



Fig.1: Localización del proyecto

## 1 Datos Generales

**Tipo de proyecto:** Diseño de una iniciativa piloto para el manejo de lodos fecales en hogares de áreas periurbanas de la ciudad de Santa Cruz en Bolivia.

**Período del proyecto:**

La implementación de la iniciativa tuvo lugar entre los años 2017 y 2019.

**Escala/rango:** 193 mil viviendas (51%) de los hogares del área de intervención no están conectadas a redes de recolección de aguas residuales y pueden ser atendidas por sistemas de saneamiento descentralizados, basados en el manejo de lodos fecales.

**Localización del proyecto:**

Área periurbana de la ciudad de Santa Cruz en Bolivia:

- Villa Primero de Mayo

**Instituciones responsables:** AAPS - Autoridad en Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico; ADELTA - Asociación de Empresas de Limpieza y Transporte de Aguas Residuales; COOPAGUAS - Cooperativa de Servicios 1º de Mayo; GAD - Gobierno Autónomo Departamental; GAM - Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz; MMAyA - Ministerio de Medio Ambiente y Agua; SAGUAPAC - Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario; VAPSB - Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico; Banco Mundial.

## 2 Propósito y motivación del proyecto

**Objetivo General del Proyecto:**

El proyecto tiene como objetivo mejorar la gestión de los lodos fecales domiciliarios en las zonas periurbanas de la ciudad de Santa Cruz en la cadena de valor del servicio de limpieza y recolección de lodos fecales domiciliarios en sus eslabones de generación, recolección, transporte y tratamiento, así como facilitar la regulación de los servicios de limpieza, transporte y disposición segura de los lodos recolectados. A través de esta iniciativa piloto, el objetivo es obtener insumos que ayuden a orientar y alimentar una política y estrategia nacional, promoviendo su replicabilidad en ciudades con características y condiciones similares en cuanto a sistemas de saneamiento.

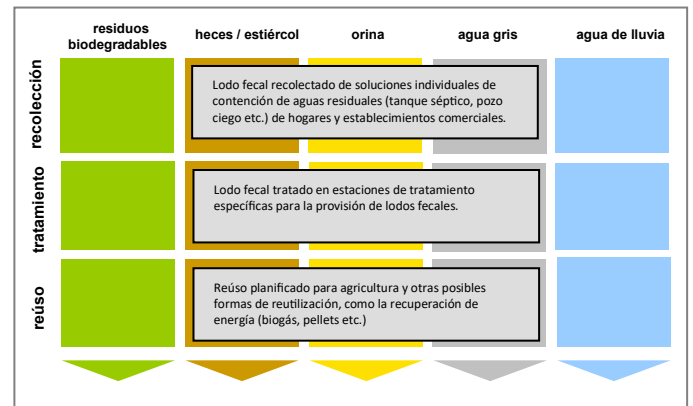


Fig. 2: Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto

**Objetivos específicos:**

- I. Mejor coordinación entre usuarios y proveedores de servicios de recolección y limpieza de lodos fecales;
- II. Mejora de las condiciones operativas de las Empresas de Recolección y Transporte de Lodos (ETRL), reduciendo los riesgos ambientales y sociales en los servicios de recogida y transporte;
- III. Generación de insumos para la regulación y promoción de la disposición y/o reutilización segura;
- IV. Apropiación del proyecto de manejo de lodos fecales por parte de los actores institucionales participantes.

## 3 Ubicación y condiciones

**Información general de ubicación:**

El Estado Plurinacional de Bolivia se ubica en el centro oeste de América del Sur. Su población estimada es de 11 millones de personas (2019) en un área de 1.098.581 [km2]. Situado dentro de la zona tropical del globo, el clima del país se caracteriza por una gran amplitud térmica debido a las grandes diferencias de altitud y la diversidad de relieves.

El país es un estado unitario, dividido en 9 departamentos, siendo el departamento de Santa Cruz el más grande en extensión territorial y uno de los más ricos del país. La capital del departamento, ubicada en el oriente del país, es la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, la cual forma parte de la provincia de Andrés Ibáñez y tiene en su área metropolitana una población de 1.9 millones de personas, distribuidas en seis municipios: Santa Cruz de La Sierra, Wames, Porongo, Cotoca, La Guardia y El Tomo.

La ciudad representa alrededor del 35% del Producto Interno Bruto (PIB) del país y es considerada el centro financiero nacional, lo que resultó en una migración interna desde diferentes lugares del país hacia la ciudad. Actualmente, es una de las ciudades con mayor tasa de crecimiento poblacional del mundo, considerando el período de 2006 a 2020.

El área focal de la iniciativa es un área periurbana en una región plana, con calles generalmente anchas y una densidad moderada de hogares. La densidad de ocupación del hogar varía ampliamente, llegando a 8 personas en algunos casos y 4 personas en otros. El promedio considerado es de 6 a 7 personas por hogar.

*Situación sanitaria general:*

En general, la baja cobertura de saneamiento básico en Bolivia, que comprende aproximadamente el 57% de la población, está estrechamente relacionada con el ritmo de implementación de las redes de saneamiento y el crecimiento demográfico del país, ya que la cobertura por redes de recolección depende de grandes inversiones, dificultando el acceso principalmente a los sectores más pobres de la población. Es en este contexto que las soluciones individuales de saneamiento emergen como una práctica importante y común en las áreas periurbanas donde las redes de recolección no llegan.

Según un estudio realizado en el área metropolitana de la ciudad de Santa Cruz de La Sierra en 2016 (WSP, 2016), se estima que existen poco más de 150 mil viviendas que utilizan sistemas de saneamiento individual, lo que representa aproximadamente el 46% de la población urbana. De esta cantidad, solo el 30% de los hogares realizan el vaciado sus sistemas de contención con una frecuencia máxima de dos años. Esta proporción cae al 15% cuando se representan los hogares que tienen limpieza anual de los pozos. Datos más actuales, emitidos por la agencia reguladora del sector en 2017, muestran que el número de hogares que utilizan sistemas individuales ha aumentado a 182.088, lo que representa aproximadamente el 48% de las residencias de la ciudad.

Las proyecciones realizadas muestran que hasta el 2030 este porcentaje de participación debería descender. Así, para lograr los objetivos propuestos por la Agenda Patriótica 2025, que busca lograr el acceso universal al agua y al saneamiento básico hasta 2025, y el Plan de Desarrollo Económico (PDES 2015-2020), que establece una meta de 95% en abastecimiento de agua urbana y 70% en saneamiento urbano, es fundamental tener en cuenta los sistemas de saneamiento individuales.

*Marcos legales*

Las dificultades técnicas y financieras de la implementación de redes de saneamiento en ciertas localidades han llevado a un aumento en el número de hogares en el país que utilizan sistemas de saneamiento individuales. A pesar de ser una solución, su implementación también provoca nuevos problemas como el mantenimiento, la limpieza y la disposición final de los lodos fecales acumulados en las fosas. Esta situación provocó la aparición de servicios informales de limpieza y recogida de lodos fecales de sistemas individuales, donde, a menudo, se desconoce la disposición final del material recogido por falta de control y manejo adecuado.

Mediante Resolución Administrativa Reglamentaria 227, de 3 de diciembre de 2010, emitida por la AAPS, el país dio un importante paso adelante en la regulación y gestión de los sistemas individuales, reconociéndolos como una forma alternativa de alcantarillado sanitario y estableciendo a ETRL como proveedores de servicio de limpieza y recogida de lodos fecales y su posterior tratamiento y disposición final en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

En la ciudad de Santa Cruz, debido a la gran cantidad de hogares con saneamiento individual, en 2015 el gobierno municipal emitió el Reglamento Municipal para el Manejo de Aguas Residuales y Lodos Fecales y en 2016 se promulgó la Ley de Protección y Conservación de Aguas, con el fin de promover avances en el manejo de lodos fecales.

**4 Historia del proyecto**

*Antecedentes:*

Bolivia ha experimentado importantes avances en las últimas dos décadas hacia el cumplimiento de los Objetivos del Milenio de la ONU. Según datos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Ministerio de Medio Ambiente y Agua - MMAyA), la cobertura en el servicio de agua potable aumentó de 72% a 84% entre 2005 y 2014. En el mismo período, la cobertura de los servicios de alcantarillado aumentó de 43% a 57%, aunque por debajo de la meta propuesta de 64% (VAPSB, 2017). Estos avances se enmarcan en un contexto de crecimiento demográfico y urbanización acelerada, que ejercen una gran presión sobre los servicios básicos esenciales, en particular el suministro de agua potable y saneamiento básico. En este contexto, el desafío de los gobiernos municipales y entidades proveedoras de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario es satisfacer la creciente demanda, ampliando la cobertura y calidad de los servicios ofrecidos.

Una de las mayores brechas en la cobertura de las aguas residuales está relacionada con las características del llamado servicio de saneamiento convencional, que aquí se puede entender por redes centralizadas de recolección y tratamiento de aguas residuales. Esto se debe al acelerado crecimiento urbano, que impone ocupaciones desde lugares alejados de las zonas centrales de las ciudades y con condiciones topográficas y de ocupación muchas veces irregulares, dificultando el acceso y aumentando la inversión necesaria para la implementación de las llamadas redes de alcantarillado. También es importante señalar que en lugares con baja densidad demográfica, el costo necesario para la implementación de redes de alcantarillado centralizadas no se compensa con el bajo número de hogares que estarán conectados a la red de alcantarillado y que pagarían por los servicios de recolección y tratamiento.

Las soluciones descentralizadas aparecen en este contexto como una alternativa viable desde un punto de vista técnico y económico, especialmente para las áreas periurbanas de las ciudades donde existe una falta común de acceso a las redes centralizadas. Este potencial se debe tanto a la adaptabilidad de los sistemas descentralizados a los contextos locales (incluidas bajas densidades de ocupación y regiones donde la topografía y el perfil del suelo no son propicios para la instalación de redes de recolección) como al gran número de hogares que actualmente dependen de sistemas individuales (ya sean sépticos o ciegos).

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a través de su Plan Estratégico Quinquenal, estableció el uso de alcantarillado centralizado como la tecnología predominante en la ampliación de la cobertura de los servicios de saneamiento básico. Sin embargo, a pesar de ser la forma mayoritaria de asistencia, una parte importante de la población utiliza o podría ser mejor atendida mediante el uso de sistemas de alcantarillado descentralizados.

Los lodos fecales y otros desechos líquidos y sólidos generados por sistemas individuales son un desafío creciente en lugares con un crecimiento urbano acelerado, ya que solo un pequeño porcentaje se maneja y trata adecuadamente (WSP, 2013). La mayor parte del lodo fecal acaba acumulándose en los pozos, a menudo infiltrándose bajo tierra, o acaba siendo descartado en canales abiertos, agua de lluvia, en lotes baldíos o vertederos insalubres.

Ante el problema presentado, el MMAyA junto con la Autoridad en Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (Autoridad para Finalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico - AAPS) y el apoyo técnico financiero del Banco Mundial desarrollaron una iniciativa piloto destinada a mejorar las condiciones de saneamiento en la ciudad de Santa Cruz a través del manejo de lodos fecales domiciliarios en zonas periurbanas.

#### *Método y diseño de proyecto:*

A partir de los objetivos propuestos por la iniciativa y la definición del ámbito territorial de actuación, el proyecto en Santa Cruz se desarrolló a partir de un proceso de relevamiento y caracterización de la situación local y la base de posibles soluciones para los puntos críticos identificados. El conocimiento profundo sobre las condiciones y problemáticas relacionadas con la cadena de servicios de alcantarillado local permitió a la iniciativa proponer acciones que buscan mejorar y complementar los sistemas existentes a partir de acciones estructurales. El desarrollo del proyecto se basó en etapas de diagnóstico, pronóstico y plan de acción.

Respecto al diagnóstico, el estudio realizado por la iniciativa identificó algunos problemas a resolver dentro de la cadena de valor vinculada a la gestión de lodos fecales. El primer problema, relacionado con el primer eslabón de la cadena de generación de lodos fecales, se refiere al escaso conocimiento de la población sobre los aspectos técnicos de la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas individuales de alcantarillado. En cuanto a la recolección y transporte de lodos, se identificó la necesidad de crear normas y estándares que regulen el servicio que brindan las ETRL. Respecto al tratamiento, se observó un posible riesgo en la eficiencia de la operación de PTAR al depender de una sola planta para recibir lodos fecales. Finalmente, en cuanto al último eslabón de la cadena, se señaló que no existen reglas y experiencias relacionadas con la disposición y reutilización segura de los lodos fecales. A partir de este diagnóstico, la iniciativa buscó proponer, a través de acciones estructurales, soluciones para la cadena de servicios vinculados a la gestión de lodos fecales.

Para esta acción, se estructuró un arreglo estratégico de actores para discutir, definir e implementar las soluciones propuestas. La distribución de responsabilidades del proceso se estructuró de la siguiente manera:

VAPSB → Promover la estrategia de manejo de lodos fecales y la difusión de normas y reglamentos a nivel nacional, además de facilitar las inversiones involucradas en el proyecto;

AAPS → Supervisar la prestación de servicios de transporte y recolección de aguas residuales sanitarias establecido por RAR 227, así como regular estos servicios, según lo establecido por RAR 546;

GAD Santa Cruz → Monitorear y otorgar licencias ambientales necesarias para el desarrollo del proyecto dentro de las normas y reglamentos pertinentes;

GAM Santa Cruz → Invertir en la infraestructura para la inspección y control de lodos fecales, el fortalecimiento de los mecanismos municipales de monitoreo de hogares y el cumplimiento de las normas establecidas por la guía para la construcción de sistemas alternativos;

EPSA → Construir la infraestructura técnica y logística necesaria para el funcionamiento de sus respectivas PTAR de acuerdo con la normativa vigente; asistir en la coordinación de los

actores institucionales involucrados en la iniciativa y; contribuir a una mejor articulación con los usuarios, basada en la recolección de información a través del registro de sistemas locales;

ETRL → Ofrecer servicios estandarizados y ofrecer asistencia técnica a los usuarios de los sistemas de saneamiento individuales;

CTC → Promover la firma de un convenio interinstitucional entre todos los actores involucrados en la iniciativa y establecer un cronograma del proyecto; elaborar el reglamento operativo de la iniciativa; identificar la institución responsable de liderar el comité; iv-) identificar de criterios y selección de la zona de ejecución del proyecto.

## 5 Tecnologías aplicadas

Para cumplir con los objetivos propuestos, el proyecto se sustenta en cinco componentes básicos, cuatro de los cuales son técnicos y vinculados a la cadena de servicios:

### *Componente 1: mejora de las soluciones de saneamiento individuales*

El primer componente de la iniciativa busca promover una mejora en los sistemas de saneamiento individuales (tanques sépticos y pozos ciegos) y aumentar el uso de los servicios de recolección, vaciado, transporte y limpieza para quienes utilizan esta forma de saneamiento. Para ello, se proponen una serie de acciones:

- Elaboración de un registro de usuarios de sistemas de saneamiento individuales;
- Implementación de un sistema para registrar y monitorear la limpieza de sistemas individuales;
- Desarrollo de protocolos de construcción y control estandarizados para el mantenimiento de fosas sépticas;
- Formación y certificación de profesionales orientados a la construcción de sistemas de saneamiento individuales;
- Implementación de un call center donde los ETRLs deberán registrarse y, según el usuario necesite solicitar un servicio, brindarán cotizaciones/presupuestos para brindar servicios con precios más competitivos.

### *Componente 2 - Mejora de los servicios de recolección y transporte de lodos fecales*

El segundo componente tiene como objetivo mejorar las condiciones de operación de la ETRL, reduciendo el riesgo ambiental y social en la recolección y transporte de lodos fecales. Para eso, hay algunas acciones:

- Desarrollo de protocolos para operaciones y equipos ETRL;
- Implementación de reglas para la operación de camiones para limpieza de tanques sépticos de las ETRL que incluyen:
  - i. creación de un número de registro para cada camión que incluya información técnica (marca, capacidad, año de fabricación) y la empresa a la que pertenece;
  - ii. placa de identificación del camión en su tanque;

iii. inspección de los tanques para cumplir con los requisitos técnicos establecidos;

iv. uso de sistemas de rastreo satelital que permiten conocer la ubicación de camiones, puntos de recolección y disposición de lodos etc;

- Capacitación de operadores de ETRL sobre los protocolos de operación y manejo de lodos fecales;

- Creación del proceso de certificación de competencias para profesionales del sector.

#### *Componente 3 - Mejora del proceso de vertido y tratamiento de lodos fecales*

Este componente tiene como objetivo mejorar el proceso de tratamiento de lodos fecales mediante normas técnicas que minimicen los riesgos de desempeño de la PTAR receptora. Las acciones incluyen:

- Implementación de dos sistemas independientes para el tratamiento de lodos fecales en la PTAR de SAGUAPAC y COOPAGUAS. Estos sistemas estarán compuestos por un sistema de tratamiento físico-biológico compuesto por algunas etapas, tales como: rejilla para remoción de sólidos y materiales gruesos; remoción de arena; sistema de sedimentación y espesamiento (o, en su caso, biorreactores) y; camas de secado;

- Mejoramiento del acceso vial a las PTAR del proyecto, priorizando el tema ante las autoridades competentes para que se realicen inversiones en la infraestructura de las calles de acceso para que pueda haber libre tránsito de camiones durante el año;

- Elaboración, revisión y ajuste de protocolos de descarga, caracterización y seguimiento de lodos fecales;

- Capacitación de profesionales de SAGUAPAC y COOPAGUAS para la operación y mantenimiento de sistemas;

- Sistematización y estudio de muestras de lodos de diferentes procesos de disposición y tratamiento.

#### *Componente 4 - Base para la reutilización o eliminación correcta de lodos fecales tratados*

El cuarto componente del proyecto tiene como objetivo generar insumos para promover la reutilización y disposición segura de los lodos fecales recolectados. Para lograr este objetivo se proponen la implementación del Programa de Investigación para la reutilización y / o eliminación segura de lodos fecales domésticos tratados, para:

- Desarrollar y probar modelos de negocio escalables de recuperación y reutilización seguros tales como: biocombustible, biogás, proteínas para alimentación animal, componentes de materiales de construcción y fertilizantes;

- Evaluar los riesgos para la salud humana y el medio ambiente derivados de la reutilización en diferentes sectores y promover medidas que mitiguen estos riesgos;

- Promover y fomentar iniciativas privadas de innovación tecnológica para la reutilización segura de lodos fecales (explorando optimizaciones a partir de la combinación con

residuos orgánicos sólidos) identificadas en los concursos.

## 6 Configuración del proyecto

La estructura de implementación y operación de la solución propuesta se organiza en aspectos estructurantes y estructurales.

Los estructurantes incluyen: configuración de competencias institucionales; definición de estándares, protocolos y regulaciones; mecanismos de comunicación, campañas de educación y sensibilización; creación de capacidad; servicio a clientes y servidores; y organización de la prestación de servicios.

Los estructurales incluyen la dinámica de la prestación del servicio, incluyendo la gestión de actividades, la operación y las infraestructuras involucradas, y por tanto: modelo de negocio, medidas de seguimiento; recogida y transporte de lodos fecales; suministro y tratamiento de lodos fecales; y disposición final o reutilización de los materiales procesados.

El proyecto piloto estructurado, que se aplicará en dos localidades en el ámbito de COOPAGUAS y SAGUAPAC, incluye mejoras en la cadena de gestión de lodos fecales, enfocándose en las etapas de control e inspección de soluciones individuales de saneamiento, recolección y transporte de lodos fecales, tratamiento de material recolectado, eliminación o reutilización de los lodos procesados.

Dentro del alcance de las soluciones individuales de saneamiento, en los hogares, la mejora se centra en intervenciones estructurales para mejorar la calidad de los sistemas. Para ello, se planifican acciones como: mejoramiento de los estándares de construcción y las capacidades de los constructores locales para implementar los sistemas; dinámica de inspección y control de las instalaciones por parte del Ayuntamiento (aprovechando los eventos de recolección para relevar las condiciones locales); y dinámica de recogida de lodos bajo demanda gestionada por un call center.

En el ámbito de la recolección y transporte de lodos fecales, las propuestas están encaminadas a mejorar los procedimientos involucrados en este paso, estandarizando las actividades. Para la recolección se propone el uso de camiones de limpieza de tanques sépticos con bombas de vacío y el uso adecuado de EPI (equipo de protección personal) por parte de los operadores. Para mejorar la capacidad operativa del proceso, se proponen protocolos de gestión del servicio, con el control de vehículos y equipos en cada recolección, incluyendo el uso de rastreo satelital, además de las actividades de capacitación y certificación de profesionales, e inspección de servicios por gestión pública.

Para la provisión y tratamiento de lodos fecales, se propone una adecuación de las estaciones de tratamiento de aguas residuales existentes, creando líneas específicas para el correcto procesamiento de los lodos. El material transportado se lleva a la estación vertiéndolo en la cámara de descarga de lodos, desde donde se procede al pretratamiento con rejilla y trituración de arena. Desde allí, los lodos son llevados a los tanques de sedimentación y espesamiento, que prevén la separación de una fase líquida sobrenadante que pasa a tratamiento en el estanque opcional del sistema de tratamiento de aguas residuales existente, y una fase de lodos espesos, que pasa a drenaje y el secado en lechos de secado. Después del paso de secado, el lodo se envía a sistemas de disposición final o reutilización. Toda la conducción de lodos, dentro de la estación, desde la entrada a la cámara de descarga, se produce por gravedad.

El procesamiento adicional para posibilitar la reutilización, así como los destinos de aplicación del material recuperado, aún estarán definidos, en base a los estudios específicos que se elaborarán durante el proyecto.

## 7 Tipo y nivel de reutilización

La iniciativa prevé, en el futuro, la implementación de sistemas de recuperación de recursos, realizando el tratamiento adecuado de los lodos fecales para su aplicación segura en la agricultura. Para posibilitar esta práctica, después de pasar por las etapas de estabilización y secado, los lodos fecales pueden, por ejemplo, co-compostarse con residuos de poda de la ciudad y desinfectarse con la aplicación de cal. Otras prácticas, como la producción de biogás y la peletización de residuos sólidos del procesamiento de lodos también pueden contribuir a que los procesos sean más sostenibles.

Sin embargo, la iniciativa aún no ha avanzado significativamente en la planificación de estos procesos, contando con la realización, en el corto plazo, de estudios específicos para definir las configuraciones más estratégicas para la reutilización, dados los contextos locales.

## 8 Otros componentes del proyecto

El proyecto prevé la realización de una campaña de sensibilización ambiental y difusión de las normas para la construcción y mantenimiento de sistemas de saneamiento individuales dirigida a actores institucionales de la cadena de lodos fecales domiciliarios. Esta sensibilización se llevará a cabo mediante campañas de comunicación que incluirán la elaboración de videos institucionales, folletos informativos, talleres y ferias educativas, creación de un call center, y otros.

Además, también se realizarán campañas con las comunidades locales directamente afectadas por el proyecto con el fin de informar y educar sobre el correcto manejo y gestión de los lodos fecales en las áreas de generación, recolección, transporte, tratamiento y reutilización de los lodos fecales en el hogar. Con el fin de garantizar la efectividad del proyecto, se pretende demostrar los beneficios del tratamiento y disposición segura de los lodos fecales en el domicilio, realizando visitas periódicas a los lugares donde se implementa la iniciativa con el fin de evaluar qué avances se han realizado y qué posibles ajustes son necesarios.

Otro componente del proyecto prevé la elaboración y difusión de una guía para la planificación y construcción de formas alternativas de alcantarillado sanitario. Esta guía reunirá los diferentes componentes técnicos y normativos presentes en el proyecto y posteriormente será entregada a los colegios profesionales relevantes (ingenieros, arquitectos), además de empleados de entidades públicas relacionadas con la emisión de licencias ambientales para la aprobación de obras y construcciones. En este sentido, el proyecto incluyó cursos de formación profesional para la planificación y puesta en marcha de profesionales relacionados con el sector, como arquitectos, ingenieros, maestros de obras etc.

Durante todo el desarrollo del proyecto, la participación en eventos, como la feria anual Expocruz en Santa Cruz de la Sierra, resultó ser muy estratégica para la sensibilización en

materia de saneamiento y manejo de materia fecal. En este frente se realizaron importantes esfuerzos, entre ellos la creación de personajes ilustrativos, como "Fecalito", para abordar la causa y problemáticas relacionadas con el manejo de aguas residuales y lodos fecales, lo que resultó en una mayor conciencia y adhesión a la iniciativa.

## 9 Costos y aspectos financieros

Al analizar los aspectos financieros involucrados en la implementación y operación de los sistemas individuales, es esencial referirse a los costos de los sistemas de alcantarillado centralizados. Un estudio realizado en el municipio de Cotoca (también en la región metropolitana de Santa Cruz) demuestra la relevancia del manejo de lodos fecales. Los resultados indican que las inversiones iniciales requeridas para los sistemas descentralizados son 1,64 veces más económicas y las inversiones totales durante la vida del sistema 2,21 veces menores que los sistemas centralizados. Esta conclusión se basa en la literatura sobre el tema, a pesar de la gran variación en la relación entre los costos de los sistemas de alcantarillado versus los sistemas individuales con tanques sépticos. Dicha variación, que puede llegar de 1 a casi 5 veces, se explica principalmente por la metodología de análisis utilizada, ya que algunos estudios desconocen, por ejemplo: los costos de implementación de las fosas por parte de los usuarios; costos de conectar el sistema a la red de recolección; entre otros.

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento de los sistemas, los usuarios de Santa Cruz con conexión a la red de alcantarillado pagan una tarifa por EPSA que corresponde a un porcentaje del consumo de agua, que generalmente varía entre 75 y 80%, según EPSA analizado. Este porcentaje, en las EPSA que participan en el proyecto, COOPAGUAS y SAGUAPAC, son, respectivamente, 75% y 80%. La limpieza y transporte de lodos de sistemas individuales, en cambio, tiene un costo promedio de US\$ 72 en ETRL's, que cuentan con la debida licencia de operación. Este costo puede bajar hasta US\$ 50 en lugares donde hay una gran cantidad de ETRL informales en funcionamiento.

## 10 Operación y Mantenimiento

La operación y mantenimiento del sistema comprende las diferentes etapas de la cadena de servicios, desde la inspección y regulación de soluciones individuales, la recolección y transporte de lodos, hasta la descarga, tratamiento y disponibilidad de material para su reutilización. Estas actividades tendrán dinámicas específicas y se distribuirán entre las diferentes entidades involucradas.

La iniciativa prevé la realización de una primera etapa donde se realizará el registro de soluciones individuales en el área definida de operación de EPSA COOPAGUAS, a modo de piloto. Esta actividad se realizará a través de visitas técnicas de los profesionales de COOPAGUAS en los hogares, entrevistando a los residentes para obtener información sobre las causas y frecuencia de limpieza de los sistemas individuales y la capacidad económica de los residentes. A partir de las respuestas obtenidas, se propondrán cambios y nuevos procedimientos técnicos y normativos para la limpieza, recolección, transporte y tratamiento de lodos fecales.

De acuerdo con las regulaciones del gobierno municipal de Santa Cruz, los usuarios de los sistemas individuales deben limpiar y vaciar sus sistemas al menos una vez al año (aunque, como reconoce la propia iniciativa, pocos usuarios siguen esa guía). Este servicio es prestado por las distintas ETRL existentes que realizan la limpieza y recolección de lodos fecales mediante camiones cisterna para luego descargar el material en la PTAR para su tratamiento y disposición final.

De acuerdo con el modelo propuesto, los usuarios deben comunicarse con un call center, operado por el gobierno municipal de Santa Cruz, para solicitar servicios y recibir cotizaciones ETRL, haciendo más competitivo el sector y reduciendo precios. Para que la ETRL pueda descargar los lodos fecales en las PTAR, debe firmar un contrato con la EPSA responsable - SAGUAPAC y COOPAGUAS - cumpliendo con los siguientes requisitos:

- i. Tener autorización de AAPPS;
- II. enviar formulario de solicitud de contrato;
- III. tener una licencia ambiental actual;
- IV. cumplir con especificaciones técnicas y medidas de seguridad y higiene para vehículos y personal de transporte;
- V. no transportar sustancias prohibidas ni exceder las concentraciones límite establecidas por el Procedimiento Técnico Administrativo (PTA).

Actualmente existe un solo punto de descarga de lodos fecales para ETRL, PTAR del Parque Industrial (PTAR-PI), operado por SAGUAPAC. Sin embargo, la iniciativa prevé la construcción de otro sistema de tratamiento de lodos fecales en PTAR operado por COOPAGUAS.

Las estaciones de tratamiento recibirán insumos diarios de lodos a través de los camiones tanques ETRL en un procedimiento supervisado por empleados de PTAR, siguiendo las reglas de operación vigentes. Se permitirá descargar hasta tres camiones simultáneamente, una vez que completen el formulario de registro y se revisen sus placas. Se utilizarán mangueras para vaciar los tanques en un procedimiento que dura aproximadamente 10 minutos. Por cada vertido realizado, se recogerá una muestra para posteriormente testear los parámetros básicos para medir la calidad de los lodos. Además de estos procedimientos, se prevén acciones para supervisar el funcionamiento de cada paso del tratamiento y el mantenimiento y reemplazo de piezas cuando sea necesario.

## 11 Experiencias y lecciones aprendidas

A lo largo del desarrollo de la iniciativa, algunas estrategias y desafíos llevaron a lecciones de gran relevancia para la efectividad de las acciones. Además, se observaron algunos comportamientos que fueron determinantes durante el proyecto.

*Un primer punto* planteado por el equipo del proyecto se refiere a la estrategia de compromiso y adhesión a la iniciativa. Se observó que la conexión de las aguas residuales generadas con el riesgo de contaminación al suministro de agua generó mayor preocupación y movilización respecto a las medidas discutidas. En Santa Cruz, debido al abastecimiento del 100% de las fuentes de agua subterránea, el efecto de esta sensibilización fue alto, y generó una gran adhesión a la iniciativa de sistemas adecuados de contención y manejo de lodos fecales.

*Otro punto* observado se refiere a la participación de los proveedores de servicios de limpieza de tanques sépticos en el proceso. Hubo una alta disponibilidad de estos actores para discutir cuestiones sobre el tema y explorar mejoras en sus procedimientos operativos. Esta situación tiene un gran efecto en la concreción de los esfuerzos del proyecto, permitiendo resultados efectivos en la optimización de la calidad de los servicios y la seguridad de los empleados

Además de estos aspectos, para el involucramiento y familiarización de los actores involucrados en el desarrollo de la iniciativa, en las fases iniciales del proyecto, se realizó un viaje de campo a Dakar, Senegal, para conocer las acciones que allí se realizan para la gestión de lodos fecales. Conocer los sistemas estructurados y las dinámicas tuvo un efecto significativo en el empoderamiento y el entusiasmo por planificar y desarrollar acciones en Santa Cruz.

Finalmente, un aspecto de gran relevancia para el avance de iniciativas de esta naturaleza se refiere a los desafíos encontrados en la formación y empoderamiento de la gestión pública para nuevos enfoques, procedimientos y desarrollo de políticas públicas. Hay siempre un riesgo cuando hay cambios en el mandato de los administradores, que pueden interrumpir el proceso de creación de capacidad y el progreso de la iniciativa. Cuando se reemplazan los equipos técnicos se pueden perder los esfuerzos realizados.

## 12 Evaluación de la sostenibilidad y los impactos a largo plazo.

Se realizó una evaluación básica (Tabla 1) para indicar en cuál de los cinco criterios de sostenibilidad en materia de saneamiento (según el Documento 1 de la Visión de SuSanA) este proyecto tiene sus fortalezas y qué aspectos no se destacaron (debilidades).

Tabla 1: Indicación cualitativa de la sostenibilidad del sistema.

| Criterios de sostenibilidad      | Recolección y transporte |   |   | Tratamiento |   |   | Transporte y reúso |   |   |
|----------------------------------|--------------------------|---|---|-------------|---|---|--------------------|---|---|
|                                  | +                        | 0 | - | +           | 0 | - | +                  | 0 | - |
| Salud e higiene                  | X                        |   |   |             | X |   |                    | X |   |
| Recursos naturales y ambientales | X                        |   |   |             | X |   |                    | X |   |
| Tecnología y operación           |                          | X |   |             | X |   |                    | X |   |
| Economía y financiamiento        |                          | X |   |             | X |   |                    | X |   |
| Institucional y sociocultural    | X                        |   |   |             | X |   |                    | X |   |

Respecto a los aspectos de sostenibilidad evaluados, las medidas tomadas hasta ahora están más enfocadas a la etapa de recolección, transporte y tratamiento, pero con un énfasis relativamente bajo en la etapa de reutilización. Para la recolección y transporte, se reconoce un fuerte efecto en aspectos de salud e higiene pública, medio ambiente y recursos naturales, debido a la escala y calidad del servicio propuesto por la iniciativa, ya que tiende a reducir la incidencia de disposición irregular de lodos en tierra y cuerpos de agua, reduciendo así los riesgos de contaminación.

Desde el punto de vista tecnológico, operativo y financiero, las medidas tomadas muestran avances significativos, considerados moderados. Desde el punto de vista institucional y sociocultural, los medios propuestos para la etapa de recolección

y transporte implican grandes esfuerzos en las formas habituales de prestación de servicios y hábitos de los usuarios.

En cuanto al tratamiento, para todos los aspectos, se consideró un comportamiento más positivo pero moderado, dado el nivel de elaboración y desarrollo de los sistemas de tratamiento de lodos fecales. Para la etapa de reutilización, que se encuentra en un nivel aún más incipiente, se consideró que el potencial es bastante alto, pero dado el nivel incipiente de estudios y definiciones de la iniciativa, se consideró un nivel moderado para todos los aspectos.

### 13 Documentos disponibles

SNV. Diseño de una iniciativa piloto para el manejo de lodos fecales domiciliarios en áreas periurbanas de la ciudad de Santa Cruz - Bolivia. Bolivia: Stichting Nederlandse Vrijwilligers, 2017. Disponible en: <[https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/lodos\\_feales.\\_informe\\_final.pdf](https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/lodos_feales._informe_final.pdf)>. Accedido en: 1 ago 2020.

Informe final sobre el registro de los sistemas de saneamiento en el área de servicio de la cooperativa de servicios públicos villa primero de mayo ltda (COOPAGUAS) de la ciudad de Santa Cruz, 2018. Disponible en:

<<http://documents.worldbank.org/curated/en/698491563567870277/pdf/Informe-final-del-Catastro-de-los-Sistemas-de-Saneamiento-en-el-Area-de-Servicio-de-la-Cooperativa-de-Servicios-Publicos-Villa-Primer-de-Mayo-LTDA-COOPAGUAS-de-la-Ciudad-de-Santa-Cruz.pdf>>. Accedido en: 1 ago 2020.

World Bank. Gestión de Lodos Fecales Domiciliarios em Santa Cruz de la Sierra – Resultados, Lecciones Aprendidas y Recomendaciones. Bolivia: World Bank, 2019. Disponible en: <[https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/lodos\\_feales.\\_informe\\_final.pdf](https://snv.org/cms/sites/default/files/explore/download/lodos_feales._informe_final.pdf)>. Acceso en: 25 set 2020.

### 14 Instituciones, organizaciones y personas

Luis Sivila – Consultor para el proyecto  
Correo electrónico: [sivila738@gmail.com](mailto:sivila738@gmail.com)

SNV Bolivia  
Correo electrónico: [Bolivia@snvworld.org](mailto:Bolivia@snvworld.org)  
Web site: [www.snvworld.org](http://www.snvworld.org)

#### Estudio de caso de los proyectos de SuSanA

Manejo de lodos fecales domiciliarios en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

SuSanA 2020

Autores: Tomaz Kipnis, Pedro Pastor & Paulo Castro (SAO – Integrated Sanitation | [tomaz@saoprojects.com](mailto:tomaz@saoprojects.com))

#### © Sustainable Sanitation Alliance

Todos los materiales de SuSanA están disponibles gratuitamente siguiendo el concepto de código abierto para el desarrollo de capacidades y el uso sin fines de lucro, siempre y cuando se haga el debido reconocimiento de la fuente cuando se utilice. Los usuarios siempre deben dar crédito en las citas al autor original, la fuente y el titular de los derechos de autor.

Este documento está disponible en: [www.susana.org](http://www.susana.org)