



Diseños para la rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antero, Córdoba, incluyendo una opción de reúso

Colombia



Financiado por



Co-implementado por



Co-ejecutado por



El desarrollo de los Diseños para la rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antero, Cordoba, incluyendo una opción de fue liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) bajo el Proyecto GEF CReW+.

El GEF CReW+ es un proyecto de asociación financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) que está siendo implementado conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 18 países de la Región del Gran Caribe (RGC).

Este proyecto se basa en su anterior fase exitosa del proyecto “El Fondo Regional del Caribe para la Gestión de Aguas Residuales (CReW)” (2011-2017). CReW+ está siendo ejecutado por Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Secretaría del Convenio de Cartagena (CAR/RCU) en nombre del BID y el PNUMA, respectivamente.

Los 18 países participantes en el CReW+ (Barbados, Belice, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Grenada, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Saint Kitts and Nevis, Saint Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Surinam, Trinidad y Tobago) varían geográficamente, desde grandes países continentales hasta pequeños estados insulares con contextos políticos, lingüísticos y culturales significativamente diferentes.

Sobre el GEF: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) ha proveído de \$22 millones en donaciones y blended finance y ha movilizó cerca de \$120 billones en cofinanciamiento en más de 5200 proyectos y programas. El GEF es el fondo fiduciario más grande enfocado en permitir a países en desarrollo invertir en la naturaleza y apoya la implementación de convenios internacionales en biodiversidad, cambio climático, químicos y desertificación. Reúne 184 gobiernos, adicionalmente sociedad civil, organizaciones internacionales, sector privado y aliados.

Publicado por:	<i>Proyecto GEF CReW+ Implementando soluciones para la gestión integrada del agua y las aguas residuales para un Caribe limpio y saludable</i>
Autores:	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH</i>
Diseño:	<i>Proyecto GEF CReW+</i>
Fecha:	<i>Septiembre 2022</i>
Encargado por:	<i>Grupo de Coordinación Inter-Agencial (IACG por sus siglas en Ingles)</i>

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los/as autores/as y no necesariamente reflejan los puntos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Secretaría del Convenio de Cartagena (CAR/RCU), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de los Estados Americanos (OEA) o los países que representan.

El uso comercial no autorizado de los documentos está prohibido y puede ser sancionado según las políticas de las agencias y/o las leyes aplicables.

www.gefcrew.org

Contenido

Tablas	4
1. El Proyecto GEF CReW+	5
2. Objetivo del Proyecto	8
3. Línea Base - Problemática y retos	8
4. Actividad implementada: Diseños para la Rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antero, Córdoba, incluyendo una opción de reúso.....	10
4.1 Resumen ejecutivo.....	10
4.2. Implementación	12
Producto 3.1.2. Implementación de soluciones de baja tecnología integradas e innovadoras en materia de agua y aguas residuales a nivel rural y comunitario, incluida la función del género en el diseño y la implementación.....	12
4.3. Lecciones aprendidas	12
4.5. Plan de Trabajo	15
4.6. Puntos Focales y Socios Nacionales	16
4.7. Estructura de Implementación del Proyecto	18
5. Referencias	20
6. Anexos	21

Tablas

Tabla 1. Resumen ejecutivo de las actividades	11
Tabla 2. Plan de Trabajo	15
Table 3. Puntos Focales y Socios Nacionales	16
Table 4. Estructura de implementación.....	18

A decorative graphic consisting of three overlapping, wavy lines in shades of blue and green, positioned at the top left of the page.

1. El Proyecto GEF CReW+

El GEF CReW+ es un proyecto de colaboración aprobado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM/GEF por sus siglas en inglés) que es co-implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 18 países de la Región del Gran Caribe: Barbados, Belice, Colombia, Costa Rica, Cuba, Granada, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Panamá, República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam y Trinidad y Tobago. El concepto fue aprobado en noviembre de 2017 por el Fondo del Fideicomiso del FMAM por un monto aproximado de 15 millones USD.

Este proyecto innovador tiene como base la exitosa fase anterior llamada "El Fondo Regional del Caribe para la Gestión de Aguas Residuales (CReW por sus siglas en inglés)" implementado entre el 2011 y 2016. El GEF CReW+ está siendo ejecutado en nombre del BID por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y la Organización de los Estados Americanos (OEA) y en nombre del PNUMA por la Secretaría del Convenio de Cartagena. El programa mundial de GIZ "Sanitation for Millions" ejecuta actividades en 12 países.

La región del Gran Caribe se enfrenta a múltiples desafíos en el sector del agua y del saneamiento. Alrededor del 70% de la población de la región carece de acceso a servicios de saneamiento manejados de manera higiénica, lo que implica riesgos diarios

para la salud.

Como resultado de un marco legislativo y regulatorio débil en la gestión y la gobernanza de los recursos hídricos, así como de la falta de recursos para proveer de servicios de saneamiento sostenible, aproximadamente el 80% de las aguas residuales se vierten al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento. Lo anterior causa una grave contaminación de las aguas subterráneas, los suelos, las cuencas y finalmente del Mar Caribe. El Proyecto GEF CReW+ ofrece soluciones innovadoras y basadas en la naturaleza para mitigar los efectos de las aguas residuales no tratadas en el medio ambiente y la salud pública.

Al valorar el agua como un recurso escaso, el concepto de Gestión Integrada de los Recursos de Aguas Residuales (GIRH, IWWM en inglés) aplicado en el proyecto GEF CReW+ se basa en las cuatro R del enfoque de la economía circular: reducir, reutilizar, reciclar y recuperar. El proyecto considera las aguas residuales no como residuos, sino como un recurso valioso con potencial de reutilización en la agricultura, la industria y otros sectores comerciales. De esa manera, el proyecto GEF CReW+ contribuye directamente al logro de los objetivos estratégicos del desarrollo sostenible 3, 6, 11, 14 y 15.

En el ámbito institucional, el proyecto GEF CReW+ promueve la elaboración de normas, estrategias y políticas relacionadas a la gestión integrada de los recursos hídricos y las aguas residuales. Con el objetivo de proporcionar servicios a largo plazo, el proyecto identifica mecanismos de financiación sostenibles, como el pago por los servicios ambientales, la creación de incentivos y los fondos rotatorios. El suministro de soluciones técnicas del GEF CReW+ abarca el diseño, la construcción o rehabilitación de plantas de tratamiento de aguas residuales naturales e instalaciones sanitarias, conforme a los resultados de las evaluaciones específicas de cada país. Además, la gestión de conocimientos constituye una parte crucial del proyecto GEF CReW+, que

incluye la elaboración de una estrategia de comunicación para los 18 países participantes y con inventarios exhaustivos de material sobre la infraestructura de aguas residuales, la reutilización, la protección de las cuencas hidrográficas y los instrumentos de financiación tanto a nivel regional como nacional.

El GEF CReW+ no deja atrás a nadie y se adhiere a los principios de inclusión e igualdad. Las comunidades indígenas y las mujeres están incluidas y participan activamente en los procesos de planificación y ejecución.

Los asuntos de género son tomados en cuenta en el diseño, la aplicación y la supervisión de las medidas de la GIRH.

Todos los países participantes reciben el mismo trato, sin importar su idioma, comunidad, o pertenencia cultural.

En la marcha del proyecto GEF CReW+, se lograrán ajustes de los marcos legislativos, políticos y regulatorios para la GIRH en un mínimo de nueve países. La aplicación del concepto de economía circular conllevará a una mejor gestión del ciclo de vida del agua, lo que se traducirá en una mayor eficiencia en su suministro. Lo anterior, garantiza la protección de los recursos, así como un tratamiento adecuado de las aguas residuales y su reutilización.

Mediante la capacitación en las comunidades locales, el proyecto GEF CReW+ permitirá la aplicación y el mantenimiento sostenible de soluciones técnicas y financieras, así como una mejor comprensión de sus ventajas. Esas medidas no sólo contribuirán a mejorar considerablemente la situación sanitaria de las comunidades rurales y periurbanas, sino que también reforzarán su capacidad de resistencia a los efectos de las sequías y, de perspectiva más general, a las consecuencias del cambio climático y la variabilidad del clima en el sector hídrico.

2. Objetivo del Proyecto

El objetivo del CReW+ es apoyar a Colombia en el desarrollo de planes de acción de financiación específicos para la comunidad/rural y modelos comerciales para abordar la gestión integral del agua y de las aguas residuales, incluido el reúso, así como poner en marcha un sistema de reúso de efluentes tratados de la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero Córdoba, mediante la aplicación de innovaciones de tratamiento y gestión.

3. Línea Base - Problemática y retos 1

Colombia enfrenta retos en materia de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, que tradicionalmente se han enfrentado mediante el desarrollo de “infraestructura gris”. Los problemas asociados a la disponibilidad del recurso hídrico han aumentado, principalmente, debido a la explotación no sostenible de las fuentes de agua, la transformación excesiva de bosques en tierras agrícolas o ganaderas, la baja capacidad para enfrentar los fenómenos de variabilidad climática. Esto ha puesto al descubierto debilidades en el abordaje de la problemática integral del agua. En respuesta, el gobierno nacional ha orientado las políticas y brindado los lineamientos para que las autoridades ambientales y, las empresas de acueducto y alcantarillado reevalúen sus acciones, enfocándose no únicamente en captar, procesar y distribuir el agua, sino también en el cuidado de las fuentes de abastecimiento, e invirtiendo en la conservación y protección de los ecosistemas naturales o “infraestructura verde”.

El nuevo Plan Director de Agua y Saneamiento Básico de Colombia - Visión Estratégica 2018-2030 promueve esta visión estratégica de largo plazo del sector, enfocándose

¹ Estudio de soporte para el proyecto: “Medidas regulatorias asociadas a inversiones ambientales que puedan ser incluidas en tarifas”. (La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, entidad del orden nacional, adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio)

en la seguridad hídrica y el desarrollo integral de los municipios, el medio ambiente y los sectores productivos. El Plan logra formalizar una serie de acciones como son:

- a) la promoción de sistemas de información intersectoriales para la toma de decisiones;
- b) el fortalecimiento institucional del sector desde una perspectiva amplia y la construcción de las capacidades empresariales de los prestadores;
- c) articular las políticas públicas y la planificación del sector de agua potable y saneamiento básico entre diferentes niveles de gobierno y con otros sectores;
- d) concientizar de una manera holística a los usuarios del agua para que reconozcan y valoren ambiental, social y económico del agua; y
- e) impulsar el uso de infraestructura sostenible, adaptada a las necesidades diferenciales de los territorios e implementación de tecnologías innovadoras y eficientes.

Asimismo, el Plan establece el marco para la articulación de los diferentes instrumentos de planeación, que incluye instrumentos regulatorios y de apoyo financiero, como son la optimización del gasto sectorial, la articulación de inversiones en agua con el sector agrícola y energético, la promoción de Asociaciones Público-Privadas para la ejecución de obra y operación de sistemas de agua, y financiamiento de Planes Departamentales que movilizan recursos fiscales nacionales, recursos de tarifas de agua y por descargas a nivel local. En materia de reúso, el DNP expidió el Documento CONPES 4004 Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y aguas residuales, para el impulso de nuevas técnicas de tratamiento de aguas residuales y su reúso.

Un aspecto medular en estas reformas del sector es la aplicación de sistemas de gestión y tecnologías innovadoras para el tratamiento y reúso de las aguas residuales domésticas. Municipalidades en Departamentos costeros, como son los de Atlántico y Córdoba, descargan sus aguas directamente al mar, y adolecen de las capacidades

técnicas y financieras que les permitan avanzar en el cumplimiento de normas de calidad en los vertidos, así como en el cumplimiento de nueva normatividad ambiental, como es la Resolución 1256 de 2021 relacionada al reúso de aguas, para disminuir efectivamente las cargas contaminantes sobre las fuentes hídricas, reduciendo costos ambientales y re potencializando el reúso del agua para actividades agrícolas e industriales.

4. Actividad implementada: Diseños para la Rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antero, Córdoba, incluyendo una opción de reúso

4.1 Resumen ejecutivo

Componente 3. Soluciones innovadoras a pequeña escala para la gestión integrada de recursos hídricos y aguas residuales a nivel local, periurbano y comunitario

- + Optimizar la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero, Córdoba por medio de la instalación de un sistema de reúso de efluentes, que incluye: a) **Diagnóstico, línea base y desarrollo de estudios anteproyecto y diseño.**

Tabla 1. Resumen ejecutivo de las actividades

Resultado	Producto	Indicador	Meta Fisica	Objetivo de las Actividades
Componente 3: Soluciones innovadoras a pequeña escala para la gestión integrada de recursos hídricos y aguas residuales a nivel local, periurbano y comunitario				
3.1: Mejor tratamiento de las aguas residuales, incluida la reutilización en lugares críticos rurales y periurbanos aplicando soluciones de baja tecnología para la gestión integrada de recursos hídricos y aguas residuales	3.1.2 Implementación de soluciones de baja tecnología integradas e innovadoras en materia de agua y aguas residuales a nivel rural y comunitario, incluida la función del género en el diseño y la implementación	#Soluciones de baja tecnología aplicadas que han reducido la contaminación	1	Optimizar la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero Córdoba por medio de la instalación de un sistema de reúso de efluentes, que incluye: a) Diagnóstico, línea base y desarrollo de estudios anteproyecto y diseño; b) Implementación de las mejoras identificadas; y c) monitoreo de resultados del tratamiento

4.2. Implementación

Producto 3.1.2. Implementación de soluciones de baja tecnología integradas e innovadoras en materia de agua y aguas residuales a nivel rural y comunitario, incluida la función del género en el diseño y la implementación

Agencia Ejecutora: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH a través del programa global Sanitation for Millions



Actividad: Realizar el diagnóstico, línea base y desarrollo de estudios anteproyecto y diseños de detalle de optimización de la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero Córdoba, por medio de la instalación de un sistema de reúso de efluentes (Etapa III a).

NB: Las actividades de las etapas II y V se han desarrollado con fondos de la cooperación alemana que GIZ movilizó adicionalmente (grant agreement con INVEMAR y actividades de desarrollo de capacidades y sensibilización en S. Antero de Córdoba y para reúso en la agricultura).

Ver documentos relacionados con etapa III a) en el anexo 06.

4.3. Lecciones aprendidas

- + Contar con el apoyo de la administración local es fundamental para el correcto desarrollo del proyecto. Este apoyo permite agilizar trámites administrativos que son necesarios para la optimización planteada, además su compromiso permite definir desde el inicio sus roles y responsabilidades que gracias a su buena disposición permite mantener esta responsabilidad a lo largo del proyecto. En el caso

de San Antero, serán los responsables de los permisos ambientales y las obligaciones asociadas a ellos y de la operación del sistema de reúso, por lo que involucrarlos en cada una de las etapas es clave para garantizar que tanto los costos que deben ser asumidos por ellos como los beneficios sean entendidos y socializados a los responsables y que se logre que los recursos necesarios estén proyectados y se garanticen incluso antes de la implementación.

- + GIZ movilizó fondos del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ) para concretar un grant agreement con INVEMAR (marzo-setiembre 2020). Su objetivo es evaluar la calidad ambiental de los cuerpos de agua desde el cuerpo receptor del vertimiento, el manglar y el mar, identificar los riesgos potenciales y elaborar un mapa de riesgos potenciales y sensibilidad ambiental en San Antero de Córdoba. INVEMAR, entregará insumos técnicos para conocer el impacto de los vertimientos sobre el medio ambiente costero y recomendaciones para disminuir este impacto mediante la gestión de las aguas residuales y su reutilización en Setiembre de 2022. Además de examinar los posibles riesgos asociados a la contaminación, antes de la intervención con lo cual se tendrá la línea base para su evaluación posterior luego de la puesta en marcha del sistema optimizado de tratamiento y el sistema de reúso para identificar los cambios en calidad ambiental asociados al proyecto.
- + Además, los recursos del BMZ han sido utilizados para actividades de desarrollo de capacidades y sensibilización en S. Antero de Córdoba y para reúso en la agricultura. Esto apoya a la sostenibilidad de las actividades y al involucramiento de las autoridades y comunidades locales en el proyecto desde una fase incipiente. Se logró de esta manera fortalecer las capacidades del manejo integral de cultivos con reúso, enfocado a las asociaciones de pequeños agricultores y ganaderos de la zona y el personal de la Alcaldía involucrado en el proyecto en capacitaciones que se realizarán durante 4 días de forma presencial en el Municipio en abril de 2022.
- + Involucrar a la comunidad desde las etapas iniciales permite identificar

potencialidades de aplicación del reúso, conocer su posición frente al tema y generar sinergias para apoyar el proceso en cada una de las etapas. Además, es posible trabajar en el fortalecimiento de sus capacidades y encontrar opciones que permitan que los resultados sean aún más visibles para ellos siendo beneficiarios directos, de manera que se involucren de primera mano, buscando alternativas de participación que incluso podrían ser tratadas en materia de género, como el caso de San Antero, donde se ha identificado un potencial para que el proyecto de reúso sea encabezado por mujeres líderes de asociaciones de pequeños agricultores (actividad ejecutada con fondos del BMZ).

- + Apoyar de manera paralela temas de investigación permiten enriquecer los resultados del proyecto con una visión más amplia de los cambios que se pueden generar en el territorio. Estos resultados deben ser socializados en grandes escenarios para aumentar su difusión ya que el impacto que podría tener el proyecto que al ser un piloto busca que sea replicado en más escenarios gracias a sus beneficios sociales, ambientales y económicos identificados (INVEMAR con fondos del BMZ).
- + Involucrar a entidades del gobierno central y su apoyo para el trámite de actividades claves para el desarrollo del proyecto le dan mayor importancia a nivel local con lo cual se reducen los tiempos necesarios para ciertos pasos administrativos.
- + Es importante tener en cuenta desde la planeación del proyecto GEF CReW+ que los fondos establecidos para la implementación, una vez se llegue a la solución definitiva pueden ser mayores. La fluctuación de los costos de las medidas implementadas cuando existe un mayor detalle podría incrementar de manera sustancial los precios calculados inicialmente, además de las fluctuaciones del mercado en relación con las materias primas o los incrementos por causas externas como el COVID o la inflación. Si se tiene en mente desde el inicio los posibles incrementos podría evitarse planificación insuficiente de recursos para la implementación de la medida establecida en detalle.

4.5. Plan de Trabajo ²

Tabla 2. Plan de Trabajo

ACTIVIDAD	2021			2022												2023						
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	
Poner en marcha un sistema de reúso de efluentes tratados de la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero Córdoba.																						
Etapa I. Diagnóstico, línea base y desarrollo de estudios anteproyecto (6 meses).	■	■		■	■																	
Etapa II. Evaluar los riesgos potenciales asociados a contaminantes biológicos y químicos sobre el recurso hídrico marino y costero (INVEMAR – ejecutado con fondos del BMZ).						■	■	■	■	■	■	■										
Etapa III. a) Diseño (6 meses).							■	■	■	■	■											
Etapa V. Aumentar la concienciación sobre el estado actual de la contaminación del recurso hídrico y la importancia de una gestión adecuada de las aguas residuales (a) capacitaciones implementadas con fondos del BMZ y (b) actividades en ámbito de la campana de comunicación regional con fondos del GEF CReW+).						■	■	■	■	■	■	■										

■ Fechas en las que el Proyecto GEF CReW+ dará apoyo a las actividades

■ Fechas en las que GIZ dará apoyo a las actividades en caso de extensión (véase notas al pie 3 y 4)

² Las actividades bajo la ejecución de GIZ vencen en septiembre del 2022, según el acuerdo de ejecución entre el BID y GIZ. Sin embargo, el Proyecto GEF CReW+ tiene una fecha estimada de finalización de junio de 2023, la cual fue adoptada en la 1ra reunión del Comité Directivo del Proyecto, hasta cuando el proyecto apoyará a los países en la finalización de las actividades nacionales y regionales.

4.6. Puntos Focales y Socios Nacionales

Table 3. Puntos Focales y Socios Nacionales

Nombre	Role en CReW+	Organización	Correo electrónico
Maria Fernanda Velez	Punto Focal Operacional de GEF	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Oficina de Asuntos Internacionales	mvelez@minambiente.gov.co
Ana Marlene Arriaga Rodríguez	Punto Focal Técnico	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos	aarriaga@minambiente.gov.co
Laura Camila Bermudez Wilches	Punto Focal Técnico	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Asuntos Internacionales	lbermudez@minambiente.gov.co
Erick Richard Castro Gonzalez	Punto Focal Técnico	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Director técnico de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos	ercastrog@minambiente.gov.co

Martha Eddy Arteaga	Punto Focal Técnico	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos	mearteaga@minambiente.gov.co
Sra./Srta. Yaisa L Bejarano	Punto Focal Técnico	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Oficina de Asuntos Internacionales	ybejarano@minambiente.gov.co
Zayda Janeth Sandoval Nunez	Punto Focal Técnico	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	ZSandoval@minvivienda.gov.co
Carlos Augusto Sierra Rios	Punto Focal Técnico	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	CSierra@minvivienda.gov.co
Luisa Espinosa	Punto Focal Técnico	INVEMAR	luisa.espinosa@invemar.org.co
Lizbeth Janet Vivas Aguas	Punto Focal Técnico	INVEMAR	janet.vivas@invemar.org.co

4.7. Estructura de Implementación del Proyecto

Table 4. Estructura de implementación

Agencia	Rol en el Proyecto	Contacto	Correo electrónico
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Agencia Implementadora Líder	Rodrigo Riquelme Especialista Líder de Agua y Saneamiento, INE/WSA	rodrigor@iadb.org
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)	Agencia Implementadora	Isabelle Van der Beck Directora Aguas Internacionales GEF División de Ecosistemas, Marina y Costera Unidad de Ecosistemas	isabelle.vanderbeck@un.org
	Grupo de Coordinación del Proyecto (PCG por sus siglas en Inglés)	Pedro Moreo Mir Coordinador Regional	pmoreo@iadb.org

<p>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH</p>	<p>Agencia Ejecutora</p>	<p>Bärbel Schwaiger Directora del programa <i>Sanitation for Millions</i> División Medio Ambiente, Clima e Infraestructura</p>	<p>baerbel.schwaiger@giz.de</p>
<p>Secretaría de la Convención de Cartagena (CAR/RCU)</p>	<p>Agencia Ejecutora</p>	<p>Christopher Corbin Oficial de Programas Subprogramas de Contaminación y Comunicaciones Secretaría del Convenio de Cartagena División de Ecosistemas</p>	<p>christopher.corbin@un.org</p>
<p>Organización de los Estados Americanos (OEA)</p>	<p>Agencia Ejecutora</p>	<p>Andres Sanchez Especialista Programas de Agua Secretaría Ejecutiva para el Desarrollo Integral (SEDI) Departamento de Desarrollo Sostenible (DDS) Sección de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)</p>	<p>asanchez@oas.org</p>

5. Referencias

BID, Estrategia de País con Colombia 2019-2022 (GN-2972)

BID. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA (CO-L1242, CO-J0009, CO-G1017)

DNP, Documento CONPES 4004, Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y aguas residuales.

Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (<https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Qu-es-el-PND.aspx>)

Plan Director Agua y Saneamiento Básico 2018-2030

Resolución 1256 de 2021 relacionada al reúso de aguas (Resolución 1256 de 2021 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (minambiente.gov.co))

Programa de Abastecimiento de Agua y Manejo de Aguas Residuales en Zonas Rurales” (2732/OC-CO)

6. Anexos

6.1 Informe de prefactibilidad San Antero



Informe de Prefactibilidad

OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DISEÑO DE SISTEMA DE



Financiado por



Co-implementado por



Co-ejecutado por



El informe de prefactibilidad para la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antero, Córdoba, incluyendo una opción de reúso fue liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) bajo el Proyecto GEF CReW+.

El GEF CReW+ es un proyecto de asociación financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) que está siendo implementado conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 18 países de la Región del Gran Caribe (RGC).

Este proyecto se basa en su anterior fase exitosa del proyecto "El Fondo Regional del Caribe para la Gestión de Aguas Residuales (CReW)" (2011-2017). CReW+ está siendo ejecutado por Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Secretaría del Convenio de Cartagena (CAR/RCU) en nombre del BID y el PNUMA, respectivamente.

Los 18 países participantes en el CReW+ (Barbados, Belize, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Grenada, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Saint Kitts and Nevis, Saint Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Suriname, Trinidad y Tobago) varían geográficamente, desde grandes países continentales hasta pequeños estados insulares con contextos políticos, lingüísticos y culturales significativamente diferentes.

Sobre el GEF: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) ha proveído de \$22 millones en donaciones y blended finance y ha movilizado cerca de \$120 billones en cofinanciamiento en más de 5200 proyectos y programas. El GEF es el fondo fiduciario más grande enfocado en permitir a países en desarrollo invertir en la naturaleza y apoya la implementación de convenios internacionales en biodiversidad, cambio climático, químicos y desertificación. Reúne 184 gobiernos, adicionalmente sociedad civil, organizaciones internacionales, sector privado y aliados.

Publicado por: GEF CReW+ *“Implementando soluciones para la Gestión Integrada del Agua y de las Aguas Residuales para un Caribe limpio y saludable”*

Autor: *María Elza García Morales*

Diseño: *Proyecto GEF CReW+*

Fecha: *Julio 2022*

Ejecutado por: *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)*

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan los puntos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Secretaría del Convenio de Cartagena (CAR/RCU), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de los Estados Americanos (OEA) o los países que representan.

El uso comercial no autorizado de los documentos está prohibido y puede ser sancionado según las políticas de las agencias y/o las leyes aplicables.

www.gefcrew.org

Contenido

Introducción	8
1. Ubicación de la PTAR en el municipio de San Antero - Córdoba	11
2. Información General del Prestador	13
3. Identificación de actores.....	14
4. Población beneficiada con el proyecto de saneamiento básico	15
5. Especificaciones técnicas PTAR San Antero - Córdoba	17
5.1. Características de Diseño.....	17
5.2. Componentes del sistema	19
6. Prospectiva.....	Error! Bookmark not defined.
6.1. PROYECCIÓN DE USUARIOS DEL SISTEMA	24
6.2. DOTACIÓN BRUTA.....	25
6.3. DEMANDA	25
6.3.1. Caudal Medio Diario - Q_{md}	25
6.3.2. Caudal Máximo Diario - QMD	26
6.3.3. Caudal Máximo Horario - QMH.....	26
6.4. CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES.....	26
6.4.1. Caudal de aguas residuales domesticas - Q_D	26
6.4.2. Caudal de aguas residuales comerciales. (Q_c).....	27
6.4.3. Caudal de aguas residuales Institucional. (Q_{in})de.....	27
6.5. CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES. (Q_{MD})	27
6.6. CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Q_{MH})	28
6.7. CAUDAL DE DISEÑO AGUAS RESIDUALES (Q_{Df}).....	28
7. Cálculo de caudales tratados, vertidos y cargas contaminantes.....	29
8. REQUISITOS LEGALES	34
9. Terrenos disponibles para el proyecto de reúso	35
10. OPTIMIZACIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO	38
10.1. REPOSICION DE REJILLA	38
10.2. REPOSICION VERTEDERO TRIANGULAR	39
10.3. REPOSICION TUBERIA AFLUENTE A LA LAGUNA 1 FACULTATIVA.....	39

10.4.	REMOCION DE LODOS LAGUNA 1	39
10.5.	LIMPIEZA Y PODA DE ARBOLES EN BORDES DE LAS LAGUNAS.....	42
10.6.	INSTALACION DE CANALETA PARSHALL A LA SALIDA DE LA LAGUNA 3	42
10.7.	CONSTRUCCION LECHOS DE SECADO DE LODOS.....	42
11.	SISTEMA DE RIEGO PARA REUSO DE EFLUENTES DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS.....	45
11.1.	Sistema de Filtración.....	45
11.1.1.	Criterios de diseño del filtro de arena.....	46
11.1.2.	Dimensionamiento del filtro de arena	46
11.2.	Tanque de Cloración	47
11.3.	Sistema de bombeo.....	48
11.4.	Sistema de Riego	48
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
13.	CANDIDATOS PARA EL DISEÑO	54
	DETERMINACION DE LA CARGA DE DISEÑO - C_s	57
	DETERMINACION DE LA CARGA SUPERFICIAL REMOVIDA EN LA LAGUNA	57
	CALCULO DEL AREA DE LA LAGUNA.....	58
	CALCULO DEL TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA.....	58

Índice de Tablas

Tabla 1. Actores involucrados con el proyecto	14
Tabla 2. Sectores de prestación del servicio de alcantarillado.....	15
Tabla 3. Características de diseño.....	17
Tabla 4. Componentes y diagnóstico del sistema de tratamiento.....	19
Tabla 5. Calculos de demanda de agua proyectada	26
Tabla 6. Calculos de caudal de aguas residual proyectados.....	28
Tabla 7. Comparación de la calidad de agua del efluente y la norma de vertimiento a fuentes de agua superficial	31
Tabla 8. Comparación de la calidad del efuente con la norma de vertimiento a cuerpos de agua marina.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 9. Actividades de optimización PTAR.....	43
Tabla 10. Parámetros de diseño para la rejilla	38
Tabla 11. Parámetros de diseño para lechos de secado de lodos.....	42
Tabla 12. Parámetros de diseño para el filtro de arena	47
Tabla 13. Calculo del sistema de riego	49
Tabla 14. Listado de empresas propuestas.....	54

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la PTAR.....	12
Figura 2. Población beneficiaria del proyecto	16
Figura 3. Terrenos disponibles para proyecto de reúso	36
Figura 4. Rejilla.....	38
Figura 5. Vertedero triangular	39
Figura 6. Disposición tubería de entrada a laguna 1	39
Figura 7. Lechos de secado de lodos.....	43
Figura 8. Planteamiento general sistema de reúso	45
Figura 9. Filtros de arena	47

A decorative graphic consisting of three overlapping, wavy lines in shades of green, blue, and grey, positioned at the top left of the page.

Introducción

En el año 2016 se lanza ***Sanitation for Millions***, una iniciativa multidonante para atender los problemas de agua y saneamiento y contribuir efectivamente en alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible globales, liderada por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) como donante líder y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) como entidad implementadora.

El proyecto ***Sanitation for Millions*** es una plataforma de cooperación entre donantes internacionales bajo los auspicios del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ). Recibe financiación adicional de la Fundación Bill & Melinda Gates, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Comercio de Hungría, el fondo de solidaridad británico Water Unite y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Sanitation for Millions tiene como objetivo proveer acceso adecuado y equitativo al saneamiento básico e higiene. Sus actividades se centran en las necesidades de grupos vulnerables y en desventaja como niños, mujeres y chicas, refugiados, personas con discapacidades y comunidades indígenas. Además, busca soluciones sostenibles considerando la cadena de saneamiento y aplicando criterios para asegurar resultados a largo plazo y que sean económicamente viables y socialmente aceptables de manera inclusiva y garantizando el intercambio de experiencias y de la gestión de conocimientos entre los países beneficiarios.

En el Caribe, el proyecto apoya mecanismos de financiamiento innovadores para la gestión del agua y las aguas residuales en nombre del BID como parte del proyecto CReW +, que es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

A la problemática cada vez más apremiante en Colombia frente al cumplimiento de la normatividad en materia de prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado por parte de los prestadores, se suma el aumento indiscriminado en la demanda de agua, lo que supone una mayor presión sobre las fuentes hídricas abastecedoras que cada día disminuyen su oferta hídrica por los cambios generados sobre el ciclo hidrológico en las microcuencas. Estos cambios provienen de la deforestación incontrolada generada por la ampliación de la frontera agrícola o ganadera y la gran fragilidad de los ecosistemas para resistir la variabilidad climática

que se da a nivel mundial.

Para hacer frente a esta situación, el gobierno a empezado a abordar la problemática del agua de una manera integral que deberá permitir a futuro ampliar el enfoque del uso del agua, no solamente para abastecer los sistemas de acueducto, sino también potenciando la necesidad de proteger las cuencas abastecedoras conservando y protegiendo los ecosistemas que interactúan en ellas. Para esto se han generado estrategias como los Pagos por Servicios Ambientales - PSA y otras que podrán ser abordadas desde las metodologías tarifarias de tal manera que se garantice su financiación en el tiempo.

El objetivo del CReW+ es apoyar a Colombia en el desarrollo de planes de acción de financiación específicos para la comunidad/rural y modelos comerciales para abordar la gestión integral del agua y de las aguas residuales, incluido el reúso, así como poner en marcha un sistema de reúso de efluentes tratados de la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero Córdoba, mediante la aplicación de innovaciones de tratamiento y gestión.

Para lograr este objetivo general, se ha contratado esta consultoría que busca elaborar un diagnóstico comprensivo de la planta de tratamiento de aguas residuales - PTAR del municipio de San Antero - Córdoba que incluya la identificación de las mejoras necesarias para optimizar su funcionamiento y permitir el reúso del efluente.

CAPÍTULO I

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL

PROYECTO



1. Ubicación de la PTAR en el municipio de San Antero - Córdoba

El municipio de San Antero se encuentra localizado en la región del bajo Sinú, pegado a la costa del Mar Caribe. Es una zona cálida y de tierras fértiles para la agricultura, aunque la belleza de sus playas y manglares lo han potenciado como epicentro turístico del departamento de Córdoba. A pesar de ser un municipio costero, la topografía es bastante quebrada y ondulada especialmente en el casco urbano.



Imagen 1. San Antero - Córdoba (Fuente: Archivo alcaldía municipal)

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se ubica hacia el Noroccidente del Municipio de San Antero a 1,5 Km del Parque principal tomando la vía que lleva al sector de Villa Roma.

La ubicación en coordenadas WGS84 es $N9^{\circ}22'46''$ $W75^{\circ}46'11,7''$ a una altura de 2 msnm.

El sistema de tratamiento de aguas residuales está ubicado en terreno rural propiedad del municipio de San Antero de aproximadamente 7,8 Ha de extensión.

Existen dos situaciones que generan expectativa dentro de la administración municipal con respecto a la localización de las lagunas de oxidación.

- ✓ La presencia de asentamientos subnormales en un área cercana a la laguna y que se han denominado "Asentamiento humano laguna de oxidación"
- ✓ Las quejas por olores agresivos de los habitantes del sector Cacho Adentro del Barrio Sierra Morena que, por estar ubicados en la parte alta, en época de vientos reciben aquellos que vienen desde las lagunas de oxidación

El plano de localización con el detalle de la ubicación de los asentamientos y el sector del barrio afectado se muestra en la figura 1.

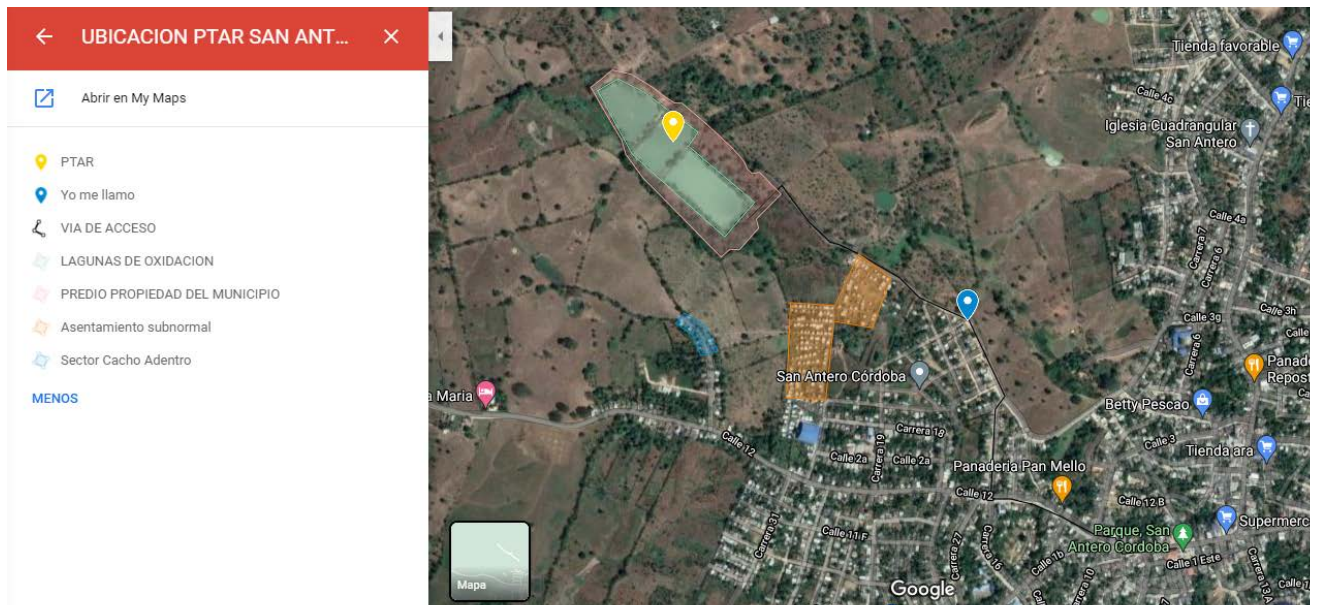


Figura 1. Ubicación de la PTAR (Fuente: este estudio)

2. Información General del Prestador

La prestación de los servicios públicos en el municipio de San Antero - Córdoba se realiza a través de la empresa Aqualia Latinoamérica SA ESP, que pertenece a la filial española Aqualia.

Aqualia tiene como objetivo fundamental la mejora continua en la gestión integral del agua, siendo líderes en proyectos de innovación y uso de nuevas tecnologías en los 17 países donde prestan sus servicios: Argelia, Arabia Saudí, Colombia, Chile, Ecuador, Egipto, Emiratos Árabes, España, Francia, Italia, México, Omán, Portugal, Qatar, República Checa, Rumanía y Túnez.

En Colombia, empieza operaciones en el año 2016, y actualmente hace presencia en Bogotá a través del Consorcio Expansión PTAR SALITRE, Aqualia Latinoamérica S.A. E.S.P, que presta servicios públicos en 12 municipios del departamento de Córdoba y Aqualia Villa del Rosario, S.A.S E.S.P., para la gestión de la población del mismo nombre, en el Norte de Santander.

Este posicionamiento en el sector de Aqualia como una empresa vanguardista, especializada, transparente e innovadora que le apuesta a la gestión integral del agua como parte fundamental del desarrollo sostenible del recurso, se constituye en un pilar fundamental que permitirá garantizar la sostenibilidad y operación del proyecto de reúso en el tiempo.

El equipo técnico de Aqualia Latinoamérica SA ESP expresó su compromiso para llevar a buen término el proyecto GEF CReW+ en Colombia, teniendo en cuenta que se alinea perfectamente con el objetivo fundamental de la compañía que es la mejora continua en la gestión integral del agua, estableciendo rigurosos controles de calidad, tanto para conseguir la máxima calidad del agua, como para mantener y mejorar el medioambiente.

3. Identificación de actores

Los actores locales identificados son los siguientes:

Tabla 1. Actores involucrados con el proyecto

INSTITUCION	NOMBRE DEL CONTACTO	CARGO	CONTACTO
PDA - Aguas de Córdoba	José Pacheco Barrios	Coordinador Línea ambiental	3002783928 planeacionpdacor@gmail.com
	Liliana Jiménez	Profesional ambiental	3013537005 liliana.jmontoya1@gmail.com
Corporación Autónoma Regional de los valles del Sinu y el San Jorge - CVS	Albeiro Arrieta	Director de Gestión Ambiental	7890605 ext 119 albeiro.arrieta@cvs.gov.co
	Jesus Trujillo	Contratista GA	3217270711
Aqualia Latinoamerica SA ESP	Marlyn Velasquez	Jefe de tratamiento	3218588248 marlinjeanette.velasquez@aqualia.co
	Carlos Gonzalez	Jefe operativo zona norte	3013219174 carlosdaneis.gonzalez@aqualia.com
Alcaldía Municipal San Antero	Lormandy Martínez Durán	Alcalde Municipal	3104082267 - 3014698642 alcaldia@sanantero-cordoba.gov.co alcaldemunicipal@sanantero-cordoba.gov.co
	Samir Tamayo Alvarez	Secretario de obras	3103527537 sobrapublicas@sanantero-cordoba.gov.co
	Agustin Perez	Referente Ambiental	3014753075 - 3052602135 agustinpl1989@hotmail.com
	Francy Luz Arroyo	Coordinadora UMATA	3126226003 ofiajerosanantero@gmail.com

4. Población beneficiada con el proyecto de saneamiento básico

El sistema de alcantarillado de San Antero - Córdoba - Colombia es sanitario y el prestador reporta una cobertura del 85% para este servicio público.

Esto implica que de 16555¹ habitantes de la zona urbana, solamente 14072 tienen acceso al servicio de alcantarillado, y de estos, aproximadamente 13650 se constituyen en la población aferente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de San Antero - Córdoba - Colombia.

Esta población está dividida en 5 sectores de prestación del servicio de alcantarillado claramente identificados en el mapa que se muestra en la figura 2 (suministrado por el operador Aqualia Latinoamérica SA ESP) y que se relacionan a continuación:

Tabla 2. Sectores de prestación del servicio de alcantarillado

SECTOR	BARRIOS	% AREA DEL CASCO URBANO	MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES
Nueva Esperanza	Nueva Esperanza Nueve de junio Campano Cervella Obrero El Panteón	38,5%	Las aguas residuales se recogen por gravedad en la Estación de Bombeo - EBAR Nueva Esperanza, desde donde son impulsadas a un pozo de inspección receptor que las lleva por gravedad hasta las lagunas de oxidación.
Paraíso	Bejiga El Trebol La Esperanza Paraíso	14,7%	Las aguas residuales se recogen por gravedad en la Estación de Bombeo - EBAR Paraíso, desde donde son impulsadas a un pozo de inspección receptor que las lleva por gravedad hasta las lagunas de oxidación.
Minuto	Minuto de Dios Miramar	12,3%	Las aguas residuales se recogen por gravedad en la Estación de Bombeo - EBAR Minuto, desde donde son impulsadas a un pozo de inspección

			receptor que las lleva por gravedad hasta las lagunas de oxidación.
Gravedad	Polo Norte Sagrado Corazón Centro Cardales Las Flores Sierra Morena Pata de Vaca Urbanización Petare	31,0%	El agua residual es llevada por gravedad hasta las lagunas de oxidación
Vertimiento Imhoff	Petare	3,5%	Las aguas residuales son llevadas a un sistema de tratamiento independiente que opera con conos Imhoff.
Sin Redes	Sector de La Zona periurbana vía Tolú - Lorica Zona periurbana vía Coveñas	No hacen parte del casco urbano	Soluciones individuales o vertimientos directos a Arroyos o sistemas manglares

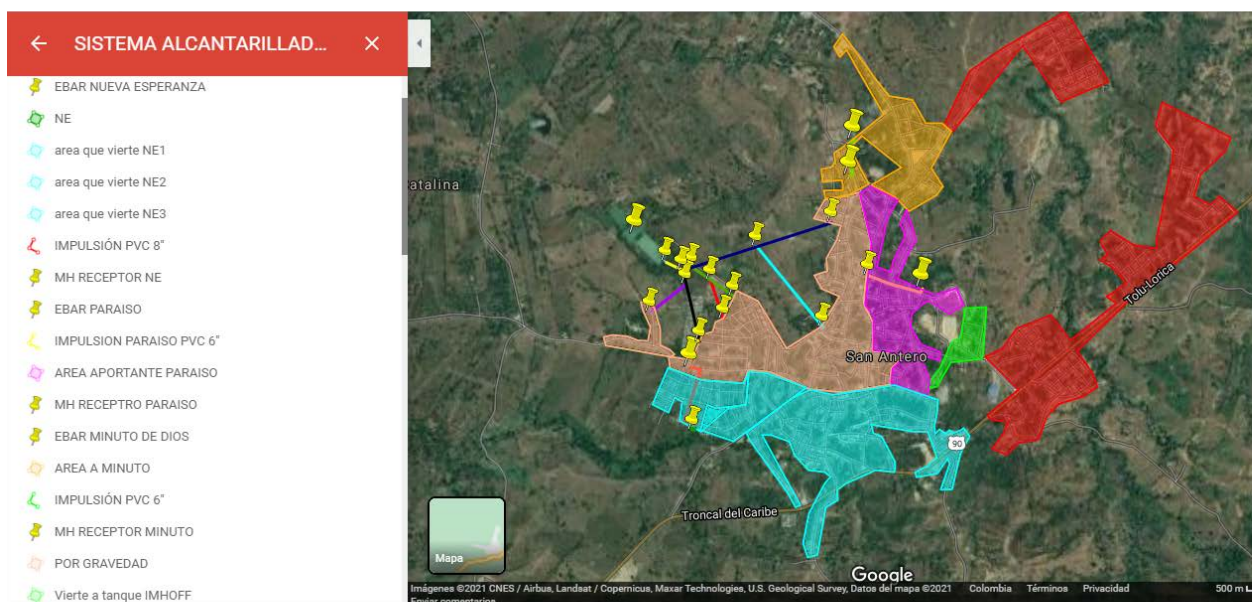


Figura 2. Población beneficiaria del proyecto (Fuente. Aqualia Latinoamérica SA ESP)

5. Especificaciones técnicas PTAR San Antero - Córdoba

5.1. Características de Diseño

El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de San Antero - Córdoba - Colombia, está compuesto por un tratamiento preliminar, dos (2) lagunas facultativas (Lagunas 1 y 2) en serie y una (1) laguna de maduración (Laguna 3), construido con las características mostradas en la tabla 1.

Tabla 3. Características de diseño

Puesta en marcha Laguna 1 (año)	1998
Puesta en marcha Lagunas 2 y 3 (año)	2000
Caudal de diseño	25 L/s
Carga de diseño	319 Kg DBO/ha.día
Concentración de DBO₅ afluente	250 mg/L
Población de Diseño	19175 habitantes
Áreas	
Laguna 1	17512 m ²
Laguna 2	9973 m ²
Laguna 3	9808 m ²
Profundidades	
Laguna 1	1,5 m
Laguna 2	1,5 m
Laguna 3	1,3 m
Capacidad	
Laguna 1	26268 m ³
Laguna 2	14959,5 m ³
Laguna 3	12750,4 m ³
Tiempo de retención hidráulica	
Laguna 1	12 días
Laguna 2	7 días
Laguna 3	6 días



Fuente: Este estudio (ver detalle de cálculo en el Anexo 1)


5.2. Componentes del sistema

En el Anexo 2, puede verse un plano a escala de cada una de las estructuras que compone el sistema de tratamiento.

En la tabla se describe cada una de las estructuras y se establecen las necesidades de optimización.


Tabla 4. Componentes y diagnóstico del sistema de tratamiento

COMPONENTE	DESCRIPCION	ESTADO ACTUAL	REGISTRO FOTOGRAFICO
Pretratamiento	<p>Compuesto por un canal de entrada dentro del cual se ubica una rejilla de cribado y el sistema de aforo de caudal.</p> <p>El canal de entrada es una estructura en concreto de 1 metro de ancho por 7 metros de largo y 1 metro de profundidad, a la que llega una tubería de 8" que transporta el agua residual desde la cámara de inspección final de la red de alcantarillado ubicada en terrenos de la PTAR, y sale una tubería de igual dimensión que lleva el agua residual de manera sumergida, hasta la primera laguna facultativa.</p> <p>A 2,6 metros del inicio del canal se ubica una rejilla de cribado, que tiene por objeto retener los sólidos gruesos que llegan a la PTAR. Esta construida en varilla de media pulgada, con espaciamiento entre barras de 5 cm y ubicada con inclinación de 45°.</p> <p>A 1,8 metros de la rejilla se ubica el sistema de aforo de caudal, consistente en un vertedero triangular en pésimo estado</p>	<p>El sistema de pretratamiento actual presenta falencias que afectan directamente el funcionamiento del sistema lagunar.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ No tiene un sistema que permita la retención de material sedimentable y este es llevado directamente a la laguna facultativa primaria ✓ No tiene trampas de grasas, lo que implica el arrastre de estas sustancias a las lagunas y la formación de natas en las lagunas que ayudan a la generación de olores agresivos. ✓ El vertedero triangular usado como sistema de aforo de caudal está completamente deteriorado. ✓ La frecuencia de mantenimiento de la estructura no es la adecuada ✓ Cuando se realiza limpieza de los sólidos acumulados en el fondo del canal, estos son dispuestos a un lado del mismo. NO se les realiza ningún 	 

		<p>tipo de tratamiento posterior ni existe alguna estructura disponible para su localización y posterior tratamiento.</p>	
<p>Lagunas facultativas</p>	<p>Existen 2 lagunas de sección rectangular con las siguientes características: La laguna facultativa primaria tiene un espejo de agua de 94 m x 192 m y profundidad de 1,5 m; la laguna facultativa secundaria tiene un espejo de agua de 72 m x 135 m y profundidad de 1,5 m. Están equipadas con compuerta de emergencia cada una. El agua pasa de una o otra laguna mediante canal de rebose en concreto con las dimensiones mostradas en el anexo4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La laguna facultativa primaria presenta colmatación de lodos y material sedimentable en todo su ancho y hasta el borde libre de la laguna durante los diez metros posteriores al canal de entrada de agua residual. ✓ La tubería de alimentación que lleva el agua residual del canal de entrada al interior de la laguna se encuentra rota causando que el agua no se entregue hacia el centro de la laguna de acuerdo al diseño. ✓ La acumulación de natas de grasa aunada a la sobrepoblación de algas es evidente en la laguna facultativa secundaria. Así como una filtración evidente ubicada 2 metros arriba del vertimiento fina. ✓ Existe gran cantidad de árboles en las orillas de la laguna que no son deseables teniendo en cuenta que las raíces pueden romper el dique y dañar el talud de la laguna. ✓ La frecuencia de mantenimiento no es la adecuada. Puede observarse presencia excesiva de malezas en el borde y dentro de la laguna. ✓ La compuerta para el vaciado de emergencia tiene el vástago torcido y nunca se le realiza mantenimiento. 	

<p>Laguna de maduración</p>	<p>Su principal objetivo es disminuir la carga de microorganismos patógenos, especialmente de E Coli y huevos de helmintos, mediante el proceso de desinfección generado por la acción de los rayos solares, la concentración de oxígeno disuelto en el agua, la salinidad y el pH del agua.</p> <p>Esta laguna tiene forma irregular, espejo de agua de 9808 m² y profundidad de 1 a 1,3 m. Está equipada con una compuerta de emergencia para impedir el desbordamiento El efluente de la laguna se vierte por rebose a un canal revestido en concreto que la rodea casi totalmente y que sirve como obra complementaria para el manejo de aguas lluvias en el área de la PTAR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El acceso a la laguna supone un riesgo inminente para los trabajadores y demás personal ya que debe hacerse caminando sobre el borde del canal de rebose, con el peligro de caer sobre el canal perimetral a casi 4 m de altura. ✓ Al igual que en las anteriores lagunas, los árboles y malezas abundan sobre los bordes de la laguna, disminuyendo la exposición a la radiación solar que es el principal factor de desinfección. ✓ El acentuado color verde de la laguna y su efluente permite suponer una alta población de algas planctónicas que deben ser removidas para garantizar la calidad necesaria para el reúso. ✓ El canal de rebose del efluente sobre el canal perimetral está completamente lleno de malezas, lo que obstaculiza el flujo normal del agua. ✓ La laguna presenta filtración permanente sobre el costado izquierdo, lo que ocasiona el encharcamiento de un terreno aledaño usado generalmente para agricultura. Ante la problemática generada por esta situación con el particular dueño del terreno, la administración municipal opto por la compra del mismo. 	 
------------------------------------	--	--	--

<p style="text-align: center;">Canal Perimetral</p>	<p>Como obra complementaria existe un canal para el manejo de aguas lluvias, que rodea casi completamente la laguna de maduración y se encuentra revestido en concreto en su mayoría de recorrido (Ver Anexo 4).</p> <p>Este canal recoge el efluente final de la laguna de maduración y lo lleva hasta el arroyo Cardales. Al finalizar el canal sobre el cauce del arroyo, existe una estructura en concreto que trata de simular una canaleta Parshall, aunque actualmente se encuentra totalmente deteriorada a causa de la vegetación existente en los alrededores y el socavamiento generado por el cauce de agua en época de lluvias</p>	<p>Esta obra complementaria se considera un acierto pues tiene un doble propósito: la reoxigenación del efluente y manejo de aguas lluvias.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Recientemente se realizó limpieza del canal. Los sólidos removidos, conformados principalmente por material vegetal y lodos, fueron depositados sobre los bordes del canal. ✓ El canal está completamente obstruido desde 37 metros aguas debajo de la salida de la laguna de maduración hasta su inicio. Esto genera que el efluente de la laguna no fluya libremente y se presente represamiento que aumenta el nivel normal de la misma y disminuye el borde libre. ✓ El revestimiento del canal en el último tramo, exactamente después del paso del canal de rebose de la laguna facultativa secundaria a la laguna de maduración, presenta desprendimiento de las losas, lo que ocasiona represamiento del efluente. ✓ La estructura final del vertimiento está completamente colapsada, obstaculizando el flujo libre del vertimiento. ✓ Debido al mal estado de la estructura final del vertimiento, no se dispone de un método efectivo y permanente de aforo de caudal vertido. 	  
--	---	---	--

<p>Vertimiento</p>	<p>El vertimiento final se realiza sobre el Arroyo Cardales. Este arroyo es de tipo intermitente y solamente presenta flujo de agua en época de alta pluviosidad. La mayor parte del año el cauce aguas abajo del vertimiento solamente transporta aguas residuales hasta un manglar ubicado a 2 Km en línea recta en la Bahía de Cispatá, sobre el océano Atlántico.</p>	<p>Como ya se mencionó, el vertimiento final se realiza sobre el Arroyo Cardales, de tipo intermitente, lo que no garantiza la dilución del vertimiento en el cuerpo de agua y configura la realización de un vertimiento directo al mar sin el cumplimiento de los requisitos para un emisario submarino de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente. En reunión sostenida con la autoridad ambiental - CVS (Corporación para el Desarrollo Sostenible de los valles del Sinú y del San Jorge) se estableció que el operador ha sido objeto de múltiples multas por este vertimiento realizado de manera irregular. Adicionalmente el permiso de vertimiento esta vencido y en proceso de trámite para renovación. El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV del municipio fue presentado a la autoridad ambiental y devuelto para ajustes, sin que se haya vuelto a radicar el documento para su aprobación por parte de la autoridad ambiental</p>	
---------------------------	--	---	---

6. Proyección poblacional y caudales de diseño del sistema de tratamiento

Para establecer los parámetros que estima el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento - RAS para el diseño de cualquier proyecto en el sector, se deben seguir los siguientes pasos:

Estimación de la población futura (horizonte del proyecto). Para este ítem se establece el Nivel de Complejidad del sistema de acuerdo con la población atendida, que para el municipio se establece en **Medio- Alto**.

6.1. Proyección de usuarios del sistema

Los métodos aplicables al municipio de San Antero son el aritmético, el geométrico y el exponencial, pero de acuerdo a lo establecido en el RAS, es posible descartar el método aritmético ya que no se tiene información confiable de mortalidad y migración, parámetros importantes para este método, por otra parte el método geométrico y exponencial podrían ser aplicables, sin embargo se descarta el método exponencial, debido a que este método se utiliza cuando se tienen zonas de expansión muy extensas, y en San Antero no se presentan estas zonas en abundancia, por lo tanto se decide trabajar con la proyección poblacional dada por el método geométrico

Para utilizar el método geométrico la ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}} \quad r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento anual en forma decimal.

P_f = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

P_{uc} = Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes).

T_{uc} = Año correspondiente al último año proyectado por el DANE.

T_f = Año al cual se quiere proyectar la información.

La información histórica que soporta la estimación de la población futura es tomada del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Para el municipio de San Antero, zona urbana, los datos censales son para el año 1985 - 10158 habitantes, 1993

- 10675 habitantes y 2005 - 14406 habitantes.

Con estos datos, la tasa de crecimiento anual sería

$$r = 0,018$$

población proyectada a 25 años = 25402 habitantes

De acuerdo a la información suministrada por la oficina del SISBEN del municipio de San Antero, el crecimiento poblacional proyectado por el DANE ha excedido los valores reales. Por este motivo la población se proyectó a partir del dato obtenido en la localidad.

Esto ya es un dato importante, teniendo en cuenta que la población actual era la estimada, de acuerdo a la proyección DANE, para el año 2012 lo que supone el sobredimensionamiento en su momento de la capacidad del sistema de tratamiento que se tiene actualmente.

6.2. Dotación bruta

El artículo 44 de la resolución 0330 del 8 de junio de 2017, establece la ecuación para el cálculo de la dotación bruta:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p} = 160 \text{ L/hab. día}$$

Donde:

d_{neta} = dotación neta. En el artículo 43 de la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 se establece que la dotación para poblaciones ubicadas a menos de 1000 msnm, no debe ser superior a 140 L/hab.día. Se asume una dotación neta máxima de 120 L/hab.día

$\%p$ = porcentaje de pérdidas. Se establece que las pérdidas técnicas máximas admisibles en un sistema de acueducto, no deberá superar el 25%

6.3. Demanda

6.3.1. Caudal Medio Diario - Q_{md}

El caudal medio diario se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{P * d_{bruta}}{86400}$$

Q_{md} : Caudal medio diario
 P: Población proyectada
 d_{bruta} : Dotación bruta

6.3.2. Caudal Máximo Diario - QMD

El título B, que hace parte de los anexos técnicos de la resolución 0330 del 2017, presenta en el ítem B.2.8.2.2. el método para calcular el caudal máximo diario, multiplicando el Caudal Medio Diario por el coeficiente de consumo máximo diario, $k1 = 1,2$

6.3.3. Caudal Máximo Horario - QMH

El título B, que hace parte de los anexos técnicos de la resolución 0330 del 2017, presenta en el ítem B.2.8.2.3. el método para calcular el Caudal Máximo Horario multiplicando el Caudal Máximo Diario por el coeficiente de consumo máximo horario, $k2$. Para este estudio diagnóstico, se asigna un $k2 = 1,5$ acorde a lo establecido en la normatividad vigente.

Tabla 5. Cálculos de demanda de agua proyectada

AÑO	Qmd	QMD	QMH
2020	30,7 L/s	36,84 L/s	55,26 L/s
2045	47,9 L/s	57,48 L/s	86,22 L/s

6.4. Caudal de aguas residuales

El Artículo 134 de la Resolución 0330 del 2017 establece que se deben estimar los caudales de aguas residuales domésticas, no domésticas, caudal medio diario, caudal conexiones erradas, infiltración, máximo horario y caudal de diseño para las condiciones iniciales y finales del período de diseño.

6.4.1. Caudal de aguas residuales domesticas - Q_D

Cuando se utiliza proyección de población se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETA}}{86400}$$

Dónde:

Q_D : Caudal de aguas residuales domésticas

P: Número de habitantes proyectados al periodo de diseño

D_{NETA} : Dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab.día)

C_R : Coeficiente de retorno = 0,85

6.4.2. Caudal de aguas residuales comerciales. (Q_C)

Numeral 3.3.3.3 Titulo D - RAS.

$$Q_C = A * Q_C * C_R$$

Dónde:

Q_C : Contribución del caudal comercial = 0,5 L/s por ha comercial

A: Hectáreas comerciales en la zona de estudio (Aprox 0,6 Ha)

C_R : Coeficiente de retorno = 0,85

6.4.3. Caudal de aguas residuales Institucional. (Q_{in})de

Para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse en 0,5 L/s por ha institucional. *Numeral 3.3.3.4 Titulo D - RAS.*

$$Q_{in} = A * Q_i * C_R$$

Dónde:

Q_i : Contribución del caudal institucional

A: Hectáreas institucionales en la zona de estudio (Aprox 2 Ha)

C_R : Coeficiente de retorno = 0,85

Se asumen como despreciables los valores de Caudal de aguas residuales Industrial. (Q_i), Caudal de conexiones erradas. (Q_{ce}) y Caudal de infiltración. (Q_{inf})

6.5. Caudal medio diario de aguas residuales. (Q_{md})

Se calcula como la suma de aportes domésticos, comerciales, industriales e

institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_C + Q_{IN} + Q_I$$

6.6. Caudal máximo horario (Q_{MH})

$$Q_{MH} = F * Q_{MD}$$

Donde F es el Factor de Mayoración. Este valor deberá estar entre 1,4 y 3,8. Se determinó con la ecuación empírica de Flores como una función del número de habitantes.

$$F = \frac{3,5}{p^{0,1}} = 2,6$$

6.7. Caudal de diseño aguas residuales (Q_{Df})

$$Q_{Df} = Q_{MH} + Q_{inf} + Q_{Ce}$$

Los valores de caudal de infiltración y conexiones erradas se estiman de acuerdo a los factores establecidos en el numeral 6 del artículo 134 de la Resolución 0330 de 2017.

Tabla 6. Cálculos de caudal de aguas residual proyectados

AÑO	Q_D (L/s)	Q_C (L/s)	Q_{in} (L/s)	Q_{MD} (L/s)	Q_{MH} (L/s)	Q_{Df} (L/s)
2020	19,54 L/s	0,25	0,85	20,64	53,66	53,76
2045	29,98	0,25	0,85	31,09	80,83	80,93

Tabla 7. Caudales proyectados de aguas residuales (afuentes sistema de tratamiento)

AÑO	Q_{Df} (m ³ /día)
2020	4644,86
2045	6992,35

7. Cálculo de caudales tratados, vertidos y cargas contaminantes.

Para la determinación de caudales y cargas contaminantes se tomaron datos en campo y se realizaron análisis en laboratorio acreditado de acuerdo a lo establecido en la normatividad colombiana (véase Anexo 4). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 8. Indicadores generales

Concepto	Valor
Hogares que se benefician del tratamiento de aguas residuales	2730
Volumen anual de agua residual tratada (m ³ /año)	122675
Caudal anual de efluentes PTAR (m ³ /año)	41312
Caudal promedio de diseño sistema de reúso (L/s)	4,78
Caudal promedio de diseño sistema de reúso (m ³ /día)	413
Carga contaminante efluente DBO ₅ (Kg DBO ₅ /año)	4708,5
Carga contaminante efluente SST (Kg SST/año)	3029,5
Capacidad de remoción promedio de la PTAR	83,5%
% Remoción de DBO ₅	81,76%
Reducción anual de DBO ₅ (kg DBO ₅ /año)	62686,9
% Remoción de SST	83,67%
Reducción anual de SST (kg SST/año)	46187,2
Reducción anual de nitrógeno (kg N/año)	9030,1

CAPÍTULO II

ANÁLISIS LEGAL



La calidad del agua del efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio de San Antero - Córdoba, debe de cumplir con la normatividad vigente para vertimientos, **Resolución 631 del 17 de marzo de 2015** "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límite máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones", parámetros establecidos en el artículo 8 del capítulo V, para Aguas Residuales Domésticas - ARD y de las aguas residuales (ARD- ARnD) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de agua superficiales, con una carga menor o igual a 625 Kg/día DBO₅

Teniendo en cuenta que el vertimiento del efluente del sistema de tratamiento de San Antero - Córdoba no se realiza a un cuerpo de agua superficial natural, si no a un arroyo que se forma de la escorrentía de las aguas lluvias y presenta agua solamente en temporada de lluvias, se debe analizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la **Resolución 0883 del 18 de mayo de 2018** "Por la cual se establecen los parámetros y los límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua marinas, y se dictan otras disposiciones", parámetros establecidos en el artículo 8 para aguas residuales domésticas - ARD y aguas residuales no domésticas - ARnD de los prestadores del servicio público de alcantarillado, por medio de conducción de desagüe.

Y para el desarrollo del proyecto de reúso del agua, la norma a aplicar es la **Resolución 1207 del 13 de agosto de 2014**, "Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas".

Para validar el cumplimiento de estas normas se realiza comparación de los valores obtenidos mediante análisis de los diferentes parámetros al efluente del sistema de tratamiento.

Tabla 9. Comparación de la calidad de agua del efluente y las normas de vertimiento

Parámetro	Unidad	Valor Máximo según Res 631 de 2015	Valor Máximo según Res 0883 de 2018	Valor Efluente PTAR
pH	Unidades de pH	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0	8,15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L de O ₂	180	180,0	179
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L de O ₂	90	90,0	114
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	90	90,0	73,5
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5	5,0	<0,1

Grasas y Aceites	mg/L	20	20,0	<3,0
Compuestos semivolátiles fenolicos	mg/L	----	Análisis y Reporte	
Fenoles totales	mg/L	----	Análisis y Reporte	
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	0,3770
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	No detectable
Ortofosfatos (P - PO ₄ ³⁻)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	1,85
Fosforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	2,2
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	<0,1
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	<0,01
Nitrogeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	2,4
Nitrógeno total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	14,59
Acidez total	mg/L CaCO ₃	---	Análisis y Reporte	
Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	---	Análisis y Reporte	
Color real (medidas de absorbancia a 436 nm, 525 nm y 620 nm)	m-1	---	Análisis y Reporte	
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	4,5 E+3
Escherichia Coli	NMP/100 mL	---	Análisis y Reporte	

Para cumplir con las dos normas de vertimiento revisadas según el caso sólo se requiere eliminar la DBO₅ en un 21%. Los demás parámetros se encuentran dentro de la especificación.

Este es un punto importante en el caso en que no se requiera la totalidad del agua producida por la laguna para el proyecto de reúso.

Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles para el reúso de agua para actividades agropecuarias, podemos adelantar que se cumple con los valores de:

- ✓ pH
- ✓ Conductividad eléctrica
- ✓ Fenoles totales
- ✓ Hidrocarburos totales
- ✓ Nitratos y
- ✓ Coliformes termotolerantes

Para cumplir con los valores máximos permisibles de Estreptococos fecales y los demás microbiológicos, deberá implementarse un sistema de desinfección tipo cloración que garantice un valor de cloro residual total < 1,0 ppm de cloro.

Además deberán realizarse los análisis parámetros químicos, de metales y metaloides

que requiera la normatividad que esté vigente al momento de la puesta en marcha del sistema de reúso. Esto teniendo en cuenta que al momento de la elaboración de este documento el Ministerio de Ambiente ha colgado en página para consulta pública un nuevo proyecto de resolución que deroga la Resolución 1207 de 2014. Esta nueva resolución incorpora los siguientes cambios:

- i. Es mas flexible con los parametros fisico químicos a cumplir.
La nueva norma solamente requiere análisis de: Conductividad, Fenoles Totales, Hidrocarburos Totales, Cianuro Libre, Cloruros, Fluoruros, Sulfatos, Mercurio, Sodio, Antimonio, Cloro Total Residual (con mínimo 30 minutos de contacto) y Nitratos (NO₃--N)

- ii. NO limita el uso de las aguas residuales tratadas.
La nueva resolución habla de uso agrícola e industrial sin ninguan arestricción, a diferencia de la Resolución vigente que limita el uso agrícola para el riego de:
 - cultivos de pastos y forrajes para consumo animal.
 - cultivos no alimenticios para humanos o animales.
 - cultivos de fibras celulósicas y derivados.
 - cultivos para la obtención de biocombustibles (biodiesel y alcohol carburante) incluidos lubricantes.
 - cultivos forestales de madera, fibras y otros no comestibles.
 - cultivos alimenticios que no son de consumo directo para humanos o animales y que han sido sometidos a procesos físicos o químicos.
 - áreas verdes en parques y campos deportivos en actividades de ornato y mantenimiento.
 - jardines en áreas no domiciliarias.

8. REQUISITOS LEGALES

Para el desarrollo de las actividades de optimización del sistema y puesta en marcha de proyecto de reúso en el municipio de San Antero se deberá cumplir con los siguientes requisitos legales:

Tabla 10. Requisitos legales ante autoridad ambiental

Requisito	Institución involucrada	Tiempo de respuesta estimado
Concepto de viabilidad para realizar manejo y disposición de lodos por la técnica seleccionada	CVS	15 días hábiles
Permiso de vertimiento	CVS	En trámite por parte de la alcaldía municipal, pendiente de pago para emisión de la resolución.
Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA	CVS - Aqualia	Aprobado, pendiente incluir ajuste del proyecto de reúso
Concesión de Reúso (Ver en el Anexo 5 los requisitos del trámite)	CVS	150 días

De acuerdo a las averiguaciones realizadas en la alcaldía de San Antero, no se debe tramitar ningún permiso para la realización de las obras civiles ni para la instalación de las redes del sistema de riego, teniendo en cuenta que los terrenos donde se van a ejecutar las obras son propiedad del municipio.

9. Terrenos disponibles para el proyecto de reúso

Los predios disponibles para el proyecto de reúso corresponden a la siguiente relación:

Tabla 11. Estado legal de predios disponibles para el proyecto de reúso

Ítem	Número escritura pública	Fecha de la escritura	Matricula inmobiliaria	Area
1	552	24-12-2008	146-17477	3 Ha + 5000 m ²
2	308	03-09-2007	146-17477	2 Ha
3	385	20-10-2009	146-17477	5000 m ²
4	456	24-11-1998	146-17477	1 Ha + 2750 m ²
5	035	04-02-2005	146-29265	5 Ha
6	467	07-12-2006	146-37091	5 Ha
7	418	30-12-2011		8 Ha + 2750 m ²
8	336	18-07-2001		1 Ha
TOTAL				26 Ha + 5500 m²

Se sugirió por parte de la consultoría, que se registren ante la oficina de instrumentos públicos la totalidad de las compras de predios realizadas, teniendo en cuenta que existen dos predios sin matrícula inmobiliaria.

De esta área debe descontarse 5 Ha + 3500 m² que corresponden al área de las lagunas y 5 Ha más que se tienen disponibles para otros usos.

Con esto, el área total disponible actualmente para implementar el proyecto de reúso de efluentes de aguas residuales tratadas para sistema de riego es de 16 Ha + 2000 m² que pueden distribuirse efectivamente así:

Área actualmente en uso agrícola 4 Ha + 8700 m².

Área susceptible de uso agrícola 2 Ha + 4700 m².

Área proyectada para expansión es de 3 Ha.

El área restante corresponde a franjas de protección y conservación del arroyo Cardales,

rastrojos, área aledaña a las lagunas de oxidación y una franja que la alcaldía considera pertinente dejar que colinda con el asentamiento subnormal cercano.

En la figura siguiente se muestra la espacialización de los predios disponibles para el proyecto y el predio proyectado para expansión.

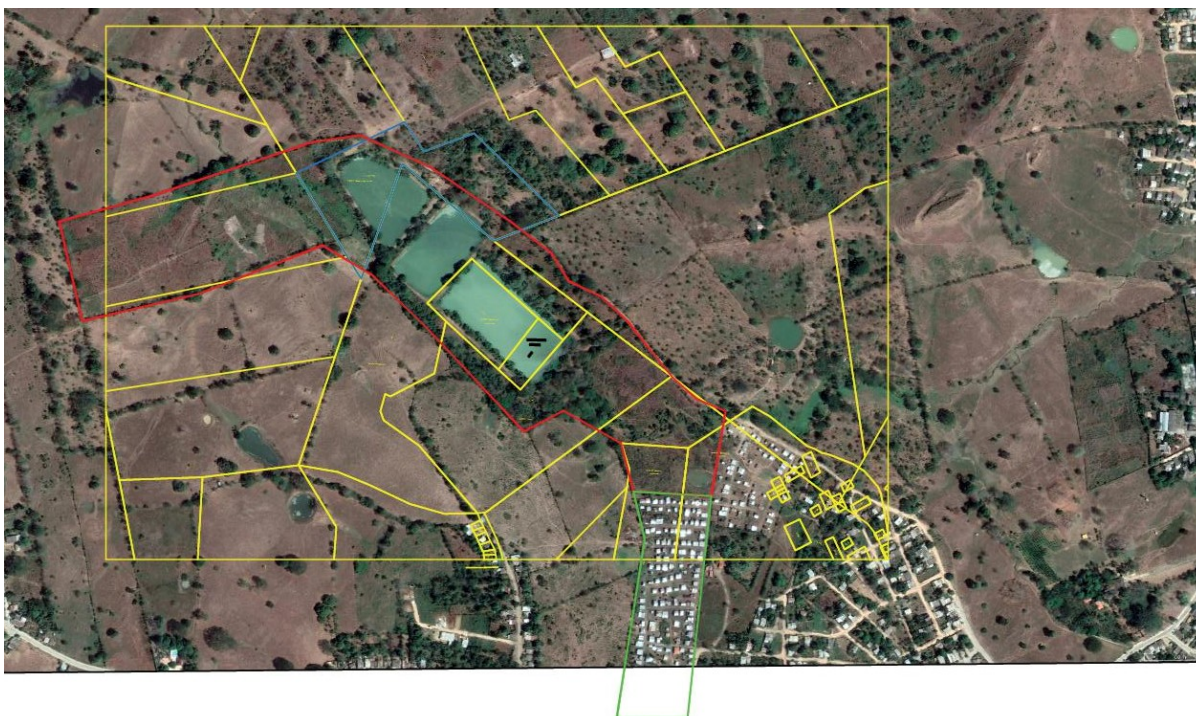


Figura 3. Terrenos disponibles para proyecto de reúso (Fuente: Este estudio)

- Base IGAC (desactualizada)
- Terrenos propiedad alcaldía municipal disponibles
- Terrenos propiedad alcaldía municipal para expansión futura del proyecto

CAPÍTULO III

CONCEPTUALIZACIÓN PROYECTO DE REÚSO



10. Optimización sistema de tratamiento

De acuerdo al diagnóstico realizado del sistema de tratamiento de aguas residuales existente en el municipio de San Antero - Córdoba, se plantean las siguientes actividades para garantizar la calidad del efluente para el sistema de reúso.

10.1. Reposición de rejilla

El diseño se realiza para rejillas de limpieza manual, de acuerdo a las consideraciones establecidas en el numeral E.4.4.2. del Anexo Técnico E. Tratamiento de Aguas Residuales del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS

Tabla 12. Parámetros de diseño para la rejilla

Parámetro	Unidad	Rango	Rejilla gruesa	Rejilla delgada
Espaciamiento entre barras	mm	15-20	40	20
Diámetro de las barras	pulgadas	$\frac{3}{8}$ - 1 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Velocidad de aproximación	m/s	0,3 - 0,6	0,45	0,5
Velocidad a través de las barras	m/s	0,3 - 0,6	0,6	0,6
Angulo de inclinación	°	60 - 45	45	45

Teniendo en cuenta las particularidades del sistema, se opta por la rejilla gruesa con barra tipo C (varilla) y pérdida de carga de 4,35.

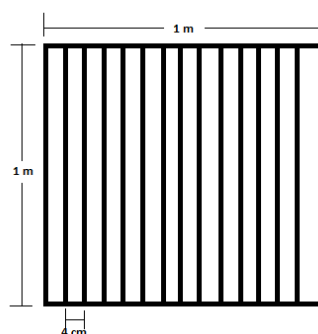


Figura 4. Rejilla

10.2. Reposición vertedero triangular

Deberá incorporarse una lámina de aluminio de 1 m x 1 m con reglilla de medida y ángulo de 90° como se muestra en la figura.

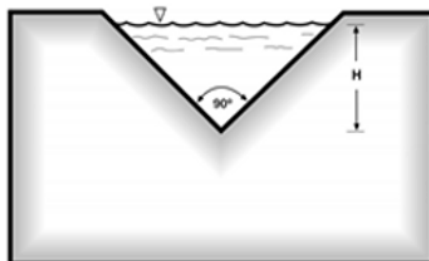


Figura 5. Vertedero triangular

10.3. Reposición tubería afluente a la laguna 1 facultativa

Las tuberías de ingreso a las lagunas de oxidación deben repartir el flujo para evitar procesos de sedimentación en un solo punto de la laguna.

Para el caso de la laguna de oxidación facultativa 1 en el municipio de San Antero, se deberá reponer la tubería de entrada a la laguna con tubería NOVAFORT de 8 pulgadas de la siguiente manera:

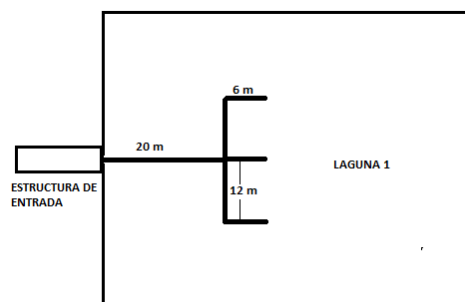


Figura 6. Disposición tubería de entrada a laguna 1

10.4. Remoción de lodos laguna 1

Para esta actividad se propone utilizar la tecnología de Geotubos para confinamiento y deshidratación de lodos teniendo en cuenta que presenta ventajas significativas frente

al método tradicional de manejo de lodos mediante lechos de secado, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Para el manejo de los lodos de la laguna 1 (aproximadamente 2500 m³) se requiere construir lechos de secado de lodos con un área aproximada de 5500 m² no disponible en el terreno actual
- La disposición de estos lodos secos tendría que realizarse en relleno sanitario. Cerca de San Antero se encuentra SEACOR SA ESP en la ciudad de Montería e INTERASEO SAS ESP en la ciudad de Sincelejo. Ninguno de los dos operadores de sitio de disposición final está dispuesto a recibir esta cantidad de lodos para disposición final.

La tecnología Geotube® permite la retención de sólidos y facilita la evacuación de agua de manera rápida y de excelente calidad, que puede incorporarse nuevamente al proceso o disponerse en cuerpos de agua. Consiste en:

- Bombeo de lodos hacia el geotubo
- Durante el bombeo se inyecta un polímero floculante para asegurar mayor permanencia de sólidos al interior
- A medida que el líquido drena del geotubo, las partículas sólidas son confinadas al interior.
- Este proceso puede repetirse hasta alcanzar la capacidad de diseño del geotubo
- Al final, los sólidos pueden manejarse como material seco y, dependiendo de los resultados de análisis, pueden disponerse en el sitio.

Los beneficios de la tecnología de Geotubos son:

- Reducción de costos operativos de transporte, disposición y tiempo, teniendo en cuenta que el transporte de lodos es dispendioso, poco eficiente y además costoso.
- Recirculación del agua clarificada que sale del Geotube®. Esta puede incorporarse de nuevo al proceso.
- Puede trabajar en cualquier condición de caudal. No es necesario para el funcionamiento del sistema de tratamiento para realizar las actividades.
- Versatilidad. Se ajusta cualquier condición de terreno.
- Disposición de sólidos en el menor volumen de humedad posible por el proceso de deshidratación.
- Sólidos finales con un grado de humedad aceptable para ser tratados en sitio y dispuestos en la tierra.
- Eficiencia en remoción de sólidos del 99%.
- Proceso de evacuación ambientalmente amigable.
- Mejora el desempeño autosustentable de los procesos.
- Reduce el impacto ambiental
- Brinda una solución innovadora de ingeniería, logrando reducción en costos de operación y cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

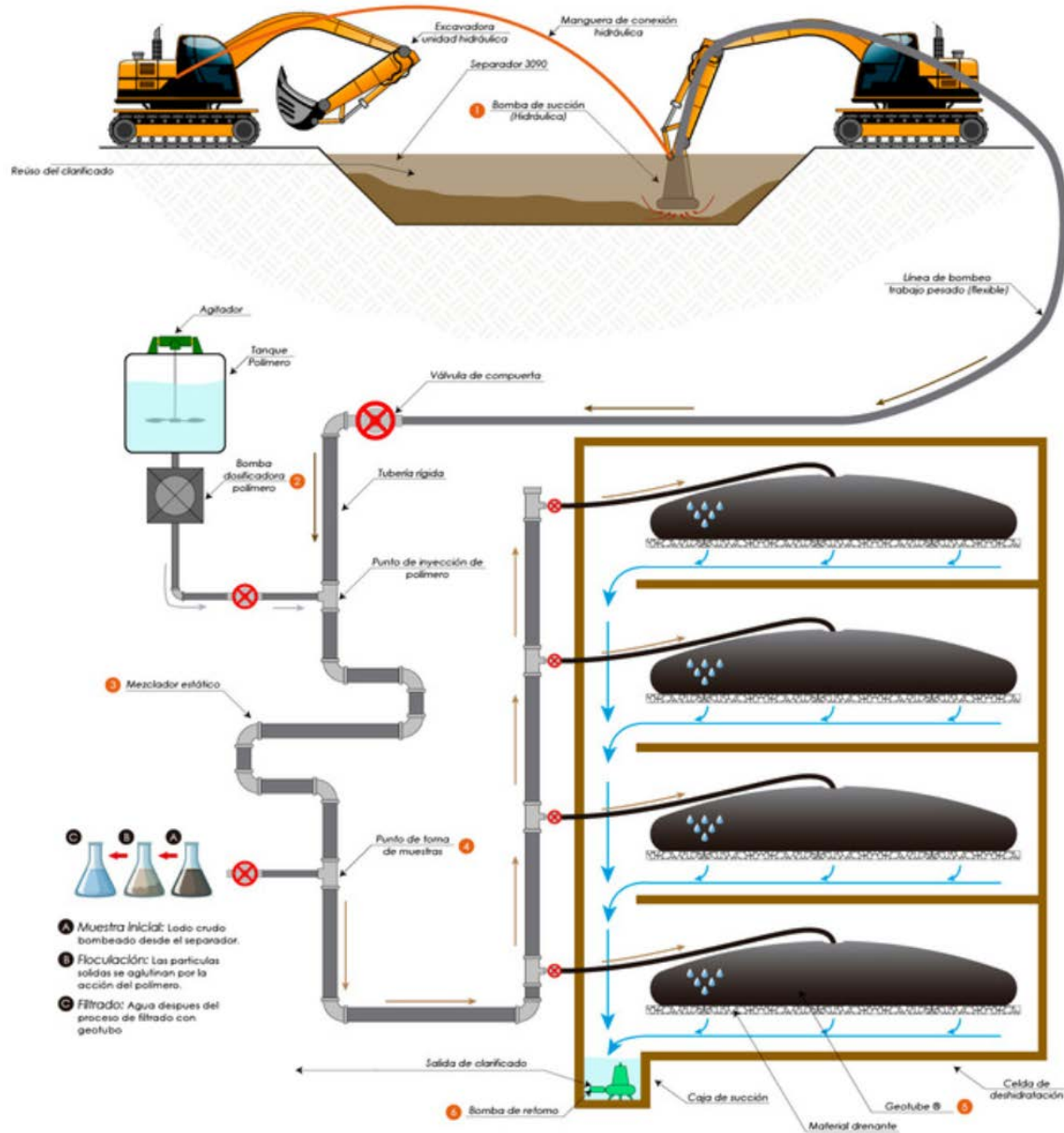


Figura 7. Funcionamiento proceso de deshidratación de lodos

10.5. Limpieza y poda de árboles en bordes de las lagunas

Se deberán retirar los árboles presentes en los bordes de las lagunas para evitar filtraciones del agua por los taludes, teniendo en cuenta que estas lagunas no tienen revestimiento alguno.

De igual manera y por una única vez, se prevé realizar limpieza mediante guadañado de las malezas presentes en los bordes de las lagunas.

10.6. Instalación de canaleta Parshall a la salida de la laguna 3

La canaleta Parshall es un elemento primario de flujo con una amplia gama de aplicaciones para medir el flujo en canales abiertos.

Se sugiere un canal Parshall con ancho de garganta de 3 pulgadas, que permite medir caudales mínimos de 0,78 L/s y máximos de 34,8 L/s. Algunas ventajas son:

- Baja inversión
- Material PRVF, resistente a la corrosión y al ataque de sustancias químicas
- Fácil instalación
- Superficie lisa que limita la acumulación de suciedad
- Garantiza las medidas para hacer más precisa la medición del caudal

10.7. Construcción lechos de secado de lodos

Utilizando la metodología dada en el numeral E.4.10.7. Lechos de secado de lodos, del Anexo Técnico E. Tratamiento de Aguas Residuales del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS; para una población aferente al sistema de 13650 personas, se debería disponer de un área de 700 m² para los lechos de secado. Al no tener esta área disponible, se proponen unos lechos con las siguientes especificaciones:

Tabla 13. Parámetros de diseño para lechos de secado de lodos

Parámetro	Valor
Borde libre en muros laterales por encima de la arena	50 cm
Área de los lechos	180 m ²
Drenajes	Capas de grava y arena
Espesor de la grava	20 cm

Granulometría de la grava	3-25 mm
Espesor de la arena	30 cm
Granulometría de la arena	Coefficiente de uniformidad 3,5 - 4,0 Tamaño efectivo 0,3 - 0,75 mm
Recolección de percolados	Tubería perforada de 4" en espina de pescado pendiente del 1,5%
Tasa másica de carga superficial	134 Kg/m ² .año
Cubierta	Si

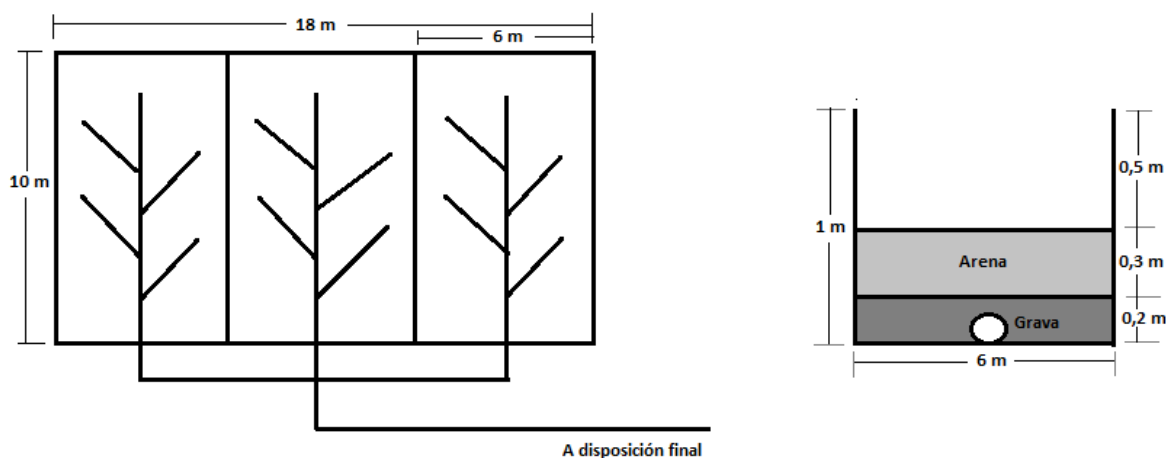


Figura 8. Lechos de secado de lodos

A continuación la relación de las actividades propuestas para la optimización del sistema de tratamiento con valores estimados.

Tabla 14. Actividades y costos para la optimización PTAR

Componente	Actividad	Valor estimado (COP)
Pretratamiento	Reposición de rejilla	\$1.000.000
	Reposición del vertedero triangular que permite el aforo de caudal del afluente	\$3.000.000
	Reposición de la tubería de ingreso del afluente a la laguna facultativa primaria de tal manera que se garantice la distribución del agua en el fondo de la laguna	\$15.000.000
Lagunas	Dragado y disposición final de sólidos acumulados en la laguna facultativa primaria.	\$760.000.000
	Limpieza de malezas y poda de árboles	\$30.000.000

	ubicados en los bordes de las lagunas	
	Reposición de las ruedas de manejo de las compuertas de emergencia de las lagunas 2 y 3. Mantenimiento y engrase de los vástagos y cuerpos.	\$3.000.000
	Instalación de Canaleta Parshall prefabricada a la salida de la laguna de maduración.	\$5.000.000
Tratamientos complementarios	Construcción de lechos de secado de lodos que permitan la digestión y el tratamiento de los residuos sólidos generados del plan de mantenimiento del sistema de tratamiento.	\$15.000.000*
	Limpieza del tramo de canal perimetral revestido que se encuentra totalmente obstruido por tierra y material vegetal.	\$8.000.000
TOTAL ESTIMADO COP		COP\$840.000.000
TOTAL ESTIMADO USD		USD\$222.799,9
TOTAL ESTIMADO EUR		€187.408,3

*Valor sujeto a diseños finales

11. Sistema de riego para reúso de efluentes de aguas residuales tratadas

El aprovechamiento de agua residual tratada en municipios de la zona Caribe, busca combatir la escasez del recurso hídrico en la región generando un uso planificado, gestionado, eficiente y sostenible del agua.

El reúso de efluentes de aguas residuales tratadas en cultivos agrícolas para el municipio de San Antero, trae consigo beneficios económicos, agronómicos y ambientales, ya que se reduce la descarga a sistemas manglares, se controla la contaminación y se disminuyen los costos de producción de los productos agrícolas por el contenido de nutrientes del agua lo que elimina la aplicación de fertilizantes.

El sistema de riego propuesto está compuesto por:

- Tanque de cloración
- Unidad de filtración
- Unidad de recolección de agua filtrada
- Cabezal de riego
- Red de riego
- Emisores de riego

Y se ubicará a la salida de la Laguna de maduración o Laguna 3.

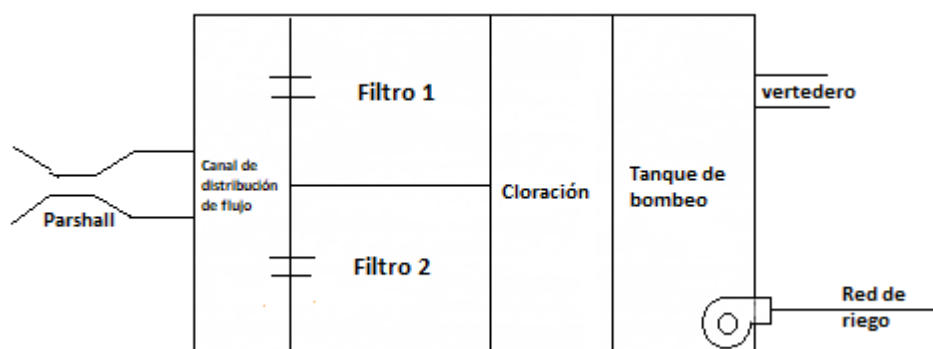


Figura 9. Planteamiento general sistema de reúso

11.1. Sistema de Filtración

El proceso de filtración con arena es un proceso simple donde se pretende eliminar el

exceso de algas zoo planctónicas y sólidos presentes en el efluente tratado pasándolo a través de una cama porosa de arena; el agua entra a un canal de distribución e ingresa a la superficie del filtro y luego drena por el fondo.

11.1.1. Criterios de diseño del filtro de arena

El sistema de filtración se compone básicamente de:

- Canal de distribución de flujo:* Recoge el efluente y lo distribuye de manera uniforme a las dos unidades de filtración, mediante tubería ubicada a 20 cm del borde (una para cada unidad de filtración).
- Caja de filtración:* Posee un área superficial condicionada por el caudal a tratar, la velocidad de filtración y el número de filtros para operar en paralelo.
- Lecho filtrante:* El medio filtrante se compone de granos de arena duros libres de arcilla y materia orgánica.
- Velocidad de filtración:* que varía dependiendo de la calidad del agua; a mayor contaminación del agua menor velocidad de filtración.
- Sistema de drenaje:* El nivel mínimo del filtro se controla mediante un vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 10 cm encima del lecho filtrante.

11.1.2. Dimensionamiento del filtro de arena

Los cálculos de dimensionamiento se realizan con las siguientes fórmulas:

Área Superficial $A_s = Q * N * V_f$

Coefficiente mínimo de costo $K = \frac{(2*N)}{N+1}$

Longitud $L = (A_s * K)^{\frac{1}{2}}$

Ancho $b = \left(\frac{A_s}{K}\right)^{1/2}$

Donde Q es el caudal de diseño (m³ /h), N es el número de unidades de filtración y V_f es la velocidad de filtración (m³ /m² *h)

Para el cálculo del Área superficial, se toma una velocidad de filtración de 120 m³/m²*h y 2 unidades de filtración que trabajan en paralelo.

El lecho filtrante estará soportado en un falso fondo de viguetas de cemento y el agua

filtrada alimentará por la parte inferior el tanque de recolección de agua filtrada que para este caso, hará las veces de tanque de cloración.

Tabla 15. Parámetros de diseño para el filtro de arena

Parámetro	Unidad	Valor
Área superficial (As)	m ²	1,8
Coefficiente mínimo de costo (K)	-	1,33
Número de unidades de filtración (N)	-	2
Longitud (L)	m	1,5
Ancho (b)	m	1,2
Profundidad	m	1,5
Altura del lecho filtrante	m	0,6
Número de capas del lecho filtrante	-	2
Altura de la arena	m	0,4
Altura de la grava	m	0,2
Tamaño de la arena	mm	0,35
Tamaño de la grava	mm	40
Coefficiente de uniformidad de la arena	-	2,5

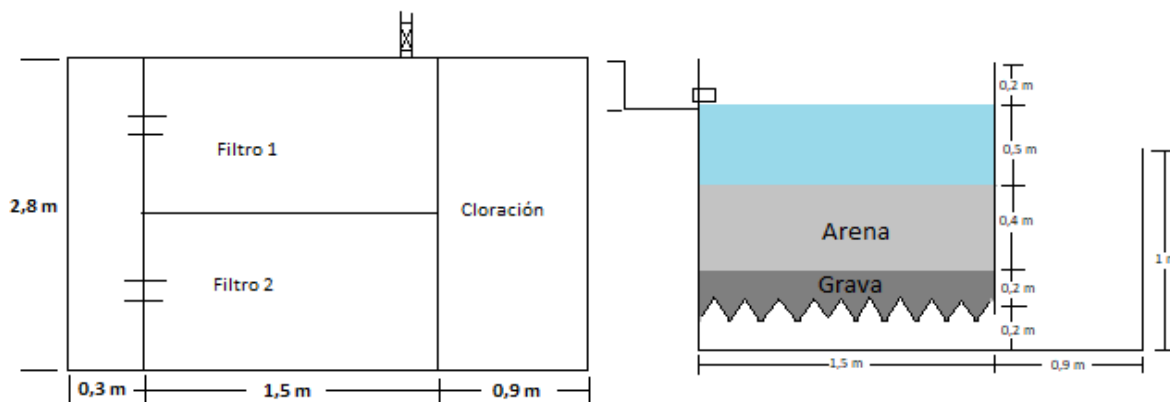


Figura 10. Filtros de arena

11.2. Tanque de Cloración

Será un compartimiento en concreto de 0,9 m de largo x 2,8 m de ancho x 1,5 m de profundidad, que cumplirá la doble función de recibir y almacenar el agua filtrada y permitir la cloración del efluente con solución de hipoclorito de calcio al 1%P/V (para preparar la solución diluir 5 Kg de hipoclorito de calcio en 500 Litros de agua) que se

dosificará por gravedad. De esta manera se garantiza el tiempo de contacto de 30 minutos requerido en la normatividad.

El efluente clorado sale de la estructura por rebose y pasa al compartimento de bombeo.

11.3. Sistema de bombeo

Teniendo en cuenta que el predio donde se encuentra ubicado el sistema de tratamiento de aguas residuales no tiene energía eléctrica y que el municipio de San Antero, por ser costero tiene una gran cantidad de horas efectivas de exposición solar. Se propone utilizar un sistema de bombeo con energía solar.

El sistema estará compuesto por:

- Una electrobomba trifásica de 5 hp, 220 voltios 3 fases, diámetros de 1 ½"
- 8 paneles solares de 530 W
- 1 inversor variador para 5 hp
- Cableado y accesorios

Adicionalmente deberá diseñarse una caseta que permita la instalación de los paneles solares en el techo

11.4. Sistema de Riego

Los componentes del sistema de riego a implementar son:

- **Cabezal de riego:** Equipo de bombeo, equipo de filtrado (filtro de malla o de anillas que se ubica después de la impulsión para proteger la bomba). Descrito en el numeral 11.3.
- **Red de riego:** Tubería de impulsión que conducen el agua desde la captación hasta la parcela. Las tuberías primarias o de distribución serán en PVC para conducir el agua desde el cabezal de riego hasta las parcelas. Las tuberías secundarias serán en polietileno, sin enterrar para ramales de riego de aspersión o goteo que serán manejadas por los distintos parceleros de acuerdo a su necesidad.
- **Emisores de riego:** Encargados de suministrar el agua a las plantas (superficie o aspersores). Se manejará por aspersión superficie, excepto para cultivo de plátano (si se implementa) donde se deberá manejar aspersión subfoliar.

- **Elementos de control:** Dispositivos que ayudan a controlar el proceso de riego. Para este caso estarían representados por:
 - Baterías mantenidas por los paneles solares
 - Manómetros para conocer la presión, generalmente se coloca uno a la entrada del cabezal de riego y otro a la salida.
 - Electroválvulas (válvulas hidráulicas con solenoide) para abrir o cerrar el paso del agua.
 - Programadores de riego.
 - Válvulas de ventosa para eliminar el aire que se pueda acumular en las tuberías.

Los datos de características hidrodinámicas del suelo fueron tomados de <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/paisajismo/AGUA%20EN%20EL%20SUELO.pdf> y <http://www.fao.org/3/at787s/at787s.pdf> para suelos de textura franco arcillosa, que son los predominantes en el municipio de San Antero - Córdoba, de acuerdo a la descripción realizada por el Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT, vigente.

Los cálculos mostrados corresponden al pre dimensionamiento del sistema de riego, el diseño agronómico e hidráulico del sistema se realizarán en la siguiente etapa del proyecto.

Tabla 16. Predimensionamiento del sistema de riego

Parámetro	Valor obtenido	Unidad
ESTIMACION DE AREA REGABLE		
Caudal disponible para el sistema de riego		
Este valor es tomado de los reportes de análisis realizados por el operador del servicio de alcantarillado (Aqualia SA ESP) para la liquidación de tasa retributiva año 2020 y de los valores aforados por esta consultoría.		
27-06-2020	3,2 L/s	Mín 2,29 Máx 7,28 L/s
27-11-2020	22,24 L/s	
27-05-2021	1,31 L/s	
14-07-2021	2,37 L/s	
El valor del 27-11-2020 se considera atípico, teniendo en cuenta que se reporta lluvia al momento de la toma de muestra. Para efectos de cálculo se tomará un valor máximo correspondiente al promedio y un valor mínimo del promedio depreciando el valor considerado atípico.		
Máximo valor de la evapotranspiración de referencia ETo		

<p>Precipitación máxima en el año = 150 mm Temperatura media diaria = 32 °C Datos climáticos tomados de https://es.weatherspark.com/y/22590/Clima-promedio-en-San-Antero-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o Con esto el valor puede variar de 9 - 10 mm/día</p>	9,5	L/m ² /día
Necesidad neta máxima Nn		
Nn = 0,9 * ETo	8,55	mm/día
<p>Donde: 0,9 = constante ETo = evapotranspiración de referencia</p>		
Eficiencia de aplicación del riego Ea		
<p>La eficiencia de aplicación depende del tipo a implementar: Goteo 90% Aspersión 75% Gravedad 50% Para este sistema se asumirá aplicación por aspersión</p>	0,75	
Necesidades brutas Nb		
Nb = Nn/Ea	11,4	L/m ² /día
<p>Donde: Nn = necesidad neta máxima Ea = eficiencia de aplicación</p>		
Superficie máxima a regar (S)		
$S (m^2) = \frac{Q * 3600 * 24}{N_b}$	Mín 17355,8	m ²
<p>Donde: Q = caudal disponible para riego en L/s Nb = necesidad bruta Se calcula valor mínimo y máximo de acuerdo al caudal</p>	Máx 55174,7	
CAUDAL CONTINUO MINIMO NECESARIO PARA REGAR EL AREA DISPONIBLE		
$Q = \frac{S * ET_o}{13,7 * E_a}$		
<p>Donde: Q = caudal en L/s S = área en manzanas (1 Mz = 7000 m²) ETo = evapotranspiración de referencia Ea = eficiencia de aplicación del riego</p>		
Area total disponible (162000 m²)	21,4	L/s
Area actualmente en uso agrícola (48700 m²)	6,5	L/s
Area susceptible de uso agrícola (24700 m²)	3,4	L/s

De acuerdo con estos datos, el caudal disponible mínimo solamente permitiría regar un área de 1 Ha + 7356 m². Mientras con el caudal máximo disponible se podría regar toda el área actualmente en uso agrícola y extenderla en 6400 m².

A continuación los componentes del sistema de riego con valores estimados, asumiendo que el sistema solamente se establecerá para el área actualmente en uso o parte de ella.

Tabla 17. Componentes y costos sistema de riego

Componente	Valor estimado (COP)
Unidad de filtración	\$15.000.000*
Tanque de cloración	\$5.000.000*
Unidad de recolección de agua filtrada	\$5.000.000*
Caseta de operación	\$9.000.000*
Cabezal de riego	\$25.000.000
Red de riego	\$10.000.000*
Emisores de riego	\$3.000.000*
TOTAL ESTIMADO COP	\$72.000.000
TOTAL ESTIMADO USD	US\$19.096,4
TOTAL ESTIMADO EURO	€16.063,6

*Valores sujetos a diseños finales

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La viabilidad del proyecto está supeditada a la sanción del proyecto normativo que deroga la Resolución 1207 de 2014. Mientras esta resolución siga en firme el proyecto no es legalmente viable.

Es imprescindible lograr la vinculación y compromiso del operador del sistema de tratamiento (usuario generador) en el cumplimiento del plan de mantenimiento y operación del sistema lagunar propuesto en el Anexo 3, para garantizar que las obras de optimización propuestas sean efectivas y se garantice la calidad del efluente en las condiciones requeridas para el proyecto de reúso.

Los mínimos ambientales Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV y Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua - PUEAA, fueron ajustados con ayuda de esta consultoría para contemplar el proyecto de reúso, pero hace falta agilidad por parte de la CVS para la aprobación de los ajustes. Estos dos documentos deberán estar aprobados por la autoridad ambiental para que el proyecto tenga viabilidad.

El uso de alternativas innovadoras en la ejecución del proyecto, como el uso de los geotubos para la deshidratación y disposición final de lodos de las lagunas de oxidación facultativas y el bombeo con uso de energía solar para el sistema de riego, genera mayor expectativa y apoyo a la ejecución del proyecto por parte de la alcaldía municipal de San Antero, quienes han expresado su apoyo incondicional e irrestricto para las fases venideras.

Actualmente, parte del área disponible esta siendo explotada por campesinos que han obtenido el permiso de la alcaldía municipal para cultivar los terrenos. Esta explotación se realiza de manera individual, en parcelas de aproximadamente 2500 m² donde establecen cultivos de maíz, sandía, arroz seco, yuca, ñame y frijol en arreglos realizados por ellos mismos, durante el periodo estacional de lluvias (marzo - agosto). Esta condición deberá ser tenida en cuenta al momento de realizar el diseño final del sistema de riego.

De acuerdo a concertación realizada en visita de campo con los usuarios actuales de los terrenos disponibles para riego y teniendo en cuenta las particularidades de uso actual, las redes finales del sistema de riego deberán ser en manguera de polietileno sin enterrar, de tal manera que los parceleros puedan moverlas a necesidad dentro de cada parcela.

Con los resultados de pre diseño del sistema de riego, esta consultoría considera viable

la instalación del sistema, teniendo en cuenta los beneficios que podrían tenerse en aspectos sociales y de inclusión de grupos poblacionales de escasos recursos, que pueden mejorar su calidad de vida y nivel de ingresos, si aumenta la productividad de sus pequeñas parcelas.

Aunque el área susceptible de riego con el caudal mínimo del efluente de la PTAR, equivale a 1 Ha y 7350 m², debe considerarse que podrían beneficiarse 7 parceleros de forma continua, pero si se realiza el diseño con frecuencias de riego que no sean diarias, se podría ampliar el número de beneficiarios.

El proyecto deberá apoyar al municipio de San Antero con la estrategia de comunicación disponible en la implementación de una línea de atención social a la población beneficiaria que sea transversal a las actividades del proyecto de reúso y que garantice el éxito del proyecto.

Para las próximas etapas del proyecto deberá tenerse en cuenta que, aunque los trámites ambientales son gratuitos, deberá contemplarse un presupuesto para la realización de los estudios que deberán entregarse a la autoridad ambiental para el otorgamiento de la concesión de reúso, así como los valores de evaluación y visitas contemplados por la CVS.

13. CANDIDATOS PARA EL DISEÑO

A continuación se relacionan algunas empresas que podrían realizar la consultoría para la elaboración de los diseños de las obras de optimización y sistema de riego para el municipio de San Antero - Córdoba

Tabla 18. Listado de empresas propuestas

EMPRESA	NIT	CONTACTO
Aqualia Intech SA	900951225-5	José Ramón Diez Caballero info.cordoba@aqualia.com
Aspersores Colombianos Ltda - ASPERCOL	860066741-3	Alfonso Fajardo - Subgerente Celular: 3115272552 soproteit@aspercol.com
Petrominertec SAS	900456493-1	Rafael Ángel Sandoval González - Gerente Celular. 3212330917 sandokan@petrominertec.com aguasandokan@yahoo.com
Soluciones en ingeniería de Agua - SIA S.A.S.	900518277-2	Alberto Emilio Pérez Solano - Director técnico Celular: 3017926808 aemilioperez@gmail.com
JSL construcciones y consultorías	901362452-7	Jhon Martínez Aguilar - Representante Legal 3146304480 jslconstructorayconsultora@gmail.com

ANEXOS



ANEXO 1

MEMORIA DE CALCULO

DISEÑO DEL SISTEMA LAGUNAR

Teniendo en cuenta que las memorias de cálculo originales del sistema de tratamiento no están disponibles, se tratará de establecer algunos parámetros de diseño que permitan una mejor caracterización del sistema de tratamiento del municipio de San Antero.

Asumimos que para el diseño de las lagunas se usaron modelos empíricos, donde se procede de la siguiente manera:

DETERMINACION DE LA CARGA DE DISEÑO - Cs

Básicamente, la carga orgánica crítica (superficial o volumétrica) para una laguna facultativa es el principal criterio de diseño de las lagunas de estabilización. Este valor debe ser determinado atendiendo a las condiciones climáticas que afectan a la laguna tales como la temperatura, la radiación solar, la velocidad del viento, etc

La carga de diseño se calcula de acuerdo a la temperatura mínima del Municipio de San Antero, (23 °C de acuerdo a lo establecido en <https://es.weatherspark.com/y/22590/Clima-promedio-en-San-Antero-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>), la cual se reemplaza en la siguiente formula:

$$C_s = 250 (1.085)^{T-20} = 319,32 \text{ Kg DBO/ha. d}$$

DETERMINACION DE LA CARGA SUPERFICIAL REMOVIDA EN LA LAGUNA

Para zonas tropicales y templadas se usa la ecuación

$$C_{sr} = 10,35 + 0,725 * C_s = 241,85 \text{ Kg DBO/ha. d}$$

donde:

C_{sr}: Carga superficial de DBO removida en kg/ha.d, calculada a partir de C_s.

El uso de este tipo de correlaciones permite estimar la calidad del efluente de las lagunas primarias, en función de la carga orgánica, parámetro que ha sido empleado y considerado como un factor importante de diseño (Yáñez, 1993).

Estos factores permiten estimar que se trabajo con una eficiencia de remoción mínima del 75% de la carga orgánica presente en el agua residual.

CALCULO DEL AREA DE LA LAGUNA

El área de la laguna facultativa se calcula de acuerdo a la carga volumétrica, el QMD y el DBO del afluente.

$$A = \frac{Si * Q_{MD}}{C_S * 1000}$$

Como conocemos que el área de la laguna es de 17512 m² y asumimos que para el diseño se trabajó con una concentración media típica de DBO en aguas residuales de origen doméstico de 250 mg/L. Despejamos el Q_{MD}. O caudal medio diario de aguas residuales usado para el diseño.

$$Q_{MD} = \frac{A * C_S * 1000}{Si} = 2236,77 \frac{m^3}{d} = 25,88 \frac{L}{s}$$

CALCULO DEL TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA

El tiempo de retención hidráulico se calcula de acuerdo al Volumen de la laguna y el Q_{MD}. Este parámetro se calcula para determinar cuánto tiempo estará el agua dentro de la laguna.

$$t = \frac{A * h}{Q_{MD}}$$

Donde:

A: área de la laguna

h: profundidad de la laguna

Q_{MD}. Caudal de diseño

Con esta fórmula estimamos los tiempos de retención para las tres lagunas y obtenemos:

	Área (m ²)	Profundidad (m)	Capacidad (m ³)	Tiempo de retención (días)
Laguna facultativa primaria	17512	1,5	26268	12
Laguna facultativa secundaria	9973	1,5	14959,5	7
Laguna de	9808	1,3	12750,4	5,7

maduración				
------------	--	--	--	--

ANEXO 3

PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL Y PLAN DE MONITOREO DEL SISTEMA LAGUNAR

PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL

DONDE		QUE	CUANDO
Estructura entrada	rejillas	retirar sólidos retenidos	Cada vez que sea necesario
	Vertedero	Limpieza del piso y paredes del canal	Semanalmente
		Limpieza de la regleta aforadora	Diariamente
	desarenador	retiro de sedimentos	Semanalmente
	Trampa grasa	Retiro de grasas sobrenadantes con un recipiente pequeño	Semanalmente
		Retiro de grasas de paredes y tuberías de entrada y salida	Semanalmente
		Retiro de residuos asentados en la estructura	Semanalmente
Tratamiento primario	lagunas de oxidación facultativas y de maduración	Retiro de sobrenadantes, natas o espumas y disposición en lechos de secado	Diariamente
		Extracción de plantas acuáticas flotantes, enraizadas o sumergidas	Cada vez que sea necesario
		Mantener bordos, caminos de acceso y zona adyacente libres de malezas	Cada vez que sea necesario
		Retiro de arena, lodos y sedimentos (retroexcavadora)	Cada 5 - 10 años de acuerdo a la colmatación presentada
	Canales de rebose	Mantener bordos, caminos de acceso y zona adyacente libres de malezas	Cada vez que sea necesario
Estructuras complementarias	Canal perimetral	Retiro de material vegetal (ramas y hojas) acumuladas	Cada vez que sea necesario
		Retiro de lodos acumulados	anualmente
	Lechos de secado	limpieza de paredes y malezas	Cada vez que sea necesario
		Encalado y volteado de tortas de lodos	Cada vez que sea necesario

PLAN DE MONITOREO

DONDE		QUE	CUANDO
Estructura entrada	rejillas	Pesar solidos retirados	Semanalmente
	Vertedero de entrada	Lectura y registro caudal de entrada	Diariamente
	desarenador	Revisar el estado físico de la estructura	Diariamente
		Pesar solidos retirados	Semanalmente
Tratamiento o primario	lagunas de oxidación facultativas y de maduración	Verificar estado y funcionamiento del sistema lagunar (color)	Diariamente
		Verificar el nivel de las lagunas	Diariamente
		Pesar solidos retirados	Semanalmente
Estructura de salida	canaleta Parshall	Lectura caudal de salida	Diariamente

ANEXO 4

RESULTADOS MONITOREO CALIDAD DE AGUA AFLUENTE Y EFLUENTE SISTEMA DE TRATAMIENTO

	REPORTE DE RESULTADOS	
	FECHA DE EMISION: 2021-04-26	ID: FPT-SGC-03-01 VERSION: 02

Copia Controlada

Reporte de Análisis N°: 21-0003

Fecha de Emisión: 2021-06-10



Información del Solicitante			
Empresa o Cliente:	Maria Elsa Garca	Municipio:	San Antero, Cordoba
NIT/CC:	30339796	Dirección:	No Define
Contacto:	3188729529		

Información de la Muestra			
Descripción:	Entrada PTAR	Tipo de Muestras:	Compuesto
Código de Muestra:	ARnD-210528-01	Fecha de Muestras:	2021-05-27
Coordenadas:	09°22'46,0"N 75°46'11,7" W	Fecha de Recepción:	2021-05-28
Matriz:	Agua Residual no Doméstica	Muestra Tomada por:	Cliente

Variable	Método	Referencia	Unidades	Resultado	Incertidumbre	Fecha de Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	AC Ensayo 5 Dias - Sonda Óptica	SM 5210 B, SM 4500-O-H	mg O ₂ /L	625	6	2021-05-28
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	AC Reflujo Cerrado - Colorimétrico	SM 5220 D	mg O ₂ /L	912	20	2021-05-28

AC: Acreditado, NA: No Acreditado, ACS: Acreditado Subcontratado, NAS: No Acreditado Subcontratado

Nota importante:

- Los datos relacionados con el sitio o área en que se realizan las actividades de laboratorio y las condiciones ambientales bajo las cuales se efectuó la toma de muestra y los ensayos, se encuentran disponibles en el evento en que sean requeridos por el cliente. El Laboratorio Agua del Caribe - LAC S.A.S no se hace responsable de la representatividad o validez de las muestras, cuando los procedimientos de toma de muestras no estuvieren a cargo del personal de laboratorio.
- Resultados válidos únicamente para la(s) muestra(s) analizada(s). Prohibida la reproducción parcial de este reporte de análisis sin la aprobación del Laboratorio Agua del Caribe - LAC S.A.S.

Aprobó:

Jorge Alfredo Ramos Montiel
Químico
Tarjeta Profesional: FQ - 07152
Coordinador de Calidad

LABORATORIO AGUA DEL CARIBE - LAC S.A.S
Carrera 7A N° 64A - 42, Montería - Córdoba, Telefonos(s): (4) 7851601 - 31785182-00
e-mail: info@labcaribe.com.co - www.labcaribe.com.co

-- Fin del Reporte de Resultados --

	REPORTE DE RESULTADOS	
	FECHA DE EMISION: 2021-04-26	ID: FPT-SGC-03-01 VERSION: 02

Copia Controlada

Reporte de Análisis N°: 21-0004

Fecha de Emisión: 2021-06-10



Información del Solicitante			
Empresa o Cliente:	Maria Elsa Garca	Municipio:	San Antero, Cordoba
NIT/CC:	30339796	Dirección:	No Define
Contacto:	3188729529		

Información de la Muestra			
Descripción:	Salida PTAR	Tipo de Muestras:	Compuesto
Código de Muestra:	ARnD-210528-02	Fecha de Muestras:	2021-05-27
Coordenadas:	09°22'46,0"N 75°46'11,7" W	Fecha de Recepción:	2021-05-28
Matriz:	Agua Residual no Doméstica	Muestra Tomada por:	Cliente

Variable	Método	Referencia	Unidades	Resultado	Incertidumbre	Fecha de Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	AC Ensayo 5 Dias - Sonda Óptica	SM 5210 B, SM 4500-O-H	mg O ₂ /L	114	1	2021-05-28
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	AC Reflujo Cerrado - Colorimétrico	SM 5220 D	mg O ₂ /L	179	4	2021-05-28
Alcalinidad Total	AC Volumétrico	S.M. 2320-B	mg CaCO ₃ /L	282	12	2021-05-28

AC: Acreditado, NA: No Acreditado, ACS: Acreditado Subcontratado, NAS: No Acreditado Subcontratado

Nota importante:

- Los datos relacionados con el sitio o área en que se realizan las actividades de laboratorio y las condiciones ambientales bajo las cuales se efectuó la toma de muestra y los ensayos, se encuentran disponibles en el evento en que sean requeridos por el cliente. El Laboratorio Agua del Caribe - LAC S.A.S no se hace responsable de la representatividad o validez de las muestras, cuando los procedimientos de toma de muestras no estuvieren a cargo del personal de laboratorio.
- Resultados válidos únicamente para la(s) muestra(s) analizada(s). Prohibida la reproducción parcial de este reporte de análisis sin la aprobación del Laboratorio Agua del Caribe - LAC S.A.S.

Aprobó:

Jorge Alfredo Ramos Montiel
Químico
Tarjeta Profesional: FQ - 07152
Coordinador de Calidad

LABORATORIO AGUA DEL CARIBE - LAC S.A.S
Carrera 7A N° 64A - 42, Montería - Córdoba, Telefonos(s): (4) 7851601 - 31785182-00
e-mail: info@labcaribe.com.co - www.labcaribe.com.co

-- Fin del Reporte de Resultados --



Renovación de la Acreditación por el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005. Resolución 1327 del 27 de noviembre de 2020.
 Renovación de la Acreditación por el ONAC bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005. Certificación de acreditación: 14-LAB-038 del 15 de marzo de 2019.
 Certificado ICONTIC SC 9001-1 (ISO 9001:2015) - Plant de Laboratorios ICONTIC.
 Resolución 2025 de Septiembre 27 de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social. Autorización para Control de Calidad de Agua Potable.
 Certificación RUC del Consejo Colombiano de Seguridad - Sistema de Gestión de Seguridad, Salud en el Trabajo y Ambiente RUC.
 Expediente por el ANLA según Resolución 12300 del 22 de noviembre de 2019.
 Permiso de Estudio para la Realización de Espedientes de Espedientes Saneamiento de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales.
 Autorización para servicio de análisis de Metales pesados en alimentos. Resolución 201705001 del 27 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de calcio en alimentos. Resolución 201705009 del 27 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de proteínas en alimentos. Resolución 201705011 del 27 de julio de 2017.



INFORME DE RESULTADOS No 33957

INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
CLIENTE:	LABORATORIO DE AGUA DEL CARIBE-LAC SAS			NIT:	901325747-7
SOLICITANTE:	MARIA KERGUJELN			CIUDAD:	MONTERIA
DIRECCIÓN:	CR 7 A CL 64 A 42 BRR ALCAZAREZ			TELÉFONO:	3223843105
INFORMACIÓN MUESTRA					
No. TOTAL DE MUESTRAS:	2			IDENTIFICACIÓN POR:	CLIENTE
MUESTRA No:	33957-1			TIPO DE MUESTREO:	NO INFORMADO
SITIO DE MUESTREO:	PLANTA			FECHA Y HORA DE TOMA:	NO INFORMADO
COORDENADAS:	NO INFORMADO			FECHA DE RECIBIDO:	2021/05/29
TOMADA POR:	CLIENTE			FECHAS DE ANALISIS:	2021/05/29 al 2021/06/28
NATURALEZA:	ARnD			EMISIÓN DEL INFORME:	2021/06/28
NOMBRE DE LA MUESTRA:	ENTRADA PTAR				
RESULTADOS - MUESTRA No. 33957-1					
ANÁLISIS REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	LCM	METODOLOGÍA UTILIZADA DOCUMENTO NORMATIVO	
FISICOQUÍMICA					
(A) GRASAS Y/O ACEITES	mg/L	12,00	3,000	PARTICIÓN GRAVIMÉTRICA, STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, APHA-AWWA-WEF, 5520-B (ED 23, 2017)	
(A) SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	450,0	5,000	SECADO A 103 - 105° C - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF 2540 D (ED 23, 2017)	
COLOR REAL A DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA					
(A) COLOR REAL A 436 nm	m-1	10,00	N/A	ISO 7067 METHOD B: DETERMINACIÓN DE COLOR	
(A) COLOR REAL A 525 nm	m-1	7,00	N/A	ISO 7067 METHOD B: DETERMINACIÓN DE COLOR	
(A) COLOR REAL A 620 nm	m-1	6,20	N/A	ISO 7067 METHOD B: DETERMINACIÓN DE COLOR	
N. TOTAL					
(A) NITRATOS	mg NO ₃ -N/L	0,2300	0,1000	MÉTODO DE SALICILATO DE SODIO, ANÁLISIS DE AGUAS, J. RODIER 9ma EDICIÓN, 2009	
(A) NITRITOS	mg NO ₂ -N/L	0,0200	0,0100	COLORIMÉTRICO - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF, 4500-NO ₂ -B (ED 23, 2017)	
(A) NITRÓGENO AMONIAICAL	mg NH ₃ -N/L	53,15	0,2600	KJELDAHL - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF, 4500-NH ₃ B.C (ED 23,2017)	
(A) NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/L	88,20	4,000	KJELDAHL - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF 4500-NORG C, 4500 N+G B, C (ED 23, 2017)	

(A): Acreditado - (NAC): No Acreditado - (SUB): Subcontratado - LCM: Límite de cuantificación del método.

DAYANA MARTINEZ
DIRECTOR TECNICO
TP PQ4460

ESTOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN LOS PARÁMETROS ANALIZADOS, ESTOS RESULTADOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL Y/O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. EL PLAZO LIMITE PARA ACEPTAR OBSERVACIONES CON RESPECTO A LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ES DE 8 DÍAS SIGUIENTES A LA ENTREGA DE ESTE INFORME. TIEMPO DE CUSTODIA DE LAS MUESTRAS: SI NO SE RECIBEN OBSERVACIONES SE DA POR ACEPTADA LA CONFORMIDAD DEL INFORME Y SE PROCEDERÁ A LA DEVOLUCIÓN DE LAS MUESTRAS AL CLIENTE PARA QUE ÉSTE SE ENCARGUE DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MISMAS. LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS INFORMES TRANSMITIDOS POR VÍA FAX, QUEDA SUJETA A LA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. EL PERSONAL DE LMB SE ABSTIENE DE HACER COMENTARIOS, INTERPRETACIONES O RECOMENDACIONES ACERCA DE LOS RESULTADOS, SALVO SOLICITUD EXPRESA DEL CLIENTE.

VÍA 40 # 76-206 - BARRANQUILLA-ATLÁNTICO - TEL.: 3600353-3606745 - TELEFAX: 3600353 www.lmb.com.co



Renovación de la Acreditación por el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005. Resolución 1327 del 27 de noviembre de 2020.
 Renovación de la Acreditación por el ONAC bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005. Certificación de acreditación: 14.LAB-028 del 15 de marzo de 2019.
 Certificado ICONTEC SC 0006-1 ISO 9001:2015 - Red de Laboratorios ICONTEC.
 Resolución 2020 de Septiembre 27 de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social. Autorización para Control de Calidad de Agua Potable.
 Calificación RUC del Consejo Colombiano de Seguridad - Sistema de Gestión de Seguridad, Salud en el Trabajo y Ambiente RUC.
 Excepción por el ANLA según Resolución 02320 del 22 de noviembre de 2019.
 Premio de Estudio para la Reconocición de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fin de Elaboración de Estudios Ambientales.
 Autorización para servicio de análisis de factor total en alimentos. Resolución 2017030161 del 25 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de calcio en alimentos. Resolución 2017030463 del 27 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de plomo en alimentos. Resolución 2017030410 del 27 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de plomo en alimentos. Resolución 2017030411 del 27 de julio de 2017.



INFORME DE RESULTADOS No 33957

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: LABORATORIO DE AGUA DEL CARIBE-LAC SAS	NIT: 901325747-7
SOLICITANTE: MARIA KERGUÉLEN	CIUDAD: MONTERIA
DIRECCIÓN: CR 7 A CL 64 A 42 BRR ALCAZAREZ	TELEFONO: 3223843105

INFORMACIÓN MUESTRA

No. TOTAL DE MUESTRAS: 2	IDENTIFICACIÓN POR: CLIENTE
MUESTRA No: 33957-2	TIPO DE MUESTREO: NO INFORMADO
SITIO DE MUESTREO: PLANTA	FECHA Y HORA DE TOMA: NO INFORMADO
COORDENADAS: NO INFORMADO	FECHA DE RECIBIDO: 2021/05/29
TOMADA POR: CLIENTE	FECHAS DE ANÁLISIS: 2021/05/29 al 2021/06/28
NATURALEZA: ARnD	EMISIÓN DEL INFORME: 2021/06/28
NOMBRE DE LA MUESTRA: SALIDA PTAR	

RESULTADOS - MUESTRA No. 33957-2

ANÁLISIS REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	LCM	METODOLOGÍA UTILIZADA DOCUMENTO NORMATIVO
FISICOQUÍMICA				
(A) ACIDEZ	mg CaCO ₃ /L	3254	2,000	VOLUMÉTRICO - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF - 2310-B (ED 23, 2017)
(A) SURFACTANTES ANIÓNICOS COMO SAAM	mg SAAM/L	0,3770	0,1000	SURFACTANTES ANIÓNICOS COMO SAAM, STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, APHA-AWWA-WEF-5540-C, (ED 23, 2017)
(A) COMPUESTOS FENÓLICOS SEMIVOLÁTILES	mg/L	< 0,0010	0,0010	CROMATOGRAFÍA DE GASES - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY USEPA 8310C (1996); 8041A (2007)
(A) FENOLES	mg/L	< 0,1000	0,1000	DESTILACIÓN FOTOMÉTRICO-DIRECTO, STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, AWWA, APHA, WEF, 5530-B.D (ED 23, 2017)
(A) FÓSFORO TOTAL	mg P/L	2,200	0,1500	COLORIMÉTRICO ÁCIDO ASCÓRBICO - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF, 4500-P.B.E (ED 23, 2017)
(A) GRASAS Y/O ACEITES	mg/L	< 3,000	3,000	PARTICIÓN GRAVIMÉTRICA, STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, APHA-AWWA-WEF, 5520-B(ED 23, 2017)
(A) SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	73,50	0,000	SECADO A 103 - 105° C - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF 2540 D (ED 23, 2017)
(A) FÓSFORO REACTIVO TOTAL (Leído como Ortofosfatos)	mgP-PO ₄ /L	1,850	0,1500	ÁCIDO ASCÓRBICO - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF, 4500-P.E (ED 23, 2017)
COLOR REAL A DIFERENTES LONGITUDES DE ONDA				
(A) COLOR REAL A 436 nm	m-1	5,700	N/A	ISO 7087 METHOD B: DETERMINACIÓN DE COLOR
(A) COLOR REAL A 525 nm	m-1	4,600	N/A	ISO 7087 METHOD B: DETERMINACIÓN DE COLOR
(A) COLOR REAL A 620 nm	m-1	4,100	N/A	ISO 7087 METHOD B: DETERMINACIÓN DE COLOR
N. TOTAL				
(A) NITRATOS	mg NO ₃ -N/L	< 0,1000	0,1000	MÉTODO DE SALICILATO DE SODIO, ANÁLISIS DE AGUAS, J. RODIER 9na EDICIÓN, 2009
(A) NITRITOS	mg NO ₂ -N/L	< 0,0100	0,0100	COLORIMÉTRICO - STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF, 4500 NO2- B (ED 23, 2017)

Dayana Martínez M.L.

DAYANA MARTINEZ
DIRECTOR TECNICO
TP PQ4460

ESTOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN LOS PARÁMETROS ANALIZADOS, ESTOS RESULTADOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL Y/O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. EL PLAZO LIMITE PARA ACEPTAR OBSERVACIONES CON RESPECTO A LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ES DE 0 DÍAS SIGUIENTES A LA ENTREGA DE ESTE INFORME. TIEMPO DE CUSTODIA DE LAS MUESTRAS. SI NO SE RECIBEN OBSERVACIONES SE DA POR ACEPTADA LA CONFORMIDAD DEL INFORME. Y SE PROCEDERÁ A LA DEVOLUCIÓN DE LAS MUESTRAS AL CLIENTE PARA QUE ÉSTE SE ENCARGUE DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MISMAS. LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS INFORMES TRANSMITIDOS POR VÍA FAX QUEDA SUJETA A LA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. EL PERSONAL DE LMB SE ABSTIENE DE HACER COMENTARIOS, INTERPRETACIONES O RECOMENDACIONES ACERCA DE LOS RESULTADOS, SALVO SOLICITUD EXPRESA DEL CLIENTE.



Renovación de la Acreditación por el IDEAM bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005. Resolución 1327 del 27 de noviembre de 2020.
 Renovación de la Acreditación por el ONAC bajo NTC-ISO/IEC 17025:2005. Certificación de acreditación: 14-LAS-038 del 15 de marzo de 2019.
 Certificado ICONTIC 021856-1-02 9001:2015 - País de Laboratorio ICONTIC.
 Resolución 2025 de Septiembre 27 de 2019 Ministerio de Salud y Protección Social. Autorización para Control de Calidad de Agua Potable.
 Calificación RUC del Consejo Colombiano de Seguridad - Sistema de Gestión de Seguridad, Salud en el Trabajo y Ambiente RUC.
 Expedido por el ANLA según Resolución 02308 del 22 de Noviembre de 2019.
 Permiso de Ejercicio para la Prestación de Especimen de Copias - Sistema de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación de Estudios Ambientales.
 Autorización para servicio de análisis de bacterias total en alimentos. Resolución 23703761 del 25 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de calcio en alimentos. Resolución 201703049 del 27 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de plomo en alimentos. Resolución 2017030410 del 27 de julio de 2017.
 Autorización para servicio de análisis de proteínas en alimentos. Resolución 2017030411 del 27 de julio de 2017.



INFORME DE RESULTADOS No 33957

INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
CLIENTE: LABORATORIO DE AGUA DEL CARIBE-LAC SAS	NIT: 901325747-7
SOLICITANTE: MARIA KERGUELEN	CIUDAD: MONTERIA
DIRECCIÓN: CR 7 A CL 64 A 42 BRR ALCAZAREZ	TELÉFONO: 3223843105

INFORMACIÓN MUESTRA	
No. TOTAL DE MUESTRAS: 2	IDENTIFICACIÓN POR: CLIENTE
MUESTRA No: 33957-2	TIPO DE MUESTREO: NO INFORMADO
SITIO DE MUESTREO: PLANTA	FECHA Y HORA DE TOMA: NO INFORMADO
COORDENADAS: NO INFORMADO	FECHA DE RECIBIDO: 2021/05/29
TOMADA POR: CLIENTE	FECHAS DE ANÁLISIS: 2021/05/29 al 2021/06/28
NATURALEZA: ARnD	EMISIÓN DEL INFORME: 2021/06/28
NOMBRE DE LA MUESTRA: SALIDA PTAR	

RESULTADOS - MUESTRA No. 33957-2				
ANÁLISIS REALIZADO	UNIDAD	RESULTADOS	LCM	METODOLOGÍA UTILIZADA DOCUMENTO NORMATIVO
FISICOQUÍMICA				
(A) NITRÓGENO AMONIAICAL	mg NH3-N/L	2,400	0,2600	KJELDAHL- STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF- 4900-NH3 B,C (ED 23,2017)
(A) NITRÓGENO KJELDAHL	mg N/L	14,59	4,000	KJELDAHL- STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA, APHA, WEF 4900-NORG C, 4500 NH3 B, C (ED 23, 2017)
MICROBIOLOGÍA				
(A) NÚMERO MÁS PROBABLE DE E.COLI	NMP/100 mL	4,5x10 ³	---	TÉCNICA DE FERMENTACIÓN EN TUBOS MÚLTIPLES - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER-AWWA-APHA-WEF 9221 B, F (ED 23, 2017)
(A) NÚMERO MÁS PROBABLE DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (FECALES)	NMP/100 mL	4,5x10 ³	---	TÉCNICA DE FERMENTACIÓN EN TUBOS MÚLTIPLES - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - AWWA APHA - WEF 9221 B, E (ED. 23 2017)

(A): Acreditado - (NAC): No Acreditado - (SUB): Subcontratado - LCM: Límite de cuantificación del método.

Ricardo Romero Franco

RICARDO ROMERO
JEFE DE MICROBIOLOGÍA

Dayana Martínez M.

DAYANA MARTINEZ
DIRECTOR TECNICO
TP PQ4460

- FIN DEL INFORME -

ESTOS RESULTADOS SON VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS ANALIZADAS EN LOS PARÁMETROS ANALIZADOS, ESTOS RESULTADOS NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL Y/O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. EL PLAZO LÍMITE PARA ACEPTAR OBSERVACIONES CON RESPECTO A LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ES DE 8 DÍAS SIGUIENTES A LA ENTREGA DE ESTE INFORME, TIEMPO DE CUSTODIA DE LAS MUESTRAS. SI NO SE RECIBEN OBSERVACIONES SE DA POR ACEPTADA LA CONFORMIDAD DEL INFORME Y SE PROCEDERÁ A LA DEVOLUCIÓN DE LAS MUESTRAS AL CLIENTE PARA QUE ÉSTE SE ENCARGUE DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MISMAS. LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS INFORMES TRANSMITIDOS POR VÍA FAX QUEDA SUJETA A LA RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE. EL PERSONAL DE LMB SE ABSTIENE DE HACER COMENTARIOS, INTERPRETACIONES O RECOMENDACIONES ACERCA DE LOS RESULTADOS, SALVO SOLICITUD EXPRESA DEL CLIENTE.

VÍA 40 # 76-206 - BARRANQUILLA-ATLÁNTICO - TEL.: 3600353-3600746 - TELEFAX: 3600353 www.lmb.com.co

REPORTE DE ENSAYO

Ensayo No. 490422

Datos del Solicitante

Empresa solicitante LABORATORIO DE AGUA DEL CARIBE - LAC SAS
 NIT/C.C. 901325747
 Dirección CR 7 A CL 64 A 42
 Ciudad MONTERIA
 Teléfono 034-7890384

Datos de la Muestra

Muestra de Agua Residual No Domestica
 Sitio de recolección
 Lugar de Toma de Muestra Salida PTAR
 Tipo de Muestra Puntual
 Tomada por Cliente
 Fecha y Hora de muestreo 2021-06-02 14:00
 Fecha y Hora de Recepción 2021-06-03 10:34
 Fecha de Emisión del Resultado 2021-07-07
 Características de la muestra

Reporte de métodos y resultados fisicoquímicos					
DESCRIPCIÓN	RESULTADO	LDM	LCM	VALOR DE REFERENCIA	METODO UTILIZADO
Hidrocarburos Totales*	No Detectable mg/L	0,23	2	N.E.	NTC 3263 C, F (2011-11-30)

Laboratorio acreditado por el IDEAM para los parámetros 2,4,6-Triclorofenol^o, 2,4-Diclorofenol^o, 2,4-Dimetilfenol^o, 2,4-Dinitrofenol^o, 2-Clorofenol^o, 2-Metil-4-E-Dinitrofenol^o, 2-Nitrofenol^o, 4,4'-DDD^o, 4,4'-DDE^o, 4,4'-DDT^o, 4-Cloro-3-metilfenol^o, 4-Nitrofenol^o, Aceites y Grasas^o, Aconafineno^o, Aconafineno^o, Acidez^o, Alcalinidad total, Aldrin^o, alfa-BHC^o, Alfa-Clordano^o, Aluminio^o, Antimonio^o, Antraceno^o, Antraceno^o, Aroclor 1016^o, Aroclor 1221^o, Aroclor 1232^o, Aroclor 1242^o, Aroclor 1248^o, Aroclor 1254^o, Aroclor 1260^o, Arsénico^o, Bario^o, Benceno^o, Benzo(a)antraceno^o, Benzo(a)pireno^o, Benzo(g,h,i)perileno^o, Benzo(k)fluoranteno^o, beta-BHC^o, Biomasa Zooplanctónica^o, BTEX^o, Cadmio^o, Calcio^o, Caudal Área de Velocidad^o, Caudal^o, Clorofenoles^o, Cloruro^o, Cobalto^o, Cobres^o, Color Real a las 3 longitudes^o, Color Verdadero^o, Compuesto Semivolátiles Fenólicos, Conductividad^o, Corrosividad (pH)^o, Corrosividad (TCLP)^o, Cromo^o, Cromo Hexavalente Total (Cromo, Cromo^o, DBO (5 días)^o, delta-BHC^o, Dibenz(a,h)antraceno^o, Difenoles^o, Dielvin^o, Dimetoxo^o, DCO - Reflujo cerrado^o, Dureza Cálcica^o, Dureza total^o, Endosulfan I^o, Endosulfan II^o, Endosulfan sulfato^o, Endrin aldehído^o, Endrin oxona^o, Endrin^o, Estano^o, Estil paration^o, Estilbeneno^o, Fenantreno^o, Fenol^o, Fenoles totales^o, Fenilol^o, Fitoplancton^o, Fluoranteno^o, Fluorano^o, Fluoruro^o, Fósforo reactivo disuelto (Ort, Fósforo total^o, Gama-Clordano^o, gamma-BHC^o, Heptacloro^o, Heptacloro^o, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Hidrocarburos Totales^o, Hierro a pH Real^o, Hierro^o, Ictiofauna^o, Ictioplancton^o, Indeno(1,2,3-cd)pireno^o, Litio^o, m-p-aileno^o, Macrófitas acuáticas^o, Macrófitas acuáticas^o, Macroinvertebrados acuáticos^o, Macroinvertebrados Benthónicos^o, Magnesio^o, Malation^o, Manganoso^o, Mercurio^o, Metil paration^o, Metil-azinfos (Gutien)^o, Metoxicloro^o, Mevinfos^o, Molibdeno^o, Nafaleno^o, Niquel^o, Nitrato^o, Electrodo Ion Select, Nitrito^o, Nitrogeno Amoniacal^o, Nitrogeno Total Kjeldahl^o, NMP Coliformes termotolerantes, NMP Coliformes totales^o, NMP Escherichia coli^o, Oxígeno Disuelto^o, Oxígeno Disuelto^o, o-xileno^o, PCBs^o, Peces^o, Pesticidas Organofosforados^o, Pesticidas Organofosforados^o, pH^o, Pireno^o, Plata^o, Plomo^o, Potasio^o, Prueba de Corrosividad^o, Salmidad^o, Selenio^o, Sodio^o, Sólidos Disueltos Totales^o, Sólidos sedimentables^o, Sólidos suspendidos totales^o, Sólidos totales^o, Sulfato^o, Sulfuro^o, Temperatura^o, Tensoactivos SAAM (Surfactante, Tolueno^o, Turbidez^o, Vanadio^o, Zinc^o, Zooplancton^o, Zooplancton^o según Resolución 0279 de 2020.

* Laborar tiene este parámetro acreditado mediante Resolución 0279 del 2020 IDEAM

NA: NO APLICA

NE: NO ESTABLECIDO

• Por debajo del LDM (límite de detección del método). Se informa como "No Detectable".

• Resultado entre el LDM y LCM se informa como LDM <n<LCM "n" = Valor obtenido.

• Resultados iguales o superiores al LCM (límite de cuantificación del método), se reporta el valor obtenido.

COMENTARIOS

Los datos relacionados de las condiciones ambientales bajo las cuales se efectuó la toma de muestra y los ensayos, se encuentran disponibles en el evento en que sean requeridos por el cliente.

Estos resultados son válidos para la muestra analizada no se pueden reproducir sin aprobación por escrito del laboratorio

-FIN DE REPORTE-

Revisó:

EFRAÍN JOSÉ CÁRCAMO VEGA
Jefe Área Físicoquímico

Aprobó:

EFRAÍN JOSÉ CÁRCAMO VEGA
Jefe Área Físicoquímico

Muestra

No. Muestra: 000892 Orden de Trabajo No.: 000549
Identificación: TERRENO PERIURBANO
Fecha de Solicitud : 04-jun-21
Fecha de Impresión : 21-jun-21
Cultivo: Name

Cliente

Nombre: MARIA ELZA GARCIA MORALES
Dirección: CR 2G 12A-21
Municipio: FLORENCIA (CAQ)
Teléfono: 3188729529 Fax:
E-Mail: elzagarcia76@yahoo.com

Vereda

Nombre: ZONA PERIURBANA
Municipio: SAN ANTERO
Departamento: Córdoba

Solicitante: MARIA ELZA GARCIA MORALES

ELEMENTO ANALIZADO	pH	C.E. dS/m	P Fósforo	K Potasio	Ca Calcio	Mg Magnesio	Na Sodio	Al Acidez Int.	Elementos Menores (mg * kg ⁻¹ o ppm)				
									Fe Hierro	Mn Manganeso	Cu Cobre	Zn Zinc	
RESULTADO DEL ANALISIS	7.2	0.72	79.8	200	6791	684	40		20.3	1.8	2.9	2.0	0.10
Resultado en cmol ⁺ kg ⁻¹				0.51	33.89	5.63	0.17	0.00					
INTERPRETACION	Alto	Óptimo	Deficiente	Óptimo	Exceso	Alto			Óptimo	Deficiente	Alto	Deficiente	Deficiente
BAJO	5.6	0.56	150	154	2005	370			15.0	11.3	1.1	3.4	0.34
ÓPTIMO	6.00	0.74	200	216	2776	501			20.0	15.0	1.5	4.5	0.45
ALTO	6.4	0.92	250	278	3547	632			25.0	18.8	1.9	5.6	0.56

Metodología:

pH en agua (1:1), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases de intercambio en acetato de amonio (1:20), elementos menores en DTPA (1:2), C.E. extracto de saturación, Acidez Intercambiable sólo cuando pH < 5.5.

Metodo Fósforo (P) : Lactato

Otros Análisis y Parámetros de la Muestra				Relaciones Cationicas			
Porcentaje de Agua Pw %	Porcentaje de Saturación Ps %	% Carbono Orgánico	% M.O.	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
2.5	82.0	0.77	1.33	6.02	66.37	11.02	77.39
Interpretación				Alto	Exceso	Exceso	Exceso
Valores Óptimos				3 - 5	12 - 18	4 - 6	12 - 20



Quim. Adriano Mireya Zamudio S.
Jefe Laboratorio de Suelos y Aguas

Sede-Chía
Autop. Norte Km. 10 vía Bogotá-Briceño
PBX 8650218/219/299
centro.biosistemas@utadeo.edu.co
Chía - Colombia

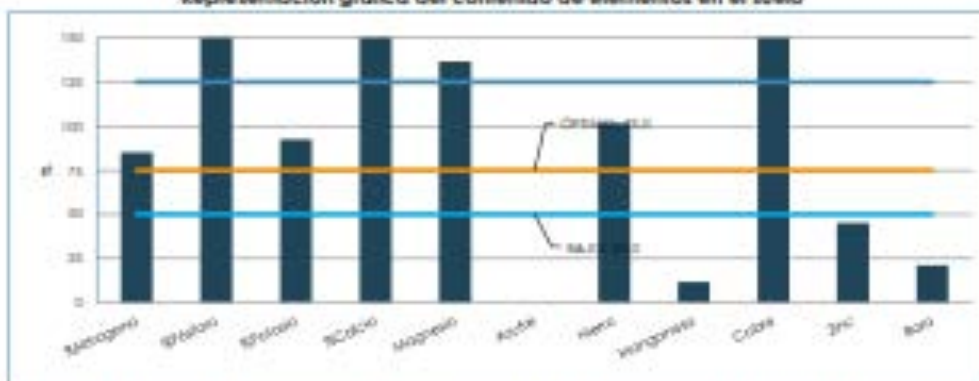


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
CENTRO DE BIO-SISTEMAS
 Autopista Norte Km. 10 vía Bogotá – Briceño Chía (Cundinamarca)
 Teléfonos: 2427030 Ext. 2431/2430
LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

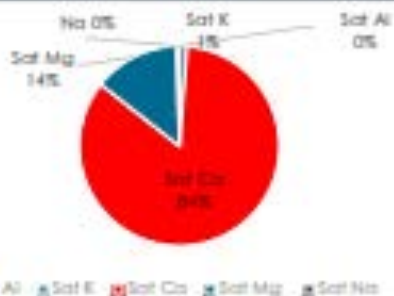
Solicitante:	MARIA ELZA GARCIA MORALES	Cultivo:	RAME	No. muestra	892
Finca:	TERRENO PERUBIANO	Fecha Recomendación	21/06/2021		

INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS

Representación gráfica del contenido de elementos en el suelo



En la gráfica se puede observar el contenido de cada uno de los elementos en el suelo de acuerdo con los niveles críticos para el cultivo requerido: el nivel óptimo se encuentra entre 75% y 125%, el nivel bajo se encuentra entre 50 y 75%, y por debajo de 50% es deficiente, cuando el nivel se encuentra por encima de 125% es alto y no se requiere aplicar grandes cantidades de fertilizantes ya que con una aplicación de mantenimiento bastará.



En la gráfica se representa el porcentaje de cada una de las bases férricas en cuenta la capacidad de intercambio catiónica, adicionalmente se presenta la saturación de aluminio en el suelo que para la mayoría de cultivos debe ser inferior al 20%, para que no represente problemas de toxicidad o antagonismos con los nutrientes.

Interpretación de otros parámetros

Parámetro	Valor	Interpretación
pH	7.23	ALTO
C.E.	0.72	ÓPTIMO
CIC	30.8	ALTA
P3%	82.0	ÓPTIMA
CO%	0.77	BAJO
MO%	1.33	

Se presenta un pH alto para el cultivo por lo que se recomienda no aportar ningún tipo de enmienda y aplicar materia orgánica para mejorar las condiciones de pH y la capacidad de retener humedad y nutrientes, y mejorar la CIC del suelo

www.utadeo.edu.co
 N° 200 0003462
 Páramo de Jiriboa
 No. 2010700 Bogotá

Sede Chía
 Autopista Norte Km. 10 vía Bogotá, Briceño
 P.B. 2010700
 www.laboratorio@utadeo.edu.co

RECOMENDACION DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO REQUERIDO

Con base en la tabla de extracción para un ciclo del cultivo, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la eficiencia de los fertilizantes, se determina la necesidad de aplicación de cada elemento.

Extracción del cultivo en un ciclo (kg/ha)

N	210	Fe	0,50
P	40	Mn	0,30
K	480	Cu	0,10
Ca	380	Zn	0,70
Mg	20	B	0,30
S	14		

Se recomienda aportar los siguientes fertilizantes para suplir las necesidades del cultivo de acuerdo con lo obtenido del análisis de suelo.

Fertilizante	kg/ha
Elementos mayores	
Fosfitosol	0
Cloruro de potasio (0-0-60)	300
Urea (46)	0
Sulfato de Amonio (21-24)	300
Nitrato de Calcio	0
Sulfato de Calcio	0
Fosfato diamónico DAP (18-46-0)	50
Sulfato de Potasio (0-0-50-18)	0
Sulfato de Magnesio (28-21)	0
Silicato de magnesio (32-34)	0
Nitromag (21-0-0-11CaO- 7,5 MgO)	0
Elementos menores	
Sulfato de Hierro (22)	0
Sulfato de Manganeso (30)	4
Sulfato de Cobre (28)	0
Sulfato de Zinc (23)	5
Borax técnico (13)	5
Menores	0

Recomendación de enmiendas

Producto	kg/ha
Materia Orgánica	3000
Cal Agrícola (45%)	0
Cal Dolomita	0
Resaca Isotérmica	0
Yeso Agrícola	0
Oxido de Magnesio (85%)	0
Cajillas	0

Los cálculos son realizados con los niveles de cada fertilizante que se reportan entre paréntesis, si se desean utilizar otras fuentes de algún elemento, se recomienda realizar el cálculo de nuevo con el nivel del producto comercial a aplicar. (estos niveles pueden variar de acuerdo a la marca comercial que los provea).

Con las anteriores recomendaciones de fertilizantes y enmiendas se está aportando las siguientes cantidades de cada elemento en kg/ha.

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
165	68	191,1	29,4	9,9	79	14,4	1,833	0,0493	2,462	0,698

Estos cálculos se hace con base en datos tomados de ensayos de investigación, es importante el monitoreo frecuente de posibles síntomas de deficiencias o excesos, en los cultivos ya que son muchos factores los que intervienen en la disponibilidad de estos para las plantas, los cuales solo quienes están en campo pueden evidenciar.

Para cualquier información adicional, comuníquese con nosotros

Coordenadora

Laboratorio de Suelos
 Centro de Bio-Sistemas - UJTL
 Tel. 2427030 Ext. 2432
 Cel. 3022632733
 I. A. Carolina Gacheña Sánchez

Para evitar deficiencias de Nitrógeno, aplicar aminoácidos de forma foliar. Es importante también aplicar microorganismos degradadores para facilitar la disponibilidad de N de la materia orgánica.

ANEXO 5

REQUISITOS CONCESION DE AGUAS DE REUSO

REQUISITOS CONCESIÓN DE AGUAS DE REUSO

Con base en el Decreto único Reglamentario 1076 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y consideraciones de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, para dar inicio al trámite del permiso se deberá remitir la siguiente información:

- Formato Único Nacional de solicitud de Concesión de Aguas Superficiales totalmente diligenciado.
 - Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua
 - Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante.
 - Sociedades:** Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses).
 - Juntas de Acción Comunal:** Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.
 - Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
 - Copia de la cedula del representante legal.
 - RUT
 - Concepto uso del suelo (Planeación Municipal)
 - Certificado de tenencia o propiedad del predio
 - Propietario del inmueble:** Certificado de tradición y libertad (expedición no superior a 3 meses).
 - Tenedor:** Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario o poseedor.
 - Poseedor:** Prueba adecuada que lo acredite como tal.
 - Informar si se requiere establecimiento o servidumbre, para el aprovechamiento del agua o para la construcción de las obras proyectadas.
 - Término por el cual se solicita la concesión.
 - Cantidad de agua que se desea utilizar en litros por segundo, régimen de bombeo, frecuencia de la captación.
 - Información sobre los sistemas para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje, y sobre las inversiones, cuantía de las mismas y término en el cual se van a realizar.
 - Información sobre la destinación que se le dará al agua.
 - Información prevista en el capítulo IV, título III del Decreto 1541 de 1978, para concesiones con características especiales.
 - Costos de inversión y operación.
 - Planos de Ubicación y coordenadas.
 - CD, con la información técnica y diseños
 - Copia del acto administrativo que otorga Permiso de Vertimientos al generador de las aguas residuales tratadas
- Nota:** Si la totalidad de las aguas residuales tratadas se entregan para reúso no se requerirá permiso de vertimiento por parte del Usuario

Generador y no habrá lugar al pago de la correspondiente Tasa Retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales. En caso contrario si la entrega es parcial, deberá ajustarse el cobro conforme al Permiso de Vertimientos.

- Balance de masas, el cual debe satisfacer la Ley de Conservación de la Materia o de la Masa
- Plano del sistema de tratamiento de aguas residuales
- Caracterización de las aguas residuales para reúso

Nota: *La caracterización deberá cumplir con los parámetros y límites máximos permisibles para cada uno de ellos, de acuerdo al uso al cual se destinará el agua, conforme a lo establecido en la Resolución 1207 de 2014 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*

- Programa de manejo que incluya medidas a ejecutar para la prevención del deterioro del recurso hídrico y demás recursos naturales relacionados
- Plan de monitoreo del agua residual tratada en el área de reúso durante la vigencia del permiso
- Plan de gestión del riesgo

PARA REUSO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Además de los requisitos mencionados anteriormente, deberá anexar la siguiente documentación:

- Balance de humedad en el suelo, para evitar percolación o escorrentía
- Estudio o informe de análisis de vulnerabilidad intrínseca a detalle de los acuíferos a la contaminación para uso agrícola de aguas de reúso. *(Aplica sólo para predios extensión mayor o igual de 500 hectáreas).*
- Caracterización y análisis de los siguientes parámetros:
 - DBO5
 - Porcentaje de Sodio Posible (PSP)
 - Carbonato de sodio residual
 - Salinidad efectiva y potencial
 - Relación de Absorción de Sodio (RAS)
- Plan de monitoreo del suelo, aguas superficiales y subterráneas, en el área de reúso y aledaños.

6.2 Informe complemento de prefactibilidad



Identificación de una aplicación de reúso legal del efluente de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de San Antero – Córdoba - Colombia



Financiado por



Co-implementado por



Co-ejecutado por



El informe de prefactibilidad para la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Antero, Córdoba, incluyendo una opción de reúso fue liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos y financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) bajo el Proyecto GEF CReW+.

El GEF CReW+ es un proyecto de asociación financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) que está siendo implementado conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 18 países de la Región del Gran Caribe (RGC).

Este proyecto se basa en su anterior fase exitosa del proyecto “El Fondo Regional del Caribe para la Gestión de Aguas Residuales (CReW)” (2011-2017). CReW+ está siendo ejecutado por Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Secretaría del Convenio de Cartagena (CAR/RCU) en nombre del BID y el PNUMA, respectivamente.

Los 18 países participantes en el CReW+ (Barbados, Belize, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Grenada, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Saint Kitts and Nevis, Saint Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Suriname, Trinidad y Tobago) varían geográficamente, desde grandes países continentales hasta pequeños estados insulares con contextos políticos, lingüísticos y culturales significativamente diferentes.

Sobre el GEF: el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) ha proveído de \$22 millones en donaciones y *blended finance* y ha movilizado cerca de \$120 billones en cofinanciamiento en más de 5200 proyectos y programas. El GEF es el fondo fiduciario más grande enfocado en permitir a países en desarrollo invertir en la naturaleza y apoya la implementación de convenios internacionales en biodiversidad, cambio climático, químicos y desertificación. Reúne 184 gobiernos, adicionalmente sociedad civil, organizaciones internacionales, sector privado y aliados.

Financiado por



Co-implementado por



Co-ejecutado por



Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan los puntos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Secretaría del Convenio de Cartagena (CAR/RCU), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de los Estados Americanos (OEA) o los países que representan.

El uso comercial no autorizado de los documentos está prohibido y puede ser sancionado según las políticas de las agencias y/o las leyes aplicables.

Publicado por: GEF CReW+ “Implementando soluciones para la Gestión Integrada del Agua y de las Aguas Residuales para un Caribe limpio y saludable”

Autor: Maria Eliza Garcia Morales

Diseño: Proyecto GEF CReW+

Fecha: Noviembre 2021

Ejecutado por: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. CONTEXTO GENERAL.....	3
2. PROBABILIDADES DE REUSO	5
3. OPCIONES RECOMENDADAS	11
3.1. Cultivos de pastos y forrajes para consumo animal.	11
3.2. Cultivos forestales de madera, fibras y otros no comestibles.....	12
4. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE RIEGO	15
5. CRONOGRAMA REQUERIMIENTOS NORMATIVOS CONCESION DE AGUAS DE REUSO ...	17
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
ANEXO 1.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Analisis de posibilidades de reúso según la Resolución 1207 de 2014	5
Tabla 2. Componentes y costos sistema de riego	15
Tabla 3. Cronograma proyectado para actividades trámite concesión de aguas de reúso	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de alternativas seleccionadas (elaboración propia)	11
Figura 2. Pastos de corte depositable establecimiento.....	12
Figura 3. Diseño de barreras cortavientos	13
Figura 4. Sistema de siembra en tresbolillos.....	14
Figura 5. Planteamiento general sistema de reúso.....	15

INTRODUCCION

En el año 2016 se lanza ***Sanitation for Millions***, una iniciativa multidonante para atender los problemas de agua y saneamiento y contribuir efectivamente en alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible globales, liderada por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) como donante líder y la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) como entidad implementadora.

El proyecto ***Sanitation for Millions*** es una plataforma de cooperación entre donantes internacionales bajo los auspicios del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ). Recibe financiación adicional de la Fundación Bill & Melinda Gates, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Comercio de Hungría, el fondo de solidaridad británico Water Unite y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Sanitation for Millions tiene como objetivo proveer acceso adecuado y equitativo al saneamiento básico e higiene. Sus actividades se centran en las necesidades de grupos vulnerables y en desventaja como niños, mujeres y chicas, refugiados, personas con discapacidades y comunidades indígenas. Además, busca soluciones sostenibles considerando la cadena de saneamiento y aplicando criterios para asegurar resultados a largo plazo y que sean económicamente viables y socialmente aceptables de manera inclusiva y garantizando el intercambio de experiencias y de la gestión de conocimientos entre los países beneficiarios.

En el Caribe, el proyecto apoya mecanismos de financiamiento innovadores para la gestión del agua y las aguas residuales en nombre del BID como parte del proyecto CReW +, que es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

A la problemática cada vez más apremiante en Colombia frente al cumplimiento de la normatividad en materia de prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado por parte de los prestadores, se suma el aumento indiscriminado en la demanda de agua, lo que supone una mayor presión sobre las fuentes hídricas abastecedoras que cada día disminuyen su oferta hídrica por los cambios generados sobre el ciclo hidrológico en las microcuencas. Estos cambios provienen de la deforestación incontrolada generada por la ampliación de la frontera agrícola o ganadera y la gran fragilidad de los ecosistemas para resistir la variabilidad climática que se da a nivel mundial.

Para hacer frente a esta situación, el gobierno ha empezado a abordar la problemática del agua de una manera integral que deberá permitir a futuro ampliar el enfoque del uso del agua, no solamente para abastecer los sistemas de acueducto, sino también potenciando la necesidad de proteger las cuencas abastecedoras conservando y protegiendo los ecosistemas que interactúan en ellas. Para esto se han generado estrategias como los Pagos por Servicios Ambientales – PSA y otras que podrán ser abordadas desde las metodologías tarifarias de tal

manera que se garantice su financiación en el tiempo.

El objetivo del CReW+ es apoyar a Colombia en el desarrollo de planes de acción de financiación específicos para la comunidad/rural y modelos comerciales para abordar la gestión integral del agua y de las aguas residuales, incluido el reúso, así como poner en marcha un sistema de reúso de efluentes tratados de la planta de tratamiento de la comunidad de San Antero Córdoba, mediante la aplicación de innovaciones de tratamiento y gestión.

Para lograr este objetivo general, se realizó consultoría para elaborar un diagnóstico comprensivo de la planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR del municipio de San Antero – Córdoba que incluya la identificación de las mejoras necesarias para optimizar su funcionamiento y permitir el reúso del efluente.

La opción de reúso escogida por las autoridades locales y los agricultores locales estaba supeditada a la futura derogación de la resolución 1207 de 2014, al estar en firme la resolución, se realiza esta consultoría para buscar una alternativa de reúso legal en el territorio colombiano en el corto plazo.

1. CONTEXTO GENERAL

El municipio de San Antero se encuentra localizado en la región del bajo Sinú, pegado a la costa del Mar Caribe. Es una zona cálida y de tierras fértiles para la agricultura, aunque la belleza de sus playas y manglares lo han potenciado como epicentro turístico del departamento de Córdoba. A pesar de ser un municipio costero, la topografía es bastante quebrada y ondulada especialmente en el casco urbano.

La prestación de los servicios públicos en el municipio de San Antero – Córdoba se realiza a través de la empresa Aqualia Latinoamérica SA ESP, que pertenece a la filial española Aqualia.

El sistema de alcantarillado de San Antero – Córdoba – Colombia es sanitario, está compuesto por:

- ✓ Colectores principales y secundarios
- ✓ 3 estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR)
- ✓ 1 planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR, compuesta por 2 lagunas de oxidación facultativas y una laguna de maduración.
- ✓ 1 fuente receptora del vertimiento denominada Arroyo Cardales.

El prestador reporta una cobertura del 85% para este servicio público. Lo que implica que de 16555¹ habitantes de la zona urbana, solamente 14072 tienen acceso al servicio de alcantarillado, y de estos, aproximadamente 13650 se constituyen en la población aferente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de San Antero – Córdoba - Colombia.

La principal actividad económica es la agricultura, los productos agrícolas que se cultivan en la región son: el maíz, el arroz seco, sandía, ñame, yuca, etc., siguiendo en orden de importancia la ganadería, la pesca, el comercio y la actividad turística.

La limitante permanente tanto para la actividad agrícola como para la actividad ganadera es la época de sequía, teniendo en cuenta que la poca disponibilidad de agua y la alta radiación solar hacen que no se pueda producir alimentos y que la mayoría de las fincas y pequeñas parcelas presenten escasez de pastos y forrajes para el alimento de los animales.

Esta necesidad permanente de producción de alimentos a nivel local para humanos y animales hace que se considere el reúso del efluente tratado de la PTAR como una solución viable, oportuna y estratégica para dar solución a las problemáticas presentadas en los diferentes

¹ Fuente: oficina SISBEN municipio de San Antero – Córdoba año 2021

sistemas productivos durante las épocas de sequía que se extienden de agosto a marzo cada año, de acuerdo a lo referido por los habitantes locales.

2. PROBABILIDADES DE REUSO

Se muestran los resultados del análisis realizado por los actores locales: Administración municipal en cabeza del señor alcalde Lormandy Martínez Durán y su equipo de trabajo (secretario de obras públicas, secretario de gobierno y coordinador ambiental) y propietarios de predios aledaños a los terrenos donde se ubica la PTAR. Analizando cada una de las posibilidades de reúso de efluentes tratados establecidos en la Resolución 1207 de 2014 “Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.”

Tabla 1. Análisis de posibilidades de reúso según la Resolución 1207 de 2014

Alternativa de reúso	Actores locales involucrados	Oportunidades de implementación	Riesgos
USO AGRICOLA			
Cultivos de pastos y forrajes para consumo animal.	Propietarios privados de áreas dedicadas a pasturas cercanas al sistema de tratamiento de aguas residuales	- Los propietarios se muestran dispuestos con la implementación del riego de pasturas en sus predios, pero no están dispuestos a realizar la inversión que se requiere para acondicionar el sistema productivo a los requerimientos de la normatividad, como División de potreros (estantillos, alambre, mano de obra), semilla de pasto.	- Abandono del sistema de riego implementado al no poder cumplir con la rotación de potreros que se requiere para dar cumplimiento a los 15 días de espera para el consumo. - Uso del sistema de riego sin el cumplimiento de los requerimientos normativos, lo que ocasionaría un problema de salud animal y salud pública.
	Administración municipal de San Antero	- La administración municipal ve viable la siembra de pasto de corte variedad King Grass para ensilaje como una medida que les permitirá cumplir con los requerimientos normativos y suplir las necesidades de alimento para los bovinos en épocas de extrema sequía, donde se deben realizar	- Perdida del compromiso y disponibilidad para el mantenimiento del proyecto cuando haya nuevas elecciones y se renueve el gabinete de la administración municipal.

Alternativa de reuso	Actores locales involucrados	Oportunidades de implementación	Riesgos
		<p>inversiones por el sistema de gestión del riesgo y recursos propios para la compra de silo para entregar a los pequeños ganaderos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprovechando la disponibilidad de agua permanente para el riego, se puede empezar a construir una estrategia de suplementación animal para mejorar la producción de carne y leche con los ganaderos locales. - Existe el compromiso del alcalde municipal y de su equipo de trabajo (Coordinación Ambiental, UMATA y secretaria de planeación) para poner en marcha la estrategia productiva en predios del municipio. - Existen organizaciones locales que pueden realizar y garantizar la continuidad del proyecto productivo de siembra de pasto de corte para ensilaje, y que vienen trabajando de la mano de la administración municipal hace más de 5 años. 	
Cultivos no alimenticios para humanos o animales.	Administración municipal de San Antero	- Los habitantes de la zona son agricultores por naturaleza y existen muchas organizaciones de la sociedad civil dedicadas a la producción agropecuaria.	- No se tiene cultura en el municipio en la implementación de este tipo de cultivos (tabaco, flores, lavanda...) y la radiación solar es demasiado alta para permitir su buen desarrollo.
Cultivos de fibras	Administración	- Los habitantes de la zona son agricultores por	- Este tipo de cultivos (lino, cáñamo, yute,..) no

Alternativa de reuso	Actores locales involucrados	Oportunidades de implementación	Riesgos
celulósicas y derivados.	municipal de San Antero	<p>naturaleza y existen muchas organizaciones de la sociedad civil dedicadas a la producción agropecuaria.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El cultivo de algodón es practicado en la región en grandes extensiones (especialmente en la zona de Cereté, San Pelayo y Montería) y se tiene la técnica y tecnología para su cultivo, pero ha disminuido la disposición de los agricultores para sembrar debido al cambio climático, hecho que ha afectado la producción. 	<p>son tradicionales en la zona, no existe cultura para su producción, hay desconocimiento de técnicas y tecnologías para su producción y se corren riesgos en la comercialización por no existir cadenas de valor establecidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El cultivo de algodón aunque no es tradicional en la zona podría considerarse, pero para que sea rentable, debe establecerse en áreas amplias y este hecho se ve limitado por la capacidad del sistema de riego en época seca.
Cultivos para la obtención de biocombustibles (biodiesel y alcohol carburante) incluidos lubricantes.	Administración municipal de San Antero	<ul style="list-style-type: none"> - Los biocombustibles son un renglón de la economía nacional que viene creciendo en los últimos años. - Estos combustibles producidos a partir de productos vegetales, como caña de azúcar, sorgo dulce, remolacha azucarera, maíz, madera y celulosa, para producir etanol y, de los aceites vegetales de palma, girasol, soya y colza, entre muchos otros, y de grasas y sebo de origen animal, para producir biodiésel, podrían ser una oportunidad para la implementación del sistema de reúso 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen cultivos de este tipo establecidos en la zona - El área disponible para la siembra es limitada a la capacidad de producción de agua tratada por las lagunas en época seca. - No existen industrias transformadoras cerca y los costos de transporte, aunados a la producción de pequeñas cantidades limitarían la rentabilidad y el interés por la siembra de estos productos. - Al ser estos productos comestibles, se corre el riesgo de que sean usados para el consumo directo por parte de los productores.
Cultivos forestales de	Administración municipal de San	<ul style="list-style-type: none"> - Dar cumplimiento por parte de la administración municipal a las 	<ul style="list-style-type: none"> - No contar con la asistencia técnica necesaria para realizar el establecimiento y manejo

Alternativa de reúso	Actores locales involucrados	Oportunidades de implementación	Riesgos
madera, fibras y otros no comestibles.	Antero	<p>compensaciones forestales que debe realizar en áreas aledañas a proyectos donde se haya necesitado licencia ambiental por parte de la autoridad ambiental – CVS. La CVS corroboró que la alcaldía de San Antero debe las compensaciones forestales de los proyectos desarrollados en los últimos años.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se hace necesario establecer una barrera cortavientos permanente (con follaje en época seca y en época de lluvia) que impida que la brisa marina lleve los malos olores que se generan en las horas pico de actividad microbiana en la PTAR, hacia los barrios ubicados en la zona alta como el sector de Cacho Adentro del barrio Sierra Morena. - Si se utilizan árboles maderables tipo Guacamayo (<i>Albizia niopoides</i>), aceituno (<i>Vitex cymosa</i>), roble (<i>Tabebuia rosea</i>), divi (<i>Caesalpinia coriaria</i>), caracoli (<i>Anacardium excelsum</i>), iguá amarillo (<i>Pithecellobium guachapele</i>), especies de la zona y con valor comercial se puede registrar la plantación ante el ICA para ser aprovechada en un futuro, previa reposición de los árboles a aprovechar. 	<p>silvicultural a la plantación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - No lograr la consecución del material vegetal a sembrar a la par de la puesta en marcha del sistema de reúso.
Cultivos alimenticios que no son de	Administración municipal de San Antero	<ul style="list-style-type: none"> - No se valoró esta alternativa por parte de la administración municipal teniendo en cuenta que no existe industria en la zona que permita la transformación y generación de valor agregado a productos alimenticios. 	

Alternativa de reuso	Actores locales involucrados	Oportunidades de implementación	Riesgos
consumo directo para humanos o animales y que han sido sometidos a procesos físicos o químicos.		<ul style="list-style-type: none"> - La administración municipal no está en condiciones de comprometerse a dotar de maquinaria a las asociaciones productivas para la transformación de los productos agrícolas en la zona. 	
Áreas verdes en parques y campos deportivos en actividades de ornato y mantenimiento.	Administración municipal de San Antero	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener la grama y las áreas verdes de los nuevos estadios de beisbol y futbol en óptimas condiciones durante todos los meses del año. - Esta podría considerarse como una alternativa para hacerla con carrotanques o algún tipo de vehículo que permita llevar el agua desde el efluente la PTAR hasta los escenarios deportivos y regarlos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los escenarios deportivos quedan distantes de la PTAR y se requeriría unas redes extensas y un sistema de impulsión potente que, posiblemente no podrá funcionar con energías alternativas como está contemplado en el proyecto, por lo que los costos de operación se incrementarían considerablemente. - Si se usa la alternativa se deberá cumplir con la distancia mínima establecida de 30 m de radio desde el punto de aspersión. Esta condición no se cumple para el estadio de beisbol.
Jardines en áreas no domiciliarias.	Administración municipal de San Antero	No se consideró esta opción, teniendo en cuenta que solamente se tienen jardines en áreas públicas al interior del casco urbano y no se cumple con las distancias mínimas establecidas en la Resolución 1207 de 2014.	
USO INDUSTRIAL			

Alternativa de reuso	Actores locales involucrados	Oportunidades de implementación	Riesgos
<p>NO se contemplaron las actividades permitidas para uso industrial teniendo en cuenta que en el municipio de San Antero no existen industrias de manufactura ni actividades a gran escala como las contempladas en los usos previstos a nivel industrial en la Resolución 1 207 de 2014.:</p> <ul style="list-style-type: none">+ Intercambio de calor en torres de enfriamiento y en calderas.+ Descarga de aparatos sanitarios.+ Limpieza mecánica de vías+ Riego de vías para el control de material particulado.+ Sistemas de redes contra incendio.			

3. OPCIONES RECOMENDADAS

Teniendo en cuenta la disponibilidad de terreno propiedad del municipio de San Antero en las zonas aledañas al sistema de tratamiento de aguas residuales y la disposición de la administración municipal para implementar los cultivos, garantizar el funcionamiento del sistema de reúso y acompañar el normal desarrollo del proyecto, se recomienda las siguientes opciones:

- Cultivos de pastos y forrajes para consumo animal.
- Cultivos forestales de madera, fibras y otros no comestibles.

El establecimiento se realizaría de la siguiente manera:



Figura 1. Ubicación de alternativas seleccionadas (elaboración propia)

3.1. Cultivos de pastos y forrajes para consumo animal.

En el área sombreada en amarillo en la ilustración 1, que corresponde a tres lotes:

- Lote 1: 1,13 Ha
- Lote 2: 1,35 Ha
- Lote 3: 1,24 Ha

Para un total de 3,72 Ha aproximadamente, se establecería pasto de corte para ensilaje. Las variedades más usadas en la zona son King Grass, Mombasa y Bachiarias



*Figura 2. Pastos de corte de posible establecimiento
(Fuente: <http://www.agro20.com/profiles/blogs/2015296:BlogPost:25015>)*

El establecimiento de estos cultivos, de acuerdo a reunión sostenida con el equipo de la administración municipal de San Antero – Córdoba, estará a cargo de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria – UMATA, y se realizará bajo el modelo de comodato que maneja la alcaldía con organizaciones de productores del municipio.

La posibilidad de establecer los tres lotes, dos o uno dependerá del diseño del sistema de riego.

A manera de predimensionamiento, se contempla la instalación de aproximadamente 850 m de redes principales en PVC, con tres derivaciones en manguera por cada lote de aproximadamente 100 m cada una, para que los usuarios receptores puedan manejar el riego por el (los) cultivo(s) de acuerdo a la necesidad.

Con la instalación de las terminales de riego en manguera se garantiza que el usuario receptor guarde las distancias mínimas de 30 m de radio a zonas de acceso peatonal mientras se realiza el riego, establecidas en la resolución 1207 de 2014 para uso agrícola con riego por aspersión.

3.2. Cultivos forestales de madera, fibras y otros no comestibles.

El establecimiento del cultivo forestal se realizará a manera de barrera corta vientos en doble surco por espacio de 1,4 Km aproximadamente por la zona perimetral de las lagunas de oxidación como se muestra en la Figura 1.

Este cultivo permitirá reducir el impacto sobre la población de la parte alta del municipio con la presencia de olores agresivos generados en el sistema de tratamiento de aguas residuales

especialmente en época de verano, además de dar cumplimiento a requerimientos de compensación forestal establecidos por la autoridad ambiental como parte de las obligaciones de las licencias ambientales que ha sido titular el municipio de San Antero – Córdoba.

Las cortinas rompeviento son hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera, opuesta a la dirección predominante del viento, alta y densa que se constituye en un obstáculo al paso del viento.²

Debe procurarse la formación de 2 a 3 hileras, utilizando árboles y arbustos con una distribución que permita una forma trapezoidal. Entre más alta sea la cortina, mayor será el área protegida, debe diseñarse para obtener una densidad en la madurez del 50% al 60% de la densidad de una barrera sólida. De una a tres hileras de árboles o arbustos en la madurez proporcionan comúnmente la densidad deseada. Debe ser lo más compacta posible, evitándose espaciamientos entre plantas que permitan infiltraciones de aire que formen corrientes turbulentas. La separación entre hileras y plantas depende del desarrollo de las especies y de la porosidad que se desee. Las separaciones más usuales para cortinas son de 1 a 2 m entre arbustos y de 2 a 3 m entre árboles.³

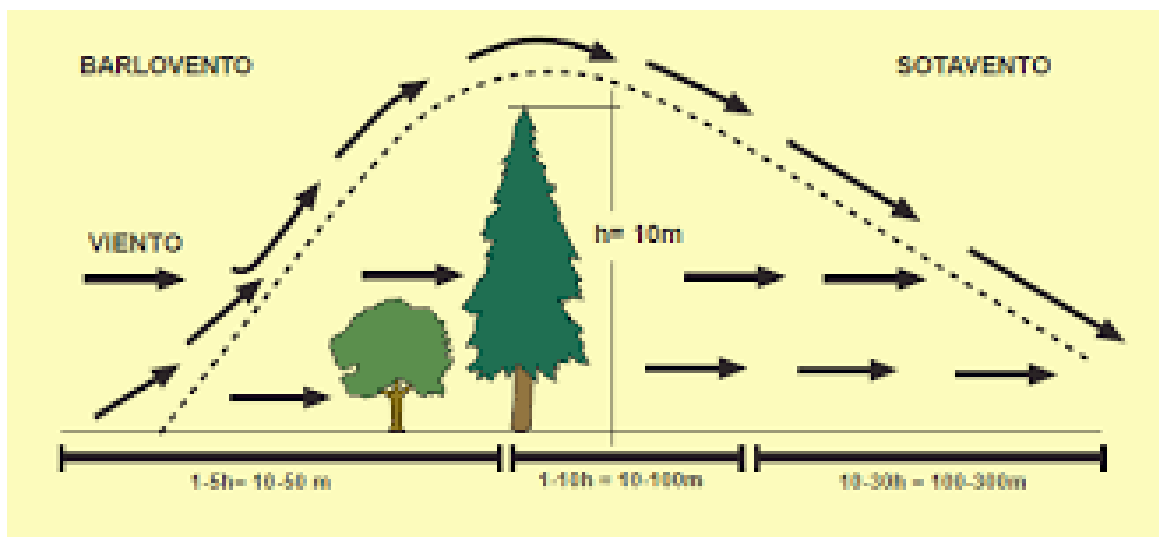


Figura 3. Diseño de barreras cortavientos

Fuente: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/30388/30388.pdf?sequence=2&isAllowed=y/>

Para seleccionar las especies debe considerarse:

- Que sean especies adaptadas a la zona: Seleccione la especie de acuerdo a características de suelo, clima, altura deseada, densidad, ancho de la corona,

² <https://www.biopasos.com/documentos/085.pdf>

³ <https://www.biopasos.com/documentos/085.pdf>

tendencia a ramificar, crecimiento, longevidad, presencia de plagas y enfermedades, valor estético y valor para la vida silvestre.

- Resistentes a la sequía: Considere especies con sistemas radiculares vigoroso para un óptimo aprovechamiento de la humedad del suelo.
- De rápido crecimiento y morfológicamente uniforme con gran densidad de copas;
- Que conserven parte del follaje todo el año.⁴

Se recomienda establecer 2 hileras de árboles, una de maderables que deberá ubicarse con un espaciamiento de 3 metros y otra de arbustos a la misma distancia para lograr una mejor eficiencia. Realizar la siembra en sistema tresbolillos para lograr una mayor eficiencia.

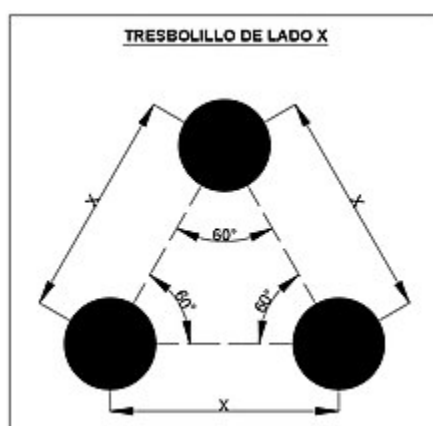


Figura 4. Sistema de siembra en tresbolillos

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Al_tresbolillo

Los maderables pueden ser: Guacamayo (*Albizia niopoides*), aceituno (*Vitex cymosa*), roble (*Tabebuia rosea*), divi divi (*Caesalpinia coriaria*), caracoli (*Anacardium excelsum*), iguá amarillo (*Pithecellobium guachapele*) y los arbustos pueden ser mataratón o limoncillo, o cualquier especie protectora/productora que determine la CVS dentro de los requerimientos de compensación forestal.

Teniendo en cuenta la distancia estimada de la barrera (1,4 km) y las distancias entre árboles (3 m), hablamos del establecimiento de aproximadamente 466 árboles tipo forestal y 466 especies arbustivas de porte medio o bajo.

⁴ <https://www.biopasos.com/documentos/085.pdf>

4. MODIFICACIONES AL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego propuesto no sufrirá ninguna modificación, seguirá compuesto por:

- Tanque de cloración
- Unidad de filtración
- Unidad de recolección de agua filtrada
- Cabezal de riego
- Red de riego
- Emisores de riego

Y se ubicará a la salida de la Laguna de maduración o Laguna 3.

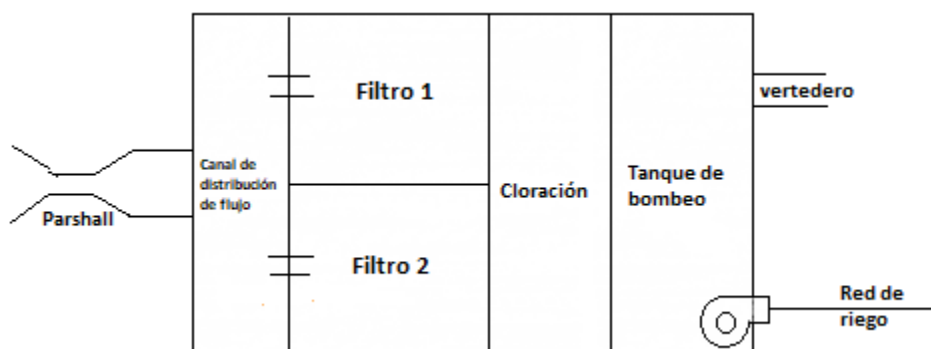


Figura 5. Planteamiento general sistema de reúso

La modificación será en la ubicación de las redes de riego, teniendo en cuenta el cambio en la actividad productiva y su localización.

- Así, la red de riego estará conformada por la tubería de impulsión que conducen el agua desde la captación hasta las parcelas. Las tuberías primarias o de distribución serán en PVC para conducir el agua desde el cabezal de riego hasta las parcelas. Las tuberías secundarias serán en polietileno, sin enterrar para ramales de riego que serán manejados por los cultivadores de acuerdo con su necesidad.
- Revisadas las distancias y posible distribución de las redes de riego, los costos estimados tampoco presentarán cambios.

Tabla 2. Componentes y costos sistema de riego

Componente	Valor estimado (COP)
Unidad de filtración	\$15.000.000*
Tanque de cloración	\$5.000.000*

Componente	Valor estimado (COP)
Unidad de recolección de agua filtrada	\$5.000.000*
Caseta de operación	\$9.000.000*
Cabezal de riego	\$25.000.000
Red de riego	\$10.000.000*
Emisores de riego	\$3.000.000*
TOTAL ESTIMADO COP	\$72.000.000
TOTAL ESTIMADO USD	US\$19.096,4
TOTAL ESTIMADO EURO	€16.063,6

*Valores sujetos a diseños finales

5. CRONOGRAMA REQUERIMIENTOS NORMATIVOS CONCESION DE AGUAS DE REUSO

El siguiente cronograma se construyó teniendo en cuenta los plazos establecidos por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge – CVS para los trámites de concesión de aguas, disponibles en la página web de la entidad.

Al no tener establecidos los plazos para un trámite de concesión de aguas de reúso, se toma el plazo de 150 días (plazo establecido para concesión de aguas superficiales) a 220 días (plazo establecido para concesión de aguas subterráneas).

Tabla 3. Cronograma proyectado para actividades trámite concesión de aguas de reúso

ACTIVIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
Diseño de obras de optimización sistema de tratamiento de aguas residuales.	X	X	X	X									
Diseño sistema de riego	X	X	X	X									
Definir quién será el titular de la concesión	X												
Recolectar la documentación del titular para radicar el trámite ante la CVS (FUT, cédula representante legal, RUT, concepto de uso del suelo, certificado de propiedad del predio)		X	X										
Información técnica del proyecto de reúso (los provee la etapa de diseños)				X									

Elaboración de documento técnico que contenga: Balance de masas Plano del sistema de tratamiento (incluido en los resultados de la primera consultoría). Programa de manejo. Plan de monitoreo del efluente tratado, suelo, aguas superficiales y subterráneas en el área de reúso y aledaños. Plan de gestión del riesgo Balance de humedad del suelo Estudio de vulnerabilidad intrínseca de acuíferos en la zona de impacto del proyecto			X	X	X															
Caracterización de efluentes tratados de acuerdo a parámetros requeridos en la Res 1207 de 1994 y adicionalmente: DBO5, Porcentaje de sodio posible PSP, Carbonato de sodio residual, Salinidad efectiva y potencial y Relación de absorción de sodio RAS.					X															
Actos administrativos de aprobación PSMV, PV y PUEAA con el programa de reúso incluido en los programas y proyectos																				
Radicación del trámite ante la CVS					X															
Ejecución de obras de optimización sistema de tratamiento						X	X	X	X											
Construcción del sistema de riego						X	X	X	X											
Emisión de la resolución de concesión de aguas de reúso																				X

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto de reúso es viable para la implementación de sistemas productivos como el cultivo de pasto de corte para ensilaje y posterior consumo animal y el establecimiento de cultivo forestal. Usos agrícolas contemplados dentro de la resolución 1207 de 2014.

Existe total disponibilidad y compromiso desde la administración municipal de San Antero en dar cumplimiento a todos los requerimientos normativos para que el proyecto de reúso de efluentes tratados de la PTAR sea una realidad. El trasfondo siempre será mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio y aportar a la descontaminación del sistema manglar en la bahía de Cispatá.

El mayor riesgo para la implementación del proyecto sigue siendo lograr la vinculación y compromiso del operador del sistema de tratamiento (usuario generador) en el cumplimiento del plan de mantenimiento y operación del sistema lagunar, para garantizar que las obras de optimización propuestas en la anterior consultoría sean efectivas y se garantice la calidad del efluente en las condiciones requeridas para el proyecto de reúso.

Los mínimos ambientales Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV y Plan de Uso Eficiente y Ahorro del Agua – PUEAA, fueron ajustados por parte de los titulares Municipio de San Antero y Aqualia, para contemplar el proyecto de reúso, pero hace falta agilidad por parte de la CVS para la aprobación de los ajustes. Estos dos documentos deberán estar aprobados por la autoridad ambiental para que el proyecto tenga viabilidad.

Se deberá establecer un mecanismo que permita verificar la inclusión de los compromisos adquiridos por la administración municipal de San Antero en el presupuesto de la entidad territorial para el año 2022, de tal manera que se garanticen los recursos para la implementación de los proyectos productivos viabilizados.

Para las próximas etapas del proyecto deberá tenerse en cuenta que, aunque los trámites ambientales son gratuitos, deberá contemplarse un presupuesto para la realización de los estudios que deberán entregarse a la autoridad ambiental para el otorgamiento de la concesión de reúso, así como los valores de evaluación y visitas contemplados por la CVS. Los requerimientos normativos para la concesión de reúso se muestran en el Anexo 1.

De igual manera, y considerando el tiempo que se toman las autoridades ambientales con los trámites, se considera necesario mantener una vinculación estrecha con ellos e iniciar los estudios y trámites para la concesión de reúso una vez se tengan los diseños del sistema terminados o a la par de su elaboración.

Aunque el área susceptible de riego con el caudal mínimo del efluente de la PTAR, equivale a 1 Ha y 7350 m², debe considerarse que podrían manejarse el riego de manera continua si se establecen frecuencias de riego que podría ser por horas o por días. Esto dependerá de la capacidad de infiltración del suelo y de los estudios técnicos que deberán realizarse cuando se diseñe el sistema de riego.

El tema de la estrategia de comunicación para la sensibilización de la comunidad en temas de economía circular del agua, deberá hacerse de manera transversal a las actividades del proyecto de reúso de tal forma que se garantice su éxito.

ANEXO 1

REQUISITOS CONCESION DE AGUAS DE REUSO

REQUISITOS CONCESIÓN DE AGUAS DE REUSO

Con base en el Decreto único Reglamentario 1076 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y consideraciones de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, para dar inicio al trámite del permiso se deberá remitir la siguiente información:

- Formato Único Nacional de solicitud de Concesión de Aguas Superficiales totalmente diligenciado.
- Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua
- Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante.
Sociedades: Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses).
Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.
- Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
- Copia de la cedula del representante legal.
- RUT
- Concepto uso del suelo (Planeación Municipal)
- Certificado de tenencia o propiedad del predio
Propietario del inmueble: Certificado de tradición y libertad (expedición no superior a 3 meses).
Tenedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario o poseedor.
Poseedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal.
- Informar si se requiere establecimiento o servidumbre, para el aprovechamiento del agua o para la construcción de las obras proyectadas.
- Término por el cual se solicita la concesión.
- Cantidad de agua que se desea utilizar en litros por segundo, régimen de bombeo, frecuencia de la captación.
- Información sobre los sistemas para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje, y sobre las inversiones, cuantía de las mismas y término en el cual se van a realizar.
- Información sobre la destinación que se le dará al agua.
- Información prevista en el capítulo IV, título III del Decreto 1541 de 1978, para concesiones con características especiales.
- Costos de inversión y operación.
- Planos de Ubicación y coordenadas.
- CD, con la información técnica y diseños
- Copia del acto administrativo que otorga Permiso de Vertimientos al generador de las aguas residuales tratadas
Nota: Si la totalidad de las aguas residuales tratadas se entregan para reúso no se requerirá permiso de vertimiento por parte del Usuario

Generador y no habrá lugar al pago de la correspondiente Tasa Retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales. En caso contrario si la entrega es parcial, deberá ajustarse el cobro conforme al Permiso de Vertimientos.

- Balance de masas, el cual debe satisfacer la Ley de Conservación de la Materia o de la Masa
 - Plano del sistema de tratamiento de aguas residuales
 - Caracterización de las aguas residuales para reúso
- Nota:** *La caracterización deberá cumplir con los parámetros y límites máximos permisibles para cada uno de ellos, de acuerdo al uso al cual se destinará el agua, conforme a lo establecido en la Resolución 1207 de 2014 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*
- Programa de manejo que incluya medidas a ejecutar para la prevención del deterioro del recurso hídrico y demás recursos naturales relacionados
 - Plan de monitoreo del agua residual tratada en el área de reúso durante la vigencia del permiso
 - Plan de gestión del riesgo

PARA REUSO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Además de los requisitos mencionados anteriormente, deberá anexar la siguiente documentación:

- Balance de humedad en el suelo, para evitar percolación o escorrentía
- Estudio o informe de análisis de vulnerabilidad intrínseca a detalle de los acuíferos a la contaminación para uso agrícola de aguas de reúso. *(Aplica sólo para predios extensión mayor o igual de 500 hectáreas).*
- Caracterización y análisis de los siguientes parámetros:
 - DBO5
 - Porcentaje de Sodio Posible (PSP)
 - Carbonato de sodio residual
 - Salinidad efectiva y potencial
 - Relación de Absorción de Sodio (RAS)
- Plan de monitoreo del suelo, aguas superficiales y subterráneas, en el área de reúso y aledañas.

6.3 Diseños de detalle

Para más información consultar con el equipo de Proyecto

Financiado por



Co-implementado por



Co-ejecutado por



En alianza con



CRew+

