

Reporte SFD

San Pablo 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 San Pablo, 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

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, se han cargado más de 250 Informes SFD 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.

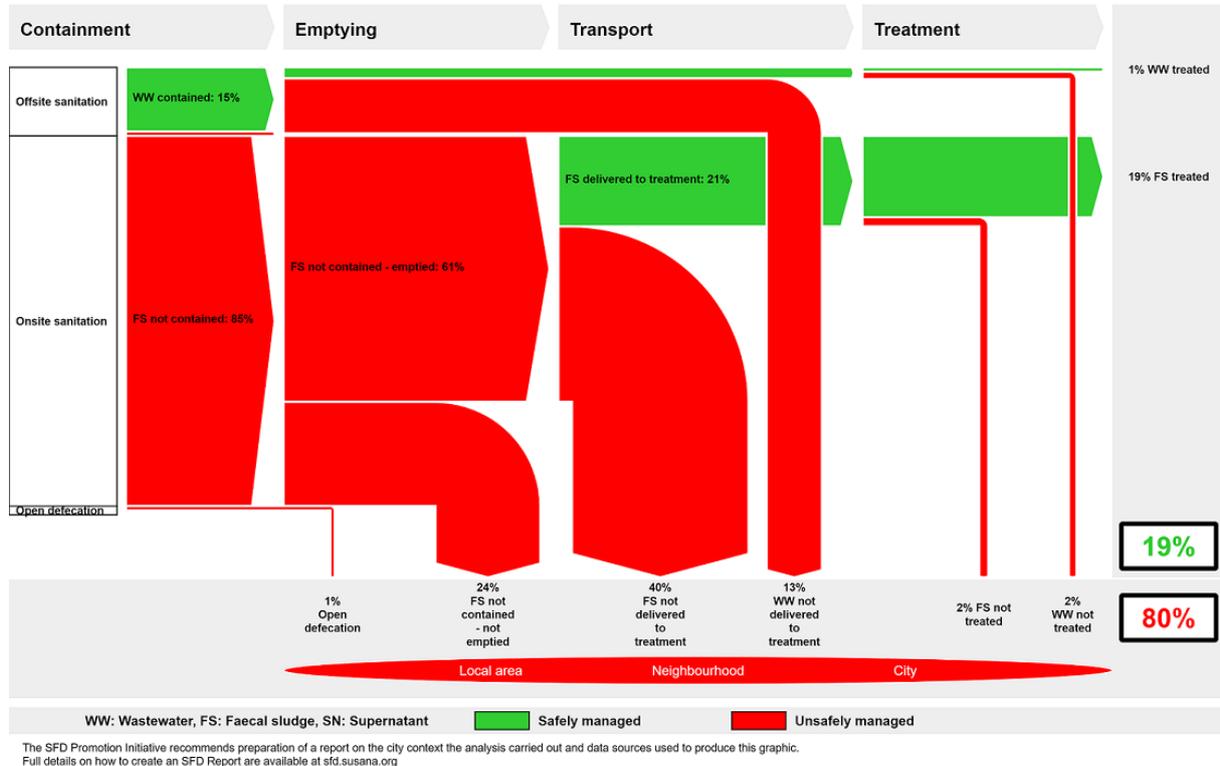
La elaboración y publicación de un informe SFD para el cantón de San Pablo (Costa Rica) puede ser de gran utilidad para visualizar la situación sanitaria actual de la ciudad, y canalizar las actividades y esfuerzos actuales hacia inversiones más eficientes en fases de la cadena de saneamiento que son críticas o 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

San Pablo, Heredia, Costa Rica
Version: Reviewed
SFD Level: 3 Comprehensive SFD

Date prepared: 23 Apr 2022
Prepared by: GIZ



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:

Reporte Final.

Fecha de elaboración: 10/06/2022

3. Información general de la ciudad

El cantón de San Pablo se sitúa en la zona central de la Gran Área Metropolitana (GAM) del Valle Central de Costa Rica, en la provincia de Heredia, cubriendo un área de 7,53 km². Se subdivide en dos distritos: San Pablo y Rincón de Sabanilla. El 70% de la población se concentra en el distrito de San Pablo. Se trata de un cantón 100% urbano, con una elevada densidad poblacional; que se encuentra entre las 10 más altas del país. Según el último censo efectuado en 2011, el cantón de San Pablo contaba con una población de 27.671 habitantes.

La precipitación media anual del cantón es abundante (2.400 mm anuales), con una temporada de lluvias que se extiende desde abril hasta octubre. El cantón se encuentra dentro de la microcuenca del río Bermúdez, que, durante las últimas dos décadas, ha experimentado cambios significativos en el uso de suelo, incrementando notablemente su grado de urbanización. La fuente principal de abastecimiento de agua potable 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 practica defecación a cielo abierto en menor medida.

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 GAM durante 2019, encontró que de 3.200 PTAR inscritas¹; 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 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 m³ de LF por día, iii) la población desconoce acerca del mantenimiento 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 conocimiento de los usuarios, entre otros.

Respecto a la cadena de servicios de saneamiento en el cantón de San Pablo, aproximadamente un 14,7% cuenta con servicios de alcantarillado (atribuido a sectores minoritarios y condominios) y un 84,6% cuenta con sistemas de TS. El pequeño porcentaje restante posee salida directa a acequias/ríos, letrinas y defecación a cielo abierto (esta última es insignificante). Estas cifras tienen correspondencia con lo que sucede a nivel nacional.

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 3 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, que podrían requerir de un 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. Los tamaños de los camiones son variables, de 2,5 a 35 m³. 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, no existe un sistema centralizado de recolección y tratamiento, existiendo descargas de aguas residuales crudas en quebradas y cuerpos de agua. Por otra parte, existen algunas PTARs privadas en el interior de condominios y urbanizaciones.

El gráfico SFD muestra que un 19% de las excretas generadas se manejan de manera segura en el Cantón de San Pablo, y el 80% se manejan de manera insegura, lo que refleja una situación preocupante en relación a la gestión de excretas en el cantón (los porcentajes no suman exactamente 100% debido al redondeo).

¹ Registradas en la Dirección de Protección al Ambiente Humano del MINSA y la Dirección de Agua del MINAE

5. Contexto de prestación de servicios

El sistema de administración de los recursos hídricos en Costa Rica se encuentra fragmentado en diferentes instituciones: 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. En el caso de San Pablo, esto no sucede, ya que el servicio de agua potable es administrado por el AyA, mientras que el servicio de alcantarillado sanitario (que ocupa un pequeño sector) es gestionado por la ESPH.

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 tratamiento 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, así como la articulación coordinada entre el sector público y privado,

son importantes desafíos para avanzar en 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, Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Municipalidad de San Pablo de Heredia, Ministerio de Salud Pública
Sector privado	Servicio de vaciado de tanques sépticos y transporte de lodos fecales Compañía de Aguas Sanitarias Condominios y urbanizaciones privadas
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 400 viviendas y comercios del cantón.
- Entrevistas con actores clave del sector de agua y saneamiento, locales y nacionales.
- 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 400 viviendas del cantón, desarrollada por B&A.
- Estudios hidrogeológicos.
- Entrevistas con proveedores de servicio de extracción y recolección de lodos fecales.
- Entrevista con el dueño de la Compañía Aguas Sanitarias
- Entrevistas con representantes municipales.
- Registros de gestores de residuos autorizados por el Ministerio de Salud.
- Reportes operacionales de aguas residuales de PTARs de condominios

SFD San Pablo, 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

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 canton of San Pablo is located in the central zone of the Greater Metropolitan Area (GAM) of the Central Valley of Costa Rica, in the province of Heredia, covering an area of 7.53 km². The population is subdivided into two districts; San Pablo (70%), and Rincón de Sabanilla (30%). San Pablo is fully (100%) urbanized with one of the 10 highest population densities in the country. The last census (2011) indicated San Pablo's population was 27,671. The average annual rainfall in the canton is 2,400 mm, with a rainy season from April to October. The canton is located within the Bermúdez River micro-basin, which, during the last two decades has experienced significant changes in land use, notably increasing urbanization. Groundwater is the main source for the drinking water supply.

Costa Rican Institute of Aqueducts and Sewers (AyA) administers the provision of drinking water for São Paulo. The sanitary sewer service (which occupies a small sector) is managed by the ESPH (Public Services Company of Heredia). With respect to the service outcomes along the service chain in San Pablo, approximately 14.7% have sewage services (attributed to minority sectors and condominiums) and 84.6% have on-site sanitation systems (septic tanks). The small remaining percentage has direct access to ditches/streams, latrines, and open defecation (the latter is insignificant). The preceding figures roughly reflect what happens at country level as well.

Most of the septic tanks are self-constructed 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 m³. 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. Regarding to wastewater, there is no centralized collection and treatment system. Raw wastewater is discharged into streams and bodies of water. Some condominiums and developments in the canton do have private WWTPs.

The SFD graphic shows that 19% of the excreta generated is safely managed in the Canton of San Pablo, and 80% of the excreta generated is unsafely managed (percentages do not add up to 100% due to rounding).

Tabla de Contenidos

1	Contexto de la ciudad.....	1
1.1	Población	1
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.....	9
2.1.4	Disposición Final	11
2.2	Matriz SFD	11
2.2.1	Paso 1. Generación/Contención.....	13
2.2.2	Paso 2. Contaminación de aguas subterráneas	13
2.2.3	Paso 3. Limpieza.....	14
2.2.4	Paso 4. Transporte.....	15
2.2.5	Paso 5. Tratamiento	15
2.2.6	Resumen de supuestos.....	15
2.3	Gráfico SFD	18
2.3.1	Credibilidad de las fuentes	19
3	Contexto de Prestación de Servicios	21
3.1	Política, Legislación y Regulación	21
3.1.1	Política	21
3.1.2	Roles institucionales	24
3.1.3	Provisión de servicios.....	25
3.1.4	Estándares de servicio	26
3.2	Planificación	26
3.2.1	Objetivos del servicio	26
3.2.2	Inversiones.....	26
3.3	Equidad.....	27

3.3.1	Alternativas actuales de servicios para sectores de bajos recursos	27
3.3.2	Planes y medidas para reducir la inequidad	27
3.4	Resultados	28
3.4.1	Capacidad para satisfacer necesidades, demandas y objetivos del servicio ...	28
3.4.2	Monitoreo y reporte del acceso a los servicios	28
3.5	Expansión y fortalecimiento.....	28
4	Análisis de las partes interesadas	29
5	Agradecimientos	30
6	Referencias.....	32
7	Apéndices	34
7.1	Apéndice 1: Identificación y compromiso de actores clave.....	34
7.2	Apéndice 2: Cuestionario para servicios de recolección y transporte de Lodos Fecales.....	35
7.3	Apéndice 3: Mapa hidrogeológico del Cantón de San Pablo y Mapa unificado de Zonas de Reservas del Valle Central. Fuente: SENARA	37
7.4	Apéndice 4: Comparación del uso de suelo en el cantón San Pablo en el periodo comprendido entre el 2000 y 2019. Fuente: Sánchez-Gutiérrez et al., 2021.	38
7.5	Apéndice 5. Datos de ROAR de condominios y urbanizaciones del cantón de San Pablo registrados como entes generadores en el SIRROAR - Ministerio de Salud. Fuente: Ministerio de Salud (2021).	39
7.6	Apéndice 6. Gestores de residuos de aguas residuales y lodos sépticos aprobados por el Ministerio de Salud. Fuente: Registro de Gestores Ministerio de Salud. Abril 2022.40	
7.7	Apéndice 7. Red de agua potable en el cantón de San Pablo. Fuente: AyA.....	41
7.8	Apéndice 8. Escaleras de agua potable, saneamiento e higiene.....	42

Lista de Tablas

Tabla 1: Tipo y cobertura de servicio sanitario en el Cantón de San Pablo (INEC, 2011).....	6
Tabla 2: Destino de las excretas en las viviendas en el cantón de San Pablo según datos de la encuesta georreferenciada (B&A, 2022).....	6
Tabla 3: Tipos de sistemas de contención según Metodología SFD y porcentajes de población correspondientes.....	17
Tabla 4: Marco Legal de Costa Rica relacionado con la gestión de aguas residuales y lodos fecales.....	21

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de ubicación del cantón de San Pablo en la provincia de Heredia. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).....	1
Figura 2: Cursos hídricos del Cantón de San Pablo. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).	3
Figura 3: Zona de servicios de alcantarillado (ESPH) y agua potable en el cantón de San Pablo. Fuente: ESPH (2022).	5
Figura 4: Conexiones clandestinas al alcantarillado pluvial. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).	5
Figura 5: Tanque séptico rudimentario y esquema ilustrativo (utilizado en la encuesta georreferenciada).....	7
Figura 6: Servicios de limpieza de tanques sépticos.	9
Figura 7: Camión succionador (izquierda). Marchamo de seguridad utilizado por las PTAR y exigido por el MINSA para evitar descargas ilegales (derecha).....	9
Figura 8: Planta de tratamiento de LF. Compañía de Aguas Sanitarias. Fuente: Compañía de Aguas Sanitarias (2022).....	10
Figura 8: Vertidos de aguas residuales por conexiones ilegales al alcantarillado pluvial, sobre el río Bermúdez. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).	11
Figura 10: Grilla de Selección.....	12
Figura 11: Matriz SFD.	12
Figura 12: Mapa de vulnerabilidad hidrogeológica del Cantón de San Pablo. Fuente: SENARA.	14
Figura 13: Gráfico SFD para el Cantón de San Pablo.	19
Figura 14: Escaleras de Saneamiento según la metodología <i>Joint Monitoring Program</i> (JMP) desarrollada por OMS/UNICEF.	42

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
AR	Aguas Residuales
CAV	Canon Ambiental por Vertidos
CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
GAM	Gran Área Metropolitana
GLF	Gestión de Lodos Fecales
IFA	Índice de Fragilidad Ambiental
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
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
ROAR	Reporte Operacional de Aguas Residuales
SANEBAR	Saneamiento Básico Rural
SENARA	Servicio Nacional de Riego y Avenamiento
SIRROAR	Sistema de Registro de Reporte Operacional de Aguas Residuales
TS	Tanque séptico

1 Contexto de la ciudad

El cantón de San Pablo de Heredia está localizado en la provincia de Heredia, que se ubica en la parte norte-central del país. Ocupa la zona central de la Gran Área Metropolitana (GAM) del Valle Central de Costa Rica. Con una extensión territorial de tan sólo 7,53 km², es el segundo cantón más pequeño de la provincia de Heredia y de todo el territorio costarricense. Limita al norte con el cantón de San Rafael, al noreste con San Isidro, al oeste con el Cantón de Heredia y al sureste con el cantón de Santo Domingo (Figura 1). El cantón se encuentra dividido en dos distritos: San Pablo y Rincón de Sabanilla.

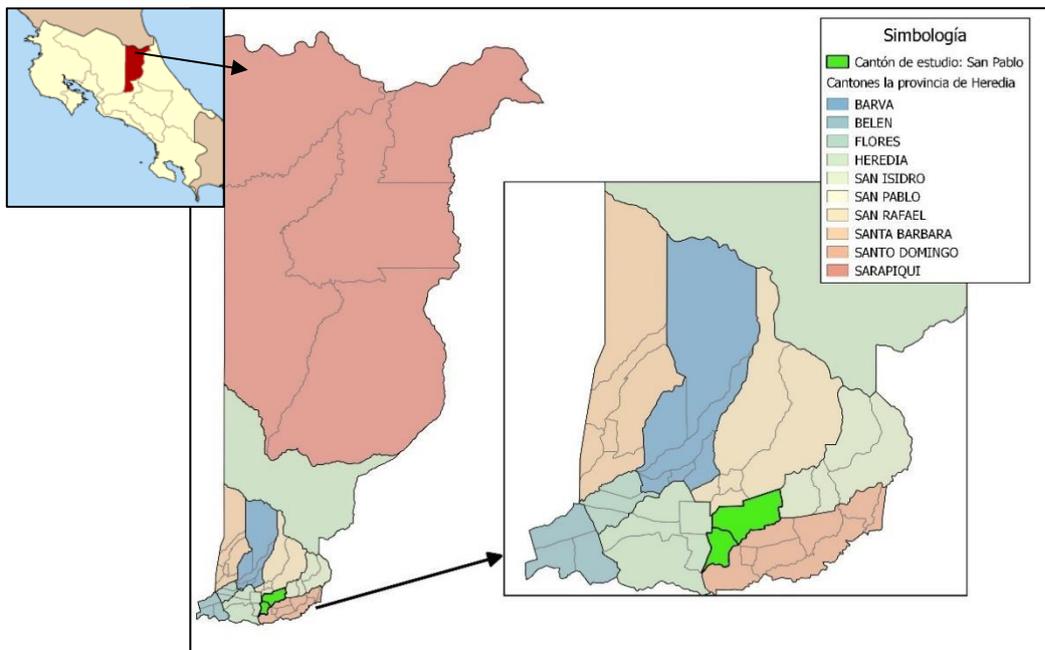


Figura 1: Mapa de ubicación del cantón de San Pablo en la provincia de Heredia. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).

San Pablo es un cantón con un creciente desarrollo urbano, en particular por su ubicación respecto a ciudades como San José y Heredia, la disponibilidad de servicios básicos, y las características paisajísticas propias de la zona del norte del Valle Central.

El cantón se encuentra dentro de la microcuenca del río Bermúdez, que, durante las últimas dos décadas, ha experimentado cambios significativos en el uso de suelo (Sánchez-Gutiérrez et al., 2021) (véase Apéndice 4). De hecho, en la actualidad, el área urbana representa alrededor del 40% del total del territorio cantonal, con una tendencia de aumento a causa del dinamismo urbano y el desarrollo de proyectos habitacionales, particularmente de condominios (Municipalidad de San Pablo, 2013).

1.1 Población

Según el último censo efectuado en 2011, el cantón de San Pablo contaba con una población de 27.671 habitantes (INEC, 2011), cifra que respecto al año 2000 marca un aumento poblacional intercensal de un 33%. El 70% de la población se concentra en el distrito de San Pablo. Con un total de 8.000 viviendas, el promedio de habitantes por vivienda es de 3,4 (INEC, 2011). Es importante resaltar la alta densidad poblacional de este cantón (densidad

que también tuvo un crecimiento intercensal del 33%); encontrándose entre las 10 más altas del país. El cantón es 100% urbano (en contraste con el censo 2000, donde la población urbana era del 84%). Las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2022, apuntan a una población de 31.519 habitantes.

1.2 Topografía

La altitud promedio del cantón de San Pablo es de 1.200 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una elevación máxima de 1.350 msnm y mínima de 1.050 msnm. Los suelos presentan una profundidad entre 40 y 60 cm, con textura desde muy pesada a liviana; abundante pedregosidad (de 8 a 15%) y con pendientes entre 15 y 30%. Las características del relieve facilitan que el territorio se encuentre sometido a importantes procesos de erosión y sedimentación, especialmente en las proximidades de los cauces (Municipalidad de San Pablo, 2014).

1.3 Clima

El clima de San Pablo se clasifica como tropical, presentando abundantes precipitaciones.

1.4 Temperatura

La temperatura media mensual oscila los 20 °C, con escasa variación de un mes a otro. La temperatura máxima y mínima promedio mensual es de 25 °C y 16 °C, respectivamente. Los meses de abril y junio son los más cálidos, sobrepasando la media anual. En promedio, existe una variación de 9 °C entre la temperatura máxima y la mínima del día.

1.5 Precipitación

La precipitación media anual del cantón ronda los 2.400 mm anuales, siendo septiembre y octubre los meses más lluviosos, aportando más del 30% de la precipitación promedio anual. Se presenta un promedio anual de 170 días con lluvia. La estación seca se extiende hasta marzo, con rangos de precipitaciones entre 20 y 100 mm, aunque existen años sin registros de precipitaciones en este periodo.

1.6 Características físicas y geográficas

El cantón de San Pablo, junto con Heredia y otros cantones adyacentes conforman un núcleo urbano bien definido, con características topográficas e hidrogeológicas similares. El sistema fluvial pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles, que forma parte de la vertiente del Pacífico. El río que drena el cantón es el Bermúdez, con sus afluentes el río Pirro y las quebradas Gertrudis y San Pablo, presentan una dirección de norte a sur y de noreste a suroeste (Municipalidad de San Pablo, 2014) (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). El río Bermúdez y el río Pirro son los cursos hídricos con mayores problemas de contaminación, debido a la deficiente gestión de las aguas residuales y otros residuos sólidos, tanto en el cantón de San Pablo como en cantones aledaños (Municipalidad de San Pablo, 2014).

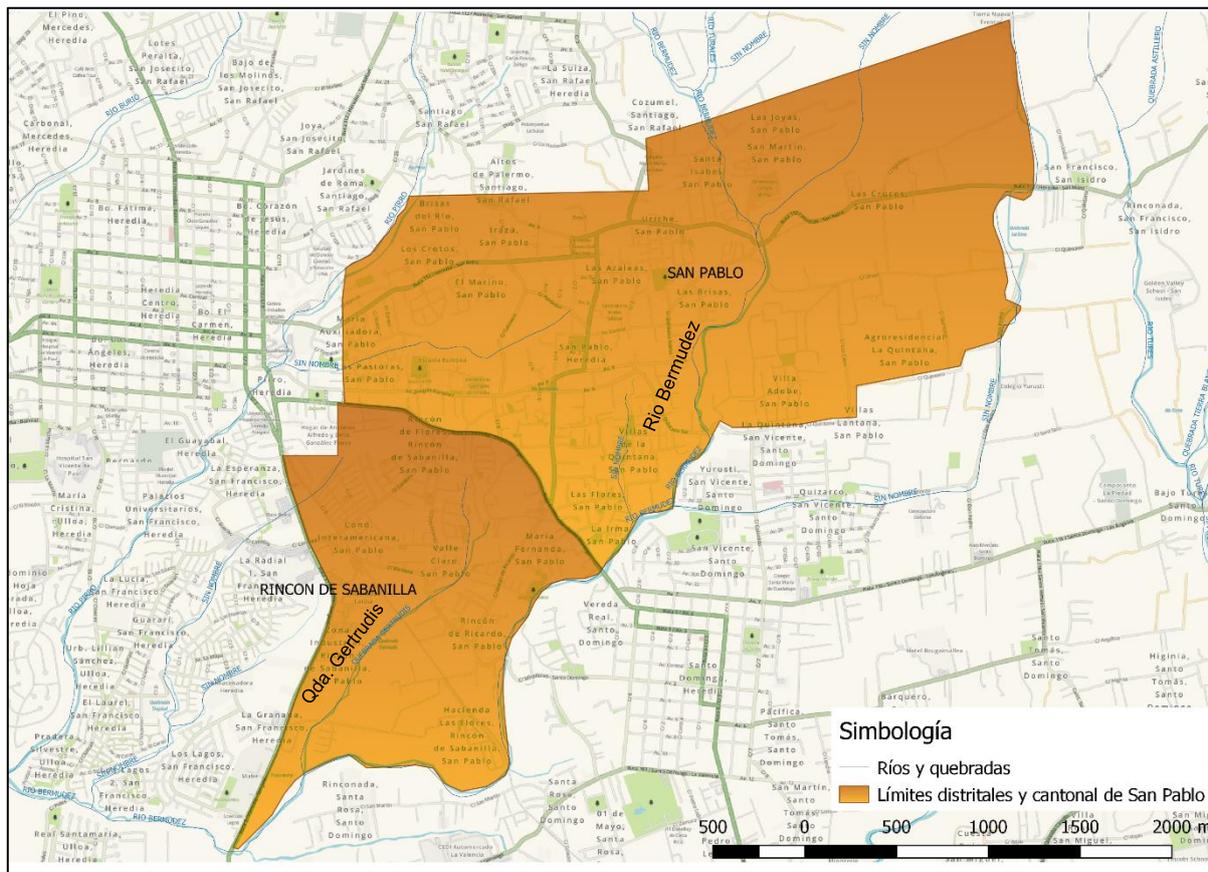


Figura 2: Cursos hídricos del Cantón de San Pablo. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).

El cantón cuenta con una superficie de 9 hectáreas destinadas a zonas verdes, principalmente parques, lo que representa un 1,1 % del territorio. Estos espacios, junto al área de protección a lo largo del río Bermúdez y el Pírra, son los únicos sitios que propician la conservación del medio ambiente y los recursos hídricos, protegiendo de la erosión e inundaciones (Municipalidad de San Pablo, 2014).

En relación a la hidrogeología, existen dos acuíferos de gran importancia, el Acuífero Barva Inferior y el Colima Superior, que abastecen a la población del cantón de San Pablo y a una parte importante de la población de la GAM, recurso hídrico aprovechado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

El suelo se caracteriza por un gran potencial de infiltración, con abundante pedregosidad. El Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) de Hidrogeología indica que el potencial de infiltración es alto prácticamente en la totalidad del cantón, y muy alto en el entorno del río Bermúdez (Municipalidad de San Pablo, 2014). Por lo tanto, el territorio califica como área de recarga acuífera, con acuíferos de alto potencial de producción (Astorga, 2010).

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 cantón de San Pablo.

2.1.1 Generación/Contención

Sistema de Alcantarillado

El cantón de San Pablo carece de un sistema centralizado de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, existe un porcentaje de la población que dispone de servicio de alcantarillado sanitario. Según el INEC (2011), la cobertura de alcantarillado en el cantón alcanza el 14,7%. Esta cifra es similar al 13,4% de los hogares encuestados que indicaron que vierten sus aguas residuales a un alcantarillado sanitario² (B&A, 2022).

Entre la población provista con alcantarillado en el cantón, se encuentran las redes sanitarias internas de aguas residuales en condominios y urbanizaciones privadas. Los condominios con su propio sistema de conducción y tratamiento de aguas residuales deben registrarse en el Sistema de Registro de Reportes Operacionales de Aguas Residuales (SIRROAR) como entes generadores (Zuñiga y Quesada, 2020). Un listado de estos condominios se puede consultar en el Apéndice 5.

Por otra parte, la Municipalidad de San Pablo (2013) indica que hay un sector en el suroeste del cantón (correspondiente a las zonas de Miraflores y la Estrella), que está conectado a una

² Se efectuaron 400 entrevistas en total, con 64 preguntas, con un margen de error de 4,9% y un nivel de significancia del 95%.

red de alcantarillado (

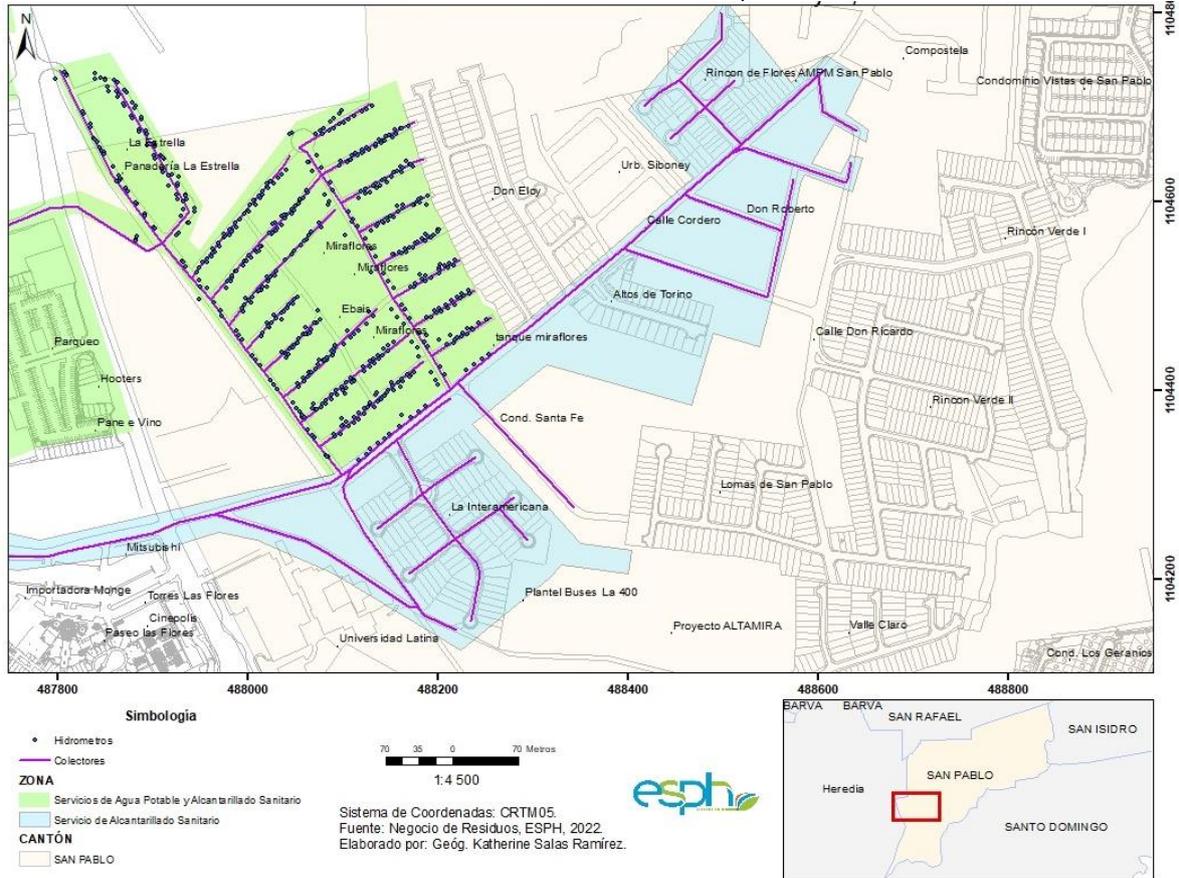


Figura 3).

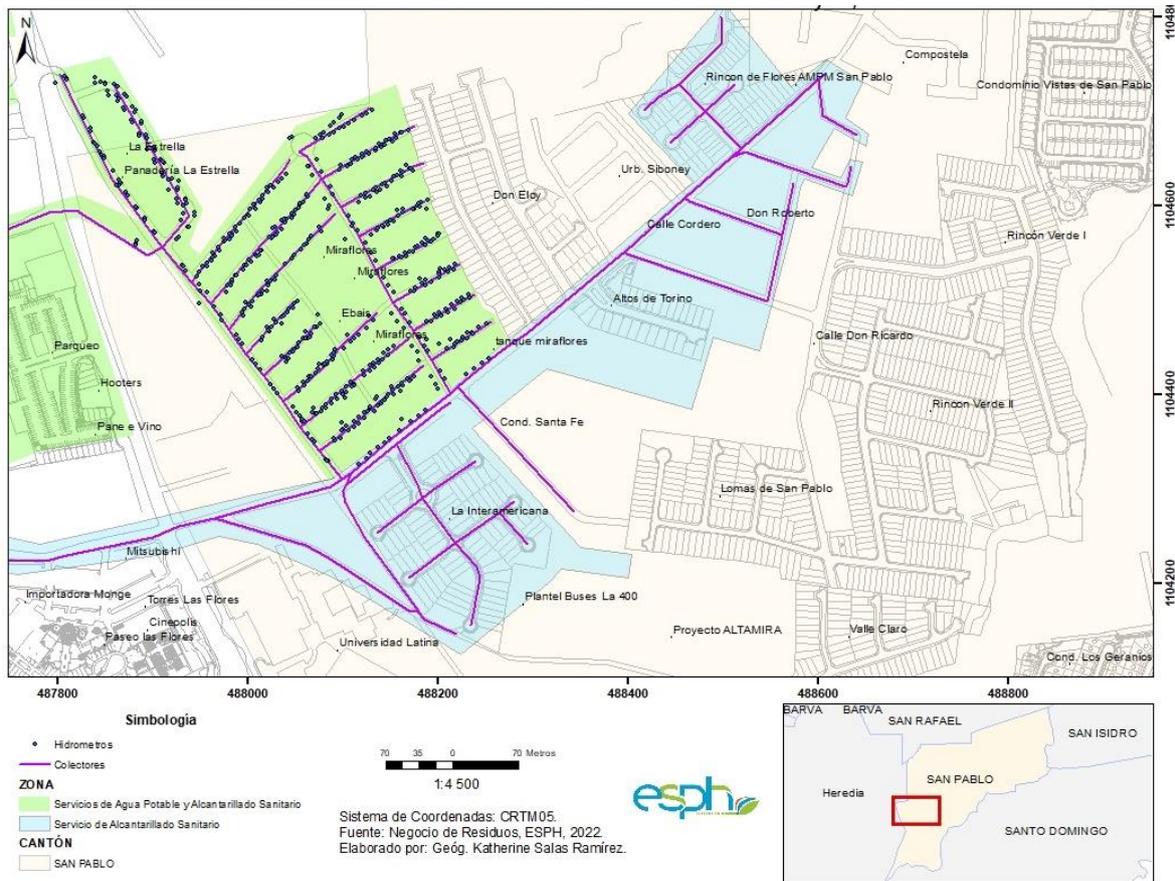


Figura 3: Zona de servicios de alcantarillado (ESPH) y agua potable en el cantón de San Pablo. Fuente: ESPH (2022).

A partir de datos del INEC (2011); considerando la gestión de Aguas Residuales (AR) por tipo de vivienda, el 14,7% de cobertura de alcantarillado en el cantón se puede distribuir de la siguiente manera: un 12,2% corresponde a viviendas individuales, y un 2,5% a condominios.

Por otra parte, existen algunos residenciales con redes previstas pero que no han sido habilitadas oficialmente, al no existir redes de alcantarillado pública para conectarse. Según Zuñiga y Quesada (2020), se manifiestan situaciones de irregularidad, debido a conexiones clandestinas de viviendas al alcantarillado pluvial, por lo que las aguas crudas son vertidas a las calles, aceras y propiedades (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).



**Figura 4: Conexiones clandestinas al alcantarillado pluvial. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).
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 el 84,6% de las viviendas que utilizan estos sistemas en el cantón de San Pablo (INEC, 2011) (Tabla 1).

Tabla 1: Tipo y cobertura de servicio sanitario en el Cantón de San Pablo (INEC, 2011).

Tipo de servicio sanitario	Habitantes	Porcentaje
Conectado a alcantarillado sanitario	4.041	14,7%
Conectado a tanque séptico	23.321	84,6%
Con salida directa a acequia, zanja, río o estero	115	0,4%
De hueco, de pozo negro o letrina	68	0,2%
No tiene servicio sanitario	25	0,1%

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

En base a una encuesta desarrollada en 400 viviendas del cantón de San Pablo, implementada a inicios de 2022; sólo un 20,4% de las viviendas relevadas cuentan con un TS completo (tanque de sedimentación y zona de infiltración), un 50,4% posee un TS rudimentario (infiltra directamente en el suelo), y un 12,9% posee un TS 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 cantón de San Pablo según datos de la encuesta georreferenciada (B&A, 2022).

Tipo de servicio sanitario	Porcentaje
Alcantarillado sanitario	13,4%
Tanque séptico rudimentario (tubo de alcantarilla o fosa con piedras)	50,4%
Tanque séptico completo (tanque de sedimentación y zona de infiltración)	20,4%
Tanque séptico sin drenaje (el agua va a un río, caño, lote, u otro luego del tanque)	12,9%
Letrina	0,2%
No sabe/no responde	2,7%

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). En la encuesta local, un 40% indicó que su tanque séptico fue autoconstruido. Zuñiga y Quesada (2020) han detectado el uso de sistemas sépticos sin criterio técnico en distintas zonas del cantón. En general, estos sistemas son antiguos (probablemente eso influya en la informalidad de la construcción), de hecho, más

del 50% de las personas afirmaron que sus sistemas sépticos tienen más de 10 años de antigüedad.

Los principales problemas asociados a los sistemas sépticos son principalmente rebalses por eventos de lluvia, mal drenaje, llenado y malos olores. Sin embargo, la mayoría de los encuestados indicaron que no han tenido inconvenientes (más del 80% según la encuesta georreferenciada, y 76% según el informe de la ESPH, 2018).

En relación a las aguas grises, según la encuesta local casi un 60% afirma que no son vertidas al sistema séptico, indicando que se vierten a un alcantarillado, caño o curso de agua. Otro estudio de la ESPH (2018) llevado a cabo en el lugar, afirma que un 67,5% de las viviendas arrojan las aguas grises a caños y ríos.

El mercado ofrece una amplia gama de estos sistemas individuales de tratamiento, incluyendo prefabricados, plásticos y variaciones domésticas. Un estudio reciente efectuado en el cantón indica que los TS están contruidos de materiales como plástico y concreto y, en algunos casos se desconoce el tipo de material (Sánchez-Gutiérrez et al., 2021).

El rendimiento y mantenimiento de los sistemas sépticos en general es cuestionable, ya que no hay un sistema de monitoreo ni una práctica de mantenimiento estandarizada en el país. El Ministerio de Salud (MINSa), 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).



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

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 el cantón de San Pablo que realizan servicios de limpieza de TS y extracción de los lodos (Figura 6). En la encuesta de viviendas, la mayoría indicó 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 (Figura 7). Según las encuestas efectuadas a empresas recolectores de LF, la capacidad de los camiones varía ampliamente, de 2,5 a 35 m³.

Según los datos de la encuesta local, un 79,6% de las viviendas con TS lo ha limpiado alguna vez. Las frecuencias de extracción de LF son variables: un 31,2% indicó que lo han vaciado hace menos de un año, un 21,5% hace un año, un 17,5% hace dos años y un 28,3% hace más de 3 años, y un 1,5% no lo sabe. Quienes limpiaron su TS alguna vez, un 90,4% aseguró que lo ha realizado un servicio privado, un 3% un servicio público, un 2,2% no lo sabe, y el resto lo ha realizado manualmente.

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 cantón, según la encuesta georreferenciada, el costo promedio por vaciar un TS es de ₡72.500 (US\$ 108). 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 limpieza de sus sistemas sépticos desconocen el destino de los lodos extraídos.

Según los proveedores del servicio, el costo por vaciado de una fosa séptica es de ₡22.000 (US\$ 32) por m³, 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 de tratamiento para los lodos extraídos. Sin embargo, los recolectores informales opinan que las tarifas de tratamiento son elevadas.

Se detectó un grado importante de informalidad en los prestadores de servicios de vaciado de LF. Los costos de 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, 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 (Zuñiga y Quesada, 2020). 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 6. Se detectaron cinco gestores autorizados en la provincia de Heredia.



Figura 6: Servicios de limpieza de tanques sépticos.



Figura 7: Camión succionador (izquierda). Marchamo de seguridad utilizado por las PTAR y exigido por el MINSa para evitar descargas ilegales (derecha).

2.1.3 Tratamiento

Tratamiento de aguas residuales

El cantón San Pablo carece de un sistema de tratamiento centralizado de aguas residuales. Como se mencionó anteriormente, existen algunas redes en urbanizaciones y condominios con PTARs internas, como Rincón Verde y Monte Blanco. Estos sistemas son privados, es decir, son construidos y operados por los desarrolladores de condominios.

Según información brindada por el Ministerio de Salud para el cantón de San Pablo, existen unos 41 condominios de tipo residencial registrados en el SIRROAR como entes generadores³. Un 70% de estos condominios corresponden al distrito de San Pablo, y el resto a Rincón de Sabanilla. Cabe destacar que, según el estudio de ESPH realizado durante 2019 de las PTAR en la GAM, se detectó que sólo un 31,8% operan correctamente (ESPH, 2019). Las PTARs que cumplen pertenecen principalmente al sector público y comercial (ya que requieren permisos del MINSa para sus operaciones), mientras que los condominios y residenciales en general descuidan su operación ya que el MINSa está limitado para actuar en estos casos (Angulo, 2020).

³ Ministerio de Salud. ROAR Año 2021

Tratamiento de lodos fecales

La Compañía de Aguas Sanitarias, localizada en 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 m³ 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 8 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** muestra algunas imágenes de la Planta de tratamiento.



Figura 8: Planta de tratamiento de LF. Compañía de Aguas Sanitarias. Fuente: Compañía de Aguas Sanitarias (2022).

2.1.4 Disposición Final

Las aguas residuales provenientes del alcantarillado que poseen algunos sectores son vertidas sin tratamiento alguno al Río Pirro y al Río Bermúdez. En el estudio realizado por Zuñiga y Quesada (2020), se han detectado además zonas de vertidos y acumulación de aguas residuales en zonas públicas (Figura 9). También indica que el MINSA (Rectoría San Pablo – San Isidro) recibe en promedio 33 denuncias por año por temas asociados con el vertido de aguas residuales en el cantón.

En cuando 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 tener sus propias plantas de tratamiento, como a la inexistencia de un adecuado control sobre la actividad.



Figura 9: Vertidos de aguas residuales por conexiones ilegales al alcantarillado pluvial, sobre el río Bermúdez. Fuente: Zuñiga y Quesada (2020).

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 10 muestra la Grilla de selección, y la Figura 11 la Matriz SFD para el cantón de San Pablo.

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	to 'don't know where'	no outlet or overflow
No onsite container. Toilet discharges directly to destination given in List B				T1A1C4	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	T1A1C6				Not Applicable
Septic tank					T2A2C5					
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
Unlined pit										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										Low risk of GW pollution
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 10: Grilla de Selección.

San Pablo, Heredia, Costa Rica, 23 Apr 2022. SFD Level: 3 - Comprehensive SFD
 Population: 31519
 Proportion of tanks: septic tanks: 100%, fully lined tanks: 100%, lined, open bottom tanks: 100%

Containment	Population	WW transport	WW treatment	WW transport	WW treatment	FS emptying	FS transport	FS treatment	SN transport	SN treatment
System type	Pop	W4b	W5b	W4c	W5c	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 decentralised treatment plants	Proportion of wastewater delivered to decentralised treatment plants, which is treated	Proportion of wastewater in open sewer or storm drain system, which is delivered to treatment plants	Proportion of wastewater delivered to 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
T1A1C4 Toilet discharges directly to a decentralised foul/separate sewer	14.7	17.0	32.0							
T1A1C6 Toilet discharges directly to open drain or storm sewer	0.4			0.0	0.0					
T1A3C6 Fully lined tank (sealed) connected to an open drain or storm sewer	4.3					72.0	34.0	90.0	0.0	0.0
T1A3C7 Fully lined tank (sealed) connected to a water body	4.3					72.0	34.0	90.0		
T1A3C8 Fully lined tank (sealed) connected to open ground	4.3					72.0	34.0	90.0		
T1B11 C7 TO C9 Open defecation	0.1									
T2A2C5 Septic tank connected to soak pit, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	20.6					72.0	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	51.0					72.0	34.0	90.0		
T2A6C10 Unlined pit, no outlet or overflow, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	0.2					0.0	0.0	0.0		

Figura 11: Matriz SFD.

2.2.1 Paso 1. Generación/Contención

Para el cantón de San Pablo, la información sobre el tipo de tecnologías de saneamiento existentes fue categorizada por el Censo Nacional (2011) como alcantarillado (14,7%), tanques sépticos (84,6%), salida directa a acequia, zanja río o estero (0,4%), pozo negro o letrina (0,2%), y sin sistema (0,1%). Se observa que 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 84,6% reportado por el INEC (2011). La mayoría (50,4%) indicaron que poseen un tanque séptico rudimentario (infiltra directamente en el suelo), un 20,4% un TS completo (tanque de sedimentación y zona de infiltración) y un 12,9% 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 cantón

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

El cantón de San Pablo cuenta con un 99,9% de cobertura de agua potable (INEC, 2011). En la actualidad, la mayor parte del territorio de San Pablo se abastece de agua mediante el acueducto administrado por AyA. Según indica el personal de esta Institución, la fuente es subterránea en su totalidad. El suministro se limita a algunos pozos localizados en zonas aledañas, con profundidades que oscilan entre 75 y los 180 metros (DIGH-SENARA, 2022). El agua es bombeada hasta un tanque inicial con capacidad de 450 m³, localizado en las antiguas oficinas del AyA en el centro de San Pablo. Posteriormente, se bombea a un segundo tanque localizado cerca de la antigua Mabe (La Meseta) en el sector de las Cruces, y el tercer tanque localizado en el límite norte de las Cruces con San Rafael de Heredia, desde donde se distribuye hacia la población del cantón.

Un pequeño porcentaje de viviendas localizadas en la franja limítrofe con los cantones de Heredia y San Rafael es atendido por la ESPH. No obstante, algunas viviendas se abastecen con agua de pozos o ríos, que no recibe ningún tratamiento para consumo humano (Zuñiga y Quesada, 2020).

Como se ha mencionado previamente, existen dos acuíferos de gran importancia, el Acuífero Barva Inferior y el Colima Superior, que abastecen a la población del cantón. Las características del suelo, de gran potencial de infiltración, confieren al cantón como área de recarga acuífera, con acuíferos de alto potencial de producción.

Según el mapa de vulnerabilidad hidrogeológica del cantón, obtenido del SENARA, se pueden diferenciar tres zonas de vulnerabilidad: alta (2%), media (38%) y baja (60%) (**Figura 12**). La zona de vulnerabilidad alta es la de menor extensión y se presenta parcialmente a lo largo de las riberas de los ríos. La zona de vulnerabilidad media se presenta en la zona norte del cantón, particularmente vinculado al Acuífero Barva Inferior donde las capas de rocas protectoras del mismo son más delgadas. Finalmente, la zona de vulnerabilidad baja, se presenta en la parte central y sur del cantón, y en algunos sectores al noreste. Según Astorga

(2010), el desarrollo urbano principal en el cantón de San Pablo corresponde con la zona de mayor vulnerabilidad.

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

- Q1. Vulnerabilidad del acuífero. Se presentan dos paquetes de roca que tienen alta porosidad fisural, y que les da una muy buena capacidad para albergar y transmitir aguas. 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 en su totalidad de fuentes de agua subterránea. Se asume que los pozos se encuentran debidamente protegidos.

Resultado Final: Riesgo alto de contaminación de aguas subterráneas.

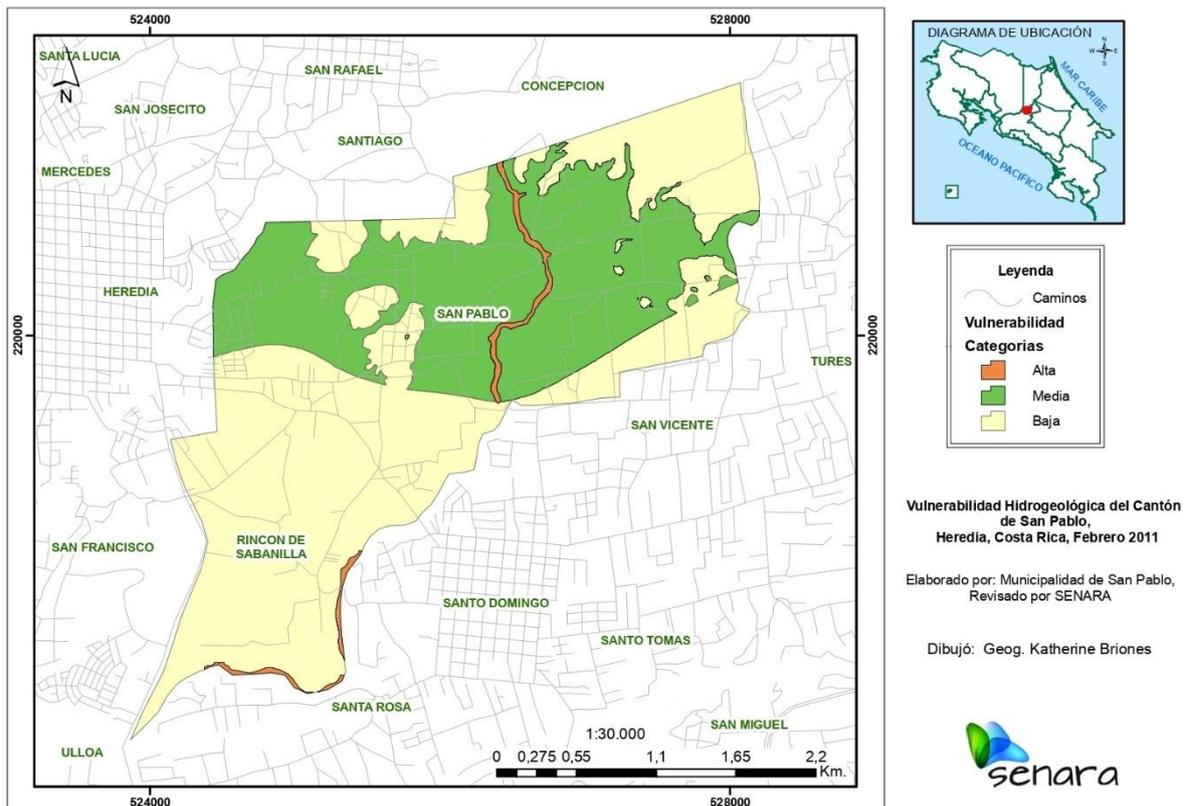


Figura 12: Mapa de vulnerabilidad hidrogeológica del Cantón de San Pablo. Fuente: SENARA.

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 79,6% lo ha limpiado alguna vez, un 19,6% 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 1,5 años.

2.2.4 Paso 4. Transporte

Como se mencionó en la Sección 2.1.1, el 14,7% de la población es servida por un sistema de alcantarillado. Si bien es probable la existencia de pérdidas y averías en las redes de alcantarillado, no es posible estimar con precisión este dato. Según un informe diagnóstico del estado de la red de alcantarillado de la ESPH, indica que un 18% se encuentra en mal estado, pero sin especificar concretamente en qué sectores (ARESEP, 2021). El 14,7% de cobertura de alcantarillado se divide en un 12,2%, que corresponde a viviendas individuales, y un 2,5%, que corresponde a condominios. Sólo en este último caso las AR serían conducidas a sistemas de tratamiento (como ser sistemas de lodos activados y rectores aerobios).

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 m³), 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, no todos los recolectores transportan los lodos extraídos a una planta de tratamiento. En muchos casos los LF son vaciados sin tratar (incluso con permisos), directamente en cuerpos de agua. Los propios recolectores indicaron que sus colegas no tienen permisos y descargan los LF en forma clandestina en ríos, canales, o al alcantarillado sanitario. En la encuesta georreferenciada, sólo el 1,5% de los hogares 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, se asume que el 66% de los LF son vertidos al medio ambiente sin tratamiento.

2.2.5 Paso 5. Tratamiento

Las PTAR existentes son aquellos sistemas existentes en los condominios privados. En relación a su desempeño, se toma como referencia el estudio de la ESPH (2019); donde se asume que sólo un 32% de las aguas residuales en estos sistemas son tratadas.

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

Sistemas de saneamiento off-site

T1A1C4 El retrete descarga directamente a una alcantarilla descentralizada (14,7%)

- W4b – 17%. El 14,7% conectado al sistema de alcantarillado, se conforma por un 2,5% que se dirige a PTAR existentes en condominios (17%) y un 12,2% que corresponde a viviendas individuales.
- W5b – 32%. De acuerdo a la operación de las PTARs individuales en la GAM. (ESPH, 2019).

T1A1C6 El retrete descarga directamente a un canal abierto al alcantarillado pluvial (0,4%)

- Según el Censo 2011, el 0,4% 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 on-site

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 1, 84,6% de los hogares de San Pablo cuentan con un algún tipo de sistema séptico como sistema de saneamiento, un 0,2% de la población utiliza un pozo sin revestimiento (letrina) y en menor medida, 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:

- 50,4% “tanque séptico rudimentario” representa el 60,2% de los sistemas con TS
- 20,4% “tanque séptico completo” representa el 24,4% de los sistemas con TS
- 12,9% “tanque séptico que descarga a un río, caño o lote” representa el 15,4% de los sistemas con TS

Posteriormente, el 84,6% de cobertura con sistemas de TS se subdividió de la siguiente manera:

- $84,6\% \times 0,602 = 51\%$ “tanque séptico rudimentario”
- $84,6\% \times 0,244 = 20,6\%$ “tanque séptico completo”
- $84,6\% \times 0,154 = 13\%$ “tanque séptico que descarga a un río, caño o lote”

En cuanto a los TS que descargan a un río, caño o lote (12,9%), 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 correspondientes.

Servicio sanitario	¿Dónde está conectado?	Sistema SFD	Descripción SFD	% de Población
Baño	Alcantarillado descentralizado (condominios)	T1A1C4	El retrete descarga a una alcantarilla descentralizada	14,7%
Baño	Tanque séptico rudimentario	T2A5C10	Pozo, revestido con paredes impermeables y fondo abierto sin efluente o desagüe	51,0%
Baño	Tanque séptico - pozo de absorción	T2A2C5	Tanque séptico conectado a un pozo de absorción	20,6%
Baño	Fosa séptica - descarga a río, caño o lote	T1A3C6	Tanque completamente revestido (sellado) conectado a un canal abierto o alcantarillado pluvial	4,3%
Baño	Fosa séptica - descarga a río, caño o lote	T1A3C7	Tanque completamente revestido (sellado) conectado a un cuerpo de agua	4,3%
Baño	Fosa séptica - descarga a río, caño o lote	T1A3C8	Tanque completamente revestido (sellado) conectado a campo abierto	4,3%
Letrina	-	T2A6C10	Pozo sin revestimiento, sin efluente o desagüe	0,2%
Baño	Acequias, zanjas, río o estero	T1A1C6	El retrete descarga directamente a un canal abierto o al alcantarillado pluvial	0,4%
Sin retrete	Defecación a cielo abierto	T1B11 C7 TO C9	Sin retrete (defecación en cuerpos de agua, campo abierto y "no se sabe")	0,1%
Total	-	-	-	100%

La vulnerabilidad hidrogeológica en el cantón 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 79,6% lo ha limpiado alguna vez, un 19,6% 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 m³; el volumen del TS completo oscila entre 1 y 2 m³, aunque de acuerdo a las medidas del mercado rondarían los 1,2 m³, 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 TS (1 a 2 m³).

En base a estas consideraciones, se ha supuesto un volumen promedio de 1,7 m³. La eficiencia de vaciado se consideró del 90%.

Para obtener la variable F3, se tomó el porcentaje de tanques vaciados (79,6%) y la eficiencia de vaciado (90%). Así, variable F3 = 79,6% x 0,9 = 72%. 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).

Transporte

Considerando el total de viviendas con TS en el último censo, se estimó que el volumen total de lodo fecal generado es = 6.779 (total de tanques sépticos) x 1,7 m³/ 18 meses (frecuencia media de vaciado) = 640 m³/ mes.

El volumen total de LF vaciados es de 640 m³/ mes x 0,71 = 459 m³/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 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 13. Se observa que el 19% de las excretas generadas en el cantón de San Pablo son gestionadas en forma segura, y el 80% en forma insegura (los porcentajes no suman exactamente 100% debido al redondeo).

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 24% de LF no contenidos y no vaciados, un 40% de LF que no son transportados a una planta de tratamiento (arrojados al medio ambiente), un 13% de aguas residuales que no son transportadas a una PTAR, y un 2% de aguas residuales que no son tratadas, un 2% de LF no tratados, y un escaso porcentaje de defecación al aire libre.

Las excretas gestionadas en forma segura se originan en las aguas residuales que son contenidas, transportadas y tratadas en forma segura (1%) y un 19% de los LF que son vaciados, transportados y tratados en forma segura.

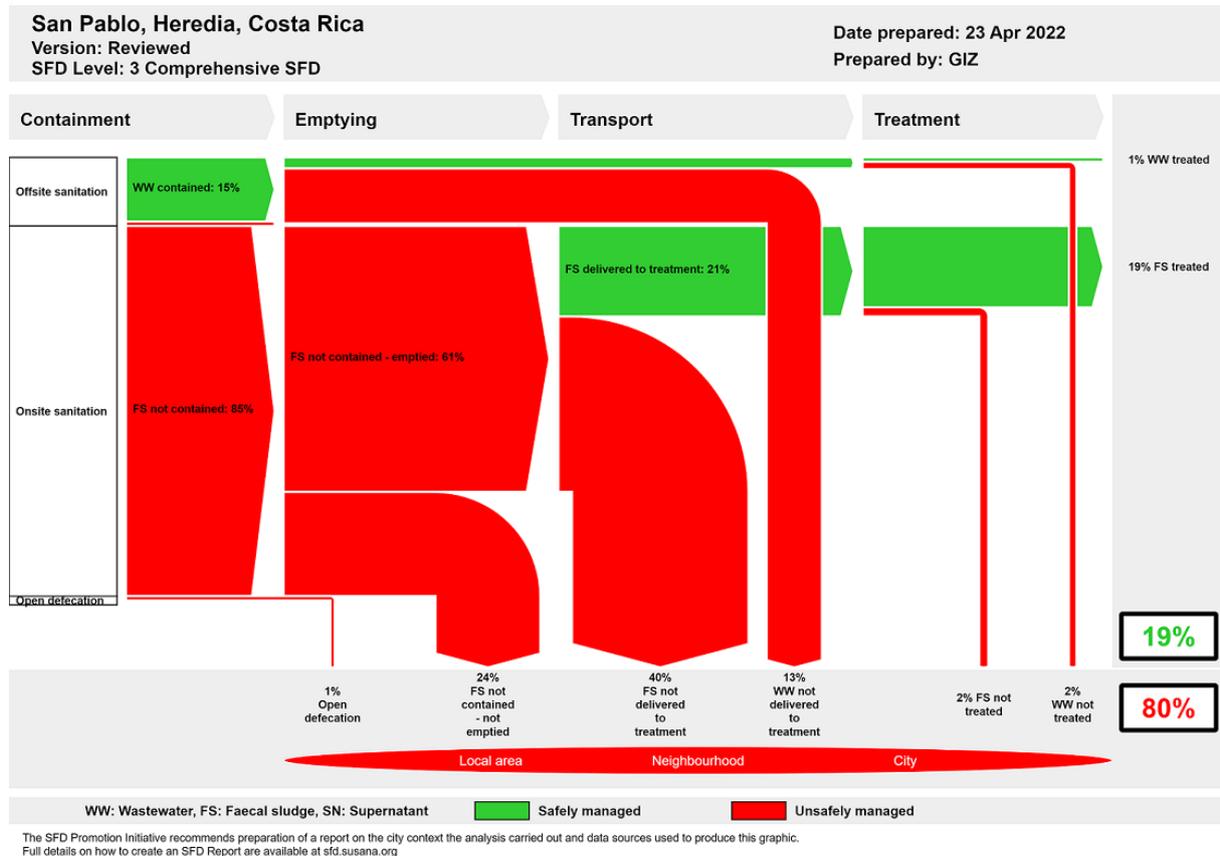


Figura 13: Gráfico SFD para el Cantón de San Pablo.

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 400 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 cantón de San Pablo debido a: 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, utilizados para aprovisionamiento de agua potable, particularmente porque el desarrollo urbano principal en el cantón de San Pablo corresponde a la zona de mayor vulnerabilidad acuífera.
- 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.
- 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 gran un 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 son vertidas 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 con 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 MINSA) 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 MINSA). 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 domésticas⁴.

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.
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

⁴ 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-Gutiérrez y Villalobos; 2019).

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 por 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 (MINSA): Según la Ley de Salud Orgánica N° 5395, el MINSA 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 MINSA 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 (MINSA): El MINSA 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 (MINAЕ): La vigilancia y control del sector saneamiento es responsabilidad del MINAЕ, quien vela por la protección del medio ambiente.

Ministerio de Salud (MINSА): El MINSА 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 sólo se brinda el servicio de agua potable.

El 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 MINAЕ, 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 cantón de San Pablo, sólo se brinda el servicio de agua potable, provisto por el AyA. En algunas zonas limítrofes de San Pablo con otros cantones, la ESPH posee algunos abonados

del servicio de agua potable, pero al igual que el AyA, no posee infraestructura de saneamiento de aguas residuales en el cantón (Zuñiga y Quesada, 2020).

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, y 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 las PTARs privadas en los condominios, se deben llevar a cabo los monitoreos 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 un 100% de cobertura de alcantarillado sanitario con tratamiento de aguas residuales en áreas con alta densidad poblacional.

3.2.2 Inversiones

En el Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2017 - 2045, San Pablo no figura dentro de las zonas donde se realizarán inversiones en los próximos 25 años. Por otra parte, tampoco se incluye dentro la cobertura del Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana de San José.

Sin embargo, actualmente el AyA y la ESPH están trabajando en un convenio específico para que la ESPH pueda brindar el servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento en el cantón. Al no existir infraestructura pública (con excepción de las redes mencionadas anteriormente), la ESPH realizará estudios, diseños y trámites para la infraestructura necesaria. La finalidad es incorporar el cantón dentro de la fase de financiamiento del Proyecto de Saneamiento Ambiental de Heredia, que la ESPH desarrolla actualmente en los cantones de Heredia, San Rafael, San Isidro y Santa Lucía de Barva. El Proyecto se encuentra actualmente en etapa de pre-inversión. Ante la falta de estudios de factibilidad para San Pablo, aún se desconoce las zonas que formarían parte de este Proyecto⁵.

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 m³ 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

⁵ Información brindada por Quesada, Daniel. ESPH.

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 se han tomado otros sitios como prioritarios.

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.

Es importante lograr un mayor involucramiento del órgano municipal en aspectos políticos y tendientes a la búsqueda e implementación de soluciones que permiten dar respuesta a la gestión deficiente de las excretas en el cantón de San Pablo.

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 unos 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).

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, 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 las excretas en el sitio, que fueron plasmadas en un informe final que se utilizó como insumo para la elaboración de este trabajo.

Se mantuvo un intercambio continuo de información con representantes de la ESPH, quienes brindaron insumos e información clave para el desarrollo del presente informe.

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 discusión y 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 de la ESPH, funcionarios del MINSA, 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

- 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.
- ARESEP 2021. Diagnóstico de la calidad del servicio de alcantarillado de la empresa de servicios públicos de Heredia (ESPH) para el año 2020. Guachipelín, Escazú, San José, Costa Rica.
- Astorga, G. A. 2010. Vulnerabilidad Hidrogeológica del cantón de San Pablo y lineamientos sobre el uso del suelo. Heredia.
- 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 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>
- Bower, K. M. 2013. "Water supply and sanitation of Costa Rica". Environmental Earth Sciences, 71(1), 107–123.
- 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.
- DIGH-SENARA 2022. Listado de Pozos para la Provincia Heredia Cantón de San Pablo.
- ESPH 2018. Informe final. Estudio proyecto de saneamiento ambiental. Heredia, central, San Rafael, San Isidro, San Pablo y Santa Lucía de Barva, agosto 2018.
- 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.
- Mora Steiner, S. 2014 "Hogares en asentamientos informales en Costa Rica: quiénes son y cómo viven". CEPAL.
- 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
- Municipalidad de San Pablo 2013. Plan de Conservación y Desarrollo Vial 2014 - 2024. San Pablo, Heredia. Municipalidad de San Pablo de Heredia.
- Municipalidad de San Pablo 2014. Caracterización general del Cantón de San Pablo de Heredia. Municipalidad de San Pablo de Heredia.
- 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.

Sánchez-Gutierrez, R., Alfaro-Chinchilla, C, Ledezma-Zamora, K., Hernando-Echeverría, L., Mora-Aparicio, C, Pérez-Salazar, R. 2021. Aspectos del contexto socioambiental que inciden en la contaminación del recurso hídrico en un cantón urbano. Uniciencia Vol. 35(2), pp. 1-20.

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 Apéndices

7.1 Apéndice 1: Identificación y compromiso de actores clave

FUENTE	TIPO	R	P	C	D	Suma	Credibilidad
Entrevista con actores municipales	Entrevistas	2	2	2	3	9	MEDIA
Entrevista con proveedores de servicios recolectores de LF	Entrevistas	1	2	2	3	8	MEDIA
Encuesta realizada en 400 viviendas	Entrevistas	1	3	2	2	8	MEDIA
Entrevista con dueño de Aguas Sanitarias	Entrevistas	3	0	3	3	9	ALTA
Registros de PTAR condominios - MINSA	Registros de servicios locales, públicos o privados	2	0	2	3	7	MEDIA
Tesis de grado	Estudios documentados	3	0	3	3	9	ALTA
Estudios Hidrogeológicos	Estudios documentados	3	0	3	3	9	ALTA
Estudio ambiental ESPH	Estudios documentados	3	0	3	3	9	ALTA

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

7.2 Apéndice 2: Cuestionario para servicios de recolección y transporte de Lodos Fecales.

GUÍA DE ENTREVISTA A LAS EMPRESAS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE AGUAS RESIDUALES/LODOS

Nombre de la empresa:

Fecha:

Ubicación:

Teléfono:

Correo electrónico:

Nombre del entrevistado:

I. Información sobre el servicio y los clientes:

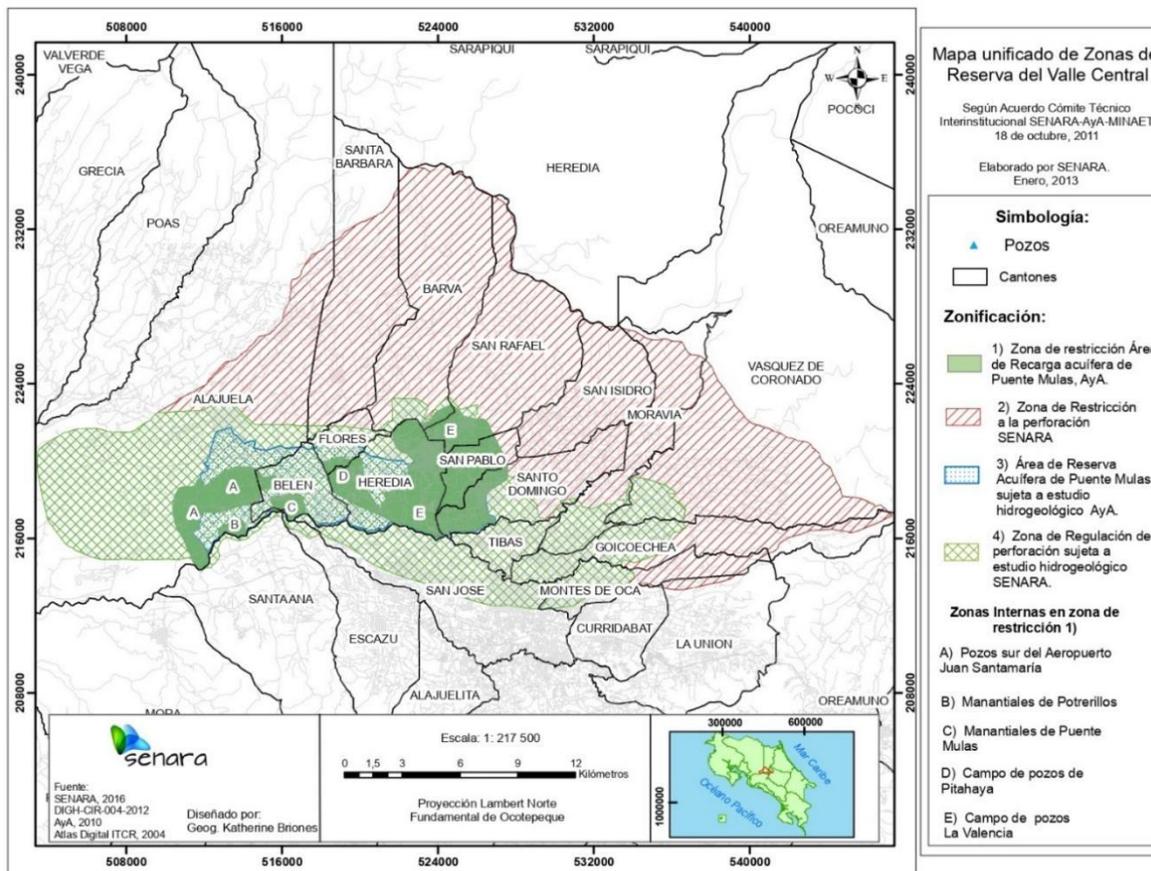
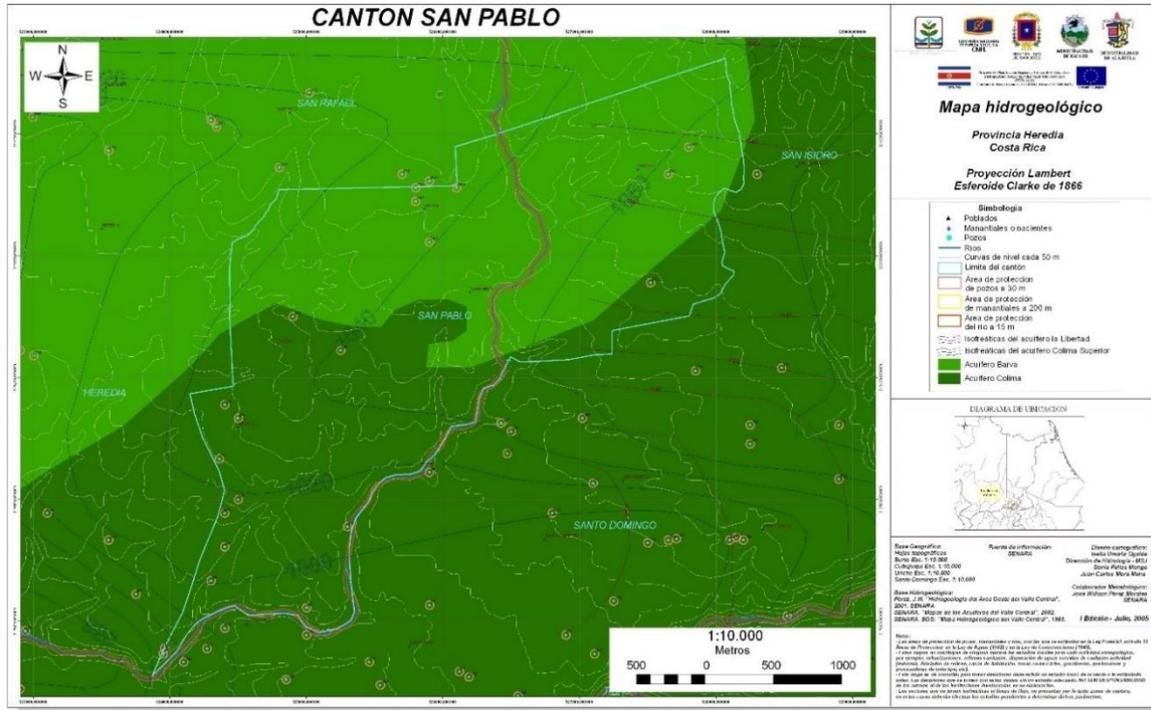
1. ¿Qué tipo de información le brinda al cliente acerca de sus servicios?
2. ¿Cuáles de los siguientes medios de comunicación utiliza para promocionar sus servicios?
1. Whatsapp () 2. Página Web () 3. Facebook () 4. Otro ()
3. ¿Qué tipo de servicios ofrece?
1. Limpieza de trampas de grasa () 2. Limpieza de tanques sépticos ()
3. Limpieza de drenajes () 4. Limpieza de Sanitarios () 5. Destaqueo de tuberías ()
6. Limpieza de plantas de tratamiento () 7. Otro, ¿cuál?
4. ¿Cuáles son sus clientes?
1. Viviendas () 2. Restaurantes/sodas () 3. Hoteles () 4. Comercios () 5. Baños públicos ()
6. Todos los anteriores () 7. Otros () Cuáles: _____
5. ¿Cuánto es el monto de su tarifa según el servicio?
1. Limpieza de trampas de grasa _____
2. Limpieza de tanques sépticos _____
3. Limpieza de drenajes _____
4. Limpieza de Sanitarios _____
5. Destaqueo de tuberías _____
6. Limpieza de plantas de tratamiento _____
7. Otro, ¿cuál? _____
6. ¿Cuáles han sido los tres principales problemas que se le han presentado cuando visitan a un cliente?

II. Características del vehículo y del trabajo

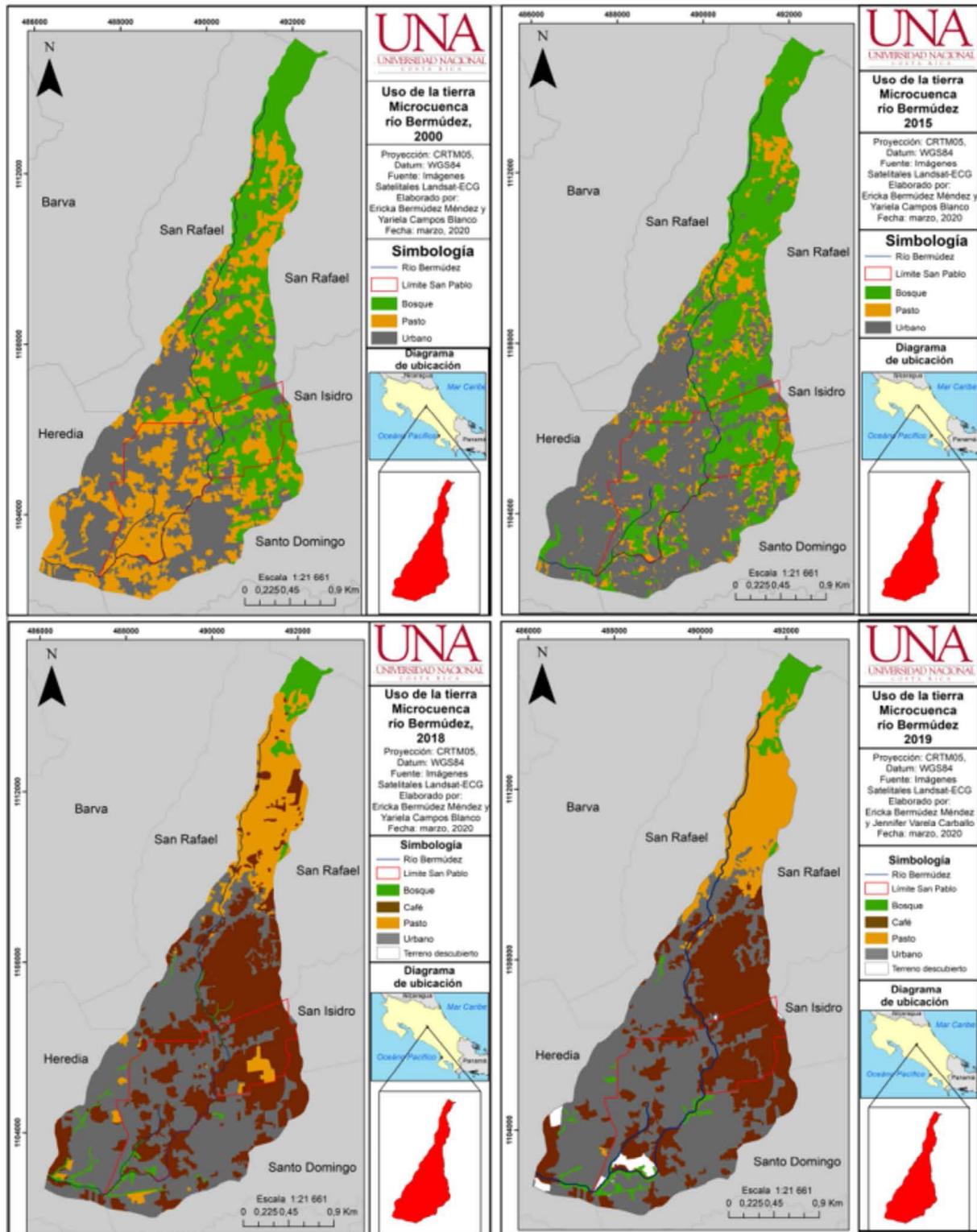
7. ¿Cuántos camiones tienen en su empresa para la recolección de aguas residuales/lodos?
1. Uno () ¿cuál es su capacidad?
2. Dos () ¿cuál es su capacidad?

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: Mapa hidrogeológico del Cantón de San Pablo y Mapa unificado de Zonas de Reservas del Valle Central. Fuente: SENARA



7.4 Apéndice 4: Comparación del uso de suelo en el cantón San Pablo en el periodo comprendido entre el 2000 y 2019. Fuente: Sánchez-Gutiérrez et al., 2021.



7.5 Apéndice 5. Datos de ROAR de condominios y urbanizaciones del cantón de San Pablo registrados como entes generadores en el SIRROAR - Ministerio de Salud.

Fuente: Ministerio de Salud (2021).

N°	Distrito	Cuerpo receptor	Q diseño (m³/día)	Q (m³/día)	DB0 (mg/L)	SST (mg/L)	S.SED (mg/L)	GyA (mg/L)	SAAM (mg/L)	TEMP. (°C)	pH	DQO (mg/L)	PTAR
1	SP	Q.Gertrudis	207.00	151.20	17.00	15.80	0.00	3.30	0.00	24.60	6.61	40.00	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
2	SP	Q.Gertrudis	207.00	164.20	15.00	46.00	0.00	2.00	0.00	24.50	6.50	86.00	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
3	SP	R.Bermúdez	35.00	12.10	7.00	18.00	0.00	2.50	0.00	26.10	6.03	41.00	Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios, Unidades
4	SP	R.Bermúdez	35.00	14.69	27.00	34.00	0.00	0.00	0.70	28.00	6.91	49.00	Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios, Unidades
5	RS	Q.Gertrudis	55.00	45.00	6.00	10.00	0.10	4.00	0.25	25.10	7.20	13.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios, Otros
6	RS	Q.Gertrudis	55.00	52.00	8.00	10.00	0.10	4.00	0.25	27.20	6.80	17.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios, Otros
7	SP	-	25.00	4.32	25.70	28.00	0.10	1.90	0.69	25.54	8.62	46.50	-
8	SP	-	25.00	15.40	11.00	14.30	0.10	4.00	0.14	29.10	7.21	84.00	Lodos activados, Reactores aerobios, Sedimentadores primarios, Sedimentadores secundarios
9	SP	Sin Nombre	25.00	11.80	43.00	24.00	0.10	13.00	0.34	24.00	7.10	102.00	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
10	SP	R.Bermúdez	162.00	45.00	26.00	29.00	0.20	5.00	0.26	26.30	7.50	60.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
11	SP	R.Bermúdez	162.00	25.00	33.00	27.00	0.10	8.00	0.39	26.80	7.50	72.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
12	SP	R.Bermúdez	162.00	30.00	40.00	39.00	0.60	9.00	0.55	26.60	7.00	140.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
13	SP	R.Bermúdez	162.00	70.00	44.00	42.00	0.80	11.00	0.50	25.60	7.30	145.00	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
14	SP	R.Bermúdez	-	7.20	10.00	6.00	0.10	2.00	0.48	23.42	7.53	7.20	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
15	SP	R.Bermúdez	-	7.20	15.70	16.00	0.02	2.00	4.60	29.02	6.71	29.80	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
16	SP	Sin Nombre	50.00	13.00	12.50	8.00	0.10	2.00	0.35	24.66	6.77	22.50	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
17	SP	Sin Nombre	50.00	28.60	10.00	12.40	0.10	2.00	0.42	25.78	5.02	23.00	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
18	SP	Sin Nombre	50.00	13.00	18.30	16.00	0.02	2.00	1.38	28.28	5.96	26.60	Lechos de secado, Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
19	SP	Q San Pablo	-	7.20	30.00	30.20	0.10	2.00	1.23	27.22	7.35	76.70	Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios, Sedimentadores secundarios
20	SP	Q San Pablo	-	9.50	39.70	41.20	0.50	7.08	4.31	26.04	6.72	86.00	Lodos activados, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios, Sedimentadores secundarios
21	SP	R.Bermúdez	40.00	29.00	4.00	5.00	0.10	3.00	0.05	28.00	7.10	28.00	Biodigestores aeróbicos, Lechos de secado, Lodos activados, Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios
22	SP	R.Bermúdez	40.00	30.00	14.30	8.00	0.10	2.00	1.72	26.14	6.94	30.50	Biodigestores aeróbicos, Lechos de secado, Lodos activados, Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios
23	SP	Q.Gertrudis	400.00	0.00	6.80	15.00	0.10	8.60	0.05	26.50	7.37	34.00	Lodos activados
24	SP	Q.Gertrudis	400.00	80.00	6.00	8.00	0.10	9.00	0.10	25.90	7.28	17.00	Lodos activados
25	SP	Q.Gertrudis	400.00	60.00	25.60	20.00	0.10	3.00	0.05	24.90	7.51	81.00	-
26	RS	Q.Gertrudis	110.00	45.07	8.00	4.00	0.02	2.00	0.27	26.50	6.94	20.20	Lodos activados, Reactores aerobios, Reactores anaeróbicos
27	RS	Q.Gertrudis	110.00	57.63	11.70	4.00	0.02	2.00	1.72	26.00	7.25	22.70	Lodos activados, Reactores aerobios, Reactores anaeróbicos
28	RS	Q.Gertrudis	110.00	64.80	5.00	8.00	0.10	2.00	4.48	26.70	7.42	27.00	Lodos activados, Reactores aerobios, Reactores anaeróbicos
29	RS	Q.Gertrudis	110.00	53.50	33.00	6.00	0.10	4.20	1.14	28.16	6.51	41.80	Lodos activados, Reactores aerobios, Reactores anaeróbicos
30	RS	R.Bermúdez	168.00	80.00	11.00	16.00	0.10	4.00	0.25	27.10	7.30	23.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
31	RS	R.Bermúdez	168.00	75.00	15.00	19.00	0.10	4.00	0.25	26.40	7.30	32.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
32	RS	R.Bermúdez	168.00	90.00	24.00	19.00	0.10	4.00	0.25	27.00	7.20	57.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
33	RS	R.Bermúdez	168.00	85.00	30.00	24.00	0.10	5.00	0.27	28.90	7.00	76.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
34	RS	R.Bermúdez	168.00	85.00	30.00	24.00	0.10	5.00	0.27	28.90	7.00	76.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
35	SP	R.Bermúdez	30.00	25.00	3.00	10.00	0.10	4.00	0.25	26.00	7.20	6.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Sedimentadores primarios, Sedimentadores secundarios
36	SP	R.Bermúdez	30.00	28.00	8.00	14.00	0.10	4.00	0.25	28.00	7.60	19.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Sedimentadores primarios, Sedimentadores secundarios
37	RS	R.Bermúdez	70.00	28.00	44.00	44.00	0.80	10.00	0.58	26.40	7.30	145.00	Lechos de secado, Reactores aerobios, Rejillas separadoras, Sedimentadores secundarios
38	SP	R.Bermúdez	78.00	78.00	11.00	5.00	0.10	2.00	0.20	25.00	7.30	24.00	-
39	SP	-	190.00	95.00	103.00	74.00	0.30	11.00	0.82	25.20	7.60	226.00	Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios
40	RS	Q.Gertrudis	80.00	40.00	5.00	10.00	0.10	4.00	0.25	25.80	7.30	10.00	Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios
41	SP	Q.Gertrudis	480.00	35.00	4.00	10.00	0.10	4.00	0.25	25.40	7.50	8.00	Rejillas separadoras, Sedimentadores primarios

SP=San Pablo; RS=Rincón de Sabanilla.

7.6 Apéndice 6. 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	1000	
CEMEX COSTA RICA S.A.	Guanacaste	1000	
HC. RECYCLE S.A.	Cartago		85
HOLCIM COSTA RICA S.A.	Cartago	1000	
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	
SANIHOOGAR 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 Vargas	Cartago	110	
Carlos Enrique Bermudez Corea	Guanacaste	375	
TECADI INTERNACIONAL S.A.	San José		10

7.7 Apéndice 7. Red de agua potable en el cantón de San Pablo. Fuente: AyA.

Dirección de Recolección y Tratamiento GAM
Unidad de Desarrollo e Investigación de Sistemas Alcantarillado



Sistema Alcantarillado Sanitario GAM

Red de Agua Potable, San Pablo de Heredia



Simbología

- Tubería Principal**
Subtype
-  Aduccion
 -  Conduccion
 -  Distribucion

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

Como complemento al gráfico SFD, la Figura 14 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).

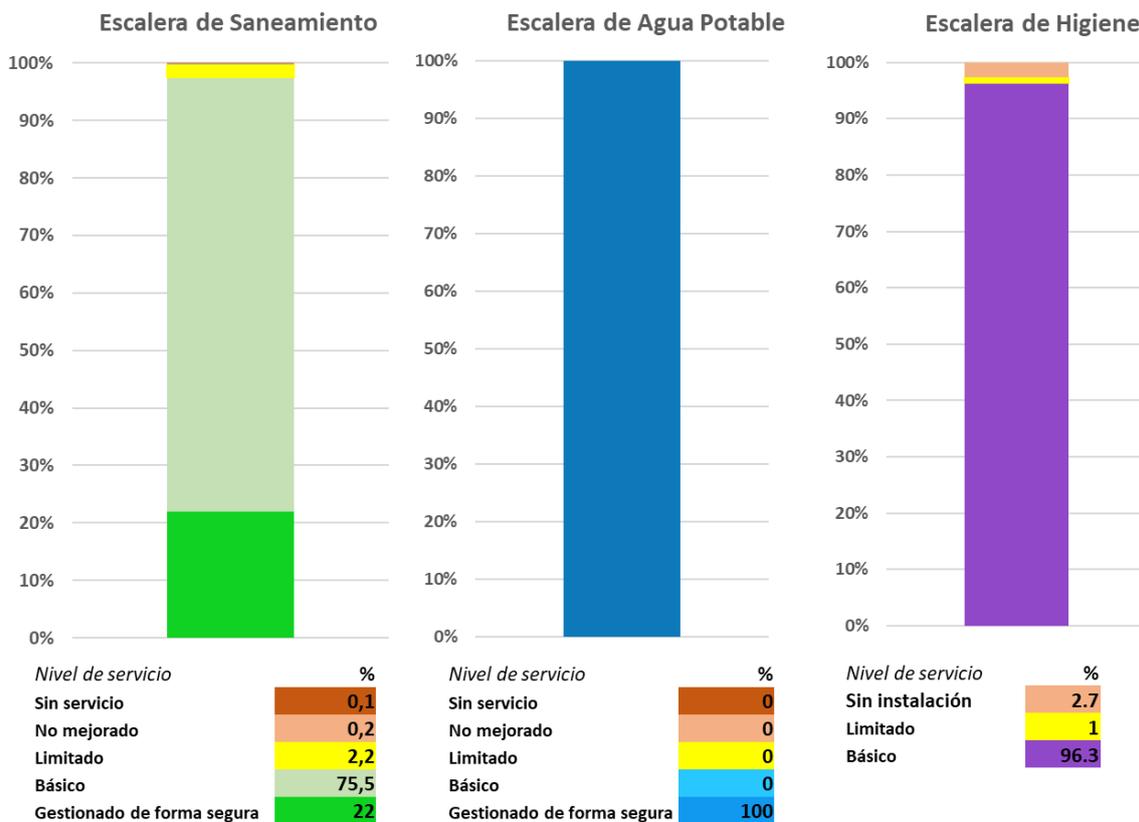


Figura 14: Escaleras de Saneamiento según la metodología *Joint Monitoring Program (JMP)* desarrollada por OMS/UNICEF.

SFD Promotion Initiative



SFD San Pablo, 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



FE DE ERRATAS

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

Dice	Debe decir
<i>“realizado en la GAM durante 2019, encontró que de 3200 PTAR inscriptas¹ ; sólo un 31,8% operan correctamente”</i>	<i>“realizado en la GAM durante 2019, encontró 3200 Gestores de Residuos inscriptos en las bases de datos del MINSA y MINAE¹, y de las PTARs que aparecen registradas, un 31,8% no son plantas, no funcionan o están en construcción”</i>