

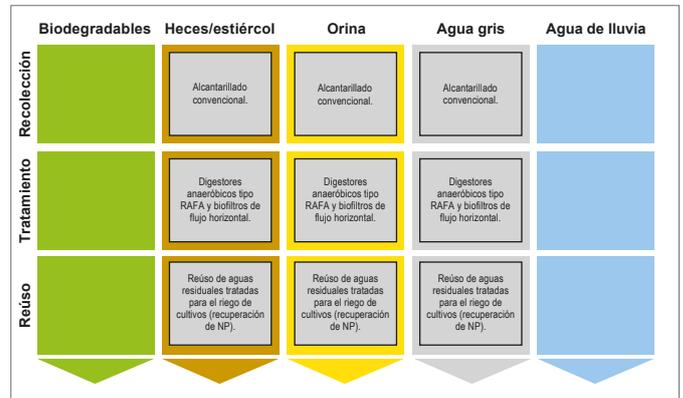


# FICHA INFORMATIVA

Planta de tratamiento de aguas residuales Huasacalle



Ubicación del proyecto: <https://maps.app.goo.gl/aVAPzblWcTUWX27b8>



Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

## Datos generales

### Nombre del proyecto

Planta de tratamiento de aguas residuales Huasacalle Cliza.

### Tipo de proyecto

Implementación de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales para ciudades intermedias en Bolivia con un enfoque de reutilización.

### Ubicación

**País:** Bolivia.

**Departamento:** Cochabamba.

**Municipio:** Cliza.

**Provincia:** Germán Jordán.

**Localidad:** Huasacalle.

**Latitud:** 17° 35' 34" S.

**Longitud:** 65° 53' 37" O.

**Altura:** 2.714 m.s.n.m.

### Lugar implementación del proyecto

Huasacalle, Municipio de Cliza.

### Período de diseño y construcción del proyecto

Noviembre 2017 a octubre 2018.

### Escala del proyecto

**Población atendida:** 1.495 habitantes.

**Número de familias:** 300.

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

**Inversión total:** 97.124,29 USD.

**Promedio de inversión per cápita:** 64,97 USD.

### Agencia de Cooperación

Cooperación para el Desarrollo de la Embajada de Suiza en Bolivia (COSUDE).

### Contraparte del Estado

Contraparte del Gobierno Autónomo Municipal de Cliza: 56.510,00 USD.

### Organismo ejecutor

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

## Objetivo y motivación del proyecto

El continuo crecimiento demográfico y la urbanización han dado lugar a un aumento constante de las presiones antropogénicas sobre los recursos hídricos, lo que hace que la disponibilidad de agua sea una preocupación importante a nivel internacional. El objetivo 6 de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas es garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible de los servicios de agua y saneamiento para todos.

Las ciudades intermedias de Bolivia han tenido un notorio crecimiento demográfico, lo que ha aumentado la demanda de agua y, por consiguiente, ha generado grandes volúmenes de aguas residuales. En este contexto, la Fundación Aguatuya propone mejorar la gestión del agua y promover la recuperación de nutrientes mediante un enfoque de economía circular. Esta estrategia conlleva la puesta en marcha de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales, asegurando al mismo tiempo la reutilización del efluente tratado en el riego de cultivos. El agua recuperada puede ofrecer oportunidades para un suministro de agua de riego complementario, sostenible y fiable para la agricultura. El tratamiento de las aguas residuales según normas aceptables de calidad (tratamiento apto para el reúso) y la aplicación del riego a cierto tipo de cultivos aumenta el potencial de reúso del agua tratada y asegura un reúso responsable y seguro, contribuyendo a la economía local, la salud de las personas y el medio ambiente.

El municipio de Cliza tiene como objetivo principal convertirse en el primer municipio de Bolivia en tratar el 100% de sus aguas residuales. Para alcanzar esta meta, se ha implementado la PTAR de Huasacalle, sumando así un total de seis plantas construidas y/o readecuadas en Cliza para el tratamiento eficiente de las aguas residuales. Esta PTAR cuenta con tecnología innovadora y amigable con el medio ambiente, lo que garantiza su alta eficiencia y permite el reúso de las aguas residuales en el riego de cultivos. Estas prácticas no solo aseguran un suministro constante de agua para el riego, sino que también mejoran la calidad de los alimentos producidos en la región. Además, al encontrarse en las cercanías del río Sulty, la PTAR contribuye a reducir la contaminación que afecta a la represa de la Angostura, lugar donde desembocan las aguas tratadas por la planta.

## Área de intervención

La comunidad de Huasacalle forma parte de la sección municipal de Cliza, que se encuentra en la provincia Germán Jordán del departamento de Cochabamba. Cliza está situado a 37 [km] al sudeste de la capital del departamento.

Geográficamente, se encuentra entre la latitud sur 17° 35' 35" y la longitud oeste 65° 54' 31". El municipio de Cliza abarca una superficie total de 48,7 [km<sup>2</sup>] y tiene un clima templado. Según la clasificación climática de Koppen, experimenta un invierno seco y un verano lluvioso y caluroso, con estaciones secas y lluviosas claramente definidas.

Aproximadamente el 60% de la superficie total del municipio de Cliza se destina a actividades agrícolas y pecuarias, el 30% se utiliza para viviendas familiares. El 10% restante son espacios no utilizables. Según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda, el municipio de Cliza tiene una población de 21.889 habitantes, con un porcentaje 51% viviendo en comunidades rurales y el 49% restante en áreas urbanas.

La actividad económica del municipio se centra en la agricultura, con una superficie total de 3.360 hectáreas destinadas a diversos cultivos. El maíz ocupa el 70% de la superficie cultivada, seguido de la papa con el 15% y la alfalfa con el 12%. Sin embargo, el municipio de Cliza, al igual que muchas regiones del Valle Alto, enfrenta desafíos que limitan la producción agrícola, principalmente por la escasez de agua.

Para el riego, el municipio cuenta con 24 pozos de agua administrados por la Asociación de Regantes. Dado el gran requerimiento de agua para el riego, las aguas residuales se consideran un recurso de gran valor. La PTAR de Huasacalle se ha construido en el marco del proyecto de Gestión Ambiental Municipal de la Cooperación para el Desarrollo de la Embajada de Suiza en Bolivia (COSUDE). Esta planta de tratamiento se encuentra ubicada en las coordenadas 17° 35' 34" S 65° 53' 37" O y tiene las siguientes características.



### Tecnologías aplicadas

En la región del Valle Alto de Cochabamba, se han implementado sistemas de tratamiento que priorizan procesos naturales para la depuración de aguas residuales. Estas tecnologías se enfocan en el metabolismo de microorganismos para eliminar los contaminantes presentes en el agua. Esta elección presenta ventajas tanto ambientales como económicas, ya que no requiere insumos químicos costosos. Comparada con las técnicas convencionales, esta solución es más respetuosa con el medio ambiente. Aguatuya ha priorizado una combinación de tratamientos en diversas modalidades para sus plantas, siguiendo estos principios.

La PTAR de Huasacalle está compuesta por una serie de tecnologías, comenzando con procesos de pretratamiento que incluyen una cámara de rejillas para la retención de sólidos antes del cárcamo de bombeo. Posteriormente, se realiza un tratamiento primario con un decantador para la sedimentación de los sólidos en suspensión. El tratamiento secundario consta de un reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB) y un biofiltro de flujo horizontal, ambos diseñados para tratar aguas residuales domésticas. Entre las ventajas de esta combinación, destaca el UASB, que elimina un gran porcentaje de la materia orgánica soluble y particulada. Por su parte, el biofiltro instalado a continuación del UASB reduce la carga remanente de sólidos y materia orgánica, logrando una calidad de agua tratada apta para el reúso en el riego de cultivos.

### Características del municipio

Características	Municipio de intervención
Población [habitantes]	25.000.
Clima	Semiárido, mesotérmico (semifrío). La temporada de lluvias comienza en noviembre y termina en abril, lo que caracteriza a la región como un clima subtropical con lluvias en verano.
Elevación sobre el nivel del mar [m]	2.714 m.s.n.m.
Precipitaciones medias mensuales de la estación seca [mm]	2 mm. a 20 mm.
Precipitaciones medias mensuales de la temporada de lluvias [mm]	34 mm. a 130 mm.
Promedio anual de precipitaciones [mm]	457.
Temperatura media [°C]	17 °C.
Tasa de mortalidad infantil [por cada mil nacidos vivos]	22.
Tasa de mortalidad de niños [por cada mil nacidos vivos]	26,6.
Acceso al agua potable distribuida por las líneas de suministro [%]	85%.
Aguas residuales sanitarias [%]	66%.
Uso de suelo	Residencias periurbanas con viviendas familiares coinciden con la agricultura. El uso de la tierra y las actividades económicas en la región de Cliza coexisten.
Situación socio económica	El PIB per cápita de esta región es de 715,00 USD.
Agricultura y ganadería [%]	26%.
Comercio [%]	24%.
Fabricación [%]	7%.
Construcción [%]	12%.

### Criterios para seleccionar las tecnologías

Condiciones locales	Tecnología apropiada
Aguas residuales con concentraciones relativamente altas de materia orgánica (DBO>400 mg/l), flujos variables, climas templados.	Tratamiento anaeróbico basado en reactores anaeróbicos de flujo ascendente (UASB) y biofiltros de grava de flujo horizontal.
Reutilización potencial del agua recuperada para el riego de cultivos.	Tratamiento con eliminación parcial de nutrientes (N y P).
Riego de cultivos	Restricción de los cultivos a regar con agua tratada pero no desinfectada. Riego restringido a plantas de tallo alto, como el maíz, la alfalfa y el forraje (Se prohíbe el riego de hortalizas y legumbres como los tomates o la lechuga).

## Descripción de los procesos

Las aguas residuales domésticas que ingresan a la PTAR atraviesan el siguiente tren de tratamiento.

Paso	Componente	Cant.	Municipio de intervención
1	Cárcamo de bombeo / cribado grueso	1	Recibe las aportaciones de los colectores para luego elevar las aguas residuales en dirección al decantador. Además de cumplir la función de equalizador que permite mantener uniforme el caudal a enviar a la planta. Para la retención de sólidos grandes se utilizará un cesto de gruesos, que estará colocado dentro del pozo de bombeo. El principal objetivo es el de proteger las bombas y los demás equipos de los sólidos gruesos (mayores a 3 cm) que puedan contener las aguas residuales.
2	Pretratamiento mecanizado	1	Pretratamiento mecanizado de tamiz fino.
3	Desarenador	1	Remueve material sedimentable.
4	Decantador	1	Reducción de los sólidos en suspensión del agua residual bajo la exclusiva acción de la gravedad.
5	Cámara desgrasadora	1	Separa material graso en suspensión en la fase acuosa del agua residual por medio de flotación natural. El material graso es removido manualmente de manera periódica.
6	Biorreactor anaeróbico	2	Tipo RAFA (Biorreactor Anaeróbico Horizontal de Flujo Ascendente). Descompone la materia orgánica en compuestos más simples en ausencia de oxígeno. El proceso genera deposición de lodos en el fondo del biorreactor.
7	Cámara de aireación	2	Transferencia del oxígeno del ambiente a la fase líquida. Se inyecta aire mecánicamente el cual es utilizado por las bacterias para la oxidación (estabilización) de la materia orgánica.
8	Biofiltro horizontal	1	Humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo horizontal. Lecho de biomasa fijada absorbe contaminantes del agua que posteriormente son digeridos por los microorganismos.
9	Desinfección	1	Desinfección de patógenos, coliformes mediante cloración. Compuesto por una caseta de cloración y un tanque de contacto.
10	Lecho de secado de lodos	1	Los lodos que se depositan al fondo de los reactores son removidos por bombeo y depositados en el área de secado de lodos para la reducción de su contenido de humedad y aplicación como mejorador de suelos.

## Información de diseño

Dimensionamiento	
Caudal de diseño [m <sup>3</sup> /día]	102,96
Tiempo de retención total [días]	5,5
Superficie total de la PTAR [m <sup>2</sup> ]	1.050

La planta de tratamiento de aguas residuales de Huasacalle se ha diseñado específicamente para abordar las aguas residuales municipales y garantizar un nivel de tratamiento secundario. Para lograr esto, se implementan procesos biológicos en el tratamiento, lo que permite obtener agua tratada que puede ser utilizada por los agricultores para el riego complementario de cultivos. De esta manera, se promueve la reutilización de agua de manera eficiente y sostenible en beneficio de la comunidad agrícola.

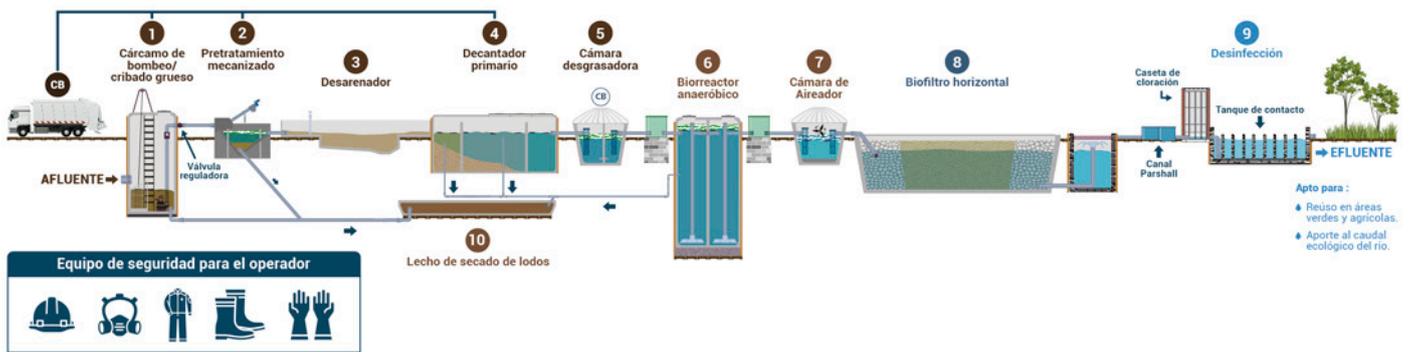
La planta de tratamiento de aguas residuales de Huasacalle cuenta con un tren de tratamiento compuesto por diferentes etapas y componentes.

- En primer lugar, se encuentra una cámara de rejillas provista de un cesto donde llegan las aguas residuales. Esta etapa tiene por objeto la retención de los sólidos más gruesos y aquellos sólidos pesados.

- A continuación, las aguas residuales se impulsan desde el cárcamo de bombeo hacia un decantador primario, este cárcamo de bombeo sirve al mismo tiempo como equalizador y permite mantener un caudal uniforme a ser enviado a la planta.
- Posteriormente, el decantador primario contribuye a la clarificación del agua, reduciendo la cantidad de sólidos en suspensión gracias a la acción exclusiva de la gravedad.
- Desde el decantador el agua pasa a una cámara desgrasadora, donde se separa el material graso en suspensión por medio de flotación natural. El material graso es removido después de forma manual y periódica.
- Después el agua es conducida hacia los reactores anaeróbicos de flujo ascendente donde se descompone la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Durante el proceso de descomposición se generan lodos que se depositan en el fondo de los reactores.
- Por último, se emplean biofiltros de flujo horizontal. Estos biofiltros, actúan como un lecho de biomasa fijada que separa los contaminantes presentes en el agua, los cuales son posteriormente digeridos por microorganismos, logrando así una mayor purificación del agua residual.
- Adicionalmente, se cuenta con un lecho de secado de lodos, donde los lodos depositados en el fondo de los reactores son removidos mediante bombeo y posteriormente colocados en un área específica destinada a su secado. Esta etapa permite un adecuado manejo y disposición de los lodos generados en el proceso de tratamiento de aguas residuales.



## Corte transversal de la obra



## Tipo y nivel de reúso

### Aplicación final

**Usos** El efluente tratado contiene nutrientes, por lo que puede ser utilizado para riego de forestación y/o parques urbanos, así como en agricultura para el riego complementario de cultivos de tallo alto, principalmente maíz y alfalfa.

La planta de Huasacalle se destaca en la implementación de un enfoque de economía circular en el tratamiento de aguas residuales. Mediante la adopción de prácticas innovadoras, el tratamiento logra cerrar los ciclos de agua y nutrientes, generando beneficios ambientales y económicos significativos. Una de las principales estrategias de la planta es la reutilización del agua tratada. Este recurso se utiliza de manera eficiente en el paisajismo local y en el riego suplementario de cultivos, como el maíz y la alfalfa. Esta práctica no solo reduce la necesidad de explotar nuevas fuentes de agua, sino que también optimiza el uso de los recursos disponibles, evitando su desperdicio y promoviendo la conservación.

Las prácticas de cultivo de maíz y alfalfa de la región se basan en las condiciones locales específicas junto con las prácticas ancestrales, pero por otro lado se destaca la adaptabilidad de estos cultivos a condiciones de sequía, lo cual es fundamental en un enfoque de economía circular.

La alfalfa, por ejemplo, posee una tolerancia notable a la falta de agua, pero su crecimiento requiere volúmenes considerables de este recurso debido a su sistema de raíces profundas y su densa vegetación. Sus requerimientos netos son de 1.025,6 [l/m<sup>2</sup>]. Por su parte, el maíz, tiene un requerimiento neto de 342,6 [l/m<sup>2</sup>]. Estos cultivos son ideales para la reutilización del agua tratada, ya que aprovechan eficientemente este recurso y contribuyen a cerrar el ciclo de nutrientes en la agricultura.

En la actualidad, la planta de tratamiento de Huasacalle procesa y produce un caudal de aproximadamente 102,96 [m<sup>3</sup>/d] de agua apta para ser reutilizada en actividades agrícolas. Esta cantidad es suficiente para abastecer el riego de alrededor de 14 hectáreas de cultivos de maíz o alfalfa desde la siembra hasta la cosecha.

Además de la reutilización del agua, la planta municipal de Huasacalle también se enfoca en la recuperación de nutrientes. Al reemplazar los fertilizantes sólidos con aguas residuales tratadas, se evita la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, así como la emisión de gases dañinos a la atmósfera. En cuanto a la recuperación de nutrientes, se destaca el aprovechamiento del nitrógeno y el fósforo, nutrientes clave en los fertilizantes químicos. El fósforo es un componente importante de los fertilizantes

químicos que, al ritmo actual de extracción, se agotará a finales de este siglo, por lo que la reutilización y el reciclaje de las aguas residuales contribuyen a conservar este valioso nutriente que, de lo contrario, termina siendo depositado en ríos, lagos y océanos.

Fuente: Datos obtenidos de las fichas técnicas de Aguatuya.

## 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]	8.568	2.706	5.863	68%
Carga orgánica [kg DQO/año]	11.537	3.533	8.005	69%
Sólidos suspendidos totales [Kg SST/año]	2.894	263	2.631	91%
Nitrógeno Amoniacal (NH <sub>3</sub> ) [kg/año]	2.063	1.442	621	30%

Se observa una reducción en la cantidad de materia orgánica. Estas reducciones representan un importante logro en la prevención de vertidos al medioambiente.

El enfoque de economía circular implementado permite aprovechar de manera efectiva los residuos generados, transformándolos en recursos valiosos para los cultivos. El residual restante, que contiene materia orgánica y nutrientes, se utiliza de manera beneficiosa en el riego de los cultivos, cerrando así el ciclo de nutrientes y evitando la necesidad de utilizar fertilizantes químicos.

## Costos y economía

El costo de implementación de la planta de tratamiento de agua residuales domésticas para la comunidad de Huasacalle 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 Huasacalle es de 97.124,00 [USD].
- El costo anual equivalente de esta planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 13.346,00 [USD/año].
- Gastos de amortización de Capital (CAPEX), el 51% 6.792,00 [USD/año].
- Gastos Operativos (OPEX), el 49% 6.554,00 [USD/año].
- El costo total per cápita es de 8,93 [USD/año].
- El costo total por metro cúbico de agua tratada es de 0,36 [USD/m<sup>3</sup>].

### Detalle del CAPEX de las PTAR

Descripción	Costo Total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Tierra y acondicionamiento	6.328,00	10%	684,00
Obras hidráulicas civiles	89.553,00	83%	5.652,00
Equipo (eléctrico o electromecánico)	1.243,00	7%	456,00
<b>TOTAL</b>	<b>97.124,00</b>	<b>100%</b>	<b>6.792,00</b>

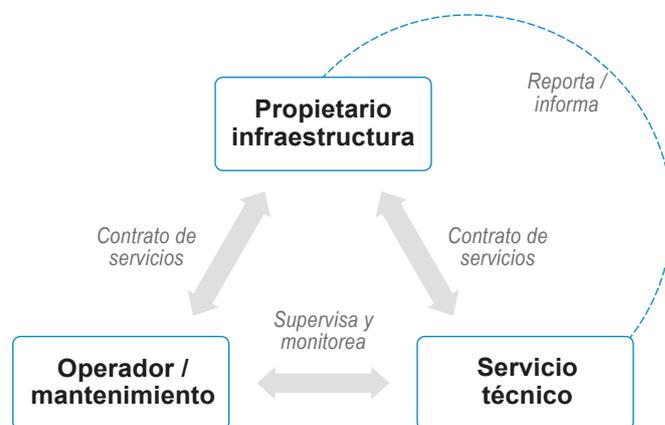
Se puede apreciar que los costos más significativos del proyecto son los que se refieren a la infraestructura e hidráulica necesaria debido a la complejidad y la cantidad de trabajo requerido en la construcción de las obras.

### Detalle del OPEX de las PTAR

Descripción	Costo [USD/año]	Porcentaje [%]
Salarios (Mantenimiento rutinario)	2.200,00	34%
Insumos, repuestos, EPPs	1.044,00	16%
Mantenimiento preventivo y correctivo	1.200,00	18%
Monitoreo de AR y LF	1.030,00	16%
Servicios básicos	1.080,00	16%
<b>TOTAL</b>	<b>6.554,00</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, asegurándose 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 planta de Huasacalle la operación y mantenimiento se realiza mediante un convenio específico entre el GAM de Cliza, la EPSA comunitaria Huasacalle y Aguatuya.

### 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 de la página siguiente se resumen las disposiciones institucionales aplicadas para el funcionamiento de los emplazamientos del proyecto.

Nombre PTAR	Propiedad	Operación y mantenimiento	Servicio técnico
PTAR Huasacalle	Municipio de Cliza	Fundación Aguatuya	Fundación Aguatuya

## Asociaciones, funciones y responsabilidades

La Cooperación Suiza (COSUDE), Aguatuya, el municipio de Cliza y la EPSA comunitaria Huasacalle han firmado acuerdos que regulan la interacción de 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 Cooperación Suiza financió el programa Gestión ambiental municipal, 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. Su principal responsabilidad es asistir técnicamente a los municipios y el cumplimiento de 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 descentralizado de aguas residuales en pequeñas poblaciones, 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 agua residual en el riego de cultivos, incluyendo técnicas adecuadas de riego 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 descentralizado de aguas residuales región Valle Alto Cochabamba, 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**

