuras de la ciudad descargará su efluente en el océano mediante un emisario para su dilución final.

La segunda red servirá para concentrar el efluente sanitario de la cuenca del río Bravo, en una planta de tratamiento a ser construida junto al puente sobre este río de la vía que conduce al aeropuerto.

Una parte de este efluente llegará directamente a gravedad hasta esta planta y el resto fluirá hasta la estación de bombeo Los Esteros, desde donde será elevado hasta el sitio indicado. Como en esta parte de la ciudad no se dispone de tanto terreno para la construcción de lagunas de gran superficie, el efluente de esta planta requerirá del uso de químicos para desinfección antes de su descarga al cauce del río.

### **11.3.2.2 ALTERNATIVA II**

En esta alternativa se considera la construcción de una sola red de recolección y de un solo sitio de tratamiento para dar solución al problema de las aguas servidas del cantón.

El efluente de las cuencas de los ríos Manta y Burro, así como de la cuenca de la Ciudadela Universitaria llegará hasta la estación de Miraflores para ser elevado hasta la planta de tratamiento en las lagunas de oxidación.

Adicionalmente, el efluente sanitario de la cuenca del río Bravo será concentrado en la estación de bombeo Los Esteros y desde allí mediante un bombeo preliminar será conducido hasta la estación de Miraflores para posteriormente, junto con el resto de las aguas servidas del cantón ser elevado hasta la planta de tratamiento. El efluente de aguas tratadas será llevado al mar mediante un emisario para su disposición final mediante dilución.

Esta alternativa tiene la particularidad de que en Miraflores se construirán tres estaciones de bombeo independientes, una para cada cuenca principal, eliminando toda posibilidad de que la operación se paralice por daños en uno de los equipos como sucede actualmente con tanta frecuencia y las aguas servidas tengan que ser vertidas directamente río Manta.

Se ha realizado un análisis sobre la conveniencia de utilizar para el sistema de alcantarillado de Manta una red convencional con una tubería a un costado de la calle o una red superficial de tipo terciario con dos tuberías colocadas en las aceras:

- En varios sitios existen cisternas para el almacenamiento de agua, que ocupan el espacio bajo la vereda;
- En Manta, predominan las construcciones características de la costa que tienen portales, es decir, que existen columnas que sostienen la parte frontal de la segunda planta, cuya cimentación está justamente bajo la acera;
- Los postes de tendido eléctrico también se encuentran ubicados en las aceras ocupando el espacio correspondiente;
- En muchos sectores de la ciudad, si bien las rasantes de las calles han sido acondicionadas para el tránsito vehicular, las aceras conservan los niveles de la topografía original del terreno, por lo que existen escalinatas sobre y bajo el nivel de la calle, para permitir el tránsito de las personas y el ingreso a las residencias y comercios en estos sitios;
- La red subterránea del sistema telefónico se halla colocada en las aceras.

Se ha realizado el diseño de la red de alcantarillado sanitario de un sector en la parroquia de Manta, utilizando el concepto de red convencional y de red tipo terciario.

Los cálculos hidráulicos, los volúmenes de obra y el presupuesto de estos dos diseños constan en el volumen de presupuesto y se puede ver que los costos son similares para los dos tipos de red.

Por todo lo indicado, el no ser peso el aspecto de los costos, se determina la utilización de un red sanitaria de tipo convencional para las alternativas que se presentan, porque los aspectos técnicos que se han indicado, no admiten discusión en cuanto a la imposibilidad de poder colocar en las aceras una red superficial que permita el servicio a gravedad de un alto porcentaje de predios de la ciudad.

### 11.3.3 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

El sistema de alcantarillado para el cantón Manta está concebido en cuanto se refiere al trazado de los colectores existentes, a la ubicación de las estaciones de bombeo y de la planta de tratamiento.

Los colectores existentes permiten conducir las aguas servidas hasta la estación de bombeo de Miraflores desde son elevadas hasta el valle del río Manta donde se ubica la planta de tratamiento a una cota de unos 13 msnm.

La estación de bombeo de Miraflores está ubicada de manera que permite captar a gravedad la mayor parte de las aguas servidas que se generarán en la ciudad al horizonte del proyecto, aproximadamente un 71%, mientras que el 29% restante debe llegar a ella mediante bombeos de baja potencia ya que lo que se requiere es vencer pérdidas de carga por rozamiento en las conducciones y pequeñas alturas estáticas de bombeo que oscilan entre los 10 y los 25 metros.

Una vez concentradas las aguas servidas en la estación de Miraflores, es posible realizar el bombeo hasta la planta de tratamiento de la manera más económica por cuanto el recorrido es el menor, así como el desnivel que hay que superar.

El trazado de esta línea de impulsión resulta el más adecuado por cuanto cruza un terreno con una pendiente ascendente uniforme similar al 4 por mil, que no requiere de obras especiales de gran envergadura para proteger la conducción existente, con lo que se consigue un funcionamiento hidráulico eficiente con un mínimo requerimiento de válvulas y accesorios especiales.

La amplitud del valle por el que serpentea el cauce del río Manta en su descenso hacia la ciudad ha permitido la implementación de las lagunas de oxidación existentes y permitirá la ampliación de este sistema, que requiere de una gran superficie de terreno pero que permite dar un nivel de tratamiento con una eliminación del contenido de bacterias del efluente que posibilita su disposición final a un cuerpo receptor sin añadir cloro ni ninguna otra sustancia para su desinfección.

La ubicación de esta planta de tratamiento resulta conveniente, porque a más de las condiciones indicadas para acceder a ella mediante el bombeo y de contar con suficiente espacio para su ampliación futura, es también muy ventajosa desde el punto de vista de que por la conformación de la zona, el sitio está aislado inclusive visualmente de la ciudad y no causa molestias a nadie a pesar de su relativa cercanía al centro urbano, lo cual es muy importante desde el punto de vista ambiental.

El costo de los terrenos que circundan a la planta actual, que necesariamente deberán ser adquiridos para que sea posible su ampliación para atender la demanda futura de la población, tienen al momento un costo inferior al de otros sitios de la ciudad ya que se trata de terrenos baldíos que no serán afectados por ningún proyecto público.

Por todo lo indicado, las alternativas presentadas para los sistemas de alcantarillado de Manta presentan un esquema similar a lo existente por ser lo más adecuado técnica y económicamente ya que por su simplicidad incluso facilita las labores de operación y mantenimiento y disminuye el personal requerido.

Se presentarán algunas modificaciones, como la eliminación de estaciones de bombeo y unidades de tratamiento dispersas que fueron implementadas por la EAPAM para dar solución a problemas puntuales, dada la cobertura parcial de la red existente, pero que ya no serán necesarios al existir la posibilidad de evacuar las aguas a gravedad.

Cualquier modificación al esquema existente de evacuación de aguas servidas que se aplicará en las alternativas presentadas implicará una mayor complejidad de los sistemas que determinará la necesidad de una mayor cantidad de personal, un mayor costo de las instalaciones y de los montos requeridos para la operación y el mantenimiento.

Hay que resaltar la importancia de lo que se acaba de señalar considerando que al estado en el que se halla el sistema existente se ha llegado por un descuido total en las labores de operación y mantenimiento debido a la falta de recursos de la EAPAM y de la cual solo se podrá salir en forma gradual mediante un adecuado y eficiente sistema de provisión de agua potable y de evacuación de aguas servidas de la ciudad, lo cual implica reducir en lo posible sin sacrificar la eficiencia de los servicios prestados, los costos de los componentes del sistema y de su operación y mantenimiento en términos de que se puedan recuperar las inversiones requeridas mediante un sistema tarifario al alcance de la población.

#### **11.3.4 Análisis de alternativas de tratamiento**

##### **11.3.4.1 Introducción**

Las alternativas de tratamiento a plantearse se han definido en función de la disponibilidad de área, técnicas de tratamiento apropiadas, cuerpos receptores (ríos y el mar) y la concepción técnica de la red de recolección de aguas residuales.

- **La alternativa 0** consiste en la utilización de las lagunas existentes, para lo cual se ha determinado su capacidad para una población y eficiencia de tratamiento;
- **La alternativa I** consiste en el tratamiento de las aguas servidas en dos sectores independientes, según la concepción de recolección (alternativa I de red de recolección). Para el tratamiento del agua residual que llega al sector cercano al aeropuerto se ha definido un sistema de lagunas aireadas seguidas por lagunas facultativas más desinfección y descarga al Río Bravo; mientras que, las aguas residuales que llegan al sector junto a las lagunas existentes, se tratarán mediante un sistema de lagunas anaerobias seguidas por lagunas facultativas y descarga al mar.



- **La alternativa II** consiste en el tratamiento de las aguas servidas de toda la ciudad en un solo sector, ubicado junto a las lagunas existentes, el esquema de tratamiento esta conformado de una serie de lagunas anaeróbicas, facultativas y descarga al mar.

#### 11.3.4.2 Comparación técnica de las alternativas de tratamiento

La **alternativa II** ofrece las siguientes ventajas técnicas:

- El tratamiento de toda el agua residual se ubica en un solo sector, junto a las lagunas existentes, sector en el cual no existe restricción de área para la implantación;
- No se afecta a la población, el tratamiento se ubica a más de 1 Km. de distancia respecto de los lugares poblados;
- El tratamiento es de tipo biológico y no requiere de químicos o energía eléctrica, reduciéndose notablemente los costos de operación y mantenimiento;
- En el tratamiento del agua interviene el mar, aprovechando su capacidad de dilución, difusión y reducción de bacterias coliformes, reduciendo la contaminación existente en la ciudad;
- Se rehabilita las áreas actualmente contaminadas con aguas servidas estancadas en los cauces de los ríos Manta, Bravo y Burro;
- Se evita la contaminación futura por agua residual en la ciudad de Manta.

De acuerdo con los criterios técnicos indicados, se determina que la alternativa de **tratamiento II**, es la que mayores ventajas técnicas presenta, lo cual sustentaría su selección desde el punto de vista técnico.

#### 11.3.4.3 Comparación y selección de la alternativa optima

Se presenta las conclusiones con los aspectos más importantes que caracterizan a cada una de las alternativas presentadas lo cual permite tener una idea clara de la red, de las estaciones de bombeo, de las plantas de tratamiento y de los emisarios finales con lo que es posible la elaboración del cuadro de comparación que permitirá la selección de la alternativa óptima.

- **La alternativa II** considera la implementación de una sola planta de tratamiento para las aguas servidas de la ciudad, por lo que el personal requerido para la operación y mantenimiento de estas instalaciones es menor que en la alternativa I.
- La planta de tratamiento junto al río Bravo, al no utilizar grandes áreas para lagunas, no baja la concentración de bacterias presentes en el efluente hasta los niveles requeridos por las normas, por lo que se hace necesario un proceso de desinfección mediante el contacto con cloro.

Desde el punto de vista ambiental, esto constituye un aspecto muy negativo considerando que por el alto costo de los productos químicos, en ocasiones la EAPAM tendrá dificultades en adquirir nuevas remesas del producto y operará la planta sin el proceso de desinfección, lo cual puede ocurrir también por un descuido y falta de agilidad en los procesos de compra.

Cada vez que esto ocurra, las aguas servidas de la cuenca del río Bravo, parcialmente tratadas sin desinfección serán vertidas al cauce del río con los consiguientes peligros para la salud de la población.

En la alternativa II, el efluente de la planta de tratamiento será descargada al mar mediante un emisario que eliminará toda posibilidad de contaminación del cauce seco del río Manta y por los efectos de la dilución en el océano, no causará molestias de tipo estético ni sanitario.

- Para la elevación de las aguas servidas de la ciudad desde la estación de Miraflores hasta las lagunas de oxidación se construirá en la segunda alternativa tres estaciones de bombeo totalmente independientes entre si, cada una inclusive con su línea de impulsión propia.

Los cárcamos de bombeo también serán independientes entre si durante los períodos de operación normal, pero con la posibilidad de interconectarse en caso de daños que impidan la operación de una de las estaciones, con lo cual las otras dos se encargarán del bombeo mientras se efectúan las operaciones requeridas.

De esta forma nunca será interrumpido el proceso de elevación de las aguas hacia la planta de tratamiento, y se reduce al mínimo la posibilidad de verter aguas servidas al río Manta.

En la alternativa I, cualquier daño en el sistema de bombeo determinará el desfogue de aguas crudas al río como sucede actualmente.

- Por su ubicación dentro del perímetro urbano frente al aeropuerto de la ciudad y en medio de urbanizaciones en proyecto, la planta de tratamiento para las aguas servidas de la cuenca del río Bravo, siempre causará molestias por la presencia de olores incluso en el caso de que sea correctamente operada, y peor aún si por falta de recursos o por descuido se opera en forma antitécnica, o no se opera, en cuyo caso puede convertirse en un peligro para el sector y la ciudad.

Por otro lado, las lagunas de oxidación que son la única planta de tratamiento considerada en la alternativa II tienen una ubicación ideal, ya que sin estar muy lejos de la ciudad ocupan un sitio aislado inclusive visualmente de la ciudad, y aun en el caso de que se presenten malos olores en las lagunas anaerobias, estos no causarán molestias a nadie.

- El costo de la alternativa II es mayor que el de la alternativa I, básicamente por los costos de construcción, operación y mantenimiento de las estaciones de bombeo que se construirán en el sitio donde funciona actualmente la estación de Miraflores, ya que para evitar posibles interrupciones en la operación de bombeo, que implicaría verter aguas servidas crudas en el cauce del río Manta, se construirá un sistema más complejo, que permitirá una gran maniobrabilidad a los técnicos de la EAPAM en el manejo de las aguas servidas, en el caso de que se presenten daños en los equipos o en las líneas de impulsión.
- En las dos alternativas presentadas, por la implementación de interceptores sanitarios en los cauces de ríos, quebradas y esteros, se reduce al mínimo los sectores que puedan quedar sin servicio, así como la contaminación de estos cauces por aguas servidas que no puedan ser evacuadas a gravedad hacia la red de recolección. Esto también permite la eliminación de pequeñas estaciones de bombeo y plantas de tratamiento dispersas en distintos sectores de la ciudad, que complican su operación y mantenimiento y aumenta el personal requerido para ello.
- El informe de impacto ambiental otorga una calificación máxima negativa a la alternativa I y una calificación media negativa a la alternativa II por las características de las plantas de tratamiento consideradas para cada una de ellas. Esta calificación implica que desde el punto de vista ambiental la alternativa es inaceptable, mientras que la otra considera que la alternativa es viable ambientalmente y que los impactos que ocasiona pueden ser controlados mediante medidas de mitigación apropiadas.
- En las dos alternativas, la colocación de la red convencional de tubería sanitaria a un costado de la calle, a la profundidad adecuada, permitirá la evacuación de las aguas servidas de los predios ubicados bajo el nivel de la calle, quedando solo casos aislados que requerirán de servidumbres de paso por el lote de la parte posterior para descargar a gravedad a la red sanitaria.
- En la **alternativa I**, se requiere de una mayor inversión para la compra de los terrenos requeridos para la construcción de las plantas de tratamiento consideradas, tanto en el sector del aeropuerto como en las lagunas de oxidación.

**Cuadro 11 – 1**  
**Conveniencia y comparación de alternativas**

RUBRO	ALTERNATIVAS		COMENTARIOS	VALORACION	
	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II		ALTERN I	ALTERN. II
<b>Terreno</b>	20 Has., adicionales en lagunas de oxidación y 6 Has. frente al aeropuerto	30 Has. adicionales en lagunas de oxidación	Se requiere un inversión mayor para la compra de terrenos de la alternativa I	0	0.5
<b>Red de recolección</b>	Red de recolección con tubería plástica	Red de recolección con tubería plástica	Común a las 2 alternativas con mínimas diferencias	0.5	0.5
<b>Impacto ambiental.</b>	El estudio ambiental lo califica con categoría máxima	El estudio ambiental lo califica con categoría media	La alternativa I implica desinfección y vertido de aguas tratadas al cauce seco del río Bravo para la una planta de tratamiento y vertido de aguas tratadas al mar para la otra planta de tratamiento La alternativa II solo considera vertido de aguas tratadas al mar. No requiere desinfección	-1	0.5
<b>Planta de tratamiento</b>	Dos sitios de tratamientos uno en las lagunas de oxidación y otro frente al aeropuerto	Un solo sitio de tratamiento en lagunas de oxidación	La alternativa I requiere de químicos para desinfección. Además requiere de personal adicional calificado para la planta a ser construida frente al aeropuerto.	0	1
<b>Estaciones de bombeo</b>	Se requiere de cuatro estaciones de bombeo, un daño en el sistema paralizara el bombeo ocasionando el desfogue de aguas servidas al río Manta	Se requiere de cuatro estaciones de bombeo. Muy versátil, un daño en el sistema permitirá seguir bombeando	La ubicación de las estaciones de bombeo son las mismas en ambas alternativas, las estaciones Umiña y Aeropuerto son las mismas y son totalmente nuevas. La estación los Esteros requiere equipos nuevos y adecuaciones del local en ambas alternativas. En Miraflores se requieren equipos nuevos en ambas alternativas pero en la alternativa II se requiere de todos los locales nuevos mientras que en la alternativa I solo se requiere una ampliación de los locales existentes. Los costos de inversión y consumo eléctrico son mayores en la alternativa II	0.5	0.5
<b>Costo de inversión VPN</b>	USD 21'000,000.00	USD 28'000.000,00	El costo total de la alternativa II es mayor que el de la alternativa I debido a los costos de bombeo	1	0.5
<b>TOTAL</b>				<b>1</b>	<b>3.5</b>

Por todo lo indicado, se selecciona a la **alternativa II** como la más adecuada para dar un servicio eficiente de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos líquidos del cantón Manta.

La elección se basa en aspectos técnicos y ambientales, con miras a garantizar condiciones sanitarias óptimas en salvaguarda de la salud de los habitantes de esta ciudad, que se encuentra en franco proceso de crecimiento y desarrollo.

El sistema de alcantarillado que tendrá la ciudad permitirá dar solución a todos los requerimientos que tiene Manta actualmente por la carencia de este servicio.

El proyecto se caracteriza por tener una red independiente para cada cuenca, inclusive con estaciones de bombeo para cada una, con la posibilidad de que en caso de daños en el sistema de bombeo de una de las cuencas, la operación pueda continuar con la ayuda de las estaciones de las otras cuencas, reduciendo al mínimo la posibilidad de verter el desfogue de aguas servidas al cauce del río Manta.

Se considera la implementación de interceptores sanitarios junto a ríos, esteros y quebradas para captar a gravedad los desechos líquidos de toda la ciudad, eliminando la contaminación de estos cauces y logrando la mayor cobertura de servicio posible.

El tratamiento de las aguas servidas se hará en una nueva planta de tratamiento, que incluirá la modificación de las actuales lagunas de oxidación para su utilización en el nuevo esquema considerado, cuyo efluente se descargará al mar mediante un emisario para no contaminar el cauce del río Manta a su paso por la ciudad.

## **11.4 ALCANTARILLADO PLUVIAL**

### **11.4.1 Alternativa I**

El alcantarillado pluvial del cantón Manta se ha proyectado utilizando en lo posible el sistema de drenaje natural de la ciudad formado por los tres ríos principales que reciben cada uno la aportación de su propia cuenca o área de drenaje.

Se mantendrán abiertos los cauces de quebradas y esteros afluentes, recuperando aquellos que actualmente están cerrados y ocupados por viviendas e industrias, de tal forma que se aprovecha al máximo las facilidades que presenta la topografía de la ciudad en los diferentes sectores para la evacuación de las aguas de lluvia hacia el mar, utilizando los medios que la misma naturaleza ha conformado a lo largo del tiempo.

El sistema de alcantarillado pluvial funcionará íntegramente a gravedad, por lo que es indispensable respetar totalmente las cuencas de drenaje indicadas, así como la topografía existente al interior de cada una de ellas.

Se ha planteado el número de descargas necesario para que las áreas de aportación no sean demasiado grandes y no se tenga que recurrir a la utilización de grandes colectores.

La red secundaria irá instalada en casi la totalidad de las calles, para permitir la evacuación de los predios a través de su respectiva conexión domiciliaria, porque así lo determina la topografía de la ciudad.

En los cauces de esteros y quebradas se construirá un canal trapecial abierto de hormigón para las aguas de lluvia y un corredor adoquinado paralelo que permita el ingreso del equipo y personal de mantenimiento.

Para laminar los caudales de las crecidas del río Manta se recurrirá a la construcción de una presa de regulación en el sitio San Ramón y se acondicionará el terraplén del cruce de la vía de circunvalación sobre el río, para que continúe funcionando como presa, pero en condiciones de mayor seguridad.

Se ha considerado utilizar tuberías de plástico hasta un diámetro de 800 mm y colectores de hormigón armado para secciones mayores.

### **11.4.2 Alternativa II**

Se basa en las mismas consideraciones que se han tomado en cuenta para la alternativa I, ya que como se ha indicado, hay que respetar la topografía existente y no se puede variar el trazado de los colectores.

La diferencia radica en que las tuberías de diámetro inferior a 800 mm se consideran de hormigón y no de plástico como en la alternativa I.

Estas dos primeras alternativas son conceptualmente iguales, ya que consideran el mismo trazado de interceptores principales y los mismos puntos de descarga, pero difieren en el material de construcción de los conductos como se ha indicado, lo cual se ha hecho para poder hacer una comparación en base a costos.

### **11.4.3 Alternativa III**

Esta contempla la construcción de un sistema de escurrimiento superficial por las vías de la ciudad, permitiendo que éstas funcionen como canales rectangulares abiertos con una lámina de agua de algunos centímetros, hasta llevar el agua hacia uno de los cuerpos receptores que forman el sistema de drenaje natural de la ciudad.

En algunos sitios será necesaria la instalación de colectores principales cuando el caudal que escurre por la calle sea demasiado alto y no exista posibilidad de descargarlo a un cauce natural.

### **11.4.4 Comparación y selección de la alternativa optima**

Se presenta las conclusiones, en las que se mencionan los aspectos más importantes que caracterizan a las alternativas presentadas.

- Por la implementación de interceptores en los cauces de quebradas y esteros, que incorpora el sistema de drenaje natural al sistema de alcantarillado pluvial de Manta, se eliminan las áreas sin servicio en el sector consolidado de la ciudad;

Con un adecuado mantenimiento, aun los sectores planos tendrán facilidad de evacuar las aguas de escurrimiento superficial, eliminando los problemas de inundación tan frecuentes durante los meses de invierno;

- La utilización de obras de disipación de energía y de estructuras de descarga, permitirá controlar los efectos de la erosión producida por las altas velocidades del agua;
- La construcción de estructuras de regulación de crecidas en la cuenca del río Manta permitirá laminar los caudales de este río y atenuar los problemas de inundación en el tramo final que atraviesa sectores urbanos de Manta;
- El alcantarillado pluvial se colocará en vías y espacios públicos. Cuando un tramo de la red deba cruzar por un predio particular, se establecerá una franja de protección con la estricta prohibición de edificar en ella y a la cual tendrá libertad de acceso el personal de operación y mantenimiento de la EAPAM;

- La utilización de tubería plástica, a más de las ventajas señaladas en la descripción de la alternativa I, al tratarse de un proyecto de gran magnitud, permite una reducción de los costos, por las facilidades que brinda este tipo de tubería en el transporte e instalación;
- En las alternativas I y II, la ubicación de la red pluvial al medio de la calle, a una profundidad adecuada, permitirá la evacuación de las aguas de lluvia de la mayoría de los lotes por medio de su respectiva conexión domiciliaria, quedando solo casos aislados en los que las aguas se deberán evacuar mediante servidumbre de paso por los predios de la parte posterior, de esta forma el sistema cumplirá con su función principal que es la de evacuar las aguas de los predios, sin permitir que se inunden patios y habitaciones ubicados bajo el nivel de la calle;
- En la alternativa III, al utilizar el escurrimiento superficial, se elimina la instalación de gran cantidad de tramos de tubería y de conexiones domiciliares, lo cual implica que es mucho menor la cantidad de pavimento que se debe romper;
- En la alternativa III, no se podrá tener una evacuación total de las aguas de lluvia de los lotes, ya que la descarga de las aguas de los patios interiores se hará a la red sanitaria;
- El costo de la alternativa III, es inferior al de las otras alternativas, ya que requiere de una menor longitud de red instalada con secciones menores.

Tenemos una descripción de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado pluvial de la ciudad, según se ha considerado en las alternativas presentadas.

Se ha hecho también un recuento del proceso seguido para llegar al prediseño de cada alternativa, así como para la obtención del presupuesto correspondiente.

También se incluye un grupo de conclusiones que resumen los aspectos importantes que caracterizan a las alternativas, con lo cual es posible tener una idea clara del sistema previsto para evacuar de la ciudad las aguas de escurrimiento superficial.

#### **11.4.5 Análisis de alternativas**

En base a las consideraciones expuestas se plantean las siguientes alternativas factibles para luego de proceder a su prediseño hacer una comparación que permita identificar a la que constituya la solución óptima.

Cualquier modificación al trazado de la red de interceptores planteada implicará



una complicación en el diseño hidráulico, al no aprovechar a plenitud las ventajas de la topografía existente ni el sistema de drenaje natural de la ciudad, que es la clave para lograr economía y eficiencia en el diseño.

**Cuadro 11 – 2**  
**Comparación de alternativas**

Rubro	Alternativas			Comentarios	Valoración		
	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III		Alt-1	Alt-2	Alt-3
Estructuras de regulación	2 estructuras de regulación en la cuenca del río Manta.	2 estructuras de regulación en la cuenca del río Manta.	2 estructuras de regulación en la cuenca del río Manta.	Común a las tres alternativas. Se requiere de evaluación de sedimentos.	3.0	3.0	3.0
Red de recolección	Tubería plástica para diámetros inferiores a 800 mm.	Tubería de hormigón para diámetros inferiores a 800 mm.	Tubería plástica para diámetros inferiores a 800 mm., donde se necesite. Ecurrimiento superficial por las calles con menor requerimiento de tuberías. Menor número de conexiones domiciliarias.	La tubería plástica presenta mejores características de comportamiento mecánico e hidráulico, lo cual brinda una gama más amplia de posibilidades para solucionar problemas de diseño. Las condiciones de flujo superficial en gran cantidad de calles permitirán eliminar muchos problemas de mantenimiento y permiten una descarga eficiente al cuerpo receptor.	2.0	1.0	3.0
Impacto ambiental	Alternativa variable	Alternativa variable	Alternativa variable	Se requieren medidas de mitigación para control de sedimentos en vías y estructuras de regulación de crecidas. La alternativa III permite el vertido de las aguas servidas diluidas a los cuerpos receptores durante los periodos de lluvia.	2.0	2.0	1.0
Costos de inversión + VPN de los costos de operación	USD 12'000.000,00	USD 14'000.000,00	USD 11'000.000,00	El costo total de la alternativa III es inferior.	1.0	1.0	3.0
<b>TOTAL:</b>					<b>8.0</b>	<b>6.0</b>	<b>10.0</b>

Considerando los aspectos técnicos, económicos y ambientales de las alternativas planteadas, se selecciona a la alternativa III como la más adecuada para el sistema de alcantarillado pluvial.

**ANNEXES AVAILABLE UPON REQUEST**

Participacion Social

Componente Biotico

Matrices

Analisis Laboratorio

Licencia ambiental Manta

Certificado de Interseccion

Aprobacion TDRs Plan Maestro Manta