

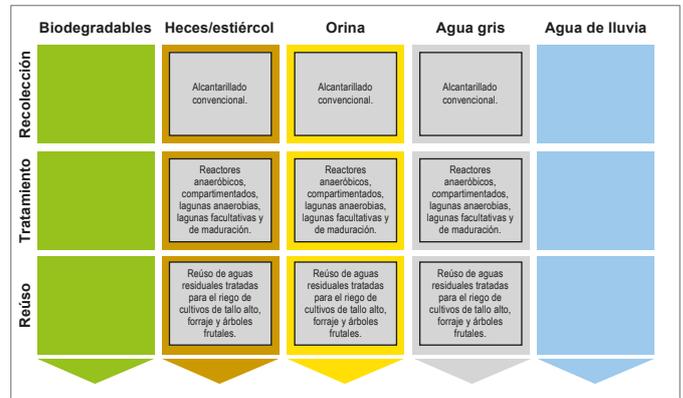


FICHA INFORMATIVA

Planta de tratamiento de aguas residuales Colque Rancho



Ubicación del proyecto: <https://maps.app.goo.gl/icSxyEFct4Bt5cSz5>



Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

Datos generales

Nombre del proyecto

Ampliación y optimización para el reúso del agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales Colque Rancho - Punata.

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: Punata.

Provincia: Punata.

Localidad: Punata.

Latitud: 17° 34' 21" S.

Longitud: 65° 52' 50" O.

Altura: 2.710 m.s.n.m.

Lugar implementación del proyecto

Centro urbano del municipio de Punata.

Período del proyecto

01/2017 - 01/2018.

Escala del proyecto

Población atendida: 23.291 habitantes.

Número de familias: 4.658.

Promedio de habitantes por familia: 5.

Inversión total: 667.242,00 USD.

Promedio de inversión per cápita: 28,60 USD.

Agencia de Cooperación

Agencia Sueca de Desarrollo Internacional (ASDI).

Contraparte del Estado

Contraparte del Gobierno Autónomo Municipal de Punata:
344.029,00 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.

En el Valle Alto de Cochabamba el tratamiento eficiente de las aguas residuales cobra gran importancia debido a la situación de escasez donde las aguas residuales son un recurso valioso para la actividad agrícola. El municipio de Punata es probablemente uno de los mayores productores agrícolas de la región.

El centro urbano de Punata evacua sus aguas residuales a la planta de tratamiento de Colque Rancho que se encuentra ubicada a unos 6 km al sudoeste de Punata y atiende a los requerimientos del casco viejo. Es el sistema de alcantarillado más importante de Punata y la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales data desde 1996. Para el año 2017, se había cumplido el periodo de diseño útil de la planta de tratamiento de aguas residuales y esta se encontraba operando en condiciones de sobrecarga. La infraestructura estaba inicialmente constituida por una serie de lagunas de estabilización. Para poder ampliar su capacidad de tratamiento, se incorporó al diseño inicial, un sistema de pretratamiento mecanizado mejorado y reactores anaeróbicos compartimentados. Adicionalmente, se retiraron de las lagunas todos los lodos acumulados a lo largo de los años.

Área de intervención

La provincia de Punata está ubicada aproximadamente a 40 km al sur de la ciudad de Cochabamba. De acuerdo con proyecciones del INE en función a los datos del Censo de Población y Vivienda de 2012, Punata cuenta con una población de 46.901 habitantes al año 2022, de los cuales aproximadamente 28.707 habitan en el centro urbano. Geográficamente, la ciudad se encuentra ubicada entre la latitud sur 17° 27' y la longitud 65° 53' a una altura de 2.730 m.s.n.m. El municipio de Punata abarca una superficie total de 850 [km²] de los cuales 132 [km²] están ocupados por el centro urbano. Según el sistema de clasificación de climas, el clima de Punata se define templado en verano y en invierno los fríos son intensos y húmedos. Los ríos principales son el río Sulty y el río Paracaya. La vocación de Punata es principalmente agrícola y pecuaria. El total de la superficie agropecuaria es del 39,50% siendo el restante 60,50% superficie no cultivable. El maíz es el cultivo más importante en una mayoría de los principales centros agrícolas. En algunos de ellos también se cultivan papa y trigo, en menor proporción se cultivan también cebollas, legumbres, zanahorias, hortalizas verdes además de duraznos y frutillas.

Su principal fuente de abastecimiento de agua son los pozos, sin embargo, en los últimos años se han enfrentado a situaciones de escasez de agua debido a las pocas precipitaciones pluviales. Dado el gran requerimiento de agua para el riego, las aguas residuales se consideran un recurso de gran valor. En el marco del programa "Modelos Descentralizados de Tratamiento en Bolivia", financiado por la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo (ASDI), se ha implementado y puesto en marcha la PTAR de Colque Rancho. Esta planta de tratamiento se encuentra ubicada en las coordenadas 17° 34' 21" S y 65° 52' 50" O, ingresando 1,5 km de la carretera Cliza - Punata.

Características del municipio

Características	Municipio de intervención
Población [habitantes]	46.901 (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]	2.710 m.s.n.m. - 2.750 m.s.n.m.
Precipitaciones medias mensuales de la estación seca [mm.]	9 mm. a 32 mm.
Precipitaciones medias mensuales de la temporada de lluvias [mm.]	46 mm. a 198 mm.
Promedio anual de precipitaciones [mm.]	509.
Temperatura media [°C]	17 °C a 19 °C.
Tasa de mortalidad infantil [por cada mil nacidos vivos]	22.
Acceso al agua potable distribuida por las líneas de suministro [%]	80.
Aguas residuales sanitarias [%]	63.
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 Punata coexisten.
Situación socio económica	El PIB per cápita de esta región es de 715,00 USD.
Agricultura y ganadería [%]	26.
Comercio [%]	27.
Fabricación [%]	11.
Construcción [%]	9.



Tecnologías aplicadas

En Punata se ha implementado un sistema de tratamiento de las aguas residuales del centro urbano concebidos bajo la priorización de procesos naturales para el tratamiento de las aguas residuales. Las tecnologías empleadas se centran en el metabolismo de los microorganismos para eliminar los contaminantes presentes en el agua residual. Esta elección tiene ventajas tanto ambientales como económicas, ya que no requiere el uso de insumos químicos costosos para el tratamiento. En comparación 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 planta de tratamiento de aguas residuales Colque Rancho, Punata, se compone de una secuencia de tecnologías que combinan el uso de un reactor anaeróbico compartimentado (RAC) y una serie de lagunas de estabilización: anaeróbicas, facultativas y de maduración. Los RAC son reconocidos por su bajo costo, bajo consumo energético y producción de biogás. En contraste, los reactores de lodos activados son altamente eficientes, pero tienen un mayor consumo energético. En esta combinación, los RAC eliminan gran parte de la materia orgánica, mientras que las lagunas de estabilización se encargan de eliminar la materia orgánica residual, los sólidos suspendidos y llevar a cabo la desinfección parcial. Esta combinación ha demostrado buenos niveles de eficiencia alcanzándose hasta un 67% en la eliminación de DQO y 80% en la eliminación de sólidos en suspensión. Esta configuración además permite reducir los costos energéticos en comparación con otros sistemas de tratamiento.



Descripción de los procesos

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

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 compartimentados (RAC) y lagunas de estabilización.
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).

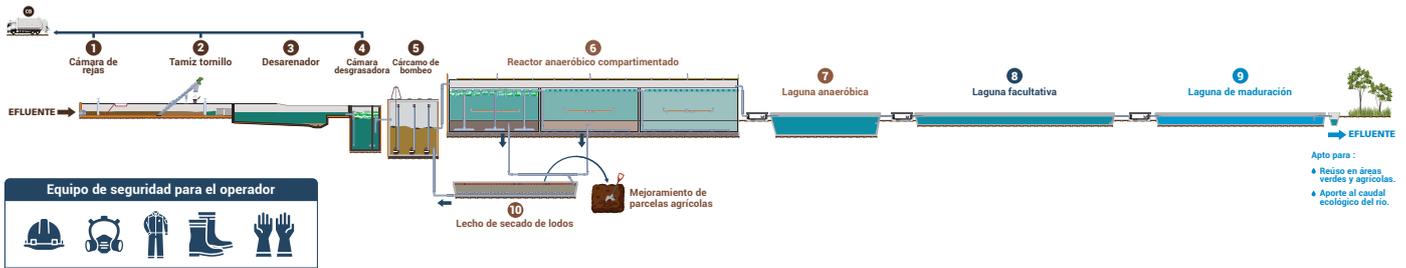
Información de diseño

Dimensionamiento	
Caudal de diseño [m³/día]	3.074,4
Tiempo de retención total [días]	28
Superficie total de la PTAR [m²]	54,5

El diseño aplicado a la planta de tratamiento de aguas residuales Colque Rancho está orientado para tratar las aguas residuales municipales 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.

Paso	Componente	Cant.	Municipio de intervención
1	Cámara de rejas	1	Canal con rejas para retención de objetos gruesos. El canal de ingreso a la PTAR cuenta con una serie de rejillas entre rejas gruesas y rejas finas para la retención de sólidos. Su limpieza es manual, remueve sólidos mayores a 2 cm y se ubica en el canal de ingreso a la PTAR.
2	Tamiz tornillo	1	El tamiz mecánico tipo tornillo sin fin, ubicado en el canal antes del desarenador, tiene una apertura de 5 mm. que sirve para la retención de los sólidos más finos.
3	Desarenador	1	Remueve material sedimentable.
4	Cámara desgrasadora	1	Separa material graso en suspensión en la fase acuosa del agua residual por flotación natural. El material graso es removido manualmente de manera periódica.
5	Cárcamo de bombeo	1	Recibe las aportaciones de los colectores para luego elevar las aguas residuales en dirección al tamiz auto-limpiante de pantalla continua. Además de cumplir la función de equalizador que mantiene uniforme el caudal a enviar a la planta.
6	Reactor anaeróbico compartimentado	2	Opera en régimen continuo y flujo ascendente. Durante el paso del agua residual, se descompone la materia orgánica en ausencia de oxígeno y el proceso genera un lodo digerido.
7	Laguna anaeróbica	3	Estanque profundo en el que la materia orgánica se estabiliza por procesos de digestión anaeróbica y los sólidos sedimentables se separan por precipitación.
8	Laguna facultativa	2	Estanque semiprofundo que opera en condiciones aeróbicas en la superficie y anaeróbicas en el fondo. La descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo tanto por microorganismos.
9	Laguna de maduración	3	Estanque de poca profundidad diseñada para mejorar la calidad del efluente eliminando patógenos y nutrientes residuales.
10	Lecho de secado de lodos	4	Lechos para el secado de lodos generados en el reactor anaeróbico. Una vez secados, y con una desinfección parcial por rayos ultravioleta del sol, los lodos pueden ser aprovechados para recuperación de suelos degradados o faltos de materia orgánica y macronutrientes.

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, así como en agricultura para el riego complementario de cultivos de tallo alto, principalmente maíz. El agua, cuando no es utilizada, es conducida por tubería al río Sulty.

La planta municipal de Colque Rancho 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 Colque Rancho procesa y produce un caudal de aproximadamente 2.416,4 [m³/d] de agua apta para ser reutilizada en actividades agrícolas. Esta cantidad es suficiente para abastecer el riego de alrededor de 27 hectáreas de cultivos de maíz o alfalfa desde la siembra hasta la cosecha, lo cual representa aproximadamente el 78% del área total disponible para la agricultura en las cercanías de la planta de tratamiento.

Además de la reutilización del agua, la planta municipal de Colque Rancho 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 y de los informes de seguimiento de la PTAR Colque Rancho.

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]	355.220	146.520	208.700	59
Sólidos suspendidos totales [Kg SST/año]	325.453	50.053	275.400	85
Nitrógeno (N) [kg/año]	60.974	43.503	17.471	29
Fósforo (P) [kg/año]	11.466	7.983	3.528	31

Se observa una reducción significativa en la cantidad de materia orgánica, así como en los nutrientes. 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 para el centro urbano de Colque Rancho 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 tratamiento Colque Rancho es de 667.242,00 [USD].
- El costo anual equivalente de esta planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 86.255,00 [USD/año].
- Gastos de amortización de capital (CAPEX) el 77% (66.533,00 [USD/año]).
- Gastos operativos (OPEX) el 23% (19.722,00 [USD/año]).
- El costo total per cápita es de 3,70 [USD/año].
- El costo total por metro cúbico de agua tratada es de 0,10 [USD/m³].

Detalle del CAPEX de las PTAR

Descripción	Costo Total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Tierra y acondicionamiento	80.550,00	12	5.433,00
Obras hidráulicas civiles	502.792,00	75	49.665,00
Equipo (eléctrico o electromecánico)	69.849,00	11	10.521,00
Oficinas y laboratorios	14.051,00	2	914,00
TOTAL	667.242,00	100%	66.533,00

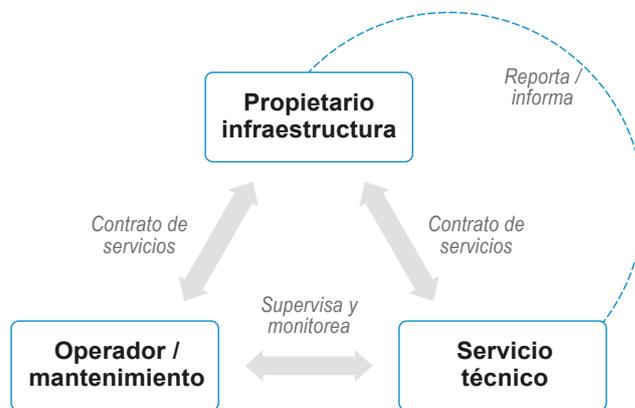
Se puede apreciar una diferencia entre el costo de inversión inicial de la PTAR y el costo total que se detalla en el cuadro del CAPEX. Esta diferencia se debe a que en la inversión inicial se consideran costos no depreciables como movimiento de tierras y actividades complementarias como la supervisión, DESCOM, etc. 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 [%]
Sueldos, salarios	5.141,00	26
Insumos, repuestos, EPPs	1.178,00	6
Mantenimiento preventivo y correctivo	6.681,00	34
Monitoreo de AR y LF	1.524,00	8
Servicios básicos	5.198,00	26
TOTAL	19.722,00	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.



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.

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 Colque Rancho	Municipio de Punata	Municipio de Punata	Municipio de Punata

Asociaciones, funciones y responsabilidades

Aguatuya como implementador del programa “Modelos descentralizados de saneamiento en Bolivia y el municipio de Cliza han firmado acuerdos de cooperación 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 financia 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		

Respecto a los aspectos de sustentabilidad evaluados, el proyecto destaca por su innovadora tecnología de tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados. Esta tecnología alcanza niveles de tratamiento muy elevados, generando efluentes de alta calidad 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 y garantizar la sostenibilidad de los servicios.

En cuanto a 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**

