



FICHA INFORMATIVA

Planta de tratamiento de aguas residuales San Isidro



Ubicación del proyecto: <https://maps.app.goo.gl/fsbMFuJjpmfdxQq57>

	Biodegradables	Heces/estiércol	Orina	Agua gris	Agua de lluvia
Recolección		Alcantarillado convencional.	Alcantarillado convencional.	Alcantarillado convencional.	
Tratamiento		Sedimentador primario, reactor anaeróbico de flujo ascendente y biofiltro horizontal.	Sedimentador primario, reactor anaeróbico de flujo ascendente y biofiltro horizontal.	Sedimentador primario, reactor anaeróbico de flujo ascendente y biofiltro horizontal.	
Reúso		Reúso de aguas residuales tratadas para el riego de cultivos de tallo alto, forraje y árboles frutales.	Reúso de aguas residuales tratadas para el riego de cultivos de tallo alto, forraje y árboles frutales.	Reúso de aguas residuales tratadas para el riego de cultivos de tallo alto, forraje y árboles frutales.	

Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

Datos generales

Nombre del proyecto

Planta de tratamiento de aguas residuales San Isidro 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: San Isidro.

Latitud: 17° 33' 28,60" S.

Longitud: 65° 58' 21,96" O.

Altura: 2.707 m.s.n.m.

Lugar implementación del proyecto

Centro urbano de San Isidro, Municipio de Cliza.

Período del proyecto

05/2018 - 10/2018.

Escala del proyecto

Población atendida: 1.100 habitantes.

Número de familias: 275.

Promedio de habitantes por familia: 4.

Inversión total: 57.744,00 USD.

Promedio de inversión per cápita: 52,50 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: 24.238,00 USD.

Organismo ejecutor

Fundación Aguatuya 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 San Isidro, 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 el reúso de las aguas residuales en el riego de cultivos. Además, la PTAR contribuye a reducir la contaminación que afecta al embalse de la represa de la Angostura, lugar donde desembocan las aguas tratadas por la planta.

Área de intervención

La comunidad de San Isidro forma parte de la sección municipal de Cliza, que se encuentra en la provincia Germán Jordán del departamento de Cochabamba. Cliza está situada a 37 km al sudeste de la capital del departamento. Geográficamente, se encuentra entre las latitudes sur 17°33' y 17°36' y las longitudes oeste 65°52' y 65°57'. El municipio abarca una superficie total de 48,7 [km²] 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.

El río Sulty es el río más importante del municipio y forma parte del sistema de cuencas del Río Caine - Grande. La comunidad de San Isidro se encuentra en la cuenca "Cliza Sulty", que tiene un área de drenaje de 1.966 [km²]. La altitud varía desde los 2.679 m.s.n.m hasta los 4.300 m.s.n.m, con un promedio de 2.760 m.s.n.m.

Aproximadamente el 60% de la superficie total del municipio de Cliza se destina a actividades agrícolas y pecuarias, mientras que el 30% se utiliza para viviendas familiares. El 10% restante corresponde a espacios no utilizables. Según los 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 San Isidro se ha construido bajo el 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° 33' 28,60"S, 65° 58' 21,96"O.

Características del municipio

Características	Municipio de intervención
Población [habitantes]	22.402 (INE 2020).
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]	2 700 m.s.n.m. - 2 730 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.
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.



Tecnologías aplicadas

En el Valle Alto de Cochabamba se han implementado una serie de sistemas de tratamiento concebidos bajo la priorización de procesos naturales para el tratamiento de las aguas residuales. Estas tecnologías se centran en el metabolismo de los microorganismos para eliminar los contaminantes en el agua residual. Esta elección tiene ventajas tanto ambientales como económicas, y no requiere el uso de insumos químicos costosos para el tratamiento. Comparando con las técnicas convencionales de tratamiento, esta solución es más respetuosa con el medio ambiente. Aguatuya ha priorizado una combinación de tratamientos en diferentes modalidades como parte del proceso de tratamiento de sus plantas de tratamiento, siguiendo estos principios.

La PTAR de San Isidro utiliza una secuencia de tecnologías que combina un reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA) y un biofiltro de flujo horizontal. Esta combinación aprovecha las ventajas de ambas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Los RAFA son conocidos por su bajo costo, bajo consumo energético y producción de biogás, y se encargan de la degradación de la materia orgánica, los biofiltros de flujo horizontal complementan el tratamiento eliminando la materia orgánica y los sólidos en suspensión residuales, esta combinación demuestra niveles de eficiencia, logrando eliminar hasta el 90% de la materia orgánica y reduciendo los costos energéticos.

Si bien la planta cuenta con infraestructura y equipamiento que permiten la desinfección del agua mediante cloración, este proceso no se aplica debido a los costos operativos, que afectan a la sostenibilidad del proyecto; en el aspecto técnico, ya que las aguas tratadas tienen un claro enfoque de reúso, tienen concentraciones elevadas de nutrientes, por lo que clorar estas aguas puede resultar contraproducente. Esta infraestructura de desinfección se consideró para situaciones de emergencia sanitaria.

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).

Información de diseño

Dimensionamiento	
Caudal de diseño [m ³ /día]	82,26
Tiempo de retención total [días]	4,5
Superficie total de la PTAR [m ²]	260

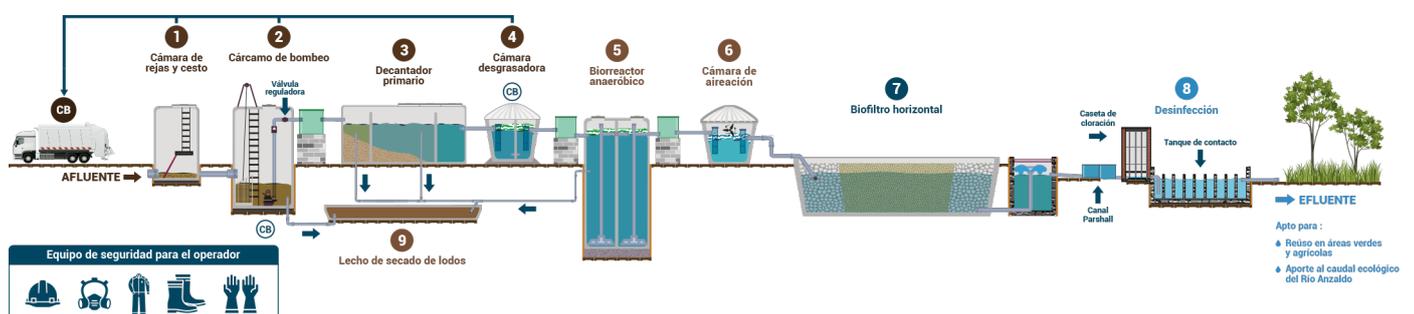
El diseño aplicado a la PTAR de San Isidro está orientado para tratar las aguas residuales a un nivel secundario. Los procesos de tratamiento son biológicos con el fin de poner el agua tratada a disposición de los agricultores para su reutilización en el riego complementario de cultivos.

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	Cámara de rejas y cesto	1	Para la retención de sólidos grandes se utilizará una cámara de rejas, que está ubicada previo al cárcamo de bombeo. El principal objetivo es el de proteger las bombas y los demás equipos de los sólidos gruesos que puedan contener las aguas residuales.
2	Cárcamo de bombeo	1	Recibir las aportaciones de los colectores para luego elevar las aguas residuales en dirección al sedimentador primario. Además de cumplir la función de equalizador permite mantener uniforme el caudal a enviar a la planta.
3	Decantador primario	1	Reduce los sólidos en suspensión del agua residual bajo la exclusiva acción de la gravedad.
4	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 manual y periódicamente.
5	Biorreactor anaeróbico	1	Tipo RAFA (Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente). Descompone la materia orgánica en compuestos más simples en ausencia de oxígeno. El proceso genera deposición de lodos en el fondo y gas metano.
6	Cámara de aireación	1	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.
7	Biofiltro horizontal	1	Humedal artificial de tipo subsuperficial de flujo horizontal. Lecho de biomasa fijada absorbe contaminantes del agua que posteriormente son digeridos por los microorganismos, en su mayoría, anaerobios.
8	Desinfección	1	Desinfección de patógenos y coliformes mediante la cloración. Compuesto por una caseta de cloración y un tanque de contacto. Este componente se utiliza de acuerdo a la necesidad del contexto.
9	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. Una vez secados, y con una desinfección parcial por rayos ultravioleta del sol, los lodos pueden ser aprovechados para recuperación de suelos.

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. El agua, cuando no es utilizada, se infiltra en los cursos de agua cercanos.

La planta municipal de San Isidro 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/m²]. Por su parte, el maíz, tiene un requerimiento neto de 342,6 [l/m²]. 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 San Isidro procesa y produce un caudal de aproximadamente 82,26 [m³/d] de agua apta para ser reutilizada en actividades agrícolas. Esta cantidad es suficiente para abastecer el riego de alrededor de 2 hectáreas de cultivos de maíz o alfalfa desde la siembra hasta la cosecha.

Además de la reutilización del agua, la planta de San Isidro se enfoca en la recuperación de nutrientes. Reemplazando 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. Respecto 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.

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]	12.671	2.522	10.148	80
Carga orgánica [kg DQO/año]	15.793	3.393	12.400	79
Sólidos suspendidos totales [Kg SST/año]	5.044	540	4.504	89
Nitrógeno (N) [kg/año]	1.328	1.314	13	1

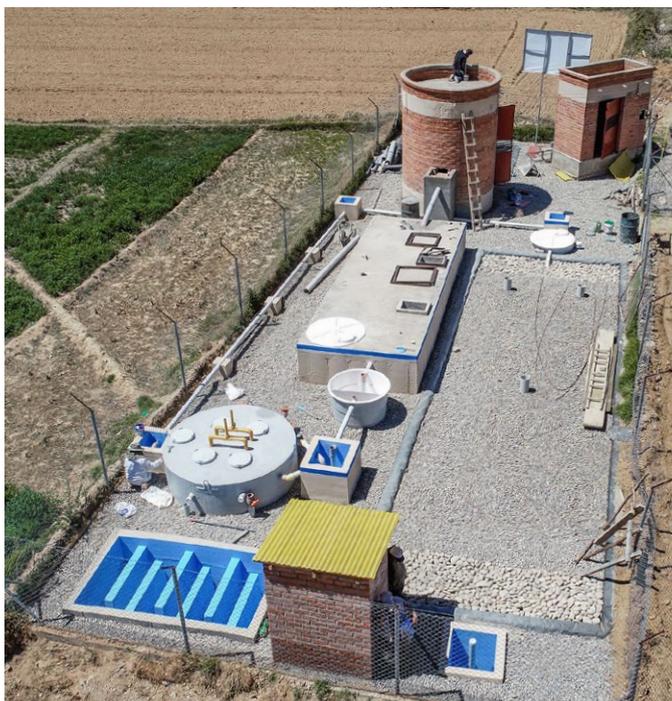
Se observa una reducción en la cantidad de materia orgánica. Estas reducciones representan un importante logro en la prevención de vertidos al medioambiente.

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 aguas residuales domésticas San Isidro se determinó utilizando la metodología del Costo Anual Equivalente (CAE) que considera los costos de inversión inicial y 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 San Isidro es de 57.744,00 [USD].
- El costo anual equivalente de la planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 10.113,00 [USD/año].
- Gastos de amortización de capital (CAPEX) el 43% (4.348,00 [USD/año]).
- Gastos operativos (OPEX) el 57% (5.765,00 [USD/año]).
- El costo total per cápita es de 9,20 [USD/año].
- El costo total por metro cúbico de agua tratada es de 0,34 [USD/m³].



Detalle del CAPEX de las PTAR

Descripción	Costo Total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Tierra y acondicionamiento	6.365,00	11	688,00
Obras hidráulicas civiles	50.129,00	87	3.201,00
Equipo (eléctrico o electromecánico)	1.250,00	2	459,00
TOTAL	57.744,00	100%	4.348,00

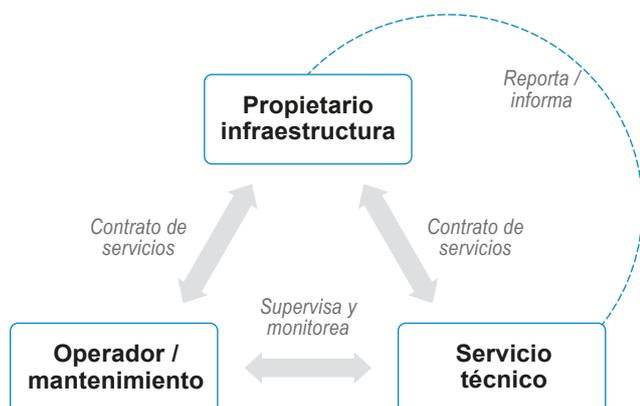
Se puede apreciar una diferencia entre el costo de inversión inicial de la PTAR y el costo total que se detalla en el cuadro del CAPEX. Esta diferencia se debe a que en la inversión inicial se consideran costos no depreciables como movimiento de tierras y actividades complementarias como la supervisión, etc. Se puede apreciar que los costos más significativos del proyecto son los que se refieren a las obras hidráulicas civiles 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)	2.213,00	38
Insumos, Repuestos, EPPs	1.050,00	18
Mantenimiento preventivo y correctivo	1.207,00	21
Monitoreo de AR y LF	1.036,00	18
Servicios Básicos	259,00	5
TOTAL	5.765,00	100%

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.



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.

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
PTAR San Isidro	Municipio de Cliza	Fundación Aguatuya	Fundación Aguatuya

Asociaciones, funciones y responsabilidades

Aguatuya y el municipio de Cliza 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.

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; 0 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		

En cuanto a los aspectos de sustentabilidad evaluados, el proyecto destaca por su adecuada tecnología de tratamiento de aguas residuales combinando reactores anaeróbicos con biofiltros. Esta tecnología permite alcanzar niveles de tratamiento adecuados, generando efluentes que pueden ser utilizados de forma beneficiosa en el riego de cultivos. Además, este enfoque de tratamiento tiene un impacto positivo en aspectos de salud e higiene pública, medio ambiente y recursos naturales, ya que reduce significativamente la eliminación inapropiada de lodos en tierras y cuerpos de agua, disminuyendo así los riesgos de contaminación. Esta iniciativa también representa avances significativos en términos financieros y económicos, al contar con modelos específicos garantizando la sostenibilidad de los servicios.

Los efectos a largo plazo del proyecto, su principal objetivo es 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 pueden ser replicados y ampliados a nivel nacional e internacional en sectores con características socioeconómicas similares. Además, se pretende establecer mecanismos financieros que impulsen el desarrollo efectivo de servicios de saneamiento sostenibles, mediante el fortalecimiento de la capacidad de los proveedores de servicios.

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 2024.

Autor:

Ivette Echeverría

Edición y revisión:

Lourdes Valenzuela

Directora de programas y relaciones institucionales

lvalenzuela@aguatuya.org

Alejandro Levy

Ingeniero de proyectos en gestión pública

alevy@aguatuya.org

Ariel Aldunate

Coordinador en ingeniería de agua y PTAR

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

Más información:

info@aguatuya.org

© Aguatuya

