



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

## RESOLUCION MARN DGA-23535-TDR-270-2018

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, a los veinte días del mes de febrero de dos mil dieciocho. Visto el Formulario Ambiental referente al proyecto "NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE NEJAPA", ubicado en calle Mapilapa, caserío El Junquillo, cantón Galera Quemada, municipio de Nejapa, departamento de San Salvador, cuyo titular es la Alcaldía Municipal de Nejapa, representado legalmente por el señor Sergio Vladimir Quijada Cortez.

### CONSIDERANDO QUE:

- I. Que con fecha uno de febrero de dos mil dieciocho, ingresó a este Ministerio el Formulario Ambiental referente al proyecto "NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE NEJAPA";
- II. Que de conformidad a los artículos 22 de la Ley del Medio Ambiente y 22 del Reglamento General de la Ley, dicho proyecto ha sido categorizado como un proyecto de impacto ambiental potencial moderado o alto, de conformidad a los criterios técnicos que se relaciona a continuación: a. El caudal total de aguas residuales generadas es mayor a 100 metros cúbicos por día; b. El total de carga contaminante de DQO en el efluente, cuando se descargue a cuerpo receptor es mayor a 4.7 toneladas por año y c. La descarga de los vertidos se realizara en el río.

### POR TANTO:

De conformidad a lo dispuesto en los Considerandos anteriores y a los Artículos 22 de la Ley del Medio Ambiente y 19 y 22 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente

### RESUELVE

1. Que el Formulario Ambiental referente al proyecto denominado "NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE NEJAPA", ubicado en calle Mapilapa, caserío El Junquillo, cantón Galera Quemada, municipio de Nejapa, departamento de San Salvador, cuyo titular es la ALCALDÍA MUNICIPAL DE NEJAPA, representada legalmente por el Alcalde el señor SERGIO VLADIMIR QUIJADA CORTEZ, dicho proyecto consiste en la construcción de nuevos tramos de alcantarillados y reemplazo de tramos antiguos, incluyendo pozos de registro, esto con la finalidad de asegurar que se colecten eficientemente las aguas residuales que descargarían en la planta de tratamiento. Construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales para un caudal igual a 0.04807 metros cúbicos por segundo, que incluye: reactores anaeróbicos, filtro de flujo superficial, desarenador, 2 trampas de grasas, 4 unidades de reactor anaeróbico de flujo ascendente, 4 unidades de filtro anaeróbico de flujo ascendente, 2 unidades de cámara de cloración, 2 lechos de secado, 2 biofiltros (estanques con plantas acuáticas), barrera de árboles, engramado de áreas y canaleta para aguas lluvias. El cuerpo receptor que recibe descarga es el río San Antonio, ubicado en el municipio de Nejapa. El cual REQUIERE ELABORACION DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, de acuerdo a los Términos de



#### IV. ANÁLISIS TÉCNICO

- ✓ Actualmente en el mismo lugar que se realizará el proyecto existe una PTAR, la cual no está depurando las aguas residuales de acuerdo a norma técnica salvadoreña, por el aumento de caudal tratado;
- ✓ El caudal de aguas residuales a tratar es mayor a 100 metros cúbicos por día, el total de carga contaminante de DQO en el efluente, cuando se descargue a cuerpo receptor es mayor a 4.7 toneladas por año y la descarga de los vertidos se realizara en el río;
- ✓ El titular del proyecto, presenta junto con el formulario ambiental: planos de alcantarillado y zonas de ampliación, planos de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales, criterios de diseño y especificaciones técnicas, análisis de calidad de agua del cuerpo receptor y de la entrada a la PTAR, aforos realizados a los colectores;
- ✓ Se construirá dos módulos de tratamiento, con igual capacidad hidráulica, cada uno tratará el 50% del caudal de diseño 48.34 lt/seg. Y tendrán los siguientes elementos: trampa de grasas y aceites, reactores anaerobios de flujo ascendentes, filtro anaerobio de flujo ascendente, tanque de contacto para cloración, humedal de flujo superficial con plantas acuáticas y lecho de secado de lodos;
- ✓ La mejora en el sistema de alcantarillado, tiene el objetivo de dar cobertura a los desarrollos futuros;
- ✓ El cuerpo receptor de descarga del agua tratada, será el Río San Antonio en el municipio de Nejapa;
- ✓ En los alrededores del terreno de ubicación del proyecto, existen viviendas y construcciones de habitación, las cuales son los afectados directos;
- ✓ Debido a la envergadura y a la naturaleza del impacto potencial a generar, este proyecto se considera de un impacto moderado o alto.

#### V. CONCLUSIONES

Analizada la información básica presentada en el Formulario Ambiental y sus anexos y habiendo realizado la inspección de campo al sitio del proyecto "NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO Y AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE NEJAPA", y en base a los criterios de Categorización para Actividades, obras y proyectos, para los sistemas de abastecimiento de agua y sistemas de tratamiento de aguas residuales: a) El caudal total de aguas residuales generadas es mayor a 100 metros cúbicos por día; b) el total de carga contaminante de DQO en el efluente, cuando se descargue a cuerpo receptor es mayor a 4.7 toneladas por año y; c) la descarga de los vertidos se realizara en el río; se determina que el referido proyecto clasifica dentro de las Actividades, Obras o Proyectos con **impactos ambientales potenciales MODERADO O ALTO** a ser generados por la ejecución del mismo y por tanto, REQUIERE LA ELABORACION DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, debiendo el Titular del proyecto cumplir con la información solicitada en los términos de referencia adjuntos.

San Salvador, 15 de febrero de 2018.

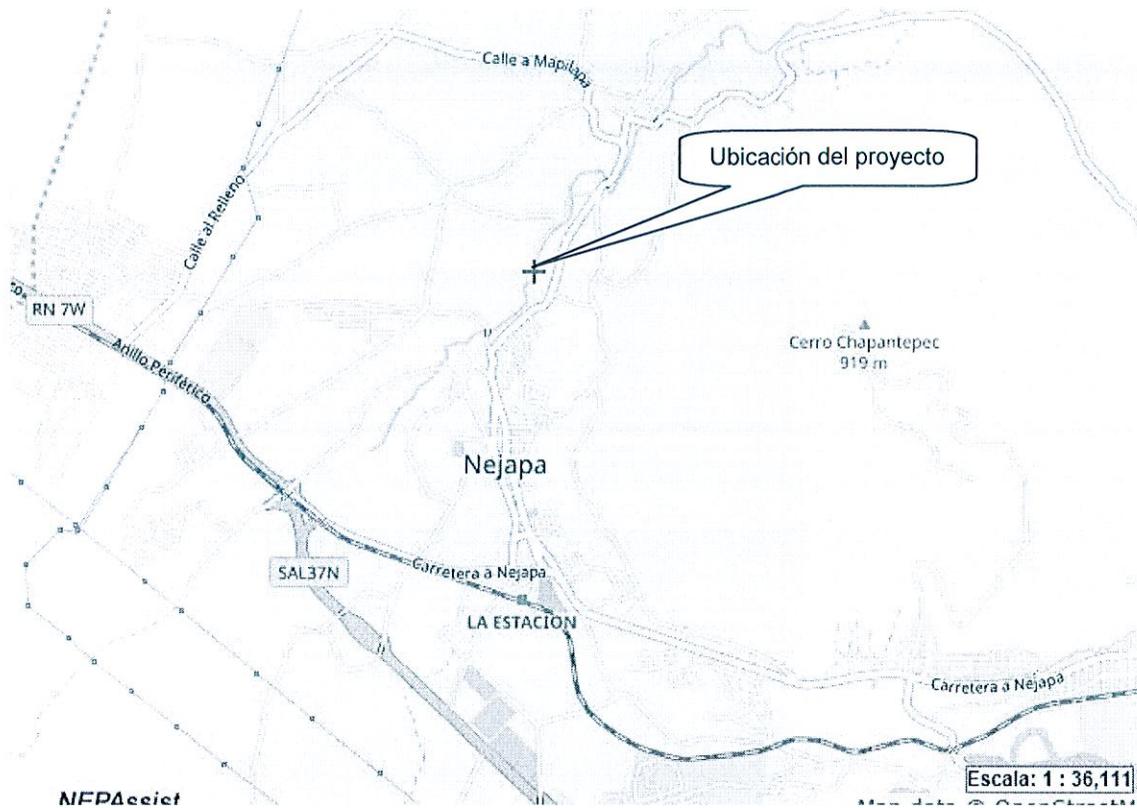
  
\_\_\_\_\_  
Licda. Ivy Dora García  
Técnico en Evaluación Ambiental

  
\_\_\_\_\_  
Licda. Roxana Ortiz Corvera  
Técnico Jurídico

  
\_\_\_\_\_  
**Revisó y Vo.Bo.**  
Ing. Jorge Antonio Castaneda  
Gerente de Evaluación Ambiental



### CROQUIS DE UBICACIÓN





MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

## Términos de referencia generales para elaboración de Estudio de Impacto Ambiental

### 1. Prefacio

Los Términos de Referencia a continuación detallados, establecen un modelo flexible para asistir a los desarrolladores de proyectos en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, proporcionando lineamientos generales integrados a un enfoque estructurado, apegado al marco legal aplicable.

Asimismo, se han incorporado referencias a recursos externos que el equipo consultor deberá revisar para favorecer una adecuada evaluación.

Apegados al artículo 18 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente, la evaluación de impacto ambiental tendrá como objetivo:

- a. Identificar, cuantificar y valorar los impactos ambientales y los riesgos que determinada actividad, obra o proyecto pueda ocasionar sobre el medio ambiente y la población;
- b. Determinar las medidas necesarias para prevenir, atenuar, controlar y compensar los impactos negativos e incentivar los impactos positivos, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales;
- c. Determinar la viabilidad ambiental de la ejecución de una actividad, obra o proyecto; y
- d. Generar los mecanismos necesarios para implementar el programa de manejo ambiental.

A efecto de atender a los objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental, el Estudio de Impacto Ambiental deberá focalizarse en los **impactos significativos asociados a cada proyecto**, optimizando la cantidad y calidad de la información, y mejorando su perfil como instrumento de apoyo a la toma de decisiones; y **deberá establecer las medidas ambientales más adecuadas de prevención, atenuación y/o compensación, para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de las actividades, obras o proyectos**, protegiendo con ello la productividad y capacidad de los sistemas naturales y de los procesos ecológicos.

En este sentido, entenderemos por **Estudio de Impacto Ambiental**, como un instrumento de diagnóstico, evaluación, planificación y control, constituido por un conjunto de actividades técnicas y científicas realizadas por un equipo interdisciplinario, destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales, positivos y negativos, de una actividad, obra o proyecto, durante todo su ciclo vital, y sus alternativas, presentado en un informe técnico y realizado según los criterios establecidos legalmente; el mismo deberá brindar elementos de juicio para la **toma de decisión sobre la viabilidad ambiental de los proyectos**.





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

## 2. Lineamientos generales

Los Estudios de Impacto Ambiental deberán:

- i. Elaborarse de acuerdo a los presentes Términos de Referencia.
- ii. Apegarse al marco jurídico aplicable.
- iii. Ser elaborados por un equipo interdisciplinario y evidenciar las interrelaciones e integración de los resultados de los estudios y opiniones de los miembros del equipo.

El número de miembros del equipo dependerá del tamaño y complejidad del Estudio de Impacto Ambiental. Las pericias de los miembros del equipo, deberán atender todas las áreas de especialización que se requieran por el tipo de actividad, obra o proyecto que se pretenda desarrollar y a la sensibilidad del medio receptor.

En todo caso, los Estudios de Impacto Ambiental, no podrán ser elaborados por un solo prestador de servicios.

Asimismo, el MARN no admitirá Estudios de Impacto Ambiental, cuando en la elaboración de los mismos no haya participado ningún prestador de servicios con especialidad afín a la materia que se desarrolla. (Ver Anexo No.3)

- iv. Presentar un índice de contenido, e índice de apéndices.
- v. Estar debidamente foliado a una cara (se entiende por folio a una hoja de papel compuesta por sus dos caras).
- vi. Presentarse impreso en original y copias (el número de copias dependerá de la cantidad de municipios del área de influencia directa), así como dos copias en formato electrónico (CD o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de datos), en formato PDF y adicionalmente en un formato editable.

Lo presentado en formato digital debe ser exactamente igual a lo que se presenta de manera impresa.

- vii. La poligonal del inmueble y la huella del proyecto deben ser presentadas en formato. kmz (Datum WGS84) y .shp (WGS84 y Lambert) y los planos georreferenciado en formato .dwg o .shp. (Lambert Conformal Conic DATUM NAD27)

viii. Documentación técnica a presentar:

1. En caso que la fuente de abastecimiento sea a través de un servicio externo deberá presentar la Factibilidad de abastecimiento de agua potable, emitida por el ente administrador del sistema (ANDA, Municipalidad, ADESCO, etc.) quienes deberán contar con autorización ambiental.
2. En caso de que el abastecimiento de agua sea por fuente propia (autoabastecimiento) deberá presentar carta de no afectación de ANDA y el estudio hidrogeológico según los lineamientos del MARN.
3. Factibilidad de drenaje de aguas lluvias; con sus puntos de conexión o descarga a sistemas o cuerpos receptores.
4. Factibilidad de manejo y disposición de aguas residuales ordinarias emitido por la autoridad competente o en su defecto propuesta de manejo y disposición final.
5. Factibilidad de Calificación de lugar emitida por la entidad competente.





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

---

### 3. Guía del Contenido

El Estudio de Impacto Ambiental (EslA), deberá cumplir con lo dispuesto en los artículos 23 y 24 del Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente, y su contenido deberá ser estructurado conforme a los apartados siguientes:

#### A) Título y autores

Deberá contener:

- i. **Nombre de la obra, actividad o proyecto que se pretende desarrollar.**
- ii. **Nombre y firma del Titular, de su representante legal y/o apoderado, e información de contacto** (dirección, teléfono, fax y correo electrónico).
- iii. **Hoja de Crédito:** Nombre, profesión, firma y No. de Registro de los Prestadores de Servicios Ambientales, así como nombre, profesión y firma de los especialistas que participaron en el estudio, especificando claramente la parte que realizó cada uno.

#### B) Resumen ejecutivo del estudio

Deberá contener una síntesis del proyecto y los hallazgos principales y el abordaje ambiental obtenidos de la evaluación realizada (máximo 3 páginas)

#### C) Descripción del proyecto y sus alternativas

##### i. **Propósito y necesidad del proyecto propuesto**

Definir claramente cuál es el propósito y necesidad que justifica la ejecución del proyecto, tomando en cuenta la factibilidad y objetivos dentro del marco legal existente, y beneficios socio-ambientales en la zona de influencia resultantes de la iniciativa de inversión sujeta a evaluación.

##### ii. **Análisis y desarrollo de alternativas**

Describir todas las alternativas consideradas, detallando cómo éstas atienden al propósito y necesidad antes descritos.

El EslA deberá incorporar una cantidad suficiente de alternativas para asegurar un proceso efectivo de toma de decisiones.

Deberá de incluirse la evaluación de alternativas, sustentada en criterios técnicos, ambientales y sociales que respalden a la opción elegida.

El análisis de alternativas deberá orientarse hacia:

- La selección del mejor diseño del proyecto
- La selección de la mejor localización del proyecto
- La optimización de recursos
- La prevención y minimización de impactos adversos





MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

**i. Área de influencia directa e indirecta**

Deberá delimitarse huella del proyecto, área de influencia directa y área de influencia indirecta, atendiendo a los impactos de mayor significancia.

**ii. Descripción del escenario ambiental y social**

La descripción del emplazamiento ambiental deberá considerar:

- Identificación y priorización de factores ambientales,
- Adquisición de datos relevantes para los factores ambientales escogidos y/o realización de los estudios pertinentes.

Cómo parte del los factores ambientales, se tendrá que considerar, sin limitarse a ello:

- **Medio físico:** geología, geomorfología, características de estabilidad, suelos, clima, hidrología e hidráulica fluvial, hidrogeología, calidad de agua, calidad de aire, ruido.
- **Medio biótico:** comunidades terrestres, comunidades en humedales, comunidades acuáticas, relaciones ecológicas.
- **Medio socio económico:** La descripción del escenario ambiental y social y su evaluación ambiental debe garantizar que los proyectos no socaven funciones ecológicas o de recursos críticos, o el bienestar y los medios de vida y subsistencia de las comunidades y pueblos que de ellos dependan.  
Es importante INCLUIR LA OPINIÓN DE LA POBLACIÓN dentro del área de influencia directa, e indirecta del proyecto, y proyectos vecinos con relación a la construcción y funcionamiento del proyecto, por lo que es necesario incluir estudios de opinión de estos al análisis de impacto ambiental. El mecanismo de recopilación de información, puede ser mediante encuestas, entrevistas u otro instrumento que asegure la inclusión de los potenciales afectados.
- **Medio construido:** estructuras urbanas, asentamientos rurales.
- **Medio cultural:** aspectos de interés cultural, arqueológico o antropológico.
- **Paisaje.**

La utilización del conocimiento profesional en relación a los impactos de la mayoría de proyectos puede ser apoyada recurriendo a listas organizadas de factores ambientales de interés por tipo de proyectos específicos (Ver Anexo No.1).

Asimismo, para los propósitos de esta sección debe considerar la implementación de indicadores ambientales, índices ambientales del medio, o bien establecer índices relativos que pueden ser de utilidad, tales como "calidad previa/estándar de calidad ambiental", "cantidad o calidad de la emisión/estándar de emisión". En Anexos se presenta un listado de índices que pueden ser considerados.





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

---

G) Interpretación de los resultados del análisis beneficio-costos, rentabilidad y eficiencia, considerando factores técnicos, económicos, sociales y ambientales (aplicable a actividades, obras o proyectos del sector público);

Interpretación de los resultados del análisis beneficio-costos, rentabilidad y eficiencia, considerando factores técnicos, económicos, sociales y ambientales, de todos los componentes del proyecto.

H) Programa de Manejo Ambiental

i. **Jerarquía de mitigación**

En orden descendente de preferencia, los tipos primarios de medidas ambientales que habrán de considerarse, corresponden a:

- **Prevención** o evitar completamente que los impactos ocurran
- **Atenuación**, minimizar o reducir la duración, intensidad o extensión de un impacto.
- **Compensación**, cuando los impactos significativos no puedan mitigarse, deberán establecerse medidas ambientales orientadas al remplazo o aporte de recursos sustitutivos al ambiente.

ii. **Programa de Manejo Ambiental**

Se debe presentar descripción, diseño y especificaciones técnicas de las medidas ambientales propuestas, para cada etapa.

Conforme Artículo 24 del RGLMA deberán integrarse al Programa de Manejo Ambiental, las medidas que deriven del Estudio de Riesgo y/o Plan de Contingencia.

Asimismo, deberá presentarse cuadro resumen con el detalle de las medidas ambientales, conforme formato presentado en anexos. El titular deberá firmar cada cuadro resumen del Programa de Manejo Ambiental, dando por aceptado las medidas ambientales propuestas y sus costos asociados.

Adicionalmente deberá documentarse:

- Factores ambientales a verse afectados
- Actividad o proceso que generará el impacto y el impacto ambiental esperado
- Tiempo de ejecución de esas medidas.
- Costo de las medidas.
- Responsable de aplicación de las medidas.
- Indicador de desempeño establecido para controlar el cumplimiento y su descripción
- Plano donde se detalla la ejecución de las medidas ambientales de acuerdo a las etapas de la actividad, obra o proyecto.





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

---

- Planos que reflejen en planta y perfil (transversales y longitudinales) el nivel de terreno existente junto con la proyección de las terrazas
- Planos sobre hidrología e hidrogeología.
- Plano detallando las áreas de influencia directas e indirectas que puedan ser afectadas por las acciones a ser desarrolladas durante la ejecución del proyecto.
- Plano donde se detalla la ejecución de las medidas ambientales de acuerdo a las etapas de la actividad, obra o proyecto.
- Otros planos específicos, según se requiera, tales como el de drenaje de aguas lluvias, revegetación, sectorización, u otros similares, deberán presentarse hojas adicionales con esta información específica, cumpliendo las especificaciones de los planos de distribución general.

ii. **Estudios técnicos**

iii. **Fotografías**

iv. **Procesos de participación ciudadana**

v. **Otros**





# MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

---

- WHO, 1999; *Guidelines for community noise*.

## **1.2 Medio biótico:**

### **1.2.1 Flora y fauna**

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015. *Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazada o en Peligro de Extinción. Acuerdo Ministerial No 74 del 23/03/2015, publicado en el Diario Oficial Tomo No 409, Número 181 del 05/10/2015.*
- FAO, 2009. *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales – Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S. Roma. 2009*
- Hernández, Jaime; 2000. *Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Chile.*
- Tessano, Sonia; 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna. México.*
- SEMARNAT; 2011. *Manual y procedimientos para el muestreo de campo; Re-muestreo 2011. Inventario Nacional Forestal Y De Suelos. México.*

### **1.2.2 Relaciones Ecológicas**

- The Nature Conservancy. *Un Enfoque en la Naturaleza: Evaluaciones Ecológicas Rápidas. Estados Unidos. 2000*
- Secretaría de la Convención de Ramsar. *Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales. Informe Técnico de Ramsar núm. 1. Núm. 22 de la serie de publicaciones técnicas del CDB. Suiza. 2010*
- Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía para la Descripción del Área de Influencia; Descripción de los Componentes Suelo, Flora Y Fauna De Ecosistemas Terrestres en el SEIA. Chile. 2015*

### **1.2.3 Paisaje**

- Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía de Evaluación de Impacto Ambiental: Valor Paisajístico en el SEIA. Chile. 2013*

## **1.3 Caracterización económica, social y cultural:**

### **1.3.1 Relaciones económicas y laborales:**

### **1.3.2 Salud**

### **1.3.3 Tradiciones históricas y culturales**





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

- *Stewart M. Oakley; Louis Salguero. Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Centroamérica: Un Manual de Experiencias, Diseño, Operación y Sostenibilidad. US-EPA, USAID, CCAD. 2011.*

#### **2.5 Generación de aguas residuales de tipo especial**

#### **2.6 Generación de emisiones atmosféricas**

#### **2.7 Almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas**

#### **2.8 Generación y gestión de desechos peligrosos**

- *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Lineamientos técnicos para el adecuado manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.*
- *Comisión Nacional Del Medio Ambiente–Región Metropolitana. Guía Para El Control Y Prevención De La Contaminación Industrial Manejo De Solventes. Chile, 1999.*

#### **2.9 Radiaciones No-Ionizantes**

- *Comisión Internacional De Protección Contra Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP). Recomendaciones Para Limitar La Exposición A Campos Eléctricos, Magnéticos Y Electromagnéticos (hasta 300 GHz).*

#### **2.10 Gestión del medio biológico**

- *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guía para la Reforestación*

#### **2.11 Compensación Ambiental**

- *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Guía de Compensación Ambiental*

#### **2.12 Cambio Climático**

- *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016). Guía para la Integración de Consideraciones Climáticas en EIA.*

### **3. Recursos para la Evaluación de Impactos Ambientales Por Sectores**

#### **3.1 Recursos para Actividades, Obras o Proyectos de Infraestructura**

- *Efraín Peña (2009). Guía de infraestructura: Instrumento de gestión ambiental. Proyecto Evaluación de Impacto Ambiental en Centroamérica. Una herramienta para el desarrollo sostenible. UICN; San José, Costa Rica.*
- *Allan Astorga Gättgens (2006). Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de infraestructura urbana. UICN / ORMA, San José, Costa Rica.*





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

DGA 23535 "Nueva Planta de Tratamiento y Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Municipio de Nejapa"

---

- *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de cemento y cal, IFC*
- *Guías Ambientales, Sector Plásticos. Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia*
- *Lineamientos para el diseño de rastros o mataderos. MARN*

### **3.6 Recursos para Actividades, Obras o Proyectos del Sector Energía y Telecomunicaciones**

- *Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía. Volumen I. USAID-CCAD*
- *Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía. Volumen II, Apéndices. USAID-CCAD*
- *Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía. Volumen I, Parte 2, Ejemplo de Términos de Referencia de EIA. USAID-CCAD*
- *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la transmisión y distribución de electricidad, IFC*
- *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la generación de energía geotérmica, IFC*
- *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las plantas de energía térmica, IFC*
- *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la energía eólica, IFC*





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

### Programa de Monitoreo Etapa de Ubicación y Construcción

Etapa de Construcción	Medida Ambiental y Descripción	Parámetro de control a considerar	Lugar o punto de monitoreo	Frecuencia del monitoreo	Método a utilizar	Respons. del monitoreo	Interpret. del resultado	Retroalimentación	Referencia en el texto de la descripción del impacto
Preparación del sitio	Prevención								
	Atenuación								
	Compensación								
Construcción	Prevención								
	Atenuación								
	Compensación								

### Programa de Monitoreo Etapa de Funcionamiento

Etapa de Construcción	Medida Ambiental y Descripción	Parámetro de control a considerar	Lugar o punto de monitoreo	Frecuencia del monitoreo	Método a utilizar	Respons. del monitoreo	Interpret. del resultado	Retroalimentación	Referencia en el texto de la descripción del impacto
Funcionamiento	Prevención								
	Atenuación								
	Compensación								
Cierre	Prevención								
	Atenuación								
	Compensación								





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## Anexo No.3: Especialidades Relacionadas para la elaboración del Estudio de Impacto

El equipo para un Estudio de Impacto Ambiental, deberá contar con un director del proyecto, con amplia experiencia en evaluación de impacto ambiental, técnicas de gestión e integración de resultados de disciplinas individuales. El número de miembros de un equipo interdisciplinar puede variar, dependiendo del tamaño y complejidad del estudio entre 2 y 10 individuos.

La tabla siguiente, expone una lista detallada de los especialistas que podrían ser apropiados para el equipo interdisciplinar en función de los recursos potencialmente afectados (World Bank, 1991). Estos a su vez, se relacionan con los subsectores que usualmente generan más presión sobre los recursos en mención. La columna de subsectores es indicativa, y su aplicación es sujeta a las particularidades de cada actividad, obra o proyecto.

Tabla 1. Especialidades relacionadas con el proceso de EIA

<b>Recursos naturales</b>	<b>Subcomponente</b>	<b>Especialistas requeridos</b>	<b>Subsectores potencialmente asociados (indicativo)</b>
Aire	Calidad del aire Dirección/velocidad del viento Ruido	Experto en calidad de aire Meteorólogo Experto en ruido Ingeniero Químico	Actividades, Obras o Proyectos del Sector Energía y Telecomunicaciones  Actividades, Obras o Proyectos del Sector Industria
Suelo	Estructura/recursos del suelo	Ingeniero Civil Geólogo Ingeniero geotécnico Agrónomo	Actividades, Obras o Proyectos de Infraestructura  Actividades, Obras o Proyectos de Extracciones  Actividades, Obras o Proyectos del Sector Agrícola, Pecuario y Vida Silvestre
Agua	Aguas superficiales Régimen del agua subterránea Balance hídrico Drenaje Inundación	Hidrólogo Hidrogeólogo Ingeniero Sanitario Ingeniero Químico/químico Experto en calidad de	Actividades, Obras o Proyectos de Saneamiento  Actividades, Obras o Proyectos de Extracciones





**MARN**

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## **Anexo No.4: Escalas de planos**

### **TIPOS DE PLANOS QUE DEBEN SOLICITARSE:**

#### **1. TOPOGRÁFICO GENERAL**

#### **2. DISTRIBUCIÓN GENERAL**

En este plano, la distribución general del proyecto debe superponerse al plano topográfico general, de tal manera que se defina claramente la ubicación de los diferentes elementos del proyecto. Además de la información anterior, debe incluir: infraestructura proyectada a construir, cuadro de áreas, ubicación de taludes proyectados, medidas ambientales exteriores y demás elementos del proyecto.

#### **3. PLANO DE MEDIDAS AMBIENTALES**

Contendrá las medidas ambientales a ser implementadas en la propuesta de proyectos.

#### **4. PLANOS ESPECÍFICOS**

En algunos casos, podría requerirse la presentación de planos específicos, como el de drenaje de aguas lluvias, revegetación, ubicación de terrazas, sectorización, y otros similares. En tales casos, se presentarían hojas adicionales con esta información específica, pero con las mismas especificaciones de los planos de distribución general.

#### **5. DETALLES**

Los detalles aclaratorios, deben presentarse en un rango de escalas de 1:20 a 1:200, dependiendo del tamaño del objeto a detallar, de tal manera que sea legible en una hoja tamaño carta, para ser ubicado dentro del texto principal del Estudio de Impacto Ambiental; o bien, pueden presentarse todos en una sola hoja con formato de planos.

### **CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE ESCALAS:**

La escala de un plano expresa la proporción en que se han reducido las medidas lineales de un objeto real, de tal manera que pueda ser dibujado en un tamaño que es fácilmente manejable, y apropiado a las manos y brazos de una persona promedio.





MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

La representación gráfica de esta característica, en un plano, se expresa como una mayor o menor concentración de curvas de nivel, las cuales deben presentarse a cada 1 metro de elevación; por tanto, implica una saturación de información en el plano en esa misma proporción.

Bajo este criterio, se definen los siguientes rangos:

- i. Hasta 25% ( $m < 25\%$ ).
- ii. Más de 25% y hasta 100% ( $25\% < m < 100\%$ ).
- iii. Más de 100% ( $m > 100\%$ ).

En el cuadro siguiente se presentan las escalas recomendadas para la elaboración de los planos.



## ANEXO 1. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL PARA PROYECTOS AMBIENTALMENTE VIABLES

### 1. INTRODUCCION

La Ley del Medio Ambiente contempla entre algunos de sus conceptos y definiciones básicas:  
Art. 5.- Para los efectos de esta ley y su reglamento, se entenderá por:

**COMPENSACIÓN AMBIENTAL:** Conjunto de Mecanismos que el Estado y la población puede adoptar conforme a la ley para reponer o compensar los impactos inevitables que cause su presencia en el medio ambiente. Las compensaciones pueden ser efectuadas en forma directa o a través de agentes especializados, en el sitio del impacto, en zonas aledañas o en zonas más propicias para su reposición o recuperación.

**CONSERVACIÓN:** Conjunto de actividades humanas para garantizar el uso sostenible del ambiente, incluyendo las medidas para la protección, el mantenimiento, la rehabilitación, la restauración, el manejo y el mejoramiento de los recursos naturales y ecosistema

**OBLIGACIÓN DE REPARAR EL DAÑO** como deber legal de restablecer el medio ambiente o ecosistema, a la situación anterior al hecho, que lo contaminó, deterioró o destruyó, cuando sea posible, o en dar una compensación a la sociedad en su conjunto, que sustituya de la forma más adecuada y equitativa el daño, además de indemnizar a los particulares por perjuicios conexos con el daño ambiental, según corresponda.

### 2. GUIA PARA LA REALIZACIÓN DE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL

La Compensación Ambiental depende o está en función de los impactos actuales o de los potenciales de los proyectos hacia el medio ambiente. Comprende 3 componentes:

- a) Identificación de los impactos,
- b) Cuantificación de los impactos y
- c) Compensación Ambiental en correspondencia a la reparación, conservación, manejo y control de los impactos.

#### DESARROLLO DE LOS COMPONENTES:

##### I. Identificación de impactos:

A la vegetación, fauna silvestre, suelo, agua, otros (si los hay)

##### II. Cuantificación de Impactos

La **cuantificación del impacto** debe hacerse en función del recurso natural al cual el proyecto afecta o afectará, habiendo para cada uno de los recursos identificados considerar los siguientes, según el caso:

1. **Pérdida de cobertura vegetal:** número de árboles y/o arbustos a talar
2. **Impermeabilización del suelo:** área a impermeabilizar.(ha) por infraestructura, calles, otros
3. **Afectación al recurso agua:**
  - a) Volumen de agua lluvia que no se infiltrará por efecto de la impermeabilización del suelo (m3 anuales). Usar valor de impacto número 2
  - b) Volumen de agua por consumo de la población actual o futura (m3 anuales)  
Corresponde a la extracción de aguas subterráneas (pozos)
  - c) Volumen de agua por consumo de la actividad productiva actual o futura (m3 anuales)



Total de impermeabilización = 9.6 ha.

Lluvia: 1800 mm

Infiltración: 15% = 270 mm = 2700 m<sup>3</sup>/ha

A compensar: 2700 m<sup>3</sup>/ha x 9.6 ha = 25,920 m<sup>3</sup> agua/año

Consumo doméstico:

Número de lotes del proyecto: 12 ha / lotes de 400 m<sup>2</sup>= 300 lotes

Número futuro de personas por lote (4): 1200 personas

Dotación de agua por persona: 200 litros/día

Volumen anual de agua por consumo en m<sup>3</sup>= 87,600 m<sup>3</sup>

Total agua a compensar: 25,920 m<sup>3</sup> + 87,600 m<sup>3</sup> = 113,520 m<sup>3</sup>

Para efectos de COMPENSACIÓN:

Describir las características biofísicas actuales del área en donde se realizará la compensación, considerando las condiciones climáticas y edáficas del lugar

1. Uso del suelo, pendientes, permeabilidad según textura
2. Balance hídrico actual
3. Cálculo del área a reforestar (ha)

Por tala de árboles y arbustos: 1.96 ha

Por impacto al agua: 113,520 m<sup>3</sup>

Si la lluvia: 1900 mm /año

Infiltración: 25% = 475 mm = 4750 m<sup>3</sup>/ha

Área a compensar: 113,520 m<sup>3</sup>/4750 m<sup>3</sup>/ha = 23.90 ha

Área total a compensar: 23.90 ha+1.96 ha = 25.86 ha

Afectación al paisaje y vida silvestre. Se tiene dos opciones

1. Propuesta del Titular, mediante la utilización de una metodología para su cálculo
2. Utilizar el valor de \$ 980.00/ha ( fuente: Méndez Rodríguez, Colombia, 2011)

## FORMAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL:

### 1. REFORESTACIÓN.

Número de hectáreas a compensar y los costos correspondientes, incluyendo nombres comunes y técnicos de las especies, distanciamientos y 3 años de mantenimiento para asegurar el establecimiento de la plantación.

### 2. MEDIDAS DE RECARGA HÍDRICA

Pueden ser obras mecánicas o vegetativas para la captación e infiltración de aguas lluvias que realicen recarga hídrica ya sea en forma subsuperficial o subterránea, de tal manera que sirvan para enriquecer nacimientos de agua y mantos acuíferos

Estas obras pueden ser:

- Acequias de absorción (a nivel), para infiltración de aguas lluvias ya sea para recarga hídrica acuífera o subsuperficial
- Pozos de absorción de aguas lluvias para recarga hídrica acuífera o subsuperficial
- Cajuelas (similar al hecho en cafetales), para recolectar aguas lluvias y su subsiguiente infiltración para recarga hídrica acuífera o subsuperficial
- Otra obras de captación de aguas lluvias que tengan la misma finalidad



Plantación

Ahoyado de 0.40 m x 0.40 m x 0.40m (0.064 m3)

Abonado: aplicación de 1 onza de abono orgánico por planta

Precio abono orgánico: \$15.00 qq

Aplicación: 1 onza/planta: 16 plantas/libra: 1600 plantas/qq

Costo abono orgánico:  $6250/1600 = 3.91$  qq = 4.0 qq :

\$ 60.00

Tarea/día: 20 plántulas cada trabajador

(longitud de 80 metros; remoción y relleno de 1.28 m3 de suelo)

Días/hombre necesarios:  $6250$  plántulas/ $20$  plantas día: 312.5 días hábiles

Tiempo de ejecución: 28 días calendario

(20 días de trabajo y 8 días fines de semana no trabajados)

Número de trabajadores:  $312.5$  días hábiles/ $20$  días trabajados:  $15.625 = 16$

Costo jornales:

Salario mínimo diario rural: \$3.50 actual; \$ 3.64 futuro (4% mayor):

Con 1SSS:  $10\% = 16 \times 3.64 \times 28 = \$1631 + 163 =$

\$ 1,794.00

Herramientas:

\$ 640.00

16 piochas, \$15 c/u: \$240

16 palas dúplex, \$25 c/u: \$400

**TOTAL PLANTACION = \$20,719**

**MANTENIMIENTO 3 años**

**\$11,395.00**

Remoción maleza alrededor de plántula

Resiembra de plantas perdidas

Control de plagas y enfermedades

Mantenimiento año 1 (25%)

Mantenimiento año 2 (15%)

Mantenimiento año 3 (15%)

**COSTO DE PLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO POR 3 AÑOS:**

**\$ 32,114.00**

**COSTOS DE EJECUCION**

Imprevistos en planeación (10%)

\$3,211.00

Gastos de administración (12%)

\$ 3,854.00

Asistencia técnica (25%)

\$ 8,029.00

GRAN TOTAL módulo 10 hectáreas forestales = \$ 47,208

**Costo por hectárea = \$ 4,721.00**





MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

### 1. Introducción.

Realizar una actividad, obra o proyecto conlleva inevitablemente, impactar de alguna manera el medio ambiente del lugar donde se pretende ejecutar. De acuerdo a la magnitud de lo que se ejecute, así serán los impactos que se causen.

Cada país tiene el derecho soberano a desarrollarse y aumentar su calidad de vida, pero también tiene la obligación de proteger al máximo los recursos naturales que posee, lograr un equilibrio entre ambas acciones constituye el principal reto a cumplir.

La Ley del Medio Ambiente establece los principios de la Política Nacional del Medio Ambiente, entre los que se encuentran los siguientes<sup>1</sup>:

- Todos los habitantes tienen derecho a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Es obligación del Estado tutelar, promover y defender este derecho de forma activa y sistemática, como requisito para asegurar la armonía entre los seres humanos y la naturaleza.
- El desarrollo económico y social debe ser compatible y equilibrado con el medio ambiente, tomando en consideración el interés social señalado en el Art. 117 de la Constitución.
- Se deberá asegurar el uso sostenible, la disponibilidad y calidad de los recursos naturales, como base de un desarrollo sustentable y así mejorar la calidad de vida de la población.

Para implementar la Política Nacional del Medio Ambiente se establecen varios instrumentos, entre el que se encuentra la Evaluación Ambiental<sup>2</sup> y dentro de ella el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

El EIA se define como el proceso o conjunto de procedimientos, que permite al Estado, en base a un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), estimar los efectos y consecuencias que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto pueden causar sobre el ambiente, asegurar la ejecución y seguimiento de las medidas que puedan prevenir, eliminar, corregir, atender, compensar o potenciar, según sea el caso, dichos impactos<sup>3</sup>.

Como se puede ver el EsIA es una herramienta técnica que forma parte del EIA y permite conocer de ante mano (*a partir de una línea base*), los impactos (*positivos y negativos*) que pueda causar una actividad, obra o proyecto durante las diferentes fases de su vida (*construcción, operación y cierre*), así como estimar las medidas de mitigación, corrección o compensatorias que se deben adoptar para ejecutar la actividad, obra o proyecto de la manera más amigable al medio ambiente.

Un EsIA bien elaborado en donde se describan debidamente la actividad, obra o proyecto que se pretende ejecutar, la características del lugar donde se van ejecutar (*línea base*) y las medidas de corrección, mitigación o compensatorias, significa una disminución en los tiempos de tramitación del Permiso ambiental y por supuesto una disminución en los costos de elaboración de lo que pretendamos hacer.

Por esta razón el Ministerio de Medio Ambiente y Recurso Naturales (MARN) se ha dado a la tarea y de ir conformando una serie de documentos que ayuden a todas las personas interesadas en la elaboración de un EsIA con el que se lograra un documento que contenga la información exacta que necesita la autoridad ambiental para evaluar correctamente una actividad, obra o proyecto.

Dentro de estos documentos se encuentra la presente Guía Técnica para la Evaluación de Impacto Ambiental de Aguas Residuales, desarrollada a partir del conocimiento y la experiencia de varios técnicos del MARN relacionados con el proceso de EIA.





MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

### 5. Concepto, clasificación, origen y composición y formas de colectar las aguas residuales.

#### 5.1 Concepto de agua residual

A los efectos de la presente Guía se entiende como agua residual: aquella que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada de forma negativa por la incorporación de agentes contaminantes y deben ser vertidas a un cuerpo receptor.

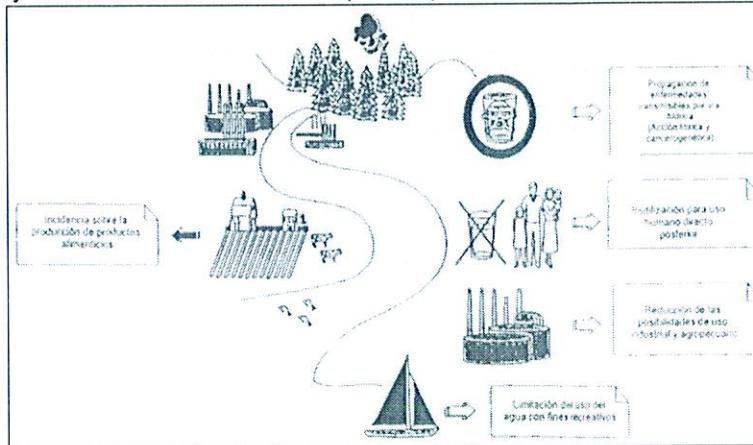


Figura 1. Esquema de contaminación de las aguas<sup>4</sup>.

#### 5.2 Clasificación de las aguas residuales

Las aguas residuales se clasifican<sup>5</sup>:

1. **Tipo Ordinario:** Agua residual generada por las actividades domésticas de los seres humanos, tales como uso de servicios sanitarios, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa y otras similares.

Tienen su origen a partir de las descargas de viviendas. Está compuesta de heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

La cantidad (*caudal*) de aguas residuales que produce una comunidad va en proporción al consumo de agua potable y al grado de desarrollo económico y social, puesto que un mayor desarrollo trae consigo un mayor y más diverso uso del agua en las actividades humanas.

Los factores que van a influir en el caudal son:

- a. Consumo de agua potable.
- b. Ingestión de agua.
- c. Heces y orina.
- d. Pérdidas: pueden producirse por fuga en las conducciones, o porque parte del agua potable consumida no llega a las alcantarillas (reciclaje en la industria, riego de jardines, etc.).
- e. Ganancias: consumo y vertido de otros líquidos distintos del agua potable.

En la práctica, del 60 % al 80 % de agua potable consumida, se transforma en residual y si a esto le añadimos el agua procedente de las precipitaciones atmosféricas, se pueden alcanzar cifras superiores a las de consumo<sup>6</sup>.





MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

agua es mayor, por lo que el sistema de conducción, como el de tratamiento debe ser capaz de asimilar las variaciones de flujo lo que puede traer como consecuencia mayor área a ocupar y problemas de eficiencia.

El sistema separativo favorece un manejo más eficiente de las aguas superficiales y de tormentas, ayuda que el diseño del sistema de tratamiento disminuya en tamaño y composición, a disminuir considerablemente el caudal a tratar y lograr una mayor eficiencia en el tratamiento. Es por eso que se recomienda utilizar siempre el tipo desagregado o separativo

### 6. Objetivos del tratamiento del agua residual, clasificación general de los sistemas de tratamientos de las aguas residuales y de los lodos producidos.

#### 6.1 Objetivos

El tratamiento de las aguas residuales y de los lodos producidos tiene como objetivos eliminar los contaminantes que poseen hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares establecidos para su reincorporación al medio natural.

En la presente guía se describirán los sistemas que a nuestra consideración son los más factibles para construir, operar y mantener<sup>7</sup>.

#### 6.2 Líneas de tratamientos de las aguas residuales.

Todo sistema de tratamiento de aguas residuales tienen dos líneas principales de tratamiento: una para las aguas residuales y otra para el tratamiento de los lodos que se forman durante el proceso de tratamiento de ese tipo de aguas especialmente en los sistemas primarios y secundarios.

Dentro de la línea de tratamiento de las aguas residuales, los sistemas se clasifican de la siguiente manera<sup>8</sup>:

**Pre tratamiento.** Este tipo de sistema cumple dos objetivos, la eliminación de sólidos groseros, arenas y grasas y la protección de los equipos de bombeo y de los órganos de tratamiento posteriores. Este es un método de separación de sólidos de muy bajo costo y de fácil la operación y mantenimiento, su única dificultad radica en que se necesita un desnivel grande entre el punto de entrada y el punto de salida del residual.

Entre los más usados se pueden mencionar las cámaras de rejillas, los desarenadores y las trampas de grasas.

**Tratamiento Primario.** Están constituidos por diferentes unidades o etapas secuenciales, que utilizan procesos físicos y/o químicos, tales como el cribado, la sedimentación (*simple o con químicos: coagulantes o polímeros*), la filtración y la flotación. Debido a su naturaleza y desde el punto de vista de remoción de contaminantes, el tratamiento primario actúa, fundamentalmente, sobre los sólidos suspendidos y coloidales presentes en el agua residual, no así sobre los sólidos disueltos.

Entre estos sistemas encontramos a las Fosas Sépticas, Tanque Séptico, Tanque Imhoff, la Sedimentación Primaria y las Trampas de Grasas

**Tratamiento Secundario:** Conocidos también como "tratamientos biológicos", consisten en la estabilización de la materia orgánica contaminante, aún presente en el agua residual después del tratamiento primario, mediante la acción de una biomasa activa, especialmente bacterias.

Se pueden mencionar el Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA) Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA), lagunaje, humedales artificiales Filtros Intermitentes de Arena Filtros de turba





## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

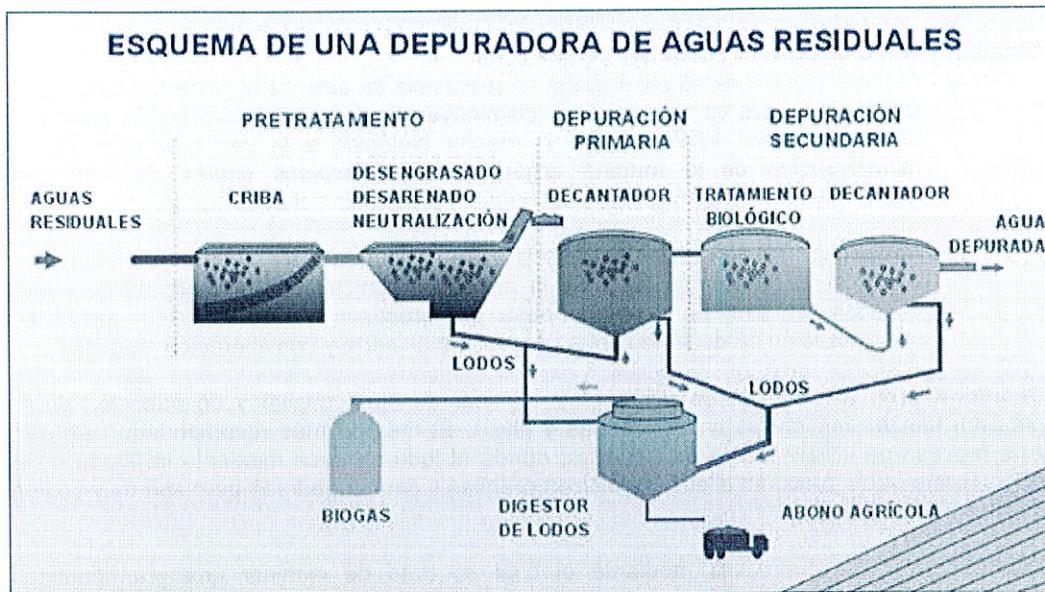


Figura. Combinación de diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales<sup>9</sup>.

### 6.3 Línea de tratamiento de lodos.

Tiene la misma importancia que la línea de tratamiento de aguas residuales. Los lodos se originan por la concentración de los contaminantes a lo largo del proceso de tratamiento del agua residual y se caracterizan por tener de un 2 a un 5% de material sólido y el resto de agua<sup>10</sup>. El objetivo de su tratamiento es el de reducir el volumen y el de estabilizarlos disminuyendo su facultad de fermentación. Para este objetivo se emplean técnicas de concentración, destrucción de la materia orgánica, acondicionamiento y deshidratación de los lodos.

Durante el tratamiento de los lodos producidos se tienen que tener en cuenta<sup>11</sup>:

1. Necesidad de reducir su volumen, mediante su concentración y eliminación parcial del agua.
2. Lograr su Estabilización para evitar problemas de fermentación y putrefacción.
3. Conseguir una textura que los haga manejables y fáciles de transportar.
4. Eliminación de patógenos, que los haga inocuos desde un punto de vista sanitario

Los lodos resultantes del sistema de tratamiento de aguas residuales ordinarias tienen una alta concentración de organismos patógenos y en ocasiones metales pesados. Su tratamiento constituye una parte fundamental de las plantas de tratamiento y supone un 50% del costo de inversión, además de los costos de mantenimiento y control<sup>12</sup>.

El tratamiento de lodos lo pueden integrar los procesos siguientes<sup>13</sup>:

**Espesamiento:** antes de proceder a la eliminación, o estabilización de los lodos que se han separado del agua residual es conveniente (*rentable*) proceder al espesamiento de los lodos; lo que permite reducir al mínimo el volumen para facilitar su manejo, transporte y almacenamiento. Se suele realizar por procedimientos como centrifugación o flotación.

A la hora de diseñar los espesadores se deben tener en su capacidad de espesamiento, Velocidad ascensional, la altura del espesado y el tiempo de retención.





## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

6. Los impactos ambientales potenciales al implementar el sistema de reuso, incluyendo la preparación de documentos ambientales pertinentes.
7. Consideración del posible efecto de acumulación en el medio de ciertos elementos o compuestos presentes en las aguas residuales.

La reutilización de las aguas residuales tiene ventajas y desventajas. Entre estas tenemos<sup>16</sup>:

### Ventajas

1. Reducción en la demanda de agua
2. Reducción de sistemas de tratamiento por re direccionamiento de algunas corrientes.
3. Recuperación de costos en aquellos sistemas donde se evalúa el costo del recurso
4. Aprovechamiento de nutrientes en el riego

### Desventajas

1. Los recursos con variabilidad estacional reducen el campo de aplicación o implican inversiones con poca factibilidad de recuperarlas.
2. Riesgo de atracción de vectores.
3. Riesgos de enfermedades por contacto directo.
4. Costos de distribución (*bombeo, energía, cañerías, etc.*)
5. Riesgos de contaminación por tratamientos incompletos o mal controlados.
6. En el caso del reuso industrial se deben mantener las fuentes tradicionales ante el riesgo que, el efluente no tenga puntual y eventualmente las características requeridas.
7. Dependiendo de la calidad del agua necesaria a la salida, es necesario implementar tratamiento terciario o cuaternario

Las formas que existen de realizar el reuso de las aguas residuales se clasifican en<sup>17</sup>:

1. Reuso Indirecto no Planeado: Es la recuperación del agua contenida en un efluente para ser re introducida en un cuerpo de agua (*superficial o subterránea*) que en definitiva servirá como fuente de agua para ser potabilizada. Un ejemplo de esta forma puede verse cuando una ciudad obtiene su abastecimiento de agua potable de un río o embalse aguas debajo de un punto de descarga de una planta de tratamiento de aguas sanitarias.
2. Reuso Indirecto Planeado: Ocurre cuando los efluentes tratados son descargados de manera planeada a los cuerpos receptores para ser utilizados de forma intencional y controlada en algún uso beneficioso. Ejemplo el riego de áreas verdes o de cultivos.
3. Reuso Directo Planeado: Ocurre cuando los efluentes tratados son empleados directamente en alguna aplicación de reuso local. Ejemplo cuando el efluente recibe un tratamiento tal que puede ser utilizada nuevamente como agua potable.



## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

microorganismos patógenos. Además, debe ser considerado y estimado cualquier efecto de acumulación en el ambiente a corto o largo plazo de elementos u compuestos potencialmente dañinos provenientes directa o indirectamente del uso de los lodos.

### 8. Elementos específicos que se deben tener en cuenta en la realización de un EsIA para la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

Para desarrollar este capítulo se tomarán como base los Términos de referencia generales para elaboración de Estudio de Impacto Ambiental<sup>19</sup>.

#### 8.1 Descripción del proyecto propuesto y sus alternativas:

Existen dos opciones de presentar un proyecto de tratamiento de aguas residuales:

1. Como parte integrante de un proyecto de mayor envergadura como por ejemplo una industria, urbanización, hospital, etc. Resulta la más aceptada porque permite, a la hora de realizar la evaluación ambiental del proyecto, si el tipo de sistema de tratamiento propuesto resulta el más adecuado para depurar las aguas residuales que se puedan producir. Un EsIA no se considerará completo si no se incluye la solución de tratamiento que se le pretenda dar a sus aguas residuales.
2. Como un único proyecto. Solo se debe utilizar para instalaciones o comunidades que ya se encuentren en explotación y que no por alguna razón no tengan, o que pretendan mejorar el sistema de tratamientos aguas residuales que ya poseen.

#### 8.2 Aspectos generales a tener en cuenta para la base de diseño de un sistema de tratamiento.

A la hora de elegir un sistema de tratamiento de agua residual se deben tener en cuenta como mínimo los aspectos siguientes:

1. Coste de adquisición del terreno
2. **Tipo de residual tratar.** Características físicas, químicas y biológicas.
3. **Normativas (legales y técnicas), planes de desarrollo territorial y aspectos administrativos que puedan afectar el proyecto.**
4. **Año horizonte del proyecto.** Debe estimarse como mínimo un límite de 20 años<sup>20</sup>, se estima a partir de:
  - a. Para las aguas residuales ordinarias, a la población actual (*fija y estacional*) que puede ser beneficiada y el estimado el crecimiento que puede experimentar.
5. **Caudal estimado del agua residual a tratar,** estableciéndose los valores mínimos, medios y máximos diarios y su proyección futura (*año horizonte del proyecto*). En el caso de las aguas residuales ordinarias puede calcularse estimando la cantidad de agua promedio que se consume (*dotación por número de habitantes*) de manera puntual y promedio.

Para las aguas residuales especiales provenientes de una industria se tienen que tener en cuenta el balance hídrico dentro del proceso productivo que pretende desarrollar el proyecto. Debe evidenciarse y comprobarse todas las entradas y salidas de agua y se estime un volumen final de aguas residuales, tanto actual como a futura ampliación de operaciones.

En el caso de hospitales y otros centros asistenciales el caudal se puede calcular tomando en cuenta la cantidad de camas y de empleados que posee.





## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

los recursos son proporcionales a la magnitud y complejidad del proyecto que pretendamos desarrollar.

Resulta muy importante explicar que todos los estudios de línea base son únicos. Aunque se posean datos obtenidos a partir de otro EsIA ya realizado a una actividad similar a la que pretendamos ejecutar, estos no pueden ser utilizados de manera fría y sin un análisis científico. Las características individuales de cada actividad, obra o proyecto y los componentes ambientales del lugar de construcción hacen que los datos aportados en un EsIA adquieran características únicas y exclusivas.

A la hora de realizar la investigación y descripción de cada uno de los componentes de la línea base, se debe identificar la metodología utilizada para efectuarlo, así como las técnicas propias usadas en cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, incluyendo los procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios de cada uno de los componentes (*cronograma de actividades del EsIA*). Lo anterior será complementado con la información secundaria requerida, según sea el caso.

### Medio físico

Los estudios deben estar destinados a conocer fundamentalmente las características del suelo en el cual se pretende implantar el sistema de tratamiento de aguas residuales de cualquier tipo. Se deben presentar estudios relacionados con:

1. Topografía existente. Se utilizan para poder seleccionar adecuadamente el trazado de la red de saneamiento, los terrenos más adecuados para la ubicación del sistema de tratamiento y de los posibles puntos de vertido<sup>23</sup>.

En este tipo de estudio se debe establecer el riesgo de inundación que presenta el área seleccionada. No se permite la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en lugares que corran el riesgo de ser inundables. Construir en este tipo de terrenos significa la adopción de medidas de protección de la infraestructura que influyen en el encarecimiento de construcción, y mantenimiento.

Este tipo de estudios se pueden realizar a partir de informaciones que posean organismos e instituciones públicas y ser verificados a través de los estudios específicos realizados en el lugar.

2. Suelo:
  - a. Tipo de suelo predominante.
  - b. Cantidad de suelo disponible. Nos permite determinar el tipo de sistema a emplear y sus dimensiones.
  - c. Capacidad de resistencia. Describir las áreas del proyecto susceptibles a la licuación del suelo, zonas de potencial falla de tierra (*hundimientos, subducciones y deslizamientos*).
  - d. Uso actual.
  - e. Capacidad de infiltración.

**GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.**

- d. Descripción del patrón natural del drenaje superficial.
6. Características físicas, químicas y biológicas de las aguas (Afluente y efluente de la planta de tratamiento)
    - a. La caracterización se debe hacer mediante muestras compuesta y debe georreferenciar el punto escogido para tomar.
    - b. Debe explicarse la metodología aplicada para obtener las muestras y para analizarlas. Los análisis de las muestras se deben realizar en laboratorios legalmente acreditados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En caso de análisis para los cuales no se contase con laboratorios previamente acreditados debe realizarse en aquellos que están en proceso de acreditación<sup>24</sup>.
    - c. Los parámetros a analizar están condicionados en dependencia del tipo de agua residual a tratar:
      - Para aguas residuales ordinarias: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Potencial hidrógeno (Ph), Grasas y aceites (G y A), Sólidos sedimentables (Ssed), Sólidos suspendidos totales (SST), Coliformes totales (CT), y Cloruros (Cl-)<sup>25</sup>.
      - Para aguas residuales especiales: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Potencial hidrógeno (Ph), Grasas y aceites (G y A), Sólidos sedimentables (Ssed), Sólidos suspendidos totales (SST) y Temperatura (T).<sup>26</sup> Además deben determinarse los dispuestos para cada tipo de industria en el Reglamento Especial de Aguas Residuales para las aguas Residuales<sup>27</sup>.
  7. Ruido. Fuentes de ruido fijas y móviles existentes en el lugar.

**Medio biótico.**

1. Identificación (*nombre común y científico*), inventario y distribución de los elementos de la flora y la fauna terrestre, acuática y marina presentes en la región.
2. Mapeo del inventario de los tipos de vegetación y formaciones vegetales terrestres indicando aquellas que serán afectadas y cómo quedarán después de la ejecución del proyecto.
3. Aéreas de importancia para cría, reproducción y alimentación de las especies de la fauna.
4. Localización de especies nativas, amenazadas o en peligro de extinción, de valores comerciales u ornamentales.

**Medio socioeconómico.**

1. Para aguas residuales ordinarias: Cantidad de población (*fija y estacional*) que existe en el lugar y su ubicación respecto a la ubicación del sistema de tratamiento de aguas residuales. Debe realizarse además un estudio del posible crecimiento de la población en relación con el horizonte de proyecto determinado.

Para estimar el crecimiento de la población existen varios métodos de estimación basados en sistemas aritméticos, geométricos (*periodos de tiempo cortos*) o exponenciales o por medio de estimación de la curva logística (*para periodos de tiempo más largos*). Ambos modelos ayudan a simular la evolución de la población hasta que se logre alcanzar la población de saturación. Ambos sistemas como mínimo deben hacer una proyección no menor a los 25 años.

**GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS  
RESIDUALES.****Negativos.**

1. Pérdida de valor de los terrenos aledaños si se presentan malos olores o molestias por el diseño incorrecto o inadecuada operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.
2. Peligros para la salud pública en las cercanías de los sitios de descarga o reutilización, durante la operación normal del sistema.
3. Contaminación de las aguas, el suelo, los cultivos, la atmósfera.
4. Afectaciones por ruidos.
5. Reproducción o alimentación de vectores, especialmente en los sitios de almacenaje, reutilización o eliminación del lodo.
6. Deterioro del suelo por incremento de la tasa de salinización y saturación del agua, si no se presta la debida atención a las necesidades de filtración y drenaje.
7. Accidentes laborales durante la construcción y operación, especialmente en las operaciones con zanjas profundas.
8. Problemas regionales del manejo de desechos sólidos, exacerbados por el lodo.
9. Reducción de la actividad turística o recreativa.

Existen diferentes metodologías para determinar los impactos que pueden generar la construcción de este tipo de proyecto. La selección de la metodología debe suscribirse a las consideraciones siguientes:<sup>28</sup>

1. Marco normativo vigente.
2. Tipo de proyecto (estructural-no estructural), la magnitud y complejidad del mismo, y las características del medio social y físico-biótico potencialmente afectable.
3. Objetivo del EsIA (selección de alternativas tecnológicas o de localización, e identificación de impactos).
4. Etapas de concepción, desarrollo y finalización del proyecto en la cual se aplica la metodología (pre- factibilidad, factibilidad, diseño, desarrollo y abandono).
5. Relación entre los requerimientos de datos para cada metodología y la disponibilidad de los mismos.
6. Relación entre los costos económicos y el requerimiento de personal y equipamiento necesarios, con la magnitud y los impactos potenciales esperables del proyecto.
7. Aseguramiento de la independencia de los resultados que se obtengan en relación con la percepción de los evaluadores.

**GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.**

- DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 1998. Ley de Medio Ambiente, San Salvador. República de El Salvador.
- DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000 Reglamento Especial de Aguas Residuales, Capítulo IV San Salvador.
- DÍAZ-CUENCA, ELIZABETH; ALAVARADO-GRANADOS, ALEJANDRO RAFAEL; CAMACHO-CALZADA, KARINA ELIZABETH. 2012. El Tratamiento de Agua Residual Doméstica para el Desarrollo Local Sostenible: El Caso de la Técnica del Sistema Unitario de Tratamiento de Aguas, Nutrientes y Energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México Quivera, vol. 14. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- ESPIGARES M. y PÉREZ J. A. 1985. AGUAS RESIDUALES. COMPOSICIÓN Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada, España.
- García T, Rodríguez M, 2005: Diseño construcción y evaluación preliminar de un humedal de flujo subsuperficial. Revista de Ingenierías. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/760>.
- HIDALGO MARITZA, MEJÍA ELIZABETH. 2010. Diagnóstico de la Contaminación por Aguas Residuales Domésticas, Cuenca Baja de la Quebrada La Macana, San Antonio de Prado. Municipio de Medellín. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Hídrica del Valle de México, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Gobierno Federal, México.
- INSTITUTO CINARA, UNIVERSIDAD DEL VALLE 2004. Guía de Selección de Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas por Métodos Naturales. Bernal, D. P., Cardona y otros., AA 25157, Cali, Colombia.
- LARA, J, 1999: Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. Universidad politécnica del Cataluña. 122 p.
- Ley de Medio Ambiente de la República del El Salvador.
- LOZANO-RIVAS WILLIAM A. 2012. Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Bogotá D.C., Colombia.
- MARIÑELARENA ALEJANDRO. 1996. Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de Aguas Residuales Domiciliaria. FREPLATA Editores, La Plata, buenos Aires, República de Argentina.
- MARN. 2016. Recomendaciones para la selección de tratamientos de depuración de aguas residuales urbanas en la República de El Salvador. San Salvador, República de El Salvador.
- METCALF-EDDY. 1977. Tratamiento y depuración de aguas residuales. Ediciones. Labor, S.A. Barcelona, España.
- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD UNIDAD DE ATENCIÓN AL AMBIENTE 2009. Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises. San Salvador, República del Salvador.
- NSO 13. 49.01.09. Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor.
- PROARCA. 2003 Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales., Programa Ambiental Regional para Centro América.



MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

## GUIA TÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES.

---

<sup>21</sup> *Ídem a 6*

<sup>22</sup> DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000. *Reglamento Especial de Aguas Residuales (Artículo 23)*. San Salvador, República de El Salvador

<sup>23</sup> *Ídem a 6*

<sup>24</sup> DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000 *Reglamento Especial de Aguas Residuales, (Artículo 11)* San Salvador, República de El Salvador

<sup>25</sup> DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000 *Reglamento Especial de Aguas Residuales, (Artículo 13)* San Salvador, República de El Salvador.

<sup>26</sup> DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000 *Reglamento Especial de Aguas Residuales, (Artículo 15)* San Salvador, República de El Salvador.

<sup>27</sup> DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000 *Reglamento Especial de Aguas Residuales, (Artículo 16)* San Salvador, República de El Salvador.

<sup>28</sup> Canter, L.W. 1998. *Methods for Effective Environmental Information Assessment: EIA Practice*. Nueva York, United States of America.

<sup>29</sup> CITMA, MINSAP, INRH. 1998. *Programa De Vigilancia Y Control De Los Residuales Líquidos, La Habana, Cuba*

<sup>30</sup> DIARIO OFICIAL República de El Salvador. 2000 *Reglamento Especial de Aguas Residuales, Capítulo IV* San Salvador.