

# Reporte SFD

## Liberia Costa Rica

### Reporte Final

Este reporte SFD Nivel 3 - Integrado - fue preparado por  
Deutsche Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ)

Fecha: 10/06/2022

Última actualización: 30/12/2022

## Reporte SFD de Liberia, Costa Rica, 2022

Producido por:

María Laura Gatto D'Andrea, consultor internacional independiente

Maritza Marín Araya, apoyo técnico local

### ©Copyright

Todos los materiales de la Iniciativa de Promoción del SFD están disponibles de forma gratuita mediante el concepto de código abierto para el desarrollo de capacidades y el uso sin fines de lucro, siempre que se reconozca adecuadamente la fuente cuando se utilice. Los usuarios siempre deben dar crédito citando al autor original, a la fuente y al titular de los derechos de autor.

Este resumen ejecutivo y el reporte SFD están disponibles en:

[www.sfd.susana.org](http://www.sfd.susana.org)



## PREFACIO

El primer paso para identificar soluciones de saneamiento óptimas en las ciudades es caracterizar el estado de situación de la cadena de saneamiento, que pueda servir como línea de base en las áreas de intervención.

Una herramienta conocida y aceptada a nivel mundial para analizar la cadena de prestación de servicios de saneamiento e identificar sus fortalezas y debilidades en un área determinada, es el gráfico Diagrama de Flujo de Excretas (*Shit Flow Diagram*) (SFD). La herramienta fue desarrollada por la *SFD Promotion Initiative* (SFD PI), un grupo de socios que trabajan para mejorar la gestión de excretas en áreas urbanas. El SFD PI cuenta con el apoyo de la Fundación Bill & Melinda Gates y es administrado por la GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH*) como parte de la *Sustainable Sanitation Alliance* (SuSanA).

Un SFD es una herramienta de promoción que tiene como objetivo ayudar a los actores técnicos y no técnicos a implementar planes y programas relacionados con el saneamiento urbano. La metodología SFD se utiliza cada vez más para analizar el alcance del saneamiento gestionado de forma segura en las zonas urbanas, proporcionando una imagen valiosa de las condiciones de saneamiento prevalecientes desde la contención hasta la disposición final. Por lo tanto, es una herramienta de promoción y apoyo a la toma de decisiones ampliamente reconocida, que tiene como objetivo comprender, comunicar y visualizar cómo es el flujo de las aguas residuales y los lodos fecales dentro de una ciudad. Como se indica en el sitio web de SuSanA, la metodología SFD ofrece "una forma nueva e innovadora de involucrar a expertos en saneamiento, líderes políticos y la sociedad civil en discusiones coordinadas sobre el manejo de excretas en su ciudad".

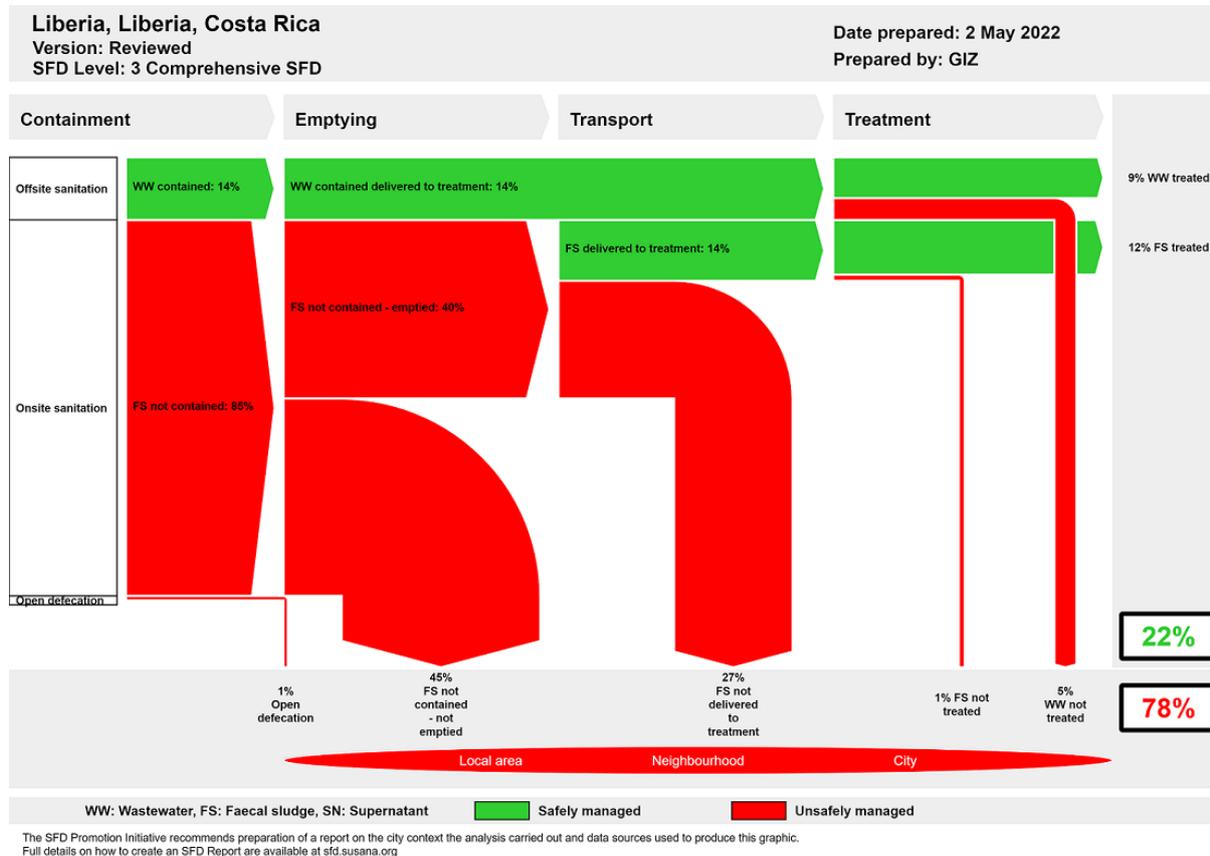
El gráfico SFD se realiza mediante una herramienta en línea gratuita, el Generador Gráfico: <https://sfd.susana.org/data-to-graphic> y, a la fecha, más de 250 Informes SFD se han cargado en el sitio web de SuSanA. Los mismos pasan por un proceso de revisión previo a su

publicación, para asegurar el mecanismo de control de calidad del SFD PI.

La elaboración y publicación de un informe SFD para el distrito de Liberia (Costa Rica) puede ser de gran utilidad para visualizar la situación sanitaria actual de la ciudad, y cambiar las actividades y esfuerzos actuales hacia inversiones más eficientes en fases de la cadena de saneamiento críticas o que requieren de mayor atención, mejorando la situación del saneamiento urbano y el entorno circundante del área de estudio.

La estructura de este informe SFD consta de un resumen ejecutivo y el informe SFD. Este último incluye: i) información general de la ciudad describiendo sus principales características, ii) los resultados del servicio de saneamiento con una explicación detallada del gráfico SFD y los supuestos realizados, iii) el análisis del contexto de prestación del servicio que contiene información sobre el marco regulatorio del agua y el saneamiento a nivel nacional y local, describiendo asimismo los planes, el presupuesto y los proyectos futuros para mejorar la situación del saneamiento y iv) una descripción detallada de las encuestas, entrevistas con informantes clave y discusiones realizadas, así como como las partes interesadas clave, las visitas de campo y las referencias utilizadas para desarrollar este informe.

## 1. Gráfico SFD



## 2. Información del Diagrama

## Nivel SFD:

El presente reporte corresponde al Nivel 3 – Integrado.

## Producido por:

María Laura Gatto D'Andrea, consultor internacional independiente.

Maritza Marín Araya, apoyo técnico Local.

## Colaboradores:

GIZ

## Estado:

Versión final.

Fecha de elaboración: 10/06/2022

## 3. Información general de la ciudad

Liberia es el distrito primero y ciudad cabecera del cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste, Costa Rica. Se ubica en la esquina noroccidental del país.

El cantón de Liberia se divide en cinco distritos: Cañas Dulces, Curubandé, Liberia, Mayorga y Nacascolo. El distrito de Liberia es el de mayor extensión, cubriendo un área de 561,57 km<sup>2</sup>.

El distrito ha experimentado un acelerado crecimiento demográfico y urbano en los últimos años. Según el último censo efectuado en 2011, el distrito contaba con una población de 54.656 habitantes.

El distrito de Liberia se encuentra influenciado por la vertiente del Pacífico, distinguiéndose dos temporadas climáticas claramente diferenciadas: una lluviosa (de mayo a noviembre) y una seca (de diciembre a abril). Liberia se ubica sobre el acuífero y cuenca del río Tempisque, una de las áreas de drenaje de mayor relevancia en la provincia de Guanacaste y en el país. La cuenca se encuentra en un estado de degradación importante a causa de su sobreexplotación, lo cual se refleja en su comportamiento ante lluvias intensas, así como en la época seca, donde los caudales de los principales ríos y quebradas disminuyen drásticamente. La principal fuente de abastecimiento de agua potable en el distrito es el agua subterránea.

#### 4. Resultado del servicio

La cobertura del servicio sanitario en Costa Rica se divide en tres grandes grupos: un 76,4% de las viviendas posee Tanques Sépticos (TS), un 21,4% tiene conexión a sistemas de alcantarillado sanitario y el resto (2,15%) utiliza pozos, letrinas o en menor medida practica defecación a cielo abierto.

En relación al 21,4% de cobertura de alcantarillado, un 14,4% es derivado a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) (8% a una PTAR pública y un 6,4% a una PTAR privada); mientras que el resto de las aguas residuales no recibe tratamiento alguno (Mora y Portuguez, 2020). Según Angulo (2021), al país le llevó 20 años aumentar en un 10% el tratamiento de las aguas residuales. Aunque se ha incrementado la cantidad de PTARs, el control sobre su funcionamiento es escaso. Un estudio de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) realizado en la Gran Área Metropolitana (GAM) durante 2019, encontró que de 3.200 PTAR inscritas<sup>1</sup>, sólo un 31,8% operan correctamente. Por otra parte, no todas se localizan en los sitios de registro y en algunos casos la infraestructura de tratamiento es inadecuada (ESPH, 2019).

En cuanto a los sistemas de saneamiento *in situ*, los TS comúnmente utilizados ofrecen un tratamiento primario al agua residual (separación de sólidos). Según la Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales (PNSAR), de las viviendas que cuentan con sistemas individuales de saneamiento, sólo el 1,6% cuentan con un TS con unidades adicionales de tratamiento (AyA et al., 2016). Otro aspecto de preocupación es que no es posible garantizar que estos sistemas se construyan, operen y mantengan adecuadamente, lo que incrementa los riesgos desde el punto de vista sanitario y ambiental. En relación a su mantenimiento, existen servicios de extracción y transporte de los Lodos Fecales (LF). Sin embargo, no existen datos precisos sobre el destino y el tratamiento de los lodos extraídos. Esto se debe en gran medida a: i) la informalidad de los proveedores que efectúan el servicio ii) solo existe una Planta de Tratamiento de LF privada en el país que recibe lodos de diversos proveedores de servicios de vaciado y transporte (Compañía de Aguas Sanitarias) cuya capacidad de tratamiento es de 300 m<sup>3</sup> de LF por día, iii) la población desconoce sobre el mantenimiento adecuado de estos sistemas, y iv) no existen

mecanismos de vigilancia y control gubernamentales. Consecuentemente, la frecuencia de vaciado varía según muchos factores, la capacidad del tanque o fosa, sus características y estado o el grado de conocimiento de los usuarios, entre otros.

Respecto a la cadena de servicios de saneamiento en el distrito de Liberia, aproximadamente un 14,2% cuenta con servicios de alcantarillado y un 80% cuenta con sistemas de TS. El resto posee salida directa a acequias/ríos, letrinas y en menor medida se practica defecación a cielo abierto. Estas cifras tienen correspondencia con lo que sucede a nivel país.

En su mayoría, los TS son autoconstruidos y consisten en tubos de alcantarillas perforados o fosas con piedras en el fondo. Se presentan situaciones como sistemas sépticos que llevan más de tres años sin extracción de LF, lo que podría implicar un nivel de tratamiento inadecuado y consecuente contaminación del suelo y el agua subterránea; y sistemas que llevan más de 10 años de construidos, con necesidades de mantenimiento para asegurar su correcto funcionamiento.

En cuanto a los servicios de vaciado y transporte de LF, éstos son proporcionados por proveedores independientes o pequeñas empresas privadas, en su mayoría en forma mecánica. La capacidad de los camiones varía de 2,5 a 35 m<sup>3</sup>. Si bien algunos proveedores cuentan con los permisos correspondientes y transportan los LF para su tratamiento, en la mayoría de los casos esto no sucede. La informalidad caracteriza a esta actividad, dificultando conocer con certeza el destino de los lodos.

En relación a las aguas residuales recolectadas, son derivadas a una PTAR en la ciudad de Liberia, que consiste en dos baterías de lagunas en paralelo con dos lagunas en serie, de tipo facultativas.

El gráfico SFD muestra que el 22% de las excretas generadas se maneja de manera segura en el distrito de Liberia, y el 78% se manejan de manera insegura, lo que refleja una situación preocupante en relación a la gestión de excretas en el distrito.

#### 5. Contexto de prestación de servicios

El sistema de administración de los recursos hídricos en Costa Rica, se encuentra fragmentado en diferentes instituciones:

<sup>1</sup> Registradas en la Dirección de Protección al Ambiente Humano del MINSa y la Dirección de Agua del MINAE.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), ESPH, Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados (ASADAS) y municipalidades. La institución que administra el agua potable a menudo se ocupa de la recolección y tratamiento de las aguas residuales, como en el caso de Liberia, servicios que son administrados por el AyA.

En relación a los aspectos normativos, Costa Rica cuenta con un amplio marco legal sobre aguas residuales, la protección ambiental, y en menor medida, con la gestión de LF. En 2016 se aprobó la Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales (PNSAR) (AyA et al., 2016), acompañada por un Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2016-2045 (AyA, 2017). Aunque la PNSAR proporciona un marco referencial para propender hacia una gestión segura del saneamiento, con hincapié en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), no indica aspectos específicos sobre la gestión de LF o la cadena de servicios de saneamiento.

El Reglamento para el Manejo y Disposición final de Lodos Fecales y Biosólidos (2015) es la principal normativa que aborda la gestión de LF a lo largo de la cadena de saneamiento, servicio que puede ser proporcionado por empresas públicas o privadas. Por otra parte, el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas (2020) establece lineamientos para el diseño y construcción de TS, e indica que la extracción de los lodos es responsabilidad del propietario,

cuya frecuencia mínima es de dos años, de acuerdo a su diseño.

Pese a la existencia de un cuerpo normativo relacionado con el manejo y disposición de los LF, no existe una entidad que asegure y haga cumplir criterios de diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de saneamiento individuales. Existe, por lo tanto, una debilidad gubernamental en el control del funcionamiento de este tipo de tecnología, que es la más extendida en todo el territorio nacional. La gestión institucional se convierte en uno de los principales desafíos para asegurar la sostenibilidad del saneamiento.

## 6. Partes interesadas

La Tabla 1 muestra las partes interesadas en la gestión de las aguas residuales y lodos fecales.

**Tabla 1: Partes interesadas.**

Actores clave	Instituciones/ Organizaciones
Instituciones Públicas	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Municipalidad de Liberia, Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Ambiente y Energía,
Sector privado	Servicios de vaciado de tanques sépticos y transporte de lodos fecales Compañía de Aguas Sanitarias
Colaboradores	GIZ
Otros	Academia, usuarios

## 7. Proceso de Desarrollo del SFD

El desarrollo del SFD incluyó las siguientes fases:

- Búsqueda y revisión de fuentes bibliográficas.
- Recopilación de datos del Sistema Nacional de Información Territorial y Nacional - Instituto de Estadística y Censos de Costa Rica (INEC, 2011).
- Consulta y análisis de datos de la encuesta georreferenciada desarrollada en 300 viviendas del distrito.
- Entrevistas con actores clave del sector de agua y saneamiento, locales y nacionales.
- Visita e inspección visual.

- Análisis de la información.
- Utilización del generador gráfico SFD.

## 8. Confiabilidad de los datos

Se utilizó la “Herramienta para evaluación de fuentes SFD” para puntuar la credibilidad de las fuentes de datos. Las fuentes puntuaron entre medio y alto, si eran estudios oficiales bien documentados y realizados en los últimos años.

## 9. Fuentes de datos

Listado de referencias usadas para la realización de este resumen ejecutivo:

- Encuesta realizada en 300 viviendas del Distrito, desarrolladas por B&A.

- Reportes de aguas residuales de la PTAR de Liberia.
- Estudios hidrogeológicos.
- Registros de gestores de residuos autorizados por el Ministerio de Salud.
- Entrevistas con proveedores de servicio de extracción y recolección de lodos fecales.
- Entrevistas con representantes municipales.
- Entrevista con el dueño de la Compañía Aguas Sanitarias.
- Visitas de campo.

SFD Liberia, Costa Rica, 2022

Producido por:

María Laura Gatto D'Andrea, consultor  
internacional independiente

Maritza Marin Araya, apoyo técnico local

#### © Copyright

Todos los materiales de la Iniciativa de Promoción del SFD están disponibles de forma gratuita mediante el concepto de código abierto para el desarrollo de capacidades y el uso sin fines de lucro, siempre que se reconozca adecuadamente la fuente cuando se utilice. Los usuarios siempre deben dar crédito citando al autor original, a la fuente y al titular de los derechos de autor.

Este resumen ejecutivo y el reporte SFD están disponibles en: [www.sfd.susana.org](http://www.sfd.susana.org)

## EXECUTIVE SUMMARY

In Costa Rica, three methods are commonly used to manage domestic wastewater; on-site treatment (septic tanks) is the most common method (76.4%), connection to a sanitary sewer system is the second most common method (21.4%), and the remainder (2.15%) use wells, latrines or, to a lesser extent, practice open defecation. Only 14.4% of wastewater connected to the sewage system is treated. On-site treatment systems (septic tanks) commonly employ the separation of solids from liquids. Mechanical emptying and transport services are available and predominate for most of the population using septic tanks. There is no precise data about the sludge that, once extracted from septic tanks, manages to reach a treatment plant.

The site for this study, Liberia, is the first district and capital city of the canton of Liberia, in the province of Guanacaste, Costa Rica. It is located in the northwest corner of the country. Liberia is divided into five districts; Cañas Dulces, Curubandé, Liberia, Mayorga and Nacascolo. The Liberia district is the largest, covering an area of 561.57 km<sup>2</sup>. The district has experienced rapid demographic and urban growth in recent years. The last census (2011) indicated its population was 54,656. The Liberia district is influenced by the Pacific slope with two clearly differentiated climatic seasons: a rainy season (from May to November) and a dry season (from December to April). Liberia is located on the Tempisque River aquifer and basin, one of the most important drainage areas in the province of Guanacaste, and in the country. The main source of drinking water supply is groundwater.

The Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers (AyA) governs and manages both drinking water and wastewater in Liberia. With respect to the service outcomes along the service chain, approximately 14.2% has sewage services and 80% has on site sanitation systems (septic tanks). The rest have direct access to ditches/rivers, latrines and, to a lesser extent, open defecation is practised. The preceding figures roughly reflect what happens at country level as well.

Most of the septic tanks are self-constructed by the property owner and consist of perforated sewer pipes or pits with stones at the bottom. The surveyed households revealed that some septic systems have not removed faecal sludge for more than three years. There are also systems that have been built for more than 10 years, requiring maintenance to ensure their correct operation.

Faecal sludge removal and transport services are provided by independent providers or small private companies, mostly mechanically. Truck capacity ranges from 2.5 to 35 m<sup>3</sup>. Many suppliers operate in the informal sector, since they are not complying with some or any of the legal requirements established by law for the provision of these services. Consequently, they dispose sludge directly into sewer drains or the river, which is illegal. Collected wastewater is processed at the WWTP in the city of Liberia. The technology used is a facultative lagoon system, whose effluent exceeds the discharge standard in most cases.

The SFD graphic shows that 22% of the excreta generated is safely managed in the Liberia district, and 78% of the excreta generated is unsafely managed.

## Tabla de Contenidos

1 Contexto de la ciudad.....	1
1.1 Población.....	2
1.2 Topografía.....	2
1.3 Clima.....	2
1.4 Temperatura.....	2
1.5 Precipitación.....	2
1.6 Características físicas y geográficas.....	2
2 Resultado del servicio.....	4
2.1 Información general.....	4
2.1.1 Generación/Contención.....	4
2.1.2 Vaciado y transporte.....	8
2.1.3 Tratamiento.....	10
2.1.4 Disposición Final.....	13
2.2 Matriz SFD.....	15
2.2.1 Paso 1. Generación/Contención.....	16
2.2.2 Paso 2. Contaminación de aguas subterráneas.....	17
2.2.3 Paso 3. Limpieza.....	17
2.2.4 Paso 4. Transporte.....	18
2.2.5 Paso 5. Tratamiento.....	18
2.2.6 Resumen de supuestos.....	18
2.3 Gráfico SFD.....	21
2.3.1 Credibilidad de las fuentes.....	22
3 Contexto de Prestación de Servicios.....	23
3.1 Política, Legislación y Regulación.....	23
3.1.1 Política.....	23
3.1.2 Roles institucionales.....	26
3.1.3 Provisión de servicios.....	28
3.1.4 Estándares de servicio.....	28
3.2 Planificación.....	29
3.2.1 Objetivos del servicio.....	29
3.2.2 Inversiones.....	29
3.3 Equidad.....	29

3.3.1 Alternativas actuales de servicios para sectores de bajos recursos.....	29
3.3.2 Planes y medidas para reducir la inequidad .....	30
3.4 Resultados.....	30
3.4.1 Capacidad para satisfacer necesidades, demandas y objetivos del servicio .....	30
3.4.2 Monitoreo y reporte del acceso a los servicios .....	31
3.5 Expansión y fortalecimiento .....	31
4 Análisis de las partes interesadas .....	31
5 Agradecimientos.....	33
6 Referencias .....	34
7 Apéndice .....	36
7.1 Apéndice 1: Identificación y compromiso de actores clave.....	36
7.2 Apéndice 2: Cuestionario para servicios de recolección y transporte de Lodos Fecales. .....	37
7.3 Apéndice 3: Pozos subterráneos en el distrito de Liberia.....	39
7.4 Apéndice 4. Lagunas facultativas de Liberia. Proyecto de excavación de lagunas #3 y #4. Fuente: Biblioteca del AyA. Octubre de 1997.....	40
7.5 Apéndice 5: Análisis físico-químicos y microbiológicos de AR de la salida de las lagunas de estabilización de Liberia. Fuente ROAR (2022). .....	41
7.6 Apéndice 6: Histórico de vertido de la PTAR para los parámetros DQO y DBO.....	43
7.7 Apéndice 7. Gestores de residuos de aguas residuales y lodos sépticos aprobados por el Ministerio de Salud. Fuente: Registro de Gestores Ministerio de Salud. Abril 2022.....	44
7.8 Apéndice 8. Escaleras de agua potable, saneamiento e higiene.....	45

## Lista de Tablas

Tabla 1: Tipo y cobertura de servicio sanitario en el Distrito de Liberia (INEC, 2011).....	6
Tabla 2: Destino de las excretas en las viviendas en el distrito de Liberia según datos de la encuesta georreferenciada (B&A, 2022).....	7
Tabla 3: Tipos de sistemas de contención según Metodología SFD y porcentajes de población. .....	19
Tabla 4: Marco Legal de Costa Rica relacionado a la gestión de aguas residuales y lodos fecales.....	23

## Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de ubicación del cantón y distrito de Liberia. ....	1
Figura 2: Cuenca del Rio Tempisque y afluentes de la provincia de Guanacaste. Fuente: Valverde (2012).....	3
Figura 3: Mapa del área de cobertura de agua potable (azul) y alcantarillado (naranja) en el distrito de Liberia. Fuente: AyA (2022). ....	5
Figura 4: Cobertura de sistema de alcantarillado en Liberia (rojo) y zona de cobertura propuesta por el AyA (morado).....	6
Figura 5: Tanque séptico rudimentario y esquema ilustrativo (utilizado en la encuesta georreferenciada).....	8
Figura 6: Imágenes de tanques sépticos en Liberia.....	8
Figura 7: Servicios de limpieza de tanques sépticos .....	9
Figura 8: Esquema de la PTAR Liberia. Fuente: Valverde (2012). ....	10
Figura 9: Lagunas de estabilización de Liberia (primarias). Fuente: ROAR (2021).....	11
Figura 10: Ingreso a la Planta con cajas de entrada distribuidora de caudal (izquierda), lagunas de estabilización primarias (derecha). Fuente: ROAR (2021). ....	11
Figura 11: <i>Parshall</i> de salida y medidor en línea. Fuente: ROAR (2021). ....	12
Figura 12: Planta de tratamiento de LF. Compañía de Aguas Sanitarias. Fuente: Compañía de Aguas Sanitarias (2022). ....	13
Figura 13: Río Liberia. Zona del Barrio Condega, Municipalidad San Miguel. Fuente: Imagen propia. ....	14
Figura 14: Descargas de aguas residuales al río Liberia, Quebrada los Piches. Fuente: Imagen propia. ....	14
Figura 15: Grilla de Selección.....	15
Figura 16: Matriz SFD. ....	16
Figura 17: Gráfico SFD para el Distrito de Liberia. ....	22
Figura 18: Históricos de vertido – Parámetros: DQO y DBO. PTAR Liberia.....	43
Figura 19: Escaleras de Saneamiento según la metodología <i>Joint Monitoring Program (JMP)</i> desarrollada por OMS/UNICEF. ....	45

## Abreviaturas

ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
ASADAS	Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
CAV	Canon Ambiental por Vertidos
CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
GAM	Gran Área Metropolitana
GLF	Gestión de Lodos Fecales
Ha	Hectárea
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
LF	Lodos Fecales
LNA	Laboratorio Nacional de Aguas
MINSA	Ministerio de Salud
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MTS	Mesa Técnica de Saneamiento
msnm	metros sobre el nivel del mar
NE	Noreste
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PNSAR	Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales
PNI	Plan Nacional de Inversiones
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PVC	Policloruro de Vinilo
ROAR	Reporte Operacional de Aguas Residuales
SENARA	Servicio Nacional de Riego y Avenamiento
SIRROAR	Sistema de Registro de Reporte Operacional de Aguas Residuales
SO	Suroeste
TS	Tanque séptico



## 1.1 Población

Según el último censo efectuado en 2011, el distrito de Liberia contaba con una población de 54.656 habitantes (INEC, 2011). Se ha observado un acelerado crecimiento demográfico y urbano del distrito, que en el año 1984 contaba con tan sólo 17.000 habitantes. Con una cantidad de 14.105 viviendas, el promedio de habitantes por vivienda es de 3,7 (INEC, 2011). Las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2022, apuntan a una población de 67.132 habitantes.

## 1.2 Topografía

La altitud promedio del distrito de Liberia es de 144 metros sobre el nivel del mar (msnm). La configuración del terreno es bastante plana, cuya topografía predominante es menor al 8%. Presenta un leve desnivel hacia el oeste. Se pueden distinguir tres zonas topográficas: una sección montañosa al este; una peninsular de topografía accidentada y una de relieve casi plano, en el Valle de Tempisque (Abarca, 2002).

## 1.3 Clima

El clima de Liberia es de tipo tropical. La parte sureste del distrito está influenciada por el océano Pacífico, el punto más cercano al océano se encuentra a 8,6 km y el más alejado a 43 km, en el parque Nacional Rincón de la Vieja, donde existe una diferencia climática significativa dada su altitud y lejanía del océano.

## 1.4 Temperatura

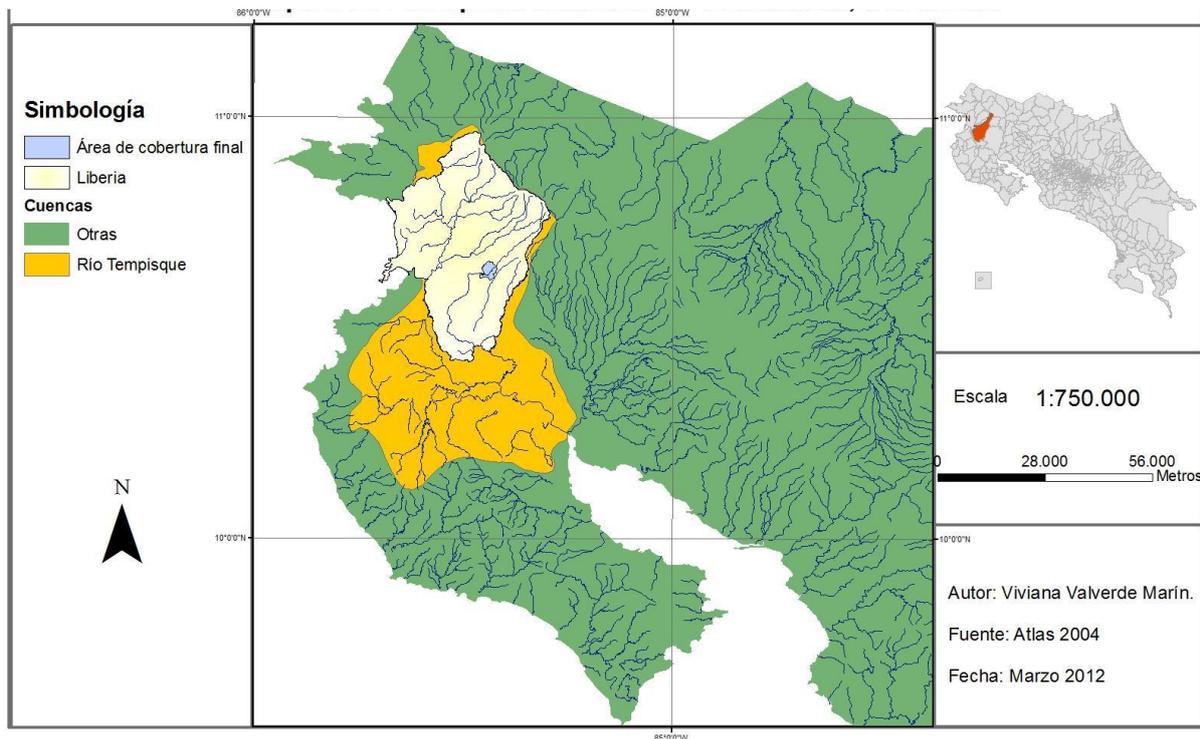
Los promedios anuales de temperatura varían entre 28,5°C y 29,1°C, con temperaturas más bajas en la parte alta del distrito y más altas en la parte baja (Nicolaeva et al., 2016).

## 1.5 Precipitación

La zona se encuentra bajo el régimen de precipitaciones del Pacífico, con influencia de esta vertiente. La zona de Liberia se caracteriza por tener cinco meses de escasa o nula precipitación, con una disminución drástica de caudales de los principales ríos y quebradas (diciembre a abril); y siete meses de precipitación superior a los 100 mm (mayo a noviembre). La precipitación es una de las más bajas del país, con un promedio de 1.640 mm anuales aproximadamente.

## 1.6 Características físicas y geográficas

El distrito de Liberia se ubica en la vertiente del Pacífico, sobre el acuífero y cuenca del río Tempisque, una de las áreas de drenaje de mayor relevancia en la provincia de Guanacaste y en el país (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Los cursos hídricos más importantes del distrito son los ríos Tempisque, Liberia, Claro y Salto. El río Liberia, que atraviesa la ciudad de noreste a suroeste, conforma una subcuenca de la cuenca del río Tempisque. Esta cuenca ha sufrido una explotación desmedida, llegando a límites de degradación importantes, que se manifiestan en su comportamiento tanto en el periodo de lluvias intensas como en la época seca, donde los caudales superficiales y subterráneos disminuyen considerablemente (Abarca, 2002). En relación a los recursos hídricos, la extracción de agua subterránea en la cuenca supera el uso del agua superficial, por lo que los mantos acuíferos están siendo ampliamente explotados (Angulo, 2020).



**Figura 2: Cuenca del Río Tempisque y afluentes de la provincia de Guanacaste. Fuente: Valverde (2012).**

El cantón de Liberia está conformado geológicamente por materiales de los períodos Cretácico, Terciario y Cuaternario; sin embargo, predominan las rocas volcánicas del Cuaternario (Denver y Arias, 2011). Dado el origen volcánico de la zona montañosa al noreste de Liberia, la forma de la subcuenca del río Liberia tiende a ser angosta en su inicio hasta llegar a la ciudad, para luego abrirse hasta desembocar en el río Tempisque.

En la ciudad de Liberia se localizan dos acuíferos: Liberia y Bagaces. Este último está constituido geológicamente por tres unidades, la superior con tobas aglutinadas, soldadas y material heterogéneo; la media con ignimbritas, lavas y tobas aglutinadas; y la inferior con sedimentos lacustres y fluviolacustres (Losilla et al., 2001). El movimiento del flujo en el acuífero es de Noreste (NE) a Suroeste (SO), descargando en el río Tempisque y en los acuíferos de Tempisquito, Liberia, El Salto, Ahogados, Colorado, entre otros. Con una extensión de 1.300 km<sup>2</sup>, se ubica debajo de las ciudades de Liberia, Cañas, Bagaces y La Cruz. La recarga del acuífero Bagaces se produce mediante infiltración directa del agua de lluvia y es el más rico de la zona (Losilla et al., 2001). Este acuífero es utilizado principalmente para abastecimiento público, riego y uso agropecuario.

En contraste, el acuífero de Liberia posee muy baja permeabilidad a causa de la cantidad de material arcilloso, siendo de muy baja producción. Presenta una extensión de 430 km<sup>2</sup> y posee una topografía muy plana. La descarga de dicho acuífero se produce drenando hacia los cauces de los ríos, infiltración vertical hacia el acuífero Bagaces y descarga por extracción de pozos (Losilla et al., 2001).

## 2 Resultado del servicio

### 2.1 Información general

#### Contexto nacional

La cobertura del servicio sanitario en Costa Rica se divide en tres grandes grupos: un 76,4% de las viviendas posee Tanques Sépticos (TS), un 21,4% tiene conexión a sistemas de alcantarillado sanitario y el resto (2,15%) utiliza pozos, letrinas o en menor medida practica defecación a cielo abierto. En relación al 21,4% de cobertura de alcantarillado, un 14,4% es derivado a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), del cual un 8% corresponde a una PTAR pública y un 6,4% a una PTAR privada. El resto de las aguas residuales son vertidas a cuerpos receptores sin tratamiento alguno (Mora y Portuguez, 2020). Este panorama configura una situación rezagada para el país respecto al tratamiento de las aguas residuales, con la consecuente contaminación de cuerpos de agua, especialmente en zonas urbanas.

#### Contexto Local

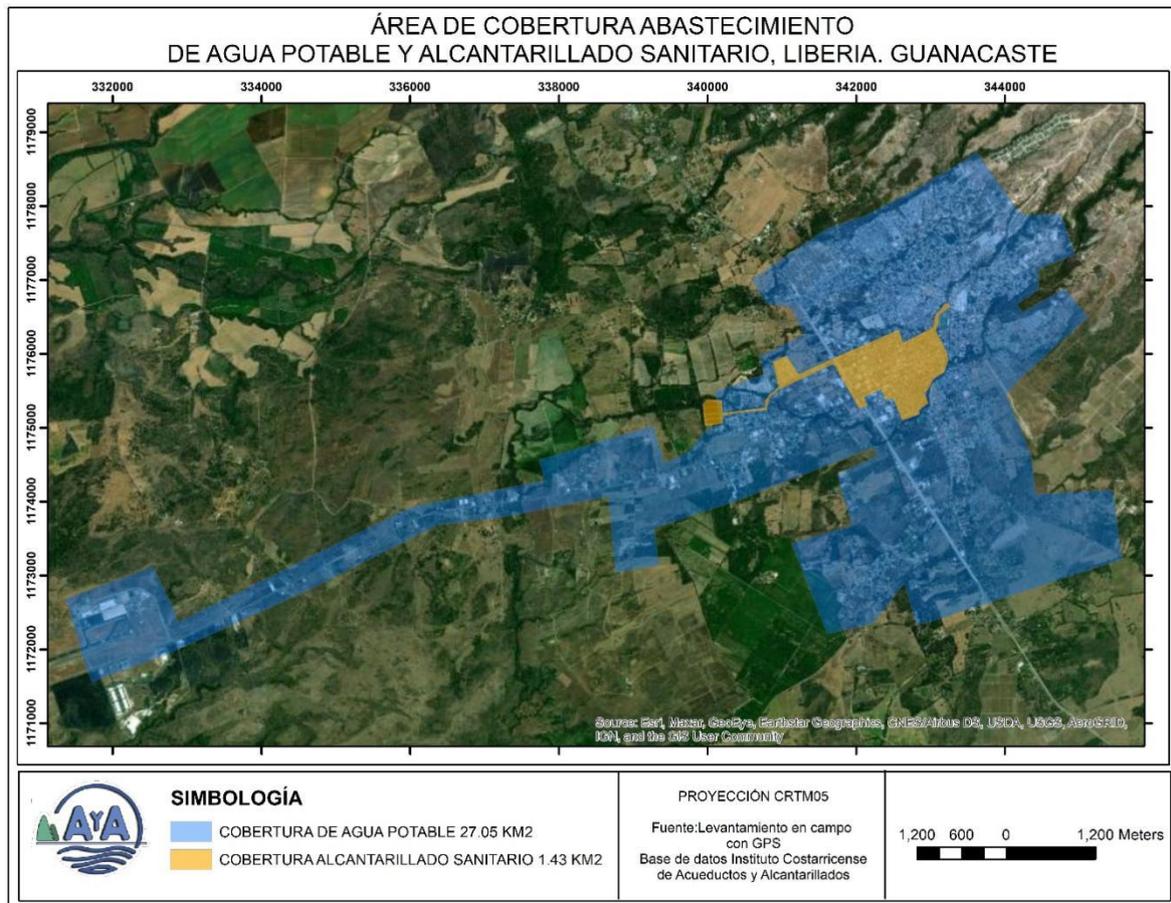
A continuación, se describe la gama existente de sistemas de infraestructura y tecnologías de saneamiento, así como los métodos y servicios para la gestión de excretas a través de la cadena de servicios de saneamiento en el distrito de Liberia.

#### 2.1.1 Generación/Contención

##### Sistema de Alcantarillado

El distrito de Liberia posee un área en el casco central provista con servicio de alcantarillado sanitario, correspondiente al sector más densamente poblado y de mayor desarrollo comercial. Según INEC (2011), la población que posee servicio de alcantarillado sanitario alcanza un 14,2%. Como se menciona en diversos estudios, la ciudad de Liberia se ha extendido sin que paralelamente se ampliara el alcantarillado sanitario, como sí lo ha hecho el servicio de agua potable. Según indica personal del AyA (2022), en la actualidad, sólo un 20% de los servicios de agua potable cuentan también con alcantarillado sanitario. Como se observa en la **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, el alcantarillado cubre un pequeño sector en el área central de Liberia en relación con el sector provisto con agua potable. Las aguas residuales son conducidas hacia el suroeste hasta el sistema de tratamiento.

Según información provista por personal de AyA (2022), el sistema de alcantarillado cuenta con unas 3.890 conexiones activas (lo que equivale aproximadamente a unos 14 mil usuarios); de las cuales un 83% corresponden a usuarios residenciales y el resto se distribuye entre comercios, industrias e instituciones.

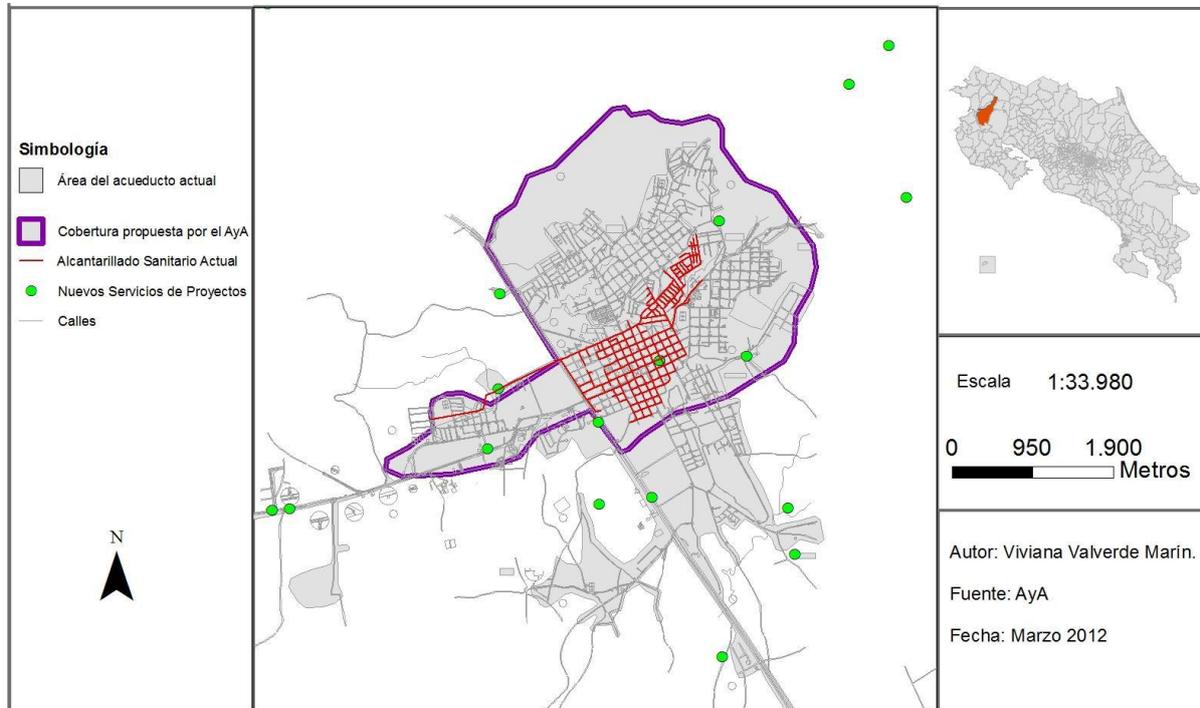


**Figura 3: Mapa del área de cobertura de agua potable (azul) y alcantarillado (naranja) en el distrito de Liberia. Fuente: AyA (2022).**

El alcantarillado sanitario fue construido en el año 1973, y fue diseñado en sus orígenes para abastecer al sector central de la ciudad. Como indica Valverde (2012), el alcantarillado sanitario se extiende a través de 29.676 km de longitud y abarca un área de 158 hectáreas (Ha). Está compuesto por materiales y diámetros diversos: concreto, Policloruro de Vinilo (PVC) y asbesto cemento. Según indica el personal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), debido a su antigüedad, su estructura se encuentra bastante deteriorada y es muy probable la existencia de averías y pérdidas de aguas residuales en su trayecto. Por otro lado, existe un componente de filtraciones en época de lluvias, que provoca un aumento de caudal. El mantenimiento del sistema de alcantarillado no ha sido óptimo por razones como falta de equipo, mano de obra y profundidad de la línea (Valverde, 2012).

En la Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. se puede observar el alcantarillado sanitario en color rojo y la cobertura de agua potable en gris. Se observa un área delimitada en color morado, la cual fue determinada por el AyA indicando la cobertura correspondiente para una futura extensión del servicio de alcantarillado. En esta superficie se debía evitar el uso de tanques sépticos, debido a la presencia de los dos acuíferos importantes de la zona (Liberia y Bagaces). Esta área abarca toda la zona noreste del distrito, con la mayor densidad poblacional, la parte central y la parte suroeste. Al comparar ambas áreas, se observa que la cobertura de alcantarillado actual es escasa, y las zonas más densamente

pobladas se encuentran en el exterior de la misma. Si bien esta imagen corresponde al año 2012, como se mencionó anteriormente, no se realizaron ampliaciones posteriores del sistema de alcantarillado sanitario en el sitio.



**Figura 4: Cobertura de sistema de alcantarillado en Liberia (rojo) y zona de cobertura propuesta por el AyA (morado).**

### Saneamiento *in-situ*

#### Tanque séptico

Como se ha mencionado previamente, los sistemas individuales de saneamiento (denominados en general como “tanques sépticos”) representan el principal sistema de saneamiento utilizado en el país (76,4%). Esto se refleja en un 80% de las viviendas que utilizan estos sistemas en el distrito de Liberia (INEC, 2011) (Tabla 1).

**Tabla 1: Tipo y cobertura de servicio sanitario en el Distrito de Liberia (INEC, 2011).**

Tipo de servicio sanitario	Porcentaje
Conectado a alcantarillado sanitario	14,2%
Conectado a tanque séptico	80,0%
Con salida directa a acequia, zanja, río o estero	0,2%
De hueco, de pozo negro o letrina	5,1%
No tiene servicio sanitario	0,5%

Si bien se emplea el término TS en forma general (el INEC no realiza distinciones en su tipología), en las viviendas existen variaciones en la construcción de los sistemas de saneamiento individuales.

En base a una encuesta desarrollada en 300 viviendas del distrito de Liberia<sup>2</sup>, implementada a inicios de 2022; sólo un 13,2% de las viviendas relevadas cuentan con un tanque séptico completo (tanque de sedimentación y zona de infiltración), un 71,6% posee un tanque séptico rudimentario (infiltra directamente en el suelo), y un 3,9% presenta un tanque séptico con vertido a un río, caño, lote, u otro. Esto último ocurre principalmente porque la falta de mantenimiento del sistema deriva en la saturación de las zanjas de infiltración, por lo que los propietarios deciden desviar las aguas luego del tanque. Los resultados de esta encuesta se muestran en la **Tabla 2**.

**Tabla 2: Destino de las excretas en las viviendas en el distrito de Liberia según datos de la encuesta georreferenciada (B&A, 2022).**

Tipo de servicio sanitaria	Porcentaje
Alcantarillado sanitario	9,0%
Tanque séptico rudimentario (tubo de alcantarilla o fosa con piedras)	71,6%
Tanque séptico completo (tanque de sedimentación y zona de infiltración)	13,2%
Tanque séptico sin drenaje (el agua va a un río, caño, lote, u otro luego del tanque)	3,9%
Letrina	1,6%
No sabe/no responde	0,6%

El empleo de sistemas sépticos de tipo rudimentario refleja una inadecuada práctica constructiva, que consiste en utilizar tubos de alcantarilla o fosas con piedras en el fondo en reemplazo de un tanque séptico adecuado (Figura 5 y Figura 6). En la encuesta, sólo un 25% indicó que su tanque fue construido por una empresa. En general, estos sistemas son antiguos (probablemente esto influya en la informalidad de la construcción), de hecho, el 60% afirmó que tienen más de 10 años de antigüedad.

Los principales problemas asociados a los sistemas sépticos son rebalses por eventos de lluvia, mal drenaje y por llenado. Sin embargo, la mayoría de los encuestados indicaron que no han tenido inconvenientes. En relación a las aguas grises, casi un 60% afirmó que las mismas no se vierten al sistema séptico, indicando que se vierten a un alcantarillado, caño o un curso de agua.

El rendimiento y mantenimiento de los sistemas sépticos es cuestionable, ya que no hay un sistema de monitoreo ni una práctica de mantenimiento estandarizada en el país. El Ministerio de Salud (MINSAL), el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, el Código del ACI (*American Concrete Institute*) y algunos gobiernos locales brindan criterios de diseño y recomendaciones básicas y en ciertos casos, requisitos mínimos para el uso de los TS (Zuñiga y Quesada, 2020).

<sup>2</sup> Se efectuaron 304 entrevistas en total, con 64 preguntas, con un margen de error de 5,7% y un nivel de significancia del 95%.



Figura 5: Tanque séptico rudimentario y esquema ilustrativo (utilizado en la encuesta georreferenciada).



Figura 6: Imágenes de tanques sépticos en Liberia.

### 2.1.2 Vaciado y transporte

La remoción de los Lodos Fecales (LF), actividad necesaria en forma periódica para el mantenimiento de los sistemas sépticos, suele hacerse cuando se observa un nivel de lodos en el tanque cercano a su salida, por malos olores, o llegado el extremo, cuando se provoca un rebalse de las aguas, especialmente en época de lluvias (B&A, 2022).

Existen diversos servicios de particulares y empresas en la provincia de Guanacaste y en el distrito de Liberia que realizan servicios de limpieza de TS y extracción de los lodos<sup>3</sup>.

En la encuesta de viviendas, la mayoría afirmó que el servicio de limpieza lo realiza una empresa privada (90%). El tipo de servicio de vaciado es mecánico, y se realiza a través de camiones succionadores. Según las encuestas efectuadas a empresas recolectores de LF, la capacidad de los camiones varía ampliamente, de 2,5 a 35 m<sup>3</sup> (Figura 7).

Según datos de la encuesta local, un 56,2% de las viviendas con TS lo ha limpiado alguna vez. Las frecuencias de limpieza y extracción de LF son variables: un 26% indicó que lo han vaciado hace menos de un año, un 21,5% hace un año, un 21% hace dos años y un 28,5%

<sup>3</sup> Se han identificado alrededor de unos 13 recolectores con servicios en la zona.

hace más de 3 años, mientras que el resto no sabe (3,1%). De acuerdo a esto, casi un 70% realizaría las limpiezas con la frecuencia adecuada de 1 a 2 años.

El costo del servicio de transporte y tratamiento de LF en Costa Rica varía según la empresa y la distancia que deben recorrer los transportistas. En general, los costos oscilan entre ₡60.000 (US\$ 88) y ₡200.000 (US\$ 292); siendo la mediana un valor cercano a los ₡90.000 (US\$ 131) (AyA et al., 2016). En el distrito, según la encuesta georreferenciada, el costo promedio por vaciar un TS es de ₡47.000 (US\$ 69). En términos generales, el 35% de los servicios costaron menos de 50 mil colones (US\$ 73), se considera que es un costo bajo si el destino de los lodos es un sistema de tratamiento. Sin embargo, esto no sería una preocupación para el usuario, dado que el 95% de las personas que realizaron limpiezas de sus sistemas sépticos desconocen el destino de los lodos extraídos.

Los proveedores del servicio indicaron que el costo por vaciado de una fosa séptica es de ₡22.000 (US\$ 32) por m<sup>3</sup>, en otros casos el servicio completo de vaciado cuesta entre ₡50.000 (US\$ 73) a ₡80.000 (US\$ 117). Los encuestados coinciden en que se requieren más plantas para el tratamiento de los lodos extraídos, sin embargo, los recolectores informales opinan que las tarifas de tratamiento son elevadas.

En las entrevistas realizadas a los prestadores de servicios de vaciado, se detectó un grado importante de informalidad. Los costos del servicio son menores para quienes contratan proveedores informales (sin permisos), lo que puede llevar a los usuarios a optar por este tipo de servicios. Un 65% de los entrevistados en las viviendas aseguró que la empresa a cargo tenía permisos y requisitos actualizados. Sin embargo, como sostienen Zuñiga y Quesada (2020), los LF recolectados por diversas empresas -en algunos casos con permisos del MINSA- son vertidos sin tratar, directamente en cuerpos de agua, ya que no se les exige tener sus propias plantas de tratamiento, como tampoco existe un control adecuado. Un listado completo de los gestores de residuos de aguas residuales y lodos sépticos por provincias aprobados por el MINSA se puede consultar en el Apéndice 7. Se detectaron siete gestores autorizados en la provincia de Guanacaste.



Figura 7: Servicios de limpieza de tanques sépticos.

### 2.1.3 Tratamiento

#### Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El distrito de Liberia cuenta con una PTAR, administrada por el AyA. Esta planta se construyó a partir de un convenio entre el Gobierno y el AyA, entre 1972 y 1975 (Mora y Portuguez, 2016). Originalmente, se construyeron dos lagunas de estabilización facultativas. Unos años después, cuando su capacidad de tratamiento se vio considerablemente reducida, se realizó una ampliación mediante dos lagunas facultativas adicionales (año 1998) (véase Apéndice 4). Finalmente, se unieron ambas etapas y actualmente la PTAR cuenta con dos lagunas primarias y dos lagunas secundarias (Valverde, 2012). Las dimensiones de las lagunas primarias son de 285 m de largo, 60 m de ancho y 2 m de profundidad útil (laguna N°1 y N°2). Las lagunas secundarias poseen unos 285 m de largo, 80 m de ancho y 1,5 m de profundidad útil (laguna N°3 y N°4) (Trejos, 2003). Sin embargo, es muy posible que la profundidad real de las lagunas sea bastante menor debido a la acumulación de sólidos en el fondo de las mismas, luego de varios años de operación.

El efluente de la laguna N°1 se deposita en la laguna N°3 y el efluente de la laguna N°2 se deposita en la laguna N°4. Todas poseen tres tuberías de entrada (sobre el nivel del agua) y una estructura de salida (Trejos, 2003) (

Figura 8).

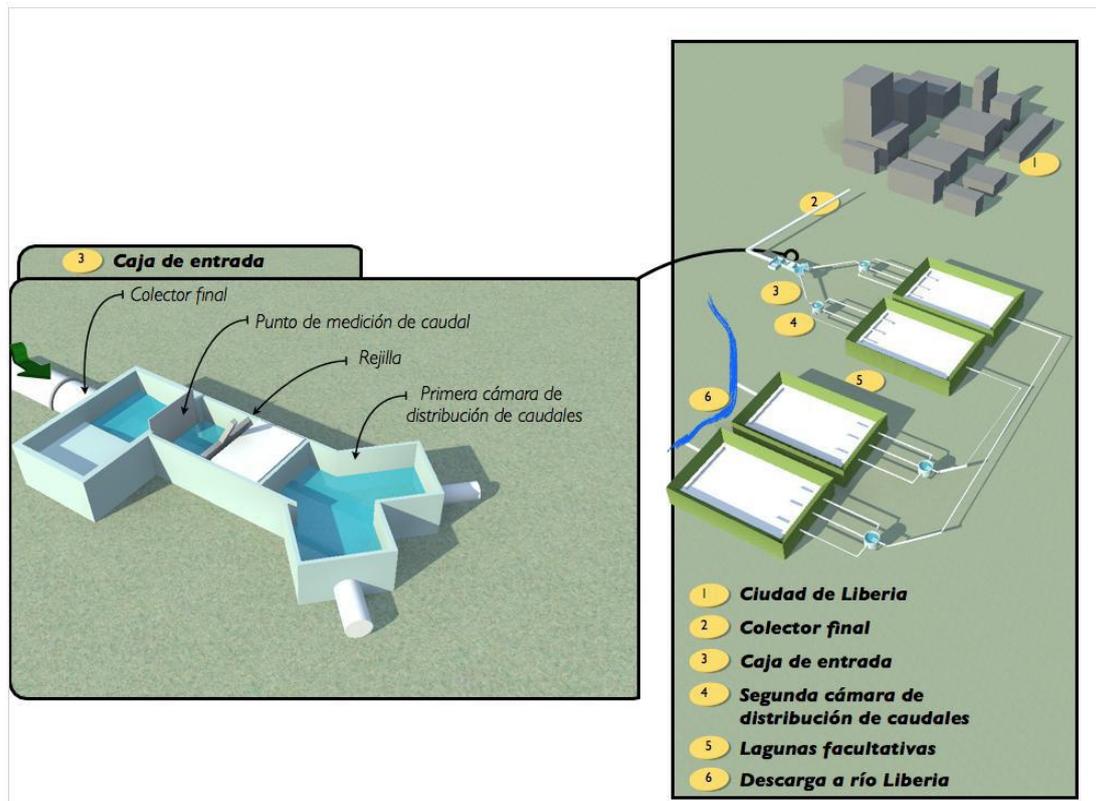


Figura 8: Esquema de la PTAR Liberia. Fuente: Valverde (2012).



**Figura 9: Lagunas de estabilización de Liberia (primarias). Fuente: ROAR (2021).**

Las lagunas primarias cuentan con protección en las partes altas de los taludes, aunque el inferior de los taludes y el fondo de las lagunas carecen de protección (cobertura de concreto o geotextiles para impermeabilización) (Figura 9). Las lagunas secundarias no cuentan con protección ni cobertura en los taludes ni en el fondo. Los taludes se encuentran cubiertos por vegetación, lo que favorece su erosión. La Figura 10 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** muestra el ingreso de las aguas residuales a la planta (lagunas primarias), mientras que en la Figura 11 se observa la canaleta *Parshall* de salida.



**Figura 10: Ingreso a la Planta con cajas de entrada distribuidora de caudal (izquierda), lagunas de estabilización primarias (derecha). Fuente: ROAR (2021).**

Actualmente, los caudales de salida presentan valores promedio que rondan los 2.400 a 3.000 m<sup>3</sup>/día, dependiendo de la época del año, ya que el caudal aumenta considerablemente durante el periodo de lluvias (ROAR, 2021; 2022). Según los reportes operacionales consultados<sup>4</sup> y los parámetros históricos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y

<sup>4</sup> Se consultaron Reportes Operacionales de la PTAR de Liberia durante el año 2021 y 2022, cuya presentación es de carácter trimestral.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) de entrada y salida de la PTAR (2017-2022), la planta presenta un promedio de eficiencia del 58% para DQO y del 73% para DBO. En el Apéndice 5 y Apéndice 6 se pueden consultar informes y gráficas sobre el funcionamiento de la PTAR.



**Figura 11: Parshall de salida y medidor en línea. Fuente: ROAR (2021).**

Estudios de años anteriores aseguran que la PTAR de Liberia no se adecuaba a los parámetros de descarga (Mora y Portuguesez, 2016); y que las lagunas funcionaron adecuadamente en la época en la que se construyeron, pero la situación ha cambiado y se han vuelto ineficientes debido al crecimiento poblacional (Bower, 2013).

En la actualidad, a pesar de los porcentajes de remoción de materia orgánica, las concentraciones de carga orgánica a la salida de la PTAR son elevadas, esto se atribuye a que las lagunas están recibiendo caudales y carga orgánica superiores a los de diseño.

Según información brindada por el AyA, se plantea realizar un dragado de los lodos de las lagunas durante el año 2022 para optimizar su funcionamiento.

### **Tratamiento de LF**

La Compañía de Aguas Sanitarias, localizada en Coyoil, provincia de Alajuela, es la única planta de tratamiento privada que recibe LF de proveedores independientes de todo el país. Esta planta opera desde 2011 mediante un sistema de lodos activados. Tiene capacidad para tratar 300 m<sup>3</sup> de LF por día (o 12 horas, que es lo que actualmente trabaja). Los lodos secos o biosólidos se disponen directamente en un relleno sanitario (Madrigal y Pérez, 2020). La Figura 12 muestra algunas imágenes de la planta de tratamiento.

Por otra parte, en Liberia se encuentra la planta de tratamiento de LF denominada “El Gallo”, la cual opera desde hace varios años, aunque no fue posible el ingreso a la misma.



**Figura 12: Planta de tratamiento de LF. Compañía de Aguas Sanitarias. Fuente: Compañía de Aguas Sanitarias (2022).**

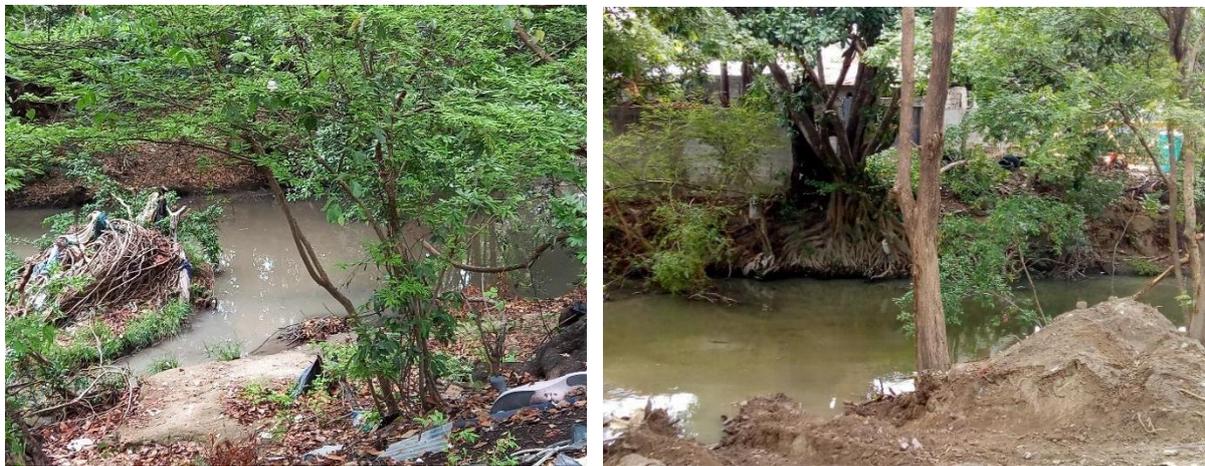
#### 2.1.4 Disposición Final

En el caso de la PTAR, el efluente de las lagunas secundarias es vertido al río Liberia, que se encuentra a 100 m de distancia de las lagunas, por medio de una estructura de desfogue.

En relación al vertido al cuerpo receptor, la PTAR debe cumplir con los límites que establece el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (Art. 20 Decreto N°33601 MINAE-S). En base a los parámetros reportados en los ROAR, así como el análisis de parámetros históricos de vertido, y consulta con representantes del AyA, el efluente no cumple -y no ha cumplido durante un largo periodo sostenido- con varios de los parámetros de vertido, específicamente DBO y DQO. En el Apéndice 6 se pueden observar las gráficas de históricos de vertido de la PTAR para los parámetros DQO y DBO. Se aprecia que el efluente supera la

norma de vertido en la mayoría de los casos (150 mg/l y 50 mg/l, respectivamente - Decreto N°33601). Los valores pico de concentración corresponden a la época seca, donde se registra una disminución de caudales.

Consecuentemente, el río Liberia aporta una carga importante de material fecal a la cuenca del río Tempisque. Además del efluente del sistema lagunar, el río Liberia recibe descargas de aguas residuales de viviendas que se localizan a lo largo de su cauce. Esta situación se pudo constatar en el sitio. En la Figura 13 se observa una zona del cauce del río Liberia que recibe descargas en el Barrio Condega; en la Figura 14 se aprecia la descarga de aguas residuales a la quebrada los Piches. Estas aguas, según indican vecinos y funcionarios de la municipalidad, provienen mayormente de la planta de tratamiento del Centro de Atención Institucional (CAI) de Liberia, que se encuentra colapsada. Los vecinos de la zona también sostienen que se han realizado reiteradas denuncias al MINSA por las descargas de aguas cloacales al río, sin obtener respuesta alguna<sup>5</sup>.



**Figura 13: Río Liberia. Zona del Barrio Condega, Municipalidad San Miguel. Fuente: Imagen propia.**



**Figura 14: Descargas de aguas residuales al río Liberia, Quebrada los Piches. Fuente: Imagen propia.**

<sup>5</sup> Se resguarda la privacidad de los informantes.

Durante la época seca, el río Liberia disminuye su caudal, al punto de que el efluente del sistema lagunar puede ser mayor que el caudal que conduce dicho cuerpo de agua. Estas aguas solían ser aprovechadas aguas abajo por agricultores para riego de caña de azúcar y para bebida del ganado (Abarca, 2002).

En cuanto a los LF, como se mencionó anteriormente, existen vertidos ilegales al medio ambiente, debido a la falta de exigencia para los servicios de recolección de LF de disponer de sus propias plantas de tratamiento, como a la inexistencia de un adecuado control sobre la actividad.

## 2.2 Matriz SFD

A continuación, se presenta una descripción detallada de los supuestos para obtener los porcentajes del Gráfico SFD, presentado en la Sección 2.3.

La Figura 15 muestra la Grilla de selección, y la Figura 16 muestra la Matriz SFD.

List A: Where does the toilet discharge to? (i.e. what type of containment technology, if any?)	List B: What is the containment technology connected to? (i.e. where does the outlet or overflow discharge to, if anything?)										
	to centralised combined sewer	to centralised foul/separate sewer	to decentralised combined sewer	to decentralised foul/separate sewer	to soakpit	to open drain or storm sewer	to water body	to open ground	'don't know where'	no outlet or overflow	
No onsite container. Toilet discharges directly to destination given in List B	T1A1C1				Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution						Not Applicable
Septic tank					T2A2C5 Low risk of GW pollution						
Fully lined tank (sealed)					Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	T1A3C6	T1A3C7	T1A3C8			
Lined tank with impermeable walls and open bottom	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution						Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Lined pit with semi-permeable walls and open bottom	Not Applicable									T2A5C10 Low risk of GW pollution	
Unlined pit										T2A6C10 Low risk of GW pollution	
Pit (all types), never emptied but abandoned when full and covered with soil										Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	
Pit (all types), never emptied, abandoned when full but NOT adequately covered with soil											
Toilet failed, damaged, collapsed or flooded											
Containment (septic tank or tank or pit latrine) failed, damaged, collapsed or flooded											
No toilet. Open defecation	Not Applicable								T1B11 C7 TO C9	Not Applicable	

Figura 15: Grilla de Selección.

Liberia, Liberia, Costa Rica, 2 May 2022. SFD Level: 3 - Comprehensive SFD								
Population: 67132								
Proportion of tanks: septic tanks: 100%, fully lined tanks: 100%, lined, open bottom tanks: 100%								
Containment								
System type	Population	WW transport	WW treatment	FS emptying	FS transport	FS treatment	SN transport	SN treatment
	Pop	W4a	W5a	F3	F4	F5	S4e	S5e
System label and description	Proportion of population using this type of system (p)	Proportion of wastewater in sewer system, which is delivered to centralised treatment plants	Proportion of wastewater delivered to centralised treatment plants, which is treated	Proportion of this type of system from which faecal sludge is emptied	Proportion of faecal sludge emptied, which is delivered to treatment plants	Proportion of faecal sludge delivered to treatment plants, which is treated	Proportion of supernatant in open drain or storm sewer system, which is delivered to treatment plants	Proportion of supernatant in open drain or storm sewer system that is delivered to treatment plants, which is treated
T1A1C1 Toilet discharges directly to a centralised combined sewer	14.2	100.0	65.0					
T1A3C6 Fully lined tank (sealed) connected to an open drain or storm sewer	1.2			50.5	34.0	90.0	0.0	0.0
T1A3C7 Fully lined tank (sealed) connected to a water body	1.2			50.5	34.0	90.0		
T1A3C8 Fully lined tank (sealed) connected to open ground	1.2			50.5	34.0	90.0		
T1B11 C7 TO C9 Open defecation	0.5							
T2A2C5 Septic tank connected to soak pit, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	11.9			50.5	34.0	90.0		
T2A5C10 Lined pit with semi-permeable walls and open bottom, no outlet or overflow, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	64.6			50.5	34.0	90.0		
T2A6C10 Unlined pit, no outlet or overflow, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	5.1			0.0	0.0	0.0		

Figura 16: Matriz SFD.

### 2.2.1 Paso 1. Generación/Contención

Para el distrito de Liberia, la información sobre el tipo de tecnologías de saneamiento existentes fue categorizada por el Censo Nacional (2011) como alcantarillado (14,2%), tanques sépticos (80%), salida directa a acequia, zanja río o estero (0,2%), pozo negro o letrina (5,1%), y sin sistema (0,5%). El TS representa la tecnología de contención principal.

Por otra parte, la encuesta de viviendas (B&A, 2022) permitió determinar el tipo de TS en uso del 80% reportado por el INEC (2011). La mayoría (71,6%) indicó que posee un TS rudimentario (infiltra directamente en el suelo), un 13,2% un TS completo (tanque de sedimentación y zona de infiltración) y un 3,9% un TS con vertido a un río, caño, lote, u otro. Debido a las características constructivas de los tanques rudimentarios, se determinó que estos no se encontraban sellados, pudiendo tener fondos abiertos. Los otros TS presentaban características similares, se determinó en ambos casos que se trababa de tanques sellados.

## 2.2.2 Paso 2. Contaminación de aguas subterráneas

### Provisión de agua potable en el distrito

Las aguas subterráneas representan un recurso sumamente importante en el país, que abastece de agua potable a más del 80% de la población.

El distrito de Liberia cuenta con un 97,6% de cobertura de agua potable (INEC, 2011). El acueducto de Liberia se abastece mayormente de fuentes subterráneas (70%), mientras que el resto (30%) a partir de fuentes superficiales. Las aguas superficiales se obtienen a partir de una toma en el río Liberia (Abarca, 2002). Las aguas subterráneas provienen de los acuíferos Bagaces y Liberia. El primero de ellos es el más rico de la región de Guanacaste, se puede encontrar a una profundidad de más de 120m, con una producción promedio de 20 l/s, y en algunos casos hasta de 40 l/s. El manto de Liberia abastece varios pozos de la zona, con una profundidad media de 70 m. Este último es el más utilizado para abastecimiento de agua potable (AyA et al., 2008).

La institución pública principal de suministro de agua potable es el AyA. En el distrito se encuentran más de 400 perforaciones para diversos usos (DIGH-SENARA, 2022) (Véase Apéndice 3).

Como se mencionó en la Sección 2.1.1; el AyA determinó un área en la cual no se deben utilizar tanques sépticos y drenajes como sistema de tratamiento y disposición de las aguas residuales, ya que debajo de dicha superficie se encuentran los acuíferos Liberia y Bagaces.

La estimación del riesgo de contaminación del acuífero se determinó considerando la siguiente información:

- Q1. Vulnerabilidad del acuífero. Se presentan distintas unidades, la zona de mayor producción está formada por rocas volcánicas, principalmente lavas fracturadas, con buena permeabilidad. El distrito de Liberia se ubica sobre la cuenca del río Tempisque, cuyos niveles freáticos varían generalmente entre los 0,5 a 6,0 metros de profundidad (AyA et al., 2008). Rdo: Riesgo alto.
- Q2. Separación lateral: Se asume que el porcentaje de instalaciones de saneamiento ubicadas a <10 m de las fuentes de agua subterránea es menor a 25%, y que el porcentaje de instalaciones de saneamiento ubicadas aguas arriba de fuentes de aguas subterráneas es mayor al 25%. Rdo: Riesgo alto.
- Q3 y Q4. La provisión de agua potable proviene mayormente de fuentes de agua subterránea. Se asume que los pozos se encuentran debidamente protegidos.

Resultado Final: Riesgo alto de contaminación de aguas subterráneas.

## 2.2.3 Paso 3. Limpieza

A partir de las encuestas locales, se determinó que de las viviendas que cuentan con TS (en todas sus variantes), un 56,2% lo ha limpiado alguna vez, un 41,2% no ha limpiado nunca, y el resto desconoce. En el caso de las frecuencias de limpieza, éstas son variables, se determinó que el promedio de vaciado de los sistemas sépticos fue cada 22 meses.

#### 2.2.4 Paso 4. Transporte

Como se mencionó en la Sección 2.1.1, el 14,2% de la población es servida por un sistema de alcantarillado. Debido a la antigüedad de la red de alcantarillado, es muy probable la existencia de pérdidas y averías en las mismas, sin embargo, no es posible estimar con precisión este dato.

En relación al servicio de extracción y transporte de LF, los proveedores de servicios entrevistados poseen uno o más camiones. Las dimensiones y capacidades varían ampliamente (entre 2,5 y 35 m<sup>3</sup>), por lo que no hay un tamaño de camión estandarizado para este tipo de servicio. Las frecuencias de recolección, así como la cantidad de lodos extraídos, también mostraron gran heterogeneidad entre quienes respondieron la encuesta.

Se verificó que, por diversos motivos, los recolectores no siempre transportan los lodos extraídos hacia una planta de tratamiento. En muchos casos los LF son vaciados sin tratar (incluso con permisos), directamente en cuerpos de agua. Los mismos recolectores indicaron que sus colegas no tienen permisos y descargan los LF en forma clandestina en ríos, canales, o al sistema de alcantarillado sanitario. En la encuesta georreferenciada, sólo el 1% de las viviendas con TS indicó que los LF son llevados a una planta de tratamiento (el resto no sabe o no brindó respuesta alguna).

Como se mencionó en el apartado 2.1.2; se detecta un alto grado de informalidad en este sector, dificultando realizar una estimación precisa. Tomando como referencia el Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos (39316-S); se asume que el 66% de los LF son vertidos al medio ambiente sin tratamiento.

#### 2.2.5 Paso 5. Tratamiento

Del 14,2% de las aguas residuales que alcanzan la PTAR, un porcentaje de estas aguas no está siendo efectivamente tratado. Pese a las eficiencias de remoción de materia orgánica de la PTAR, el efluente vertido aun presenta una alta carga orgánica, aunque la misma fluctúa a lo largo del año. En promedio, desde el año 2015, la concentración de DBO en el efluente de la planta de tratamiento se está sobrepasando de la norma en un 40% en promedio del valor límite permitido. Teniendo en cuenta este factor, y considerando la eficiencia de la PTAR en términos de remoción de materia orgánica, se adoptó un valor de referencia del 65%.

En cuanto a los LF, se asume que, en los casos que arriban a una planta de tratamiento, el porcentaje de LF tratados es del 90%.

#### 2.2.6 Resumen de supuestos

La proporción de LF en tanques sépticos, tanques totalmente revestidos, tanques revestidos con paredes impermeables y fondo abierto y todo tipo de pozos se establecieron al 100%, como se establece en las Preguntas Frecuentes (FAQs) del Sitio web de la *Sustainable Sanitation Alliance* (SuSanA).

### Sistemas de saneamiento off-site

### T1A1C1 El retrete descarga directamente a una alcantarilla centralizada (14,2%)

- W4a – 100%, se estima que la totalidad de las aguas recolectadas se dirigen a la PTAR.
- W5a – 65%, de acuerdo a la operación de la PTAR en Liberia.

### T1A1C6 El retrete descarga directamente a un canal abierto al alcantarillado pluvial (0,2%)

- Según el Censo 2011, el 0,2% de las aguas vierten directamente a un desagüe abierto o cuerpo de agua sin tratamiento alguno. Por lo tanto, las variables W4c y W5c se establecieron en 0%.

### Sistemas de saneamiento in-situ

Para una correcta interpretación de los datos de la encuesta georreferenciada respecto a los sistemas de saneamiento *in situ*, se analizaron los mismos redistribuyendo los porcentajes considerando únicamente las viviendas con TS (es decir, descartando los porcentajes correspondientes a viviendas con sistema de alcantarillado).

### Generación/Contención

Según el Censo 2011 y, como se puede apreciar en la Tabla 3, un 80% de los hogares de Liberia cuentan con un algún tipo de sistema séptico como sistema de saneamiento, un 5,1% de la población utiliza un pozo sin revestimiento (letrina) y en menor medida, hay una descarga directa del baño a un canal abierto o bien se practica defecación al aire libre.

Teniendo en cuenta que en el Censo 2011 no hay distinción del tipo de TS de las viviendas, (por ejemplo, si es de una o dos cámaras), se tomaron datos de la encuesta georreferenciada (B&A, 2022). Considerando estos resultados, se tiene que:

- 71,6% “tanque séptico rudimentario” representa el 80,7% de los sistemas con TS
- 13,2% “tanque séptico completo” representa el 14,9% de los sistemas con TS
- 3,9% “tanque séptico que descarga a un río, caño o lote” representa el 4,4% de los sistemas con TS

Posteriormente, el 80% de cobertura con sistemas de TS se subdividió de la siguiente manera:

- $80\% \times 0,807 = 64,6\%$  “tanque séptico rudimentario”
- $80\% \times 0,149 = 11,9\%$  “tanque séptico completo”
- $80\% \times 0,044 = 3,5\%$  “tanque séptico que descarga a un río, caño o lote”

En cuanto a los TS que descargan a un río, caño o lote (3,5%), este porcentaje fue subdividido en partes iguales acorde a la zona de descarga (alcantarillado pluvial/canal, cuerpo de agua, campo abierto).

Los datos anteriores llevan a asumir los siguientes resultados para la fase de generación/contención (Tabla 3).

**Tabla 3: Tipos de sistemas de contención según Metodología SFD y porcentajes de población.**

Servicio sanitario	¿Dónde está conectado?	Sistema SFD	Descripción	% de Población
Baño	Alcantarillado descentralizado (condominios)	T1A1C1	El retrete descarga a una alcantarilla centralizada	14.2%
Baño	Tanque séptico rudimentario	T2A5C10	Pozo, revestido con paredes impermeables y fondo abierto sin efluente o desagüe	64.6%
Baño	Tanque séptico - pozo de absorción	T2A2C5	Tanque séptico conectado a un pozo de absorción	11.9%
Baño	Tanque séptico - descarga a río, caño o lote	T1A3C6	Tanque completamente revestido (sellado) conectado a un canal abierto o alcantarillado pluvial	1.2%
Baño	Tanque séptico - descarga a río, caño o lote	T1A3C7	Tanque completamente revestido (sellado) conectado a un cuerpo de agua	1.2%
Baño	Tanque séptico - descarga a río, caño o lote	T1A3C8	Tanque completamente revestido (sellado) conectado a campo abierto	1.2%
Letrina	-	T2A6C10	Pozo sin revestimiento, sin efluente o desagüe	5.1%
Sin retrete	Defecación a cielo abierto	T1B11 C7 TO C9	Sin retrete (defecación en cuerpos de agua, campo abierto y "no se sabe")	0.5%
<b>Total</b>	-	-	-	<b>100%</b>

La vulnerabilidad hidrogeológica en el distrito se considera alta, por lo tanto, los sistemas SFD se seleccionaron de acuerdo a ello.

### Vaciado

Según la encuesta georreferenciada, de las viviendas que cuentan con TS (en todas sus variantes), un 56,2% lo ha limpiado alguna vez, un 41,2% no ha limpiado nunca, y el resto no sabe.

En cuanto a las dimensiones, el volumen de la fosa séptica con piedras imita la función del tanque y el drenaje en una sola cámara, por lo que este tipo de sistema suele ser de grandes dimensiones, entre 2 y 2,5 m<sup>3</sup>; el volumen del tanque séptico completo oscila entre 1 y 2 m<sup>3</sup>, aunque de acuerdo a las medidas del mercado rondarían los 1,2 m<sup>3</sup>, al igual que las dimensiones del tanque que vierte al río, que es un tanque impermeabilizado. Por lo tanto, sus dimensiones suelen ser las de un tanque séptico (1 a 2 m<sup>3</sup>).

En base a estas consideraciones, se ha supuesto un volumen promedio de 1,7 m<sup>3</sup>. La eficiencia de vaciado se consideró del 90%.

Para obtener la variable F3, se tomó el porcentaje de tanques vaciados (56,2%) y la eficiencia de vaciado (90%). Así, variable F3 = 56,2% x 0,9 = 50,5%. Este valor se aplica para los sistemas T2A5C10 (Tanque revestido con paredes impermeables y fondo abierto sin efluente o desagüe) T2A2C5 (Tanque séptico conectado a un pozo de absorción) y T1A3C6/C7/C8 (Tanque completamente revestido conectado a alcantarillado, cuerpo de agua y campo abierto). Para el sistema T2A6C10, la variable F3, así como la F4 y F5, se consideraron igual a 0%, ya que se considera que estos sistemas no son vaciados.

### Transporte

Considerando el total de viviendas con TS en el último censo, se estimó que el volumen total de LF generado es = 11.284 (total de tanques sépticos) x 1,7 m<sup>3</sup>/ 20 meses (frecuencia media de vaciado) = 959 m<sup>3</sup>/ mes.

El volumen total de LF vaciados es de 959 m<sup>3</sup>/ mes x 0,505 = 485 m<sup>3</sup>/mes.

La variable F4, que es la proporción de LF vaciado y entregado a plantas de tratamiento, se debería estimar como el volumen de LF que llega al tratamiento dividido por el volumen de LF vaciado. Sin embargo, se desconoce el volumen que efectivamente se dirige a las plantas de

tratamiento, ya que los servicios recolectores recorren distintas localidades y sitios, sin contabilizar y diferenciar la procedencia de los LF. Considerando que el 66% de los LF recolectados son arrojados al ambiente, la variable F4 se estimó en un 34% para los sistemas T2A5C10, T2A2C5 y T1A3C6/C7/C8.

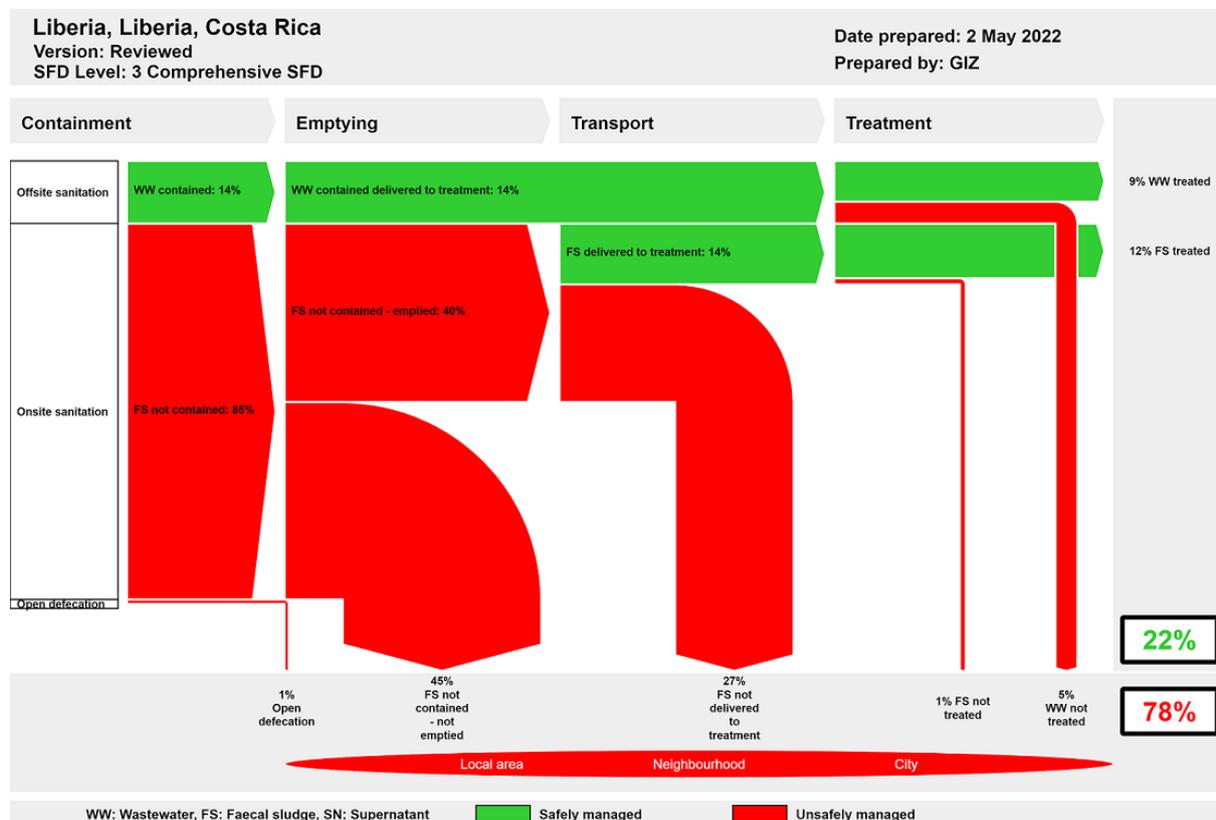
### Tratamiento

Finalmente, se asume que, bajo circunstancias normales, el 90% de los LF transportados a las plantas de tratamiento son tratados. Por lo tanto, la variable F5 se definió en 90% para los sistemas T2A5C10, T2A2C5 y T1A3C6/C7/C8.

### 2.3 Gráfico SFD

El gráfico SFD se muestra en la Figura 17. Se observa que el 22% de las excretas generadas en el distrito de Liberia son gestionadas en forma segura, y el 78% de las excretas en forma insegura.

Como se aprecia en el gráfico, los sistemas de saneamiento *in situ* representan el principal componente de las excretas gestionadas de forma no segura. De esta manera, las excretas gestionadas en forma insegura, corresponden a un 45% de lodos fecales no contenidos y no vaciados, un 27% de LF que no son transportados a una planta de tratamiento (es decir, son arrojados al medio ambiente), un 5% de aguas residuales que no son tratadas, y un escaso porcentaje atribuido a defecación al aire libre y a LF no tratados. Las excretas gestionadas en forma segura (22%) se originan en las aguas residuales que son contenidas, transportadas y tratadas en forma segura (9%) y un 12% de los lodos fecales que son vaciados, transportados y tratados en forma segura.



The SFD Promotion Initiative recommends preparation of a report on the city context the analysis carried out and data sources used to produce this graphic. Full details on how to create an SFD Report are available at [sfd.susana.org](http://sfd.susana.org)

**Figura 17: Gráfico SFD para el Distrito de Liberia.**

### 2.3.1 Credibilidad de las fuentes

Se empleó la Herramienta SFD para la evaluación de la credibilidad de las fuentes utilizadas. Todas las fuentes dieron como resultado una credibilidad con puntaje medio y alto. Los cuestionarios implementados para el desarrollo de este estudio fueron:

- Encuesta Georreferenciada desarrollada en 304 viviendas del distrito, desarrollada por B&A en 2022.
- Encuesta a proveedores de servicios de vaciado y recolección de LF. Se realizó un contacto inicial vía telefónica y posterior contacto por correo electrónico, remitiendo el cuestionario. De un total de 12 proveedores contactados, sólo 3 respondieron la encuesta.

#### Limitaciones

A pesar de los esfuerzos realizados, no fue posible conocer con precisión la cantidad de LF extraídos y tratados efectivamente en el distrito de Liberia: i) la falta de registros que documenten en forma sistemática la cantidad y el lugar de los LF recogidos; ii) la informalidad de muchos proveedores de servicios de recolección y transporte de LF, cuyos lodos no se dirigen a plantas de tratamiento; y iii) los usuarios desconocen si los proveedores de servicios trabajan de manera formal o informal. Estos inconvenientes están asociados a la falta de control y vigilancia por parte de las entidades correspondientes.

En línea con lo antedicho, no fue posible obtener un panorama completo del servicio de extracción y recolección de LF, ya que sólo un 25% de los recolectores de LF contactados respondieron la encuesta.

#### Recomendaciones

- Se recomienda desarrollar y profundizar estudios de índole académico-científicos sobre la contaminación de los principales acuíferos del sitio, para determinar el grado de afectación de las aguas subterráneas (principal fuente de abastecimiento de agua potable), asociado a la gestión insegura de las excretas, y tomar las medidas correspondientes para proteger la salud pública.
- Resulta de vital importancia garantizar un esquema de formalidad respecto a la situación actual de los proveedores de servicios de vaciado y recolección de LF, para evitar los vertidos ilegales al medio ambiente. Este esquema debería contemplar la regulación de las tarifas del servicio.
- En línea con lo anterior, se debería contemplar la posibilidad de empresas alternativas integrales (es decir, servicios de recolección, transporte y tratamiento de LF), que reciban LF de terceros (por ej. particulares que no disponen de sus propias plantas de tratamiento). De esta manera, garantizar el tratamiento y disposición final segura de los LF y evitar el transporte a grandes distancias.
- Más allá del dragado de lodos previsto en la PTAR Liberia, es importante considerar alternativas de ampliación del sistema de tratamiento de las aguas residuales, especialmente si se expandirá el sistema de alcantarillado.

- Dada la gran cantidad de usuarios de sistemas de saneamiento individuales, se recomienda que el municipio realice campañas de concientización que promuevan buenas prácticas y mantenimiento de sus sistemas, así como la instrumentación de estrategias y mecanismos de participación local.
- En línea con lo anterior, el usuario debe asumir un rol más protagónico en la cadena de saneamiento, así como una mayor responsabilidad en el cumplimiento de los requerimientos de construcción de los sistemas sépticos y el adecuado mantenimiento de los mismos.

### 3 Contexto de Prestación de Servicios

#### 3.1 Política, Legislación y Regulación

##### 3.1.1 Política

En las últimas décadas, Costa Rica ha logrado avances significativos en relación al suministro de agua potable. Sin embargo, la recolección, el tratamiento y la disposición final de las aguas residuales y lodos fecales sigue siendo un gran desafío para el sector de saneamiento, tal como lo describe la PNSAR (AyA et al., 2016). Esta Política forma parte del Plan Nacional de Inversiones (PNI), que pretende, entre otras cuestiones, cumplir con las metas de Naciones Unidas (ONU) en su agenda de Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030. El documento indica que la prestación de servicios de saneamiento de aguas residuales en el país no alcanza la cantidad y calidad requerida, advirtiendo que gran parte terminan siendo vertidos a mares y ríos sin tratamiento, agudizando los problemas socioambientales.

La Legislación que aborda la gestión de lodos fecales y las aguas residuales se encuentra en la **Tabla 4**. Posteriormente, se describen brevemente las normativas más relevantes.

**Tabla 4: Marco Legal de Costa Rica relacionado a la gestión de aguas residuales y lodos fecales.**

AÑO	LEGISLACION
1942	Ley de Aguas #276
1953	Ley de Agua Potable #1634
1961	Ley Constitutiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados #2726
1968	Ley de Planificación Urbana #4240

1973	Ley General de Salud #5395
1983	Ley Constitutiva del Instituto Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Drenaje #6877
1991	Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en los Edificios - CFIA
1992	Ley de Conservación de la Vida Silvestre #7317
1995	Ley Orgánica del Ambiente #7554
1996	Ley Forestal #7575
1996	Ley Constitutiva de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)
1998	Ley de Conservación y Ordenamiento Territorial #7779-MINAE
2002	Reglamento Regulación de Servicios de Acueducto y Alcantarillado #30413-MP-MINAE-S-MEIC.
2004	Decreto: Declaración de interés público y necesidad social el diseño, financiamiento, ejecución, operación, y mantenimiento de obras de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales generadas en centros urbanos #32133-S
2005	Canon sobre el Uso del Agua #32868-MINAE
2007	Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Agua Superficiales #33903-MINAE-S.
2007	Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales #33601-S MINAE
2008	Canon Ambiental por vertidos #34431-MINAE
2015	Reglamento Técnico: "Prestación de los Servicios de Acueducto, Alcantarillado Sanitario e Hidrantes. ARESEP.
2015	Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos # 39316-S (deroga al 21297-S)
2016	Reglamento para la Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales #39887-S-MINAE
2016	Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales
2020	Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales MINSA
2020	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas MINSA. #42075

### **Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificios:**

Este código establece una metodología para calcular el volumen de los tanques sépticos y recomienda dimensiones para fosas sépticas.

### **Decreto: Declaración de interés público y necesidad social el diseño, financiamiento, ejecución, operación, y mantenimiento de obras de recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales generadas en centros urbanos:**

El Decreto considera que en los centros urbanos las soluciones individuales para la disposición de las aguas residuales son inadecuadas, y que los sistemas de alcantarillado sanitario han llegado prácticamente a su vida útil. Muchos de estos sistemas de conducción fueron invadidos por construcción de edificaciones, lo que requiere estrategias integrales que involucren a diversos actores. El decreto también declara que los entes operadores de alcantarillado deben desarrollar gradualmente la estructura necesaria para cumplir con la normativa vigente.

### **Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales:**

El Decreto 33903 busca establecer una línea base en diferentes lugares del territorio nacional, para el monitoreo de la calidad del agua en cuerpos de agua superficiales.

### **Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales:**

Establece los límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el vertido y reúso de aguas residuales de las actividades comerciales, industriales y de servicios. También prohíbe el vertido de lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de depuración de agua y fosas sépticas en cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado.

En este reglamento se establece la obligatoriedad en todo el país de presentar Reportes Operacionales en Aguas Residuales (ROAR), a través de responsables técnicos (registrados y actualizados ante el Ministerio de Salud) de los entes generadores de aguas residuales.

### **Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos fecales y biosólidos:**

Esta regulación aborda principalmente aspectos financieros en relación al manejo y disposición final de lodos fecales, biosólidos ordinarios y especiales. Regula la prestación de servicios a lo largo de la cadena de saneamiento, ya sea de carácter público o privado. Excluye las aguas residuales de cabinas sanitarias o letrinas móviles, que deben ser tratadas y cumplir con lo dispuesto en el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales.

Este reglamento reemplazó al “Reglamento para Manejo de Lodos de Fosas Sépticas” Nro. 21297- S (1992), extendiendo su alcance a diferentes tipos de biosólidos. Sin embargo, esta nueva regulación excluye o diluye la responsabilidad de la institución pública para brindar tratamiento de los LF. En el reglamento anterior se mencionaba que: *En el término de un año, cada región del país debe disponer de un lugar adecuado para la disposición de lodos, para evitar el transporte de LF de larga distancia y los vertidos ilegales.* Sin perjuicio de lo anterior no asigna responsabilidad a alguna institución específica, ni aclara a qué regiones se refiere (provincias, cantones, áreas rectoras del Ministerio de Salud). Tampoco se construyó una planta pública de tratamiento de LF durante todo el período de vigencia de la regulación. Como se mencionó en el informe, sólo hay una Planta de Tratamiento de LF en el país, construida en 2011, que recibe LF de terceros (proveedores de servicios de vaciado y transporte privados) y se encuentra en el Cantón de Alajuela (Compañía de Aguas Sanitarias).

### **Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos:**

Es un instrumento económico de regulación ambiental, fundamentado en el principio de “quien contamina paga”, que establece el cobro de una contraprestación a quienes usen el servicio ambiental de los cuerpos de agua para el transporte y eliminación de residuos líquidos por vertimientos puntuales. Para tales efectos, todas las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que viertan en cuerpos de agua de dominio público requieren de un permiso de vertidos emitido por el MINAE. Establece que un 60% del monto recaudado se usará para apoyar el financiamiento e inversiones de proyectos de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales domésticas<sup>6</sup>.

### **Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales 2016-2045:**

La Política establece cinco ejes centrales con sus respectivos objetivos a cumplir al 2045, según se detalla a continuación:

1. Fortalecimiento institucional y de políticas para el saneamiento del agua: Lograr la articulación del sector de saneamiento y tratamiento de aguas residuales bajo la revisión regulatoria y la coordinación y fortalecimiento institucional.

---

<sup>6</sup> Sin embargo, este instrumento se ejecuta de forma incompleta ya que no incluye una estimación de daños ambientales por el uso del recurso hídrico como sistema depurador (Sánchez-Gutierrez y Villalobos; 2019)

2. Gestión integrada para el tratamiento de aguas residuales: Fortalecer la gestión de tratamiento de aguas residuales ordinarias y especiales, utilizando instrumentos existentes y la creación de nuevos si es necesario.

3. Infraestructura e inversión en saneamiento: Mejorar la cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a través de la planificación, priorización y ejecución de infraestructura segura y universal.

4. Sostenibilidad financiera y modelo tarifario: Mejorar la sostenibilidad financiera de sector de saneamiento a través de un modelo de financiamiento integral, y la participación con un enfoque social permanente.

5. Participación ciudadana: Fomentar la participación ciudadana con conocimiento e información para el desarrollo de una estructura nacional que promueva el manejo sanitario adecuado de las aguas residuales.

### **Reglamento para la Aprobación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales:**

El reglamento establece los límites y requisitos que deben cumplir los edificios, establecimientos e instalaciones para la construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales para que se ajusten a las disposiciones del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales.

### **Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas**

El reglamento tiene por objeto regular la disposición final de las aguas residuales tratadas al subsuelo, a través de un sistema de drenaje. Establece normas para la infiltración al subsuelo de los efluentes de los sistemas de tratamiento individuales, así como de las PTARs. También establece lineamientos para el diseño y construcción de TS. Indica que es responsabilidad del propietario la extracción de lodos del TS, con una frecuencia mínima de dos años de acuerdo a su diseño. La disposición de los lodos se rige según el Decreto 39316-S "Reglamento para el manejo y disposición final de lodos y biosólidos" y sus reformas.

#### *3.1.2 Roles institucionales*

A nivel de país, la estructura de las instituciones en el sector de saneamiento y sus funciones se dividen en cuatro categorías: i) Gestión y política, ii) Regulación, iii) Control y monitoreo y iv) Operación (AyA et al., 2016). Es importante señalar que las competencias de estas instituciones a menudo no están bien definidas, lo que genera confusión en la delimitación de sus funciones. Por ejemplo, se observa que el AyA ejerce tres de las cuatro funciones identificadas en el sector, esto podría redundar en un desempeño Ineficiente en algunas de ellas.

##### *i) Gestión y política*

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE): Según la Ley de Aguas N° 276, la Ley Orgánica del Medio Ambiente N°7554 y la Ley N°7593 ARESEP, MINAE es el responsable y el órgano de gobierno de todos los proveedores de servicios de agua y alcantarillado. Tiene la potestad de regular el uso, la gobernanza, la protección y vigilancia de las aguas públicas.

Ministerio de Salud (MINSAL): Según la Ley de Salud Orgánica N°5395, el MINSAL es responsable del control de la contaminación del agua, así como de la regulación y el monitoreo de la calidad del agua que recibe la población, especialmente en lo que respecta a los servicios de abastecimiento de agua potable, disposición de lodos fecales y aguas servidas en cuerpos de agua y servicios de gestión de residuos. También le corresponde aprobar y dar seguimiento a los proyectos de alcantarillado sanitario, disposición de excretas y tratamiento de aguas residuales e industriales y su ubicación; y autorizar la descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario. Dado que la función política en el país corresponde a los ministerios, el MINSAL y el MINAE son los encargados de emitir la Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA): El AyA tiene a su cargo la gestión y política de lo relacionado con el abastecimiento de agua potable y la recolección y disposición de aguas servidas y desechos industriales líquidos.

## ii) Regulación

Ministerio del Ambiente (MINAE): El MINAE emite normas y reglamentos sobre la gestión y protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

Ministerio de Salud (MINSAL): El MINSAL emite normas y reglamentos en materia de calidad de agua potable y de aguas residuales, velando por la salud pública. La regulación de los servicios de limpieza de TS es ejercida por el Ministerio de Salud de Costa Rica (Kipnis et al., 2020).

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA): El AyA establece e implementa normas y reglamentos, enfocándose principalmente en criterios técnicos de los servicios de agua y saneamiento.

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP): La ARESEP es el regulador económico de los servicios públicos (fija las tarifas), incluyendo la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. Dada la relación que debe existir entre las tarifas y la calidad del servicio, tiene la facultad de regular la calidad de los servicios.

## iii) Control y seguimiento

Ministerio del Ambiente (MINAE): La vigilancia y control del sector saneamiento es responsabilidad del MINAE, quien vela por la protección del medio ambiente.

Ministerio de Salud (MINSAL): El MINSAL vela por la protección de la salud.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA): El AyA debe garantizar la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales en urbanizaciones públicas y privadas.

Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP): La ARESEP supervisa a los proveedores y la calidad del servicio entregado. En el año 2012, se constituyó dentro de la ARESEP, la Intendencia de Aguas, con el fin de fortalecer su función de control y vigilancia.

Contraloría General de la República (CGR): La CGR controla y fiscaliza a los entes operadores que manejan fondos públicos.

## iv) Operación

Finalmente, en el rol de operación, se encuentran diferentes prestadores de servicios de agua potable y saneamiento, los cuales se describen en la Sección 3.1.3.

Cabe destacar que el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) fue concebido desde sus inicios como una institución con un rol estratégico en la gestión del recurso hídrico. En lo que se refiere al agua subterránea, el SENARA es el órgano técnico-científico que investiga, define y protege los acuíferos y sus zonas de recarga a nivel de país.

### 3.1.3 *Provisión de servicios*

En Costa Rica ha sido usual que el operador del servicio de agua potable sea el mismo que brinde o tenga potestad de brindar el servicio de alcantarillado (Kipnis et al., 2020). Sin embargo, en muchos casos donde se brinda exclusivamente el servicio de agua potable. AyA es el principal operador de agua y saneamiento en el país (47%), seguido de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) (29%), municipios (Ej. Municipalidad de Alajuela) (14%), ESPH (5%) y urbanizaciones privadas con sus propios sistemas (5%). Según el MINAE, 80% del agua aprovechada para consumo humano en el país es subterránea, la cual se obtiene mediante la captación de manantiales y pozos.

En el distrito de Liberia, el servicio de agua potable es provisto por el AyA, así como el servicio de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. El AyA también es responsable de ejecutar futuros proyectos en el área de saneamiento. El sistema de alcantarillado pluvial es administrado por la municipalidad. En cuanto a los LF, el vaciado, recolección y transporte está a cargo de proveedores privados de servicios, tanto formales como informales. Esto se verificó a través de las entrevistas mencionadas con recolectores de lodos y pobladores.

### 3.1.4 *Estándares de servicio*

Como se señaló en la Sección 3.1, existe un marco legal sólido que, a través de diversas normas, establece los parámetros para la descarga de aguas residuales y disposición de lodos fecales y biosólidos. El MINAE y el MINSA emiten estas normas, pero además deben hacerlas cumplir.

En relación a la gestión de LF, se presentan irregularidades. Mas allá del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en las Edificaciones (que es visto principalmente como un manual de buenas prácticas), el Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos Fecales y Biosólidos, que trata sobre el manejo y disposición final de los lodos fecales, y el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas, no existe una entidad que asegure y exija criterios en la construcción, mantenimiento y cumplimiento de los sistemas de saneamiento in situ. No existe un ente regulador que asegure la calidad y costo del vaciado y transporte de lodos fecales, así como su tratamiento.

De acuerdo con Angulo (2020) esta situación evidencia que, aunque el Estado cuenta con las herramientas, es débil al auditar y regular el funcionamiento de este tipo de tecnología que es la más extendida en el territorio nacional.

En el caso de la PTAR, se lleva a cabo el monitoreo de campo que establece el Reglamento de Vertido, así como los muestreos y análisis correspondientes para la elaboración de los ROAR.

### 3.2 Planificación

De manera complementaria a la PNSAR, surge el Plan Nacional de Inversiones 2017-2045, que estima los recursos necesarios para lograr el saneamiento seguro de las aguas residuales de Costa Rica para los próximos 30 años, según las metas definidas en la Política (AyA, 2017). Este Plan busca, por un lado, cumplir las metas de cobertura definidas en los ODS a 2030, así como cumplir las metas de cobertura de la PNSAR al 2045.

#### 3.2.1 *Objetivos del servicio*

La PNSAR (Ejes Tercero y Quinto) pretende brindar 100% de cobertura de alcantarillado sanitario con tratamiento de aguas residuales en áreas con alta densidad poblacional.

#### 3.2.2 *Inversiones*

Según el LNA, las tasas de saneamiento en el país evidencian falta de inversión, lo que se traduce en la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (Mora y Portugués, 2020).

El saneamiento de las aguas residuales y la ejecución de proyectos es responsabilidad de los operadores: AyA, ESPH, ASADAS y municipalidades. Sin embargo, dados los elevados costos asociados al diseño e inversión de la infraestructura de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales, éstos deben ser cubiertos por el presupuesto del Estado central; el costo del mantenimiento y operación son cubiertos por las tarifas de los usuarios (AyA, 2017).

Por eso, el país creó un Plan Nacional de Inversiones a corto y mediano plazos, para desarrollar los proyectos de mejora y nuevos sistemas. En este Plan se calcula una inversión de USD 6224 millones, con la finalidad de captar y tratar las aguas residuales a través del alcantarillado sanitario y PTAR en las ciudades; y las de las zonas rurales por medio de tanques sépticos u otro tipo de tecnología alternativa. El PNI indica que Liberia es uno de los proyectos de saneamiento prioritarios.

En relación a la PTAR de Liberia, se encuentra en marcha el concurso “Contratación servicio dragado de lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la región Chorotega”, para realizar un dragado de las lagunas de estabilización y mejorar su desempeño actual (ROAR, 2022).

### 3.3 Equidad

#### 3.3.1 *Alternativas actuales de servicios para sectores de bajos recursos*

Según se indica en Mora (2014); el tipo de servicio sanitario es uno de los indicadores de las condiciones de salubridad de las viviendas. En general, los asentamientos informales presentan porcentajes más altos de los tipos de conexión menos recomendados, como el servicio sanitario con salida directa (un 5,5% en los asentamientos, frente a un 0,9% en todo el país) y de pozo negro o letrina (un 5,0% en los asentamientos, frente a un 3,0% en todo el país).

De acuerdo al análisis de situación desarrollado por Madrigal (2015) sobre asentamientos informales en Costa Rica, la principal solución de saneamiento utilizada por los sectores de bajos recursos son las fosas sépticas o un sistema artesanal similar como las “fosas sépticas de barril”, que consisten en un pozo revestido con un fondo abierto.

El estudio también identificó que la mayoría de los usuarios de fosas sépticas recurren a proveedores de servicios para el vaciado mecánico y transporte de LF. Sin embargo, es difícil distinguir si estos proveedores son formales o informales. El análisis de situación también determinó que no existe un regulador del servicio para la gestión de LF ni una tarifa diferenciada para los hogares de bajos ingresos. Sin embargo, muchos proveedores afirmaron que los precios fluctuaban según las condiciones socioeconómicas aparentes del hogar. Además, dado que los prestadores de servicios cobran por m<sup>3</sup> de LF, muchas de las fosas sépticas suelen ser pequeñas dado el espacio reducido que caracteriza a este tipo de vivienda y comunidad; por lo tanto, los precios se cobran acorde a ello.

Por otra parte, es importante mencionar que, a inicios del 2020, la Asamblea Legislativa aprobó una reforma al artículo 50 de la Constitución Política, reconociendo el acceso al agua como un Derecho Humano. Sin embargo, dejó por fuera el saneamiento como Derecho Humano, contemplado como un enfoque dentro de la PNSAR 2016-2045.

### 3.3.2 Planes y medidas para reducir la inequidad

Cabe mencionar que el Decreto Ejecutivo 39577 – MINAE aprueba la Política Tarifaria para los operadores de sistemas de agua potable y saneamiento denominada: “Universalización de los servicios públicos de agua potable y saneamiento (recolección y tratamiento de aguas residuales)”. Este decreto señala la existencia de un sistema nacional de subsidios para el suministro de agua potable y saneamiento, a los fines de garantizar el acceso para los usuarios en condición de pobreza y pobreza extrema.

A nivel nacional existe el programa Saneamiento Básico Rural (SANEBAR), a cargo del Ministerio de Salud Pública, cuyo objetivo es brindar sistemas sanitarios y capacitación para personas en situaciones de pobreza o pobreza extrema, residentes en zonas rurales. Sin embargo, este programa no tiene aplicación en el sitio de estudio, ya que no ha sido contemplado como prioritario.

## 3.4 Resultados

### 3.4.1 Capacidad para satisfacer necesidades, demandas y objetivos del servicio

En términos generales, se puede decir que hay un rezago en los servicios relacionados con gestión de las excretas respecto al servicio del agua potable, por razones de diversa índole, como ser políticas, técnicas, financieras y culturales. A nivel estatal existe tanto un traslape de funciones y responsabilidades de las instituciones involucradas en el tema, como vacíos en otros aspectos.

Resulta crucial lograr un mayor involucramiento del órgano municipal en aspectos políticos y estrategias que permitan implementar de soluciones para dar respuesta a la gestión deficiente de las excretas en el distrito.

### 3.4.2 Monitoreo y reporte del acceso a los servicios

En relación a los sistemas individuales de tratamiento, no existe un monitoreo para conocer su estado actual. Tampoco existe un sistema de control en toda la cadena de saneamiento, desde la contención/ generación hasta la disposición final.

### 3.5 Expansión y fortalecimiento

En términos generales, Angulo (2021) sostiene que el saneamiento lleva cinco años de no avanzar hacia servicios gestionados en forma segura, con una tendencia a mantener el servicio de saneamiento básico (tanque séptico). Los proyectos para revertir esta situación son lentos, costosos y enfrentan conflictos burocráticos. Existen pocos recursos destinados a la inversión en el fortalecimiento de infraestructura para el saneamiento en el país (Bower, 2013).

Entre las acciones propuestas por el AyA de la PTAR de Liberia, en el ROAR (2022) se establece la necesidad de coordinar con Entes Generadores, el Ministerio de Salud y la Municipalidad en general. Se plantea la creación de una Comisión de Aguas Residuales.

## 4 Análisis de las partes interesadas

Se realizaron entrevistas y encuestas a diferentes actores clave. Estos actores incluyeron instituciones públicas y privadas relacionadas con la gestión de aguas residuales y LF, vecinos, viviendas, proveedores de servicios de vaciado, recolección y transporte de LF. Se desarrollaron encuestas en viviendas para determinar aspectos importantes relacionados con la gestión de aguas residuales y lodos fecales, que fueron plasmadas en un informe final que se utilizó de insumo para este trabajo.

Se desarrollaron visitas de campo en mayo de 2022, que permitieron obtener una mejor comprensión sobre la situación del saneamiento en el sitio. Allí se concretaron reuniones y diálogos con representantes municipales, incluyendo personal del área de gestión ambiental. Asimismo, se recorrieron distintas zonas del distrito, lo que permitió detectar sitios con problemas de descarga y contaminación con aguas residuales. Se procuró visitar la planta de tratamiento El Gallo, pero no fue factible el ingreso a la misma.

El Apéndice 1 presenta los resultados de la herramienta para evaluación de fuentes SFD que puntúan la credibilidad de las fuentes de datos. Las fuentes puntuaron entre medio y alto, si eran estudios oficiales bien documentados y realizados en los últimos años.

Se realizó una revisión inicial de los resultados obtenidos con distintos actores de la cadena de saneamiento a escala local y nacional.

### 4.1 Taller de validación

Los resultados de este informe fueron expuestos en un taller de validación final en la Mesa Técnica de Saneamiento (MTS) de Costa Rica, llevada a cabo el 29 de junio del 2022 en San José, Costa Rica. Esta mesa contó con la participación de 14 actores clave representantes de

distintas instituciones, reunidos con el objetivo de desarrollar estrategias de saneamiento integrales: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica; Ministerio de Ambiente y Energía (Dirección de Agua) Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Municipalidad de San Pablo, Compañía de Aguas Sanitarias S.A., Cooperación Alemana - GIZ Costa Rica Cooperación Alemana, GIZ Bolivia; Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico - Oficina Regional Santa Cruz.

El objetivo de la MTS fue discutir los resultados de los indicadores desarrollados bajo el marco del proyecto de Cooperación Triangular para el Saneamiento CR-BO-AL (CoTriSan), en busca de mejorar la gestión de LF domiciliarios desde las instituciones claves del sector público y privado; utilizando como referencia los informes SFD desarrollados en el distrito central de Liberia, Guanacaste y el cantón de San Pablo, Heredia.

El análisis de los informes permitió estudiar de forma general, la condición de saneamiento actual en el distrito central de Liberia y el cantón de San Pablo, bajo la estructura de secciones o eslabones definidos dentro de la cadena de valor de la gestión de LF domiciliarios, en las específicas áreas de estudio: generación y contención, limpieza y transporte, tratamiento y disposición final.

Los resultados de los estudios en los dos sitios fueron muy similares y mostraron una importante problemática en la gestión de los LF relacionadas con: construcciones inadecuadas y problemas de contención, alta informalidad en el sector privado de tanqueros (carencia de permisos y descargas ilegales, etc.) y deficiencias en los sistemas de alcantarillado y tratamiento final. Ambos informes SFD plantean que más del 75% de los LF son gestionados de forma insegura y representan un riesgo para la población y el medio ambiente.

En base a los resultados obtenidos y las dinámicas de discusión entre los representantes institucionales se destacaron los siguientes aspectos:

- La importancia del involucramiento de las municipalidades en la problemática y la necesidad de capacitación de personal en la fiscalización y verificación correcta de los servicios y obras sanitarias.
- Fortalecimiento en la ejecución de acciones de regulación y liderazgo en la práctica (rol principal del Ministerio de Salud).
- Se propuso trabajar y ejecutar campañas de concientización a la población y desarrollar guías técnicas para constructores y recolectores de LF (tanqueros) (indicadores en desarrollo actualmente).
- Se concluyó que la problemática no responde a una necesidad o falta de normativa de regulación, sino al ejercicio de acciones de cumplimiento de la normativa existente y en el aunar esfuerzos interinstitucionales de fiscalización.

## 5 Agradecimientos

Se agradece especialmente a quienes colaboraron brindando información y apoyo para la elaboración del presente informe. Esto incluye a funcionarios del AyA, funcionarios del MINSA, personal de la Municipalidad de Liberia, personal de Compañía de Aguas Sanitarias y otros proveedores de servicios de vaciado y recolección de LF. Finalmente, un especial agradecimiento para los socios y colaboradores de la GIZ.

## 6 Referencias

- Abarca, J. 2002. "Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Sistema Integrado de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales Domésticas de Liberia, Guanacaste, Costa Rica". Convenio IDRC – OPS/HEP/CEPIS 2000 – 2002.
- Angulo, F. 2020. "Patrones e impactos del uso de la energía y el agua en Costa Rica: investigación de base". San José, Costa Rica: CONARE - PEN, 2020.
- Angulo, F. 2021. "Uso, manejo y gestión del agua en Costa Rica. Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2021" (N° 27) San Jose. 30 pp.
- Araya, D., Catarinella, G. y Ramírez, J. 1998. "Diagnóstico sanitario, optimización y rehabilitación de los Sistemas lagunares para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la Región Chorotega. AyA". Agosto – Setiembre de 1998.
- AyA 2017. Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2017-2045. Créditos: Y. Astorga Espeleta, J. Phillips Ávila, I. Sáenz Aguilar, A. Araya García, N. Aguilar Monge, D. Fernández. San José, Costa Rica: AyA. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Plan%20Nacional%20de%20Inversiones%20en%20Saneamiento%20marzo%202017.pdf>
- AyA, 2013. Programa integral de abastecimiento de agua para Guanacaste – Pacífico norte. Proyecto: mejoras al acueducto de Liberia.
- AyA, MINAE y MINSA 2016. Política Nacional de saneamiento en Aguas Residuales 2016-2045. Primera edición. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Politica%20Nacional%20de%20Saneamiento%20en%20Aguas%20Residuales%20marzo%202017.pdf>
- AyA; MINAE; ICE; SENARA 2008. Plan de abastecimiento de agua para Guanacaste: Informe general de los mantos acuíferos en Guanacaste". Costa Rica.
- B&A (Borge y Asociados) 2022. "Gestión de lodos fecales en Liberia, Guanacaste y San Pablo, Heredia". Encuesta e informe georreferenciado sobre la gestión de lodos fecales en el Distrito Central de Liberia, Guanacaste y el cantón de San Pablo, Heredia. Estudio realizado para la GIZ.
- Bower, K. M. 2013. "Water supply and sanitation of Costa Rica". Environmental Earth Sciences, 71(1), 107–123.
- DIGH-SENARA 2022. Listado de Pozos para la Provincia Guanacaste, Distrito Liberia.
- ESPH 2019. "Estudio sobre sistemas de tratamiento de agua residual en la GAM". Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A.
- INEC 2011. X Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Vivienda 2011. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Kipnis, T., Pastor P. y Castro P. 2020. "Estudio de caso de los proyectos de SuSanA. Servicio integral de recolección y tratamiento de agua residuales en la Municipalidad de Alajuela, Costa Rica". SuSanA.
- Madrigal, D. y Pérez S. 2020. Reporte SFD para el cantón de Alajuela. Costa Rica, Banco Interamericano de Desarrollo y Municipalidad de Alajuela.
- Mora Steiner, S. 2014 "Hogares en asentamientos informales en Costa Rica: quiénes son y cómo viven". CEPAL.
- Mora, D. y Portuguez C. 2016. "Cobertura de la disposición de excretas en Costa Rica para el periodo 2000-2014 y expectativas en el 2021". Tecnología en Marcha 29 (2), 43-62.
- Mora, D. y Portuguez F. 2020. "Agua para uso y consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2019: Brechas y desafíos al 2023". Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, San José Costa Rica. Nacional de Saneamiento Aguas Residuales, oficio DRyT-2020-00088. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Nikolaeva, S., Saravia, A. y Moraga G. 2016. "Análisis de patrones de consumo del agua y parámetros climáticos del distrito Liberia, Costa Rica". Agua, cultura y territorio. Actas del I Congreso Internacional. Heredia, Costa Rica.

Reportes Operacionales de Aguas Residuales (ROAR) 2021. Ente Generador: Sistema de Alcantarillado Sanitario de Liberia Guanacaste, AyA. Decreto N° 33601-S-MINAE. Cuatro reportes trimestrales.

Reportes Operacionales de Aguas Residuales (ROAR) 2022. Ente Generador: Sistema de Alcantarillado Sanitario de Liberia Guanacaste, AyA. Decreto N° 33601-S-MINAE. Primer reporte trimestral.

Sánchez-Gutierrez, R. y Villalobos W. 2019. "Canon ambiental por vertidos en Costa Rica como instrumento económico en la gestión de aguas residuales: un enfoque metodológico y de análisis de la situación actual". Repertorio Científico 22 (1), 38-49.

Trejos, S. 2003. "Estudio Sobre la Situación de la Tecnología de Tratamiento de las Aguas Residuales de Tipo Ordinario en Costa Rica". Informe Final. investigación auspiciada por la OPS/OMS CSCOR-CNT-00681.001. San Jose, Costa Rica.

Valverde, V. 2012. "Análisis y Propuesta de Ampliación del Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Liberia – Guanacaste". Tesis de grado Ingeniería Civil xvii, 138,[65]:ils.col.– 21 refs.. Universidad de Costa Rica.

Zuñiga, P. y Quesada, D. 2020. "Plan de acción para el saneamiento de las aguas residuales domésticas del cantón de San Pablo de la provincia de Heredia". Tesis de maestría en gestión ambiental y desarrollo local. Instituto centroamericano de administración pública ICAP. San José, Costa Rica.

## 7 Apéndice

### 7.1 Apéndice 1: Identificación y compromiso de actores clave

FUENTE	TIPO	R	P	C	D	Suma	Credibilidad
Visitas de campo a Liberia	Observación	3	3	2	3	11	ALTA
Entrevista con actores municipales	Entrevistas	2	3	3	3	11	ALTA
Entrevista con proveedores de recolectores de LF	Entrevistas	1	2	2	3	8	MEDIA
Encuesta realizada en 300 viviendas	Entrevistas	1	3	2	2	8	MEDIA
Registros del MINSA	Registros de servicios locales, públicos o privados	2	0	2	3	7	MEDIA
Reportes Operacionales de la PTAR	Registros de servicios locales, públicos o privados	3	0	2	3	8	ALTA
Tesis de grado	Estudios documentados	2	0	3	3	8	ALTA
Estudios Hidrogeológicos	Estudios documentados	1	0	2	3	6	MEDIA

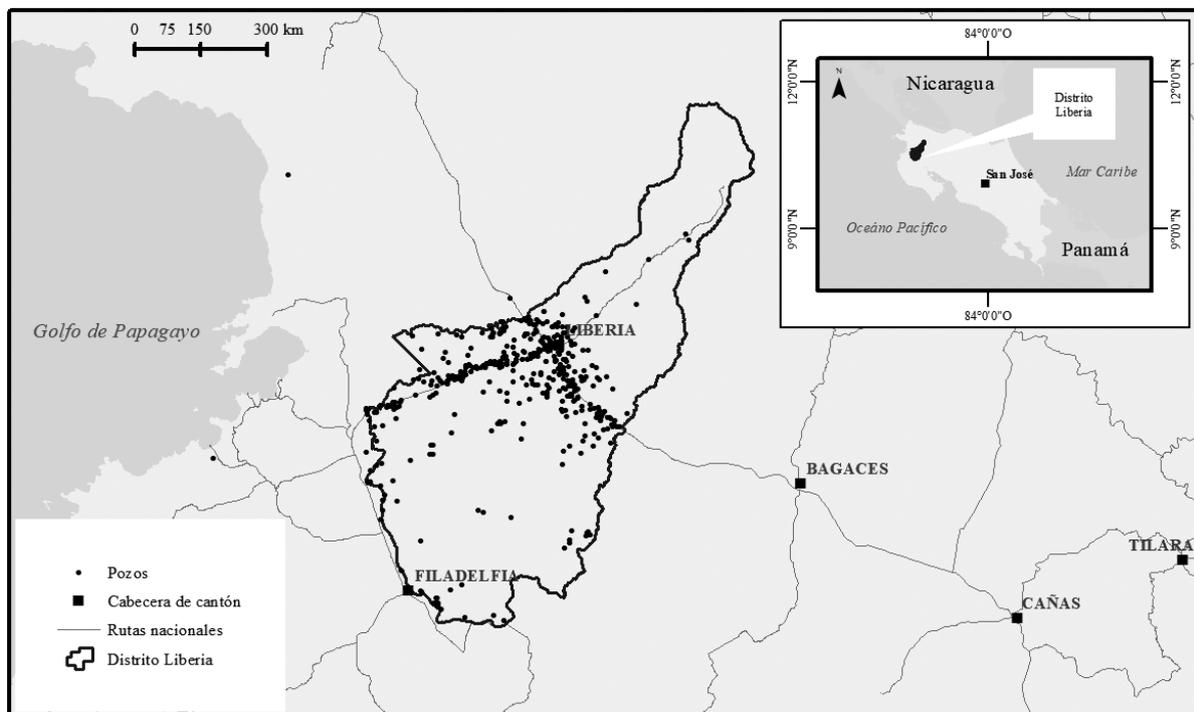
R=Representatividad; P= Profundidad de datos/ Escala; C=Confianza; D=Documentación.



3. Tres ( ) ¿cuál es su capacidad?
  4. Más de tres ( ) ¿Capacidades)
  8. ¿Cuántos días al mes realizan el servicio de transporte de aguas residuales/lodos recolectados a una planta de tratamiento u otro sitio?
  9. ¿Cuánta es la cantidad de aguas residuales/lodos fecales que recolectan por mes?
  10. ¿Cuál es el procedimiento de extracción que utiliza?
    1. Mecánico ( )
    2. Manual ( )
    3. Ambos ( )
  11. ¿Dónde y cada cuánto lavan los camiones?
  12. ¿Sus trabajadores utilizan equipo de protección personal?
    1. Si ( ) ¿Cómo cual/es?  
¿Dónde lo lavan?
    2. No ( ) ¿Por qué?
  13. ¿De acuerdo con su experiencia y conocimiento qué opinión tiene sobre la forma de construcción de los tanques sépticos en general?
  14. ¿Sabe usted cuál es la capacidad en metros cúbicos que tienen los tanques sépticos en general?
  15. ¿Tiene algún permiso para realizar este trabajo?
    1. Si ( ) ¿Cual? ¿Cómo ha sido su trámite?
    2. No ( )
  16. ¿A cuál o cuáles plantas de tratamiento lleva las aguas residuales/lodos recolectados para su tratamiento?
  17. ¿Cuál es su opinión acerca de la tarifa que paga en las plantas de tratamiento?
  18. ¿En su opinión existen suficientes plantas de tratamiento que les permite con facilidad dejar sus residuos?
  19. ¿Cuáles plantas de tratamiento conoce?
  20. Tiene alguna sugerencia:
-

7.3 Apéndice 3: Pozos subterráneos en el distrito de Liberia

Distribución de pozos en el distrito de Liberia. Fuente: Nikolaeva et al. (2016)



Pozos de agua por tipo de usos para el Distrito de Liberia. Fuente: DIGH-SENARA (2022).

Uso	Cantidad
Abastecimiento público	37
Abrevadero	5
Agro industrial	5
Comercial	1
Consumo humano	1
Doméstico	240
Doméstico-Riego	46
Industrial	31
Riego	55
Riego y doméstico	1
Riego-Doméstico-Turismo	6
Turístico	10
Varios	13
No identifica	12
Piezómetro	2
<b>Total</b>	<b>465</b>



## 7.5 Apéndice 5: Análisis físico-químicos y microbiológicos de AR de la salida de las lagunas de estabilización de Liberia. Fuente ROAR (2022)



LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS

INFORME DE RESULTADOS  
AYA-FPT-011B

Tres Ríos, La Unión, Cartago  
Teléfonos: (506) 2279-5118  
2278-4841  
2278-4811  
Fax: (506) 2279-5973  
email: dmora@aya.go.cr



AYA-ID: 2200972-02

## DATOS DE LA MUESTRA

<b>Cliente:</b>	REGIÓN CHOROTEGA		<b>Proc. Muestreo:</b>	AyA-PT-020-5	
<b>Contacto:</b>	Ing. Rosa González Palma		<b>Recolectado por:</b>	Carlos Chacón Salas	
<b>Sistema:</b>	CH-R-02-Liberia		<b>Fecha de muestreo:</b>	15-mar.-22	
<b>Muestreo:</b>	Salida de la Laguna de Estabilización de Liberia		<b>Fecha de ingreso:</b>	17-mar.-22	
<b>Dirección:</b>	Laguna de Estabilización de Aguas Residuales, Liberia, Guanacaste		<b>Fecha de reporte:</b>	06-abr.-22	
<b>Provincia:</b>	Guanacaste	<b>Cantón:</b>	Liberia	<b>Inicio Análisis FQ/MIC:</b>	16-mar.-22
<b>e-mail:</b>	rogonzalez@aya.go.cr	<b>Fax:</b>		<b>Teléfono:</b>	25436485
				<b>Tipo de muestra:</b>	Aguas residuales
				<b>Hora de recolección:</b>	15:20

## RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETRO	E	RESULTADO	INCERT	LD	LC	VMA	UNIDADES	MÉTODO
Amonio	*	28,23	0.14	0.20	0.30		mg/L	4500-NH3 M
Caudal	**	30,26					L/s	
Conductividad	*	770,8	1.6	2.0	4.0		µS/cm	2510 B
DBO 5,20	*	50	2	3.0	4.0	50	mg/L	5210 B Mod
DQO Disuelta	*	120,0	3.2	5.1	5.5		mg/L	5220 D Mod
DQO	*	305,0	3.2	5.1	5.5	150	mg/L	5220 D Mod
Fósforo Total	*	6,76	0.15	0.20	0.30		mg/L	4500-P D M
GyA	*	N.D.	0.50	2.7	3.2	30	mg/L	5520 B Mod
Coliformes fecales	*	79000	N.A.	<1,8	N.A.	N.A.	NMP/100 mL	9221 E
<i>Escherichia coli</i>	*	49000	N.A.	<1,8	N.A.	N.A.	NMP/100 mL	9221 F
Nitrato	*	5,1	0.86	1.5	2.4		mg/L	4500-NO3-E
Nitrógeno Amoniacal	*	22,13	0.14	0.20	0.30		mg/L	4500-NH3 M
Nitrógeno Kjeldahl Total	*	39,84	0.14	0.20	0.30		mg/L	4500-NorgB
Nitrógeno Orgánico	*	17,70	0.14	0.20	0.30		mg/L	4500-NorgB
Potencial de Hidrógeno pH	*	7,81	0.10	0.10	0.20	5.0 a 9.0	N/A	4500-H+
SAAM	*	N.D.	0.28	0.70	1.0	5	mg/L	5540 C Mod
<i>Salmonella spp.</i>	*	Ausencia						9260 D
SDT	*	620,90	3.5	5.0	10		mg/L	2540 C
Ssed	*	0,20	0.10	0.10	0.15	1.0	mL/L	2540 F
SST	*	97,10	3.6	5.0	10	150	mg/L	2540 D
ST	*	718,0	6.6	7.0	10		mg/L	2540 B
Temperatura Agua	*	28,90				15 a 40	° C	2550 B
Temperatura Ambiente	**	31,0					° C	2550 B

INCERT: Corresponde a la Incertidumbre expandida k=2 para un 95% de confianza

LD: Límite de Detección en las unidades del parámetro analizado

LC: Límite de Cuantificación en las unidades del parámetro analizado

N.D.: No detectado bajo el límite de detección

D.: Detectable pero no cuantificable

VMA: Valor Máximo Admisible según normativa aplicable:

- Reglamento para la calidad del Agua potable Decreto Ejecutivo 36924-S
- Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales N° 33903-MINAE-S
- Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 33601
- Reglamento para el manejo y disposición final de lodos y biosólidos N°39316-S

MÉTODO: Corresponde al código del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater o un método oficial".

\* Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

\*\* Ensayo no acreditado

Página 1 de 2

Rige: 20/04/2021  
AYAAprobado por:  
Dr. Darner Mora Alvarado

**Observaciones de Campo:**

**Observaciones:**

Análisis puntual.

Muestreo Físicoquímico tipo compuesto realizado durante dos horas de las 13:20 a las 15:20 muestra integrada a partir de 5 submuestras de 700 mL cada una recolectadas en lapsos de tiempo de 30 minutos, mezcladas homogéneamente, para obtener una muestra compuesta de 3,5 L. Muestreo microbiológico tipo simple. Análisis puntual.

Regla de decisión del Laboratorio Nacional de Aguas

-Cuando el resultado del ensayo sea igual o inferior al Valor Absoluto del Ministerio de Salud, únicamente se tomará en cuenta la incertidumbre hacia abajo, por lo cual el resultado siempre cumpliría con el reglamento respectivo.

-Cuando el resultado del ensayo sea superior al Valor Absoluto del Ministerio de Salud, únicamente se tomará en cuenta la incertidumbre hacia arriba, por lo cual el resultado siempre incumpliría con el reglamento respectivo. Esta Regla de Decisión conlleva la posibilidad de que el resultado fluctúe dentro de un ámbito debido a la incertidumbre asociada a cada método (riesgo estadístico).

Se prohíbe la reproducción de este documento en forma total o parcial sin la autorización del Laboratorio.



Ilena Vega Guzmán  
Jefe del Laboratorio Química

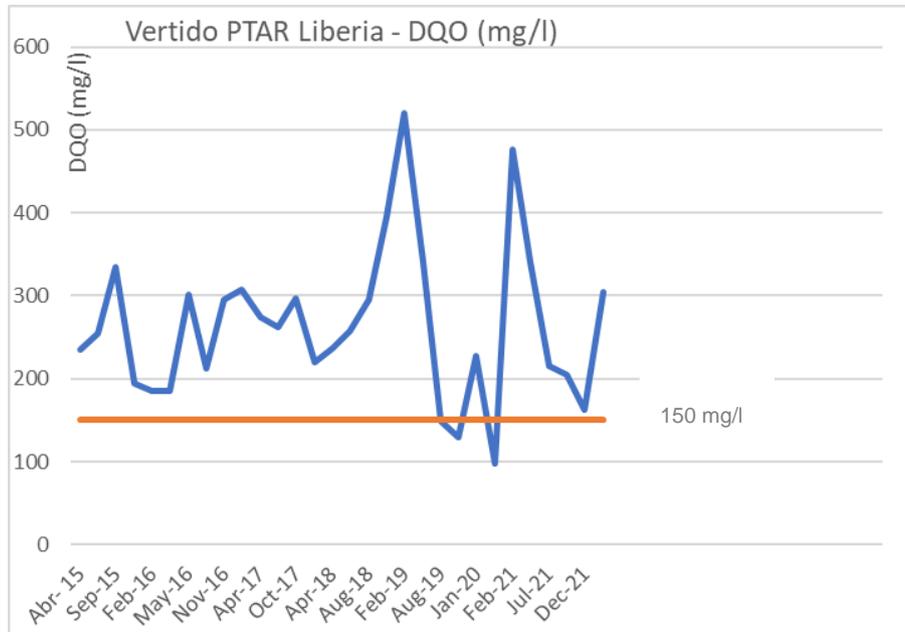
Firmado digitalmente por  
ILENA VEGA  
GUZMAN (FIRMA) GUZMAN (FIRMA)  
Fecha: 2022.04.08  
14:31:51 -06'00'



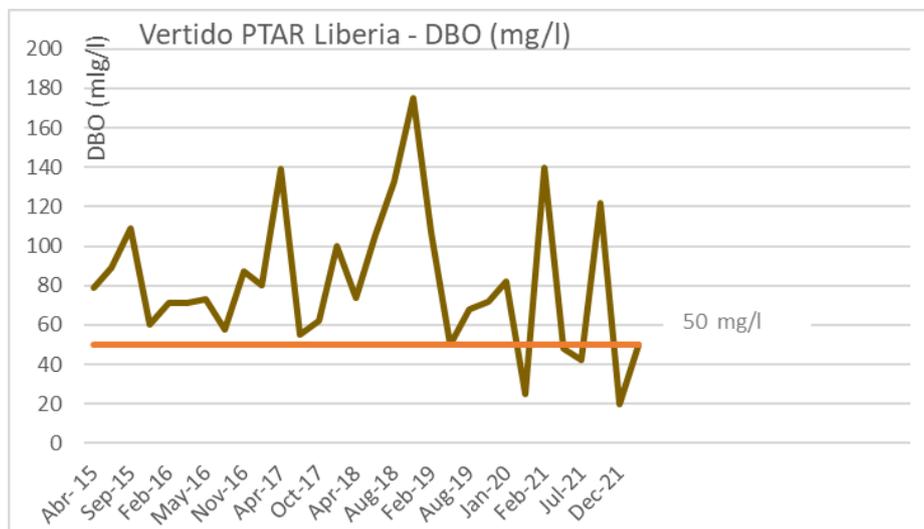

Ernesto Alfaro Arrieta  
Jefe del Laboratorio Microbiología

REFRENDO COLEGIO DE QUÍMICOS DE COSTA RICA	
El Colegio de Químicos de Costa Rica hace constar que	<u>Ilena Vega Guzmán</u>
es miembro activo de este Colegio bajo el N.º:	<u>2999</u>
	Firmado digitalmente por LOYDA RUTH ARIAS RODRIGUEZ (FIRMA) Fecha: 2022.04.08 15:17:27 -06'00'
Firma funcionario Colegio Químicos	

7.6 Apéndice 6: Histórico de vertido de la PTAR para los parámetros DQO y DBO



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el AyA.



Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el AyA.

**Figura 18: Históricos de vertido – Parámetros: DQO y DBO. PTAR Liberia.**

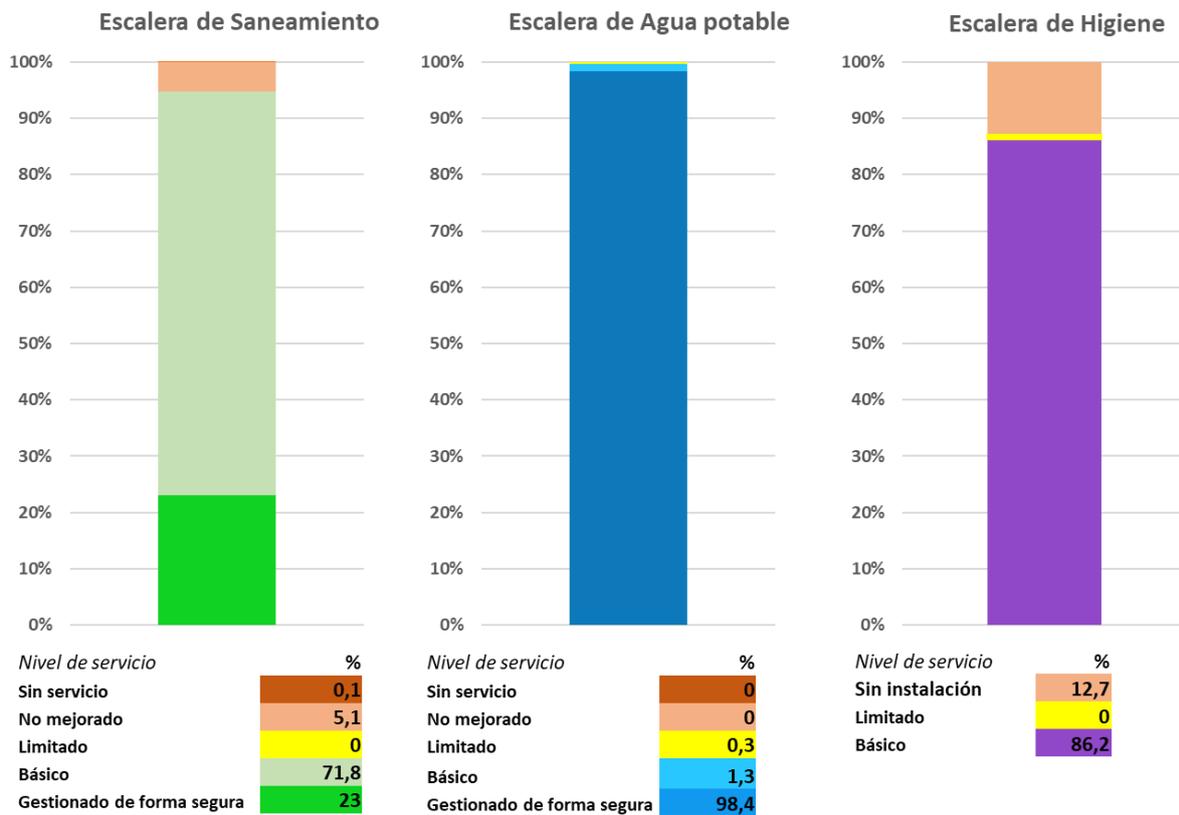
7.7 Apéndice 7. Gestores de residuos de aguas residuales y lodos sépticos aprobados por el Ministerio de Salud. Fuente: Registro de Gestores Ministerio de Salud. Abril 2022

Nombre del gestor	Provincia	Capacidad recolección	
		TM	M3
SERVICIOS AMBIENTALES GEOCYCLE S.A.G. S.A.	Cartago	1.000	
CEMEX COSTA RICA S.A.	Guanacaste	1.000	
HC. RECYCLE S.A.	Cartago		85
HOLCIM COSTA RICA S.A.	Cartago	1.000	
MANEJO INTEGRAL TECNOAMBIENTE S.A.	Puntarenas	28.000	
GQS MULTISERVICIOS ECOLÓGICOS NACIONALES S.A	Alajuela	3	
Rogelio Fernández Quesada - FUMIGADORA ALTO, S.A.	San José		600
SANITARIOS HERMANOS UREÑA CONEJO S.A. (SAHUCO S.A.)	Cartago		800
Miguel Ángel Arias Mejía. LODOS DE VOLIO SSSR)	Alajuela	3	
WASTECH TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE RESIDUOS S.A.	Cartago		50
WASTECH TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE RESIDUOS S.A.	Cartago		10
WASTECH TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE RESIDUOS S.A.	Cartago		10
WASTECH TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE RESIDUOS S.A.	Cartago		150
COMPAÑÍA DE AGUAS SANITARIAS S.A.	Alajuela	9.300	
SANITARIOS SARAPIQUI S.A	Heredia	300	
MOTO SERVICIOS GRECIA S.A.	Alajuela	6.500	
AGROFERTILIZANTES NERKIN S.A.	Alajuela	500	
PREMIUN VALUE SERVICES S.A.	Cartago	10	
PREMIUN VALUE SERVICES S.A.	Cartago	60	
SERVICIOS SEPTICOS SANTA CRUZ S.A	Guanacaste		2.100
MILTON MONTIEL QUINTANILLA	Alajuela		380
WILBERT CASTILLO RODRÍGUEZ	Heredia	240	
SANIHOJAR S.A.	Guanacaste		60
L y E FLORES SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	Alajuela		240
Edwin Roberto Alfaro Trejos (GATO ALF)	Cartago	56	
Jason Chaves Arroyo (LTS JASON CHAVES ARROYO)	Guanacaste		1.000
PROYECTOS TURBINA	San José	50	
ECO SEPTIC COSTA RICA LIMPIEZA DE TANQUES SÉPTICOS EMPRESA INDIVIDUAL DE RLTDA	Guanacaste		100
ALQUILERES DE MENAJES OLGUITA S.A.	Alajuela	10	
Kathia Mercado Carvajal	Alajuela		240
TICOS SANITARIOS S.A.	Alajuela		240
ALUMA SYSTEMS COSTA RICA SOCIEDAD ANONIMA	San José	90	
SERVICIOS SANITARIOS DAYCA S.A..	Alajuela	240	
Edgar Alvarado Calvo	Alajuela	240	
Jasón Gutiérrez Pérez	Alajuela	240	
TERRA EQUIPOS S.A	San José	206,95	
SERVICIOS SANITARIOS SANITICO S.A.	Heredia	240	
María Bethsabe Vega Leandro (SANITARIOS JIMÉNEZ)	San José		40
Roberto Rivel Castillo	Puntarenas		96
ECOSISTEMAS NATURALES S.A	Heredia		20
ECOSISTEMAS NATURALES S.A	Heredia		20
VANN INGENIEROS CONSULTORES S.A	Guanacaste	200	
Walter Morales Vrgas	Cartago	110	
Carlos Enrique Bermudez Corea	Guanacaste	375	
TECADI INTERNACIONAL S.A.	San José		10

### 7.8 Apéndice 8. Escaleras de agua potable, saneamiento e higiene

Como complemento al gráfico SFD, la Figura 19 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** muestra los niveles de servicio de agua, saneamiento e higiene según la metodología *Joint Monitoring Program (JMP)* desarrollada por OMS/UNICEF.

Las escaleras de agua potable e higiene se confeccionaron a partir de datos de la encuesta local (B&A, 2022).



**Figura 19: Escaleras de Saneamiento según la metodología *Joint Monitoring Program (JMP)* desarrollada por OMS/UNICEF.**

SFD Promotion Initiative



SFD Liberia, Costa Rica, 2022

Producido por:

María Laura Gatto D'Andrea, consultor internacional independiente

Maritza Marin Araya, apoyo técnico local

© Copyright

Todos los materiales de la Iniciativa de Promoción del SFD están disponibles de forma gratuita mediante el concepto de código abierto para el desarrollo de capacidades y el uso sin fines de lucro, siempre que se reconozca adecuadamente la fuente cuando se utilice. Los usuarios siempre deben dar crédito citando al autor original, a la fuente y al titular de los derechos de autor.

Este resumen ejecutivo y el reporte SFD están disponibles en: [www.sfd.susana.org](http://www.sfd.susana.org)

**FE DE ERRATAS**

Resumen Ejecutivo. Sección 4. Resultado del servicio (Pag. II).

<b>Dice</b>	<b>Debe decir</b>
<b><i>“realizado en la GAM durante 2019, encontró que de 3200 PTAR inscriptas<sup>1</sup> ; sólo un 31,8% operan correctamente”</i></b>	<i>realizado en la GAM durante 2019, encontró 3200 Gestores de Residuos inscriptos en las bases de datos del MINSA y MINAE<sup>1</sup>, y de las PTARs que aparecen registradas, un 31,8% no son plantas, no funcionan o están en construcción”</i>