



**INFORME FINAL**

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología del  
Tratamiento de las Aguas Residuales  
de Tipo Ordinario en Costa Rica**



*Elaborado por:*  
**Ing. Saúl Trejos Bastos**

San José, agosto del 2003



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Centro de Documentación e Información  
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,  
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN  
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, **Annette Henchoz Castro**

---

**N° Cédula: 1-0725-0409**

---

**Dependencia: Gerencia General**

---

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

**E-mail:** [centrodoc@aya.go.cr](mailto:centrodoc@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette  
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por  
Annette Henchoz Castro  
Fecha: 2019.11.25 16:07:20  
-05107

**Firma:** \_\_\_\_\_

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento  
de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
*(Contrato CS COR-CNT-00681.001)*

# INDICE

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO No. 1</b>	
<b>Introducción</b>	
1.1 Objetivos Generales . . . . .	1
1.2 Objetivos Específicos . . . . .	1
1.3 Área de Estudio . . . . .	2
1.4 Fecha de Inicio y de Término del estudio . . . . .	2
1.5 Responsable del Estudio . . . . .	2
1.6 Metodología Utilizada . . . . .	2
1.6.1 Para Identificar las PTAR en Ciudades, Urbanizaciones, y Condominios en todo el país . . . . .	2
1.6.2 Para evaluar tres PTAR . . . . .	3
1.6.3 Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio . . . . .	4
<b>CAPÍTULO No. 2 Situación de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario en Costa Rica</b>	
2.1 Antecedentes . . . . .	5
2.2 Población y Cobertura . . . . .	7
2.3 Estaciones de Bombeo en alcantarillado sanitario . . . . .	9
<b>CAPÍTULO No.3 Situación de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Costa Rica</b>	
3.1 Antecedentes . . . . .	11
3.2 Población y Cobertura . . . . .	12
3.3 Ciudades o centros urbanos con Alcantarillado Sanitario y PTAR . . . . .	14
3.4 Urbanizaciones con alcantarillado sanitario y PTAR . . . . .	16
3.4.1 Cantidad de PTAR por Provincia . . . . .	16
3.4.2 Cantidad de PTAR en Operación y Fuera de Operación . . . . .	17
3.4.3 Tipo de Proceso Biológico Utilizado en las PTAR. . . . .	18
3.4.4 Tipo de Tratamiento de las PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en Operación para cada Proceso Biológico . . . . .	18
3.4.5 Tipo de Tratamiento de las PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran Fuera de Operación para cada Proceso Biológico . . . . .	19

3.4.6	Cantidad de PTAR en Urbanizaciones construidas y por Ente Administrador . . . . .	21
3.4.7	Cantidad de PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en Operación y Fuera de Operación y por Ente Administrador . . . . .	22
3.4.8	PTAR construidas en Urbanizaciones, según el ente que administra el acueducto . . . . .	23
3.5	Condominios . . . . .	25
<b>CAPÍTULO No. 4</b>	<b>Vertido de Aguas Residuales en cuerpos de agua</b>	
4.1	Ríos donde descargan la mayoría de las PTAR, en operación y fuera de operación . . . . .	25
4.2	Vertido en el mar . . . . .	26
4.3	Vertido en un estuario . . . . .	26
4.4	Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales . . . . .	29
4.5	Reglamento Canon Ambiental por Vertido . . . . .	29
<b>CAPÍTULO No. 5</b>	<b>PTAR evaluadas</b>	
5.1	PTAR Los Lagos, Heredia. Tipo de Canales de Oxidación (Aerobio). . . . .	32
5.2	PTAR Los Flores, Heredia. Tipo Lagunas de Estabilización.(Facultativo) . . . . .	33
5.3	PTAR Bosques de Santa Ana. Tipo UASB. (Anaerobio) . . . . .	34
<b>CAPÍTULO No. 6</b>	<b>Conclusiones</b> . . . . .	36
<b>CAPÍTULO No. 7</b>	<b>Recomendaciones</b> . . . . .	42
<b>Bibliografía</b>	. . . . .	39
<b>Anexo</b>		
1.	Contactos	
2.	PTAR construidas en Costa Rica	
3.	Fichas de las PTAR	
4.	Fichas de las PTAR Evaluadas	
5.	Sistemas de Tratamiento Biológico de Aguas Residuales	
6.	Emisario Submarino de Limón	
7.	Reglamento de Vertido y Reuso (tablas de frecuencia mínima y LMP)	

## SIMBOLOGÍA y ABREVIATURAS

• AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
• AS	Alcantarillado Sanitario
• CESEL-CES	Consortio formado por empresa Peruana y empresa Alemana
• CF	Coliformes fecales
• DBO <sub>5,20</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
• DQO	Demanda Química de Oxígeno
• EH	Equivalente habitante
• ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
• FAFD	Filtro Anaerobio de Flujo Descendente
• FAFH	Filtro Anaerobio de Flujo Horizontal
• GAM	Gran Área Metropolitana
• GyA	Grasas y Aceites
• IGN	Instituto Geográfico Nacional
• INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
• LMP	Límite Máximo Permisible
• MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
• MINSA	Ministerio de Salud
• MUCAP	Mutual de Cartago de Ahorro y Préstamo
• ND	No hay datos
• OPS/OMS	Organización Panamericana de la Salud
• OyM	Operación y Mantenimiento
• pH	Potencial Hidrógeno
• PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
• P.Z.	Pérez Zeledón
• RAFA	Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
• RAFH	Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal
• SSed	Sólidos Sedimentables
• SST	Sólidos Suspendidos Totales
• T	Temperatura
• TA	Tanque de Aireación
• UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket

# INDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1.</b> Fechas de Muestreo. . . . .	4
<b>Tabla No. 2.</b> Población Cubierta por Alcantarillado Sanitario por Provincia. . . . .	8
<b>Tabla No. 3.</b> Cobertura de Alcantarillado Sanitario y Sin Tratamiento por Cantón	9
<b>Tabla No. 4.</b> Ubicación de las Estaciones de Bombeo Construidas en Sistemas de Alcantarillados Sanitario. . . . .	10
<b>Tabla No. 5.</b> Población Cubierta por Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento por Provincia. . . . .	12
<b>Tabla No. 6.</b> Cantidad de Ciudades, Urbanizaciones y Condominios sólo con AS, y los que cuentan con AS y PTAR. . . . .	13
<b>Tabla No. 7.</b> Cobertura de Alcantarillado Sanitario con Tratamiento, en Ciudades y por Cantón. . . . .	14
<b>Tabla No. 8.</b> Tipo de Tratamiento de las PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en operación para cada Proceso Biológico. . . . .	19
<b>Tabla No. 9.</b> Tipo de Tratamiento de las PTAR en Urbanizaciones fuera de operación para cada Proceso Biológico. . . . .	20
<b>Tabla No. 10.</b> PTAR construidas en urbanizaciones, según el ente que administra el servicio de agua para consumo. . . . .	23
<b>Tabla No. 11.</b> Cobertura de Alcantarillado Sanitario Con y Sin Tratamiento en Ciudades y Cuerpos de agua donde se descargan las aguas residuales. . . . .	28
<b>Tabla No. 11.</b> Resultados de los muestreos y análisis físico-químicos y Microbiológicos de la PTAR Los Lagos, Heredia. . . . .	33
<b>Tabla No. 10.</b> Resultados de los muestreos y análisis físico-químicos y Microbiológicos de la PTAR Las Flores, Heredia. . . . .	34
<b>Tabla No. 10.</b> Resultados de los muestreos y análisis físico-químicos y Microbiológicos de la PTAR Bosques de Santa Ana. . . . .	35

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico No. 1.</b> Cantidad de Ciudades por Provincia, con Alcantarillado Sanitario y PTAR.	15
<b>Gráfico No. 2.</b> Ente administrador y Porcentaje de Ciudades con AS y PTAR (en operación y fuera de operación), administradas por cada uno de los entes.	16
<b>Gráfico No. 3.</b> Porcentaje de PTAR en Urbanizaciones por provincia.	17
<b>Gráfico No. 4.</b> Porcentaje de PTAR en Urbanizaciones, que se encuentran en operación y fuera de operación.	17
<b>Gráfico No. 5.</b> Tipo de Proceso Biológico utilizado en las PTAR en Urbanizaciones, y la cantidad y porcentaje de plantas construidas en el país en Urbanizaciones.	18
<b>Gráfico No. 6.</b> Porcentaje de PTAR construidas en Urbanizaciones por Ente Administrador.	21
<b>Gráfico No. 7.</b> Cantidad de PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en operación y fuera de operación por Ente Administrador.	22
<b>Gráfico No. 8.</b> Porcentaje de Condominios diseñados con PTAR por provincia.	24
<b>Gráfico No. 9.</b> Porcentaje de Condominios diseñados con PTAR por cantón, en la provincia de San José.	24
<b>Gráfico N° 10.</b> Porcentaje de descargas de las PTAR en los diferentes Cuerpos de Agua.	25
<b>Gráfico No. 11.</b> Cuerpos de Agua donde se realizan la mayor cantidad de descargas.	26
<b>Gráfico N° 12.</b> Cuerpos de Agua que reciben la mayor cantidad de aguas Residuales.	27

## INDICE DE MAPAS

<b>Mapa No. 3.1.</b>	Distribución de las PTAR en Ciudades por Provincia.	Anexo 3
<b>Mapa No. 3.2.</b>	Distribución de las PTAR en Urbanizaciones por Provincia.	Anexo 3

# **Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**

*(Contrato CS COR-CNT-00681.001)*

## **CAPÍTULO No. 1**

### **Introducción**

Como parte del Programa “Abastecimiento de Agua y Saneamiento” de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Oficina de la Representación en Costa Rica, y como parte del proyecto de cooperación técnica entre los países de Guatemala y Costa Rica “Manejo Integrado del Tratamiento y Reuso de las Aguas Residuales”, se llevó a cabo el estudio sobre la situación del tratamiento de las aguas residuales en todo el país, así como el tipo de tecnología utilizada para cumplir con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Decreto No. 26042-S-MINAE). Dicho reglamento tiene como objetivo “la protección de la salud pública y del ambiente, a través de una gestión ambientalmente adecuada de las aguas residuales”.

#### **1.1 Objetivos generales**

- Identificar las tecnologías de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario que se han construido en Costa Rica.
- Evaluar tres plantas de tratamiento, en operación, que correspondan a tres tipos de proceso biológico: aerobio, anaerobio y facultativo.

#### **1.2 Objetivos Específicos**

- Mostrar en un mapa de Costa Rica, la distribución por provincia de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de tipo ordinario que se han construido en Ciudades y Urbanizaciones (No incluye Condominios).
- Obtener la población total y por provincia que cuenta con servicio de alcantarillado sanitario (AS).
- Obtener la población total y por provincia que cuenta con servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento de las aguas residuales.
- Clasificar las PTAR de acuerdo con la población servida: Ciudad, Urbanización o Condominio.
- Identificar los ríos donde descarga la mayoría de las aguas residuales, con y sin tratamiento (únicamente Ciudades y Urbanizaciones).
- Clasificar las PTAR según el Ente administrador
- Obtener la cantidad de PTAR que se encuentran en operación y fuera de operación, y de estas, identificar el proceso biológico utilizado.
- Obtener una tabla general con la siguiente información: provincia, cantón, distrito, ente administrador, ubicación en hojas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), conexiones de agua potable y alcantarillado sanitario, punto de descarga, fecha de construcción, estado actual, proceso biológico utilizado, tipo de tratamiento y el nombre de la empresa o profesional responsable del diseño.

- Obtener la eficiencia de tres PTAR que se encuentren en operación y utilicen procesos biológicos diferentes, comparando los parámetros que establece el Reglamento de vertido, tanto para el afluente con el efluente, como con los límites máximos permisibles.

### **1.3 Área de estudio**

Todo el país.

### **1.4 Fecha de inicio y de término del estudio**

El estudio se llevó a cabo desde el 18 de marzo hasta el 18 de junio del 2003.

### **1.5 Responsable del estudio**

Mediante el contrato CS COR/CNT/00681.001, la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Oficina Regional en Costa Rica firmó un contrato de servicios con el Ing. Saúl Trejos Bastos, el cual incluye la ejecución de varias etapas de acuerdo con los términos de referencia. El estudio contó además con el apoyo y el aporte de profesionales de AyA, el Ing. Dagoberto Araya Villalobos y el Ing. Álvaro Araya García, funcionarios de la Unidad de Aguas Residuales.

### **1.6 Metodología utilizada**

#### **1.6.1 Para identificar las PTAR en Ciudades, Urbanizaciones y Condominios en todo el país.**

Se procedió a contactar a instituciones públicas, municipalidades, empresas consultoras y consultores independientes, relacionadas con la administración y diseños de PTAR de tipo ordinario.

Las instituciones contactadas fueron las siguientes: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), Ministerio de Salud (MINSa), Municipalidades. A estas instituciones se les solicitó una lista de las PTAR tipo ordinario que estuvieran bajo su administración, así como aquellos sistemas de AS con o sin PTAR.

A las empresas consultoras y consultores privados, se les pidió una lista de las PTAR tipo ordinario diseñadas para urbanizaciones y condominios.

Se llevaron a cabo visitas de campo en aquellos sitios donde se habían construido PTAR para urbanizaciones y ciudades. Con respecto a los condominios, únicamente se cuenta con una lista de 76 diseños, sin embargo, AyA y el MINSa desconocen cuantos de estos se han construido.

En el Anexo No.1, se incluye información sobre las instituciones, empresas consultoras y consultores privados contactados.

### 1.6.2 Para evaluar tres PTAR

Del resultado del primer informe, se discutió conjuntamente con el Ing. Ricardo Torres (OPS) y la Unidad de Aguas Residuales (AyA), sobre las PTAR que podían ser evaluadas y se tomaron en cuenta los siguientes criterios para la selección definitiva:

- Las tres (3) PTAR a ser evaluadas deben corresponder a tres tipos de proceso biológico: facultativo, aeróbico y anaeróbico.
- En la PTAR se debe llevar a cabo una Operación y Mantenimiento (OyM) adecuada, es decir, por lo menos un operador a tiempo parcial, que limpia las rejillas, lleva a cabo aforos, vigilancia del sistema de tratamiento, etc.
- Contar con la disposición del ente administrador a colaborar en la investigación.
- Contar con resultados de laboratorio (Reportes Operacionales), y que estos indiquen que están cumpliendo con todos o casi todos los parámetros que indica el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Es necesario señalar que pocos entes administradores están entregando estos reportes operacionales.

Por estas razones se seleccionaron las siguientes PTAR:

- a) Las Flores (Heredia) : Laguna (FACULTATIVA)
- b) Los Lagos (Heredia) : Canales de Oxidación (AEROBICA)
- c) Bosques de Santa Ana: UASB (ANAEROBICA)

En el caso de Bosques de Santa Ana, es importante señalar que el nuevo sistema de tratamiento para la Gran Puntarenas (AyA), sugerido por el Consorcio CESEL-CES, será un UASB + lagunas facultativas + lagunas de maduración, por lo que en la escogencia de esta PTAR se tomó en cuenta la necesidad de conocer la eficiencia de uno de los procesos del sistema, es decir, el UASB bajo las circunstancias de OyM actuales, y condiciones tropicales (temperatura, precipitación, horas sol, etc.). Algunos datos relevantes de estas PTAR, son:

- Las Flores (Heredia). Es una laguna facultativa primaria, que recibe las aguas residuales de las Urb. Las Flores y Jardines. Es operada por la ESPH.
- Los Lagos (Heredia). Son dos sedimentadores primarios, un canal de oxidación, y dos sedimentadores secundarios tipo Dourmont, rehabilitado en 1995. Es operada por la ESPH.
- Bosques de Santa Ana (San José). Es un UASB y un filtro anaeróbico de flujo descendente, construido en el año 2000. Es operado por el urbanizador.

Para cada una de las PTAR evaluadas se elaboró una ficha adicional que incluye información sobre: los muestreos, terreno, funcionamiento, estructuras, y los resultados de la evaluación. Esta información se encuentra en el Anexo No. 4.

### 1.6.3 Toma de muestras y análisis de laboratorio

Para la toma de muestras y análisis de laboratorio se seleccionó un laboratorio habilitado oficialmente por el Ministerio de Salud para análisis químicos y microbiológicos en aguas residuales, además de estar inscrito en el Departamento de Protección al Ambiente Humano del MINSA. De esta forma, los resultados son válidos ante cualquier organismo nacional e internacional<sup>1</sup>.

En el Anexo No. 4 se muestran copias de los originales de los resultados de los análisis, así como una nota que hace constar la habilitación por parte del MINSA del laboratorio que realizó la toma de muestras y el análisis de las mismas. También se muestra un cuadro resumen para cada PTAR.

Los puntos de muestreo corresponden a sitios en donde es factible la recolección de muestras de agua residual cruda (afluente) y tratada (efluente).

Tipo de muestreo: compuesto  
Período de muestreo: de 8:00 a.m. a 02:00 p.m.  
Frecuencia: cada hora

**Tabla No. 1. Fechas de Muestreo**

<b>Planta de Tratamiento</b>	<b>Fecha primer muestreo</b>	<b>Fecha segundo muestreo</b>
Las Flores	27 mayo	03 junio
Los Lagos	28 mayo	04 junio
Bosques Santa Ana	29 mayo	05 junio

---

<sup>1</sup> Los métodos de ensayo corresponden a los “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 1995.

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
(Contrato CS COR-CNT-00681.001)

**CAPÍTULO No. 2**

**Situación de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario en Costa Rica**

**2.1 Antecedentes.**

Las primeras redes de tuberías para la recolección de aguas residuales se construyeron a principios del siglo pasado en las ciudades de Cartago y San José. A continuación se hace una breve descripción de las obras de alcantarillado sanitario que se han llevado a cabo en las principales ciudades del país.

*En el área Metropolitana de San José*, las primeras obras de AS se inauguraron en 1911, y posteriormente, se construyeron los colectores Torres y María Aguilar en la década de 1930. Estas obras eran promovidas por el Gobierno Central y luego eran traspasadas a las Municipalidades para su administración. En 1972, gracias al denominado Proyecto de las “Cinco Ciudades”, se ampliaron los principales colectores y subcolectores de las cuencas de los ríos Torres y María Aguilar, así como la extensión de las redes de alcantarillado a zonas residenciales <sup>2</sup>.

La población de San José de 1972 era cuatro veces mayor a la población de 1911, sin embargo, el proyecto “Cinco Ciudades”, únicamente contemplaba brindarle el servicio a 65.000 de las 300.000 habitantes de la capital, es decir, un 22% de la población. <sup>3</sup>

Otro proyecto importante en AS, conocido como “Catorce Ciudades” (1972-1981), permitió construir y extender cuatro grandes colectores a lo largo de los cauces de los ríos: Tiribí, María Aguilar, Torres y Rivera, precisamente, el nombre con que se identifican a estos colectores. Gracias a la topografía del área metropolitana, el sistema de recolección de las aguas residuales permitió su funcionamiento a gravedad y además, dividió el área en cuatro grandes zonas o cuencas.

De 1994 al 2001 se extendieron los subcolectores en 14 sectores de la ciudad, se rehabilitaron 5 estaciones de bombeo y se construyó la red de AS de los Guido y San Miguel de Desamparados.

Es necesario agregar que de 1991 a la fecha se han construido más de 100 urbanizaciones con red de alcantarillado sanitario, sin embargo, por falta de subcolectores y colectores, dichos sistemas de tuberías permanecen aislados. En muchas urbanizaciones, los residentes que habían construido el tanque séptico y drenaje se conectaron posteriormente y en forma ilícita al AS, descargando sus aguas residuales crudas en una red de tuberías que finalmente vierte en el río o quebrada más cercana.

---

<sup>2</sup> Agua para siempre: una historia costarricense. AyA, 1996.

<sup>3</sup> Agua para siempre: una historia costarricense. AyA, 1996.

La razón por la cual se permitió construir urbanizaciones con AS y además se obligaba a las viviendas a construir el tanque séptico + drenaje para la disposición de las aguas residuales, se debe a que la empresa consultora TAHAL (Israel), que desarrolló el *Plan Maestro de Saneamiento y Alcantarillado Sanitario de la Gran Área Metropolitana (1989)* para el AyA, fijó una área de colección extendida donde se le debía exigir a las futuras urbanizaciones, la construcción de AS para que, en un plazo no mayor a los diez años, las redes construidas fueran interconectadas a los nuevos subcolectores y colectores (ampliaciones, rehabilitaciones, etc.). El AyA inició la aplicación de esta restricción en 1991.

En el período 1997-2000, la empresa brasileña Geotécnica contratada por AyA luego de un largo proceso licitatorio, elaboró los diseños finales del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento. Actualmente, el AyA analiza varias alternativas para el financiamiento de las obras propuestas, lo cual requiere del apoyo del Gobierno debido a los altos costos que estas significan.

De acuerdo con proyecciones de caudal del Área Metropolitana al año 2029, el 66% de los colectores y subcolectores llegarán a su máxima capacidad, el 23% de la red estará muy cerca de llegar a su máxima capacidad, por lo que solamente el 11% del sistema de AS podrá transportar el caudal proyectado y un poco más<sup>4</sup>. Este estudio muestra el mal estado de los colectores y la poca capacidad que les queda.

**En la ciudad de Heredia,** la red de AS de Heredia se construyó en los años 1940 y actualmente sólo cubre una tercera parte de la zona de suministro de agua potable de la ESPH. Gran parte de los colectores existentes descargan sus efluentes en los ríos Pirro, Burío y Bermúdez. El distrito central de Heredia vierte sus aguas crudas en el Río Pirro, ya que la PTAR está fuera de servicio gracias al abandono en que ha estado por muchos años.<sup>5</sup>

**En la ciudad de Alajuela,** el AS inició su construcción en 1936 y se terminó a mitad de la década de 1940<sup>6</sup>. El AS funciona a gravedad y atraviesa la ciudad de norte hacia el suroeste y descarga en la quebrada El Barro, ya que la PTAR esta fuera de operación desde hace varios años.

**En la ciudad de Cartago,** el sistema de AS fue construido en 1911 y posteriormente ampliado en 1962. El sistema actual es municipal y funciona por gravedad, el área atendida es de 3.020.000 m<sup>2</sup> (302 ha), atraviesa la ciudad de norte a sur y termina en la Quebrada Zopilote, ya que la antigua PTAR está fuera de servicio desde 1974 aproximadamente. En 1989 el sistema de recolección de aguas residuales atendía cerca del 10% de área urbanizada de Cartago, y aproximadamente el 38% de la población de la ciudad, de la cual un 28,1% corresponde al sistema de recolección municipal y un 9,9% a las urbanizaciones<sup>7</sup>.

**En la ciudad de Limón,** en 1972 se llevaron a cabo mejoras en el AS y posteriormente, debido al terremoto de 1991, la red se rehabilitó completamente durante el período de 1994 al 2001, por lo que el estado actual de las redes es bueno.

---

<sup>4</sup> Proyecto Alcantarillado Sanitario del Área Metropolitana de San José. Informe de Colectores, AyA, 2002.

<sup>5</sup> Estudio de Saneamiento de Heredia (Empresa de Servicios Públicos de Heredia). SOGREAH, 2001.

<sup>6</sup> Análisis y Mejoras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Alajuela. Mario G Jinesta, 1980.

<sup>7</sup> Estudio de Factibilidad Tercera Etapa de Alcantarillado Sanitario de Ciudades Intermedias (AyA) Geotécnica, 1997

***En la ciudad de Puntarenas (de la Punta hasta la Angostura)***, la red de AS se construyó en 1943, y durante la década de 1981 a 1990 se logró llevar a cabo obras de ampliación y mejoras. Las redes anteriores se caracterizan porque reciben aguas residuales provenientes de tanques sépticos. En los sectores de El Roble y Barranca, las redes de alcantarillado se construyeron en el período de 1989 a 1991 y conducen las aguas residuales hasta una planta de tratamiento.

***Las redes de alcantarillado sanitario en Santa Cruz y Nicoya*** se construyeron gracias al proyecto “Catorce Ciudades”, período 1972-1981.

***En la ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón y en la ciudad de Liberia***, la red de alcantarillado sanitario se construyó gracias al proyecto de “Cinco Ciudades”, período 1972-1975.

***En la ciudad de Cañas***, el alcantarillado que se construyó en la segunda mitad de la década de 1950. Se caracteriza por ser combinado, es decir, recolecta las aguas residuales y las aguas pluviales. Posteriormente, las nuevas redes que se construyeron son separativas y exclusivamente para aguas residuales ordinarias o domésticas.

Costa Rica, para el año 1979 y gracias a la ampliación de redes y colectores realizada en la década de los años setentas, contaba con la siguiente cobertura: la población urbana con servicio de alcantarillado sanitario era del 43%, mientras que el 51% disponía de tanque séptico o letrina y un 4% carecía de estos servicios. En el área rural, el 82% de la población disponía de letrina (principalmente) o tanque séptico, y cerca del 77% de la población rural dispersa contaba con letrina<sup>8</sup>.

Dada la gran cantidad de urbanizaciones con tanques sépticos + drenaje, principalmente en el área metropolitana de San José, y a la posibilidad de que los mantos acuíferos se contaminaran con nitratos y patógenos, la Junta Directiva de AyA acordó exigirle a todos los urbanizadores, la construcción de redes de AS para cualquier proyecto que se llevara a cabo en el país, permitiendo, sin embargo, que el urbanizador presentara una solicitud de exoneración de construir el alcantarillado sanitario. Para ello, el AyA pide que se aporten los estudios hidrogeológicos que sustenten la solicitud (infiltración, tránsito de contaminantes, etc.).

## **2.2 Población y Cobertura**

En la Tabla No. 2, se muestra la población servida con sistema de AS, el porcentaje de la cobertura para cada provincia y el nivel nacional. La población se calculó con base en la cantidad de servicios de AS<sup>9</sup>, multiplicado por la cantidad de personas que habitan una casa en promedio, según el Censo del año 2000 (INEC). No se incluye la población que cuenta con tanque séptico.

---

<sup>8</sup> Tres décadas colaborando con el desarrollo del área rural costarricense. AyA, 1998.

<sup>9</sup> Anexos No. 2 y No. 3.

**Tabla No. 2. Población Cubierta por Alcantarillado Sanitario por Provincia**

	San José	Alajuela	Cartago	Heredia	Guanacaste	Puntarenas	Limón	TOTAL
<b>Población Total (*)</b>	1.345.750	716.286	432.395	354.732	264.238	357.483	339.295	<b>3.810.179</b>
<b>Población Servida</b>	686.717	48.351	66.527	53.296	26.015	34.432	28.704	<b>944.041</b>
<b>Porcentaje Cobertura</b>	51,0%	6,8%	15,4%	15,0%	9,8%	9,6%	8,5%	<b>24,8%</b>

(\*) Población del Censo del 2000, INEC.

La provincia con mayor cobertura de AS es la de San José con un 51%, seguida por Cartago y Heredia con una cobertura de 15,4% y 15,0% respectivamente. A nivel nacional esta cobertura es de 24,8%, lo que significa que únicamente la cuarta parte de la población nacional cuenta con este servicio. Si tomamos en cuenta la poca o nula inversión en AS a nivel nacional, es de esperar que este porcentaje vaya disminuyendo año con año.

Con respecto a San José, no se contempló dentro de la población servida, a aquellas urbanizaciones que cuentan con red de AS pero cuyo uso no se ha autorizado por falta de subcolectores o colectores a los cuales puedan conectarse. Tampoco se tomó en cuenta la población que vive en Condominios y que cuenta con alcantarillado sanitario.

Los grandes sectores de población que cuentan con AS y cuyos afluentes se descargan directamente a un cuerpo de agua por no contar con PTAR, son los siguientes:

- Área Metropolitana de San José
- Ciudad de Limón
- Ciudad de Turrialba
- Ciudad de Matina
- Ciudad de Puntarenas

El Área Metropolitana de San José cuenta con diseños finales, planos y estimación de presupuesto<sup>10</sup> y estudios adicionales de colectores y subcolectores, así como estudios en ríos y cuencas y subcuencas de drenaje; Turrialba cuenta con un estudio de factibilidad<sup>11</sup>; y Limón con AS de reciente construcción y un Emisario Submarino actualmente en construcción (primero en Centroamérica). Ver anexo No. 6. Puntarenas cuenta con un Plan Maestro reciente (2002-2003) que incluye estudios de factibilidad, diseños finales, planos y términos de referencia para la contratación de las obras.<sup>12</sup>

De acuerdo al INEC<sup>13</sup>, el total de viviendas que cuentan con alcantarillado o tanque séptico es de 836.273 (89,4%), de un total de 935.273. De acuerdo con la Tabla No.2, la cantidad de viviendas que utiliza el tanque séptico o letrina u otro sistema de disposición de aguas residuales diferente al AS es de 703.553 (75,2%) del mismo total de viviendas.

<sup>10</sup> Estudio de Alcantarillado Sanitario en la Gran Área Metropolitana (AyA). Geotécnica, 1997.

<sup>11</sup> Estudio de Factibilidad Tercera Etapa de Alcantarillado Sanitario de Ciudades Intermedias (AyA) Geotécnica, 1997

<sup>12</sup> Estudios de Factibilidad y Diseños del Alcantarillado Sanitario para La Gran Puntarenas (AyA), CESEL-CES, 2003.

<sup>13</sup> Censo del 2000

En la actualidad el AyA está explorando diferentes fuentes de financiamiento para los proyectos de AS del Área Metropolitana y Puntarenas.

**Tabla No. 3. Cobertura de Alcantarillado Sanitario y Sin Tratamiento por Cantón**

No	Provincia	Cantón	Admin.	Conexiones		Cobertura			
				Potable	Alc.San	Pobla. Total	No. (**) hab/viv	Pobla. Servida	% Cobertura.
<b>SAN JOSÉ</b>									
1	01 San José	Área Metropolitana de San José <sup>(*)</sup>	AyA	293.587	158.537	1.077.354	3,96	627.807	58%
<b>CARTAGO</b>									
2	03 Cartago	05 Turrialba	Muni.	6.218	1.805	68.510	4,0	7.220	11%
<b>PUNTARENAS</b>									
3	01 Puntarenas	01 Puntarenas	AyA	2.098	2.098	102.504	4,0	8.392	8%
<b>LIMÓN</b>									
4	07 Limón	01 Limón	AyA	15.152	6.083	89.933	3,9	23.724	26%
5	07 Limón	05 Matina	Muni.	611	135	33.096	4,1	554	2%
<b>Total:</b>				<b>317.666</b>	<b>168.658</b>	<b>1.371.397</b>		<b>667.696</b>	<b>49%</b>

(\*) El Área Metropolitana de San José, está compuesto por los siguientes cantones de la provincia de San José: San José, Escazú, Desamparados, Aserrí, Mora, Goicoechea, Santa Ana, Alajuelita, Vásquez de Coronado, Tibás, Moravia y Montes de Oca.

(\*\*) Número de habitantes por vivienda para los cantones, según el Censo del INEC 2000.

Podemos observar que son pocos los cantones del país que cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario, además, la población cubierta en estos cantones es muy baja. En el caso de Limón, es necesario recalcar que a principios del 2004, debe entrar a funcionar el Emisario Submarino, por lo que las aguas residuales que genera la población de este cantón recibirá un tratamiento preliminar en la estación de Pre-Acondicionamiento y posteriormente se enviará al mar para su tratamiento.

### 2.3 Estaciones de Bombeo en AS

Muchas urbanizaciones de una ciudad requieren de estaciones de bombeo en las redes de alcantarillado sanitario debido a varios factores, entre los que podemos nombrar los siguientes:

- Se localiza en un sector muy bajo de la ciudad y sus aguas residuales no pueden ser evacuadas por gravedad a los subcolectores existentes o proyectados.

- Cuando es necesario llevar a cabo grandes y costosas obras de ingeniería para poder llevar sus aguas residuales por gravedad hacia los subcolectores existentes o proyectados.

A pesar de no ser una práctica muy común, en Costa Rica se han construido estaciones de bombeo, las cuales se localizan en los siguientes lugares:

- Área Metropolitana de San José.
- San Isidro de Pérez Zeledón
- El Roble y Barranca de Puntarenas
- Ciudad de Limón
- Urb. Atlántida
- Urb. Limón 2000

**Tabla No. 4. Ubicación de las Estaciones de Bombeo Construidas en Sistemas de Alcantarillado s Sanitario**

<b>Lugar</b>	<b>Estación de Bombeo</b>	<b>Estación de Bombeo en operación</b>
Área Metropolitana de San José	7	2
Ciudad de San Isidro de Pérez Zeledón	1	1
Sectores de El Roble y Barranca de Puntarenas	7	7
Ciudad de Limón <sup>(*)</sup>	3	3
Urb. Atlántida	3	1
Limón 2000	1	0
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>14</b>

<sup>(\*)</sup> Existen además una serie de bombes pequeños en las redes de recolección.

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
(Contrato CS COR-CNT-00681.001)

**CAPÍTULO No. 3**

**Situación de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Costa Rica**

**3.1. Antecedentes**

Las primeras PTAR que se construyeron en Costa Rica, se ubican en las ciudades de Alajuela, Heredia y Cartago, a principios de la década de 1940. En el caso específico de Alajuela, tuvo su origen en el Decreto Ejecutivo No. 103, del 19 de agosto de 1936, en donde en su artículo primero dice “Para construir las cloacas de la ciudad de Alajuela, autorizase a la Municipalidad del cantón central de aquella provincia para que contrate un empréstito por la suma de ¢250.000”. El diseño de la PTAR estuvo a cargo del Ing. Luis González González. Las PTAR de las tres ciudades están actualmente abandonadas.

Posteriormente, se construyó la PTAR de la ciudad de Cañas, en 1959, la cual, además fue una de las primeras PTAR tipo Lagunas Facultativas (dos lagunas) que se construyeron en Latinoamérica. En el año 2001, se construyeron dos lagunas adicionales y se rehabilitó una de las lagunas existentes.

En San José, antes de cumplirse la primera mitad del siglo XX también se habían construido obras de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, para el año 1963, la Planta de Tratamiento “María Aguilar” así como la del “Torres” se encontraban totalmente abandonadas y presentaban gran deterioro. Esto ocasionaba olores nauseabundos y grandes problemas de salud, al extremo de que las estadísticas revelaban que el 95% de los niños tenían parásitos<sup>14</sup>.

Gracias a dos convenios realizados entre el Gobierno y el AyA (1972-1975), se lograron llevar a cabo dos proyectos (ya mencionados) denominados “Cinco Ciudades” y “Catorce Ciudades”, mediante los cuales se construyeron las PTAR Tipo Lagunas Facultativas en las ciudades de Liberia, San Isidro de Pérez Zeledón, Nicoya y Santa Cruz. En todos los casos, se construyeron dos lagunas. Posteriormente, en Liberia (1999), se construyeron dos lagunas adicionales.

Para el año 2000, se adquirieron los terrenos aledaños a las lagunas de Santa Cruz y Nicoya para su ampliación, las cuales se van a realizar en el año 2004 y 2005 respectivamente<sup>15</sup>.

En 1991 se inaugura la PTAR Tipo Lodos Activados en los sectores de Barranca y El Roble de Puntarenas, y se convierte en ese momento y desde entonces, en la PTAR que recibe la mayor cantidad de conexiones (6.300) y por ende, la que trata el mayor caudal del país (Qprom = 55 l/s).

---

<sup>14</sup> Agua Para siempre: una historia costarricense. AyA, 1996.

<sup>15</sup> Ing. Dagoberto Araya Villalobos, AyA (entrevista).

Un caso especial lo es la ciudad de Puntarenas (desde la Punta hasta la Angostura), donde el agua residual de las viviendas pasa por un tanque séptico antes de ser vertido al alcantarillado sanitario y posteriormente al Estero.<sup>16</sup> De acuerdo al estudio de factibilidad, la mayoría de los tanques sépticos no reciben un mantenimiento adecuado y no cuentan con los accesorios de entrada y salida correspondientes, por lo que es de esperar que estos tanques tengan una baja eficiencia en remoción de sólidos y DBO.

Durante los últimos años (1991-2003), se han construido una gran cantidad de urbanizaciones y condominios con redes de AS y PTAR. Ver Anexo No. 2.

### 3.2. Población y Cobertura

En la Tabla No. 5, se muestra la población servida con AS y con PTAR, mostrando por un lado la población que cuenta con PTAR sin importar su estado, y la que cuenta con PTAR en operación.

La población que cuenta con una mayor cobertura de AS y PTAR es la de la Provincia de Heredia con un 15,0%, seguida por Cartago con un 13,7%. Sin embargo, estos valores son sumamente bajos. A nivel nacional, podemos decir que Costa Rica tiene una cobertura de únicamente el 6,6% (uno de cada 15 habitantes).

Sin embargo, no todas las PTAR se encuentran en operación. En este caso, podemos decir que Guanacaste es la provincia con el mayor porcentaje de cobertura de AS y PTAR en operación con 9,8%, seguida de Puntarenas y Heredia con un 7,2% y 4,0% respectivamente, sin embargo, como puede observarse, estos valores son sumamente bajos. A nivel nacional la población con estos dos servicios es de solamente el 2,4%.

**Tabla No. 5. Población Cubierta por Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento por Provincia**

	San José	Alajuela	Cartago	Heredia	Guanacaste	Puntarenas	Limón	TOTAL
<b>Población Total (*)</b>	1.345.750	716.286	432.395	354.732	264.238	357.483	339.295	<b>3.810.179</b>
<b>CON ALCANTARILLADO SANITARIO Y CON PLANTA DE TRATAMIENTO</b>								
<b>Población Servida</b>	36.716	48.351	59.126	53.296	26.015	25.830	3.210	<b>252.544</b>
<b>Porcentaje Cobertura</b>	2,7%	6,8%	13,7%	15,0%	9,8%	7,2%	0,9%	<b>6,6%</b>
<b>CON ALCANTARILLADO SANITARIO Y CON PLANTA DE TRATAMIENTO EN OPERACIÓN</b>								
<b>Población Servida</b>	15.113	2.292	6.142	14.256	26.015	25.830	246	<b>89.893</b>
<b>Porcentaje Cobertura</b>	1,1%	0,3%	1,4%	4,0%	9,8%	7,2%	0,1%	<b>2,4%</b>

(\*) Población del Censo del 2000, INEC.

<sup>16</sup> Estudios de Factibilidad y Diseños del Alcantarillado Sanitario para La Gran Puntarenas. AyA, 2003.

En las Tablas N° 2 y N° 5 se incluye la población servida de ciudades y urbanizaciones, no así la de los condominios, ya que no se cuenta con la información necesaria para determinar cuántas y cuáles se han construido. No se incluye tampoco la población que cuenta con tanque séptico.

Todas las urbanizaciones estudiadas tienen PTAR, sin embargo, hay ciudades que únicamente tienen AS (consideradas en la Tabla N° 2) y otras cuentan con AS y PTAR (consideradas en ambas Tablas).

En la Tabla N° 6 se muestra la cantidad de ciudades, urbanizaciones y condominios, sólo con AS, y también, las que cuentan con AS y PTAR.

**Tabla No. 6. Cantidad de Ciudades, Urbanizaciones y Condominios sólo con AS, y los que cuentan con AS y PTAR**

<b>Lugar</b>	<b>Sólo AS</b>	<b>AS y PTAR</b>	<b>Total de Sistemas de AS</b>
Ciudades	5	9	14
Urbanizaciones	115**	51	166
Condominios	0	76*	76*
<b>Total:</b>	<b>120</b>	<b>136</b>	<b>256</b>

\* Con planos aprobados pero de los cuales no se sabe cuántos se han construido.

\*\* Con red de AS, pero sin autorización para que las viviendas se conecten

Es necesario recalcar, que de 1991 a la fecha se han construido más de 100 urbanizaciones con red de alcantarillado sanitario, sin embargo, por falta de subcolectores y colectores, dichos sistemas de tuberías permanecen aislados. En muchas urbanizaciones, los residentes descargan en el AS en forma ilícita.

Es importante resaltar que entre las urbanizaciones estudiadas, existen algunas con una cantidad de conexiones igual o superior a algunas ciudades. Por ejemplo, la urbanización Llanos de Santa Lucía en Paraíso de Cartago (fuera de operación) con 3.000 conexiones al AS aproximadamente. Esta cantidad es similar a la que recibe la PTAR de la Ciudad de Liberia (2.920 conexiones) y superior a las demás PTAR administradas por el AyA con sistema de tratamiento tipo lagunas facultativas: San Isidro de Pérez Zeledón (2.443), Nicoya (1.070), Santa Cruz (1.167) y Cañas (1.188). Ver las fichas del Anexo No. 3.

**Tabla No. 7. Cobertura de Alcantarillado Sanitario Con Tratamiento, en Ciudades y por Cantón**

No	Provincia	Cantón	Admin.	Conexiones		Cobertura				Tipo
				Potable	Alc.San	Pobla. Total	No. (*) Hab/viv	Pobla. Servida	% Cobert.	Tratam.
<b>SAN JOSÉ</b>										
1	01 San José	19 Pérez Zeledón	AyA	11.986	2.443	122.187	4,2	10.261	8%	Lagunas
<b>ALAJUELA</b>										
2	02 Alajuela	01 Alajuela	Muni.	27.143	6.000	222.853	4,0	24.000	11%	TI
<b>CARTAGO</b>										
3	03 Cartago	01 Cartago	Muni.	32.753	7.323	132.057	4,3	31.489	24%	TI
<b>HEREDIA</b>										
4	04 Heredia	01 Heredia	ESPH	29.336	9.522	103.894	4,0	38.088	37%	TI
<b>GUANACASTE</b>										
5	05 Guanacaste	01 Liberia	AyA	10.877	2.920	46.703	4,3	12.556	27%	Lagunas
6	05 Guanacaste	02 Nicoya	AyA	4.439	1.070	42.189	3,9	4.173	10%	Lagunas
7	05 Guanacaste	03 Santa Cruz	AyA	3.289	1.167	40.821	3,9	4.551	11%	Lagunas
8	05 Guanacaste	06 Cañas	AyA	4.499	1.188	24.076	4,1	4.871	20%	Lagunas
<b>PUNTARENAS</b>										
9	06 Puntarenas	01 Puntarenas	AyA	9.692	6.300	102.504	4,0	25.200	25%	LAC
<b>Total:</b>				<b>134.014</b>	<b>37.933</b>	<b>837.284</b>		<b>155.189</b>	<b>19%</b>	

(\*) Número de habitantes por vivienda para los cantones, según el Censo del INEC 2000.

Podemos observar que únicamente, el 11% de los cantones del país cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento, y por otro lado, la población cubierta en estos cantones es muy baja.

### 3.3. Ciudades o Centros Urbanos con AS y PTAR

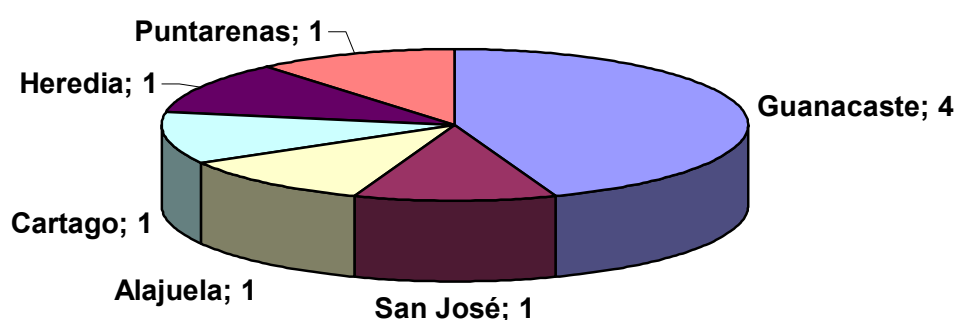
Las Provincias que cuentan con ciudades o centros urbanos, con AS (parcialmente) y PTAR, son nueve en total y se muestran en el Gráfico No. 1.

La provincia de Guanacaste tiene cuatro ciudades, cabeceras de cantón, con estas condiciones, las cuales son Liberia, Cañas, Nicoya y Santa Cruz; en el caso de San José la ciudad es San Isidro de Pérez Zeledón; en Puntarenas son las comunidades de Barranca y El Roble, y en Heredia, Alajuela y Cartago es el centro del cantón central, pero como se mencionó anteriormente, sus PTAR están abandonadas. Es importante señalar, que en la

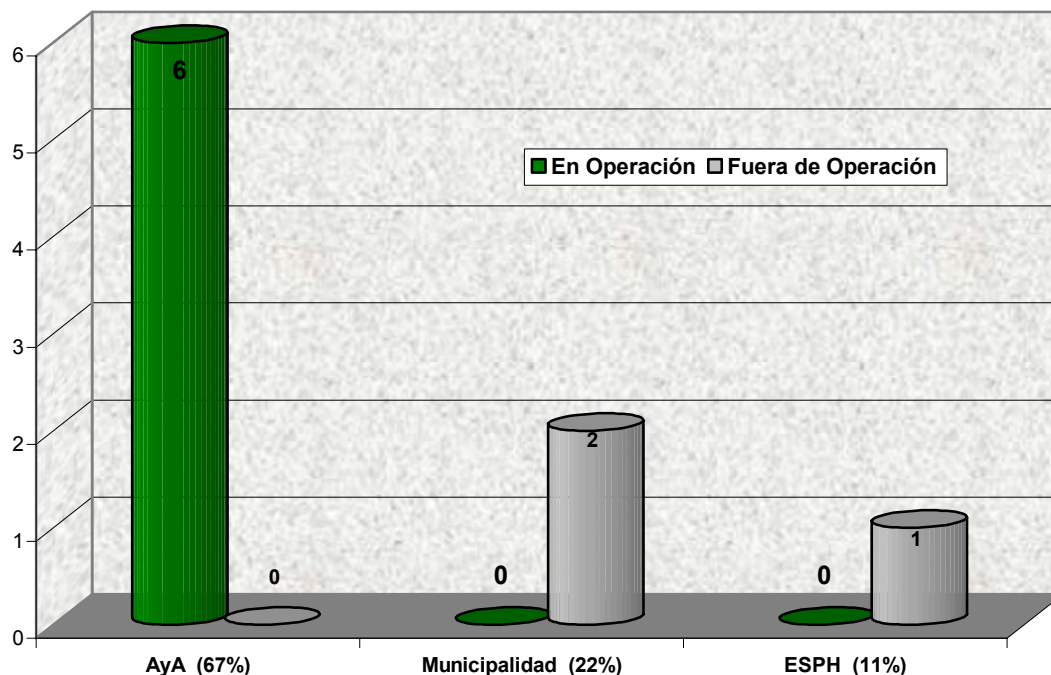
provincia de Limón, la ciudad del mismo nombre no cuenta aún con tratamiento de las aguas residuales, ya que el Emisario Submarino se encuentra actualmente en construcción.

Del total de ciudades que tienen AS y PTAR, podemos observar que las dos terceras partes de estos sistemas, los administra el AyA. Por otro lado, las PTAR que administra el AyA son precisamente las únicas que se encuentran en operación, ya que las que están a cargo de Municipalidades (Alajuela y Cartago) o de la ESPH (Heredia) están fuera de operación.

Para cada una de las PTAR construidas en centros urbanos o ciudades se elaboró una ficha que incluye información sobre: la ubicación, topografía, tipo de tratamiento y sus componentes, observaciones sobre su funcionamiento y estado actual. También se incluye información sobre la red de alcantarillado sanitario que recoge las aguas residuales que son conducidas hasta la PTAR. Esta información se encuentra en el Anexo No. 3.



**Gráfico No. 1. Cantidad de Ciudades por Provincia, con Alcantarillado Sanitario y PTAR**



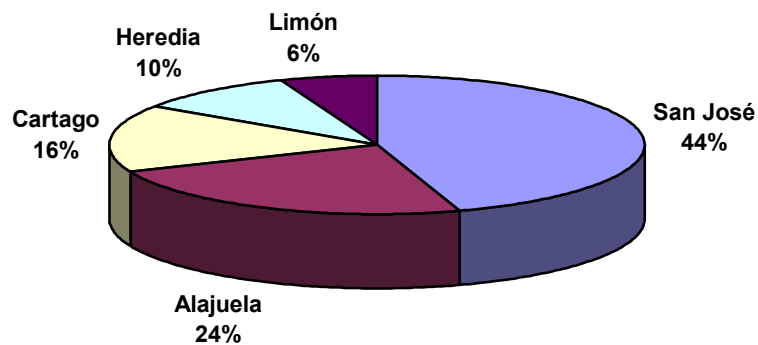
**Gráfico No. 2. Ente administrador y Porcentaje de Ciudades con AS y PTAR (en operación y fuera de operación), administradas por cada uno de los entes.**

### 3.4. Urbanizaciones con AS y PTAR

Para cada una de las 51 PTAR construidas en urbanizaciones se elaboró una ficha que incluye información sobre: la ubicación, topografía, tipo de tratamiento y sus componentes, observaciones sobre su funcionamiento y estado actual. También se incluye información sobre la red de alcantarillado sanitario que recoge las aguas residuales que son conducidas hasta la PTAR. Esta información se encuentra en el Anexo No. 3, al igual que dos mapas de Costa Rica, en donde se muestra la distribución por provincia de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de tipo ordinario que se han construido en Ciudades y Urbanizaciones (No incluye Condominios).

#### 3.4.1. Cantidad de PTAR por Provincia

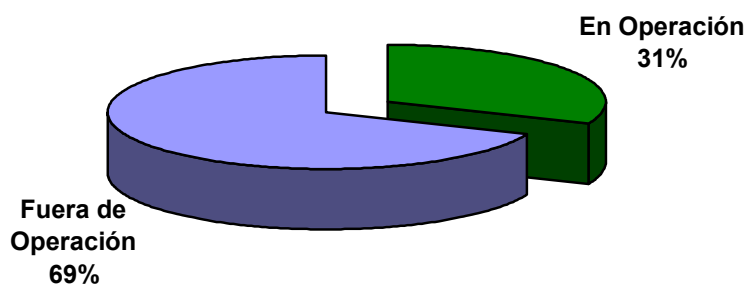
La mayor parte de las 51 PTAR construidas en urbanizaciones, se encuentran ubicadas en las provincias de San José y Alajuela, con 23 y 12 plantas respectivamente. Con una menor cantidad las provincias de Cartago (8), Heredia (5) y Limón (3); mientras que en Guanacaste y Puntarenas no se encontraron registros de PTAR construidas en urbanizaciones.



**Gráfico No. 3. Porcentaje de PTAR en Urbanizaciones por provincia**

### 3.4.2. Cantidad de PTAR en operación y fuera de operación

Del total de las 51 PTAR en Urbanizaciones, únicamente 16 PTAR (31,4%) se encuentran en operación. Además, tomando en cuenta las visitas de campo que se realizaron, el estado de las estructuras y el de los equipo electromecánicos, así como la operación y el mantenimiento que se lleva a cabo y el aspecto del efluente tratado, del total de 16 PTAR que se encuentran en operación, se puede esperar que sólo el 60% (cerca de 10 PTAR) cumpla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. En el 40% restante, únicamente el tratamiento primario funciona total o parcialmente, mientras que el tratamiento secundario no trabaja o trabaja parcialmente.



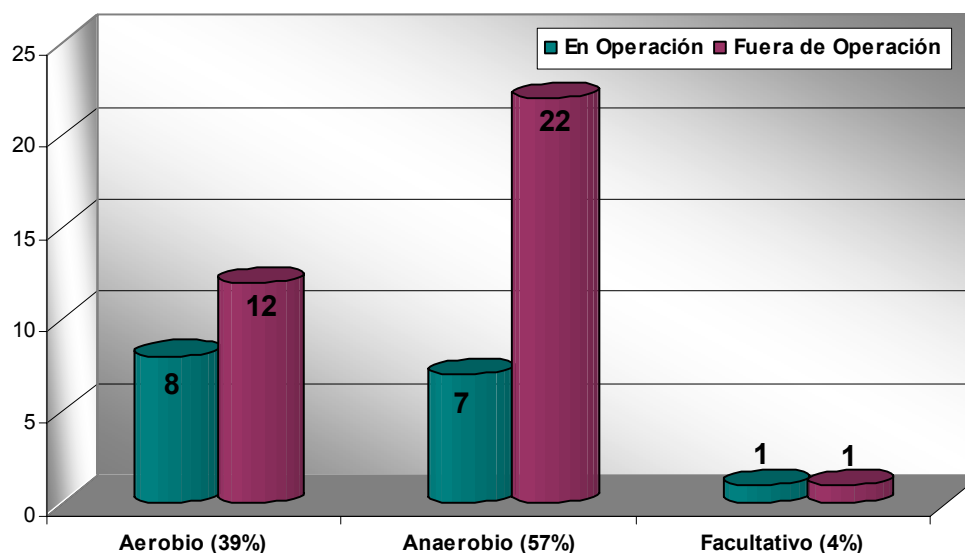
**Gráfico No. 4. Porcentaje de PTAR en Urbanizaciones, que se encuentran en operación y fuera de operación**

### 3.4.3. Tipo de Proceso Biológico utilizado en las PTAR

Se puede observar en el Gráfico No. 5, que de las 16 PTAR en urbanizaciones que se encuentran en funcionamiento, el tipo de proceso facultativo es muy poco utilizado, probablemente por la gran extensión de terreno que éste requiere y los altos costos de la tierra, principalmente en la Gran Área Metropolitana. En el Anexo No. 5 se describen los procesos biológicos más utilizados en el tratamiento de las aguas residuales ordinarias o domésticas.

Del total de PTAR en urbanizaciones, el proceso anaerobio es el más utilizado, esto se debe posiblemente a que dicho tratamiento no requiere de equipo electromecánico, lo cual lo hace atractivo dado que esto disminuye considerablemente los costos de operación y mantenimiento; sobre todo si el urbanizador le va a traspasar la administración a la comunidad.

Sin embargo, es importante señalar que de las 35 PTAR que se encuentran fuera de operación, el 62,8% utiliza el proceso anaerobio.



**Gráfico No. 5. Tipo de Proceso Biológico utilizado en las PTAR en Urbanizaciones, y la cantidad y porcentaje de plantas construidas en el país en Urbanizaciones**

### 3.4.4. Tipo de Tratamiento de las PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en operación para cada Proceso Biológico

De las 16 plantas de tratamiento, las que utilizan procesos aerobios y están en funcionamiento, según Tabla No. 8, es claro que la tecnología más utilizada es la de los Lodos Activados; mientras que en los sistemas anaerobios la más utilizada es el UASB. En el Anexo No. 5 se describen los procesos biológicos más utilizados en el tratamiento de las aguas residuales ordinarias o domésticas.

Es importante señalar que las comunidades administran 6 de estas PTAR, los urbanizadores administran 5 PTAR, la ESPH 5 PTAR, y la Municipalidad de Alajuela únicamente una. Además, la ESPH administra 3 distintos tipos de proceso biológico.

**Tabla No. 8. Tipo de Tratamiento de las PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en operación para cada Proceso Biológico**

<b>Clasificación de PTAR en Urbanizaciones y en Operación</b>					
<b>Proceso Biológico</b>	<b>Tipo de Tratamiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantón</b>	<b>Lugar</b>	<b>Operador</b>
<b>Aerobio (8)</b>	Canal Oxidación (1)	1	Heredia	Los Lagos	ESPH
	Lodos Activados (7)	1	Santa Ana	Lagos de Lindora	Comunidad
		1	Moravia	André Challé	Comunidad
		1	La Unión	Nazareth	Comunidad
		2	Alajuela	La Independencia El Paso de las Garzas	Comunidad Urbanizador
		2	Heredia	La Aurora Real Santamaría Oeste	ESPH Urbanizador
<b>Anaerobio (7)</b>	FAFA (3)	1	Curridabat	Lomas de Curridabat	Urbanizador
		1	Cartago	Manuel de Jesús J.	Municipalidad
		1	Heredia	Real Santamaría	ESPH
	UASB (4)	1	Puriscal	Santa Cecilia	Comunidad
		1	Santa Ana	Bosques de Santa A.	Urbanizador
		1	Aserri	Los Cenizaros	Comunidad
		1	Limón	Atlántida	Urbanizador
<b>Facultativo (1)</b>	Laguna (1)	1	Heredia	Las Flores	ESPH
<b>Total:</b>		<b>16</b>			

### 3.4.5. Tipo de Tratamiento de las PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran fuera de operación para cada Proceso Biológico

De las PTAR tipo aerobio que se encuentran fuera de funcionamiento, según Tabla No.9, las tecnologías más utilizadas son Lodos Activados y Tipo Bustamante (ver Anexo No. 5); en los sistemas anaerobios los más utilizados son los UASB y los FAFH. Es importante mencionar, que el sistema de lagunas facultativas de la Comunidad Limón 2000, se encuentra fuera de operación, debido a que la estación de bombeo que se encuentra al final de la red de AS no está funcionando, y las aguas residuales se descargan libremente a un canal.

**Tabla No. 9. Tipo de Tratamiento de las PTAR en Urbanizaciones fuera de operación para cada Proceso Biológico**

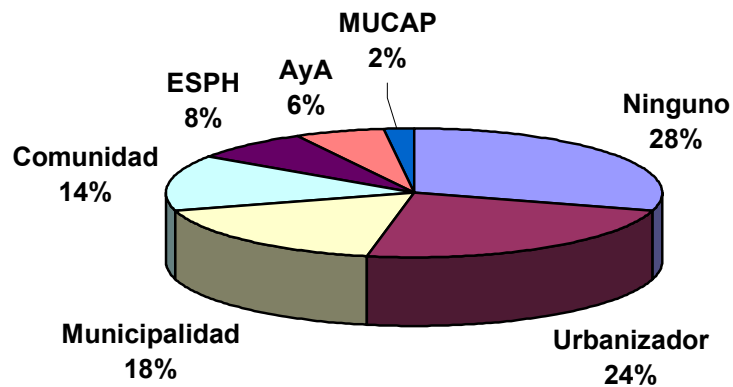
<b>Clasificación de PTAR en Urbanizaciones y Fuera de Operación</b>						
<b>Proceso Biológico</b>	<b>Tipo de Tratamiento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantón</b>	<b>Lugar</b>	<b>Responsable</b>	
<b>Aerobio (12)</b>	Canal Oxidación (1)	1	Alajuela	INVU Las Cañas	Ninguno	
	Lodos Activados (5)	1	San José	Los Manzanos y R.C.	Ninguno	
		1	Santa Ana	El Triunfo	Ninguno	
		1	Paraiso	Llanos de Sta Lucía	MUCAP	
		2	Alajuela	Santa Fé La Lucha	Ninguno	
		1	Moravia	Villa María	Ninguno	
	TA (Tipo Bustamante) (5)	2	Desamparados	La Capri	Ninguno	
		3	Alajuela	Gregorio J.R. La Maravilla La Trinidad	Municipalidad	
	<b>Anaerobio (22)</b>	FAFD (2)	1	Alajuela	Villa Verano	Ninguno
			1	Limón	Los Almendros	AyA
FAFH (4)		2	Desamparados	La Capri	Ninguno	
		2	Goicoechea	Los Cuadros	Ninguno	
FAFA (2)		1	Alajuelita	La Verbena	Ninguno	
		1	Cartago	Cocori	Municipalidad	
FPT (1)		1	Cartago	Ciudad de Oro	Municipalidad	
Biofiltro (1)		1	Alajuela	La Giralda	Municipalidad	
RAFA (2)		2	Alajuelita	La Verbena Garabito	Ninguno	
UASB (5)		1	La Unión	La Yenny y la Eulalia	Ninguno	
		1	Alajuela	Silvia Eugenia	Municipalidad	
		1	Curridabat	Cipreses y Pinares	AyA	
		2	Desamparados	La Pax Valencia	Ninguno	
		Tanque Imhoff (2)	1	Tibás	Jesús Jiménez	Ninguno
1			Turrialba	Carmen Liya	Comunidad	
Tanque Séptico (3)		1	San José	La Arboleda	Ninguno	
		1	Curridabat	Lomas de San Pancracio	AyA	
		1	Alajuela	Invu Las Cañas 1y2	Municipalidad	
<b>Facultativo (1)</b>	Laguna (1)	1	Limón	Limón 2000	Ninguno	
<b>Total:</b>		<b>35</b>				

### 3.4.6. Cantidad de PTAR construidas en Urbanizaciones por Ente Administrador

Del Gráfico No. 6 podemos observar que el 32% de las PTAR construidas en Urbanizaciones, se encuentra administrado por entes públicos (AyA, ESPH, Municipalidades), el 40% por entes privados (urbanizadores, comunidades y MUCAP) y el 28% restante están abandonadas completamente.

Si bien es cierto que el porcentaje de PTAR administradas por la comunidad corresponde al 14%, es importante mencionar que el 28% que se indica como “ninguno”, se relaciona con PTAR que fueron abandonadas por la comunidad por falta de recursos económicos para su operación, mantenimiento y control, o bien fueron abandonadas por el urbanizador al no lograr el traspaso a los usuarios o al ente administrador del acueducto.

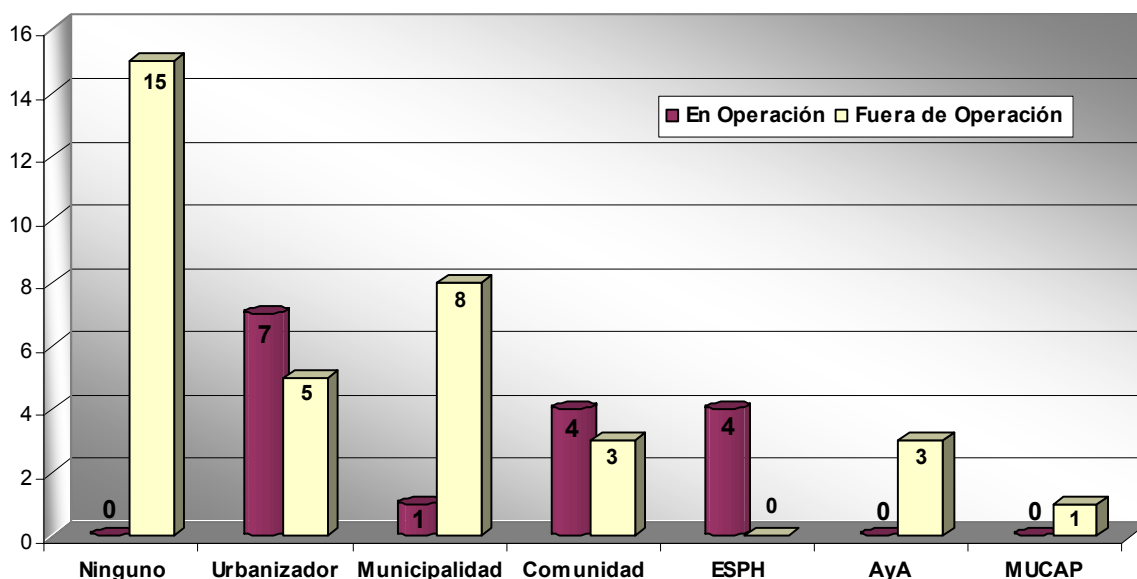
El 32% de las PTAR son administradas por un ente público que brinda el servicio de acueducto, lo que permite aplicar el cobro del servicio de AS en el mismo recibo que se extiende por concepto del consumo del agua.



**Gráfico No. 6. Porcentaje de PTAR construidas en Urbanizaciones por Ente Administrador**

### 3.4.7. Cantidad de PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en operación y fuera de operación por Ente Administrador

De acuerdo al Gráfico No. 7, se observa que la ESPH mantiene en operación las cuatro PTAR que los urbanizadores le han traspasado para su administración, sin embargo, es necesario señalar que en todos los casos dicha institución desembolsó fuertes sumas de dinero para su rehabilitación.



**Gráfico No. 7. Cantidad de PTAR construidas en Urbanizaciones, y que se encuentran en operación y fuera de operación por Ente Administrador**

Con respecto a las PTAR en urbanizaciones administradas por la comunidad se puede observar que de las siete plantas, tres de ellas se encuentran fuera de operación y esto significa que están en peligro de ser abandonadas por falta de recursos económicos para hacerle frente a los gastos de operación, mantenimiento y control que éstas requieren. Una situación similar se puede dar con los urbanizadores en caso de no lograr su traspaso a la comunidad o a un ente público.

### 3.4.8. PTAR construidas en Urbanizaciones, según el ente que administra el acueducto.

En la tabla No. 10, podemos observar la cantidad de PTAR construidas en Urbanizaciones y los respectivos entes administradores del acueducto. El 65% de las PTAR son administradas por un ente distinto al operador del acueducto, lo cual, sin duda alguna dificulta, tanto el cobro (ya que el pago es voluntario) como la posible suspensión del servicio por morosidad.

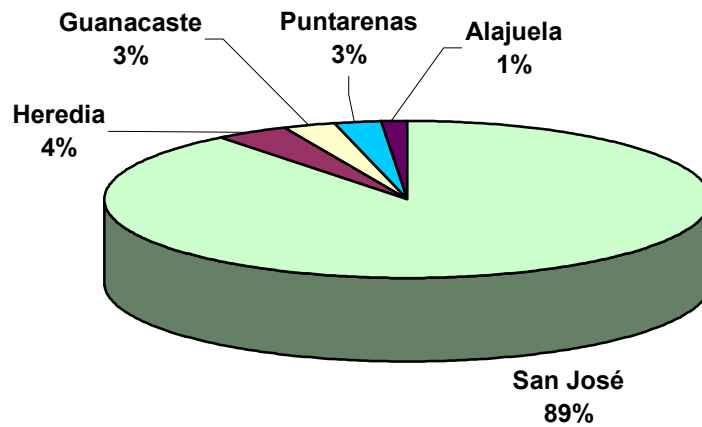
**Tabla No. 10. PTAR construidas en urbanizaciones, según el ente que administra el servicio de agua para consumo.**

Provincia	Ente administrador del acueducto	PTAR construidas		En operación	Fuera de operación	PTAR que han sido recibidas por el administrador del acueducto	
		En zonas cubiertas por el administrador del acueducto	Total				
San José	AyA	22	23	5	17	2	9%
	ASADA	1		1	0	1	100%
Alajuela	Municipalidad de Alajuela	8	12	2	6	6	75%
	AyA	4		0	4	0	0%
Cartago	Municipalidad de Cartago	3	8	1	2	3	100%
	Municipalidad de la Unión	2		1	1	0	0%
	Municipalidad de Paraíso	1		0	1	0	0%
	AyA	1		0	1	0	0%
	ASADA	1		0	1	1	100%
Heredia	ESPH	5	5	5	0	4	80%
Limón	AyA	2	3	1	1	1	50%
	ASADA	1		0	1	0	0%
<b>Total:</b>			<b>51</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>18</b>	<b>35%</b>

### 3.5. Condominios

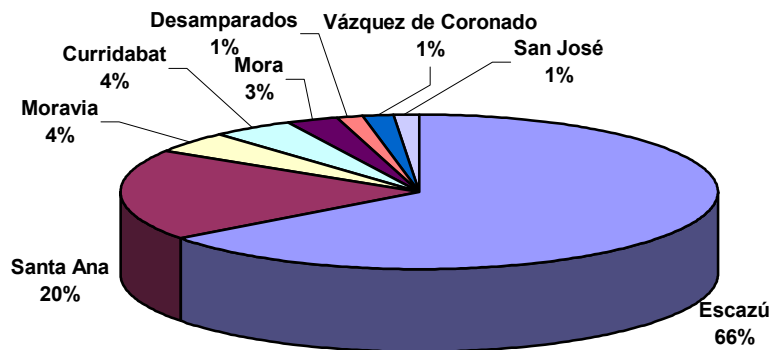
Con respecto a los Condominios, de la información suministrada principalmente por los diseñadores o empresas diseñadoras, se logró determinar que se han llevado a cabo 76 diseños de PTAR para tratar las aguas residuales que se generan en estos proyectos de vivienda, sin embargo, se desconoce cuantos de estas llegaron a construirse. En el Anexo N°2 se incluye el listado de estos 76 condominios.

Es importante señalar, que de los 76 Condominios con que se cuenta información, el 89% de estos se localizan en la provincia de San José y específicamente, en el cantón de Escazú se localiza el 66% de los Condominios de San José, es decir, 44 condominios (el 58% del país). El otro cantón que presenta un alto porcentaje de Condominios es Santa Ana con el 20% de los condominios de San José (13 condominios). Ver Gráfico No. 9. Por lo tanto, en el sector oeste de San José (Escazú, Santa Ana y Mora) se ubican 59 condominios diseñados con PTAR (78% del país). En ambos casos, se conoce que el terreno donde se diseñaron, por lo general, no reúne apropiadamente las características de infiltración necesarias, que permita un funcionamiento óptimo del sistema de drenaje que recibe los líquidos efluentes del tanque séptico, lo cual obliga a la construcción de una PTAR.



**Gráfico No. 8. Porcentaje de Condominios diseñados con PTAR por provincia**

En las provincias de Limón y Cartago no se tienen datos de diseños de PTAR en Condominios.



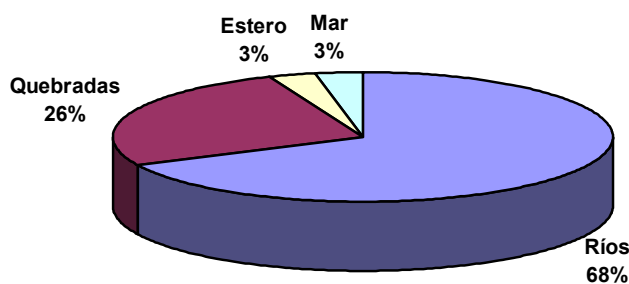
**Gráfico No. 9. Porcentaje de Condominios diseñados con PTAR por cantón, en la provincia de San José**

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
(Contrato CS COR-CNT-00681.001)

**CAPÍTULO No. 4**

**Vertido de Aguas Residuales en Cuerpos de Agua**

Al considerar los cuerpos receptores de los vertidos de aguas residuales de las ciudades con AS y PTAR, las ciudades sólo con AS y las urbanizaciones, se obtiene que un 68% de las descargas se vierten en los ríos, un 26% en quebradas que a su vez son afluentes de los ríos, un 3% en el Estero de Puntarenas, y un 3% en el Mar Caribe, tal y como se observa en el Gráfico N° 10.



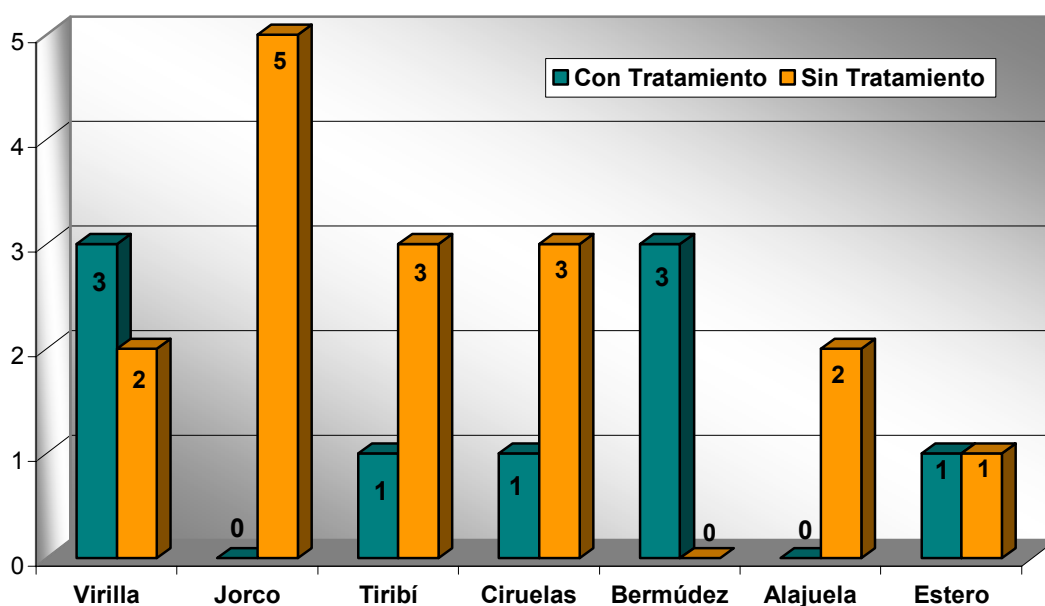
**Gráfico N° 10. Porcentaje de descargas de las PTAR en los diferentes Cuerpos de Agua**

**4.1 Ríos donde descargan la mayoría de las PTAR, en operación y fuera de operación.**

Los ríos en los que se realiza la mayor cantidad de descargas de aguas residuales provenientes tanto de urbanizaciones como de ciudades, se muestran en el Gráfico N° 11 (donde se incluyen otros cuerpos de agua), el cual toma en cuenta aguas residuales tratadas (PTAR en operación) y sin tratamiento (PTAR fuera de operación). Se observa que en el Río Virilla y el Jorco es donde mayor número de vertidos de aguas residuales se producen, el Río Virilla recibe tres descargas con tratamiento y dos sin él, sin embargo, en el Río Jorco el 100% de los vertidos no reciben tratamiento, ya que las aguas residuales no ingresan a la PTAR, sino que son vertidas directamente en el cuerpo de agua.

En el caso del Río Bermúdez es importante señalar que las tres descargas reciben un tratamiento previo antes de ser vertidas.

La Cuenca No. 24, Grande de Tárcoles, recibe las aguas residuales del 80% de las urbanizaciones que cuentan con PTAR, sin embargo, el 70% de esas PTAR no están en operación.



**Gráfico No. 11. Cuerpos de Agua donde se realizan la mayor cantidad de descargas**

En el Gráfico N° 11 se consideraron los cuerpos de agua que reciben dos o más vertidos (con y sin tratamiento). El estero que se menciona es el Estero de Puntarenas.

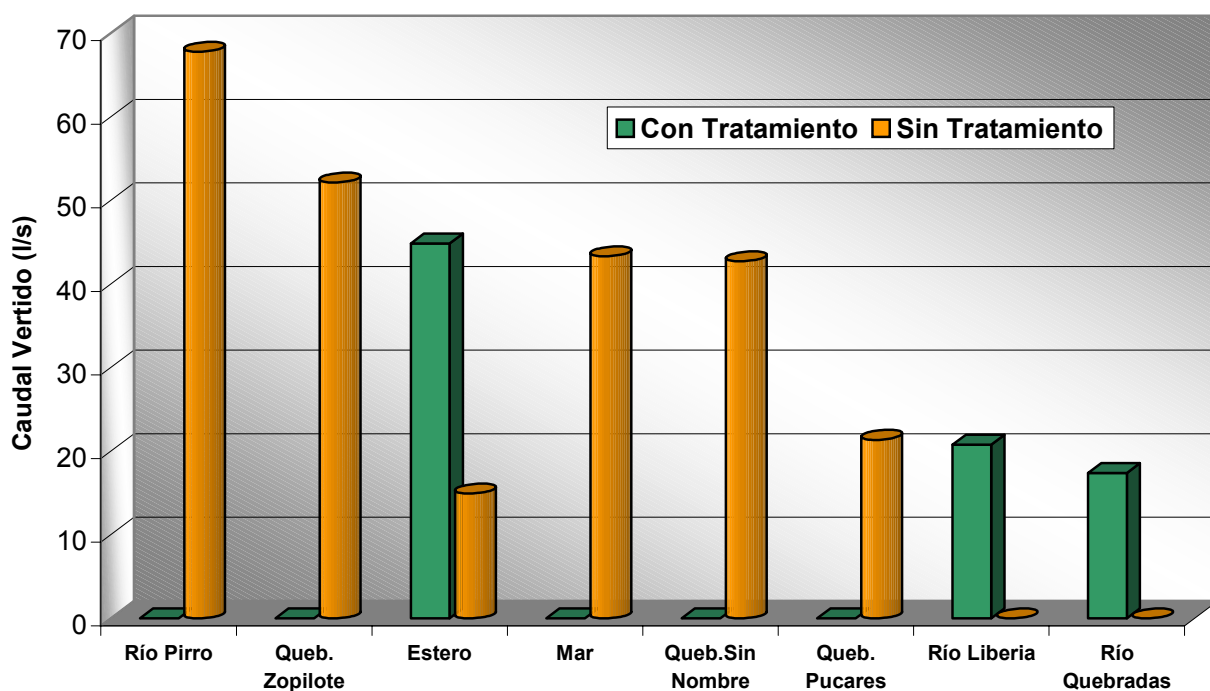
#### 4.2 Vertido en el mar

Del total de AS construidos en el país, el de la ciudad de Limón se caracteriza por descargar en el mar y peor aún, sin tratamiento alguno. Sin embargo, actualmente se encuentra en construcción la estación de Preacondicionamiento y el Emisario Submarino. Ver Anexo No.6.

#### 4.3 Vertido en un estuario

El AS de la ciudad de Puntarenas (desde La Punta hasta la Angostura), vierte sus aguas residuales directamente al Estero de Puntarenas. La mayoría de las aguas residuales son efluentes provenientes de tanques sépticos.

Por otro lado, el efluente de la PTAR que sirve a los sectores de El Roble y Barranca, vierte sus aguas residuales en el Estero de Puntarenas, cerca de la Angostura. Esta agua es impulsada desde El Roble hasta el Estero mediante una tubería de impulsión de 6 kilómetros de longitud. Ambos casos se muestran en los Gráficos N° 11 y N° 12.



**Gráfico N° 12. Cuerpos de Agua que reciben la mayor cantidad de aguas residuales**

En el Gráfico N° 12 se observan los cuerpos receptores que reciben la mayor cantidad de aguas residuales (con y sin tratamiento), esto se calculó utilizando la cantidad de conexiones de cada AS multiplicada por 4,1<sup>17</sup> para obtener la cantidad de población que aporta aguas residuales. Con el fin de hacer una comparación cualitativa de la cantidad descargada, se utilizó una producción de aguas residuales de 150 litros por habitante al día.

Se observa que el Río Pirro, donde descarga la Ciudad de Heredia, y la Quebrada Zopilote, donde descarga la Ciudad de Cartago, son los cuerpos de agua que mayor cantidad de aguas residuales reciben, y precisamente sin tratamiento. El Estero de Puntarenas recibe el efluente tratado de la PTAR de El Roble, y las aguas residuales de la Ciudad de Puntarenas (sin tratamiento).

<sup>17</sup> Cantidad de hab/vivienda promedio para Costa Rica según Censo del año 2000, INEC.

**Tabla No. 11. Cobertura de Alcantarillado Sanitario Con y Sin Tratamiento en Ciudades y cuerpos de agua donde se descargan las aguas residuales**

No	Provincia	Cantón	Admin.	Conexiones		Cobertura				Q <sup>(3)</sup> prom. (l/s)	Punto Descarga
				Potable	Alc.San	Pobla. Total	No. hab/ viv <sup>(2)</sup>	Pobla. Servida	% Cober.		
<b>SAN JOSÉ</b>											
1	01 San José	San José <sup>(1)</sup>	AyA	293.587	158.537	1.077.354	3,96	627.807	58%	1.090	varios
2	01 San José	19 Pérez Zeledón	AyA	11.986	2.443	122.187	4,2	10.261	8%	18	Río Quebradas
<b>ALAJUELA</b>											
3	02 Alajuela	01 Alajuela	Muni.	27.143	6.000	222.853	4,0	24.000	11%	42	Queb. Sin Nombre
<b>CARTAGO</b>											
4	03 Cartago	01 Cartago	Muni.	32.753	7.323	132.057	4,3	31.489	24%	55	Quebrada Zopilote
5	03 Cartago	05 Turrialba	Muni.	6.218	1.805	68.510	4,0	7.220	11%	13	-
<b>HEREDIA</b>											
6	04 Heredia	01 Heredia	ESPH	29.336	9.522	103.894	4,0	38.088	37%	66	Río Pirro
<b>GUANACASTE</b>											
7	05 Guanacaste	01 Liberia	AyA	10.877	2.920	46.703	4,3	12.556	27%	22	Río Liberia
8	05 Guanacaste	02 Nicoya	AyA	4.439	1.070	42.189	3,9	4.173	10%	7	Río Chipanzó
9	05 Guanacaste	03 Santa Cruz	AyA	3.289	1.167	40.821	3,9	4.551	11%	8	Río Dirιά
10	05 Guanacaste	06 Cañas	AyA	4.499	1.188	24.076	4,1	4.871	20%	8	Río Cañas
<b>PUNTARENAS</b>											
11	01 Puntarenas	01 Puntarenas	AyA	2.098	2.098	102.504	4,0	8.392	8%	15	Estero
12	06 Puntarenas	01 Puntarenas (Roble)	AyA	9.692	6.300	102.504	4,0	25.200	25%	44	Estero
<b>LIMON</b>											
13	07 Limón	01 Limón	AyA	15.152	6.083	89.933	3,9	23.724	26%	41	-
14	07 Limón	05 Matina	Muni.	611	135	33.096	4,1	554	2%	1	-
<b>Total:</b>				<b>451.680</b>	<b>206.591</b>	<b>1.848.576</b>		<b>822.884</b>	<b>45%</b>	<b>1.429</b>	

<sup>(1)</sup> El Área Metropolitana de San José, está compuesto por los siguientes cantones de la Provincia de San José: Escazú, Desamparados, Aserri, Mora, Goicoechea, Santa Ana, Alajuelita, Vásquez de Coronado, Tibás, Moravia y Montes de Oca.

<sup>(2)</sup> Número de habitantes por vivienda para los cantones, según el Censo del INEC 2000.

<sup>(3)</sup> El Q promedio resulta de establecer un caudal promedio de 150 l/hab/día por población servida.

#### **4.4 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales**

Este reglamento fue publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 19 de junio de 1997, mediante el Decreto No. 26042-S-MINAE. Dicho reglamento establece en el artículo No. 4, lo siguiente:

“Artículo 4. Todo ente generador, con excepción de las viviendas, estará en la obligación de confeccionar reportes operacionales, que deberá presentar periódicamente ante las siguientes entidades:

- a) Si el efluente es reusado o vertido a un cuerpo receptor: a la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud.
- b) Si el efluente es vertido a un alcantarillado sanitario: al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y al ente administrador del alcantarillado.”

Sin embargo, únicamente las PTAR administradas por AyA y la ESPH, y que se encuentran en operación, cumplen con esta obligación.

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que deberán ser analizados en las aguas residuales que se viertan en un cuerpo de agua y que son necesarios para la confección de reportes operacionales son los siguientes:

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5,20</sub>)
- b) Potencial hidrógeno (pH)
- c) Grasas y aceites (GyA)
- d) Sólidos sedimentables (SSed)
- e) Sólidos suspendidos Totales (SST)
- f) Coliformes fecales (CF)

Los coliformes fecales sólo serán de análisis obligatorio si las aguas residuales fueren vertidas en cuerpos de agua utilizados para actividades recreativas de contacto primario, si se originasen en hospitales u otros centros de salud, en laboratorios microbiológicos, o en los casos particulares que la División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud establezca. El costo de la toma de muestras y análisis corre por cuenta del ente que administra la PTAR y debe ser realizada por un laboratorio acreditado. El operador debe también llevar un control de campo, que junto a los resultados de laboratorio serán los insumos para elaborar el reporte operacional.

Las frecuencias mínimas para la presentación del reporte operacional se indica en la Tabla A7.1, y los límites máximos permisibles se indican en la tabla A7.2 del anexo No. 7.

#### **4.5 Reglamento Canon Ambiental por Vertido**

Este reglamento fue publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 26 de junio del 2003, mediante el Decreto No. 31176-MINAE y rige un año después de su publicación. El canon es definido en el reglamento de la siguiente manera:

**“Canon ambiental por vertidos.** Contraprestación en dinero pagada por quienes usen el servicio ambiental de los cuerpos de agua, bien de dominio público, para el transporte, la dilución y eliminación de desechos líquidos originados en el vertimiento puntual, los cuales pueden generar efectos nocivos sobre el recurso hídrico, los ecosistemas relacionados, la salud humana, y las actividades productivas.”

En ese mismo reglamento se indica que “El Canon Ambiental por Vertidos es un instrumento económico de regulación que se fundamenta en el principio de “quien contamina paga” y que pretende el objetivo social de alcanzar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 50 de la Constitución Política, a través del cobro de una contraprestación en dinero a quienes usen el servicio ambiental de los cuerpos de agua, bien de dominio público, para el transporte, la dilución y eliminación de desechos líquidos originados en el vertimiento puntual, los cuales pueden generar efectos nocivos sobre el recurso hídrico, los ecosistemas relacionados, la salud humana y las actividades productivas.”

El ente competente para la aplicación y administración de este canon será el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

Con respecto a quienes estarán sujetos al pago del canon el reglamento establece que serán todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que realicen actividades lucrativas o no, que vierten sustancias que de algún modo alteran la calidad de los cuerpos de agua y/o provocan efectos nocivos sobre la salud de las personas y el ambiente. **En el caso de redes de alcantarillado, el MINAE aplicará el cobro de este canon a la entidad que presta dicho servicio y no a quien vierte en las mismas.**

Por esta razón, cada empresa de servicio de alcantarillado sanitario, con PTAR o sin PTAR, deberá pagar el canon ambiental por vertidos. En el caso de aguas residuales tipo ordinario, las empresas que actualmente dan este servicio son las siguientes: AyA, ESPH, Municipalidades y ASADAS, así como los urbanizadores y comunidades que administran PTAR.

El canon se cobrará sobre la carga contaminante neta vertida, medida en kilogramos, de los parámetros de contaminación denominados DQO y SST, sin perjuicio de que el Ministerio de Ambiente y Energía, pueda en el futuro, extender el cobro a otros parámetros de contaminación hídrica. Para efectos de lo dispuesto en este artículo, la carga contaminante neta vertida de DQO se determinará considerando únicamente la DQO disuelta; esto es, luego de eliminar los sólidos suspendidos totales en la muestra de análisis.

Se fija como monto del canon, para un período de seis años, la suma de 0,22 dólares (veintidós centavos de dólar), o su equivalente en colones, por cada kilogramo de DQO vertido y de 0,19 dólares (diecinueve centavos de dólar) o su equivalente en colones por cada kilogramo de SST vertido. El tipo de cambio será el vigente al momento de la facturación.

El monto del canon se aplicará gradualmente a lo largo del período señalado en el artículo 23 de ese reglamento, conforme al siguiente procedimiento:

- a. Durante el primer año de aplicación del canon se cobrará un monto anual correspondiente al 30% del monto máximo fijado para el período de 6 años.
- b. Durante el segundo año de aplicación del canon se cobrará un monto equivalente al 44% del monto máximo del canon.
- c. Durante el tercer año el monto anual será equivalente al 58% del monto máximo del canon.
- d. Durante el cuarto año de aplicación del canon, el monto anual será equivalente al 72% del monto máximo del canon.
- e. Durante el quinto año de aplicación del canon, el monto anual será equivalente al 86% del monto máximo del canon.
- f. Durante el sexto año de aplicación del canon, el monto anual será equivalente al 100% del monto máximo del canon.

La carga contaminante diaria se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$C_c = Q \times C \times 0.0864 \times (t/24)$$

Donde:

$C_c$ : Carga contaminante expresada en kilogramos por día (Kg/d)

$Q$ : Caudal promedio del efluente, expresado en litros por segundo (L/s)

$C$ : Concentración de la sustancia contaminante en el efluente, en miligramos por litro (mg/L)

0,0864: Factor de conversión de unidades

$t$ : tiempo de vertido del usuario expresado en horas por día (h)

Si establecemos una dotación de 150 L/hab\*d, un hacinamiento de 4,1 hab/conexión, un valor de  $DQO_{disuelta}$  de 234,5 mg/L y un valor de SST de 196 mg/L, como valores característicos de una descarga de aguas residuales cruda de una vivienda, tenemos que el pago del canon ambiental por conexión sería de ¢ 668/mes.

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
(Contrato CS COR-CNT-00681.001)

**CAPÍTULO No. 5**

**PTAR evaluadas**

Con respecto a la evaluación de las PTAR seleccionadas, los resultados se presentan a continuación. En el Anexo No. 4 se presentan las fichas correspondientes.

**5.1 PTAR Los Lagos, Heredia. Tipo Canales de Oxidación (Aerobio)**

De acuerdo con los resultados de laboratorio, el efluente cumple con todos los LMP que establece el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Se observa además, una alta eficiencia del proceso biológico, a pesar de que en el canal ha caído una gran cantidad de tierra y ha crecido maleza que provocan un estrangulamiento en determinada sección de ese canal. No se aplica desinfección previo al vertido, sin embargo, se recomienda la aplicación de un desinfectante cuando las aguas residuales proceden de un Hospital ó Clínica.

La PTAR está diseñada para un caudal de 1.282 m<sup>3</sup>/d; una carga nominal de 3.470 EH (equivalente habitante), lo cual significa una DBO afluente de 225 mg/L; y DBO efluente de 34 mg/L<sup>18</sup>.

En ambos muestreos, los valores de DBO afluente y efluente son más bajos que los estimados, lo cual puede deberse a que la empresa ATLAS (Fábrica de refrigeradoras tipo doméstico, cocinas y plantillas de gas y eléctricas), vierte un caudal importante de aguas residuales al AS, lo cual provoca un efecto de dilución. Se observa también una alta temperatura en las aguas residuales crudas.

---

<sup>18</sup> Estudio de Saneamiento de Heredia (Empresa de Servicios Públicos de Heredia). SOGREAH, 2001.

**Tabla No. 12. Resultados de los muestreos y análisis físico-químicos y microbiológicos de la PTAR Los Lagos, Heredia**

<i>PRIMERA CAMPAÑA (28 mayo 2003)</i>						
PTAR	Parámetro	Afluyente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	8,10	7,63		5 - 9	Si
	T (°C)	30	25		15 - 40	Si
	SST (mg/L)	80	20	75	50	Si
	Ssed (mm/L <sup>2</sup> hr)	0,2	0,3		menor 1	Si
	DQO (mg/L)	230	36	84	300	Si
	DBO (mg/L)	98	10	90	50	Si
	GyA (mg/L)	32	4	88	30	Si
	CF (NMO/100 mL)	9,2 E 10 <sup>4</sup>	2,4 E 10 <sup>4</sup>			
<i>SEGUNDA CAMPAÑA (04 junio 2003)</i>						
PTAR	Parámetro	Afluyente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	7,75	7,60		5 - 9	Si
	T (°C)	30	25		15 - 40	Si
	SST (mg/L)	132	Menor 4	mayor 97	50	Si
	Ssed (mm/L <sup>2</sup> hr)	0,2	Menor 0,1	mayor 50	menor 1	Si
	DQO (mg/L)	265	25	91	300	Si
	DBO (mg/L)	145	10	93	50	Si
	GyA (mg/L)	26	2,0	92	30	Si
	CF (NMO/100 mL)	7,8 E 10 <sup>5</sup>	9,6 E 10 <sup>3</sup>			

## 5.2 PTAR Las Flores, Heredia. Tipo Laguna de Estabilización (Facultativa)

Tal y como era de esperar para este tipo de proceso biológico, el efluente no cumple con el parámetro de SST, por la presencia de las algas que forman parte de este tipo de tratamiento. A la laguna ingresa gran cantidad de agua de lluvia por el costado norte, lo que podría estar afectando, durante la época lluviosa, la eficiencia de esta PTAR.

Es necesario darle un mayor mantenimiento a las estructuras de salida y taludes de la laguna.

No se aplica desinfección previa al vertido, sin embargo, se recomienda la aplicación de un desinfectante cuando las aguas residuales proceden de un Hospital ó Clínica, pero este no es el caso.

**Tabla No. 13. Resultados de los muestreos y análisis físico-químicos y microbiológicos de la PTAR Las Flores, Heredia**

<i>PRIMERA CAMPAÑA (27 mayo 2003)</i>						
PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Las Flores	pH	7,13	7,26		5 - 9	Si
	T (°C)	24	25		15 - 40	Si
	SST (mg/L)	110	84	24	50	No
	Ssed (mm/L <sup>3</sup> hr)	1,4	1,2	14	menor 1	No
	DQO (mg/L)	580	295	49	300	Si
	DBO (mg/L)	290	145	50	50	No
	GyA (mg/L)	36	18	50	30	Si
	CF (NMO/100 mL)	2,1 E 10 <sup>4</sup>	4,0 E 10 <sup>2</sup>			
<i>SEGUNDA CAMPAÑA (03 junio 2003)</i>						
PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Las Flores	pH	7,33	7,49		5 - 9	Si
	T (°C)	24	25		15 - 40	Si
	SST (mg/L)	164	136	17	50	No
	Ssed (mm/L <sup>3</sup> hr)	1,8	0,6	11	menor 1	Si
	DQO (mg/L)	524	335	36	300	No
	DBO (mg/L)	290	48	83	50	Si
	GyA (mg/L)	42	16	62	30	Si
	CF (NMO/100 mL)	1,0 E 10 <sup>6</sup>	8,5 E 10 <sup>4</sup>			

### 5.3 PTAR Bosques de Santa Ana. Tipo UASB (Anaerobio)

De acuerdo con los resultados de laboratorio, el efluente cumple con todos los LMP que establece el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Se observa además, una eficiencia un poco baja con respecto a la esperada para este proceso biológico.

El mantenimiento es mínimo, lo cual provoca una gran acumulación de materia orgánica y material flotante en las rejillas y lógicamente mal olor. Se han presentado problemas con las bombas que impulsan el agua residual al UASB, lo que ocasiona el rebalse del tanque cisterna.

No se aplica desinfección previa al vertido, sin embargo, se recomienda la aplicación de un desinfectante cuando las aguas residuales proceden de un Hospital ó Clínica, pero este no es el caso.

**Tabla No. 14. Resultados de los muestreos y análisis físico-químicos y microbiológicos de la PTAR Bosques de Santa Ana**

<i>PRIMERA CAMPAÑA (29 mayo 2003)</i>						
PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Bosques de Santa Ana	pH	7,48	7,23		5 - 9	Si
	T (°C)	27	26		15 - 40	Si
	SST (mg/L)	80	36	55	50	Si
	Ssed (mm/L <sup>2</sup> hr)	0,2	menor 0,1	mayor 50	menor 1	Si
	DQO (mg/L)	320	95	70	300	Si
	DBO (mg/L)	138	54	61	50	No
	GyA (mg/L)	42	14	67	30	Si
CF (NMO/100 mL)	8,8 E 10 <sup>3</sup>	2,9 E 10 <sup>3</sup>				
<i>SEGUNDA CAMPAÑA (05 junio 2003)</i>						
PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Bosques de Santa Ana	pH	7,52	7,28		5 - 9	Si
	T (°C)	27	26		15 - 40	Si
	SST (mg/L)	36	16	56	50	Si
	Ssed (mm/L <sup>2</sup> hr)	0,8	menor 0,1	mayor 88	menor 1	Si
	DQO (mg/L)	260	104	60	300	Si
	DBO (mg/L)	130	48	63	50	Si
	GyA (mg/L)	28	10	64	30	Si
CF (NMO/100 mL)	6,5 E 10 <sup>4</sup>	9,0 E 10 <sup>2</sup>				

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
(Contrato CS COR-CNT-00681.001)

**CAPÍTULO No. 6**

**Conclusiones**

***Sobre Cobertura de AS y PTAR***

- Sólo el 24,8% de la población total de Costa Rica cuenta con el servicio de AS y más del 50% de esa población corresponde a la provincia de San José. La provincia de Alajuela es la que presenta la menor cobertura con AS (6,8%).
- Del 18,1% de la población que cuenta con servicio de AS y sin tratamiento, es importante agregar que el Área Metropolitana de San José cuenta con un Plan Maestro, diseño, planos y costos de las obras para ampliar el AS, así como un terreno para construir la futura PTAR. La ciudad de Puntarenas se encuentra dentro del Estudio de Factibilidad y Diseños del Alcantarillado Sanitario para La Gran Puntarenas (AyA) recientemente elaborado por un consorcio Peruano-Alemán; y además, en la ciudad de Limón se está construyendo un emisario submarino.
- En Costa Rica se han construido 51 PTAR en urbanizaciones, 9 en ciudades y se han realizado 76 diseños de PTAR para su construcción en Condominios. En este último caso se desconoce la población servida con alcantarillado sanitario y PTAR.
- El 6,6% de la población total de Costa Rica cuenta con el servicio de AS y PTAR, sin embargo, únicamente el 2,4% de la población del país cuenta con una planta de tratamiento en operación.
- En la provincia de Limón, únicamente el 0,1% de la población cuenta con AS y PTAR en operación. Sin embargo, dicho porcentaje va a aumentar sensiblemente una vez que entre en funcionamiento el Emisario Submarino de la ciudad de Limón (2004).
- Guanacaste es la provincia con la mayor cantidad de ciudades que tienen AS y PTAR, y es la Provincia con mayor cobertura con AS y PTAR en Costa Rica. Aún así, únicamente el 9,8% de su población goza de estos servicios.

***Sobre las 9 PTAR en Ciudades***

- El AyA administra el 67% de los sistemas de AS y PTAR en ciudades y a su vez, son los únicos sistemas que se encuentran en operación, ya que las de las Ciudades de Heredia, Cartago y Alajuela, están fuera de operación desde hace mucho tiempo.
- Durante la realización de los Estudios de Factibilidad Tercera Etapa de Alcantarillado Sanitario de Ciudades Intermedias (AyA) llevados a cabo por Geotécnica en 1997, la ciudad de San Isidro de P.Z. logró alcanzar la etapa de diseño, lo cual incluye planos del AS y de la PTAR. Las ciudades de Cartago, Alajuela y Heredia alcanzaron el nivel de prefactibilidad.

- Gracias a los Estudios de Factibilidad y Diseños del Alcantarillado Sanitario para La Gran Puntarenas (AyA), llevados a cabo por el Consorcio CESEL-CES en el período 2002 – 2003, se cuenta con el diseño, planos y costos de las obras.
- A pesar de las inversiones que ha llevado a cabo el AyA para incrementar la capacidad de las PTAR de la Provincia de Guanacaste, se observa que aún se cuenta con una cobertura en AS que no sobrepasa el 35%.

### ***Sobre las 51 PTAR en Urbanizaciones***

- En la Gran Área Metropolitana (GAM) se localiza el 94% de las PTAR construidas en urbanizaciones.
- En las provincias de Guanacaste y Puntarenas no se han construido urbanizaciones con PTAR.
- Del total de PTAR construidas en urbanizaciones, únicamente el 31% son administradas por instituciones que brindan el servicio de agua para consumo (AyA, ESPH, Municipalidades). Sin embargo, con respecto a las aguas residuales, estas instituciones únicamente aplican el cobro por el servicio de alcantarillado sanitario, ya que prácticamente no las operan ni mantienen.
- De las 16 PTAR que son administradas por entes públicos (AyA, ESPH, Municipalidades), 11 se encuentran fuera de operación (69%).
- De las 12 PTAR que aún administra el urbanizador, el 58% se encuentra en operación, y los usuarios no pagan absolutamente nada por el servicio de alcantarillado sanitario y el tratamiento.
- Cuando la comunidad es la responsable de la administración de la PTAR debe establecer un monto para cubrir la OyM. Sin embargo, apenas logra recoger el dinero para pagar la electricidad y una persona que limpia las rejillas de la cámara de entrada.
- El 31% de las PTAR construidas se encuentra en operación, sin embargo, aproximadamente el 40% de ellas únicamente comprende tratamiento primario, y en muchos casos, este funciona de manera parcial.
- El proceso de tratamiento biológico más utilizado ha sido el Anaerobio (57%), sin embargo, el 76% de estas plantas se encuentran fuera de operación.
- El proceso de tratamiento biológico que se da en presencia de oxígeno (aerobio) más utilizado ha sido Lodos Activados.
- El proceso de tratamiento biológico que se da en ausencia de oxígeno (anaerobio) más utilizado ha sido UASB y el reactor anaerobio de flujo horizontal (RAFA).
- De las 51 PTAR construidas, únicamente 18 son administradas por el ente responsable del acueducto.

### ***Sobre las 3 PTAR Evaluadas***

- El efluente de la PTAR de Los Lagos (ESPH) (Anaerobia), sedimentación + Canales de Oxidación + sedimentadores Dourmont, cumple con los LMP que establece el reglamento de vertido y reuso vigente.
- El efluente de la PTAR de Bosques de Santa Ana (Urbanizador) (Anaerobia), UASB + filtro anaeróbico de flujo descendente, cumple con los LMP que establece el reglamento de vertido y reuso vigente.
- Ninguna de las tres PTAR evaluadas cuenta con un operador capacitado.

### ***Sobre las 76 PTAR diseñadas para Condominios***

- En el sector oeste de San José (cantón de Escazú, Santa Ana y Mora), se localiza la mayor cantidad de Condominios con PTAR diseñadas (78% del país).

**Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica**  
(Contrato CS COR-CNT-00681.001)

**CAPÍTULO No. 7**

**Recomendaciones**

***Sobre las ciudades con AS con y sin tratamiento***

- Dada la importancia que tiene el control de los vertidos de aguas residuales tipo especial en la red de alcantarillado sanitario y en el tratamiento biológico de la PTAR, construida o por construir, se recomienda que cada uno de los entes responsables de la administración del AS y PTAR, lleven a cabo inicialmente, un inventario para identificar a los entes generadores que descargan en la red de AS, y posteriormente, exigir la presentación de los reportes operacionales, tal y como lo establece el Reglamento de Vertido y Reuso. Dicha información será necesaria para la aplicación del canon ambiental por vertidos a cada uno de los entes generadores, principalmente los de tipo especial cuya carga contaminante varía según la actividad o proceso de producción. Debe además, llevarse a cabo el monitoreo de los entes generadores, la toma de muestras de los vertidos, el análisis de laboratorio, y otros aspectos referidos a la medición, estimación y control de las descargas.
- Se recomienda que cada uno de los entes responsables de la administración del AS lleven a cabo un control mensual de la calidad del agua residual que actualmente es vertida sin tratamiento alguno a los cuerpos de agua, principalmente de los parámetros DQO<sub>disuelta</sub> y SST, con el fin contar con la información necesaria para aplicar el canon ambiental por vertidos. Debe también medirse o estimarse el caudal efluente previo al vertido.
- Se recomienda estimular, en el caso de las industrias, el desarrollo de procesos de producción y tecnologías que permitan un aprovechamiento más eficiente del agua y la disminución de descargas contaminantes que son vertidas a la red de alcantarillado sanitario.
- Se recomienda llevar a cabo campañas y actividades de educación ambiental dirigidos a la población y otros usuarios del agua.

***Sobre las PTAR a construir en Urbanizaciones***

- a) Dado que los desechos líquidos que se generan en una vivienda están relacionados con el consumo de agua, es lógico pensar que debe ser el mismo ente el que administre ambos servicios. Se recomienda por lo tanto, que en las futuras urbanizaciones donde se va a construir una PTAR, esta sea asumida por el ente que administra el acueducto (AyA, ESPH, Municipalidad, ASADAS, otro).
- b) A nivel de etapa de anteproyecto, el inversionista o urbanizador que se vea obligado a construir AS y PTAR, debe obtener y conocer toda la información y documentación (reglas del juego) relacionada con las aguas residuales, es decir:

- Requisitos para el Permiso de ubicación (MINSA). De acuerdo a la ubicación del terreno, establecer el cuerpo de agua que va a recibir las aguas residuales tratadas (de caudal permanente).
- Identificar el Ente administrador del acueducto (ASAC).
- Conocer la Legislación ambiental vigente que esta relacionada con AS y PTAR: Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, Canon Ambiental por Vertidos.
- Requisitos para el Permiso de Vertido (MINSA).
- Las Normas de construcción de AS y EB (AyA). (recolección, transporte, impulsión)
- Las Normas de construcción de PTAR (MINSA). (tratamiento (agua residual y lodos), disposición final (agua residual y lodos).
- Las condiciones que ha establecido el administrador del acueducto, para recibir la PTAR (tratamiento preliminar, tipo de tratamiento biológico, equipo electromecánico, equipo monitoreo, puesta en marcha, etc.). (puesta en marcha de la PTAR, su funcionamiento).
- Las Tasas a pagar por la inspección de las obras durante su construcción.
- Las Tasas a pagar por la inspección durante la puesta en marcha, funcionamiento, análisis de laboratorio, etc.

Por lo tanto se recomienda que el MINSA y el AyA elaboren un documento que incluya todos los aspectos generales anteriores, el cual debe ser necesariamente complementado con las condiciones establecidas por cada administrador del acueducto.

- c) Se recomienda que el ente que se va a encargar de la administración de la PTAR, elabore un documento que incluya las condiciones que considere oportunas previas a recibir una PTAR (equipo electromecánico, equipo de monitoreo y de laboratorio, tipo de tratamiento biológico, etc.)
- d) Se recomienda que el ente administrador que va a recibir una PTAR de una urbanización, exija que ésta cumpla con la eficiencia esperada y los LMP establecidos en el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, por lo menos durante 12 meses consecutivos, luego de la puesta en marcha. Debe verificarse además, que la PTAR reciba más del 50% del caudal afluente de diseño antes de aceptar su administración.
- e) Se recomienda que el ente administrador que va a recibir una PTAR de una urbanización, participe en la aprobación de los planos, y sea el responsable de supervisar la construcción de las obras.
- f) Se recomienda que el ente que va a administrar una PTAR elabore un documento que justifique claramente que la tarifa incluya los costos del tratamiento (operación, mantenimiento y control) y el pago del canon ambiental por vertidos.
- g) En los casos donde el ente administrador que va a recibir la PTAR no cuente con el personal idóneo para llevar a cabo las actividades de operación, mantenimiento y control, se recomienda contratar esas actividades a una empresa privada o consultor con experiencia y debidamente registrado en el Colegio Profesional respectivo. Lógicamente, las tarifas establecidas a los usuarios deben cubrir, entre otros, el costo de la contratación.

### ***Sobre las PTAR construidas en urbanizaciones***

- Dado que los desechos líquidos que se generan en una vivienda están relacionados con el consumo de agua, es lógico pensar que debe ser el mismo ente el que administre ambos servicios. Uno de los principales problemas que han afrontado los operadores de una PTAR en donde no administran a su vez el acueducto ha sido el cobro oportuno por el servicio, ya que al ser este pago prácticamente voluntario, unido a la imposibilidad de suspender la conexión al alcantarillado, impiden recoger el dinero necesario para pagar las labores de O,M y control. Por esta razón se recomienda que las PTAR sean asumidas por el ente que administra el agua para consumo (AyA, ESPH, Municipalidad, ASADAS, otro) donde se localice la urbanización.
- Se recomienda que cada ente administrador del acueducto lleve a cabo, en una primera etapa, una evaluación de aquellas PTAR que se encuentren en aparente buen estado, en operación y sean administradas por la comunidad, con el fin de analizar si es factible su rehabilitación (o sustituirla por una estación de bombeo) y su traspaso (propietario actual del terreno). Dicha evaluación tomará en cuenta la infraestructura, equipo electromecánico y eficiencia de las diferentes unidades de tratamiento. Se debe llevar a cabo un estudio sobre la situación del terreno donde se ubica la PTAR (propiedad del mismo)
- Posteriormente, en una segunda etapa, se recomienda evaluar las PTAR operadas por los urbanizadores. Se debe exigir, previo a su recepción que ésta cumpla con la eficiencia esperada (manual de diseño y memoria de cálculo) y los LMP establecidos en el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales, por lo menos durante 12 meses consecutivos, luego de la puesta en marcha (y presentar copia de los reportes operacionales). Debe verificarse además, que la PTAR reciba más del 50% del caudal afluente de diseño antes de aceptar su administración. El urbanizador debe entregar los planos completos del AS y de la PTAR, así como las memorias de diseño y de cálculo respectivas, y traspasar las propiedades respectivas.
- En una tercera etapa, se recomienda evaluar las PTAR que se encuentran fuera de operación y que actualmente están siendo operadas por la comunidad. Estudio sobre la situación del terreno donde se ubica la PTAR (propiedad del mismo).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Araya García, Álvaro. *Caracterización de las Aguas Residuales de San Isidro de Pérez Zeledón y Mejoras al Sistema de Tratamiento Biológico*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Informe de Proyecto Final para graduación. Diciembre 2002.
2. Araya Villalobos, Dagoberto. *Pequeñas plantas de tratamiento y estaciones de bombeo de aguas residuales, Área Metropolitana*. AyA, Dirección de Operación de Sistemas, Unidad de Aguas Residuales. Noviembre del 2000.
3. AyA. *Agua para siempre: una historia costarricense*. AyA, 1996.
4. AyA. *Evaluación de las descargas no domésticas vertidas al sistema de alcantarillado sanitario y evaluación del sistema de bombeo y tratamiento de aguas residuales tipo lodos activados El Roble, Puntarenas*. Dirección de Operación de Sistemas, Unidad de Aguas Residuales. Noviembre 2001.
5. AyA. *Proyecto Alcantarillado Sanitario del Área Metropolitana de San José. Informe de Colectores (Documento Técnico N°14)*. Unidad de Concesión de Obras. Setiembre 2002.
6. AyA. *Tres Décadas Colaborando con el Desarrollo del Área Rural Costarricense*. AyA, 1998.
7. AyA, OPS. *Análisis Sectorial Agua Potable y Saneamiento de Costa Rica*. AyA. 2002.
8. CESEL-SALZGITTER. *Estudios de Factibilidad y Diseños del Alcantarillado Sanitario para la Gran Puntarenas*. Informe Final Etapa III. Tomo III. Mayo 2003.
9. Corrales, Freed; Mora, Carlos; Rodríguez, Manfred. *Evaluación de seis plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Alajuela*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Taller de Diseño, Informe Final del Proyecto, noviembre 1998.
10. Geotécnica. *Estudio de Alcantarillado Sanitario en Ciudades Intermedias*. AyA. 1997.
11. INEC. *IX Censo Nacional de Población y V de Vivienda. Resultados Generales*. Costa Rica, agosto 2001.
12. Jinesta León, Mario G. *Análisis y Mejoras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Alajuela*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Informe de Proyecto Final para graduación. Diciembre 1980.
13. Nmas1. *Diagnóstico Sector de Alajuela y Saneamiento en el Cantón de Alajuela*. Informe Final, marzo 2003.
14. OPS/OMS. *Formulario para fichas técnicas de plantas de tratamiento de aguas residuales*. Setiembre 1994.
15. Padilla Sibaja, Fernando. *Análisis de la planta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Heredia*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Informe de Proyecto Final para graduación. Diciembre 1985.
16. SOGREA Consultants. *Estudio de Saneamiento de Heredia (Empresa de Servicios Públicos de Heredia)*. Informe final, volumen 1/2 y 2/2. Octubre 2001.

17. TAHAL Consulting Engineers Ltd. *PLAMAGAM. Plan Maestro de Saneamiento y Alcantarillado Sanitario de la Gran Área Metropolitana (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados)*. Informe Final. Tomo II: Antecedentes y Fuentes de Contaminación. Enero 1990.
18. TECNOSAN Engenharia S.A. *Estudio de Factibilidad de la Tercera Etapa de Alcantarillado Sanitario de Ciudades Intermedias (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados)*. Tomo II: Diagnóstico y Pronóstico. Cartago. Volumen 1. Junio 1989.

# **ANEXOS**

**ANEXO No. 1: CONTACTOS**

**ANEXO No. 2: PTAR CONSTRUIDAS EN  
COSTA RICA**

**ANEXO No. 3: FICHAS DE LAS PTAR**

**ANEXO No. 4: FICHAS DE LAS PTAR EVALUADAS**

**ANEXO No. 5: SISTEMAS DE TRATAMIENTO  
BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES**

**ANEXO No. 6: EMISARIO SUBMARINO DE LIMÓN**

**ANEXO No. 7: REGLAMENTO DE VERTIDO Y REUSO  
DE AGUAS RESIDUALES (TABLAS DE  
FRECUENCIA y LMP).**

# **ANEXO No. 1**

## **CONTACTOS**

## CONTACTOS

Funcionario	Institución	Teléfono	Fax	Correo Electrónico
Ing. José Eduardo Bastos	AMANCO	242-3800	232-6464	amanco@racsa.co.cr
Ing. Álvaro Araya García	AyA	255-2398	257-0460	alvaraya@aya.go.cr
Ing. Dagoberto Araya V.	AyA	255-2398	257-0460	daaraya@aya.go.cr
Lic. Victoria Sandoval N.	AyA	255-2398	257-0460	vsandoval@aya.go.cr
Sr. Mario Ulloa	AyA	221-5420	222-3161	
Ing. Francisco Brenes M.	Consultor	276-7862	276-9552	brenesmaltes@racsa.co.cr
Ing. Napoleón Cruz Z.	Consultor	226-0932	226-0932	
Ing. Víctor Cordero R.	Consultor	276-7880	276-9413	vmcorder@racsa.co.cr
Ing. Ronald Calvo Zeledón	DURMAN ESQUIVEL	212-5700	212-5891	rcalvo@durman.com
Ing. Gabriel Retana Calvo	ESPH	260-0833	260-0833	gretana@esph-sa.com
Ing. Rodrigo Quirós G.	Ingeniería Ambi. Moderna	240-3845	240-3844	ingamb@racsa.co.cr
Ing. Juan Carlos Oreamuno	MINSA	257-6343		
Ing. Jesús Chinchilla	Municipalidad de Alajuela	440-1314	441-6295	jeschinchilla@costarricense.cr
Ing. Julio Urbina	Municipalidad de Cartago	552-8058	551-1057	
Ing. Ana Lorena Arias Z.	Surá Soluciones Ambientales	224-5409	225-4444	sura@infoweb.co.cr

## **ANEXO No. 2**

**PLANTAS DE TRATAMIENTO CONSTRUIDAS EN**

**COSTA RICA**

**TABLA No. A2.1 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONSTRUIDAS EN CIUDADES**

No	Provincia	Cantón	Distrito	Administrador	Nombre	Hoja del IGN		Conexiones			Punto de Descarga	Fecha de Construcción	Operación	Proceso Biológico	Tipo Tratamiento	Diseñador
						Nombre	Coordenadas	Potable	Alc.San	Cobert.						
<b>SAN JOSÉ</b>																
1	01 San José	19 Pérez Zeledón	01 San Isidro	AyA	Lagunas de San Isidro	3444-II San Isidro	494,9 / 368,1	11,986	2,443	20%	Río Quebradas	1975	SI	Facultativo	Lagunas	AyA
<b>ALAJUELA</b>																
2	02 Alajuela	01 Alajuela	01 Alajuela	Municipalidad	Villa Bonita (Las Cloacas)	3346-II-21 La Lajuela	512,0 / 221,0	27,143	6,000	22%	Queb. Sin Nomb	1943	NO	Anaerobio	TI	Desconocido
<b>CARTAGO</b>																
3	03 Cartago	01 Cartago	02 Occidental	Municipalidad	Ciudad de Cartago	ND	ND	32,753	7,323	22%	Queb. Zopilote	1943	NO	Anaerobio	TI	Desconocido
<b>HEREDIA</b>																
4	04 Heredia	01 Heredia	04 Ulloa	ESPH	Ciudad de Heredia	3345-I-3 Cubujuquí	523,1 / 219,8	29,336	9,522	32%	Río Pirro	1943	NO	Anaerobio	TI	Desconocido
<b>GUANACASTE</b>																
5	05 Guanacaste	01 Liberia	01 Liberia	AyA	Lagunas de Liberia	3147-IV Monteverde	376,4 / 289,6	10,877	2,920	27%	Río Liberia	1975	SI	Facultativo	Lagunas	AyA
6	05 Guanacaste	02 Nicoya	01 Nicoya	AyA	Lagunas de Nicoya	3146 III Matambu	378,4 / 236,5	4,439	1,070	24%	Río Chipanzó	1975	SI	Facultativo	Lagunas	AyA
7	05 Guanacaste	03 Santa Cruz	01 Santa Cruz	AyA	Lagunas de Santa Cruz	3046 I Diria	362,5 / 251,3	3,289	1,167	35%	Río Diria	1975	SI	Facultativo	Lagunas	AyA
8	05 Guanacaste	06 Cañas	01 Cañas	AyA	Lagunas de Cañas	3147 II Cañas	416,7 / 267,2	4,499	1,188	26%	Río Cañas	1959	SI	Facultativo	Lagunas	Ing. Rodolfo S.
<b>PUNTARENAS</b>																
9	06 Puntarenas	01 Puntarenas	15 El Roble	AyA	El Roble	3245-I Barranca	455,4 / 218,6	9,692	6,300	65%	Estero	1991	SI	Aerobio	LAC	AyA
Total:								134,014	37,933	28%						

**TABLA No. A2.2 CIUDADES CON ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y SIN TRATAMIENTO**

No	Provincia	Cantón	Administrador	Nombre	Conexiones		
					Potable	Alc.San	Cobert.
	<b>SAN JOSÉ</b>						
1	01 San José	Varios	AyA	San José	293,587	158,537	54%
	<b>CARTAGO</b>						
2	03 Cartago	05 Turrialba	Municipalidad	Turrialba	6,218	1,805	29%
	<b>PUNTARENAS</b>						
3	06 Puntarenas	01 Puntarenas	AyA	Puntarenas	2,098	2,098	100%
	<b>LIMÓN</b>						
4	07 Limón	01 Limón	AyA	Limón	15,152	6,083	40%
5	07 Limón	05 Matina	Municipalidad	Matina	611	135	22%
Total:					317,666	168,658	53%

**TABLA No. A2.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONSTRUIDAS EN URBANIZACIONES**

No	Provincia	Cantón	Distrito	Administrador	Admin. acueducto	Nombre	Hoja del IGN		Conexiones			Punto de Descarga	Fecha de Construc.	Operación	Proceso Biológico	Tipo Tratamiento	Diseñador
							Nombre	Coord.	Potab.	Alc.San	Cobert.						
<b>SAN JOSÉ</b>																	
1	01 San José	01 San José	07 Uruca	ninguno	AyA	Los Manzanos y Ros	3345-I-8 Pavas	522,4 / 216,5	205	205	100%	Río Virilla	1991	NO	Aerobio	LA	PLATARD
2	01 San José	01 San José	11 San Sebastián	ninguno	AyA	La Arboleda	3345-I-14 M <sup>a</sup> Aguilar	528,3 / 210,25	250	250	100%	Río Tiribí	1976	NO	Anaerobio	TSD	Desconocido
3	01 San José	03 Desamparados	02 San Miguel	ninguno	AyA	La Capri (Cola de Pa	3345-I-19 Cucubres	529,4 / 206,5	120	120	100%	Río Jorco	1988	NO	Anaerobio	FAFH	R.Bustamante
4	01 San José	03 Desamparados	02 San Miguel	ninguno	AyA	La Capri (Ron-Ron)*	3345-I-19 Cucubres	529,2 / 207,0	170	170	100%	Río Jorco	1989	NO	Anaerobio	FAFH	R.Bustamante
5	01 San José	03 Desamparados	02 San Miguel	ninguno	AyA	La Capri (Chaperno)*	3345-I-19 Cucubres	528,75 / 207,4	660	660	100%	Río Jorco	1990	NO	Aerobio	TA + FAFD	R.Bustamante
6	01 San José	03 Desamparados	02 San Miguel	ninguno	AyA	La Capri (Pochote)*	3345-I-19 Cucubres	529,2 / 207,5	1,356	1,356	100%	Río Jorco	1991	NO	Aerobio	TA + FAFD	R.Bustamante
7	01 San José	03 Desamparados	02 San Miguel	ninguno	AyA	La Pax	3345-I-19 Cucubres	530,05 / 206,05	113	113	100%	Río Cucubres	1989	NO	Anaerobio	UASB + FAFA	M.López
8	01 San José	03 Desamparados	11 San Rafael A	ninguno	AyA	Valencia	3345-I-19 Cucubres	527,65 / 209,1	85	85	100%	Río Jorco	1993	NO	Anaerobio	UASB	Fdo.Moreira
9	01 San José	04 Puriscal	01 Santiago	Comunidad	AyA	Santa Cecilia	3345-IV Río Grande	502,3 / 203,3	39	39	100%	Río Chubá	1992	SI	Anaerobio	UASB + FAFD	V.Cordero
10	01 San José	06 Aserrí	01 Aserrí	Comunidad	ASADA	Los Cenizeros	3345-I-19 Cucubres	526,4 / 205,7	125	125	100%	Río Parrúas	1991	SI	Anaerobio	UASB	V.Cordero
11	01 San José	08 Goicoechea	05 Ipi	ninguno	AyA	Los Cuadros - 1 *	3345-I-10 Moravia	535,15 / 215,85	370	370	100%	Queb. Cuadros	1989	NO	Anaerobio	FAFH	M.López
12	01 San José	08 Goicoechea	05 Ipi	ninguno	AyA	Los Cuadros - 2 *	3345-I-10 Moravia	534,93 / 215,75	555	555	100%	Queb. Mozotal	1989	NO	Anaerobio	FAFH	M.López
13	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	Comunidad	AyA	Lagos de Lindora	3345-I-6 Lindora	513,8 / 215,9	386	386	100%	Río Virilla	1997	SI	Aerobio	LAAE	AMANCO
14	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	Urbanizador	AyA	Bosques de Santa Ar	3345-I-2 San Antonio	515,5 / 216,55	427	427	100%	Río Pilas	2000	SI	Anaerobio	UASB	Durman Esq.
15	01 San José	09 Santa Ana	05 Piedades	Comunidad	AyA	El Triunfo	3345-I-11 Colón	512,8 / 212,25	100	100	100%	Queb. Guapinol	1988	NO	Aerobio	LA	PLATARD
16	01 San José	10 Alajuelita	05 San Felipe	Comunidad	AyA	Garabito	3345-I-13 Escazú	523,05 / 211,65	300	300	100%	Río Herrera	2000	NO	Anaerobio	RAFA + FAFA	F.Brenes
17	01 San José	10 Alajuelita	05 San Felipe	Comunidad	AyA	La Verbena	3345-I-13 Escazú	523,1 / 211,6	172	172	100%	Queb. Herrera	1991	NO	Anaerobio	RAFA + FAFA	N.Cruz
18	01 San José	13 Tibás	01 San Juan	ninguno	AyA	Jesús Jiménez	3345-I-17 Sto.Doming	ND	313	313	100%	Río Virilla	1973	NO	Anaerobio	TI	Desconocido
19	01 San José	14 Moravia	03 Trinidad	Comunidad	AyA	André Challé III Etapa	3345-I-5 San Isidro	531,2 / 218,1	160	160	100%	Río Virilla	1999	SI	Aerobio	LAAE	AMANCO
20	01 San José	14 Moravia	03 Trinidad	Comunidad	AyA	Villa María	3345-I-5 San Isidro	533,4 / 217,9	47	47	100%	Queb. Guayabal	1999	NO	Aerobio	SEDmod + FPT	N.Cruz
21	01 San José	18 Curridabat	01 Curridabat	Comunidad	AYA	Lomas de Curridabat	3345-I-15 Curridabat	532,9 / 210,1	106	106	100%	Río Chigüite	2000	SI	Anaerobio	FAFA	V. Rodríguez
22	01 San José	18 Curridabat	01 Curridabat	AyA	AyA	Cipreses y Pinares	3345-I-15 Curridabat	533,3 / 211,1	390	390	100%	Río M <sup>a</sup> Aguilar	1991	NO	Anaerobio	UASB	V.Cordero
23	01 San José	18 Curridabat	04 Tirrases	AyA	AyA	Lomas de San Pancr	3345-I-15 Curridabat	523,3 / 210,1	63	63	100%	Río Tiribí	1979	NO	Anaerobio	TSD	Desconocido
<b>ALAJUELA</b>																	
24	02 Alajuela	01 Alajuela	01 Alajuela	Comunidad	MA	La Independencia	3346-II-21 La Lajuela	514,3 / 222,0	204	204	100%	Río Ciruelas	1996	SI	Aerobio	LAAE	AMANCO
25	02 Alajuela	01 Alajuela	01 Alajuela	Municipalidad	MA	Gregorio José Ramír	3346-II-21 La Lajuela	511,6 / 221,0	550	550	100%	Queb. Barro	1980	NO	Aerobio	TA + FAFD	R.Bustamante
26	02 Alajuela	01 Alajuela	02 San José	Comunidad	AyA	Villa Verano	3346-III-25 Tacares	508,4 / 220,9	32	32	100%	Río Alajuela		NO	Anaerobio	FAFD	D.Baudrit
27	02 Alajuela	01 Alajuela	02 San José	ninguno	AyA	Santa Fe	3345-IV-5 Ciruelas	508,6 / 219,6	214	214	100%	Río Ciruelas		NO	Aerobio	LA	PLATARD
28	02 Alajuela	01 Alajuela	02 San José	Municipalidad	MA	La Maravilla	3346-II-21 La Lajuela	511,8 / 223,0	170	170	100%	Queb. Tigre		NO	Aerobio	TA + FAFD	R.Bustamante
29	02 Alajuela	01 Alajuela	02 San José	Municipalidad	MA	La Trinidad	3346-II-21 La Lajuela	510,0 / 221,5	1,038	1,038	100%	Río Alajuela	1985	NO	Aerobio	TA + FAFD	R.Bustamante
30	02 Alajuela	01 Alajuela	04 San Antonio	Comunidad	AyA	La Lucha (Ciruelas)	3345-IV-5 Ciruelas	508,9 / 219,7	177	177	100%	Río Ciruelas	1998	NO	Aerobio	LAAE	R.Quirós
31	02 Alajuela	01 Alajuela	08 San Rafael	Urbanizador	MA	El Paso de las Garza	3345-I-1 Coco	514,5 / 218,5	355	355	100%	Queb. La Fuente	2000	SI	Aerobio	LAAE	AMANCO
32	02 Alajuela	01 Alajuela	10 Desamparad	Municipalidad	MA	La Giralda	3346-II-22 Río Segund	515,7 / 221,3	450	450	100%	Queb. Cañas	1994	NO	Anaerobio	BF	N.Cruz
33	02 Alajuela	01 Alajuela	10 Desamparad	ninguno	AyA	Invu Las Cañas 3 y E	3346-II-21 La Lajuela	513,7 / 221,4	1,260	1,260	100%	Río Ciruelas	1983	NO	Aerobio	CO	R.Vargas
34	02 Alajuela	01 Alajuela	10 Desamparad	Municipalidad	MA	Silvia Eugenia	3346-II-22 Río Segund	515,3 / 223,2	503	503	100%	Río Cachazas	1996	NO	Anaerobio	UASB	V.Cordero
35	02 Alajuela	01 Alajuela	10 Desamparad	Municipalidad	MA	Invu Las Cañas 1 y 2	3346-II-21 La Lajuela	513,9 / 220,7	840	840	100%	Quebrada Cañas	1956	NO	Anaerobio	TS	Desconocido

\* PTAR de urbanizaciones que se construyeron en diferentes etapas.

**TABLA No. A2.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONSTRUIDAS EN URBANIZACIONES**

No	Provincia	Cantón	Distrito	Administrador	Admin. acueducto	Nombre	Hoja del IGN		Conexiones			Punto de Descarga	Fecha de Construc.	Operación	Proceso Biológico	Tipo Tratamiento	Diseñador
							Nombre	Coord.	Potab.	Alc.San	Cobert.						
<b>CARTAGO</b>																	
36	03 Cartago	01 Cartago	05 Aguacaliente	Municipalidad	MC	Cocorí	3445-IV-22 Tejar	545,2 / 202,3	1,000	1,000	100%	Río Aguacaliente	1987	NO	Anaerobio	FAFA	R.Bustamante
37	03 Cartago	01 Cartago	05 Aguacaliente	Municipalidad	MC	Manuel de Jesús Jim	3445-IV-22 Tejar	544,9 / 203,3	1,400	1,400	100%	Queb. Molino	1996	SI	Anaerobio	FAFA	AMANCO
38	03 Cartago	01 Cartago	05 Aguacaliente	Municipalidad	MC	Ciudad de Oro	3445-IV-22 Tejar	544,3 / 203,1	320	320	100%	Aseq. Cangrejal	1995	NO	Anaerobio	FPT	Desconocido
39	03 Cartago	02 Paraíso	01 Paraíso	MUCAP	MP	Llanos de Sta.Lucía	3345-IV-23 Paraíso	549,7 / 202,3	3,000	3,000	100%	Queb. Pucares	1994	NO	Aerobio	LAC	
40	03 Cartago	03 La Unión	01 Tres Ríos	Comunidad	MU	Nazareth	3445-IV-11 Tres Ríos	538,7 / 211,4	98	98	100%	Río Tiribí	2000	SI	Aerobio	LAAE	AMANCO
41	03 Cartago	03 La Unión	02 San Diego	ninguno	AyA	La Yenny y la Eulalia	3345-I-20 Patarrá	536,2 / 209,1	488	488	100%	Río Tiribí	1989	NO	Anaerobio	UASB	A.Salas
42	03 Cartago	03 La Unión	04 San Rafael	Comunidad	MU	Entebbe	3345-I-20 Tres Ríos	540,3 / 210,1	165	165	100%	Queb. Fierro	1997	NO	Anaerobio	FAFA	N.Cruz
43	03 Cartago	05 Turrialba	01 Turrialba	Comunidad	ASADA	Carmen Lyra	3345-I Tucurrique	572,3 / 210,7	627	627	100%	Río Aquiares	1990	NO	Anaerobio	TI + TA + Biofiltro	F.Chavarría
<b>HEREDIA</b>																	
44	04 Heredia	01 Heredia	03 Aurora	ESPH	ESPH	La Aurora	3345-I-2 San Antonio	519,5 / 219,7	1,000	1,000	100%	Río Queb. Seca	1998	SI	Aerobio	LA	AMANCO
45	04 Heredia	01 Heredia	04 Ulloa	ESPH	ESPH	Los Lagos	3345-I-3 Cubujuquí	523,4 / 217,4	800	800	100%	Río Bermúdez	1970	SI	Aerobio	CO	O.Cordero
46	04 Heredia	01 Heredia	04 Ulloa	ESPH	ESPH	Las Flores	3345-I-8 Pavas	523,4 / 216,3	588	588	100%	Río Virilla	2001	SI	Facultativo	Laguna	CIAS
47	04 Heredia	01 Heredia	04 Ulloa	ESPH	ESPH	Real de Santamaría	3345-I-3 Cubujuquí	522,8 / 217,4	975	975	100%	Río Bermúdez	1997	SI	Anaerobio	FAFA	AMANCO
48	04 Heredia	01 Heredia	04 Ulloa	Urbanizador	ESPH	Real de Santamaría	3345-I-3 Cubujuquí	521,8 / 217,5	114	114	100%	Río Bermúdez	2002	SI	Aerobio	LAAE	AMANCO
<b>LIMÓN</b>																	
49	07 Limón	01 Limón	01 Limón	Urbanizador	AyA	Atlántida (Rosa de M	3546-II Río Banano	640,1 / 218,2	60	60	100%	Río Limoncito	2002	SI	Anaerobio	USAB + FAFD	Durman Esq.
50	07 Limón	01 Limón	01 Limón	AyA	AyA	Los Almendros	3546-II Río Banano	639,3 / 218,3	67	67	100%	Queb. Chocolate	1997	NO	Anaerobio	FAFD	N.Cruz
51	07 Limón	01 Limón	03 Río Blanco	ninguno	ASADA	Limón 2000	3546-II Río Banano	630,8 / 219,1	656	656	100%	Río Blanco	1991	NO	Facultativo	Lagunas	IMNSA
Total:									23,663	23,663	100%						

**TABLA No. A2.4 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
CONSTRUIDAS EN CONDOMINIOS**

No	Provincia	Cantón	Distrito	Nombre	Solicitud de Ubicación
	<b>SAN JOSÉ</b>				
1	01 San José	01 San José	07 Uruca	Piemonte II	2002
2	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	La Arboleda	1998
3	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Villas del Rey	
4	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Rosa Linda	1999
5	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Havnazul	2000
6	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Altos de Escazú	2000
7	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Riverside	2003
8	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Terraforte	2001
9	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Monte Verde	2001
10	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Roble Sabana	2001
11	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Río Agres	
12	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Villas del Rey	2000
13	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Vistazul	2000
14	01 San José	02 Escazú	01 Escazú	Golden Hill	2002
15	01 San José	02 Escazú	02 San Antonio	San Antonio	2002
16	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Country	1999
17	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Parque del Río	2000
18	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	El Macizo	2000
19	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Los Altos de Escazú	2000
20	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Delvista	2000
21	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Villas del Bello Horizonte	2000
22	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Coscol	2000
23	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Calle del Country	2000
24	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	El Tejar	2001
25	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Los Pinos	2001
26	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Villas de la Calle Real	2001
27	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Las Colinas del Oeste	2001
28	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Cartagena Real	2001
29	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Provenza	2001
30	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Torre Laureles	2001
31	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Andalucía	2002
32	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	El Cortijo	2002
33	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Torres del Convento	2002
34	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Terrazas de Escazú	2002
35	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Antigua de Escazú	2002
36	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Alhambra	2002

37	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Casa del Parque	2002
38	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Bella Vista	
39	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Rocafort	1999
40	01 San José	02 Escazú	03 San Rafael	Valle del Tamarindo	2002
41	01 San José	02 Escazú		San Miguel	1997
42	01 San José	02 Escazú	Guachipelín	Prisma del Aire	1999
43	01 San José	02 Escazú	Guachipelín	Vereda la Sierra	2002
44	01 San José	02 Escazú	Bello Horizonte	Macizo	2000
45	01 San José	02 Escazú	Bello Horizonte	Provenza	2001
46	01 San José	03 Desamparados	07 Patarrá	Las Anas	1998
47	01 San José	07 Mora	01 Colón	Villas Brazil	2001
48	01 San José	07 Mora	01 Colón	Boulevard Las Palmas	2003
49	01 San José	09 Santa Ana	01 Santa Ana	Balcones de Santa Ana	2000
50	01 San José	09 Santa Ana	01 Santa Ana	Rocas del Sol	2000
51	01 San José	09 Santa Ana	01 Santa Ana	Hacienda del Valle	2002
52	01 San José	09 Santa Ana	01 Santa Ana	Alondra	2001
53	01 San José	09 Santa Ana	01 Santa Ana	Los Bambúes	2003
54	01 San José	09 Santa Ana	01 Santa Ana	Los Sofistas	2003
55	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	Los Higueros	1999
56	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	El Paseo Lindora	2002
57	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	Boulevard del Sol	2002
58	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	Hacienda Lindora	2002
59	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	La Estancia de Lindora	2002
60	01 San José	09 Santa Ana	03 Pozos	Paseo Santa Ana	2001
61	01 San José	09 Santa Ana	04 Uruca	Hacienda del Sol	2002
62	01 San José	11 Vázquez de Coronado	04 Patalillo	San Antonio	2002
63	01 San José	14 Moravia	01 San Vicente	Monte Lindo	2003
64	01 San José	14 Moravia	03 Trinidad	La Pradera	2002
65	01 San José	14 Moravia	03 Trinidad	Corazón de María	2002
66	01 San José	18 Curridabat	03 Sánchez	Los Olivos	2001
67	01 San José	18 Curridabat	01 Curridabat	El Gregal N°1	2003
68	01 San José	18 Curridabat	01 Curridabat	El Gregal N°2	2003
	ALAJUELA				
69	02 Alajuela	El Roble		La Lucha	1998
	HEREDIA				
70	04 Heredia	09 San Pablo	01 San Pablo	Villas Palermo	2003
71	04 Heredia	09 San Pablo	01 San Pablo	Rincón Verde	
72	04 Heredia			San Agustín	
	GUANACASTE				
73	05 Guanacaste	03 Santa Cruz	08 Cabo Velas	Posada Pedregosa	2000
74	05 Guanacaste	03 Santa Cruz	09 Tamarindo	Sunrise Tamarindo	2002

	PUNTARENAS				
75	06 Puntarenas	05 Osa	Cortés	Ayacucho	2001
76	06 Puntarenas	11 Garabito	Jacó	Vista de los Sueños	

## **ANEXO No. 4**

# **FICHAS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EVALUADAS**

**FICHA DE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS EN  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
LAS FLORES, HEREDIA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOS FLORES</b>
----------------	-------------------

<b>UBICACIÓN</b>
------------------

<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
------------------------------	---------------------------	---------------------------

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>
------------------------------

<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Laguna Facultativa			
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	ND	<b>DISEÑO:</b>	ND
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>		ESPH	

<b>COMPONENTES:</b>	
1.	Cámara de entrada y cámara de distribución de caudales
2.	Cajas de registro y tuberías de entrada
3.	Laguna facultativa (largo = 130 m, ancho = 50, profundidad total = 2,4 m)
4.	Tuberías de salida y Caja de registro de salida
5.	Tubería descarga al río

<b>TOMA DE MUESTRAS</b>
-------------------------

<b>PRIMER MUESTREO</b>
------------------------

<b>FECHA:</b>	27 mayo 2003	<b>LABORATORIO:</b>	LAMBDA
<b>TIEMPO DE MUESTREO:</b>	8:00 a.m. a 2:00 p.m.	<b>TIPO DE MUESTREO:</b>	Compuesto de 6 horas
<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	Cámara de entrada (agua residual cruda) Caja de registro norte y sur (agua residual tratada)		

<b>ASPECTOS IMPORTANTES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo soleado, sin embargo después de las 10:00 am amenazó con lluvia pero esta no se hizo presente.</li> <li>• No hay viento</li> <li>• No se percibe mal olor</li> <li>• No hubo lluvia</li> <li>• Se observó mucha espuma en el afluente, principalmente entre las 9:30 am y las 11:00 am</li> <li>• El encargado del mantenimiento, estaba extrayendo las natas en el sector oeste, cerca de la salida, por lo que se le explicó que esta labor no se debía llevar a cabo ese día, ya que iba a afectar la toma de muestras y los resultados de los análisis.</li> <li>• Se tomaron muestras de 350 ml en los dos puntos de muestreo seleccionados, durante seis horas.</li> <li>• Color del agua en laguna: verde muy intenso.</li> <li>• Se percibe mal olor cerca de la caja de registro norte.</li> </ul>

**OBSERVACIONES:**

- En el costado norte de la laguna se observa un tramo bastante grande del talud interno y laguna cubiertos con tierra y maleza proveniente del talud de tierra (más de 80 metros de altura y casi vertical) que se encuentra al norte, muy cerca de la laguna.
- Es muy probable que por ese talud baje una gran cantidad de agua de lluvia y que esta ingrese a la laguna, afectando sensiblemente su funcionamiento.
- Se observa mucha maleza cerca de la laguna.
- Se observa material sobrenadante (grasa y lodo).
- Durante los días anteriores al muestreo ha llovido muy fuerte en este sector.
- Se observa que mucha agua ha salido por canal de excedencias.
- No existe canal para desviar y recolectar aguas de lluvia que eviten que ingrese a la laguna.
- La salida central se encontraba muy obstruida, ya que salía muy poca agua residual por ese sitio.

**SEGUNDO MUESTREO****FECHA:**

3 junio 2003

**LABORATORIO**

LAMBDA

**PUNTOS DE MUESTREO**Cámara de entrada (agua residual cruda)  
Caja de registro norte (agua residual tratada)**ASPECTOS IMPORTANTES:**

- Tiempo soleado
- Poco viento
- No se percibe mal olor
- Después de medio día se oscureció en cielo, pero no llovió.
- Se tomaron muestras de 500 ml en ambos puntos de muestreo, durante seis horas.
- Color del agua en laguna: verde muy intenso.

**OBSERVACIONES:**

- Se observa mucha maleza cerca de la laguna.
- Se observa material sobrenadante (grasa y lodo).
- La salida central se encontraba muy obstruida.



Encargado del mantenimiento limpiando las natas y material flotante cerca de la salida sur (1<sup>er</sup> muestreo)



Toma de muestra en la salida norte (1<sup>er</sup> muestreo)



Toma de muestra en la estructura de entrada (2<sup>do</sup> muestreo)



Talud norte por donde posiblemente ingresa agua de lluvia a la laguna (1<sup>er</sup> muestreo)



Estructura de salida central obstruida. La cantidad de agua que sale en comparación las otras dos, es mínima (1<sup>er</sup> muestreo)



Natas y material flotante acumulados en la salida de la laguna (2<sup>do</sup> muestreo)

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

### PRIMERA CAMPAÑA (27 mayo 2003)

PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Las Flores	pH	7,13	7,26		5 - 9	Si
	T (°C)	24	25		15 - 40	Si
	SST (mg/l)	110	84	24	50	No
	SSed (ml/l/h)	1,4	1,2	14	menor 1	No
	DQO (mg/l)	580	295	49	300	Si
	DBO (mg/l)	290	145	50	50	No
	GyA (mg/l)	36	18	50	30	Si
	CF (NMP/100 ml)	2,1 E 10 <sup>4</sup>	4,0 E 10 <sup>2</sup>			

### SEGUNDA CAMPAÑA (03 junio 2003)

PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Las Flores	pH	7,33	7,49		5 - 9	Si
	T (°C)	24	25		15 - 40	Si
	SST (mg/l)	164	136	17	50	No
	SSed (ml/l/h)	1,8	0,6	11	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	524	335	36	300	No
	DBO (mg/l)	290	48	83	50	Si
	GyA (mg/l)	42	16	62	30	Si
	CF (NMP/100 ml)	1,0 E 10 <sup>6</sup>	8,5 E 10 <sup>4</sup>			

## Resultados de toma de muestras y análisis de laboratorio realizados por la ESPH para la presentación de reportes operacionales – PTAR LAS FLORES

### Primer trimestre 2002

PTAR	Parámetro	Efluente	LMP	Cumple
Las Flores	pH	7,4	5 – 9	Si
	T (°C)	26,6	15 – 40	Si
	SST (mg/l)	176	50	No
	SSed (ml/l/h)	Menor 0,1	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	299	300	Si
	DBO (mg/l)	46	50	Si
	GyA (mg/l)	9	30	Si

### Segundo trimestre 2002

PTAR	Parámetro	Efluente	LMP	Cumple
Las Flores	pH	8,2	5 – 9	Si
	T (°C)	25	15 – 40	Si
	SST (mg/l)	170	50	No
	SSed (ml/l/h)	Menor 0,1	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	288	300	Si
	DBO (mg/l)	40	50	Si
	GyA (mg/l)	Menor 5	30	Si

### Tercer trimestre 2002

PTAR	Parámetro	Efluente	LMP	Cumple
Las Flores	pH	7,8	5 – 9	Si
	T (°C)	23	15 – 40	Si
	SST (mg/l)	148	50	No
	SSed (ml/l/h)	Menor 0,1	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	240	300	Si
	DBO (mg/l)	40	50	Si
	GyA (mg/l)	24	30	Si

**FICHA DE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS EN  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
LOS LAGOS, HEREDIA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOS LAGOS</b>
----------------	------------------

**UBICACIÓN**

<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
------------------------------	---------------------------	---------------------------

**PLANTA DE TRATAMIENTO**

<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Canales de oxidación		
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1970	<b>DISEÑO:</b>	Ing. Olman Cordero Se rehabilito en 1995.
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH		

<b>COMPONENTES:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>6. Caja de reunión</li> <li>7. Rejilla gruesa y fina</li> <li>8. Dos Sedimentadores primarios</li> <li>9. Caja de reunión</li> <li>10. Canales de aireación</li> <li>11. Dos Sedimentadores secundarios (circulares)</li> <li>12. Lechos de secado de lodos</li> <li>13. Caja de salida</li> <li>14. Tubería descarga al río</li> </ul>

**TOMA DE MUESTRAS**

**PRIMER MUESTREO**

<b>FECHA:</b>	28 mayo 2003	<b>LABORATORIO</b>	LAMBDA
<b>TIEMPO DE MUESTREO:</b>	8:00 a.m. a 2:00 p.m.	<b>TIPO DE MUESTREO:</b>	Compuesto de 6 horas

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	Caja de reunión (agua residual cruda) Caja de salida (agua residual tratada)
<b>ASPECTOS IMPORTANTES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo soleado</li> <li>• No hay viento</li> <li>• No se percibe mal olor</li> <li>• No hubo lluvia</li> <li>• Se observó mucha espuma en el afluente, principalmente entre las 9:30 am y las 11:00 am</li> <li>• El encargado del mantenimiento, señor Jorge Rodríguez, empezó a limpiar los canales que recolectan el agua sedimentada, por lo que el muestreador le explicó que esta labor no se debía llevar a cabo ese día, ya que iba a afectar la toma de muestras y los resultados de los análisis.</li> <li>• Se tomaron muestras de 500 ml en los dos puntos de muestreo seleccionado, durante seis horas</li> </ul>	
<b>OBSERVACIONES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Únicamente un rotor estaba funcionando en los canales de aireación.</li> <li>• En el costado norte del canal se observan dos tramos con tierra y maleza acumulada que estrangulan el paso del agua residual que esta en movimiento. Muy cerca se localizan dos rotores que se encuentran fuera de operación.</li> <li>• Debido a ese estrangulamiento, se observó en el primer tramo, una gran cantidad de nata o sobrenadante acumulado cerca del rotor y que iba creciendo conforme pasaba el tiempo (pero muy lentamente).</li> <li>• Únicamente estaba llegando agua residual del sedimentador primario al canal de aireación.</li> <li>• Se observó maleza cerca de uno de los sedimentador secundarios. Además, en los dos sedimentadores se observó mucho lodo acumulado cerca del vertedero circular y también mucha lana y residuos de lodo en los canales de recolección del agua sedimentada.</li> </ul>	
<b>SEGUNDO MUESTREO</b>	
<b>FECHA:</b>	4 junio 2003 <b>LABORATORIO</b> LAMBDA
<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	Caja de reunión (agua residual cruda) Caja de salida (agua residual tratada)
<b>ASPECTOS IMPORTANTES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo soleado</li> <li>• No hay viento</li> <li>• No se percibe mal olor</li> <li>• No hubo lluvia</li> <li>• Se observó mucha espuma en el afluente, principalmente entre las 9:30 am y las 11:00 am</li> <li>• Se tomaron muestras de 500 ml en los dos puntos de muestreo seleccionado, durante seis horas</li> </ul>	

**OBSERVACIONES:**

- Únicamente un rotor estaba funcionando en los canales de aireación.
- En el costado norte del canal se observan dos tramos con tierra y maleza acumulada que estrangulan el paso del agua residual que esta en movimiento.
- Debido a ese estrangulamiento, una gran cantidad de nata se encontraba acumulada, desde el lugar del estrangulamiento hasta casi el rotor en funcionamiento, la capa de nata era gruesa.
- En los dos sedimentadores secundarios se observó mucho lodo acumulado cerca del vertedero circular.



Toma de muestra de agua residual cruda  
Cámara de rejillas (1<sup>er</sup> muestreo)



Muestreo compuesto de 6 horas.  
El volumen de la muestra individual fue de 500 ml



Toma de muestra de agua residual tratada  
Cámara de salida (1<sup>er</sup> muestreo)



Se muestra el método utilizado para recoger  
la muestra de agua residual tratada (1<sup>er</sup> muestreo)



Muestreo compuesto de 6 horas.  
El volumen de la muestra individual fue de 500 ml



Se observa la disposición de las muestras del agua residual  
cruda y tratada en la hielera (1<sup>er</sup> muestreo)



Únicamente un rotor estaba funcionando. A la derecha se observan los tramos del canal donde ha caído tierra, ha crecido la maleza y esta estrangulando el paso del lodo activado. (1<sup>er</sup> muestreo)



La cantidad de nata acumulada desde el primer muestreo ha crecido, se estima que no se ha realizado una limpieza desde entonces (2<sup>do</sup> muestreo)



Aspecto de la nata acumulada en el canal de oxidación (2<sup>do</sup> muestreo)



Se observa como la caída de tierra del talud norte ha provocado que el paso del lodo activado se haya estrangulado y este ocasionando una acumulación de nata importante que ya cubre una parte del canal. (1<sup>er</sup> muestreo)



Maleza que ha crecido cerca del sedimentador secundario y ya está cubriendo parte del canal de recolección



Se observa lodo sobrenadante cerca del vertedero circular en sedimentador Secundario. También se observa lana y lodo sedimentado en el canal de recolección, así como la salida del agua hacia el cuerpo receptor. (1<sup>er</sup> muestreo)

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

### PRIMERA CAMPAÑA (28 mayo 2003)

PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	8,10	7,63		5 - 9	Si
	T (°C)	30	25		15 - 40	Si
	SST (mg/l)	80	20	75	50	Si
	SSed (ml/l/h)	0,2	0,3		menor 1	Si
	DQO (mg/l)	230	36	84	300	Si
	DBO (mg/l)	98	10	90	50	Si
	GyA (mg/l)	32	4	88	30	Si
	CF (NMP/100 ml)	9,2 E 10 <sup>4</sup>	2,4 E 10 <sup>4</sup>			

### SEGUNDA CAMPAÑA (04 junio 2003)

PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	7,75	7,60		5 - 9	Si
	T (°C)	30	25		15 - 40	Si
	SST (mg/l)	132	Menor 4	mayor 97	50	Si
	SSed (ml/l/h)	0,2	Menor 0,1	mayor 50	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	265	25	91	300	Si
	DBO (mg/l)	145	10	93	50	Si
	GyA (mg/l)	26	2,0	92	30	Si
	CF (NMP/100 ml)	7,8 E 10 <sup>5</sup>	9,6 E 10 <sup>3</sup>			

**Resultados de toma de muestras y análisis de laboratorio realizados por la ESPH para la presentación de reportes operacionales – PTAR LOS LAGOS**

**Primer trimestre 2002**

PTAR	Parámetro	Efluente	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	6,4	5 – 9	Si
	T (°C)	25	15 – 40	Si
	SST (mg/l)	18	50	Si
	SSed (ml/l/h)	Menor 0,1	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	80	300	Si
	DBO (mg/l)	7,3	50	Si
	GyA (mg/l)	5	30	Si

**Segundo trimestre 2002**

PTAR	Parámetro	Efluente	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	6,0	5 – 9	Si
	T (°C)	25	15 – 40	Si
	SST (mg/l)	30	50	No
	SSed (ml/l/h)	Menor 0,1	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	64	300	Si
	DBO (mg/l)	5	50	Si
	GyA (mg/l)	Menor 5	30	Si

**Tercer trimestre 2002**

PTAR	Parámetro	Efluente	LMP	Cumple
Los Lagos	pH	7,4	5 – 9	Si
	T (°C)	24	15 – 40	Si
	SST (mg/l)	20	50	Si
	SSed (ml/l/h)	Menor 0,1	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	80	300	Si
	DBO (mg/l)	10	50	Si
	GyA (mg/l)	Menor 5	30	Si

**FICHA DE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS EN  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
BOSQUES DE SANTA ANA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>BOSQUES DE SANTA ANA</b>
----------------	-----------------------------

<b>UBICACIÓN</b>
------------------

<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Santa Ana	<b>DISTRITO:</b> Pozos
-------------------------------	-----------------------------	---------------------------

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>
------------------------------

<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB + FAFD
-----------------------------	-------------

<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2000	<b>DISEÑO:</b>	DURMAN ESQUIVEL
-------------------------------	------	----------------	-----------------

<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
---------------------------------	----	-----------------------	--------------

<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	URBANIZADOR
----------------------------	-------------

<b>COMPONENTES:</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pozo de registro</li> <li>2. Cámara de rejillas</li> <li>3. Trampa de grasas y sólidos</li> <li>4. Medición de caudales</li> <li>5. UASB</li> <li>6. BioDigestor</li> <li>7. Filtro Anaerobio de Flujo Descendente (FAFD)</li> <li>8. Sedimentador</li> <li>9. Lechos de secado</li> <li>10. Estructura de desfogue</li> <li>11. Caseta del operador y tableros eléctricos</li> </ol>

<b>TOMA DE MUESTRAS</b>
-------------------------

<b>PRIMER MUESTREO</b>
------------------------

<b>FECHA:</b>	29 mayo 2003	<b>LABORATORIO:</b>	LAMBDA
---------------	--------------	---------------------	--------

<b>TIEMPO DE MUESTREO:</b>	8:00 a.m. a 2:00 p.m.	<b>TIPO DE MUESTREO:</b>	Compuesto de 6 horas
----------------------------	-----------------------	--------------------------	----------------------

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	Trampa de grasas y sólidos (agua residual cruda) Salida del sedimentador secundario (agua residual tratada)
---------------------------	--

**ASPECTOS IMPORTANTES:**

- Tiempo soleado
- No hay viento
- Se percibe mal olor en cámara de rejillas y sedimentador secundario
- No hubo lluvia
- No se observó espuma en el afluente
- El encargado del mantenimiento, únicamente limpia las rejillas tres veces a la semana, por esta razón había una gran cantidad de material retenido en rejillas y en fondo de esta estructura, lo que ocasionaba un represamiento en esta cámara. Se procedió a la limpieza manual de las rejillas y se logró observar la entrada libre del agua residual cruda. Sin embargo se mantuvo el mismo sitio de muestreo seleccionado en fecha anterior.
- Se tomaron muestras de 500 ml en los dos puntos de muestreo seleccionados, durante seis horas.
- A pesar de que ya se han vendido muchos lotes, aún son pocas las viviendas construidas, por lo que el caudal es bajo.

**OBSERVACIONES:**

- Días antes del primer muestreo se inundó la cámara de bombas, por lo que el terreno alrededor de ésta, era un gran barrial.
- Las válvulas de purga de lodos del UASB nunca se han utilizado, por lo que se espera que exista una gran acumulación de lodos en este reactor.
- El sitio donde están ubicados los lechos de secado, se inunda ocasionalmente por la poca capacidad de drenaje en donde fueron construidos.

**SEGUNDO MUESTREO**

<b>FECHA:</b>	5 junio 2003	<b>LABORATORIO</b>	LAMBDA
---------------	--------------	--------------------	--------

**PUNTOS DE MUESTREO**

Trampa de grasas y sólidos (agua residual cruda)
Caja de registro norte (agua residual tratada)

**ASPECTOS IMPORTANTES:**

- Tiempo soleado y sin viento
- No se perciben malos olores
- No hubo lluvia
- No se observó espuma en el afluente de las 9:30 a las 10:15 a.m.
- El encargado del mantenimiento, únicamente limpia las rejillas una vez a la semana, sin embargo, no había mucho material retenido en rejillas, posiblemente porque la limpieza se hizo recientemente.
- Se tomaron muestras de 500 ml en los dos puntos de muestreo seleccionados, durante seis horas.

**OBSERVACIONES:**

- El acceso a la PTAR es por un camino de tierra y con bastante maleza.
- La PTAR se localiza muy cerca de dos viviendas, y colinda con la tapia de una de ellas.
- Las estructuras están colocadas a un nivel muy inferior al de los terrenos colindantes, entre 1,50 a 3,0 metros. Esto sin duda alguna ocasiona que cuando llueve ingrese mucha agua y se acumule en dos sitios en particular: UASB y lechos de secado.
- La cámara de rejillas y la trampa de grasas y sólidos están cubiertas por tapas metálicas pintadas con anticorrosivo.
- En el pozo de registro se observa material depositado, probablemente producto de un incremento importante en el caudal de entrada debido a conexiones ilícitas.
- Se observa como el bombeo del agua residual cruda al UASB ocasiona un incremento en el caudal en filtro de piedra y en sedimentador secundario. En este último caso, las canaletas de recolección del agua sedimentada quedan bajo la superficie del agua.
- Se observa material sobrenadante (grasa y lodo).
- No existe canal para desviar las aguas residuales crudas de manera temporal, mientras se corrigen los problemas en bombas de impulsión (cámara de bombas sumergibles) al UASB. Por esa razón, cuando se presenta esta circunstancia, el agua residual cruda se acumula en la cámara de bombas e inunda el sector aledaño.
- No existe canal para desviar y recolectar las aguas de lluvia que ingresan al terreno donde se ubica la PTAR.
- La PTAR se diseñó para 427 viviendas y actualmente se han construido 50.
- Según diseño, la eficiencia esperada para el UASB es de 70 a 85% y para todo el sistema se espera una eficiencia del 90%.
- Se asumió en el diseño una  $DBO_a = 263 \text{ mg/L}$  y  $DBO_e = 26,3 \text{ mg/L}$ .



Sitio de muestreo del agua residual cruda (afluente)  
en trampa de grasa y sólidos (luego de la cámara de rejillas) (2<sup>do</sup> muestreo)



Forma de recolección del agua residual cruda. (2<sup>do</sup> muestreo)



Disposición de la muestra recolectada en el envase correspondiente, debidamente identificado (2<sup>do</sup> muestreo)



Almacenamiento de las muestras en la hielera (2<sup>do</sup> muestreo)



Sitio de muestreo del agua residual tratada en canaleta de recolección del sedimentador secundario (2<sup>do</sup> muestreo)



Toma de muestra a la salida del sistema (2<sup>do</sup> muestreo)



El acceso a la PTAR esta cubierto por maleza.  
Al costado derecho se observa la tapia de la vivienda construida  
más cercana. A la izquierda se observa además el medidor  
del sistema eléctrico.



La PTAR esta protegida por una malla ciclón en buen estado.  
Se observa el último pozo de registro del colector principal.



Todas las estructuras se encuentran en buen estado de conservación.  
Las áreas verdes se encuentran libres de maleza.



Las estructuras metálicas han sufrido el ataque corrosivo que caracteriza a las aguas residuales. Se muestran las canaletas de salida del UASB.



Las canaletas del filtro anaerobio se encuentran con cierto grado de deterioro producto del efecto corrosivo de las aguas residuales.



Únicamente se aprovecha una parte de la superficie del filtro anaerobio debido a una distribución deficiente del agua residual proveniente del UASB.



Sitio inundable alrededor de la Cámara de bombeo (1<sup>er</sup> muestreo)



Sedimentador secundario y lechos de secado (1<sup>er</sup> muestreo)

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

### PRIMERA CAMPAÑA (29 mayo 2003)

PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Bosques de Santa Ana	pH	7,48	7,23		5 - 9	Si
	T (°C)	27	26		15 - 40	Si
	SST (mg/l)	80	36	55	50	Si
	SSed (ml/l/h)	0,2	menor 0,1	mayor 50	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	320	95	70	300	Si
	DBO (mg/l)	138	54	61	50	No
	GyA (mg/l)	42	14	67	30	Si
	CF (NMP/100 ml)	8,8 E 10 <sup>3</sup>	2,9 E 10 <sup>3</sup>			

### SEGUNDA CAMPAÑA (05 junio 2003)

PTAR	Parámetro	Afluente	Efluente	Eficiencia	LMP	Cumple
Bosques de Santa Ana	pH	7,52	7,28		5 - 9	Si
	T (°C)	27	26		15 - 40	Si
	SST (mg/l)	36	16	56	50	Si
	SSed (ml/l/h)	0,8	menor 0,1	mayor 88	menor 1	Si
	DQO (mg/l)	260	104	60	300	Si
	DBO (mg/l)	130	48	63	50	Si
	GyA (mg/l)	28	10	64	30	Si
	CF (NMP/100 ml)	6,5 E 10 <sup>4</sup>	9,0 E 10 <sup>2</sup>			

## ANEXO No. 5

# SISTEMAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICOS DE AGUAS RESIDUALES

## ÍNDICE

Página

1. <u>Tratamiento biológico del agua residual</u> . . . . .	<u>1</u>
2. <u>Términos importantes en el tratamiento de las aguas residuales</u> . . . . .	<u>3</u>
3. <i>Procesos biológicos más utilizados en el tratamiento del agua residual.</i> . . . .	4
4. <i>Descripción de los tipos de tratamiento</i> . . . . .	5
4.1 <i>Proceso aerobio</i> . . . . .	5
4.1.1 <i>Combinado en suspensión</i> . . . . .	5
4.1.1.1 <i>Lodos activados</i> . . . . .	5
4.1.1.2 <i>Lagunas aireadas</i> . . . . .	8
4.1.2 <i>Película bacteriana adherida</i> . . . . .	8
4.1.2.1 <i>Filtro percolador torre</i> . . . . .	8
4.2 <i>Proceso anaerobio</i> . . . . .	9
4.2.1 <i>Tanque Imhoff</i> . . . . .	9
4.2.2 <i>Tanque Séptico</i> . . . . .	10
4.2.3 <i>UASB</i> . . . . .	10
4.3 <i>Proceso facultativo</i> . . . . .	13
4.3.1 <i>Lagunas Anaerobias y anóxicas</i> . . . . .	14
4.3.2 <i>Lagunas Facultativas.</i> . . . . .	15
4.3.3 <i>Lagunas de Maduración o Pulimento</i> . . . . .	16
4.3.4 <i>Lagunas Aerobias</i> . . . . .	16
4.4 <i>Procesos combinados</i> . . . . .	17
4.4.1 <i>Tipo Bustamante (paquete)</i> . . . . .	17

# SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

## **1. Tratamiento biológico del agua residual**

El tratamiento biológico es un método eficiente para disminuir los contaminantes que se presentan en casi la totalidad de las aguas residuales. Sin embargo, para lograr su eficacia es necesario seguir un análisis y control adecuado de las características biológicas e hidráulicas que se presentan alrededor del tratamiento.

Para definir los alcances obtenidos mediante la utilización de un sistema biológico, es necesario conocer de antemano los objetivos para los cuales está diseñado el tratamiento biológico. Los objetivos principales del sistema son la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. Además es necesario conocer el tipo de agua residual con la que se está tratando, ya que según sea el tipo se deben establecer nuevos objetivos para obtener los resultados esperados. Por ejemplo, la eliminación de compuestos de nivel de traza que puedan resultar tóxicos, se convierte en un objetivo principal del tratamiento biológico de aguas residuales.

El funcionamiento del sistema biológico se lleva a cabo gracias a la acción de una variedad de microorganismos, principalmente bacterias. Estos microorganismos se encargan de transformar la materia orgánica carbonosa coloidal y disuelta, en diferentes gases y tejido celular, el cual se puede eliminar por decantación. Según Metcalf y Eddy (1996), si no se elimina el tejido celular de la solución no se alcanzará un tratamiento completo.

En el tratamiento biológico de las aguas residuales se presentan reacciones químicas y biológicas que ocurren bajo condiciones controladas en el interior de tanques llamados reactores. Los tipos de reactores más utilizados son los siguientes:

- Flujo pistón: en este reactor, el flujo pasa a través del tanque y sale en la misma secuencia en la que ingresó, es decir, en teóricamente, las partículas mantienen su identidad y permanecen en el interior del tanque un tiempo igual al tiempo de retención teórica.
- Mezcla completa: en este reactor, las partículas del flujo que ingresa al tanque se dispersan de manera inmediata. Se puede lograr esta mezcla completa en tanques de forma circular o cuadrada siempre y cuando el contenido del tanque se distribuya en forma uniforme y continua.
- Lecho con medio de soporte(empacado): este reactor se caracteriza porque su interior se llena con algún medio de soporte, tal como la piedra, desechos de cerámica o plástico. Con respecto al flujo, los reactores pueden estar completamente llenos (filtro anaerobio) o dosificados intermitentemente (filtro percolador).

Por otro lado, las aguas residuales contienen sólidos en suspensión de diferente tamaño, sólidos generados en la cocina, así como sólidos que se encuentran en la red de alcantarillado sanitario junto a una variedad de otros materiales como arenas y gravas. Por esa razón, se recurre al *Tratamiento Preliminar*, el cual consiste en colocar una serie de unidades de tratamiento encargadas de modificar la distribución del tamaño de las partículas presentes en las aguas residuales, y de esa manera acondicionar las aguas residuales, remover materiales que pueden interferir con los equipos y procesos de tratamiento posteriores, y reducir la acumulación de materiales en los procesos siguientes.

Las operaciones y procesos más utilizados son los siguientes:

- Rejillas

- Tamices
- Trampa de grasas y aceites
- Trampa de sólidos
- Desarenadores
- Sedimentación

Con respecto a la sedimentación, el objetivo de este tratamiento preliminar consiste en remover rápidamente los residuos sólidos sedimentables y material flotante para disminuir con ello la concentración de sólidos suspendidos. La sedimentación primaria se emplea como parte del pretratamiento dentro del procesamiento integral de las aguas residuales.

Los sedimentadores primarios diseñados y operados, remueven entre 50% y 70% de sólidos suspendidos y entre 25% y 40% de DBO.

Los tanques de sedimentación son, por lo general, de forma rectangular o circular y su elección depende del tamaño de las instalaciones, de las normas ambientales, de las condiciones locales del sitio y de la experiencia del diseñador. En un sedimentador ideal, un volumen dado de agua permanecerá en el tanque por un período igual al tiempo de retención teórico, sin embargo, en la práctica rara vez se comportan en forma ideal y se observan cortocircuitos por varias razones, entre ellas podemos citar las corrientes arremolinadas formadas por la inercia del caudal en la entrada. Es recomendable construir por lo menos dos unidades, de tal forma que esto permita llevar a cabo trabajos de mantenimiento y reparaciones y a su vez garantizar la continuidad del tratamiento.

En los sedimentadores rectangulares predomina el flujo horizontal, mientras que en los circulares el flujo es de tipo radial. Estos tanques pueden estar cubiertos o descubiertos.

## 2. Términos importantes en el tratamiento de las aguas residuales

Previo a la descripción de los diferentes métodos de tratamiento biológico de aguas residuales de tipo ordinario, es necesario definir algunos términos que son de gran utilidad para comprender los conceptos en que se base el tratamiento biológico :

*De acuerdo a la función metabólica de los procesos tenemos:*

Procesos aeróbicos: Procesos en el tratamiento biológico que ocurren en presencia de oxígeno.

Procesos anaeróbicos: Procesos en el tratamiento biológico que ocurren en ausencia de oxígeno.

Proceso anóxico: Es el proceso mediante el cual el nitrógeno de los nitratos se convierte biológicamente en nitrógeno gaseoso en ausencia de oxígeno. Este proceso se conoce también como desnitrificación anóxica.

Procesos híbridos (combinados): Combinación de procesos aerobios, anaerobios y anóxicos agrupados, con el de conseguir un objetivo particular.

Procesos facultativos: Procesos de tratamiento biológico en los cuales los organismos pueden actuar en presencia o ausencia de oxígeno molecular.

*Tipos de proceso:*

Procesos de cultivo en suspensión: Son los procesos de tratamiento biológico, en los cuales los microorganismos responsables de la transformación, de la materia orgánica y otros constituyentes del agua residual, en gases y tejidos celulares, se mantienen en suspensión dentro del líquido.

Procesos de cultivo fijo: Son los procesos de tratamiento biológico, en los cuales los microorganismos responsables de la transformación, de la materia orgánica u otros constituyentes del agua residual, en gases y tejidos celulares, se encuentran adheridos a un medio inerte, tal como: piedras, material cerámico y plásticos. Los procesos con película bacterial adherida se conocen también como procesos de película fija.

Los procesos individuales se llevan a cabo en sistemas de crecimiento en suspensión, sistemas de película bacterial adherida y en combinaciones de ellos. Un proceso de tratamiento aerobio puede ser con crecimiento en suspensión o con crecimiento de película bacterial adherida.

Los procesos biológicos que se utilizan en el tratamiento de las aguas residuales se derivan de procesos que ocurren en la naturaleza. Una planta de tratamiento es un lugar donde se confinan las aguas residuales y en el cual se pretende controlar el ambiente de los microorganismos, obteniendo un óptimo crecimiento necesario para incrementar la descomposición de los desechos presentes en esta agua.

Las principales aplicaciones de los procesos de tratamiento biológico son los siguientes:

1. Remoción de la materia orgánica carbonácea de las aguas residuales.

2. Nitrificación
3. Desnitrificación
4. Remoción de fósforo
5. Estabilización de desechos.

### 3. Procesos biológicos más utilizados en el tratamiento del agua residual

A continuación se muestran los procesos biológicos más utilizados en el tratamiento de las aguas residuales tipo ordinarias:

PROCESO	TIPO DE PROCESO	TIPO DE TRATAMIENTO
<p><b>PROCESO</b> <b>AEROBIO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinado en suspensión</li>   <li>• Película bacterial adherida</li>   <li>• Híbrido o combinado: procesos de crecimiento en suspensión y de película bacterial adherida</li> </ul>	<p>Lodos activados</p> <p>Lagunas Aireadas</p> <p>Digestión aerobia</p> <p>Filtros percoladores</p> <p>Sistemas biológicos de contacto rotatorios</p> <p>Reactor de lecho con medio de soporte (empacado)</p> <p>Filtros percoladores/lodos activados</p>

<p><b>PROCESO ANAEROBIO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento en suspensión</li>   <li>• Película bacterial adherida</li>   <li>• Híbrido</li> </ul>	<p>Procesos de contacto anaerobio</p> <p>Digestión anaerobia</p> <p>Lecho anaerobio fijo</p> <p>Proceso anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente/reactor de lecho fijo</p>
<p><b>PROCESO ANÓXICO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento en suspensión</li>   <li>• Película bacterial adherida</li> </ul>	<p>Desnitrificación por crecimiento en suspensión</p> <p>Desnitrificación por película fija</p>
<p><b>PROCESO EN LAGUNAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagunas aerobias</li> <li>• Lagunas de maduración</li> <li>• Lagunas anaerobias</li> <li>• Lagunas facultativas</li> </ul>	<p>Lagunas aerobias</p> <p>Lagunas de maduración</p> <p>Lagunas anaerobias</p> <p>Lagunas facultativas</p>

<p><b>PROCESOS AEROBIOS, ANÓXICOS Y ANAEROBIOS COMBINADOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento en suspensión</li> <li>• Crecimiento combinado en suspensión y película bacteriana adherida</li> </ul>	<p>Procesos simples o de múltiples etapas, diferentes procesos propios</p> <p>Procesos simples o de múltiples etapas</p>
---	---	--

## 4. Descripción de los tipos de tratamiento

### 4.1 Proceso aerobio

#### 4.1.1 Combinado en suspensión

- **Lodos activados**

Fue desarrollado en Inglaterra en 1914 por Arden y Lockett. Recibe este nombre porque involucra la producción de una masa activa de microorganismos capaces de estabilizar de manera aerobia un desecho. A pesar de que actualmente se utilizan muchas versiones del procesos original, en la parte fundamental se puede decir que todas estas versiones son similares.

En este tipo de tratamiento, las aguas residuales, previamente tamizadas y sedimentadas, se mezclan con cantidades variables del flujo interior del sedimentador secundario. Esta agua residual (mezclada) entra en el tanque de aireación donde se mezclan los organismos y las aguas residuales con una gran cantidad de aire. Es aquí, donde los organismos oxidan una parte del desecho orgánico a dióxido de carbono y agua, para obtener energía, y sintetizar la otra parte en forma de células microbianas nuevas utilizando la energía obtenida de la oxidación.

Posteriormente, el agua residual entra al sedimentador secundario, y los microorganismos floculantes que se asientan en el fondo, conocidos como lodo activado son recirculados hacia la entrada del tanque de aireación para mezclarlos de nuevo con el agua residual. En este proceso continuo de sedimentación y recirculación se producen nuevos lodos activados, cuyo exceso debe extraerse diariamente junto con los lodos provenientes del sedimentador primario.

Los principales procesos de lodos activados son los siguientes:

En comunidades pequeñas:

- Estabilización por contacto
- Aireación extendida
- Canales de oxidación
- Aireación extendida y sedimentación intermitente

- Reactor de flujo intermitente en secuencia

En comunidades grandes:

- Flujo pistón convencional
- Flujo pistón con alimentación escalonada
- Aireación decreciente
- Aireación modificada
- Mezcla completa
- Alta tasa de aireación
- Oxígeno de alta pureza

La aireación puede ser mecánica, donde se utilizan equipos rotatorios para mezclar el contenido del tanque de aireación e introducir el oxígeno en el líquido dispersando gotas finas de agua en el aire, de manera que el oxígeno pueda ser absorbido.

La aireación puede ser con difusores, en donde la inyección de aire involucra la introducción de este bajo presión en el tanque de aireación a través de platos difusores o de otros equipos apropiados. El aire inyectado en el reactor sirve para mantener los contenidos del reactor bien mezclados.

De acuerdo a los procesos aerobios que se han construido en el país, se describen a continuación únicamente los canales de oxidación, convencional, aireación extendida y mezcla completa:

**Canales de Oxidación:** Los canales de oxidación, son una variante de los lodos activados con aireación extendida y mezcla completa que se lleva a cabo en un canal continuo, generalmente de 1,2 a 3,60 metros de profundidad. Se desarrollaron en los Países Bajos en la década de 1950, en el Research Institute for Public Health Engineering bajo la dirección del doctor Pasveer. El primero se puso en operación en Holanda en 1954.

El tiempo de retención hidráulico (TRH) es alto: de 1 a 3 días; el tiempo de aireación también es alto: aproximadamente 24 horas. No llevan sedimentador primario, pero sí rejillas y desarenador. Llevan un sedimentador secundario diseñado de 2 a 4 horas con el caudal de diseño.

Se utilizan uno o más aireadores localizados a través del canal, a fin de proveer el oxígeno necesario para el líquido y mantener el contenido del canal en mezcla y movimiento.

La oxidación total es el proceso en el cual los lodos de carácter biológico producido por síntesis, son consumidos por auto-oxidación (o digestión aerobia). Para que esa oxidación se obtenga, el período de aireación debe ser relativamente grande. Una parte de los sólidos de constituyen los lodos no es oxidable y contribuye a formar los lodos de exceso que deben ser retirados periódicamente del proceso. La cantidad de lodos y flóculos a mantener en los canales es relativamente alta, con relación a la cantidad de materia orgánica en el afluente crudo y en comparación con el proceso de lodos activados (aproximadamente 50 g de DBO<sub>5,20</sub> para 1.000 g de flóculos presentes en 24 horas).

En los diferentes tipos de canales de oxidación los procesos biológicos son esencialmente los mismos, y la diferencia sólo es cuantitativa y no cualitativa; los más usados son los siguientes:

- Canal con oxidación que trabaja continuamente, sin sedimentación secundaria.
- Canal con oxidación que trabaja discontinuamente.
- Canal con oxidación que trabaja continuamente con sedimentador secundario.
- Canal con oxidación limitada de los lodos y con sedimentador secundario.

El revestimiento de los taludes donde el suelo es estable, se puede hacer con materiales baratos como: suelo cemento o concreto pobre en espesores de 5 a 10 cm. Si el suelo es malo, se debe utilizar un revestimiento complejo y caro.

El oxígeno a suministrar, como  $O_2$ , debe ser por lo menos 2 veces la  $DBO_{5,20}$  estándar del afluente (es necesario recordar que no hay sedimentador primario).

Cuando se quiere operación intermitente, se detienen los aireadores y se deja sedimentar de 0,5 a 1,0 hora. El líquido sobrenadante pasa al sedimentador secundario que usualmente es del tipo Dortmund cilíndrico. A veces se usan canales en paralelo para no interrumpir la aireación y se saca de operación uno de ellos con compuertas.

El lixiviado de los lechos de secado se puede disponer en un drenaje a base de zanjas similares a la de los tanques sépticos. Hacer pruebas de velocidad de infiltración en el sitio de las zanjas de drenaje. También, el lixiviado de los lechos de secado puede recolectarse en un tanque adecuado y bombearse al canal a su entrada.

Los costos per cápita de canales de oxidación son muy variables pero oscilan entre \$700 y \$1.300 /  $m^3$  de agua residual tratada por día (depende del suelo en el sitio del canal y tipo de rotores).

**Lodos activados convencional:** En este caso, se utiliza un tanque de aireación rectangular, con un régimen de flujo semejante al de flujo pistón con cierto grado de mezcla longitudinal.

El lodo de recirculación se mezcla con las aguas residuales que ingresan al tanque de aireación y la mezcla fluye a lo largo del tanque de aireación donde, la mayoría de la materia orgánica se oxida progresivamente. El suministro de aire se puede hacer de forma escalonada y decreciente entre la entrada y la salida del tanque.

**Aireación extendida:** El período de aireación se hace igual al necesario para oxidar el lodo biológico, es decir, se prolonga o extiende hasta bien avanzada la respiración endógena. El período de retención largo absorbe mejor las sobrecargas o variaciones bruscas de la carga orgánica. En esta modalidad, no hay sedimentación primaria y el exceso de lodo no necesita de otro tratamiento distinto del secado o disposición directa. El lodo ha sido oxidado durante la aireación.

**Mezcla completa:** Esta modalidad de lodos activados, se desarrolla para tratar líquidos donde se presentan sobrecargas instantáneas o bien, se dan variaciones extremas de la carga orgánica o de la DBO. La mezcla completa hace menos pronunciada la variación y permite al sistema absorber mejor la sobrecarga, sin que ocurran disminuciones bruscas en la remoción.

- **Lagunas aireadas**

Una laguna aireada es un depósito en el que el agua residual se trata en la modalidad de flujo continuo sin o con recirculación de sólidos. La función principal es la conversión de la materia orgánica.

El aporte de oxígeno es por lo general con aireadores superficiales o bien con sistemas de difusión de aire. Al igual que en otros sistemas de cultivo en suspensión, la turbulencia creada por los sistemas de aireación se utiliza para mantener en suspensión el contenido de la laguna.

Dependiendo del tiempo de retención, el efluente puede contener entre un tercio y la mitad de la DBO afluente, en forma de tejido celular. La mayor parte de estos sólidos se debe eliminar por decantación antes de la descarga del efluente. Si se lleva a cabo la recirculación de sólidos a la laguna, el proceso no presenta diferencia alguna con un proceso de lodos activados modificado.

#### 4.1.2 Película bacteriana adherida

- **Filtro percolador o biológico**

Ha sido utilizado para el tratamiento biológico del agua residual durante más de 100 años.

En los filtros percoladores o filtros biológicos, el tratamiento se lleva a cabo mediante el contacto de las aguas residuales con un crecimiento biológico fijo a un medio poroso, el cual generalmente es roca triturada, escoria de altos hornos o material sintético.

En el filtro percolador, el agua residual escurre o percola sobre la superficie de piezas de un medio granular, de tamaño entre 2,5 a 7,5 centímetros. El tamaño del medio influye sobre el área superficial. Se recomienda que el afluente provenga de un sedimentador para evitar la acumulación de sólidos y la obstrucción del lecho del filtro.

La profundidad del filtro influye sobre el tiempo de residencia y el período de contacto entre la materia orgánica y la zooglea o crecimiento biológico. La remoción aumenta con la profundidad.

Las aguas residuales entran en contacto con el crecimiento microbiano fijo al medio filtrante, y los microorganismos desdoblaron los compuestos en medio aerobio, utilizando oxígeno disuelto en el agua a consecuencia de la circulación de aire que existe dentro del filtro. A medida que se oxida la materia orgánica, se produce un crecimiento bacteriano sobre la superficie del medio, el cual se desprende debido a la acción de gases formados en el interior del crecimiento biológico o bien, por fuerzas debidas a la velocidad con que el agua escurre sobre la superficie del medio.

En la operación del filtro biológico, existen varios parámetros que modifican la eficiencia: el intervalo entre dosificaciones, la acumulación de zooglea, la carga hidráulica, la recirculación y la carga orgánica.

Para mantener las condiciones aerobias en el filtro percolador, y satisfacer la demanda de oxígeno para la oxidación de la materia orgánica que pasa por el filtro, es necesario establecer una circulación del aire. Esta se produce generalmente desde el fondo hacia la superficie del filtro y el volumen de aire que circula aumenta con la diferencia de temperatura entre las aguas residuales y el aire, así como con la velocidad del viento. Las diferencias de temperatura entre el aire, las aguas residuales y el interior del filtro, establecen intercambios de calor y se forman corrientes de convección, las cuales inducen el flujo de aire a través del filtro.

Los filtros percoladores se clasifican por las cargas orgánicas o hidráulicas aplicadas, y las categorías se dividen en: carga baja o normal; carga media, y de alta o muy alta carga. A menudo se emplean sistemas de filtros de dos etapas, en donde se conectan en serie dos filtros percoladores.

Los filtros biológicos se utilizan en el tratamiento secundario y avanzado de aguas residuales domésticas, y en mezclas de aguas residuales y efluentes de industrias susceptibles a ser sometidas a un tratamiento biológico. No requieren de un control riguroso por lo que se recomienda en comunidades pequeñas.

## 4.2 Proceso anaerobio

- **Tanque Imhoff**

Se llama así al tanque de doble cámara concebido por el Ing. Karl Imhoff.

Se conocen Tanque Imhoff de diferentes formas: rectangulares y circulares, sin embargo, su objetivo es el mismo, es decir, proporcionar una o varias cámaras superiores por las cuales pasan las aguas residuales en su período de sedimentación, y otra cámara inferior donde la materia que sedimenta por acción de la gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión anaeróbica.

De la forma del Tanque Imhoff se obtienen algunas ventajas: los sólidos sedimentables alcanzan la cámara inferior en menor tiempo, la forma de la ranura y de las paredes inclinadas que tiene la cámara acanalada de sedimentación, obligan a los gases de la digestión a tomar una ruta que no perturbe la acción de sedimentación.

El Tanque Imhoff está provisto de una zona de ventilación o salida de gases (ventosas de gas o espacio de natas) producidos en el proceso de digestión.

Existe una zona neutra que se encuentra entre la ranura del fondo de la cámara de sedimentación y la zona de lodos, la cual garantiza que los procesos de digestión no interfieran con la sedimentación y disminuya la eficiencia del tanque.

El diseño de los canales de entrada y salida del Tanque Imhoff es más importante que en otros tipos de unidades de sedimentación. Generalmente se diseñan para flujo horizontal con más de una vía, para usar los canales de entrada y salida intercambiabilmente, y así poner a variar la dirección del flujo a través del tanque y lograr una sedimentación más uniforme a lo largo del tanque.

La remoción de sólidos sedimentables y la digestión anaerobia de estos sólidos es similar a la que ocurre en un tanque séptico.

- **Tanque Séptico**

El origen del tanque séptico moderno se remonta alrededor de 1860 y su nombre se le atribuye a Donald Cameron quien lo llamó así por las condiciones y acciones sépticas que se desarrollan en el interior del tanque.

Se utilizan principalmente en el tratamiento de aguas residuales de viviendas individuales, sin embargo, puede utilizarse para un conjunto de viviendas, centros educativos, campamentos de verano, etc. modificando únicamente el tamaño de los tanques. El efluente del tanque séptico se conduce hasta el área del terreno seleccionado para su disposición en el suelo.

En el tanque séptico, los sólidos sedimentables que se encuentran en las aguas residuales crudas forman una capa de lodo en el fondo, mientras que las grasas, aceites y material flotante tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma. La materia orgánica retenida en el fondo del tanque se somete a un proceso de descomposición, transformándose en compuestos y gases más estables.

El problema más común que se presenta en la operación del tanque séptico es el arrastre de sólidos, grasas y aceites en el efluente, lo que ocasiona la reducción prematura en la capacidad de asimilación de carga hidráulica en los campos de disposición del efluente por infiltración, dando origen a la formación

de zonas húmedas en la vecindad de las zanjas de infiltración y peor aún, la acumulación del efluente en la superficie del suelo.

### • **Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) ó (UASB)**

Los fundamentos de los Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA) conocidos también por sus siglas en inglés como reactores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), fueron concebidos durante los años 1970, por el profesor Gatzte Lettinga de la Universidad de Wageningen en Holanda, en la búsqueda de una solución de bajo costo, operación simple, eficiente en la remoción de materia orgánica biodegradable y no intensiva en consumo de energía. En el Trópico se llevaron a cabo estudios a escala de laboratorio y piloto con aguas residuales municipales, gracias a convenios entre el Gobierno de Holanda y países sudamericanos, entre ellos Colombia (Cali), donde se llevaron a cabo trabajos experimentales en cooperación con la Universidad del Valle (1983).

Este reactor está compuesto básicamente por tres partes:

- Sistema de distribución del afluente
- Cámara de digestión donde se forma y mantiene el manto de lodo
- Sistema de gas-líquido-sólidos

El sistema de distribución se diseña de manera tal que se produzca un contacto óptimo entre el agua residual y el lodo en el manto. Debe evitarse la formación de canalizaciones del flujo de agua residual a través del manto de lodo, de manera que no ocurran zonas muertas y cortocircuitos.

La tecnología UASB fue desarrollada comercialmente durante los años 1980 en Europa para el tratamiento de efluentes industriales, cuyas temperaturas normalmente son tibias, propias de las fermentaciones anaerobias. A mayor concentración en  $DBO_{5,20}$ , mayor competitividad económica, versus las tecnologías tradicionales de lodos activados.

Por el factor limitante de temperatura y el de concentración en  $DBO_{5,20}$ , se había recomendado siempre el uso de reactores RAFA, en donde hubiera una baja relación entre SST y DQO, así como entre grasas y DQO. Por éstas razones, la tecnología RAFA no había sido imaginada inicialmente, para ser aplicada en el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Sin embargo, en un Convenio en 1982 entre la Universidad de Wageningen y la Universidad del Valle, así como con las Empresas Públicas Municipales de Cali de la ciudad de Cali - Colombia, se quiso probar la factibilidad del sistema RAFA para el tratamiento directo de las aguas domésticas, dado que se está en una región tropical, con temperatura estable todo el año y mayor a  $20^{\circ}C$ . Así, se construyó un *reactor piloto* (“Cañaveralejo”) de  $60\text{ m}^3$  que se monitoreó durante 4 años.

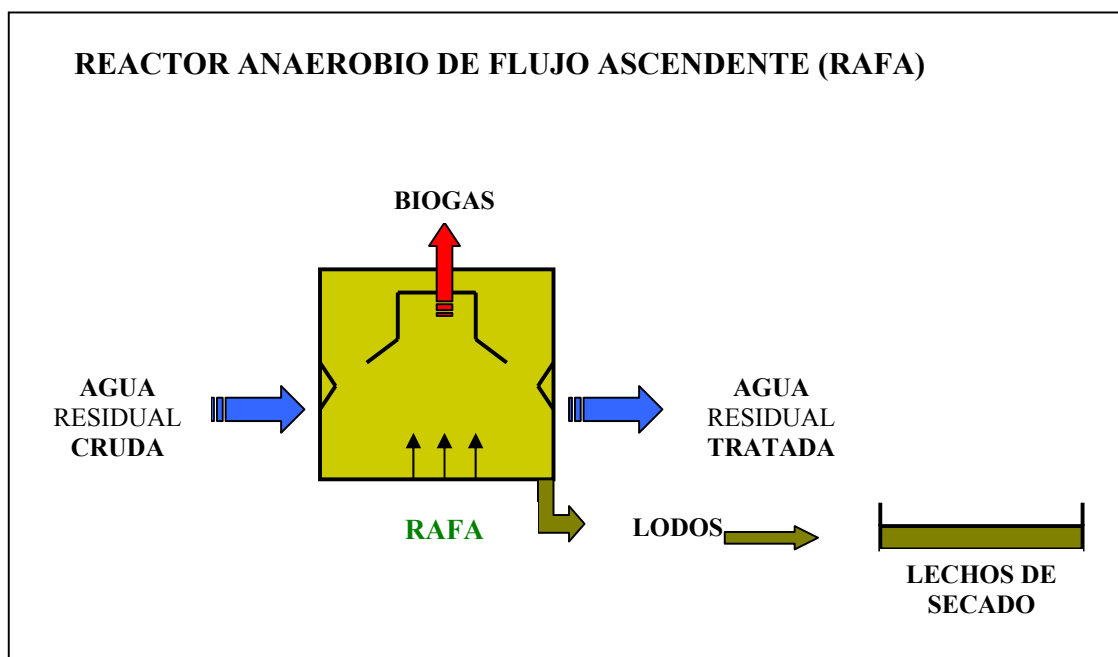
Con respecto a su funcionamiento, el proceso que se lleva a cabo en un RAFA ó UASB, inicia cuando el agua residual se introduce por la parte inferior del reactor, el agua fluye en sentido ascendente a través de un manto de lodos constituido por gránulos o partículas formadas biológicamente. El tratamiento se produce al entrar en contacto el agua residual y las partículas; los gases producidos en condiciones anaerobias (principalmente metano y dióxido de carbono) provocan una circulación interior, que colabora en la formación y mantenimiento de los gránulos.

Parte del gas generado dentro del manto de lodos se adhiere a las partículas biológicas, y tanto el gas libre como las partículas a las que se ha adherido gas, ascienden hacia la parte superior del reactor; ahí se produce la liberación del gas adherido a las partículas al entrar éstas en contacto con unos deflectores desgasificadores. Las partículas desgasificadas suelen volver a caer hasta la superficie de la capa de

lodos. El gas libre y el gas liberado de las partículas se captura en una bóveda para gases instalada en la parte superior del reactor.

El líquido, que contiene algunos sólidos residuales y algunos de los gránulos biológicos, se conduce a una cámara de sedimentación, donde se separan los sólidos residuales. Los sólidos separados se reconducen a la superficie del manto de lodos a través del sistema de deflectores; para mantener la capa de lodos en suspensión, es necesario que la velocidad del flujo ascendente tenga un valor entre 0,6 y 0,9 m/h, sin embargo, según otras investigaciones la velocidad de ascenso de un RAFA no debe superar 0.25 m/h. En la Figura siguiente se observa el esquema general de cómo funciona un RAFA.

- **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente**
- **Filtro Anaerobio de Flujo Descendente**
- **Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal**



**Figura 1** Esquema general del proceso de tratamiento tipo RAFA o UASB

### **Ventajas**

1. Bajo requerimiento de energía, ya que no necesitan equipos de agitación ni aireación.
2. No requiere medio de soporte, lo cual reduce los costos
3. Construcción relativamente simple
4. Con inóculo apropiado puede arrancar de forma inmediata
5. Aplicable a pequeña y gran escala
6. Tiene una producción de lodos baja, por lo que un tratamiento posterior requiere una cantidad de recursos menor.
7. Produce la inactivación de organismos patógenos.

8. Salida del biogas por un sector definido.
9. La producción de biogas, hace que se pueda utilizar como fuente de energía.
10. Reduce los contaminantes orgánicos a formas que presentan mayor degradación, que las presentes en los afluentes.
11. Capacidad de soportar altas concentraciones de carga orgánica (hasta 20 kgDQO/m<sup>3</sup>\*d)
12. Los microorganismos del proceso requieren de pocos nutrientes para realizar la degradación.
13. El área requerida para su ubicación es reducida

#### **Desventajas**

1. La granulación es lenta y no necesariamente controlable. Además, no todas las aguas residuales favorecen la granulación
2. La necesidad de contar con un medio cerrado.
3. Presenta una remoción de la materia orgánica hasta un 15% menor que otros tratamientos.
4. Baja tasa de crecimiento microbiano, por lo que se requiere de un largo proceso para su arranque.
5. Sensible a sólidos suspendidos, grasas y aceites en el afluente.
6. Posible formación de sulfuro de hidrógeno como resultado de la descomposición anaerobia de compuestos que contienen azufre, por lo que genera olores desagradables.
7. Para su adecuado funcionamiento se requiere de control y supervisión constante de las características de las aguas residuales (pH, temperatura y conductividad) y de las condiciones hidráulicas del sistema (caudal y velocidad ascendente).

### **4.3 Proceso en Lagunas de Estabilización**

Las lagunas de estabilización son el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe. Están constituidas por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra. Generalmente tienen forma rectangular o cuadrada.

El tratamiento a través de lagunas tiene tres objetivos:

- ◆ Remover de las aguas residuales la materia orgánica que ocasiona la contaminación.
- ◆ Eliminar los microorganismos patógenos que representan un grave peligro para la salud.
- ◆ Utilizar su efluente para reutilización, con otras finalidades, como agricultura, por ejemplo.

La mayoría de los países de clima tropical ofrece condiciones ideales para el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos naturales, como es el caso de las lagunas de estabilización. Esto se debe principalmente a la temperatura ambiente.

Las principales ventajas de los sistemas de lagunas estabilización son:

- ◆ Bajo costo.
- ◆ Necesitan poco o ningún componente importado.
- ◆ Nulo consumo energético.
- ◆ Simples de construir y de operar.

- ◆ Confiables y fáciles de mantener.
- ◆ Pueden absorber aumentos bruscos de cargas hidráulicas u orgánicas.
- ◆ Posibilidad de uso como sistemas reguladores para riego.
- ◆ Fácil adaptación a variaciones estacionales.
- ◆ Posibilidad de tratar vertidos industriales fácilmente biodegradables (mataderos, lecherías, industrias de frutas, etc).
- ◆ Elevada estabilización de la materia orgánica.
- ◆ Producen un efluente de alta calidad, con excelente reducción de microorganismos patógenos.

La única desventaja de las lagunas de estabilización es que requieren más terreno que cualquier otro tipo de tratamiento de aguas residuales.

Las lagunas de estabilización pueden clasificarse en cuatro tipos: anaerobias, facultativas, de maduración y aerobias.

## Clasificación de las lagunas

### 4.3.1. Lagunas Anaerobias y Anóxicas

Las *lagunas anóxicas*, son un tipo de estado en que las *lagunas anaerobias* pueden funcionar. Las lagunas anóxicas, que pueden ser asumidas erróneamente como lagunas anaerobias, son aquellas cuyo consumo de oxígeno por los microorganismos, en particular bacterias facultativas, es casi o levemente más grande que el oxígeno producido por las algas existentes. Estas lagunas se caracterizan por tres aspectos principales:

- las concentraciones diurnas de oxígeno disuelto ( $O_2$ ) a profundidades mayores de 10 cm son casi siempre iguales a cero. Las lagunas anóxicas comparten esta propiedad con las lagunas anaerobias.
- excepto en lagunas primarias, hay algún aumento en la concentración de los sólidos suspendidos en el efluente de la laguna, comparada con el afluente de sólidos suspendidos. Esto indica la existencia de crecimiento de algas, lo cual también puede observarse por la presencia de un color verdoso o por mediciones positivas de clorofila en la laguna.
- el valor del pH es más alto del que normalmente se encuentra en las lagunas anaerobias ( $\cong 7 \pm 0,2$ ).

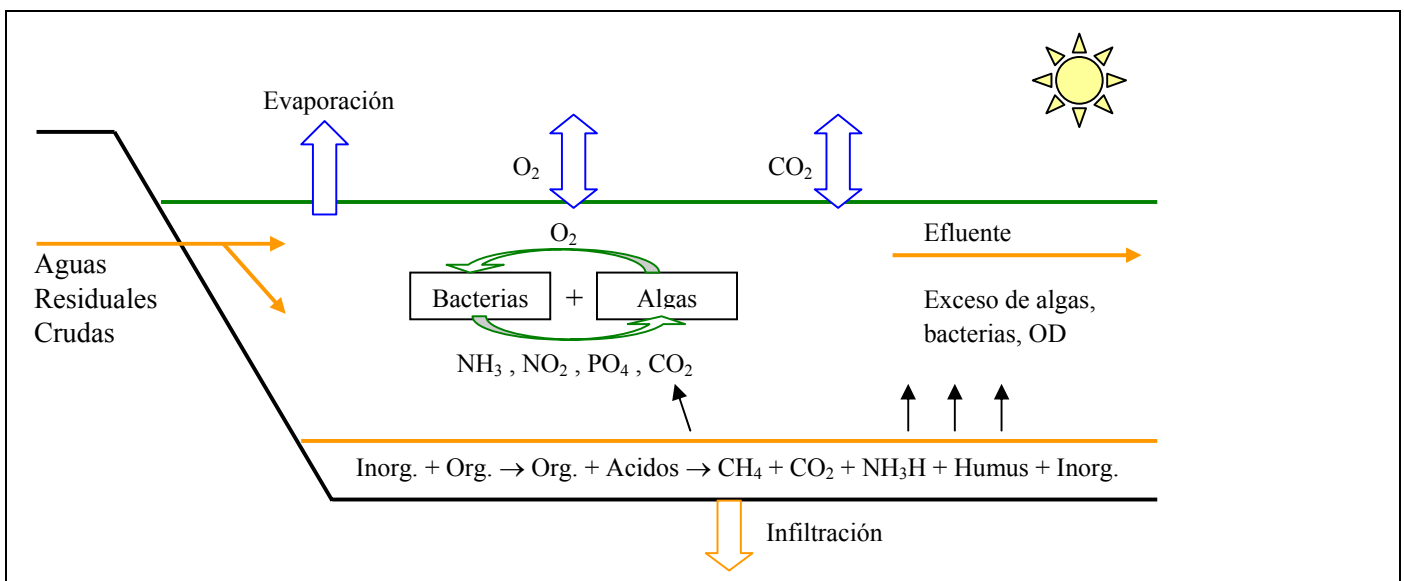
Las tres condiciones deben ser satisfechas para que una laguna pueda clasificarse como *anóxica*. Si las condiciones segunda o tercera no pueden obtenerse, entonces esa laguna puede definirse como *laguna anaerobia*. La segunda y tercera condiciones, las cuales se observan típicamente en conjunto, ocurren normalmente en las unidades de lagunas facultativas.

Las lagunas anaerobias se diseñan, siempre que sea posible, en asociación con lagunas facultativas o aireadas mecánicamente. Tienen la finalidad de oxidar compuestos orgánicos complejos antes del tratamiento, a través de los otros tipos de lagunas. Las lagunas anaerobias no dependen de la acción fotosintética de las algas, pudiendo así construirse con profundidades más grandes que las de las otras lagunas, con variación de 3 a 5 m.; su área del nivel medio no debe exceder de 5 ha.

### 4.3.2. Lagunas Facultativas

Las lagunas facultativas funcionan a través de la acción de algas y bacterias, con la influencia de la luz solar y de la fotosíntesis. La materia orgánica contenida en los desechos es estabilizada, en parte, transformándose en materia más estable en forma de celdas de algas, y en parte, transformándose en productos inorgánicos finales que salen con el efluente.

Como se aprecia en la siguiente Figura, en un estanque existen tres zonas: una zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica; una zona inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaerobias, y una zona intermedia, que es parcialmente aerobia y anaerobia, en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas.



**Figura 2.** Ecosistema de lagunas facultativas

Los sólidos de gran tamaño sedimentan para formar una capa de lodo anaerobio. Los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas empleando el oxígeno generado por las abundantes algas presentes cerca de la superficie. El dióxido de carbono, que se produce en el proceso de oxidación orgánica, sirve como fuente de carbono para las algas. La descomposición anaerobia de los sólidos de la capa de lodo permite la producción de compuestos orgánicos disueltos y de gases tales como el  $CO_2$ , el  $H_2S$  y el  $CH_4$ , que o bien se oxidan por las bacterias aerobias, o se liberan a la atmósfera.

Debido a que las algas usan dióxido de carbono en su actividad fotosintética, ello puede dar lugar a condiciones de pH altos, especialmente en aguas residuales con alcalinidades bajas. En muchos casos, las algas presentes en las lagunas facultativas obtienen el carbono necesario para la síntesis celular del ion bicarbonato. Cuando se emplea como fuente de carbono el ion bicarbonato, se pueden producir altas variaciones diurnas del pH. Además, con el aumento del pH cambian los componentes de la alcalinidad, y tiende a predominar la alcalinidad debida a la presencia de carbonato y de hidróxido. Si el agua residual presenta altas concentraciones de calcio, se producirá el precipitado de carbonato de

calcio cuando las concentraciones de carbonato y de ion calcio sean lo suficientemente elevadas para alcanzar el valor del producto de solubilidad. Esta eliminación del ion carbonato evitará que el pH siga subiendo.

A pesar de que se han publicado numerosas ecuaciones de diseño, no existe una ecuación universalmente aceptada. La aplicación de este hecho reside, en parte, en que el proceso está poco determinado debido a las variaciones que presenta la naturaleza. Por ejemplo, todas las ecuaciones desarrolladas para la predicción de la calidad del efluente pierden su validez en cuanto aparece el viento. Bajo estas condiciones, la calidad del efluente dependerá del grado de mezcla provocado por el viento, y de la cantidad de sólidos sedimentables que pasan a estar en suspensión. Esta es la principal razón por la cual las lagunas facultativas se suelen proyectar a partir de datos obtenidos de instalaciones en funcionamiento.

Las lagunas facultativas tienen profundidades que varían de 1,5 a 2,5 m, con áreas relativamente grandes. La profundidad mínima de las lagunas facultativas primarias debe ser igual a 1,5 m, mientras que las facultativas secundarias no deben tener profundidades inferiores a 1,2 m. El área máxima de la laguna facultativa no debe exceder de 15 ha.

### **4.3.3. Lagunas de Maduración o Pulimento**

Las lagunas de maduración tienen la principal finalidad de reducir los coliformes fecales (CF) contenidos en los desechos de las aguas residuales. Se construyen siempre, después del tratamiento completo, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta de tratamiento convencional. Con adecuado dimensionamiento puede conseguirse remociones de coliformes fecales mayores que 99,99%. Tienen profundidades menores que las lagunas facultativas, variando de 0,6 a 1,5 m. El área máxima de su nivel medio no debe sobrepasar de 2 ha.

### **4.3.4. Lagunas Aerobias**

Las lagunas estrictamente aerobias o de alta tasa de degradación son muy poco profundas, por lo general varían de 0,3 a 0,5 m, su principal aplicación es la producción y cosecha de algas. Se diseña para el tratamiento de aguas residuales decantadas. Constituyen un poderoso método para la producción de proteínas, por tanto, son de 100 a 1.000 veces más productivas que la agricultura convencional.

## **4.4 Procesos combinados**

- **Tipo Bustamante (paquete)**

Es un tipo de tratamiento original del Ing. Rodrigo Bustamante Vargas, cuyos primeros diseños se originan en 1975.

En este proceso están incluidos los procesos aerobios: lodos activados y la filtración biológica, combinados hidráulicamente entre sí, y además se cuenta con dos sedimentadores: primario y secundario.

Descripción de la operación:

El caudal afluyente ingresa al tanque de aireación. En algunos casos, la aireación la proporcionan aireadores superficiales y en otros, sopladores cuyas tuberías se encuentran en el fondo del tanque. Se pretende obtener un reactor completamente mezclados.

El agua residual sale del tanque de aireación por un ducto ubicado en la parte inferior del mismo, hasta la unidad de sedimentación secundaria. La función de este sedimentador es recuperar los lodos biológicamente flocculentos y recircularlos hacia el aireador.

Del sedimentador el agua residual pasa a través de ductos hasta unos difusores, en donde se distribuye el agua en láminas en un lecho de piedra que constituye el filtro percolador. Este segundo proceso de tratamiento actúa como “pulidor” del proceso anterior, aumentando la eficiencia de remoción de materia orgánica.

El agua residual tratada sale del filtro biológico y atraviesa una sección abierta a la atmósfera que garantiza la ventilación del filtro por convención, pasando luego a otro sedimentador que separa la zooglea desprendida del filtro del agua residual tratada efluente. Dicha agua residual se deposita en un compartimiento y sale posteriormente hasta el cuerpo receptor.

Del fondo del sedimentador secundario (colocado en el fondo del tanque de aireación) sale una tubería que conduce los lodos sedimentados provenientes del aireador y del fondo del otro sedimentador (debajo del filtro percolador) sale otra tubería que evacúa la zooglea sedimentada. Ambas tuberías conducen estos desechos hasta los lechos de secado. Además, los lodos de recirculación son bombeados hasta el tanque de aireación.

Uno de los aspectos más importantes que se pueden observar de este tipo de tratamiento combinado, es la estructura compacta que aprovecha las paredes de concreto para comunicar varios compartimientos de manera simultánea.

# **ANEXO No. 6**

## **EMISARIO SUBMARINO**

### **DE LIMÓN**

## EMISARIO SUBMARINO PARA LA CIUDAD DE LIMON RESUMEN DEL PROYECTO

**Como etapa final del proyecto de alcantarillado sanitario para la Ciudad de Limón, está prevista la construcción de un emisario submarino, que permitirá la disposición final de las aguas residuales en una forma sanitaria y ambientalmente segura.**

**La alta capacidad de dilución y de dispersión de las aguas del mar, sumado a sus propiedades desinfectantes, hacen del emisario submarino el medio más adecuado para esos fines, aparte de que los costos de construcción y de operación y mantenimiento lo convierten en el sistema más factible desde el punto de vista económico.**

**Tal como se ha proyectado, el emisario submarino para el alcantarillado sanitario de la Ciudad de Limón constará de los siguientes componentes:**

- 1. Planta de preacondicionamiento: será construida en el Parque Abel Robles, en el mismo sitio donde se encuentra la estación de bombeo. Constará de rejillas de varilla # 4 con separación de 4 cm. y mallas con aberturas de 0,5 mm, con lo cual se tendrá una eliminación considerable de los sólidos que se producen. Desde este punto, las aguas residuales serán transportadas hasta la estación de bombeo que se instalará en el mismo sitio y las impulsará hasta la descarga final.**
- 2. Emisario submarino: tendrá una longitud de unos 1450 metros, incluyendo un tramo terrestre de 300 metros aproximadamente y 60 cm. de diámetro, que parte de la estación de bombeo hasta juntarse con la tubería de polietileno de alta resistencia, de 60 cm de diámetro que constituirá la parte marítima del emisario.  
En los últimos 120 metros del emisario se instalarán los difusores, que consistirán de perforaciones de 7,5 cm. de diámetro que se harán directamente en la tubería de dicho emisario, sin emplear boquillas. Adicionalmente, para darle la estabilidad y protección requeridas a la tubería, se colocarán bloques de anclaje contruidos de concreto y colocados uniformemente, cada 4 metros, desde la profundidad de 8 metros hasta el final. Anteriormente la tubería irá colocada en una zanja-trinchera para su protección, con sus respectivos anclajes cada 8 metros y rellena en su totalidad de concreto.**
- 3. Capacidad de las obras: Tanto la planta de preacondicionamiento como el propio emisario submarino, han sido proyectados para un horizonte de 20 años, y recibirán al inicio del periodo un caudal de aguas residuales de 200 l/s y al final uno de 550 l/s.**
- 4. Financiamiento y costo de las obras: el proyecto será financiado con recursos provenientes del contrato de préstamo suscrito con el Banco Interamericano de Desarrollo, con el cual también se financiaron las obras de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial para la Ciudad de Limón, concluidas a finales del año 1998.**

**Para la construcción de estas obras se estima una inversión cercana a los US\$ 4,5 millones, que incluye la planta de preacondicionamiento y el emisario submarino. Las obras se iniciaron en el mes de mayo de 2002 y estarán a cargo de *Dimon S.A.* y *Constructora Montero S.A.*, que resultaron adjudicatarias de la licitación correspondiente, cuya adjudicación fue publicada en La Gaceta N° 69 del miércoles 10 de abril de 2002.**

## ***DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS***

**Ya que los términos de la licitación facultan a la parte contratada a formular opciones alternativas de construcción y estructuración de la obra, se presenta a continuación una descripción detallada de los componentes operativos en que ha sido dividido el conjunto, para correlacionar posteriormente cada proceso con los correspondientes rubros de pago y especificaciones técnicas especiales.**

### **1 - PLANTA DE PREACONDICIONAMIENTO**

#### **1.1 Control de entrada y rebalse de excedentes:**

La red de cloacas y colectores sanitarios drenan a través de las tuberías del sistema existente hasta el Pozo de Registro N° 276S, ubicado frente al Parque Abel Robles, contiguo al Park Hotel, en el extremo sureste del cuadrante central, donde se encuentra la estación de bombeo final.

Actualmente, los flujos son conducidos desde ese pozo hasta el tanque cisterna de dicha estación de bombeo, que ocupa parte de ese Parque, y que permite la impulsión de los desechos líquidos hasta un punto de descarga, cercano al Edificio de la Naval Portuaria, a unos 300 metros de distancia.

En sustitución de ese pozo se propone la construcción de una cámara enterrada, desde donde serán derivados los flujos hasta la planta de preacondicionamiento propiamente dicha. Esta cámara de derivación consiste en una estructura subterránea a la cual accesa la tubería de salida del Pozo de Registro N° 274S. Los efluentes líquidos se derivan desde esta cámara hacia la planta de preacondicionamiento por medio de dos canales de transición y sendas tuberías de hierro dúctil.

La cámara de derivación comunicará con la superficie por medio de un pozo que permite el ingreso de personal para realizar labores de limpieza y mantenimiento. Las medidas proporcionadas consideran las operaciones de desobstrucción, en el caso eventual de interrupciones que originarán el depósito de líquidos dentro del pozo y su evacuación por rebalse hacia las alcantarillas pluviales existentes.

Elevado sobre el fondo de la cámara, se ha considerado colocar una canaleta de desagüe para verter los desechos acumulados en exceso dentro de ésta, en las tuberías de descarga pluvial que se extienden en paralelo sobre la misma calle del cuadrante.

#### **1.2 Separación de sólidos y Control de flujos:**

Las tuberías, desde la cámara de derivación, ingresan a una cámara de entrada, que comunica con dos canales de conducción y permite la transición de flujos hacia ellos. El ingreso a la cámara de entrada se regula por medio de compuertas deslizantes, colocadas en los extremos de las tuberías de hierro dúctil, y que podrán ser operadas en forma manual o remota por medio del uso de dispositivos electromecánicos.

Los canales de conducción orientan el flujo de desechos a través de un sistema de rejillas que permitirán la separación de sólidos gruesos y otros materiales arrastrados por las corrientes en las alcantarillas y que ingresan indebidamente a los sistemas de tuberías.

Los materiales retenidos por el sistema de rejillas se depositan en un desnivel de fondo y se acumularán temporalmente hasta su remoción manual.

La remoción se realizará arrastrando los materiales sobre los barrotes hasta una canaleta de recolección, desde donde se deslizarán, para su acopio, hacia depósitos de acero inoxidable.

Realizada la separación de gruesos, los flujos serán aforados mediante medidores de caudal de tipo magnético a los que comunican los canales de conducción.

Desde la unidad de medición, se conducirá el caudal efluente hasta una batería de equipos para el tamizado de partículas finas. Se utilizará para esto tubería de hierro dúctil y tres cajas de registro. Sobre la caja de registro de salida, se colocará, para situaciones de emergencia, una compuerta deslizante adicional que será operada únicamente en forma manual.

Para la movilización de equipos, válvulas y las cestas de acopio, se dispondrá de un sistema de grúas con carro viajero.

### **1.3 Separación de partículas en suspensión.**

A la caja de salida del componente anterior, se interconectará un sistema de tuberías de distribución provisto con ocho terminales de salida, una por cada equipo de remoción requerido. En cada una de estas salidas será colocada una válvula de compuerta para interrumpir la descarga individual de líquidos.

Se propone la utilización de ocho equipos mecánicos para el tamizado de los desechos líquidos. Estos equipos, conocidos como militamices, se han dispuesto en un nivel inferior al de la cachera de distribución, en función de las condiciones operativas de maniobra y las dimensiones de los mismos, calculados en función del tipo de remoción requerido, el volumen de flujos y las medidas típicas de estos dispositivos en el mercado local e internacional.

Las partículas y sólidos en suspensión que son tamizados, caen en unas cunetas ubicadas en el nivel inferior, bajo la base de los equipos. Los materiales son transportados a través de estas cunetas por medio de tornillos sin fin, de acción electromecánica, que los conducirán hasta las cestas de depósito, que forman parte del componente operativo siguiente.

Los líquidos drenados por los equipos caerán directamente en el tanque cisterna, que se ubicará bajo los dos niveles operativos que ocupará el proceso de separación de partículas.

El tanque cisterna se ha dimensionado para almacenar una fracción del volumen diario procesado, correspondiente a 9 minutos del caudal de bombeo.

La movilización de estos equipos y de los accesorios mecánicos de la cachera y el sistema de tornillos sin fin, obliga al uso de un sistema de grúas, con viga y carro viajero, que permitirá su transporte hasta las áreas de evacuación previstas.

### **1.4 Sistema de bombeo:**

Los flujos residuales del sistema de cloacas ingresan a la estación de preacondicionamiento en la cota 0 msnm. Los procesos iniciales en dicha estación, que son mecánicos, implican pérdidas de carga que aumentan en gran magnitud la profundidad de escurrimiento de estos flujos. El nivel de salida debe ser elevado para permitir el ingreso de los flujos en el emisario submarino y su conducción por gravedad a través de éste, hasta el punto de descarga final en el fondo marino.

Para esto, se ha dispuesto de un sistema de bombeo que incluye 3 conjuntos de equipo motor-bomba y el arreglo mecánico de accesorios que permitirá la interconexión de estos con el conducto de salida.

## **2 - EMISARIO SUBMARINO**

**El emisario submarino ha sido subdividido en cuatro secciones constructivas que facilitarán el establecimiento de los rubros de pago correspondientes y la elaboración de estas especificaciones:**

- a) Porción terrestre**
- b) Porción marítima sobre fondo coralino**
- c) Porción marítima sobre fondo no coralino, y**
- d) Porción marítima-difusores.**

La porción terrestre, comprende la instalación de la tubería de polietileno de alta densidad desde la caja de acceso y limpieza operativa, en la salida de la cachera de impulsión de la planta de preacondicionamiento (est 0+000), hasta el punto de interconexión con la porción marítima, en la vecindad de la Oficina Naval (est

0+279.31). La línea de construcción propuesta considera el paso del emisario submarino a través del tajamar, extendiéndose sobre una franja paralela a éste, en el extremo superior de la costa.

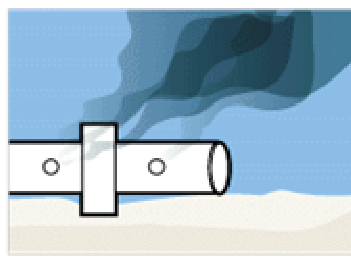
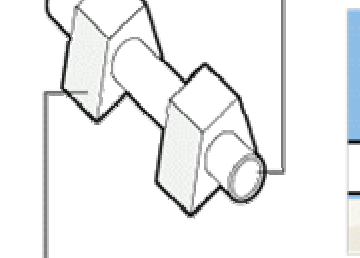
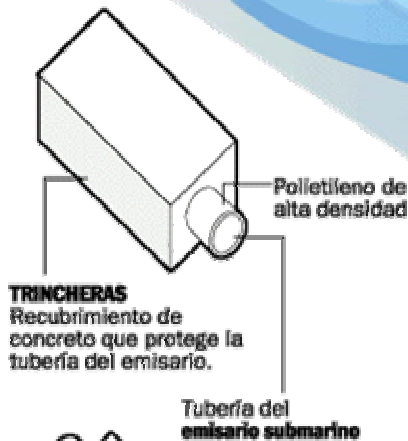
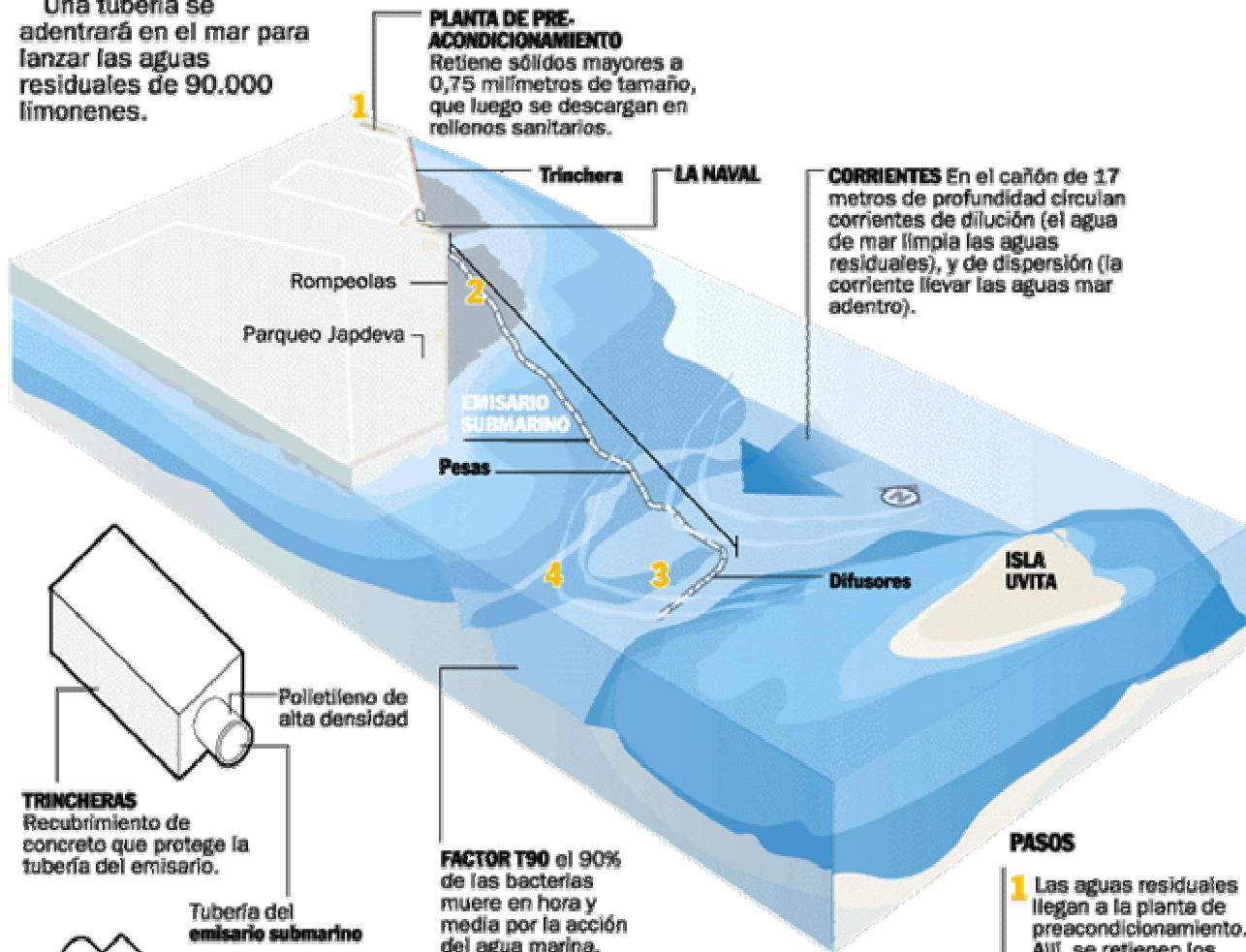
La porción marítima sobre fondo coralino, comprende el sector del emisario submarino que se extenderá bajo el mar sobre las formaciones de coral; desde el punto de interconexión con la porción terrestre (est 0+279.31) y sobre toda la longitud de las formaciones de coral existentes (est 0+564.96).

La porción marítima sobre fondo no coralino, comprende el sector del emisario submarino que se extenderá bajo el mar sobre formaciones rocosas, arenosas o limosas en las que no están presentes estructuras de coral (est 0+564.96 a est 1+230.02).

**La porción marítima-difusores, comprende el extremo final del emisario submarino, que se extenderá sobre formaciones rocosas, arenosas o limosas, no coralinas, en el que se ha previsto colocar las tuberías de difusión a través de las cuales descargarán los flujos residuales (est 1+230.02 a est 1+427.14).**

## EN EL FONDO MARINO

Una tubería se adentrará en el mar para lanzar las aguas residuales de 90.000 limonenses.



### PASOS

- 1** Las aguas residuales llegan a la planta de pre-acondicionamiento. Allí, se retienen los sólidos mayores a 0,75 milímetros de tamaño.
- 2** El resto, pasa a la tubería del emisario submarino.
- 3** Las aguas residuales son descargadas en un cañón de 17 metros, en el fondo del mar.
- 4** Por efecto de las corrientes, las aguas se diluyen y dispersan. Tampoco llegan a la costa.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

# **EMISARIO SUBMARINO PARA EL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LIMON**

## **INDICE DE LÁMINAS**

### **PERSPECTIVA DEL PROYECTO E INDICE**

- LAMINA Nº 1 LOCALIZACION – UBICACIÓN – AREA DE PROYECTO
- LAMINA Nº 2 OBRAS EXISTENTES / PLANTA GENERAL Y FACHADAS
- LAMINA Nº 3 OBRAS EXISTENTES / CORTES GEOMETRICOS
- LAMINA Nº 4 PROYECTO PROPUESTO – DIST. ESPAC. DE COMPONENTES - INDICE  
DIAGRAMATICO

#### *SECCION A: AREA DE RECREO PUBLICO Y ACCESO A NIVELES OPERATIVOS*

- LAMINA Nº 5 DISEÑO DE SITIO - PLANTA ARQUITECTONICA - NIVEL SUPERIOR / IV
- LAMINA Nº 6 CORTE ARQUITECTONICO LONGITUDINAL
- LAMINA Nº 7 CORTES ARQUITECTONICOS TRANSVERSAL I y II
- LAMINA Nº 8 DETALLES ESPECIALES: ACCESO A NIVELES OPERATIVOS - ESTRUCTURA DE  
CASCADA – ELEMENTOS ORNAMENTALES
- LAMINA Nº 9 DETALLES GEOMETRICOS – ESTRUCTURA DE CARACOL Y MONUMENTO
- LAMINA Nº 10 OBRAS EXTERIORES: SISTEMA DE EVACUACION PLUVIAL Y DETALLES DEL  
DRENAJE
- LAMINA Nº 11 OBRAS EXTERIORES: INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS

#### *SECCION B: ESTRUCTURA DE DERIVACIÓN Y CONTROL DE REBALSES*

- LAMINA Nº 12 DISEÑO DE SITIO CAMARA ENTERRADA – INTERCONEXION REBALSE –  
PLUVIALES – DISEÑO HIDRAULICO SISTEMA DE REBALSE
- LAMINA Nº 13 CORTES GEOMETRICOS – TRANSVERSAL I, II, LONGITUDINAL I, II - DETALLES  
CONSTRUCTIVOS Y MECANICOS

#### *SECCION C: SEPARACIÓN DE SOLIDOS Y CONTROL DE FLUJOS*

- LAMINA Nº 14 DISEÑO GEOMETRICO – PLANTA SOBRE NIVEL OPERATIVO / III – PLANTA BAJO  
PISO NIVEL III – CORTE TRANSVERSAL
- LAMINA Nº 15 DETALLES ESPECIALES: CANAL Y COMPUERTAS DE ACCESO, REJILLAS Y  
DEPOSITO DE SOLIDOS, DISPOSITIVO DE AFORO, CAJAS DE REGISTRO Y SALIDA
- LAMINA Nº 16 DETALLES ESPECIALES: ESCALERA DE CARACOL – PLANTA MECANICA Y  
ELECTRICA – SISTEMA DE MOVILIZACION

#### *SECCION D: SEPARACIÓN DE PARTICULAS Y TANQUE CISTERNA*

- LAMINA Nº 17 DISEÑO GEOMETRICO AREA OPERATIVA – NIVELES II Y III: PLANTA DE  
DISTRIBUCION – CORTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL

- LAMINA Nº 18 DISEÑO HIDRAULICO: CACHERA DE DISTRIBUCION, TABLA DE ELEMENTOS, DISPOSITIVOS DE ANCLAJE, MILITAMICES, TORNILLO SIN FIN – DEPOSITOS DE ACOPIO
- LAMINA Nº 19 DISEÑO ELECTROMECHANICO: PLANTA GENERAL – DETALLES ESPECIALES – MOTORES, ACOPLES y GRUAS
- LAMINA Nº 20 DISEÑO GEOMETRICO E HIDRAULICO TANQUE CISTERNA – PLANTA SOBRE NIVEL I – CORTES TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL – DETALLES CAMARA DE SUCCION – DETALLES CONSTRUCTIVOS

*SECCION E: MOVILIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS*

- LAMINA Nº 21 EDIFICIO DE CARGA Y DESCARGA / NIVEL IV: PLANTA DE DISTRIBUCION SOBRE NIVEL SUPERIOR – CORTES GEOMETRICOS – FACHADA ESTE - DETALLES DE PARED Y APOYO ESTRUCTURAL – ESTRUCTURA DE TECHO – PORTON EXTERNO – COMPUERTAS DE PISO – DETALLES DEL SISTEMA DE IZAJE
- LAMINA Nº 22 DISEÑO GEOMETRICO AREA OPERATIVA – NIVELES II Y III: PLANTA DE DISTRIBUCION – CORTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL – DETALLE DE PASARELA – ESCALERA MOVIL – CÁMARA PARA DEPOSITOS DE ACOPIO – DETALLES DEL SISTEMA DE IZAJE
- LAMINA Nº 23 DISEÑO HIDRAULICO: CACHERA DE SUCCION - TABLA DE ELEMENTOS - DISPOSITIVOS DE ANCLAJE, ACCESORIOS DE SALIDA – DETALLES CONSTRUCTIVOS
- LAMINA Nº 24 DISEÑO ELECTROMECHANICO: PLANTA GENERAL – DETALLES ESPECIALES – MOTORES, ACOPLES y GRUAS

*SECCION F: ESTACION DE BOMBEO*

- LAMINA Nº 25 DISEÑO GEOMETRICO AREA OPERATIVA – NIVELES IV Y II: PLANTA DE DISTRIBUCION – CORTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL – DETALLE DE PASARELA – ESCALERA MOVIL – TABLEROS DE CONTROL Y GENERADOR DE EMERGENCIA – DETALLES DEL SISTEMA DE IZAJE - PASAMUROS
- LAMINA Nº 26 DISEÑO HIDRAULICO: CACHERA DE IMPULSION - TABLA DE ELEMENTOS - DISPOSITIVOS DE ANCLAJE, ACCESORIOS DE SALIDA – DETALLES CONSTRUCTIVOS
- LAMINA Nº 27 DISEÑO ELECTROMECHANICO: PLANTA GENERAL – DETALLES ESPECIALES – ACCESORIOS – TRANSFORMADORES – PLANTA Y TABLEROS - ACOPLES y GRUAS

## **ANEXO No. 7**

**REGLAMENTO DE VERTIDO Y REUSO DE**

**AGUAS RESIDUALES**

**(TABLAS DE FRECUENCIA MÍNIMA y LÍMITE**

**MÁXIMO PERMISIBLE)**

**TABLA A7.1  
FRECUENCIA MINIMA DE PRESENTACION  
DE REPORTES OPERACIONALES**

.TIPO DE AGUA RESIDUAL	FRECUENCIA (según caudal en m3/día)		
	Trimestral	Semestral	Anual
Ordinario	> 100	50 a 100	< 50
Especial	> 100	10 a 100	< 10

**TABLA A7.2  
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA EL VERTIDO DE AGUAS  
RESIDUALES EN CUERPOS DE AGUA**

PARAMETRO	LIMITE MAXIMO
- Grasas/aceites	30 mg/l
- Potencial hidrógeno	5 a 9
- Temperatura	15°C ≤ T ≤ 40°C
- Sólidos sedimentables	1 ml/l
- Materia flotante	ausente
- Mercurio	0,01 mg/l
- Aluminio	5 mg/l
- Arsénico	0,1 mg/l
- Bario	5 mg/l
- Boro	3 mg/l
- Cadmio	0,1 mg/l
- Cloro residual	1 mg/l
- Color	50
- Cromo	1,5 mg/l
- Cianuro total	1 mg/l
- Cianuro libre	0,1 mg/l
- Cianuro libre en el cuerpo de agua, fuera del área de mezcla	0,005 mg/l
- Cianuro disociable en ácido débil	0,5 mg/l
- Cobre	0,5 mg/l
- Plomo	0,5 mg/l
- Estaño	2 mg/l
- Fenoles	1 mg/l
- Níquel	1 mg/l
- Zinc	5 mg/l
- Plata	1 mg/l
- Selenio	0,05 mg/l
- Sulfitos	1 mg/l
- Sulfuros	25 mg/l
- Fluoruros	10 mg/l
- Sumatoria de los compuestos organofosforados	0,1 mg/l
- Sumatoria de los carbamatos	0,1 mg/l
- Sumatoria de los compuestos organoclorados	0,05 mg/l
- Sustancias activas al azul de metileno	2 mg/l

# ANEXO No. 3

## FICHAS DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

# **F I C H A S**

## **PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS CIUDADES DE COSTA RICA**

Mapa 3.1 Distribución de las PTAR en Ciudades por Provincia



**PROVINCIA**

**SAN JOSÉ**

<b>NOMBRE:</b>	<b>SAN ISIDRO</b>
----------------	-------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Pérez Zeledón	<b>DISTRITO:</b> San Isidro de El General
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3444-II San Isidro		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 494,9 / 368,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno Quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Calle Pública Sur: Río Quebradas Este: Taller Oeste: Instalaciones MOPT	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lagunas de Estabilización
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1975
<b>DISEÑO:</b>	AyA
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Quebradas
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y excedencias</li> <li>2. Cámara de rejillas</li> <li>3. Medidor de caudal Parshall</li> <li>4. Caja de distribución de caudales (50% a cada laguna)</li> <li>5. Dos cámaras de distribución de caudales (33,33% para cada tubería de entrada)</li> <li>6. Dos lagunas facultativas (con tres entradas)</li> <li>7. Tubería de descarga</li> <li>8. Caseta del operador</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CONEXIONES:</b>	2443
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	SI
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Todo tipo
<b>TARIFA:</b>	Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : ¢1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : ¢78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : ¢821,34 por mes

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por una malla ciclón, de reciente construcción, en todos sus costados.
2. Hay Bodega para las herramientas y equipos del operador.
3. El material retenido en rejillas y cajas de distribución (arena) se depositan directamente en un hueco de tierra en el terreno. Posteriormente se le agrega tierra y cal.
4. Los lodos estabilizados del sistema lagunar se extraen con una frecuencia aproximada de 5 años.
5. La ciudad de San Isidro cuenta con un Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario.
6. Se ha sugerido incluir un UASB como tratamiento primario y dejar las lagunas existentes como tratamiento secundario, esto con el fin de mejorar la calidad del efluente y aumentar la cobertura de la población cubierta con este servicio. El espacio disponible de terreno no permite la construcción de más lagunas facultativas.
7. Para la operación y el mantenimiento cuenta con 2 funcionarios que se encargan de la limpieza de las estructuras, extracción de natas en las lagunas, medición en el campo de parámetros tales como el pH, Suspendidos Sedimentables, Temperatura y el caudal.



Lagunas de Estabilización Facultativas de San Isidro de Pérez Zeledón



Talud y Estructuras de Entrada de la Laguna 2



Vertedero de Excedencias y Estructura de Entrada y Rejillas

**PROVINCIA**

**ALAJUELA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>VILLA BONITA (LAS CLOACAS)</b>
----------------	-----------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Alajuela
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 512,0 / 221,0

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Finca Sur: Villa Bonita Este: Finca Oeste: Línea del tren	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque Imhoff y lechos de contacto
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1943
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada (sin nombre)
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Canal de distribución</li> <li>2. Dos desarenadores</li> <li>3. Tanque Imhoff</li> <li>4. Tanque de carga</li> <li>5. Lechos de contacto (Filtro de piedra en el terreno)</li> <li>6. Canal de recolección agua filtrada</li> <li>7. Lechos de secado</li> <li>8. Tubería de desfogue</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	6000
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Todo tipo
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. La red de alcantarillado sanitario tiene una longitud de 64,5 km. El diámetro medio es de 180 mm.
2. La cuadrilla de mantenimiento esta compuesta por: un chofer, un encargado, dos operarios, 4 peones y 6 operadores de plantas. Esta cuadrilla se encarga de esta PTAR y de todas las otras que la Municipalidad de Alajuela ha recibido de urbanizadores.
3. En el terreno se observa una gran cantidad de ganado lechero y una pequeña lechería.
4. Las aguas residuales ingresan a la cámara de entrada y de ahí son conducidas directamente al cuerpo receptor.
5. No existe ningún sistema de rejillas para la retención de sólidos que puedan ocasionar problemas de obstrucción.
6. Las estructuras están deterioradas y se ha depositado gran cantidad de tierra en algunos sectores, y en otros se ha acumulado agua de lluvia.
7. Hay cuatro cámaras de sedimentación, dos por cada tanque Imhoff. Están alineados en forma paralela y pueden ser alimentados por cualquiera de sus dos extremos.
8. En el fondo del tanque Imhoff se observa una gran cantidad de lodo ya mineralizado y probablemente de muchos años de estar depositado en el fondo de la estructura.
9. La función básica del tanque de carga es generar una carga hidráulica adecuada para que el agua pueda llegar a los filtros por medio de las tuberías de aspersión.
10. La línea del tren separa el TI del filtro.
11. Los filtros de Piedra están divididos en dos secciones, uno de 51,3 m de ancho por 20,5 m de largo, y el otro de 51,3 m de ancho por 28,1 m de largo. Ambos tienen aproximadamente 1 m de piedras de grava redondeadas. El agua llega a los filtros por medio de una red de tuberías de hierro con orificios para que el agua salga por presión.
12. El filtro está abandonado.
13. Dentro de las tuberías de distribución del agua al filtro, se observa una gran cantidad de lodo. Se observa además, como se han desaparecido gran cantidad de tuberías de distribución.
14. La quebrada donde se descargan las aguas residuales crudas presenta mal aspecto y mal olor. Esta quebrada se encuentra canalizada en algunos tramos.
15. Aparentemente, esta PTAR tiene capacidad para 13.547 m<sup>3</sup>/día.
16. La PTAR se localiza al suroeste del centro de la ciudad.



Tanque Imhoff (Sedimentador)



Tanque Imhoff (Biodigestor)



Filtros de Piedra



Tubería de hierro obstruida por sedimentos

**PROVINCIA**

**CARTAGO**

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE CARTAGO</b>
----------------	--------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> Cartago	<b>DISTRITO:</b> Occidental
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3445-IV-22 Tejar		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 544,7 / 204,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b> Quebrado con poca pendiente	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Viviendas Sur: Viviendas Este: Viviendas Oeste: Viviendas	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Sedimentación primaria y lechos de contacto
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1943
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	No
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Cartago
<b>COMPONENTES:</b>	
9. Canal de distribución 10. Dos desarenadores 11. Lechos de contacto (Filtro de piedra en el terreno) 12. Canal de recolección agua filtrada 13. Tubería de desfogue	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Zopilote

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Cartago
<b>CONEXIONES:</b>	7.323
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	No
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Toda Clase
<b>TARIFA:</b>	

<b>OBSERVACIONES</b>
1. Sólo se encuentran parte de los componentes antes mencionados, ya que se han eliminado debido a la necesidad de urbanizar. 2. No se dispone de fotografías.

**PROVINCIA**

**HEREDIA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE HEREDIA</b>
----------------	--------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-3 Cubujuquí		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 523,2 / 219,8

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno Quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  100 metros
	Norte: Finca Sur: Finca Este: Río Pirro Oeste: Finca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque Imhoff y lechos de contacto
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1943
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	No
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>COMPONENTES:</b>	
14. Canal de distribución 15. Dos desarenadores 16. Tanque Imhoff 17. Caja de válvulas 18. Tubería de desfogue	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Pirro

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CONEXIONES:</b>	ND
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	No
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Toda Clase
<b>TARIFA:</b>	ND

## OBSERVACIONES

1. La red de alcantarillado sanitario fue construida en 1940.
2. El Emisario final es de 300 mm de diámetro, en alcarraza y llega hasta una caja de registro situada a 100 metros al sur del Colegio Ing. Manuel Benavides. De dicha caja salen dos tuberías, una hacia la PTAR y otra directa al río Pirro. Esta última conduce el agua de excedencia por conexiones ilícitas e infiltraciones.
3. La planta se localiza a 800 metros al sur del Colegio Ing. Manuel Benavides.



Entrada a la PTAR de la Ciudad de Heredia



Vista General de la PTAR de la Ciudad de Heredia

**PROVINCIA**

**GUANACASTE**

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE CAÑAS</b>
----------------	------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Guanacaste	<b>CANTÓN:</b> Cañas	<b>DISTRITO:</b> Cañas
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3147-II Cañas		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 416,7 / 267,2

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Carretera Sur: Interamericana Este: Finca Oeste: Vivienda y Finca Finca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Lagunas Facultativas		
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1959	<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodolfo Sáenz Forero Rehabilitación: Ing. Dagoberto Araya Villalobos (2001)
<b>EQUIPO ELECTROMECÁNICO:</b> NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> AyA		
<b>CUERPO RECEPTOR:</b> Río Cañas		
<b>COMPONENTES:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y de rejillas</li> <li>2. Distribución de caudales No. 1</li> <li>3. Distribución de Caudal No 2</li> <li>4. Lagunas primarias tipo facultativas</li> <li>5. Lagunas secundarias tipo facultativas</li> <li>6. Estructura de desfogue</li> <li>7. Caseta del operador</li> </ol>		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> AyA		
<b>CONEXIONES:</b> 1188	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO

<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Todo tipo	<b>TARIFA:</b> Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : €1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : €78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : €821,34 por mes
------------------------------------	--

### OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por una malla ciclón (de reciente construcción) en toda su periferia.
2. El agua residual tratada se descarga en un canal natural que atraviesa una o varias fincas antes de llegar al río Cañas.
3. El alcantarillado sanitario es del tipo combinado en el centro de la ciudad de Cañas, el resto de las tuberías funcionan en forma separativa.
4. **Lagunas primarias tipo facultativas:** son dos lagunas con las siguientes dimensiones, la laguna No. 1, 152 m de largo, 65 m de ancho, y de xx m de profundidad útil, y la laguna No. 2 xxx m de largo, xx m de ancho, y de xx m de profundidad útil. Cada laguna tiene 3 tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y tres tuberías de salida. Bajo una de estas estructuras se encuentra la tubería de limpieza.
5. **Lagunas secundarias tipo facultativas:** son dos lagunas de 147 m de largo, 60 m de ancho, y de 1,5 m de profundidad útil (laguna No. 3 y Laguna No. 4). El efluente de la laguna No. 1 se deposita en la laguna No. 3 y el efluente de la laguna No. 2 se deposita en la laguna No. 4. Cada laguna tiene 3 tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y una estructura de salida, bajo la cual se localiza la tubería de limpieza.
6. La operación la lleva a cabo un funcionario de AyA que labora en un turno de seis horas: de 8:00 am a 2:00 pm. El mantenimiento es ejecutado por cuatro funcionarios, contratados por ese fin. Laboran en dos turnos de dos personas de 6:00 am a 12:00 md, y de 12:00 md a 6:00 pm.
7. Se lleva a cabo el monitoreo de campo que establece el Reglamento de Vertido, así como los muestreos y análisis correspondientes para la elaboración del Reporte Operacional.



A la derecha se observan las lagunas facultativas primarias y a la izquierda las lagunas facultativas secundarias.



Se observan las lagunas primarias y las tuberías de entrada.

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE SANTA CRUZ</b>
----------------	-----------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Guanacaste	<b>CANTÓN:</b> Santa Cruz	<b>DISTRITO:</b> Santa Cruz
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3046-I Diría		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 362,5 / 251,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno Plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  100 metros
	Norte: Río Diría Sur: Río Diría Este: Finca Oeste: Río Diría	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lagunas facultativas
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1975
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Diría
<b>COMPONENTES:</b>	
8. Cámara de entrada	
9. Rejillas	
10. Distribución de caudales No. 1	
11. Distribución de Caudal No 2	
12. Lagunas primarias tipo facultativas	
13. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CONEXIONES:</b>	1167
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Todo tipo
<b>TARIFA:</b>	Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : ¢1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : ¢78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : ¢821,34 por mes

## OBSERVACIONES

1. El material retenido en rejillas y cajas de distribución (arena) se depositan directamente en un hueco de tierra en el terreno. Posteriormente se le agrega tierra y cal.
2. Los lodos estabilizados del sistema lagunar se extraen con una frecuencia aproximada de 5 años.
3. Hay Bodega para las herramientas y equipos del operador.
4. El mantenimiento de las estructuras, lagunas y áreas verdes es subcontratado. Tiene un costo de aproximadamente un millón de colones por mes.
5. **Lagunas primarias tipo facultativas:** son dos lagunas de 230 m de largo, 25 m de ancho, y de 1,5 m de profundidad útil (laguna No.1 y laguna No. 2). Cada laguna tiene 3 tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y una estructura de salida. Bajo esta última estructura se encuentra la tubería de limpieza.
6. AyA adquirió un terreno de 25 hectáreas para ampliar el sistema lagunar. Se construirán dos lagunas facultativas primarias y dos lagunas facultativas secundarias. Las lagunas existentes funcionarán como lagunas terciarias.
7. La operación la lleva a cabo un funcionario de AyA que labora en un turno de seis horas: de 8:00 am a 2:00 pm. El mantenimiento es ejecutado por cuatro funcionarios, contratados por ese fin. Laboran en dos turnos de dos personas de 6:00 am a 12:00 md, y de 12:00 md a 6:00 pm.
8. Se lleva a cabo el monitoreo de campo que establece el Reglamento de Vertido, así como los muestreos y análisis correspondientes para la elaboración del Reporte Operacional.



Aspecto de una de las dos lagunas Facultativas



Se puede observar la caja de distribución No. 2 que permite distribuir el caudal en partes iguales a cada una de las tres tuberías de entrada de la laguna No. 2.

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE NICOYA</b>
----------------	-------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Guanacaste	<b>CANTÓN:</b> Nicoya	<b>DISTRITO:</b> Nicoya
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3146-III Matambú		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 378,4 / 236,5

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  100 metros
	Norte: Río Chipanzo Sur: Calle pública Este: Calle pública Oeste: Finca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lagunas Facultativas
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1975
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Chipanzo
<b>COMPONENTES:</b>	
14. Cámara de entrada y de Rejillas 15. Distribución de caudales No. 1 16. Distribución de Caudal No 2 17. Lagunas primarias tipo facultativas 18. Estructura de desfogue 19. Caseta del operador	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CONEXIONES:</b>	1070
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : ₡1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : ₡78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : ₡821,34 por mes

## OBSERVACIONES

1. El material retenido en rejillas y cajas de distribución (arena) se depositan directamente en un hueco de tierra en el mismo terreno. Posteriormente se le agrega tierra y cal.
2. Los lodos estabilizados del sistema lagunar se extraen con una frecuencia aproximada de 5 años.
3. **Lagunas primarias tipo facultativas:** son dos lagunas de 150 m de largo, 60 m de ancho, y de 1,5 m de profundidad útil (laguna No.1 y laguna No. 2). Cada laguna tiene 3 tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y una estructura de salida. Bajo esta última estructura se encuentra la tubería de limpieza.
4. AyA adquirió un terreno de 12 hectáreas para ampliar el sistema lagunar, contiguo al terreno actual. Se construirán dos lagunas facultativas secundarias.
5. La OyM la llevan a cabo dos funcionarios que laboran en dos turnos de seis horas: de 6:00 am a 12:00 md y de 12:00 md hasta las 6:00 pm.
6. Se lleva a cabo el monitoreo de campo que establece el Reglamento de Vertido, así como los muestreos y análisis correspondientes para la elaboración del Reporte Operacional.



Al fondo se puede observar la tubería de salida de la laguna No. 2, así como la estructura de limpieza.



Se puede observar las tres tuberías de entrada de la laguna No. 1.

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE LIBERIA</b>
----------------	--------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Guanacaste	<b>CANTÓN:</b> Liberia	<b>DISTRITO:</b> Liberia
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3147-IV Monteverde		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 376,4 / 289,6

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Río Liberia Sur: AyA Este: Viviendas Oeste: Finca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Lagunas Facultativas		
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1975	<b>DISEÑO:</b>	Empresa inglesa Black and Veach (1975) y el Ing. Dagoberto Araya del AyA (1999).
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> AyA		
<b>CUERPO RECEPTOR:</b> Río Liberia		
<b>COMPONENTES:</b>		
20. Cámara de entrada y de rejillas 21. Distribución de caudales No. 1 22. Distribución de Caudal No 2 23. Lagunas primarias tipo facultativas 24. Distribución de Caudal No 3 25. Lagunas secundarias tipo facultativas 26. Estructura de desfogue 27. Caseta del operador		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> AyA		
<b>CONEXIONES:</b> 2920	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Todo tipo	<b>TARIFA:</b>	Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : ¢1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : ¢78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : ¢821,34 por mes

---

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por una malla ciclón en los costados este, parte del costado norte y parte del costado sur, de reciente construcción. Al sur y parte del costado norte, cuenta con alambre de púas, en mal estado.
  2. Se observan grandes espacios entre el terreno y la malla ciclón que permite el paso de personas.
  3. **Lagunas primarias tipo facultativas:** son dos lagunas de 285 m de largo, 60 m de ancho, y de 2 m de profundidad útil (laguna No.1 y laguna No. 2). Cada laguna tiene 3 tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y una estructura de salida. Bajo esta última estructura se encuentra la tubería de limpieza.
  4. **Lagunas secundarias tipo facultativas:** son dos lagunas de 285 m de largo, 80 m de ancho, y de 1,5 m de profundidad útil (laguna No. 3 y Laguna No. 4). El efluente de la laguna No. 1 se deposita en la laguna No. 3 y el efluente de la laguna No. 2 se deposita en la laguna No. 4. Cada laguna tiene 3 tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y una estructura de salida. Para la limpieza de las lagunas se deajo funcionando la estructura que se encuentra debajo de la vieja estructura de salida.
1. La operación la lleva a cabo un funcionario de AyA sin horario fijo. El mantenimiento es ejecutado por cuatro funcionarios, contratados por ese fin. Laboran en dos turnos de dos personas de 6:00 am a 12:00 md, y de 12:00 md a 6:00 pm.
- Se lleva a cabo el monitoreo de campo que establece el Reglamento de Vertido, así como los muestreos y análisis correspondientes para la elaboración del Reporte Operacional.



Las dos lagunas que se construyeron en 1999, tienen todo el talud interno de concreto. Son las lagunas primarias.



La caja de distribución de caudales No.2 distribuye el caudal en partes iguales a cada una de las tres tuberías de entrada de la laguna.

**PROVINCIA**

**PUNTARENAS**

<b>NOMBRE:</b>	<b>EL ROBLE</b>
----------------	-----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Puntarenas	<b>CANTÓN:</b> Puntarenas	<b>DISTRITO:</b> Barranca – El Roble
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3245-I Barranca		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 455,4 / 218,6

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Calle pública Sur: Cancha de futbol Este: Comunidad El Roble Oeste: Calle pública	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos activados convencional (LAC)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1991
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Francisco Pizarro
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Estero
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y tamiz</li> <li>2. Canal de ingreso con medición de caudal tipo parshall</li> <li>3. Sedimentador primario</li> <li>4. Tanque de aireación</li> <li>5. Sedimentador secundario</li> <li>6. Tanque Cisterna</li> <li>7. Desinfección</li> <li>8. Impulsión al Estero</li> <li>9. Tanque de lodos</li> <li>10. Lagunas de lodos</li> <li>11. Caseta para operador, caseta para equipo de recirculación y purga de lodos</li> <li>12. Laboratorio</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CONEXIONES:</b>	6300
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	SI

<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Todo tipo	<b>TARIFA:</b> Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : €1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : €78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : €821,34 por mes
------------------------------------	--

### OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por malla ciclón en todos sus costados. Buen estado.
2. Dentro de las instalaciones se puede observar una PTAR antigua, construida en 1981 y que se encuentra fuera de operación. Esta PTAR es del tipo Canales de Oxidación (CO).
3. La PTAR se encuentra prácticamente dentro de la comunidad de El Roble, en una zona de potencial crecimiento urbano, muy lejos de un cuerpo receptor para verter las aguas residuales tratadas y las posibilidades de ampliación futura son limitadas.
4. La planta, si bien no se encuentra sobrecargada hidráulicamente (medido según REPOs Qd = 48,3 l/s, según diseño Qd = 85 l/s) ha alcanzado prácticamente la carga orgánica (CO<sub>d,DBO</sub>) para la que fue diseñada, de acuerdo con la siguiente información:
5. CO<sub>d,DBO</sub> = 976 kg/d, medido según REPOs
6. CO<sub>d,DBO</sub> = 1161 kg/d, según estimación del Consorcio CESEL-CES
7. CO<sub>d,DBO</sub> = 1175 kg/d, según diseño
8. Las canaletas tipo sierra de los sedimentadores (primario y secundario) se encuentran en muy malestado.
9. Para la OyM cuenta con 4 operadores (turnos de 8 horas cada uno) y un encargado de planta. Se lleva a cabo la medición del caudal, y medición del pH, Temperatura, Sólidos Sedimentables, así como del OD en el TA.
10. El laboratorio Nacional de Aguas lleva a cabo, una vez al mes los análisis de las aguas residuales procedentes de la entrada y la salida de la PTAR. Esta información se utiliza para la elaboración de los Reportes Operacionales que exige el Reglamento de Vertido y Reuso vigente. Se presentan 4 reportes al año.
11. Los lodos generados en el tratamiento y que se encuentran en el sedimentador primario y secundario, se envían al tanque de lodos y luego estos son bombeados hasta las lagunas de lodos.
12. Las lagunas de lodos, en ocasiones producen mal olor, lo cual es una característica de un sistema anaerobio.
13. Al tanque cisterna ingresan las aguas residuales tratadas en esta PTAR, así como de la PTAR de INOLASA y de SARDIMAR. Luego son impulsadas hasta el Estero.
14. Actualmente, el Consorcio Peruano-Alemán CESEL-CES lleva a cabo el Plan Maestro para el Alcantarillado Sanitario del Gran Puntarenas. Dicho estudio menciona la necesidad de trasladar la ubicación de la PTAR existente, a otro sitio, al noreste de Chacarita. El sistema de tratamiento propuesto es UASB + Lagunas Facultativas + Lagunas de Maduración.
15. El caudal de diseño está dado para 85 l/s. En la actualidad se tienen aforos de 48 l/s, y registros obtenidos por inducción magnética de 64 l/s.



La torre de la izquierda es la caja de reunión a la cual llegan todos los afluentes ( por bombeo ), luego se observa el tamiz autolimpiante y al fondo la caseta del operador. En primer plano a la derecha se observa el canal de entrada, donde se localiza el vertedero tipo Parshall



Vista de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales  
tipo Lodos Activados



Sedimentadores primarios



Tanques de aireación. La aireación se lleva a cabo mediante 6 mezcladores superficiales

**F I C H A S**

**PLANTAS DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES DE LAS  
URBANIZACIONES  
DE COSTA RICA**

Mapa 3.2 Distribución de las PTAR en Urbanizaciones por Provincia



**PROVINCIA**

**SAN JOSÉ**

<b>NOMBRE:</b> <b>LOS MANZANOS Y ROSSITER CARBALLO</b>
--

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> San José	<b>DISTRITO:</b> Uruca
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-8 Pavas		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 522,4 / 216,5

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  25 metros
	Norte: Río Virilla Sur: Cancha de Basketball Este: Vivienda Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	ND
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1991
<b>DISEÑO:</b>	PLATARD Centroamericana S.A.
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Virilla
<b>COMPONENTES:</b>	
1. Desconocidos.	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	205
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El terreno esta protegido en todos sus costados.</li> <li>2. Se observa mucha maleza que cubre totalmente las estructuras lo que hace imposible conocer que fue lo que se construyó en el sitio.</li> <li>3. El terreno donde se localizan estas dos urbanizaciones es sumamente quebrado. La Urb. Rossiter Carballo se localiza en la parte alta y los Manzanos en la parte baja.</li> <li>4. La PTAR se construyó con recursos del IMAS.</li> <li>5. Se puede observar las aguas residuales rebalsando por una tapa de registro.</li> </ol>



La PTAR esta cubierta totalmente de maleza

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA ARBOLEDA</b>
----------------	--------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> San José	<b>DISTRITO:</b> San Sebastián
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-14 María Aguilar	<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 528,3 / 210,25	

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Sur: ND Este: Oeste:	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque Séptico
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1976
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Tiribí
<b>COMPONENTES:</b>	
No se pudo localizar ninguna estructura, debido a la gran cantidad de maleza	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	250
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>En un futuro se podrá conectar la red de alcantarillado sanitario de la urbanización al colector Tiribí 2, por bombeo.</li> <li>Se desconoce si efectivamente se llegó a construir el TS.</li> </ol>

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA CAPRI</b>
----------------	-----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Desamparados	<b>DISTRITO:</b> San Miguel
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-19 Cucubres		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 529,4 / 206,5

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b> Los 4 terrenos son quebrados	<b>LINDEROS:</b> Norte: Sur: (ver ubicación Este: IGN) Oeste:	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Son 4 PTAR: a) dos del tipo Filtro Anaerobio de Flujo Horizontal (FAFH) con sedimentación secundaria (Cola de Pavo y Ron-Ron) y b) dos del tipo Tanque de Aireación con Filtro Aerobio de Flujo Descendente (FAFD) (Chaperno y Pochote)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1988	<b>DISEÑO:</b> Ing. Rodrigo Bustamante (AQUASAN)
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b> Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Jorco
<b>COMPONENTES:</b>	
Filtración Anaerobia de Flujo Horizontal:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sedimentador primario</li> <li>2. Filtro biológico y lecho de contacto</li> <li>3. Sedimentador secundario</li> <li>4. Lechos de secado</li> </ol>	
Tanque de Aireación con Filtración Aerobia de Flujo Descendente:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanque de aireación mecánica (aireadores superficiales) con sedimentador</li> <li>2. Filtro percolador</li> <li>3. Recirculación del lodo desde el sedimentador</li> <li>4. Sedimentador secundario</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>		Ninguno	
<b>CONEXIONES:</b>	2306	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja	<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>	
<p>1. La cobertura por tipo de PTAR es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cola de Pavo = 120 viviendas,</li> <li>➤ Ron-Ron = 170 viviendas,</li> <li>➤ Chaperno = 660 viviendas, y</li> <li>➤ Pochote = 1356 viviendas.</li> </ul> <p>2. Todas las 4 PTAR están abandonadas y cubiertas de maleza, que en la mayoría de los casos hace muy difícil su acceso.</p> <p>3. Se le señalan los siguientes problemas a este tipo de tratamiento: distribución del filtro biológico presenta corto circuitos, los tiempos de retención son muy bajos, presenta corto circuitos, el balance de tiempos de aireación y sedimentación son imprecisos, consumen mucha energía eléctrica.</p> <p>4. En un futuro se podrán conectar estas aguas residuales a la extensión del colector Jorco, por gravedad, debido a que este colector está proyectado paralelo al río Jorco.</p>	



Una de las PTAR de La Capri.



PTAR con aireación mecánica



Todas las estructuras están cubiertas de maleza y en algunos casos, las aguas residuales rebalsan por las tapas de registro.

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA PAX</b>
----------------	---------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Desamparados	<b>DISTRITO:</b> San Miguel
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-19 Cucubres		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 530,05 / 206,05

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno forma parte del lecho del río	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Río Cucubres Sur: Lote Este: Lote Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA) + Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1989
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Manuel López
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Cucubres
<b>COMPONENTES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se pueden corroborar en el sitio debido a la maleza que cubre las estructuras.</li> </ul>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	113
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Los terrenos están protegidas por malla ciclón. De mal a regular estado.</li> <li>Se desconoce si la PTAR llegó a construirse en su totalidad.</li> <li>Todas las estructuras están totalmente cubiertas de maleza.</li> <li>La PTAR ha sufrido daños importantes por medio de desconocidos.</li> <li>En el futuro, una vez que se construya la extensión del colector Cucubres, las aguas residuales de la urbanización podrán descargarse por gravedad a este colector.</li> </ol>



Al fondo se encuentra la PTAR de La Pax. Únicamente se observa la malla ciclón que protege el terreno.



Se puede observar la cercanía del río con respecto a una de las estructuras de la PTAR.

<b>NOMBRE:</b>	<b>VALENCIA</b>
----------------	-----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Desamparados	<b>DISTRITO:</b> San Rafael Abajo
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-19 Cucubres		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 527,6 / 209,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  25 metros
	Norte: Lote Sur: Lote Este: Río Jorco Oeste: Calle Pública	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1993	<b>DISEÑO:</b> Ing. Fernando Moreira
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b> Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Jorco	
<b>COMPONENTES:</b>		
Sólo se pueden observar las estructuras del UASB, debido a la gran cantidad de maleza y al abandono en que se encuentra esta PTAR.		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno	
<b>CONEXIONES:</b>	85	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja	<b>TARIFA:</b> Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se desconoce si la PTAR llegó a construirse en su totalidad.</li> <li>2. Las estructuras están totalmente cubiertas de maleza.</li> <li>3. La PTAR ha sufrido daños importantes por medio de desconocidos.</li> <li>4. En el futuro, una vez que se construya el colector Jorco, las aguas residuales de la urbanización podrán descargarse por gravedad a este colector.</li> </ol>



PTAR Valencia



Estructura del UASB

<b>NOMBRE:</b>	<b>SANTA CECILIA</b>
----------------	----------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Puriscal	<b>DISTRITO:</b> Santiago
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-IV Río Grande		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 502,3 / 203,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Calle pública Sur: Río Chubá Este: Lote Oeste: Viviendas	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1992	<b>DISEÑO:</b> Ing. Victor Cordero
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b> En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Chubá	
<b>COMPONENTES:</b>		
28. Cámara de rejillas		
29. Medición de caudales		
30. Trampa de flotantes		
31. UASB		
32. Digestor secundario		
33. Biofiltro de acabado		
34. Sedimentador simple		
35. Lechos de secado		
36. Estructura de desfogue		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno	
<b>CONEXIONES:</b>	39	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja	<b>TARIFA:</b> Tarifa fija de \$200/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

### Problemas detectados en abril de 1995 (informe de AyA)

1. Ineficiente distribución del agua efluente del UASB al biofiltro.
2. Turbulencia en la entrada del sedimentador
3. Problemas de niveles entre la tubería de salida del sedimentador y los lechos de secado (aproximadamente 50 cm más alto), lo que imposibilita la purga de todos los lodos del sedimentador.
4. Cámara de rejillas no presenta estructura para depositar los desechos retenidos para su deshidratación
5. Ineficiente distribución del agua efluente del UASB al biofiltro.
6. Turbulencia en la entrada del sedimentador
7. Problemas de niveles entre la tubería de salida del sedimentador y los lechos de secado (aproximadamente 50 cm más alto), lo que imposibilita la purga de todos los lodos del sedimentador.
8. Cámara de rejillas no presenta estructura para depositar los desechos retenidos para su deshidratación.



Vista General de las estructuras de la PTAR San Cecilia



Filtro Anaerobio de Flujo Descendente sin lecho filtrante ni estructura de distribución de caudales



Estructura de distribución de caudales del FAFD y vertedero de entrada al UASB



La válvula de la izquierda se encuentra trabada y la de la derecha está quebrada

<b>NOMBRE:</b>	<b>CENÍZAROS</b>
----------------	------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Aserri	<b>DISTRITO:</b> Aserri
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-19 Cucubres		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 526,4 / 205,7

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Río Parrúas Sur: Calle pública Este: Vivienda Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> UASB		
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1991	<b>DISEÑO:</b> Ing. Víctor Cordero Rodríguez	
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b> En Operación	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> ASADA Poás de Aserri		
<b>CUERPO RECEPTOR:</b> Río Parrúas		
<b>COMPONENTES:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y rejillas</li> <li>2. Medición de caudales mediante vertedero</li> <li>3. Trampa de Flotantes</li> <li>4. Caja de distribución de caudales</li> <li>5. UASB</li> <li>6. Biodigestor</li> <li>7. Lechos de secado</li> </ol>		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> ASADA		
<b>CONEXIONES:</b> 125	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO	
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase media baja	<b>TARIFA:</b> ¢ 200 /mes-vivienda	

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido en todos sus costados por malla ciclón. Regular estado.
2. Actualmente, un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica están evaluando la PTAR.
3. Los vertederos metálicos están muy dañados.
4. Estructuras metálicas en reactor anaeróbico están totalmente oxidadas y en mal estado.
5. Se observan fugas en paredes del reactor anaeróbico.
6. El digestor y los lechos no han sido utilizados.
7. La única labor de OyM es la limpieza de rejillas y zonas verdes.
8. El operador purga los lodos del reactor anaeróbico todas las semanas y los descarga directamente al río.



PTAR Cenizaros



Vista del UASB



Biodigestor y Sistema de Recolección de Gases

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOS CUADROS</b>
----------------	--------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Goicoechea	<b>DISTRITO:</b> Ipís
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-10 Moravia		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 535,10 / 215,8

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b> Los terrenos son quebrados	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Sur: (ver ubicación en Este: la hoja del IGN) Oeste:	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Son 2 PTAR de Filtración Anaerobia de Flujo Horizontal
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1989
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Manuel López Muñoz
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Los Cuadros y Quebrada Mozotal
<b>COMPONENTES:</b>  La gran cantidad de vegetación impidió ver las estructuras construidas.	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	925
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. Las dos PTAR no llegaron a construirse en su totalidad.
2. Todas las estructuras están totalmente cubiertas de maleza.
3. En 1991 se construyeron dos Estaciones de Bombeo (EB) que fueron diseñadas por el Ing. Manuel López Muñoz.
4. Las EB nunca iniciaron su operación y los tanques cisterna están totalmente inundados con aguas residuales.
5. Tanto las PTAR como las EB han sufrido daños importantes por medio de desconocidos.
6. La red de alcantarillado sanitario sufre problemas de obstrucción de manera continua.
7. En el futuro, una vez que se construya la extensión de los subcolectores Mozotal y Purral, y colector Rivera 3, las aguas residuales de la urbanización podrán descargarse por bombeo y gravedad a estos colectores.



Se observa gran cantidad de aguas residuales en los caños



Al fondo, detrás de ese basurero, se localiza una de las PTAR de Los Cuadros



Esta es una de las estaciones de bombeo que se construyeron y que nunca fueron utilizadas

<b>NOMBRE:</b>	<b>LAGOS DE LINDORA</b>
----------------	-------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Santa Ana	<b>DISTRITO:</b> Pozos
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-6 Lindora		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 513,8 / 215,9

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  500 metros
	Norte: Río Virilla Sur: Lote Este: Lote Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Aireación Extendida
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1997
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Virilla
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y rejillas</li> <li>2. Tanque de aireación</li> <li>3. Sedimentador secundario</li> <li>4. Biodigestor</li> <li>5. Estructura de desfogue</li> <li>6. Caseta de sopladores y para el operador</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CONEXIONES:</b>	386
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	SI
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Tarifa fija ¢700/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por alambre de púas y postes de concreto. Buen estado.
2. El costo del recibo eléctrico es de aproximadamente ¢ 160.000/mes.
3. La mitad de las familias pagan la cuota.
4. Todos los días se extrae el material retenido en las rejillas, en la mañana y en la tarde.
5. El digestor no se ha utilizado aún.
6. Es necesario construir los lechos de secado de lodos.
7. El comité ha realizado gestiones para que AyA se encargue de la administración de la PTAR.



Tanque de Aireación y Caseta de Sopladores



Sopladores

<b>NOMBRE:</b>	<b><i>BOSQUES DE SANTA ANA</i></b>
----------------	------------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Santa Ana	<b>DISTRITO:</b> Pozos
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-2 San Antonio		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 515,5 / 216,55

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Lote Sur: Parque Este: Lote Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB + FAFD
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2000
<b>DISEÑO:</b>	DURMAN ESQUIVEL
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Pilas
<b>COMPONENTES:</b>	
37. Trampa de grasas	
38. Cámara de rejillas	
39. Medición de caudales	
40. UASB	
41. Biodigestor	
42. Filtro Anaerobio de Flujo Descendente (FAFD)	
43. Cámara de contacto y desinfección	
44. Lechos de secado	
45. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	427
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por una malla ciclón en todos sus costados. Buen estado.
2. El sistema cuenta con un pequeño tanque cisterna y una bomba para impulsar el agua residual cruda hasta la parte superior del UASB, donde se localiza el canal de distribución de caudales.
3. No se han construido la totalidad de las viviendas, por lo que la PTAR un caudal relativamente bajo con respecto al de diseño.
4. El urbanizador pretende entregar la PTAR al AyA, o bien a un comité de vecinos.



Vista general de las estructuras de la PTAR Bosques de Santa Ana



Interior del UASB



Filtro Anaerobio de Flujo Descendente (FAFD)

<b>NOMBRE:</b>	<b>EL TRIUNFO</b>
----------------	-------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Santa Ana	<b>DISTRITO:</b> Piedades
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-11 Colón		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 512,8 / 212,25

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  10 metros
	Norte: Sur: Este: Oeste:	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanques de aireación (son 4 pequeñas PTAR colocadas en cuatro sitios distintos de la urbanización)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1988	<b>DISEÑO:</b> PLATARD Centroamericana S.A.
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b> Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comunidad
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Guapinol
<b>COMPONENTES:</b>  No se pueden corroborar en el sitio debido a la maleza que cubre las estructuras.	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comunidad
<b>CONEXIONES:</b> 100	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase baja	<b>TARIFA:</b> Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Las 4 PTAR están abandonadas y cubiertas de maleza. En algunos casos, las aguas residuales rebalsan por la tapa de registro de la losa superior.</li> <li>El Ing. Francisco Brenes (AyA), diseño una PTAR para esta comunidad (1997), sin embargo, durante los trabajos de excavación del sitio se determinó que se requería de gran cantidad de dinamita para lograr la profundidad de diseño. Por esa razón, se desecho la alternativa de construir una PTAR.</li> <li>En el año 2000, la municipalidad de Santa Ana logra adquirir tanques sépticos del tipo TANQUE DIEZ, para colocar uno en cada vivienda, sin embargo, no se ha podido llevar a cabo el proyecto.</li> </ol>

<b>NOMBRE:</b>	<b>GARABITO</b>
----------------	-----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Alajuelita	<b>DISTRITO:</b> San Felipe
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-13 Escazú		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 523,05 / 211,65

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Calle pública Sur: Quebrada Herrera Este: Lote Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA) + Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA)	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2000	<b>DISEÑO:</b> Ing. Francisco Brenes Maltés
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b>
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Nadie	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Herrera	
<b>COMPONENTES:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada con desarenador y rejillas</li> <li>2. RAFA</li> <li>3. FAFA</li> <li>4. Digestor de lodos</li> <li>5. Lechos de secado</li> <li>6. Estructura de desfogue</li> </ol>		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno	
<b>CONEXIONES:</b>	300	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media	<b>TARIFA:</b> ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>9. El terreno se encuentra protegido por alambre de púas y postes de concreto.</li> <li>10. El urbanizador pretende traspasársela a la comunidad.</li> <li>11. No se han construido el 100 % de las viviendas.</li> <li>12. PTAR totalmente abandonada. Se observa mucha basura, llantas y madera.</li> </ol>



PTAR Garabito



Salida del RAFA e ingreso al FAFA

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA VERBENA</b>
----------------	-------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Alajuelita	<b>DISTRITO:</b> San Felipe
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-13 Escazú		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 523,1 / 211,6

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Lote Sur: Lote Este: Calle pública Oeste: Quebrada Herrera	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (RAFA) y Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA)	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1991	<b>DISEÑO:</b> Ing. Napoleón Cruz Zuchini
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b> Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Herrera	
<b>COMPONENTES:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada</li> <li>2. Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente</li> <li>3. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente</li> <li>4. Caja de salida</li> <li>5. Tubería descarga</li> </ol>		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno	
<b>CONEXIONES:</b>	172	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> No
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja	<b>TARIFA:</b> Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El terreno no esta protegido por malla ciclón o alambre de púas. Estructuras completamente abandonadas y cubiertas de maleza.</li> <li>2. Las aguas residuales rebalsan por las tapas de registro de la losa superior del FAFA</li> <li>3. Se observa gran cantidad de descargas de aguas residuales provenientes de las viviendas en los caños, principalmente aguas jabonosas y la cocina.</li> </ol>



Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente



Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

<b>NOMBRE:</b>	<b>JESÚS JIMÉNEZ</b>
----------------	----------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Tibás	<b>DISTRITO:</b> San Juan
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-17 Santo Domingo		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> Sin definir

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  100 metros
	Norte: Sur: ND Este: Oeste:	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque Imhoff
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1973
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Virilla
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanque Imhoff</li> <li>2. Lechos de Secado</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	313
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se logró encontrar la estructura debido a la invasión de precaristas y a la gran cantidad de maleza.</li> <li>2. No se presenta el esquema general debido a que no hay información al respecto. Tampoco se presenta la ubicación en la hoja del IGN.</li> </ol>

<b>NOMBRE:</b>	<b>ANDRÉ CHALLÉ III Etapa</b>
----------------	-------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Moravia	<b>DISTRITO:</b> Trinidad
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-5 San Isidro		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 531,2 / 218,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Río Virilla Sur: Lote Este: Calle pública Oeste: Río Virilla	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Lodos Activados Aireación Extendida	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1999	<b>DISEÑO:</b> Ing. Fernando Moreira(AMANCO)
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b> En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> Comité	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b> Río Virilla	
<b>COMPONENTES:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>7. Cámara de entrada y rejillas</li> <li>8. Tanque de aireación</li> <li>9. Sedimentador secundario</li> <li>10. Caseta de sopladores</li> <li>11. Cámara de desinfección</li> <li>12. Biodigestor</li> <li>13. Lechos de secado</li> <li>14. Estructura de desfogue</li> </ul>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> Comité	
<b>CONEXIONES:</b> 160	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase baja	<b>TARIFA:</b> ¢ 1000/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por una malla ciclón en todos sus costados. Buen estado.
2. La PTAR recibe un mantenimiento mínimo y consiste en la limpieza diaria de la rejilla.
3. Un estudiante de ingeniería civil actualmente realiza su proyecto de tesis y el objetivo es la evaluación de la PTAR.
4. El 97% de las viviendas esta conectada a la red de alcantarillado sanitario. Unas cinco viviendas no pueden conectarse por encontrarse a un nivel más bajo que la PTAR.
5. Se observó un lodo en los lechos de secado de excelente calidad.
6. El costo del recibo eléctrico es de aproximadamente ¢ 95.000/mes, y el salario del operador es de ¢30.000/mes.
7. Debido al cambio constante de operadores, la capacitación que se había brindado en el arranque del sistema se ha perdido.
8. La mayoría de las familias pagan la cuota.
9. No se limpia el tanque de aireación ni el sedimentador de material flotante. Tampoco se purga el digester de lodos, sino hasta cuando prácticamente están rebalsando los lodos.
10. En el futuro, una vez que se construya la extensión del colector Los Sitios, las aguas residuales de la urbanización podrán descargarse por gravedad a este colector.



PTAR André Challé III Etapa



Cámara de entrada y rejillas

<b>NOMBRE:</b>	<b>VILLA MARÍA</b>
----------------	--------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Moravia	<b>DISTRITO:</b> Trinidad
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-5 San Isidro		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 533,4 / 217,9

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  10 m
	Norte: Quebrada Sur: Guayabal Este: Viviendas Oeste: Lote Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Sedimentador + Filtro Percolador Torre		
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1999	<b>DISEÑO:</b> Ing. Napoleón Cruz Zuchini	
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b> Fuera de operación	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> Nadie		
<b>CUERPO RECEPTOR:</b> Quebrada Guayabal		
<b>COMPONENTES:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y rejillas</li> <li>2. Sedimentador</li> <li>3. Filtro Percolador Torre</li> <li>4. Estructura de desfogue</li> </ol>		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> Ninguno		
<b>CONEXIONES:</b> 47	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO	
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase media baja	<b>TARIFA:</b> Ninguna	

## OBSERVACIONES

1. El terreno no está protegido por malla ciclón o alambre de púas en ninguno de sus costados.
2. Todas las viviendas cuentan con Tanque Séptico prefabricado y está ubicado en el patio de la vivienda. Estos tanques sépticos tienen en su mayoría, las tapas de registro cubiertas.
3. Se observa una gran cantidad de maleza rodeando el filtro y el sedimentador.
4. No hay distribución del caudal en la superficie del filtro.
5. En el futuro, una vez que se construya la extensión del colector Los Sitios, las aguas residuales de la urbanización podrán descargarse por gravedad a este colector.



Todas las viviendas tienen tanque séptico en el patio de pilas.



Sedimentador que recibe las aguas residuales de los tanques sépticos



Filtro percolador torre

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOMAS DE CURRIDABAT</b>
----------------	----------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Curridabat	<b>DISTRITO:</b> Sánchez
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-15 Curridabat		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 532,9 / 210,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  100 metros
	Norte: Río Chaguite Sur: Parque infantil Este: Lote Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Reactor Anaeróbico de Flujo Horizontal (RAFH) + Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2000
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Víctor Rodríguez
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Chauite
<b>COMPONENTES:</b>	
7. Cámara de entrada con desarenador y rejillas	
8. RAFH	
9. FAFA	
10. Digestor de lodos	
11. Lechos de secado	
12. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CONEXIONES:</b>	106
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media alta
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

3. El mantenimiento es mínimo y consiste en limpieza de rejillas y desarenador una vez por semana. Los materiales retenidos y la arena se deposita en los alrededores de la PTAR.
4. Apparently the Biodigester was constructed with other dimensions different to those indicated in the design plan, with the aim of avoiding a small pump to extract the sludge. The height of the filtering bed is lower than indicated in the plans.
5. In the future it will be possible to connect the sanitary sewerage network of the urbanization to collector Tiribí 3 (extension of the existing).
6. The urbanizer intends to transfer the administration to a committee of the urbanization.



Fafa, Digestor de Lodos y Lecho de Secado



Estructuras Deterioradas en el Sedimentador

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIPRESES Y PINARES</b>
----------------	---------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Curridabat	<b>DISTRITO:</b> Curridabat
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-15 Curridabat		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 533,3 / 211,1

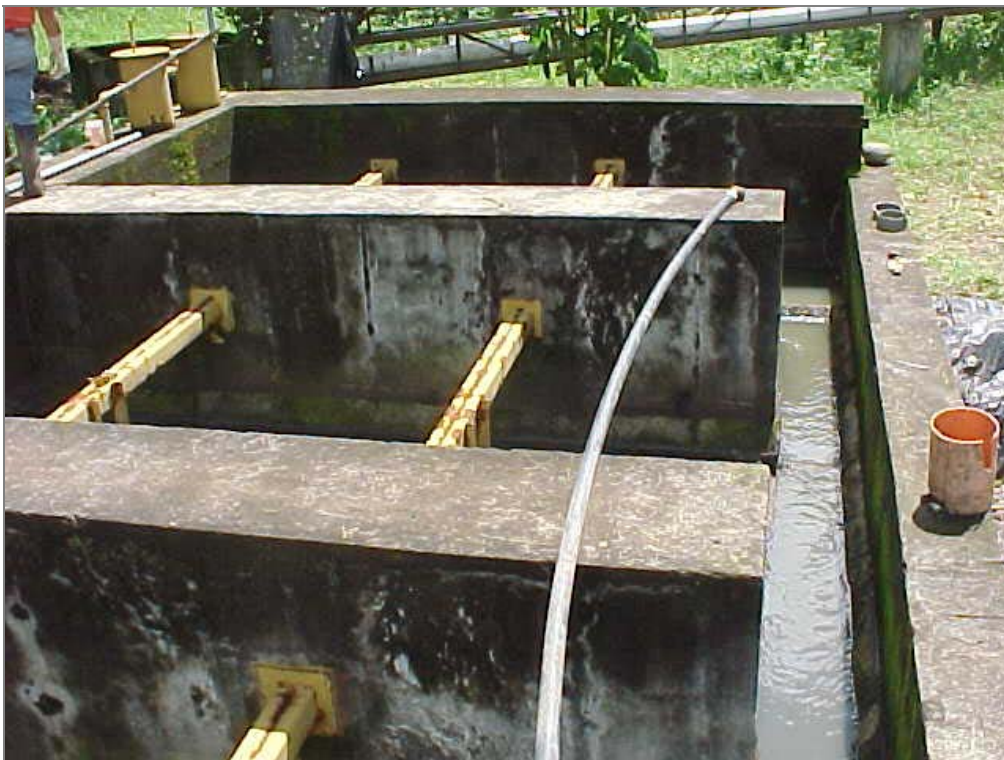
<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Lote Sur: Río María Aguilar Este: Lote Oeste: Calle pública	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1991
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Víctor Cordero
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río María Aguilar
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dos cámaras de entrada y rejillas</li> <li>2. Medidor de caudal con vertedero</li> <li>3. Caja de distribución de caudales</li> <li>4. UASB</li> <li>5. Biodigestor</li> <li>6. Lechos de secado</li> <li>7. Tubería de descarga</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CONEXIONES:</b>	390
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media alta
<b>TARIFA:</b>	Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : ₡1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : ₡78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : ₡821,34 por mes

## OBSERVACIONES

1. Es una única PTAR que ha sido recibida por AyA. Sin embargo, no se le ha dado la operación y mantenimiento adecuado, incluso estuvo abandonada durante algún tiempo.
2. Un particular, sin autorización de AyA, permitió durante varios meses, el ingreso de camiones que limpian tanques sépticos para que descargaran en la caja de reunión.
3. Esta PTAR recibe las aguas residuales de dos urbanizaciones: Cipreses y Pinares, así como de las instalaciones de la UACA.
4. Se observa una gran cantidad de árboles de gran tamaño que impide el paso de los rayos solares, lo que ocasiona que el terreno durante la época de lluvias permanezca muy húmedo. Además, impide el secado adecuado de los lodos en los lechos de secado.
5. La propiedad esta protegida de malla ciclón y un portón con candado. Además, frente a la calle pública se localiza una frontera verde formada por bambú.
6. En un futuro muy cercano, dicha planta no se utilizará más, debido a que las aguas residuales se conducirán a gravedad hasta el colector María Aguilar. Se cuenta con planos, presupuesto y ya se adquirieron las servidumbres.



Vista del UASB



Desobstrucción de la Caja Distribuidora de Caudales



Cámara de Entrada y Rejillas y Línea de Conducción de las Aguas Residuales Crudas de la Urbanización Pinares

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOMAS DE SAN PANCRACIO</b>
----------------	-------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> San José	<b>CANTÓN:</b> Curridabat	<b>DISTRITO:</b> Tirrases
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-15 Curridabat		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 523,3 / 210,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy Quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Sur: ND Este: Oeste:	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque séptico
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1979
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Tiribí
<b>COMPONENTES:</b>  No se pudo localizar ninguna estructura, debido a la gran cantidad de maleza.	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	63
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
7. En un futuro se podrá conectar la red de alcantarillado sanitario de la urbanización al colector Tiribí 3 (extensión del existente).

**PROVINCIA**

**ALAJUELA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>INDEPENDENCIA</b>
----------------	----------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Desamparados
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21 La Lajuela		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 514,3 / 222,0

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b> Norte: Parque Sur: Vivienda Este: Río Ciruelas Oeste: Parque	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Aireación Extendida (LAAE)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1996
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO (INDECO)
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Ciruelas
<b>COMPONENTES:</b>	
15. Cámara de entrada y rejillas 16. Tanque de aireación 17. Sedimentador secundario 18. Caseta de sopladores 19. Biodigestor 20. Lechos de secado 21. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CONEXIONES:</b>	204
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢500/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta rodeado con malla ciclón en todos sus costados, excepto cuando limita con el río, en donde se colocó alambre de púas. Regular estado.
2. El operador de la PTAR se encarga (dos veces al día) de la limpieza de las rejillas, de la extracción de natas en el sedimentador, y de poner en funcionamiento los sopladores. No ha recibido capacitación.
3. Los sopladores funcionan de la siguiente manera: 6:00 am a 12:00 md y de 2:00 pm a 8:00 pm. Sin embargo, únicamente esta funcionando un soplador, ya que el otro se encuentra en mal estado.
4. El operador de la PTAR es a la vez el encargado de la vigilancia, por lo que utiliza la bodega como dormitorio.
5. Se observaron las rejillas totalmente obstruidas y las aguas residuales a punto de rebalsar de la cámara de rejillas. El material retenido en las rejillas se deposita en un carrito y luego en un hueco de tierra en el mismo terreno de la PTAR.
6. Los vertederos del sedimentador se encuentran en mal estado.
7. El biodigestor no esta funcionando e inclusive no contiene lodos de purga, únicamente agua. Aparentemente nunca se ha puesto a funcionar.
8. Los lechos de secado no se han utilizado nunca y la estructura, que se encuentra techada, se utiliza para depositar objetos varios.
9. Las tuberías dentro de la PTAR están pintadas de diferente color para diferenciarlas fácilmente. Las de recirculación de color rojo y las de aireación de color verde.
10. La capacidad de la PTAR es 270 m<sup>3</sup>/día.
11. Muchos de los usuarios han dejado de pagar la cuota, por lo que apenas alcanza el dinero que se recoge para pagar la electricidad (¢80.000/mes) y al operador-guarda (¢50.000/mes). Total ¢130.000/mes.
12. No se cuenta con equipo de monitoreo de campo, no se contratan toma de muestras y análisis de laboratorio y no se elaboran los reportes operacionales que establece el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales.
13. La dirección exacta de la ubicación de la PTAR es la siguiente: de la ciudad de Alajuela 1 km al este. Urbanización La Independencia, 200 m este de El Güinero.



Planta de tratamiento tipo Lodos Activados Aireación Extendida (LAAE)



Caseta de sopladores

<b>NOMBRE:</b>	<b>GREGORIO JOSÉ RAMÍREZ</b>
----------------	------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Alajuela
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 511,6 / 221,0

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  10 metros
	Norte: Viviendas Sur: Calle pública Este: Calle pública Oeste: Viviendas	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque de Airación (TA) + Filtro Aeróbico de Flujo Descendente (FAFD)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1980
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodrigo Bustamante
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada (sin nombre)
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rejillas</li> <li>2. Tanque cisterna y Caseta de Bombeo.</li> <li>3. Sedimentador.</li> <li>4. Tanque de Aireación</li> <li>5. Sombrillas de aspersión.</li> <li>6. Filtro de Piedra.</li> <li>7. Sedimentador Secundario</li> <li>8. Lechos de Secado</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	550
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por una malla ciclón en todos sus costados. Regular estado.
2. Se observa la rejilla con gran cantidad de material retenido, lo que indica claramente la ausencia de mantenimiento. Adicionalmente, la ubicación de la rejilla hace muy incómoda su limpieza y extracción del material retenido.
3. Las aguas residuales que han pasado por la cámara de rejillas, llegan a un tanque cisterna y luego son enviadas mediante una bomba hasta el tanque de sedimentación. Posteriormente, las aguas sedimentadas se descargan directamente a la quebrada.
4. La caseta de bombeo tiene el techo de lámina de zinc.
5. En el tanque de Aireación (fuera de operación), por medio de compresores de aire, se inyecta éste al tanque para mantenerlo en constante aireación. Posee un sistema que logra sedimentar los lodos suspendidos antes de ingresar al sistema de aspersión de las sombrillas. Todas las sombrillas han desaparecido de su sitio.
6. Las sombrillas de aspersión tienen como propósito principal la distribución del agua residual sobre el filtro de piedra.
7. El sedimentador secundario es un anillo de concreto ubicado debajo de la periferia del filtro biológico.
8. Lechos de Secado.



PTAR Gregorio José Ramírez



Tanque de Aireación, Sedimentador Secundario y Filtro de Piedra



Interior del Tanque de Aireación y Sedimentador Secundario

<b>NOMBRE:</b>	<b>VILLA VERANO</b>
----------------	---------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> San José
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-III-25 Tacares		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 508,4 / 220,9

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Calle Pública Sur: Lote privado Este: Lote de protección Oeste: Río Alajuela	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Filtro Anaerobio de Flujo Descendente (FAFD)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	ND
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Daniel Baudrit
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité de Vecinos
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Alajuela
<b>COMPONENTES:</b>	
1. Sedimentador	
2. Filtro Anaerobio de Flujo Descendente	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité de Vecinos
<b>CONEXIONES:</b>	32
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	No
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	

<b>OBSERVACIONES</b>
1. Se encuentra cercado con malla ciclón, la cual está en muy mal estado en un 50%.
2. Las estructuras y los tubos que distribuyen el caudal en el FAFD se encuentran dañadas.
3. El FAFD se encuentra obstruido.
4. El tronco de un árbol calló sobre parte de la malla ciclón y la losa superior del sedimentador.
5. No se encontró el punto de descarga en el río.
6. En el Río Alajuela se perciben malos olores.



Entrada de la PTAR Villa Verano



Filtro Anaerobio de Flujo Descendente obstruido y estructuras dañadas

<b>NOMBRE:</b>	<b>SANTA FE</b>
----------------	-----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> San José
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-IV-5 Ciruelas		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 508,6 / 219,6

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  10 metros
	Norte: Escuela Sur: Calle pública Este: Calle pública Oeste: Vivienda	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	ND
<b>DISEÑO:</b>	PLATARD de Centroamérica
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Nadie
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Ciruelas
<b>COMPONENTES:</b>	
9. Cámara de entrada 10. Cámara de distribución de caudales 11. Sedimentador primario (son 16 de pequeño tamaño) 12. Tanque de Aireación (son 16 de pequeño tamaño) 13. Motores eléctricos para cada tanque de aireación 14. Estructura de descarga	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	ND
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido en todos sus costados de malla ciclón. Regular estado.
2. Todos los tanques se encuentran con gran cantidad de desechos sólidos y agua producto de las lluvias.
3. Se observa el material utilizado para el lecho biológico en el tanque de aireación.
4. Las estructuras están abandonadas desde hace varios años.
5. La dirección exacta de la localización de la PTAR es la siguiente: de la comunidad de Ciruelas, un kilómetro al este, mano izquierda.



Vista General de la PTAR Santa Fe



Interior de uno de los Tanques



Cámara de distribución de caudales

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA MARAVILLA</b>
----------------	---------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> San José
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 511,8 / 223,0

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  10 metros
	Norte: Quebrada tigre Sur: Calle pública y Este: tapia Oeste: Parque infantil Finca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque de Aireación (TA) + Filtro Aerobio de Flujo Descendente (FAFD)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	ND
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodrigo Bustamante
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Tigre
<b>COMPONENTES:</b>	
15. Cámara de Rejillas 16. Sedimentador primario 17. Tanque de Aireación (aireación mecánica) 18. Caseta para el equipo eléctrico 19. Sombrillas de aspersión. 20. Filtro de Piedra. 21. Sedimentador Secundario 22. Lechos de Secado 23. Estructura de descarga	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	170
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

6. La entrada al terreno esta limitada por un portón de malla ciclón, sin embargo, el resto del terreno esta protegido por alambre de púas que se encuentra en mal estado.
7. Se observan muchos árboles, arbustos y maleza por todo lado y muy cerca de las estructuras.
8. El mantenimiento es mínimo y por personal sin capacitación.
9. Debido a que el terreno es muy quebrado, las labores de OyM son difíciles de llevar a cabo, sin que se presenten accidentes, principalmente durante la época lluviosa.
10. Las rejillas están totalmente obstruidas, lo que provocan la retención de gran cantidad de materia fecal que produce un mal olor, debido al proceso de descomposición que están sufriendo en este sitio.
11. El agua residual ingresa a la cámara de rejillas y posteriormente, el agua residual se descarga sin tratamiento a la quebrada. La salida del sedimentador primario esta sellada con un saco y la válvula de lodos del sedimentador esta abierta.
12. La tubería de purga de lodos del sedimentador esta dañada.
13. La entrada del agua residual al tanque de aireación (fuera de operación) es por la parte superior.
14. Se observan muchas hojas en los tanques de aireación y filtro biológico debido a la gran cantidad de árboles que se localizan muy cerca de las estructuras.
15. Las sombrillas de aspersion que se localizan en la parte superior del filtro se encuentran muy oxidadas.
16. La estructura principal del TA y filtro presentan varias grietas.
17. La caseta donde se localizan los tableros eléctricos está en mal estado y se encuentra semienterrada.
18. La dirección exacta de la ubicación de la PTAR es la siguiente: de la Iglesia de Barrio San José, 1,5 km al este.



Cámara de rejillas



Tanque de aireación y filtro.



Sedimentador secundario que se localiza debajo del filtro de piedra.

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA TRINIDAD</b>
----------------	--------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> San José
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21 La Lajuela		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 510,0 / 221,5

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Calle de acceso Sur: Fábrica Este: Viviendas Oeste: Río Alajuela	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque de Aireación (TA) + Filtro Aeróbico de Flujo Descendente (FAFD)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1985
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodrigo Bustamante
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Alajuela
<b>COMPONENTES:</b>	
24. Cámara de Rejillas 25. Tanque de Aireación 26. Caseta para el equipo eléctrico 27. Sombrillas de aspersion. 28. Filtro de Piedra. 29. Sedimentador Secundario 30. Lechos de Secado 31. Estructura de descarga 32. Casa del operador	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	1038
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. Se indica que la PTAR se encuentra ***fuera de operación***, debido a que lo único que esta funcionando es el tanque de aireación.
2. El operador (Luis F. Corella Elizondo) no ha recibido capacitación. La OyM se limitan a una limpieza de rejillas y recolección de natas y lodos flotantes en el TA y el filtro.
3. La entrada al terreno esta limitada por un portón de malla ciclón, sin embargo, el resto del terreno no esta protegido. Debido a la topografía y a lo quebrado del terreno, el sistema de tratamiento esta aislado de sus vecinos por una gran pared de tierra de por lo menos 20 m de altura.
4. Se observan muchos árboles y arbustos muy cerca de las estructuras.
5. El terreno se encuentra protegido por una malla ciclón en todos sus costados. Regular estado.
6. La caseta donde se localizan los tableros eléctricos tienen el techo de lámina de zinc.
7. Las aguas residuales ingresan al TA por la parte superior. La tubería se encuentra sumergida unos 50 centímetros.
8. En el tanque de Aireación, por medio de aireación mecánica, se inyecta éste al tanque para mantenerlo en constante aireación. Posee un sistema que logra sedimentar los lodos suspendidos antes de ingresar al sistema de aspersión de las sombrillas. Todas las sombrillas han desaparecido de su sitio.
9. Los motores de los cuatro aireadores son de 2,5 HP, pero sólo están funcionando tres motores. Todos están cubiertos por láminas de metal, para su protección.
10. Las sombrillas de aspersión tienen como propósito principal la distribución del agua residual sobre el filtro de piedra.
11. El filtro de piedra se encuentra muy obstruido, lo que impide que gran parte del agua residual pase al sedimentador secundario. Esto produce almacenamiento del agua residual en este sitio y la formación de un lodo flotante, de mal aspecto y olor.
12. El sedimentador secundario es un anillo de concreto ubicado debajo de la periferia del filtro biológico. Recibe poca agua filtrada debido a lo indicado en el punto anterior.
13. Gran parte del agua residual que se descarga al río, proviene del sedimentador primario del tanque de aireación. Esto sucede por dos razones principales: los filtros están muy obstruidos y la válvula de purga de lodos del sedimentador no cierra completamente.
14. Los lechos de secado no se han utilizado recientemente para este propósito y por el contrario, se utiliza como paso de las aguas residuales antes de su vertido al río.
15. La ubicación exacta de la PTAR es la siguiente: de la Arrocería 100 m al oeste, antes del puente sobre el río Ciruelas, mano izquierda.



Tanque de aireación mecánica + filtro aeróbico



A la izquierda se observa el filtro de piedra totalmente obstruido. A la derecha el tanque de aireación. En la parte superior derecha se observa uno de los motores de la aireación mecánica.

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA LUCHA (CIRUELAS)</b>
----------------	----------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> San José
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-IV-5 Ciruelas		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 508,9 / 219,7

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Calle pública Sur: Calle pública Este: Parque infantil Oeste: Calle pública	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Aireación Extendida (LAAE)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1998
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodrigo Quirós
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité (por ser condominio)
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Ciruelas
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada</li> <li>2. Tanque de Aireación. Fuera de Operación.</li> <li>3. Sedimentador. Fuera de Operación. Se observan los rotores y una bomba abandonados.</li> <li>4. Biodigestor. Fuera de Operación.</li> <li>5. Lechos de Secado. Fuera de Operación.</li> <li>6. Estructura de descarga</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité (por ser condominio)
<b>CONEXIONES:</b>	113
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por malla ciclón en todos sus costados. Regular estado.
2. El TA, el sedimentador secundario y el Biodigestor se encuentran fuera de operación.
3. La dirección exacta de la ubicación de la PTAR es la siguiente: de la ciudad de Ciruelas, un kilómetro al este.



Vista de la PTAR La Lucha



Tanque de Aireación



Biodigestor

<b>NOMBRE:</b>	<b>EL PASO DE LAS GARZAS</b>
----------------	------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> San Rafael
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-1 Coco		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 514,5 / 218,5

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  25 metros
	Norte: Quebrada La Fuente Sur: Parque infantil Este: Parque infantil Oeste: Parque infantil	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Aireación Extendida (LAAE)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2000
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada La Fuente
<b>COMPONENTES:</b>	
46. Cámara de rejillas 47. Desarenador pequeño 48. Tanque de aireación 49. Sedimentador secundario 50. Biodigestor de lodos 51. Lechos de secado 52. Desinfección 53. Caseta de sopladores 54. Estructura de desfogue: para la descarga del efluente tratado.	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CONEXIONES:</b>	355
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media alta
<b>TARIFA:</b>	no se ha aplicado, pero se estima en \$7 por familia

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por malla ciclón en todos sus costados. Buen estado.
2. La cámara de rejillas tiene dos rejillas y un desarenador pequeño.
3. El TA esta cubierto con una losa de concreto.
4. La caseta de sopladores cuenta con tres sopladores.
5. Los lechos de secado están techados pero sin paredes laterales.
6. La PTAR cuenta con desinfección, pero actualmente no se utiliza.
7. La operación y mantenimiento se lleva a cabo todos los días, por un operador capacitado por AMANCO. Labora 8 horas diarias.
8. Se llevan a cabo toma de muestras y análisis de aguas residuales para la presentación de reportes operacionales, tal y como lo establece el Reglamento de Vertido.
9. El urbanizador pretende traspasarle la administración a un comité.



Planta de tratamiento El Paso de Las Garzas



Cámara de rejillas y desarenador de pequeñas dimensiones.



Lechos de secado

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA GIRALDA</b>
----------------	-------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Desamparados
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-22 Río Segundo		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 515,7 / 221,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Viviendas Sur: Calle pública Este: Calle pública Oeste: Calle pública	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Biofiltro (BF)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1994
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Napoleón Cruz Zuchini
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Cañas
<b>COMPONENTES:</b>	
55. Rejillas	
56. Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal	
57. Biofiltro	
58. Canal de recolección	
59. Desinfección (cloración)	
60. Biodigestor	
61. Lechos de secado	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	450
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. Se indica que la PTAR se encuentra ***fuera de operación***, debido a que lo único que esta funcionando es el tanque anaeróbico, y este último no recibe purga de lodos de manera frecuente.
2. El terreno no esta protegido en ninguno de sus costados.
3. El terreno tiene la forma de una olla, lo que ocasiona que durante la época de lluvias se acumule gran cantidad de agua. No se observan caños para la evacuación de esta aguas.
4. Al principio la administración de la PTAR estuvo en manos de la empresa urbanizadora. Hace dos años, la Municipalidad asumió la administración.
5. Sólo un operador (Luis Santamaría Quirós), el cual lleva a cabo únicamente la limpieza de la cámara de rejillas (extracción de material retenido).
6. El reactor anaeróbico está completamente lleno de lodo. Aun así, no percibe mal olor.
7. La empresa urbanizadora no colocó la bomba de lodos para conducirlos desde el reactor anaeróbico al biodigestor. Por esa razón, el biodigestor de lodos y los lechos de secado nunca se han utilizado
8. La empresa urbanizadora nunca instaló los equipos para la desinfección. Sin embargo, quedó prevista una caja para aplicar desinfección con pastilla de cloro.
9. El biofiltro esta muy obstruido y cubierto de zacate, además se observan algunos árboles de gran tamaño que han crecido en el lecho filtrante.
10. El emisario que conduce las aguas residuales hasta la quebrada debe recorrer una distancia importante antes de llegar a este cuerpo de agua.
11. El operador dispone de una amplia casa a su disposición, cerca del reactor anaeróbico.



Estructuras de la PTAR La Giralda



Caja para Desinfección con Cloro



Lechos de secado

<b>NOMBRE:</b>	<b>INVU LAS CAÑAS 3 Y EL ERIZO</b>
----------------	------------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Desamparados
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21 La Lajuela		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 513,7 / 221,4

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Río Ciruelas Sur: Cancha de Basketball Este: Río Ciruelas Oeste: Viviendas	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Canales de Oxidación (CO)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1983
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodrigo Vargas
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Ciruelas
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Canal Parshall</li> <li>2. Canal de Oxidación.</li> <li>3. Tanque Dourmont.</li> <li>4. Laguna de lodos</li> <li>5. Tubería de descarga</li> <li>6. Caseta del operador</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	ND
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja y baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. Para ingresar a la planta se cuenta con un portón al costado este del parque infantil y cancha de basketball.
2. El terreno colinda con varias tapias de viviendas y el río Ciruelas.
3. Se observa una gran cantidad de maleza y grandes árboles.
4. Las aguas residuales crudas se descargan directamente al río Ciruelas.
5. Las estructuras están abandonadas y presentan un gran deterioro.
6. Se pueden observar los dos rotores y partes electromecánicas. Presentan un gran deterioro.
7. Aparentemente, el tanque Dourmont y la laguna de lodos nunca se utilizaron.
8. En el río Ciruelas se observa una gran cantidad de basura.
9. La PTAR pertenece al INVU, pero no la administra desde hace varios años.



Canal de Oxidación



Bomba Abandonada



Tanque Dourmont

<b>NOMBRE:</b>	<b>SILVIA EUGENIA</b>
----------------	-----------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Desamparados
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-22 Río Segundo		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 515,3 / 223,2

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Río Cachazas Sur: Calle pública Este: Vivienda Oeste: Finca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1983
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Víctor Cordero
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Cachazas
<b>COMPONENTES:</b>	
62. Cámara de Rejillas, trampa de sólidos y trampa de grasas	
63. Cámara de distribución de caudales	
64. UASB	
65. Filtro de piedra	
66. Sedimentador secundario	
67. Biofiltro	
68. Lechos de secado	
69. Tubería de descarga	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	503
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por una malla ciclón en todos sus costados. Regular estado. Una parte de la malla esta en el aire debido a erosión por agua de lluvia.
2. Se observa mucha maleza en los alrededores, cerca y dentro de las estructuras.
3. El operador (Santos Saavedra) se encarga de la limpieza de la cámara de rejillas, sólidos y grasas (extracción de material retenido). Esta labor la realiza cada 3 días.
4. Las tuberías de distribución en el UASB están totalmente obstruidas, por lo que las aguas residuales no ingresan al tanque anaeróbico por el fondo, Sin embargo, no percibe mal olor.
5. Todas las estructuras de la PTAR están totalmente abandonadas, con maleza y gran deterioro.
6. La PTAR se localiza 2 km al este del centro de la ciudad de Alajuela.



**Fotografía 1.** Estructuras en la entrada de la PTAR Silvia Eugenia.



**Fotografía 2.** Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (UASB)



**Fotografía 3.** Descarga al Río Cachazas

<b>NOMBRE:</b>	<b>INVU LAS CAÑAS 1 y 2</b>
----------------	-----------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Alajuela	<b>CANTÓN:</b> Alajuela	<b>DISTRITO:</b> Desamparados
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3346-II-21 La Lajuela		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 513,9 / 220,7

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  25 metros
	Norte: Calle pública Sur: Finca Este: Finca Oeste: Parque	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanque séptico (sin drenaje)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1956
<b>DISEÑO:</b>	Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Cañas
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanque séptico</li> <li>2. Descarga al río</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Alajuela
<b>CONEXIONES:</b>	300
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢200,70/mes-vivienda

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El tanque se encuentra totalmente obstruido, debido a que los lodos ya alcanzaron toda la altura de agua del tanque.</li> <li>2. La estructura hasta hace pocos meses se encontraba bajo una gran cantidad de tierra y no tenía tapas de registro.</li> <li>3. Cerca del TS se observa una gran cantidad de basura.</li> </ol>



Tanque séptico que recibe las aguas residuales del INVU No. 1 y 2



Se observa la gran cantidad de lodo que se a acumulado en el Tanque Séptico

**PROVINCIA**

**CARTAGO**

<b>NOMBRE:</b>	<b>COCORÍ</b>
----------------	---------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> Cartago	<b>DISTRITO:</b> Aguacaliente
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3445-IV-22 Tejar		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 545,2 / 202,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Parque infantil Sur: Río Aguacaliente Este: Finca Oeste: Terreno Municipal	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1987
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Rodrigo Bustamante
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Cartago
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Aguacaliente
<b>COMPONENTES:</b>	
70. Cámara de entrada y de excedencias	
71. Cámara de rejillas y distribución de caudales	
72. Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal	
73. Caseta de bombeo	
74. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	
75. Caseta de cloración	
76. Lechos de secado	
77. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Cartago
<b>CONEXIONES:</b>	1000
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	se cobra una tarifa fija denominada cloaca domiciliar ¢ 66,00/vivienda/mes

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por una malla ciclón en todos sus costados, excepto al costado del río. Regular estado.
2. Río Aguacaliente. Se percibe mal olor.
3. Se observa una gran cantidad de aguas residuales en las cunetas, las cuales provienen de las viviendas que descargan directamente a un costado de la calle (en las cunetas).
4. A pesar de estar fuera de operación, las estructuras se encuentran en regular estado. Sin embargo, se puede observar que la estructura del filtro tiene una gran cantidad de fugas en sus paredes, y aparentemente esta es la razón por la cual esta fuera de operación.
5. Se pueden observar unos cilindros de gas cloro fuera de la caseta de desinfección.
6. Las aguas residuales crudas se descargan directamente al río.
7. Los lechos de secado están totalmente abandonados y con maleza.
8. El río Aguacaliente presenta mal olor y una gran cantidad de basura.
9. La dirección exacta es la siguiente: del Parque, 300 metros al sur y 300 metros al este.



Componentes de la PTAR Cocorí



Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)



Interior del FAFA

<b>NOMBRE:</b>	<b>MANUEL DE JESÚS JIMÉNEZ</b>
----------------	--------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> Cartago	<b>DISTRITO:</b> Aguacaliente
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3445-IV-22 Tejar		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 544,9 / 203,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b> Norte: Viviendas Sur: Taller Este: Calle pública Oeste: Quebrada El Molino	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1996
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO (INDECO)
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	MUCAP
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada El Molino
<b>COMPONENTES:</b>	
78. Cámara de entrada y de excedencias	
79. Cámara de rejillas y distribución de caudales	
80. Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal	
81. Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente	
82. Lechos de secado	
83. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Cartago
<b>CONEXIONES:</b>	1400
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por una malla ciclón en todos sus costados, excepto al costado de la quebrada. Regular estado.
2. Labores de OyM: únicamente limpieza de las rejillas colocadas a lo ancho del sedimentador. Todos los días.
3. Número de funcionarios: Uno (Oscar Humberto Navarro Navarro)
4. No se observan rejillas en la cámara de rejillas. Por el contrario se observa una gran cantidad de rejillas o mallas en el canal de entrada del sedimentador.
5. Las estructuras se encuentran en muy mal estado.
6. Se percibe muy mal olor.
7. La cámara de entrada y la de distribución de caudales trabajan ahogadas.
8. Se observa una gran cantidad de basura, principalmente de la que se ha extraído de la cámara de distribución de caudales y del canal de entrada del sedimentador.
9. En la cámara de rejillas se observa una gran cantidad de bolas de grasa y basura flotando libremente.
10. En el canal de entrada al sedimentador se observa mucha materia fecal flotando y retenida en las rejillas.
11. La PTAR tiene una capacidad de 2295 m<sup>3</sup>/día.
12. En el tanque de sedimentación se observa gran cantidad de material flotante, y tapas de registro dañadas o en mal estado.
13. En el filtro se observa gran cantidad de material flotante, y tapas de registro dañadas o en mal estado. Además, uno de los filtros esta totalmente obstruido y las aguas residuales se desbordan por la losa superior. En esta losa se observa grupos de maleza cerca de las tapas de registro.
14. Se observa mucha maleza cerca de las estructuras.
15. Los lechos de secado están totalmente abandonados y con maleza.
16. Existe una casa para el operador construida al costado noreste de la PTAR, pero abandonada.
17. La dirección exacta es la siguiente: del antiguo Matadero Municipal, 1000 metros al sur.



Cámara de rejillas, distribución de caudales, y Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal



Salida del RAFH y distribución de caudal para el ingreso al FAFA



Problemas de obstrucción en dos compartimentos del FAFA

<b>NOMBRE:</b>	<b>CIUDAD DE ORO</b>
----------------	----------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> Cartago	<b>DISTRITO:</b> Aguacaliente
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3445-IV-22 Tejar		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 544,3 / 203,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Calle pública Sur: Acequia Este: Calle pública Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Filtro Percolador Torre (FPT)	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1995	<b>DISEÑO:</b> Desconocido
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> NO	<b>ESTADO ACTUAL:</b> Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> Municipalidad de Cartago	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b> Acequia Cangrejal	
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reactor Anaerobio de Flujo Horizontal</li> <li>2. Filtro Percolador Torre</li> <li>3. Biodigestor</li> <li>4. Estructura de descarga</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Municipalidad de Cartago
<b>CONEXIONES:</b> 320	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase media	<b>TARIFA:</b> tarifa fija denominada cloaca domiciliar ₡ 66,00/vivienda/mes

<b>OBSERVACIONES</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El terreno esta protegido por una malla ciclón en todos sus costados, excepto al costado de la quebrada. Regular estado.</li> <li>2. No se pudo tener acceso debido a que se encuentra totalmente cubierta de maleza.</li> <li>3. Aparentemente, las aguas residuales crudas no ingresan a la PTAR, sino que descargan a un costado del tanque principal.</li> </ol>	



Entrada Principal a la PTAR Ciudad de Oro



Derecha: RAFH. Izquierda: Biodigestor.

<b>NOMBRE:</b>	<b>LLANOS DE SANTA LUCÍA</b>
----------------	------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> Paraíso	<b>DISTRITO:</b> Paraíso
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3445-IV-23 Paraíso		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 549,7 / 202,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  10 metros
	Norte: Viviendas Sur: Quebrada Pucares Este: Viviendas Oeste: Viviendas	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Aireación Extendida
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1994
<b>DISEÑO:</b>	INDECO
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	MUCAP
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Pucares
<b>COMPONENTES:</b>	
84. Estación de bombeo	
85. Sedimentador primario	
86. Tanque de Aireación	
87. Sedimentador secundario	
88. Caseta de compresores y de bombas de recirculación y purga de lodos	
89. Biodigestor	
90. Lechos de secado	
91. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	2000
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase Baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. Se observa una gran cantidad de aguas residuales en las cunetas, las cuales provienen de las viviendas que descargan directamente a un costado de la calle (en las cunetas).
2. Se observa una gran cantidad de basura acumulada al final de la calle principal de la urbanización.
3. Se observa una gran cantidad de alcantarillas pluviales totalmente obstruidas con basura.
4. El terreno esta protegido por una malla ciclón en todos sus costados. Buen estado.
5. Capacidad de la PTAR 2786 m<sup>3</sup>/día
6. La PTAR se localiza muy cerca de las viviendas (10 metros del lindero).
7. A pesar de estar fuera de operación, las estructuras se encuentran en buenas condiciones. Los tanques se encuentran llenos de agua pero no hay mal olor.
8. La parte superior del tanque de aireación esta tapado por una tela tipo “zaran”.
9. La dirección exacta de la PTAR es la siguiente: de la Escuela El Rescate de Ujarrás, 500 metros al sur y 50 metros al este.



Sedimentador Primario, Tanque de Aireación (cubierto) y Sedimentador Secundario



Biodigestor y Lechos Secado



Caseta de compresores y de bombas de recirculación y purga de lodos

<b>NOMBRE:</b>	<b>NAZARETH</b>
----------------	-----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> La Unión	<b>DISTRITO:</b> Dulce Nombre
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3445-IV-11 Tres Ríos		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 538,7 / 211,4

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  40 metros
	Norte: Río Tiribí Sur: Lote Este: Acceso a PTAR Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Aireación Extendida
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2000
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Tiribí
<b>COMPONENTES:</b>	
22. Cámara de entrada y rejillas 23. Tanque de aireación 24. Sedimentador secundario 25. Caseta de sopladores 26. Biodigestor 27. Lechos de secado 28. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CONEXIONES:</b>	70
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	¢ 400/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno está protegido en todos sus costados por malla ciclón. Buen estado.
2. La distancia entre la malla ciclón y la PTAR es de apenas un metro.
3. PTAR diseñada para 70 m<sup>3</sup>/día.
4. El acceso es un poco difícil debido a lo quebrado del terreno y a que no está acondicionado para que ingrese ningún vehículo.
5. El sistema de aireación funciona automáticamente, por lo que la labor de operación y mantenimiento es mínima.
6. Se observó la rejilla fuera de cámara de rejillas.
7. Los lechos de secado están cubiertos por láminas plásticas, y en los costados por paredes de bloque ornamental, excepto en el costado hacia el tanque de aireación.



Vista General de la PTAR Nazareth



Tanque de Aireación



Sedimentador Secundario y Biodigestor

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA YENNY y LA EULALIA</b>
----------------	------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> La Unión	<b>DISTRITO:</b> San Diego
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-20 Patarrá		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 536,2 / 209,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Río Tiribi Sur: Calle Pública Este: Vivienda Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1989
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Antonio Salas Sarkis
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Tiribí
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Cámara de entrada.</li> <li>UASB</li> <li>Estructura de desfogue</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	488
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

<b>OBSERVACIONES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>El terreno no esta protegido en ninguno de sus costados.</li> <li>Se observa una gran cantidad de maleza.</li> </ol>



Vista General del UASB



Canal de Recolección del Efluente del UASB

<b>NOMBRE:</b>	<b>ENTEBBE</b>
----------------	----------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> La Unión	<b>DISTRITO:</b> San Rafael
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-20 Tres Ríos		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 540,3 / 210,1

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  25 metros
	Norte: Parque Infantil Sur: Quebrada Fierro Este: Calle Pública Oeste: Lote	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1997
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Napoleón Cruz
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de Operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Fierro
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y rejillas</li> <li>2. RAFH</li> <li>3. FAFA</li> <li>4. Lechos de secado</li> <li>5. Estructura de desfogue</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comité
<b>CONEXIONES:</b>	165
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	¢ 1.000/mes-vivienda

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por malla ciclón en todos sus costados, excepto la colindancia con la quebrada.
2. La falta de limpieza de rejillas a ocasionado que estas estén totalmente obstruidas e impidiendo el paso al RAFH. El agua residual cruda se rebalsa en la cámara de entrada y rejillas y se dirige a los lechos de secado y la quebrada.
3. Muchas tapas metálicas han sufrido del vandalismo, al igual que las tuberías de ventilación.
4. Los lechos de secado se encuentran llenos de agua residual acumulada.
5. Muchas familias dejaron de pagar la cuota establecida por lo que el comité renunció y a partir de ese momento, la PTAR esta abandonada.



Entrada a la PTAR Entebbe



Debido a la obstrucción en las rejillas, el afluente no ingresa a la PTAR



Zona para los Lechos de Secado

<b>NOMBRE:</b>	<b>CARMEN LYRA</b>
----------------	--------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Cartago	<b>CANTÓN:</b> Turrialba	<b>DISTRITO:</b> Turrialba
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I Tucurrique		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 572,3 / 210,7

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Quebrada	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  25 metros
	Norte: Río Aquiares Sur: Viviendas Este: Playón del río Oeste: Camino de acceso	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Tanques Imhoff + Tanque de aireación + Biofiltro
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1990
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Fernando Chavarría
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Comunidad
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Aquiares
<b>COMPONENTES:</b>	
92. Cámara de entrada y de distribución de caudales	
93. Tanques Imhoff	
94. Reactor aeróbico	
95. Caseta de compresores	
96. Tanque de homogenización	
97. Biofiltro de contacto de baja tasa de filtración	
98. Lechos de secado	
99. Estructura de desfogue	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Ninguno
<b>CONEXIONES:</b>	627
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. Se presentan problemas de inundación de manera frecuente debido a que la planta de tratamiento se construyó en el playón del río. Esto ha ocasionado el deterioro de algunas estructuras y daños en el compresor y panel de control.
2. Problemas de obstrucción frecuentes debido a desechos sólidos (toallas sanitarias, papel higiénico, preservativos, etc.) que se depositan en el servicio sanitario. El pequeño diámetro (10 cm) de la red de alcantarillado sanitario facilita las obstrucciones.
3. Hay Conexiones ilícitas (pluviales).
4. Es necesario reconstruir algunos pozos de registro.
5. Se observa con gran cantidad de maleza.
6. Agua para consumo es administrada por ASADA.



Vista general de la PTAR Carmen Lyra



Estructuras de la PTAR que han sido arrastradas por crecidas del Río AQUIARES



Zona norte de la PTAR donde se observa material arrastrado por el Río AQUIARES

**PROVINCIA**

**HEREDIA**

<b>NOMBRE:</b>	<b>LA AURORA</b>
----------------	------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Aurora
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-2 San Antonio		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 519,5 / 219,7

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno muy quebrado	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Calle pública Sur: Finca municipal Este: Calle pública Oeste: Río Quebrada Seca	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos Activados Convencional (LAC)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1998	<b>DISEÑO:</b> Desconocido Rehabilitación AMANCO (INDECO)
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b> En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Quebrada Seca
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Canal de entrada (dos canales paralelos ) y Rejillas gruesas</li> <li>2. Sedimentador primario</li> <li>3. Reactor anaerobio a flujo pistón</li> <li>4. Tanque de aireación con recirculación de lodo</li> <li>5. Sedimentador secundario</li> <li>6. Digestor de lodos</li> <li>7. Lechos de secado</li> <li>8. Caseta operador y sopladores</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CONEXIONES:</b> 1000	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase media baja	<b>TARIFA:</b> Servicio medido domiciliario hasta 15 m <sup>3</sup> : ¢ 320,00 por mes. Costo adicional entre 16-25 m <sup>3</sup> ¢ 28,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 26-40 m <sup>3</sup> ¢38,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 41-80 m <sup>3</sup> ¢47,00 por m <sup>3</sup>

## OBSERVACIONES

1. Las rejillas se limpian manualmente con un rastrillo, dos veces por semana. A pesar de que, según la ESPH, el horario del operador es de 5 días a la semana de 7:00 a.m. a 4:45 p.m.
2. El agua del tanque de sedimentación primaria se cambia una vez al año, mediante una bomba sumergible.
3. La planta fue rehabilitada por INDECO.
4. El sedimentador primario es de 2 metros de profundidad de agua y esta dividido en 4 compartimientos en serie. Esta cubierto con una losa de concreto. El fondo del tanque es casi plano.
5. Se observa una capa gruesa de espuma y lodos, producto de la descomposición anaerobia de los lodos sedimentados en el fondo.
6. El Reactor anaerobio a flujo pistón se colocó en el antiguo sistema de aireación y se cubrió con una losa de concreto.
7. El Tanque de aireación se colocó donde anteriormente se encontraba el sedimentador secundario. La aireación se efectúa por medio de doce difusores de membranas de finas burbujas colocados en el fondo del tanque. Se cuenta con dos difusores, cada uno de 3,75kW. Este tanque tiene únicamente 2,2 metros de profundidad.
8. El digester funciona a temperatura ambiente, el equipo de aireación se retiró y el tanque existente se cubrió con una losa de concreto. El biogás generado es dirigido hacia el filtro de tierra.
9. Equipo utilizado para la medición de parámetros: Medidor de Oxígeno Disuelto (SENSION), Cono Imhoff, pHímetro, Termómetro digital.



Cámara de entrada con las rejillas para retención de flotantes.  
A la derecha la salida del caudal de excedencias.



Vista general de la planta de tratamiento.  
A la derecha el sedimentador y a la izquierda el tanque de aireación y el sedimentador secundario



Lechos de secado y biofiltro

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOS LAGOS</b>
----------------	------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-3 Cubujuquí		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 523,4 / 217,4

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b> Terreno quebrado y en terrazas	<b>LINDEROS:</b> Norte: Calle Pública Sur: Río Bermúdez Este: Finca municipal Oeste: Parque Los Lagos	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b> 50 metros

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b> Canales de oxidación		
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b> 1970	<b>DISEÑO:</b> Ing. Olman Cordero Se rehabilitó en 1998.	
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b> SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b> En operación	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> ESPH		
<b>COMPONENTES:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caja de reunión</li> <li>2. Rejilla gruesa y fina</li> <li>3. Dos Sedimentadores primarios</li> <li>4. Caja de reunión</li> <li>5. Canales de aireación</li> <li>6. Dos Sedimentadores secundarios (circulares)</li> <li>7. Lechos de secado de lodos</li> <li>8. Tubería descarga al río</li> </ol>		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b> ESPH		
<b>CONEXIONES:</b> 800	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> No	
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b> Clase media baja	<b>TARIFA:</b> Servicio medido domiciliar hasta 15 m <sup>3</sup> . ¢ 320,00 por mes. Costo adicional entre 16-25 m <sup>3</sup> ¢ 28,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 26-40 m <sup>3</sup> ¢ 38,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 41-80 m <sup>3</sup> ¢ 47,00 por m <sup>3</sup>	

## OBSERVACIONES

1. La Urb. Los Lagos esta formada por tres redes de alcantarillado sanitario (sistemas I, II y III.).
2. La PTAR fue rehabilitada en 1998. Participó en esa rehabilitación el Ing. Manuel López (EASA).
3. En 1970 se construyeron dos canales de oxidación, sin embargo, durante la rehabilitación se modificó el proceso y únicamente se mantuvo un canal de oxidación.
4. Se diseño para 3.470 EH (aprox. 800 viviendas).
5. El canal de oxidación que se encontraba en la terraza superior se transformó en un sedimentador primario (dos unidades en paralelo), los cuales funcionan como fosas sépticas.
6. El canal de aireación (o de oxidación), esta equipado con cuatro rotores de aireación con motores de 5,6 kW (7,5 HP).
7. Los sedimentadores secundarios son circulares y de fondo cónico (pendiente del 52%).
8. Tiene un sistema de recirculación de lodos que funciona con dos bombas centrífugas en paralelo (5 HP).
9. La OyM consiste, principalmente, de la limpieza de rejillas y de áreas verdes. Un operador ( Jorge Rodríguez) que labora 5 días a la semana de 7:00 a.m. a 4:45 p.m.
10. Equipo utilizado para la medición de parámetros: Medidor de Oxígeno Disuelto (SESSION), Cono Imhoff, pHímetro, Termómetro digital.
11. Hay una caseta de bombeo para recirculación de lodos, con dos bombas centrífugas.



Cámara de rejillas y al fondo el sedimentador primario



Se observa la caseta del operador y los sedimentadores primarios



Canales de oxidación



Sedimentadores secundarios

<b>NOMBRE:</b>	<b>LAS FLORES</b>
----------------	-------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-8 Pavas		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 523,4 / 216,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrada	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  100 metros
	Norte: Talud alto de tierra Sur: Río Virilla Este: Tajo Oeste: Cañal	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Laguna Facultativa (LF)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2001
<b>DISEÑO:</b>	CIAS S.A.
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Virilla
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de entrada y cámara de distribución de caudales</li> <li>2. Laguna Facultativa</li> <li>3. Estructuras de desfogue</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CONEXIONES:</b>	588
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media baja
<b>TARIFA:</b>	Servicio medido domiciliario hasta 15 m <sup>3</sup> . ¢ 320,00 por mes. Costo adicional entre 16-25 m <sup>3</sup> ¢ 28,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 26-40 m <sup>3</sup> ¢ 38,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 41-80 m <sup>3</sup> ¢ 47,00 por m <sup>3</sup>

## OBSERVACIONES

1. El terreno no esta protegido en ninguno de sus costados. El acceso es por propiedad privada.
2. La laguna recibe las aguas residuales de las urbanizaciones las Flores y Jardines.
3. En la cámara del distribuidor de caudal se localiza un canal de excedencias.
4. Las tres tuberías de entrada a la laguna están colocados en forma sumergida.
5. La laguna esta impermeabilizada totalmente por medio de un geotextil y una geomembrana, incluyendo los taludes. La geomembrana del costado oeste de la laguna, sufrió un severo daño causado por un pequeño incendio que se produjo en la maleza que se encuentra muy cerca de la laguna.
6. Las dimensiones son las siguientes: Longitud: 125 metros, Ancho: 45 metros, Profundidad total: 2,4 metros. El área es de 5.625 m<sup>2</sup> (0,56 hectáreas).
7. Al costado norte de la laguna se observa una gran cantidad de tierra que ha sido arrastrada probablemente por la lluvia, esto debido a que alrededor de la laguna no se construyó ningún canal para evacuar dichas aguas.
8. No se observa ninguna rejilla para retener el material flotante.
9. Cerca del sitio de descarga, Jardines del Recuerdo cuenta con una bomba para extraer agua del río Virilla, y que utiliza para el riego de las áreas verdes.



Laguna de Estabilización Facultativa Las Flores



Distribuidor de Caudal



Geomembrana dañada por el fuego



Río Virilla antes de la Descarga

<b>NOMBRE:</b>	<b>REAL DE SANTAMARÍA</b>
----------------	---------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-3 Cubujuquí		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 522,8 / 217,4

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrada	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  20 metros
	Norte: Río Bermúdez Sur: Tapias de viviendas Este: Parque Oeste: Finca municipal	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Reactor anaerobio de flujo horizontal (RAFH) + Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1997
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO (INDECO)
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Bermúdez
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de rejillas</li> <li>2. Cámara de Medición de caudal</li> <li>3. Cámara de distribución de caudal</li> <li>4. Reactor anaerobio de flujo horizontal</li> <li>5. Filtro anaerobio de flujo ascendente</li> <li>6. Lechos de Secado</li> <li>7. Laboratorio</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	ESPH
<b>CONEXIONES:</b>	975
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media alta
<b>TARIFA:</b>	Servicio medido domiciliario hasta 15 m <sup>3</sup> . ¢ 320,00 por mes. Costo adicional entre 16-25 m <sup>3</sup> ¢ 28,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 26-40 m <sup>3</sup> ¢ 38,00 por m <sup>3</sup> Costo adicional entre 41-80 m <sup>3</sup> ¢ 47,00 por m <sup>3</sup>

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por malla ciclón en todos sus costados. Buen estado.
2. Desde su construcción y durante cinco años fue administrada por el Urbanizador.
3. Se pudo observar como las rejillas estaban totalmente obstruidas por material flotante, debido a una OyM deficiente. Por esa razón, las aguas residuales crudas se estaban descargando al río por el canal de excedencias. Según la ESPH, el horario del operador es de 5 días a la semana de 7:00 a.m. a 4:45 p.m.
4. Equipo utilizado para la medición de parámetros: Medidor de Oxígeno Disuelto (SENSION), Cono Imhoff, pHímetro, Termómetro digital.
5. Se perciben malos olores al final del FAFA.
6. La capacidad de la PTAR es de 400 m<sup>3</sup>/día.
7. El Sedimentador esta compuesto por dos módulos, construidos en épocas diferentes.
8. El FAFA, también fue construido en dos módulos.
9. En los lechos de Secado se puede observar una gran cantidad de plantas.



Vista del RAFH y el FAFA



Estructura de Medición y Distribución de Caudales



Lechos de Secado

<b>NOMBRE:</b>	<b>REAL DE SANTAMARÍA OESTE</b>
----------------	---------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Heredia	<b>CANTÓN:</b> Heredia	<b>DISTRITO:</b> Ulloa
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3345-I-3 Cubujuquí		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 521,8 / 217,5

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno quebrada	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Río Bermúdez Sur: Parque Este: Parque Oeste: Parque	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Lodos activados aireación extendida (LAAE)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2002
<b>DISEÑO:</b>	AMANCO
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Bermúdez
<b>COMPONENTES:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cámara de rejillas</li> <li>2. Tanque de Aireación</li> <li>3. Caseta de Sopladores</li> <li>4. Sedimentador.</li> <li>5. Digestor de lodos</li> <li>6. Desinfección</li> <li>7. Lechos de Secado</li> </ol>	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador
<b>CONEXIONES:</b>	114
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase media alta
<b>TARIFA:</b>	Ninguna

## OBSERVACIONES

1. El terreno se encuentra protegido por malla ciclón en todos sus costados.
2. Es una PTAR compacta.
3. La capacidad de la PTAR es de 120 m<sup>3</sup>/día.
4. El urbanizador pretende entregar la administración de la PTAR a la ESPH
5. En el tanque de Aireación se difusores que funcionan gracias a unos compresores de aire. El aire se inyecta en el TA para mantenerlo en constante aireación.
6. El biodigestor aún no ha sido utilizado.
7. Los lechos de Secado están techados y ubicados a la par de la caseta de sopladores.
8. La desinfección esta prevista (cloro).
9. Se lleva a cabo un monitoreo diario y mediante laboratorio privado. Presentan reportes operacionales ante el MINSA.



PTAR Real de Santamaría Oeste



Interior de la Caseta de Sopladores y de Recirculación de Lodos

**PROVINCIA**

**LIMÓN**

<b>NOMBRE:</b>	<b>ATLÁNTIDA (ROSA DE MOÍN)</b>
----------------	---------------------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Limón	<b>CANTÓN:</b> Limón	<b>DISTRITO:</b> Limón
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3546-II Río Banano		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 640,1 / 218,2

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  30 metros
	Norte: Finca Sur: Calle pública Este: Finca a urbanizar Oeste: Viviendas	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	UASB	
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	2002	<b>DISEÑO:</b> DURMAN ESQUIVEL
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	SI	<b>ESTADO ACTUAL:</b> En operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador	
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Río Limoncito	
<b>COMPONENTES:</b>		
100. UASB		
101. Filtro de piedra		
102. Lechos de secado:		
103. Pozo para lixiviados de lechos de secado		
104. Estructura de salida		

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	Urbanizador	
<b>CONEXIONES:</b>	77	<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b> SI
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja	<b>TARIFA:</b> Ninguna

## OBSERVACIONES

1. El terreno esta protegido por alambre de púas y postes de concreto.
2. El pozo de recolección esta compuesto por dos pozos, que (supuestamente) tienen una rejilla para retener sólidos.
3. El pozo de reunión recibe el agua residual afluyente de un ramal de alcantarillado sanitario a gravedad y de dos pozos de registro con pequeñas bombas mediante líneas de impulsión. Tiene (supuestamente) una rejilla para retener sólidos.
4. El UASB esta formado por tres tanques de aireación idénticos que reciben el caudal afluyente.
5. El filtro de piedra es un biofiltro de flujo vertical descendente.
6. El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con dos pozos de bombeo secundarios, un pozo de bombeo principal, dos líneas de impulsión secundarias y una línea de impulsión principal para llevar las aguas residuales hasta la PTAR.
7. Los dos pozos de bombeo secundarios no cuentan con las bombas correspondientes, por lo que las aguas residuales recolectadas en la red de alcantarillado sanitario se desbordan o rebalsan, descargando sus aguas en un caño pluvial de tierra.
8. Uno de los dos pozos de bombeo secundarios no cuenta con la estructura para colocar el medidor y los cables eléctricos, ya que se lo robaron recientemente. Además la tapa esta sellada impidiendo el acceso.
9. El reactor anaeróbico, el filtro y los lechos de secado, se construyeron utilizando tuberías de plástico de gran diámetro.
10. Con respecto a la PTAR, es necesario mencionar que las tuberías utilizadas como estructuras de tratamiento, las tuberías de interconexión y las estructuras metálicas, han sufrido severos daños por desconocidos debido a la falta de vigilancia.
11. Se tiene planeado construir más viviendas (segunda etapa) al costado este de la PTAR y construir otra PTAR.
12. La tubería de descarga se encuentra al descubierto en algunos tramos.
13. Se observan muchas fugas de aguas residuales en varios de los componentes de la PTAR.
14. No todas las viviendas están conectadas a la red de alcantarillado sanitario, ya que cuentan con tanque séptico.
15. Las viviendas son de interés social.
16. La PTAR se localiza a 50 metros de la calle principal y a unos 20 metros de la tapia de la vivienda más cercana.
17. Se desconoce que hacen con los lodos de los lechos de secado.
18. La OyM que se lleva a cabo la lleva a cabo una persona una vez al mes.
19. De ENVACO, 3 kilómetros al este.



**A la derecha se observan los filtros y a la izquierda los reactores anaeróbicos (son tres). Todas las estructuras son de plástico.**



En primer plano se observan los lechos de secado, y al fondo los reactores anaeróbicos.



Estado de uno de los pozos de bombeo. La tapa esta sellada, se robaron la bomba, y también los cables eléctricos y el medidor.



Estado del otro pozo de bombeo situado en uno de los extremos de la urbanización. No tiene bomba y el agua residual cruda rebalsa por la tapa de registro

<b>NOMBRE:</b>	<b>LOS ALMENDROS</b>
----------------	----------------------

<b>UBICACIÓN</b>		
<b>PROVINCIA:</b> Limón	<b>CANTÓN:</b> Limón	<b>DISTRITO:</b> Limón
<b>HOJA DEL I.G.N.:</b> 3546-II Río Banano		<b>COORDENADAS LAMBERT:</b> 639,3 / 218,3

<b>SOBRE EL TERRENO</b>		
<b>TOPOGRAFÍA:</b>  Terreno plano	<b>LINDEROS:</b>	<b>DISTANCIA A VIVIENDA MÁS CERCANA:</b>  50 metros
	Norte: Calle pública Sur: Finca Este: Viviendas Oeste: Calle pública	

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
<b>TIPO DE TRATAMIENTO:</b>	Filtro Anaerobio de Flujo Descendente (FAFD)
<b>FECHA DE CONSTRUCCIÓN:</b>	1997
<b>DISEÑO:</b>	Ing. Napoleón Cruz Zuchini
<b>EQUIPO ELECTROMECAÁNICO:</b>	NO
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Fuera de operación
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CUERPO RECEPTOR:</b>	Quebrada Chocolate
<b>COMPONENTES:</b>	
105. Reactor Anaerobio	
106. Filtro Anaerobio de Flujo Descendente	
107. Estructura de salida	

<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	
<b>ENTE ADMINISTRADOR:</b>	AyA
<b>CONEXIONES:</b>	ND
<b>ESTACIONES DE BOMBEO:</b>	NO
<b>TIPO DE VIVIENDA:</b>	Clase baja
<b>TARIFA:</b>	Servicio medido urbano hasta 15 m <sup>3</sup> : ¢1 262,00 por mes. Servicio medido urbano para más de 15 m <sup>3</sup> : ¢78,00 por m <sup>3</sup> . Costo adicional de 15 m <sup>3</sup> hasta 25.53 m <sup>3</sup> : ¢821,34 por mes

## **OBSERVACIONES**

1. El terreno no esta protegido en ninguno de sus costados.
2. El sitio donde se localiza la PTAR es totalmente cubierto de maleza y además se inunda fácilmente debido a que se localiza en un punto muy bajo, que recibe agua y material arrastrado (tierra y lodo) cuando llueve. Esto a ocasionado que el material haya rellenado el sitio y casi a cubierto las estructuras.
3. Aparentemente, la PTAR va a recibir las aguas residuales de otra urbanización o etapa.
4. El recorrido de las aguas residuales tratadas hasta la quebrada Chocolate es bastante largo.
5. Aparentemente esta fuera de operación.



La planta de tratamiento está cubierta de tierra y maleza.  
Se localiza en un sitio que se inunda en la época lluviosa.



Para evitar el ingreso del agua de lluvia cuando el sitio se inunda,  
se levantaron tres hiladas de bloque en las cajas de registro.