



# FICHA INFORMATIVA

## Planta de tratamiento de lodos fecales Montero



Ubicación del proyecto: <https://maps.app.goo.gl/bV41AMj6pVaDEYM7A>

## Datos generales

### Nombre del proyecto

Planta modelo de tratamiento de lodos fecales Montero Santa Cruz.

### Tipo de proyecto

Modelos descentralizados de saneamiento en Bolivia.

### Ubicación

**País:** Bolivia.

**Departamento:** Santa Cruz.

**Municipio:** Montero.

**Provincia:** Obispo Santistevan.

**Localidad:** Guabirá.

**Latitud:** 17° 17' 48,6" S.

**Longitud:** 63° 15' 43,9" O.

**Altura:** 300 m.s.n.m.

### Lugar implementación del proyecto

Municipio de Montero.

### Período de diseño y construcción del proyecto

Septiembre 2021 a febrero 2023.

### Escala del proyecto

**Población atendida:** 10.000 habitantes.

**Número de familias:** 2.000.

**Promedio de habitantes por familia:** 5.

**Inversión total:** 374.552,00 USD.

**Promedio de inversión per cápita:** 37,46 USD.

### Agencia de Cooperación

Embajada de Suecia.

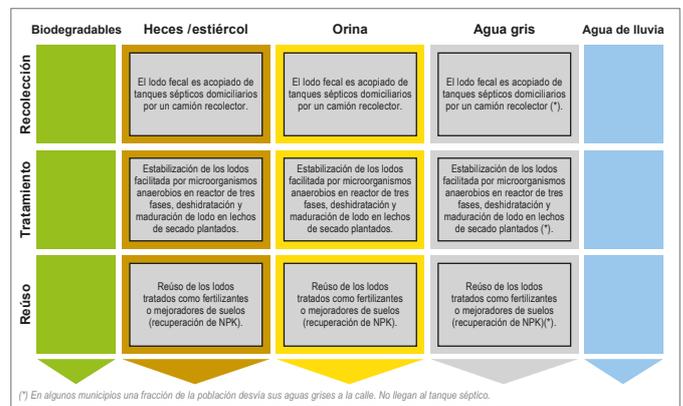
### Contraparte del Estado

Contraparte de COSMOL:

54.213 USD.

### Organismo ejecutor

Fundación Aguatuya [www.aguatuya.org](http://www.aguatuya.org).



Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

## Objetivo y motivación del proyecto

El crecimiento demográfico y la urbanización han aumentado la presión sobre los recursos hídricos, haciendo de la disponibilidad de agua un desafío global. En Bolivia, el crecimiento de las ciudades intermedias ha incrementado la producción de aguas residuales, exigiendo soluciones integrales. En línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 de las Naciones Unidas, que busca garantizar el acceso universal al agua y saneamiento de manera sostenible, se han planteado diversas soluciones para abordar esta necesidad.

En este sentido, la fundación Aguatuya ha liderado la implementación de una planta piloto de tratamiento de lodos fecales que permite gestionar de manera eficiente los lodos provenientes de tanques sépticos, en aquellas regiones que no tienen acceso al alcantarillado sanitario, permitiendo así la recuperación de estos con un enfoque de economía circular. Este modelo promueve la reutilización de lodos tratados como ecofertilizante o mejorador de suelos, cerrando el ciclo de nutrientes y reduciendo el impacto ambiental.

La adecuada gestión de estos lodos presenta una oportunidad clave para la producción de compost de alta calidad, lo que mejora la productividad agrícola local y disminuye la dependencia de fertilizantes químicos. Además, este manejo responsable contribuye a mejorar la calidad del suelo y los cultivos, a reducir la contaminación de cuerpos de agua y a fomentar una gestión integral del agua que beneficia tanto al medio ambiente como a la economía local.

## Área de intervención

La localidad de Guabirá forma parte del municipio de Montero de la provincia Obispo Santistevan en el departamento de Santa Cruz. Es conocida como el centro agrícola y cañero de Bolivia y se ubica a unos 50 km de la ciudad de Santa Cruz. Geográficamente, se encuentra entre las coordenadas 17° 20' latitud sur y 63° 15' longitud oeste. El municipio de Montero se encuentra a una altura de 292 m.s.n.m. Tiene un clima inter tropical subhúmedo. En Montero, los veranos son largos, cálidos, opresivos y mayormente nublados; los inviernos son cortos, húmedos y parcialmente nublados. En el municipio de Montero, la temperatura generalmente varía de 16°C a 31°C bajando alguna vez a menos de 11°C o subiendo a más de 35°C. La temperatura máxima promedio es de 30°C y la mínima es de 23°C. La precipitación mensual varía entre 39 y 165 mm.

La ciudad de Montero, es la segunda ciudad más poblada e importante del departamento de Santa Cruz. Montero forma parte de la llanura aluvial de Santa Cruz. Esta ciudad es el

centro agrícola y cañero donde funciona el Ingenio azucarero “Guabirá”, el mayor productor de azúcar y alcohol del país. Por un lado, del municipio corre el río Piraí a 7 km de la ciudad. Montero es considerado un municipio de población mayoritariamente urbana. El área urbana de la ciudad de Montero alcanza aproximadamente el 97,5% y el área rural abarca un 2,5%. En Montero predomina la vegetación secundaria, especialmente en el antiguo cauce del río Piraí, en las zonas ribereñas en los márgenes de los ríos Juan Latino y Güendá, así como palmares en las zonas de rebalse del río Güendá y Piraí. En el municipio por la explotación agropecuaria ya no se pueden encontrar bosques altos debido a varios factores: producción agropecuaria extensiva, prácticas de labranza, quema, pastoreo y la mecanización. Aunque Montero es predominantemente urbano aún mantiene su alto potencial agropecuario.

La estructura socioeconómica del municipio de Montero tiene a dos grupos económicos de poder: Productores de caña y ganaderos (lecheros). Estos grupos se distribuyen dos tercios del territorio municipal. La parte de la población que habita la zona urbana se dedica principalmente a actividades como el comercio, construcción, industria, operadores y diferentes tipos de servicios. Un 9% de la población la conforman los productores ganaderos, agricultores e industriales del municipio. Un 11,3% está conformado por el sector de artesanía y manufactura como carpinterías, talleres de costura, tejidos, bordados, etc. El sector mayoritario es el de servicios con un 79,7% con actividades como mercados, comercio, banca, mercado de menudeo, hotelería, transporte, etc.

Según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda, el municipio de Montero tiene una población de 109.518 habitantes de los cuales un 98% habita el área urbana y un 2% el área rural. Del total de la población, un 85% obtiene el agua de una cañería de red, el 9% obtiene el agua de una pileta pública, el 6% obtiene el agua de pozos y el restante recurre a carros repartidores (aguatero) o alguna otra forma de abastecimiento. Con respecto al saneamiento del municipio de Montero, un 44% tiene acceso a alcantarillado, un 16% cuenta con una cámara séptica, un 29% cuenta con un pozo ciego y el restante 11% evacua sus aguas residuales a la calle, quebrada, ríos, lagunas o curichis o no cuenta con un sistema de desagüe.

Las aguas residuales domésticas de Montero, se transportan en un sistema de alcantarillado por gravedad hasta la instalación de tratamiento centralizado. La planta de tratamiento de aguas residuales se compone de lagunas de estabilización anaerobias, facultativas y de maduración.



Las viviendas que no cuentan con un sistema de alcantarillado depositan sus aguas residuales en fosas sépticas. Los lodos producidos en las fosas se recogen periódicamente transportándose a una planta de tratamiento de lodos fecales (PTLF) inaugurada en el año 2023.

## Características del municipio

Características	Municipio de intervención
Población [habitantes]	109.518.
Clima	Inter tropical sub - húmedo.
Elevación sobre el nivel del mar [m]	300 m.s.n.m.
Precipitaciones medias mensuales de la estación seca [mm]	31 mm. a 55 mm.
Precipitaciones medias mensuales de la temporada de lluvias [mm]	189 mm. a 360 mm.
Promedio anual de precipitaciones [mm]	1.358.
Temperatura media [°C]	21 °C - 26 °C.
Tasa de mortalidad infantil [por cada mil nacidos vivos]	21.
Tasa de mortalidad de niños [por cada mil nacidos vivos]	25.
Acceso al agua potable distribuida por las líneas de suministro [%]	85%.
Aguas residuales sanitarias [%]	44%.
Uso de suelo	Mayoritariamente urbano combinado con uso agrícola.
Situación socio económica	El PIB per cápita de esta región es de 715,00 USD.
Agricultura y ganadería [%]	9%.
Servicios y comercio [%]	80%.
Artesanía y manufactura [%]	11%.

## Tecnologías aplicadas

El año 2023, en el municipio de Montero, se ha implementado una planta de tratamiento de lodos fecales (PTLF). Esta PTLF cuenta con tecnología innovadora cuya configuración permite el tratamiento de lodos fecales garantizando una alta eficiencia y bajos costos, buscando recuperar recursos y cerrar el ciclo de nutrientes. Una vez tratado el lodo, el producto resultante queda libre de contaminantes con el potencial de ser reutilizado en el mejoramiento de suelos agrícolas por su alto contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.

La tecnología empleada en esta planta se basa en procesos de separación de sólidos gruesos, aceites y grasas seguidos de digestores anaeróbicos para la estabilización de la materia orgánica, lechos de secado plantados para la estabilización de la materia orgánica y reducción volumétrica, una etapa de encalado para la estabilización del pH que permite la inactivación de microorganismos y contribuye al secado químico del lodo. El lixiviado proveniente del lecho de secado plantado se trata en humedales aptos para la remoción de sólidos en suspensión, materia orgánica y reducción moderada de nitrógeno y fósforo. Finalmente, el lodo estabilizado y drenado se constituye en compost.

## Crterios para seleccionar las tecnologas

Condiciones locales	Tecnologa apropiada
Lodos fecales provenientes de tanques sépticos, caracterizados por una alta concentracin de materia orgnica, nutrientes y slidos suspendidos.	Estabilizacin anaerbica de la materia orgnica.
Alta concentracin de microorganismos y patgenos en los lodos fecales.	El proceso de deshidratacin y maduracin, por sus altos tiempos de retencin, permiten una reducin significativa de concentraciones de patgenos en el slido. Encalado, la elevacin del pH a un valor de 12 por un periodo de al menos 2 horas permite la inactivacin de los microorganismos.
Reutilizacin potencial de los lodos tratados para la agricultura.	Compostaje, el lodo estabilizado mezclado con materia orgnica constituye un compost despus de un tiempo de 3 meses.

## Descripcin de los procesos

Los lodos fecales que ingresan a la planta de tratamiento de lodos fecales atraviesan el siguiente tren de tratamiento:

Paso	Componente	Cant.	Municipio de intervencin
1	Cmara de rejas	2	La cmara de rejas tiene como funcin principal la eliminacin de slidos gruesos, que comnmente se encuentran en los lodos fecales y que pueden daaar los procesos siguientes de la planta de lodos. Las rejillas tienen un espaciamiento de 2,5 cm.
2	Reactor anaerobio de estabilizacin	1	Su funcin principal es la eliminacin de slidos y materia orgnica. Es un sistema anaerobico simple y robusto, muy utilizado en el tratamiento de lodos. Al forzar el desplazamiento hacia arriba y exponer el flujo a lodo activo entre las cmaras repetidamente, se mejora el rendimiento de eliminacin de materia orgnica y la retencin de slidos. El tiempo de proceso es de 72 horas.
3	Lecho de secado plantado de lodos	8	Secado, retencin de slidos, estabilizacin de materia orgnica y reducin volumtrica. El lodo debe esparcirse uniformemente sobre los lechos y solo cuando las plantas hayan alcanzado la etapa adecuada; la biomasa debe podarse o cosecharse a intervalos regulares. La remocin de lodos se realiza a intervalos de 3 a 5 aos.
4	Encalado y almacenamiento	1	Consiste en un tratamiento qumico con cal de los lodos para la inactivacin de patgenos. Tambin sirve como un secado qumico del mismo. Se debe mantener un pH de 12 durante 2 horas.
5	Compost	1	Cuando el lodo ya se encuentra estabilizado y drenado, al mezclar con materia orgnica se puede obtener un compost despus de un proceso de 3 meses.
6	Humedales	2	Para el tratamiento del lixiviado proveniente del lecho de secado plantado se utilizan humedales que son sistemas eficientes para la remocin de slidos en suspensin, materia orgnica y con capacidad de remocin moderada de nitrgeno y fsforo. El producto tratado puede ser reutilizado.

## Informacin de diseo

Dimensionamiento	
Capacidad [m <sup>3</sup> /aio]	2.000
Superficie total de la PTAR [m <sup>2</sup> ]	900

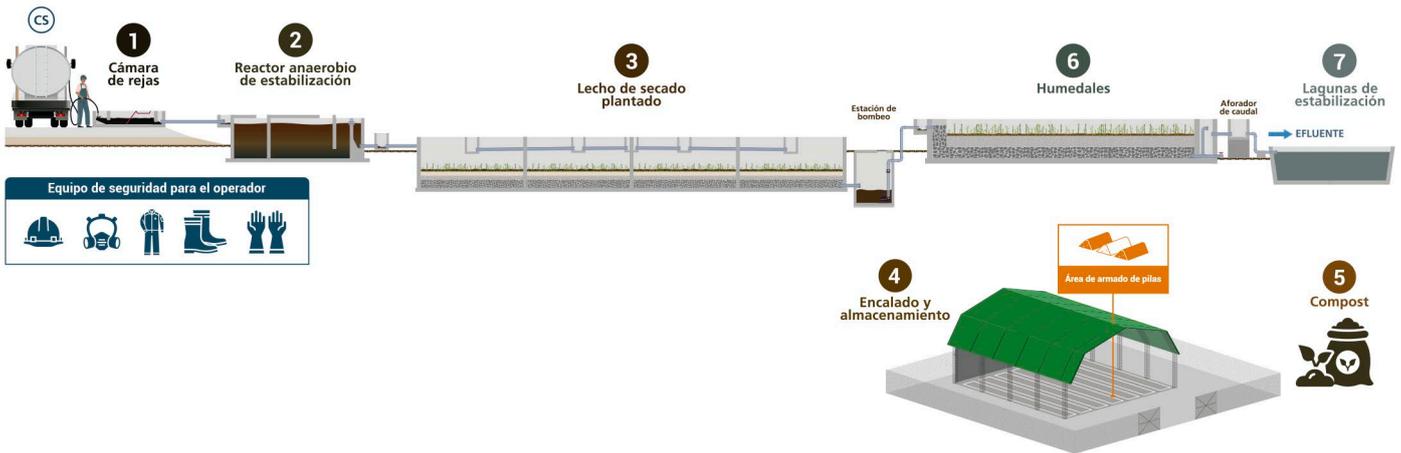
La planta de tratamiento de lodos fecales de Montero ha sido diseada principalmente para tratar los lodos generados en los tanques sépticos del municipio de Montero y garantizar un lodo estabilizado y desinfectado que pueda ser utilizado por los agricultores como mejorador de suelos. De esta manera, se promueve el reuso de lodos de forma segura, eficiente y sostenible en beneficio de la comunidad agrcola.

La planta de tratamiento de lodos fecales de Montero cuenta con un tren de tratamiento compuesto por diferentes etapas y componentes.

- El lodo fecal que se recoge de las cmaras sépticas, en primer lugar, pasa por una cmara de rejas donde se eliminan los slidos gruesos de tamao mayor a 2,5 cm adems de las grasas y aceites mediante un proceso de separacin fsica.
- Luego el lodo pasa a un reactor de estabilizacin anaerobico donde por accin de los microorganismos se estabiliza la materia orgnica. Este reactor anaerobico consta de varias cmaras y el paso a travs de ellas promueve un flujo vertical que permite mantener en contacto el lodo con la biomasa activa mejorando la retencin de slidos, este proceso tiene un tiempo de retencin de 72 horas.
- A continuacin, el lodo pasa a un lecho de secado de lodos plantado. El proceso de tratamiento del lodo fecal en un lecho de secado plantado se utiliza para reducir el contenido de agua y estabilizar el lodo mediante procesos fsicos, biolgicos y de fitodepuracin. El lodo fecal se aplica en capas sobre un lecho de secado que contiene una superficie de ladrillos, grava y arena, debajo de la cual hay un sistema de drenaje. Este lecho est plantado con vegetacin tolerante a la humedad que ayuda en el proceso de secado y estabilizacin. Las plantas absorben una parte del agua presente en el lodo a travs de sus races y la liberan en la atmfsfera mediante evapotranspiracin. Este proceso reduce la humedad del lodo y ayuda a acelerar su secado. Adems, el sistema radicular de las plantas permite una aeracin natural del lecho, lo que favorece la descomposicin aerobica de la materia orgnica. Despus de varios ciclos de aplicacin y secado, el lodo se acumula en el lecho formando una capa de material semislido. Una vez que alcanza un cierto grosor y est suficientemente seco, se retira peridicamente (cada 3 a 5 aos) y puede ser utilizado como compost o acondicionador de suelos, si cumple con las normas sanitarias.
- El agua drenada del lodo fecal se filtra hacia abajo, a travs de la capa de arena y grava, y se conduce hacia un humedal para mejorar el tratamiento.
- Posteriormente el lodo secado recibe un tratamiento qumico con adicin de cal. El propfsito de la cal es elevar el pH hasta un valor de 12 por un tiempo de al menos 2 horas. Con esto se consigue la inactivacin de los microorganismos patgenos y se mejora aun ms el secado.
- Cuando el lodo se encuentra estabilizado y drenado, este se puede mezclar con materia orgnica para obtener un compost que puede ser utilizado en el mejoramiento de suelos agrcolas.



## Corte transversal de la obra



## Tipo y nivel de reúso

### Aplicación final

Usos	Descripción
	Luego de un proceso de tratamiento adecuado de los lodos, el producto resultante, que quedará libre de contaminantes, podrá ser reutilizado en el mejoramiento de suelos agrícolas por su contenido de nutrientes como fósforo, nitrógeno y potasio. De esta manera, lo que fue un problema de contaminación, se convierte en una oportunidad para el desarrollo local.

La PTLF de Montero se destaca por implementar un enfoque de economía circular. Mediante la adopción de prácticas innovadoras, este tratamiento cierra los ciclos de nutrientes y aprovecha el contenido de materia orgánica, generando beneficios ambientales y económicos significativos. Uno de los principales beneficios es el uso de un sistema natural que no requiere energía eléctrica ni maquinaria compleja, fomentando una agricultura sostenible. Además, la devolución de materia orgánica al suelo, constituye una práctica que mejora estructuralmente la calidad del suelo. Esto tiene un efecto positivo en la capacidad de retención de agua y, consecuentemente, en el rendimiento de los distintos tipos de cultivo.

Esta práctica optimiza el uso de los recursos disponibles, evitando su desperdicio y promoviendo la conservación.

En la actualidad, la PTLF de Montero tiene una capacidad de tratamiento de 2.000 m<sup>3</sup> de lodo por año aptos para ser reutilizados en actividades agrícolas.

Fuente: Datos obtenidos de las fichas técnicas de Aguatuya, Plan de desarrollo territorial de Montero, Censos de Población y Vivienda.

## Indicadores de ahorro de recursos

Indicador	Economía lineal	Economía circular	Incremento/reducción	Reducción de los contaminantes en cuerpos de agua (%)
Carga orgánica [kg DBO/año]	12.800	58	-12.742	>99%
Carga orgánica [kg DQO/año]	51.200	236	-50.964	>99%
Sólidos totales [Kg ST/año]	75.592	2.260	-73.332	97%
Nitrógeno (N) [kg/año]	311	185	-126	40%
Fósforo (P) [kg/año]	28	5	-23	81%

El tratamiento del lodo generado en las cámaras sépticas permite reducir eficientemente la carga orgánica contaminante evitando importantes vertidos al medioambiente. El proceso de tratamiento, aunque también reduce parcialmente las concentraciones de nutrientes, los remanentes pueden ser aprovechados como mejoradores de suelos transformando así a este producto en un recurso valioso que mejora la fertilización de los suelos y evita la necesidad de recurrir a fertilizantes químicos, este proceso cierra el ciclo de nutrientes, además de reducir la dependencia de insumos externos.

El aprovechamiento de estos nutrientes también contribuye significativamente a prevenir la contaminación de cuerpos de agua, evitando vertidos de nutrientes que podrían causar eutrofización.

## Calidad microbiológica del lodo y reúso seguro

Descripción	Concentración en el lodo crudo	Concentración en el lodo tratado	% de reducción
Huevos de helmintos (HH/2gst)	300	<1	100%

La planta de tratamiento de lodos fecales de Montero es eficaz en la higienización de los lodos, logrando reducir un 100% la concentración de microorganismos patógenos, lo que resulta esencial para garantizar la seguridad del producto final. Estos resultados, en conjunto, demuestran la eficiencia del tratamiento y confirman la viabilidad de la reutilización segura en la agricultura o la recuperación de suelos.



## Costos y economía

El costo de implementación de la planta de tratamiento de lodos fecales para la comunidad de Montero se determinó utilizando la metodología del Costo Anual Equivalente (CAE) que considera no sólo los costos de inversión inicial, sino también todos los costos recurrentes relacionados con la operación y el mantenimiento. Aguatuya adoptó esta metodología para evaluar sus sistemas de tratamiento desde el punto de vista financiero y así poder optimizar los costos a lo largo del tiempo para que los servicios de tratamiento sean más económicos y accesibles para los municipios y los usuarios finales.

- El costo total de la inversión de la planta de lodos fecales de Montero es de 374.552,00 [USD].
- El costo anual equivalente de esta planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 49.550,25 [USD/año].
- Gastos de amortización de Capital (CAPEX), el 72% 35.848,50 [USD/año].
- Gastos Operativos (OPEX), el 28% 13.701,75 [USD/año].
- El costo total por conexión es de 24,78 [USD/año].
- El costo total por metro cúbico de lodo tratado es de 25,81 [USD/m<sup>3</sup>].

## Detalle del CAPEX de las PTAR

Descripción	Costo Total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Obras civiles hidráulicas	248.466,00	57%	20.256,08
Equipamiento (equipos eléctricos o electromecánicos)	2.839,00	1%	530,24
Oficinas y laboratorios	12.931,00	3%	1.037,62
Servicio de recojo	110.316,00	39%	14.024,56
<b>TOTAL</b>	<b>374.552,00</b>	<b>100%</b>	<b>35.848,50</b>

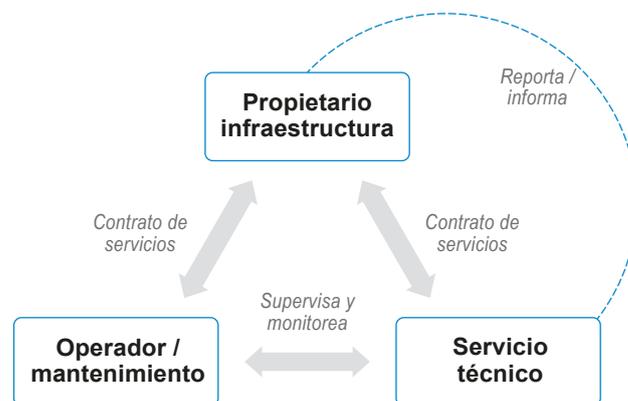
Se puede apreciar que los costos más significativos del proyecto son los que se refieren a la infraestructura e hidráulica necesaria debido a la complejidad y la cantidad de trabajo requerido en la construcción de las obras.

## Detalle del OPEX de las PTAR

Descripción	Costo [USD/año]	Porcentaje [%]
Salarios, sueldos y EPPs	9.417,52	68%
Suministros, repuestos, mantenimiento, vigilancia	2.520,55	19%
Servicios básicos	39,44	1%
Monitoreo	1.724,14	12%
<b>TOTAL</b>	<b>13.701,75</b>	<b>100%</b>

## Modelo de gestión

Se adoptó un modelo de gestión flexible y funcional, con la participación de diferentes organizaciones. El modelo es flexible puesto que estas organizaciones pueden ser públicas, privadas o ambas. El modelo es funcional porque exige el cumplimiento de tres funciones o actores funcionales: Debe existir un "propietario" formal de la infraestructura, un proveedor de "servicios técnicos" y un "operador" para las actividades diarias de O&M. La sostenibilidad a largo plazo del servicio depende de la definición clara y la ejecución eficaz de estas funciones, como se ilustra en la siguiente figura.



Fuente: Modelo de gestión Aguatuya.

## Propiedad y administración

Debe ser cumplida por el propietario del servicio / infraestructura. El propietario del servicio puede ser una empresa de servicios públicos, una comunidad o un municipio. El propietario es responsable de la sostenibilidad del servicio a lo largo del tiempo, por lo que debe asegurarse de que las operaciones diarias se lleven a cabo de forma eficaz. El propietario de la infraestructura debe tener un mandato claro de los usuarios y es responsable de rendir cuentas ante estos.

## Operación y mantenimiento

Esta función puede ser desempeñada por el propietario del servicio o ser delegada (mediante un contrato de servicios) a un tercero. Consiste en la realización de las actividades necesarias para el funcionamiento diario del servicio, incluidas las de mantenimiento ordinario, en la PTLF de Montero, el encargado de la operación y mantenimiento es COSMOL, del ruteo y recojo de los lodos se encarga el chofer además de ayudar en las actividades de descarga del lodo en el canal de recepción.

## Servicio técnico

Quién desempeñe esta función necesita amplios conocimientos técnicos, experiencia, así como equipos y laboratorios especializados. El monitoreo de la calidad del agua, la solución de problemas técnicos y las propuestas de mejora son algunas de las principales actividades. De manera similar a la de O&M, esta función puede ser realizada por el propietario del servicio si dispone de los recursos y capacidades técnicas necesarias o por un tercero mediante un

contrato de servicio. Una entidad técnica (empresa privada, consultor o profesional independiente) puede prestar servicios a más de una planta de tratamiento al mismo tiempo y optimizar de esa manera los costos del servicio. En el caso de las pequeñas plantas de tratamiento (por ejemplo, para poblaciones de menos de 10.000 habitantes), resulta más económico compartir los recursos técnicos en lugar de que cada planta tenga su propio laboratorio, ingeniero, etc.

## Arreglos institucionales

En el cuadro siguiente se resumen las disposiciones institucionales aplicadas para el funcionamiento de los emplazamientos del proyecto.

Nombre PTAR	Propiedad	Operación y mantenimiento	Servicio técnico
PTLF Montero	COSMOL	COSMOL	COSMOL

## Asociaciones, funciones y responsabilidades

La Embajada de Suecia, Aguatuya y el municipio de Montero han firmado acuerdos que regulan la interacción de todos los interesados. Cada uno de estos actores desempeña un papel y se le han asignado responsabilidades específicas para cumplir con los objetivos del proyecto.

El municipio planifica el desarrollo de los servicios de saneamiento a nivel municipal, contribuye a la inversión a través de fondos municipales y facilita el diálogo entre los actores locales.

La Embajada de Suecia con la ejecución del programa en el marco y el mandato de su actual estrategia de cooperación, teniendo como principales responsabilidades la aprobación de proyectos, los planes operativos y las auditorías financieras y técnicas, así como el seguimiento y la evaluación de las diferentes etapas del programa.

Aguatuya coordina, asiste técnicamente y ejecuta el proyecto, sus principales responsabilidades son asistir técnicamente a los municipios, cumplir con las condiciones estipuladas en el acuerdo de cooperación, asegurar el uso eficiente y transparente de los recursos, gestionar las contrapartes locales que garanticen la conclusión de los proyectos.

## Evaluación de la sostenibilidad e impactos a largo plazo

Se llevó a cabo una evaluación básica para identificar en cuál de los cinco criterios de sostenibilidad de saneamiento este proyecto tiene sus puntos fuertes y qué aspectos no se destacaron (puntos débiles).

## Indicación cualitativa de sostenibilidad del sistema

Una cruz en la columna respectiva muestra la evaluación de la sostenibilidad relativa del proyecto (+ significa: punto fuerte del proyecto; o significa: fortaleza media para este aspecto y - significa: no se hizo hincapié en este aspecto para este proyecto).

Criterios de sostenibilidad	Recolección y transporte			Tratamiento			Reúso		
	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Salud e higiene	X			X			X		
Recursos ambientales y naturales	X			X			X		
Tecnología y operación	X			X			X		
Finanzas y economía		X			X			X	
Socio - cultural e institucional		X		X			X		

El proyecto se destaca por su enfoque innovador en la elección de tecnología para el tratamiento de los lodos fecales, lo que demuestra una fortaleza clave. La combinación adecuada de procesos garantiza un nivel de tratamiento apropiado, mientras que la secuencia de los mismos reduce los costos de mantenimiento y operación, lo que constituye una ventaja significativa. Sin embargo, es importante complementar los aspectos de higiene y salud con buenas prácticas en la aplicación del lodo tratado o biosólido en la fertilización de cultivos, incluyendo técnicas adecuadas de manejo y la selección adecuada de cultivos para minimizar los riesgos de exposición.

En cuanto a los efectos a largo plazo, el proyecto tiene como objetivo principal demostrar la viabilidad de los modelos descentralizados en ciudades intermedias, mediante el cierre del ciclo del agua, la recuperación de nutrientes y la implementación de la economía circular. Estos enfoques sostenibles pueden ser replicados y ampliados a nivel nacional e internacional, especialmente en sectores con características socioeconómicas similares. Además, se busca apoyar la creación de mecanismos financieros que contribuyan al desarrollo efectivo de servicios de saneamiento sostenibles, mediante el fortalecimiento de la capacidad de los proveedores de servicios. Estos objetivos a largo plazo reflejan la visión de un sistema de saneamiento integral y sostenible en beneficio de las comunidades y el medio ambiente.

### Criterios de sostenibilidad para el saneamiento:

**Salud e higiene** incluyen el riesgo de exposición a patógenos y sustancias peligrosas y la mejora de las condiciones de vida lograda mediante la aplicación de un determinado sistema de saneamiento.

**Recursos ambientales y naturales** implican los recursos necesarios en el proyecto, así como el grado de reciclaje y reúso practicado y los efectos de estos.

**Tecnología y operación** se relacionan con la funcionalidad y facilidad de construcción, operación y monitoreo de todo el sistema, así como su robustez y adaptabilidad a los sistemas existentes.

**Finanzas y economía** incluyen la capacidad de los hogares y las comunidades para cubrir los costos de saneamiento, así como los beneficios, por ejemplo, de los fertilizantes y el impacto externo en la economía.

**Sociocultural e institucional** se refiere a la aceptación sociocultural y la idoneidad del sistema, las percepciones, las cuestiones de género y el cumplimiento de los marcos jurídicos e institucionales.

**Ficha de proyecto informativa de Aguatuya:**

Tratamiento de lodos fecales en Montero, Santa Cruz, Bolivia. Aguatuya 2025.

**Autor:**

Ivette Echeverría

**Edición y revisión:**

Lourdes Valenzuela

Directora de programas y relaciones institucionales

[lvalenzuela@aguatuya.org](mailto:lvalenzuela@aguatuya.org)

Alejandro Levy

Ingeniero de proyectos en gestión pública

[alevy@aguatuya.org](mailto:alevy@aguatuya.org)

Ariel Aldunate

Coordinador en ingeniería de agua y PTAR

[aaldunate@aguatuya.org](mailto:aaldunate@aguatuya.org)

Todos los materiales de Aguatuya 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.aguatuya.org](http://www.aguatuya.org)

**Más información:**

[info@aguatuya.org](mailto:info@aguatuya.org)

© Aguatuya

