

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**



PASANTIA:

“APOYO TÉCNICO EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ORDINARIAS, EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE METRÓPOLI SAN GABRIEL, DE LA EMPRESA SEGURIDAD ACTIVA S.A DE C.V.”

POR:

STEPHANIE GABRIELA CANALES LEMUS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITUTLO DE:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rector:

Lic. MSc. Roger Armando Arias Alvarado

Secretario General:

Lic. MSc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Decano:

Ing. Agr. Phd. Francisco Lara Asencio

Secretario:

Ing. Agr. Balmore Martínez Sierra

Esta tesina fue realizada bajo la dirección del Tutor asignado por el departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, ha sido aprobada por el Tribunal Evaluador respectivo, como requisito para obtener el Título de

Ingeniero Agroindustrial

Comité de Pasantía Profesional

Ing. Agr. MSc José Mauricio Tejada Asensio

Tutor de Pasantía

Lic. David Armando Pineda Gonzales

Co- Tutor de la Pasantía

Ing. MSc. José Mauricio Tejada Asensio

Jefe Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Ing. Agr. MSc. Nelson Bernabé Granados Alvarado

Coordinador de Procesos de Graduación

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	iv
I INTRODUCCIÓN.....	1
II INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA	2
2.1 Datos generales	2
2.1.1 Localización.....	2
2.1.2 Antecedentes.....	2
2.2 Recursos.....	3
2.2.1 Naturales	3
2.2.2 Físicos	3
2.2.3 Humanos	3
2.3 Actividades actuales	3
2.3.1 Producción principal y otras	3
2.3.2 Generales de comercialización	4
III ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN SECTOR MEDIANTE EL FODA	5
3.1 Recursos humanos	5
3.2 Maquinaria y equipo.....	5
3.3 Tecnología y Procesos de producción.....	5
3.4 Infraestructura y servicios	5
3.5 Productos.....	5
3.6 Análisis de la problemática en el tratamiento de aguas	6
3.6.1 Oportunidades de mejora	6
3.6.2 Descripción de las oportunidades	6
3.6.3 Valoración de los impactos	7
3.6.4 Beneficios ambientales	7
3.6.5 Beneficios económicos	7
IV METODOLOGÍA.....	8
4.1 Ubicación geográfica.....	8
4.2 Metodología de campo.....	8
4.2.1 Activación y aplicación de microorganismos eficientes líquidos	8
4.2.2 Preparación para activación	9
4.2.3 Preparación para aplicación	9

4.2.4	Dosis de aplicación.....	10
4.3	Recursos.....	10
4.3.1	Equipo de trabajo	10
4.3.2	Físicos	10
4.3.3	Financieros	10
4.3.4	Humanos	11
4.4	Presupuesto.....	11
V	RESULTADOS OBTENIDOS	12
5.1	Reducción de malos olores:	12
5.2	Reducción de lodos retenidos:	12
5.3	Cambio de tonalidad de color de agua en los filtros anaeróbicos:	12
5.4	Estimación de caudal	12
5.5	Descripción de componentes de la Planta de Tratamiento.....	14
5.5.1	Pre-tratamiento:.....	14
5.5.2	Tratamiento primario:.....	14
5.5.3	Tratamiento secundario:	15
5.5.4	Tratamiento terciario:.....	15
VI	CONCLUSIONES.....	16
VII	RECOMENDACIONES.....	16
VIII	BIBLIOGRAFÍA.....	17
IX	ANEXOS	19

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación geográfica de la Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel, municipio de Nejapa, departamento de San Salvador.	2
Figura 2:	Situación administrativa empresarial	4
Figura 3:	Situación técnica	4
Figura 4:	Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel, Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador.	8
Figura 5:	Esquema de la planta de tratamiento de Metrópoli San Gabriel.	13
Figura A6:	Rejilla de solidos gruesos	19
Figura A7:	Desarenador.	19

Figura A8: Filtros Anaeróbicos de Flujo Ascendente.	19
Figura A9: Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente.	19
Figura A10: Filtro terciario.	19
Figura A11: Patios de secado	19
Figura A12: Lodos retenidos en el Reactor Anaeróbico.	19
Figura A13: Observación de resultados en la disminución de lodos retenidos.	19
Figura A14: Aplicación de melaza diluida en agua en barril de 200 L.....	19
Figura A15: Aplicación de microorganismos eficientes en barril de 200 L.	19

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis FODA de la problemática	6
Cuadro 2: Presupuesto de materiales.	11

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Comportamiento del caudal de agua en la planta de Metrópoli San Gabriel.	12
------------------------------------------------------------------------------------------	----

RESUMEN

El presente trabajo de pasantía profesional se realizó en la empresa Seguridad Activa S.A. de C.V., apoyando el trabajo técnico en el Tratamiento de Aguas Residuales Ordinarias en La Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel en un periodo de duración de seis meses, del 12 de agosto de 2022 a 12 de febrero de 2023, La aplicación de microorganismos eficientes desempeña un papel importante en plantas de tratamiento de aguas residuales debido a que mejoran la calidad del agua vertida, descomponen la materia orgánica lo cual ayuda a reducir la actividad de Protozoarios, mejoran la eficiencia en el sistema de tratamiento y reducen olores ofensivos.

Por lo mencionado anteriormente, el objetivo principal de la pasantía es determinar el efecto que tienen los microorganismos eficientes en el tratamiento de aguas residuales ordinarias de la planta de tratamiento de Metrópoli San Gabriel mediante aplicaciones controladas cada ocho días de microorganismos eficientes en puntos estratégicos de la planta. Se obtuvieron resultados positivos como la reducción de olores ofensivos, cambio de color del agua de los filtros clarificadores y reducción de lodos en el reactor a través de observaciones visuales y sensoriales diarias del agua residual tipo ordinaria provenientes de tanque de sedimentación primario de La Planta de Tratamiento de Agua de Metrópoli San Gabriel.

Palabras clave: agua, microorganismos, aguas residuales, protozoarios y filtros clarificadores.

ABSTRAC

This professional internship work was carried out in the company Seguridad Activa S.A. de C.V., supporting the technical work in the Treatment of Ordinary Wastewater in the Treatment Plant of Metropolis San Gabriel in a period of six months, from August 12, 2022 to February 12, 2023, the application of efficient microorganisms It plays an important role in wastewater treatment plants because it improves the quality of discharged water, decomposes organic matter which helps reduce Protozoan activity, improves efficiency in the treatment system, and reduces offensive odors.

Due to the aforementioned, the main objective of the internship is to determine the effect that efficient microorganisms have in the treatment of ordinary wastewater from the Metropolis San Gabriel treatment plant through controlled applications every eight days of efficient microorganisms at strategic points of the plant. Positive results such as the reduction of offensive odors, change of color of the water from the clarifying filters and reduction of sludge in the reactor were obtained through daily visual and sensory observations of the ordinary type residual water from the primary sedimentation tank of the Plant Water Treatment of Metropolis San Gabriel.

Keywords: water, microorganisms, wastewater, protozoa and clarifying filters.

1 INTRODUCCIÓN

La industrialización, mayor urbanización, los nuevos estándares de la vida moderna y la agricultura extensiva han dado lugar a una ingente producción de agua residual en los países industrializados. El agua residual se define como el agua generada en la actividad humana tras haber sido contaminada por los diversos usos a los que ha sido sometida.

El tratamiento de aguas residuales es una operación clave en la industria de procesos. Ya sea para cumplir con normas ambientales o para evitar impactos negativos en los cuerpos de agua cercanos, es conveniente que todo ingeniero conozca los fundamentos del tratamiento de aguas residuales, y las tecnologías existentes para alcanzar las metas de tratamiento requeridas.

Los tratamientos más habituales se ocupan de la eliminación de materia orgánica biodegradable, sólidos en suspensión y patógenos presentes en el agua residual, aunque en los últimos años ya se han implementado en gran medida tratamientos más restrictivos, que se ocupan también de la eliminación de nutrientes, metales pesados y otros contaminantes prioritarios.

Con base en lo anterior, Seguridad Activa S.A de C.V es una empresa con más de 10 años de experiencia en el área de seguridad, con el paso del tiempo se ha diversificado con la finalidad de ofrecer nuevos servicios como jardinería, mantenimiento de áreas verdes y tratamiento de aguas. Seguridad Activa se ha caracterizado por trabajar con los más altos estándares de calidad, contando con una extensa trayectoria respaldada por sus clientes.

Dentro de los alcances de la pasantía profesional, se aplicaron microorganismos eficientes como tratamiento biológico a la planta de tratamiento de aguas residuales ordinarias, se obtuvieron resultados de efectividad a través de observaciones diarias del agua residual tipo ordinaria provenientes de tanque de sedimentación primario de La Planta de Tratamiento de Agua de Metrópoli San Gabriel.

2 INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

2.1 Datos generales

2.1.1 Localización

➤ Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel

La Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel, se ubica en el municipio de Nejapa, departamento de San Salvador (Figura 1); con una elevación de 456 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°47'56" Latitud Norte, 89°13'06" Longitud Oeste. La planta de tratamiento con un área de

1,200 m², dentro de ella se deriva las diferentes etapas para la depuración del agua.

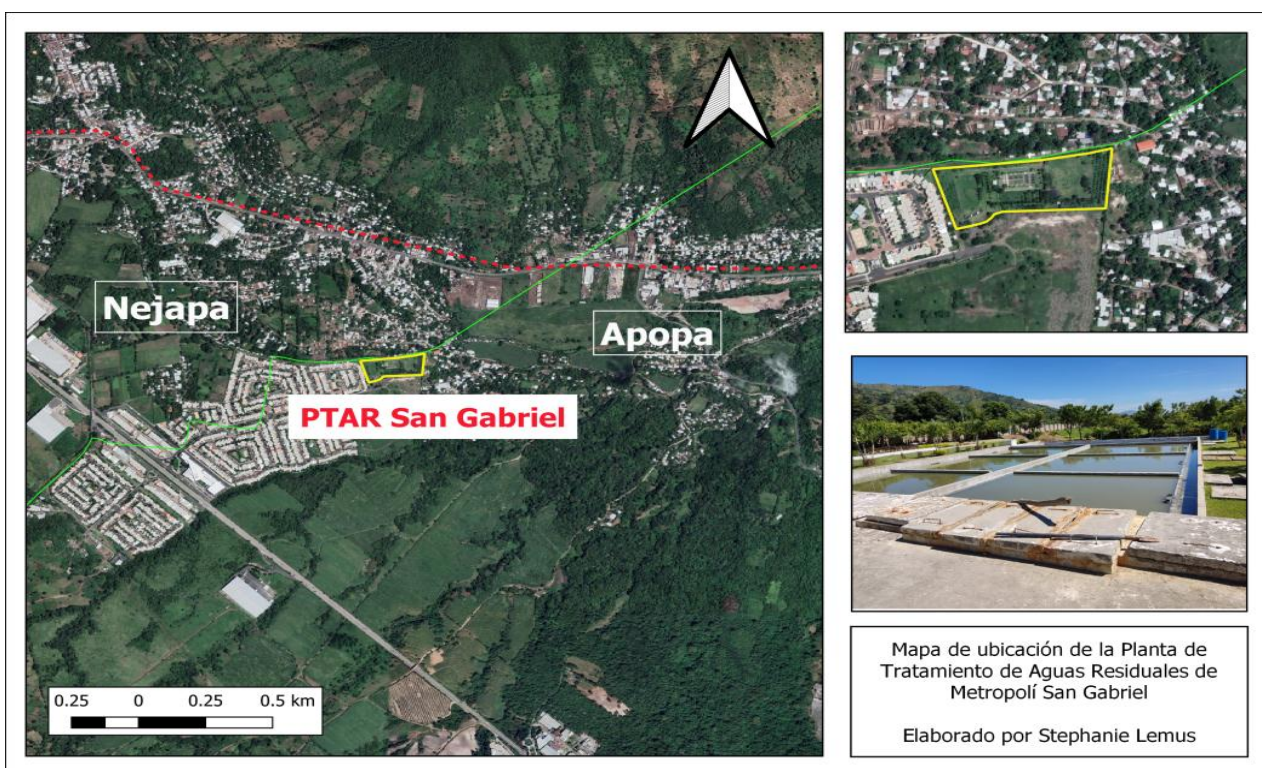


Figura 1: Ubicación geográfica de la Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel, municipio de Nejapa, departamento de San Salvador.

Fuente: Google Earth.

2.1.2 Antecedentes

Seguridad Activa SA de CV se fundó como una empresa de seguridad, con el tiempo se fue diversificando para ser una empresa prestadora de diferentes

servicios como seguridad, jardinería, mantenimiento de áreas verdes y tratamiento de aguas. El tratamiento de aguas residuales ha sido de mucha importancia para el medio ambiente, Seguridad Activa ha asumido un papel importante con personal capacitado en el mantenimiento y el tratamiento de aguas residuales que se producen dentro de estos. Hoy en día la empresa busca innovar y reducir la carga contaminante de las aguas con la implementación de productos orgánicos mediante la elaboración y uso de microorganismos la producción de lodos residuales y mejoren la calidad del agua.

2.2 Recursos

2.2.1 Naturales

La planta cuenta con pozo de agua propio, material orgánico y residual que proviene de la planta de tratamiento y el mantenimiento de áreas verdes.

2.2.2 Físicos

La planta de Metrópoli San Gabriel cuenta con área de operaciones, planta de tratamiento, bodegas, herramientas manuales y mecánicas, pipas transportadoras de agua, bombas, barriles y tinacos, termómetros, palas, agua para riego, colador, sacos, barriles, guantes, hielera, bomba de cebado, cloro y químicos para piscina.

2.2.3 Humanos

La unidad de tratamientos de aguas en Seguridad Activa cuenta con 10 empleados. La unidad se divide en dos partes: cuatro empleados para el área administrativa y seis empleados para el área de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y áreas verdes dentro del área delimitada de trabajo.

2.3 Actividades actuales

2.3.1 Producción principal y otras

- Agua potable, se encargan del suministro de agua potable para los residentes del proyecto habitacional.
- Tratamiento de aguas residuales, se encargan del manejo aguas residuales que se generan en el centro comercial y el proyecto habitacional mediante un tratamiento químico.
- Mantenimiento de piscinas, se encargan de la limpieza química de las piscinas que se encuentran en el proyecto habitacional.

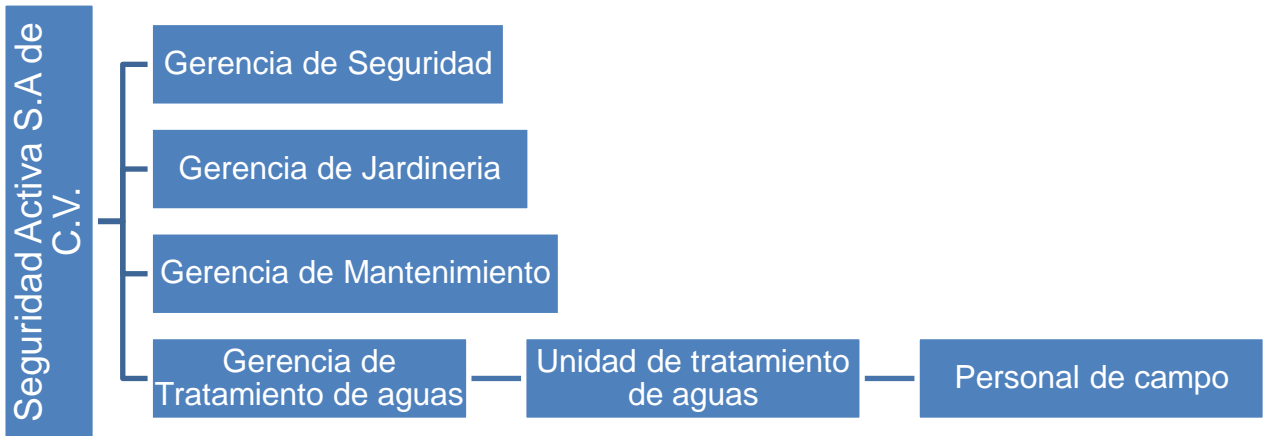


Figura 2: Situación administrativa empresarial
Fuente: Pineda, 2022.

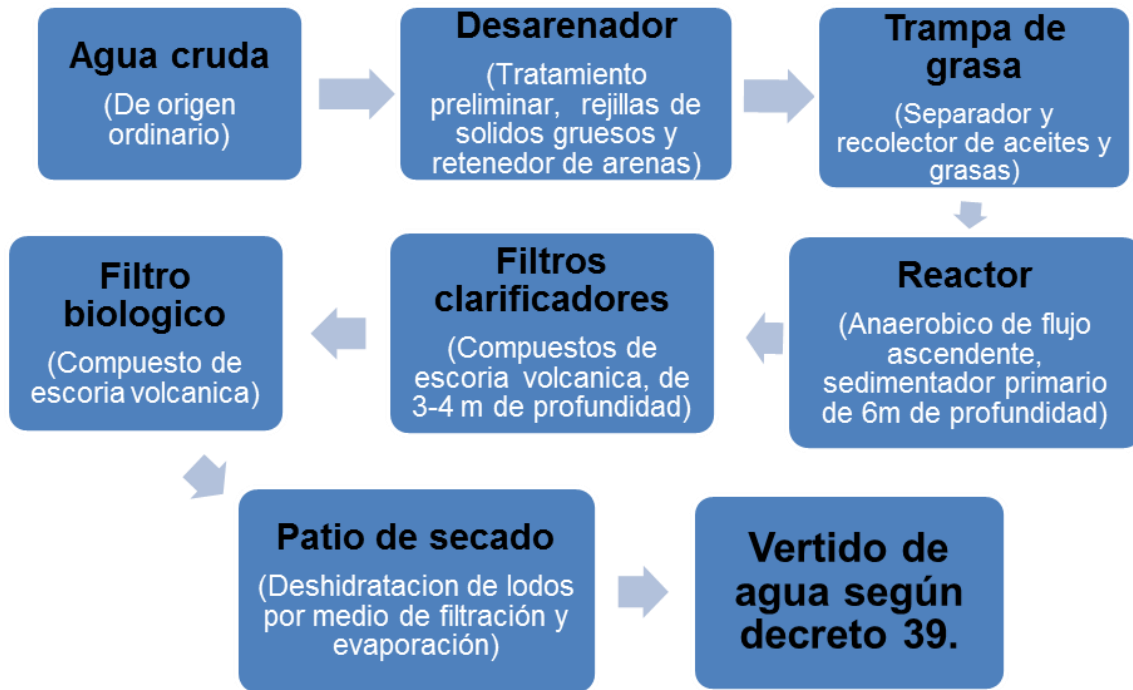


Figura 3: Situación técnica
Fuente: Pineda, 2022.

2.3.2 Generales de comercialización

Agua potable que se distribuye a nivel interno dentro del proyecto habitacional y agua potable que se comercializa a nivel externo del proyecto mediante pipas.

3 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN SECTOR MEDIANTE EL FODA

3.1 Recursos humanos

Se observó que el número de personas en la unidad de tratamiento de aguas es la adecuada para las actividades que realizan, pero no se cuenta con la suficiente seguridad ocupacional para elaborar las actividades correspondientes.

3.2 Maquinaria y equipo

Se observó que la unidad de tratamientos de aguas cuenta con el equipo y maquinaria adecuados para realizar las diferentes actividades pero no poseen un área establecida para laboratorio para el análisis de muestras para uso interno.

3.3 Tecnología y Procesos de producción

Se observó que la empresa mantiene equipos y procesos de alta tecnología para realizar el tratamiento de aguas.

3.4 Infraestructura y servicios

La empresa posee un área de bodega adecuada para el almacenamiento de productos que se utilizan para el tratamiento de aguas. En ciertas áreas de la planta se observó que no se necesita mantenimiento.

3.5 Productos

Agua potable de excelente calidad suministrada a los residentes.

3.6 Análisis de la problemática en el tratamiento de aguas

Cuadro 1: Análisis FODA de la problemática

Fortalezas	Oportunidades
<ol style="list-style-type: none">1. Buenas condiciones económicas.2. Empresa sólida.3. Personal capacitado en el área4. Maquinaria y equipo5. Bodegas para almacenamiento6. Pozo propio	<ol style="list-style-type: none">1. Reducción de uso de químicos.2. Aprovechamiento de lodos residuales.3. Demanda permanente de agua durante todo el año.4. Disponibilidad de material de residuo durante todo el año.5. Capacitación de seguridad y salud ocupacional.
Debilidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none">1. Trabajo manual.2. No se cuenta con laboratorio para uso interno.	<ol style="list-style-type: none">1. Descargas incontroladas de agua por parte de usuarios.2. Aumento de la carga contaminante.3. Acumulación de lodos

3.6.1 Oportunidades de mejora

3.6.2 Descripción de las oportunidades

Las aguas residuales son provenientes de baños, regaderas o duchas, cocinas, entre otros; que son desechados a las alcantarillas o cloacas.

Con el uso y reproducción de microorganismos la planta de tratamiento aumentara el rendimiento de los procesos biológicos que ocurren dentro de ella debido a que aumentara la microbiota presente. De igual forma la reducción de lodos es muy importante, ya que esto ayuda a eliminar la carga de lodos que se producen y evitar la acumulación de estos. El aprovechamiento de los lodos es una alternativa hacia el uso de fertilizantes químicos, con estos se puede elaborar un compostaje utilizando los residuos de poda que se generan dentro de la planta y así generan su propio abono para el mantenimiento de áreas verdes.

3.6.3 Valoración de los impactos

Una vez tratadas, las aguas residuales pueden utilizarse para reemplazar el agua dulce para riego, procesos industriales o fines recreativos. También pueden usarse para mantener el flujo ambiental, y los productos derivados de su tratamiento pueden generar energía y nutrientes.

Mediante el uso y reproducción de microorganismos y elaboración de abonos orgánicos se obtienen beneficios ambientales y económicos.

3.6.4 Beneficios ambientales

Las aguas residuales tratadas deben ser devueltas a los ríos, lagos y/o mares para continuar su ciclo hidrológico y así evitar la alteración de los ecosistemas, disminuir la contaminación ambiental y mitigar el riesgo para la salud pública.

Una gran forma de minimizar los residuos. El tratamiento de aguas residuales es una forma de reducir los desechos del entorno. Así como ayuda a ahorrar dinero, también garantiza que se elimine el agua tratada químicamente de una manera segura y respetuosa con el ambiente.

Los microorganismos mejoran la presencia y actividad microbiana en la planta de tratamiento, lo cual ayudaría a eliminar la dependencia de productos químicos y reducir la carga contaminante de las aguas a través de procesos biológicos.

3.6.5 Beneficios económicos

Disminución de gastos en compras de productos químicos para el tratamiento de aguas y fertilizantes para mantenimientos de jardines y áreas verdes de los proyectos.

El tratamiento de las aguas residuales tiene un doble valor. Además de los beneficios medioambientales, puede ofrecer beneficios económicos al reutilizarse el agua en distintos sectores. Sus productos derivados, como los nutrientes y el biogás, pueden aplicarse a la agricultura o mantenimiento de áreas verdes recreativas. Asimismo, los ingresos adicionales que se obtengan de este proceso pueden ayudar a cubrir costos operativos y de mantenimiento de los servicios públicos de aguas.

4 METODOLOGÍA

El proyecto se realizará con la finalidad de apoyar técnicamente en cuestión de aplicaciones de microorganismos eficientes en el tratamiento de aguas residuales de tipo ordinarias en la planta de tratamiento de Metrópoli San Gabriel.

4.1 Ubicación geográfica

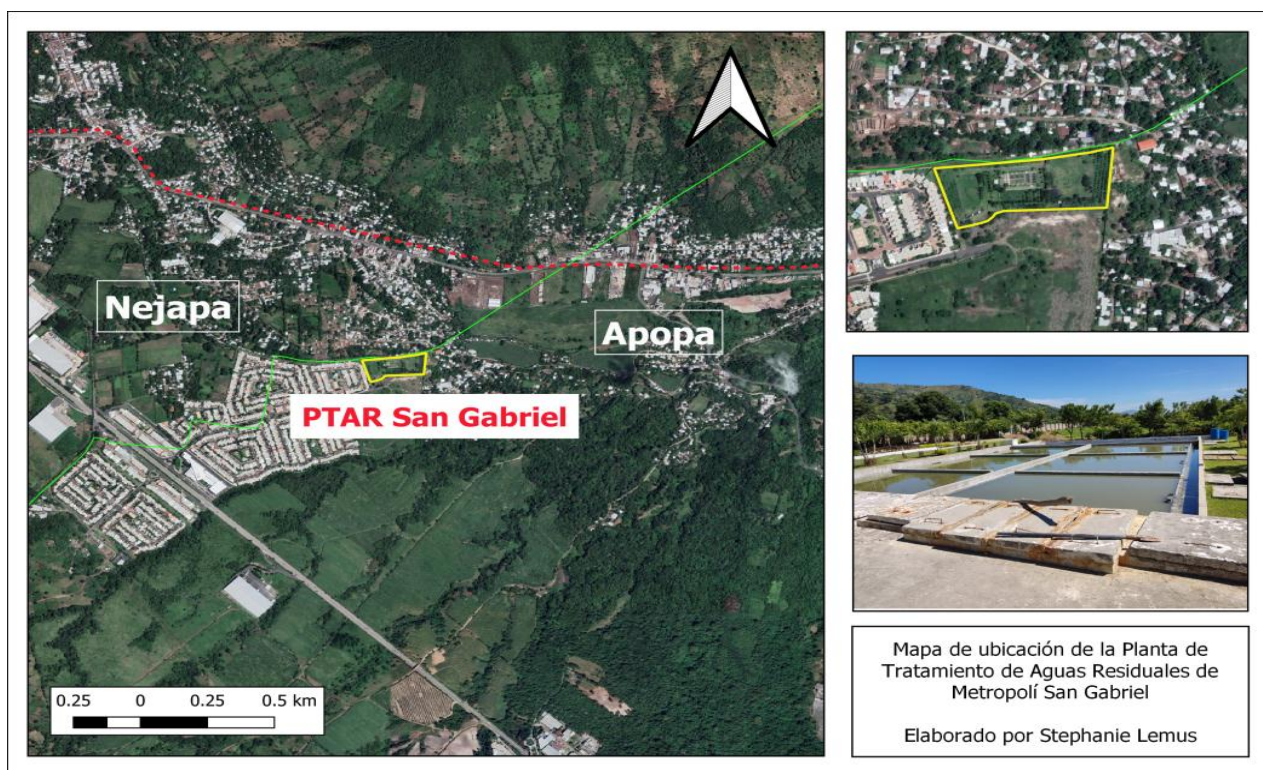


Figura 4: Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel, Municipio de Nejapa, Departamento de San Salvador.

Fuente: Tomado de Google Earth, 2022.

La Planta de Tratamiento de Metrópoli San Gabriel, se encuentra ubicada en el municipio de Nejapa, departamento de San Salvador (Figura 4); con una elevación de 456 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°47'56" Latitud Norte, 89°13'06" Longitud Oeste.

4.2 Metodología de campo

Para la activación y aplicación de los microorganismos eficientes se realizara lo siguiente:

4.2.1 Activación y aplicación de microorganismos eficientes líquidos

Materiales a utilizar:

- 50 ml de Microorganismos eficientes madurados.
- 1L de melaza.
- 10L de agua sin cloro.
- Depósito de 2.5 galones y manguera.
- 1 botella de leche sin pasteurizar.
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Barril de 200L
- Válvula de pvc
- Pegamento pvc
- Cinta teflón

4.2.2 Preparación para activación

- Se agregó en el depósito de 2.5 galones la mitad de agua sin cloro para diluir 100 ml de melaza, dicha mezcla debe quedar bien diluida.
- Agregaron a la mezcla una botella de leche sin pasteurizar, 50 ml microorganismos eficientes madurados y una cucharada de levadura.
- Se homogenizo la mezcla de los materiales y agregar agua hasta llenar el barril.
- Sellar completamente el barril y colocar la manguera con una cortina de agua, para que de salida a los gases fermentativos y que evite el ingreso de oxígeno o insectos.
- Después de 15 días de fermentación el producto ya estará listo para usar.

4.2.3 Preparación para aplicación

- ✓ Para un barril de 200L, se diluirá en una cubeta con agua un galón de melaza, luego se verterá en el barril. Se homogenizará la mezcla y se terminará de llenar el barril con agua.
- ✓ Se inoculará en el barril una dosis de 500 ml de microorganismos eficientes y se homogenizará la mezcla para que los microorganismos estén dispersos en toda la mezcla.
- ✓ Una vez terminada la mezcla, se aplicará por goteo en el filtro biológico y se repetirá el mismo procedimiento cada 8 días.

4.2.4 Dosis de aplicación

- Primer mes: Se aplicó 1.5 litros por semana de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento.
- Segundo mes: Se aplicó 2 litros por semana de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento.
- Tercer mes: Se aplicó 2.5 litros por semana de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento.
- Cuarto mes: Se aplicó 3 litros por semana de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento.
- Quinto mes: Se aplicó 3.78 litros por semana de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento.

Las primeras dos semanas de aplicación se realizaron con una dosis de 1.5 litros de producto eficaz a base de bacterias ácido lácticas que donó el Ing. Edenilson Torres.

4.3 Recursos

4.3.1 Equipo de trabajo

El asesor interno será el Ing. Agr. MSc. José Mauricio Tejada Asensio, el asesor externo de parte de Seguridad Activa será el Licenciado David Pineda, Licenciado Carlos Chicas y se contará con el apoyo del supervisor de la planta de tratamiento Wilber Granados.

4.3.2 Físicos

La planta de Metrópoli San Gabriel cuenta con área de operaciones, planta de tratamiento, bodegas, herramientas manuales y mecánicas, pipas transportadoras de agua, bombas, barriles y tinacos, termómetros, palas, agua para riego, colador, sacos, barriles, guantes, hielera, bomba de agua, cloro y químicos para piscina.

4.3.3 Financieros

Los recursos financieros de Seguridad Activa S.A. de C.V. provienen del pago mensual de los residentes respecto al mantenimiento de áreas verdes, plantas de tratamiento de agua residuales, plantas de tratamiento de agua potable, seguridad y vigilancia de las 15 residenciales en todo el país que tiene a cargo la empresa.

4.3.4 Humanos

La unidad de tratamientos de aguas en Seguridad Activa cuenta con 10 empleados. La unidad se divide en dos partes: cuatro empleados para el área administrativa y seis empleados para el área de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y áreas verdes dentro del área delimitada de trabajo.

4.4 Presupuesto

Cuadro 2: Presupuesto de materiales.

Material/Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
*Eficaz	1 Galón	\$15.00	\$15.00
*Agua	2400 litros	\$0.003	\$7.20
*Melaza	5 galones	\$1.00	\$5.00
Leche de vaca	2 botellas	\$0.75	\$1.50
Levadura	125 gramos	\$0.16	\$0.80
*Barril	1 unidad	\$50.00	\$50.00
Válvula PVC	3 unidad	\$1.95	\$5.85
Pegamento PVC	1 unidad	\$5.25	\$5.25
Cinta teflón	1 unidad	\$0.25	\$0.25
TOTAL			\$90.85

El proyecto requiere una inversión inicial de \$75.15 para continuar con las aplicaciones de microorganismos eficientes mensuales únicamente se debe adquirir leche de vaca sin pasteurizar y levadura (*Sacharomyces cereviciae*) que equivale a \$2.30.

Para llevar a cabo el proyecto el Ing. Edenilson Torres dono un galón de su producto Eficaz a base de bacterias ácido lácticas con un costo de \$15.00 el galón para venta al público.

*En el total se ve reflejado el costo del material y equipo “Eficaz, agua, melaza, barril”, pero serán facilitados por la unidad de tratamiento de aguas de la empresa.

5 RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 Reducción de malos olores:

- ✓ Después de la aplicación de ME, los olores ofensivos disminuyeron, lo que permite que estos olores fétidos no se perciban en los clúster residenciales cercanos a la planta de tratamiento.

5.2 Reducción de lodos retenidos:

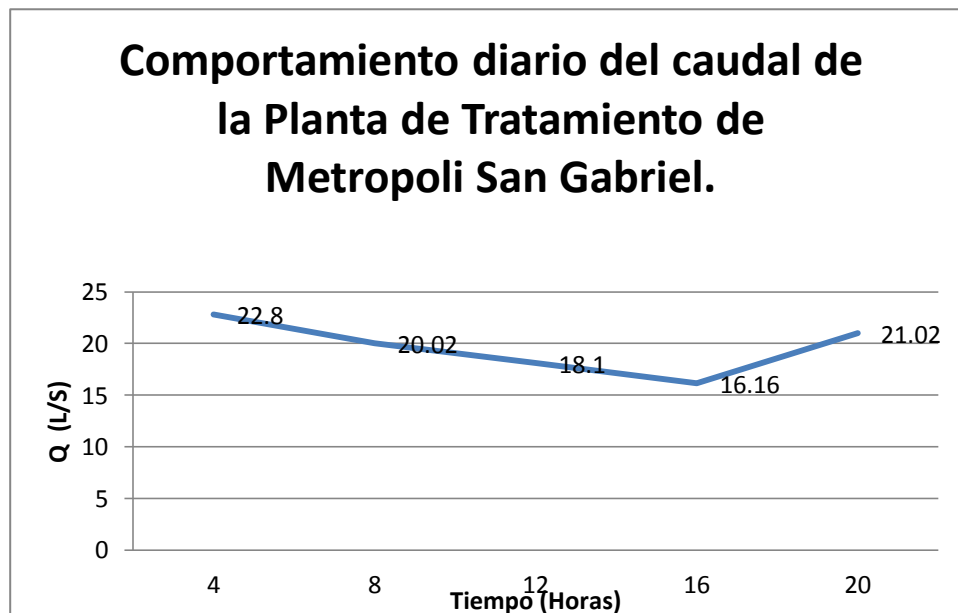
- ✓ Los lodos que se encontraban retenidos en el reactor anaeróbico tenían un grosor estimado entre 10 a 15 cm. Al realizar las primeras aplicaciones, se logró observar una disminución significativa en la retención de estos lodos, mejorando el flujo de agua en el reactor, lo que permite optimizar el funcionamiento correcto de la planta.

5.3 Cambio de tonalidad de color de agua en los filtros anaeróbicos:

- ✓ Al iniciar al proceso de aplicación de ME, los fangos de los filtros anaeróbicos presentaban una coloración verde, después de tres dosis aplicadas fue variando el color hasta llegar a una tonalidad gris marrón.

5.4 Estimación de caudal

Gráfico 1: Comportamiento del caudal de agua en la planta de Metrópoli San Gabriel.



Análisis del gráfico:

En el gráfico de líneas anterior, se expresa el comportamiento diario que experimenta el caudal de entrada en la planta de tratamiento de Metrópoli San

Gabriel, podemos observar que la planta de tratamiento comienza su mayor actividad entre las horas 3:00 y 4:00 am recibiendo un caudal de 22.8 L/s; su actividad media se ve reflejada en las horas del mediodía, recibiendo un caudal de 18.1 L/s y posteriormente vuelve a incrementa actividad entre las 7:00 y 8:00 pm recibiendo un caudal de 21.02 L/s. Teniendo un caudal promedio de 19.5 L/s.

ESQUEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE METROPOLÍ SAN GABRIEL

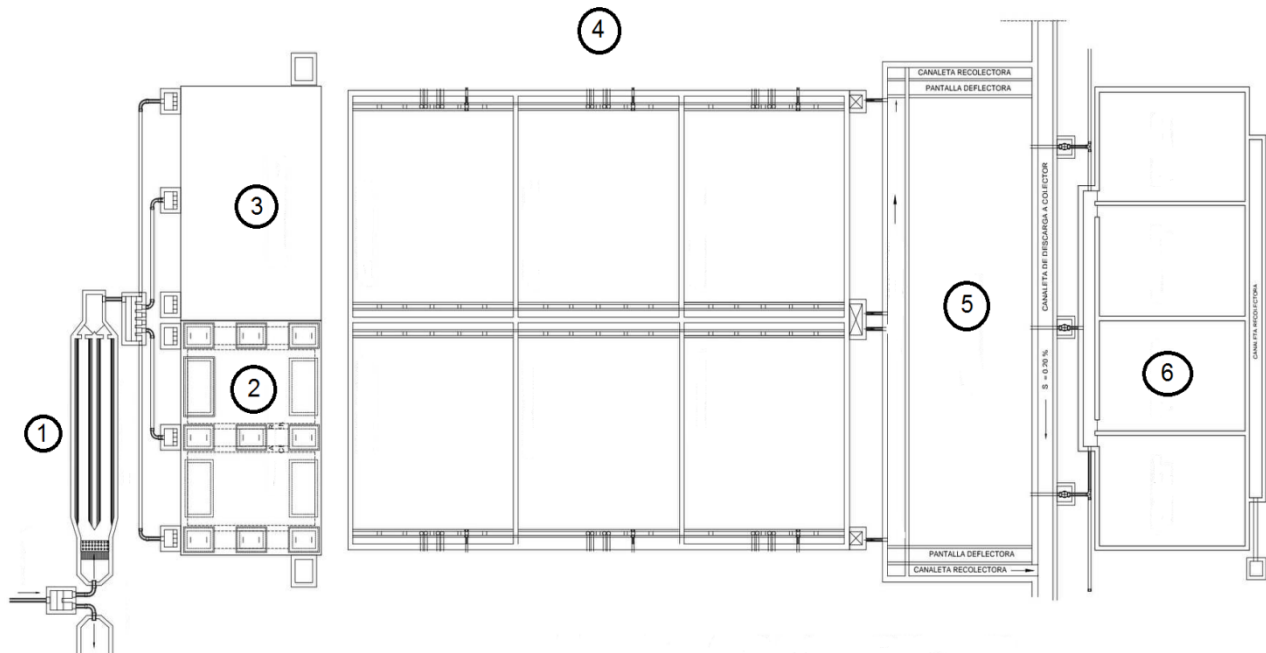


Figura 5: Esquema de la planta de tratamiento de Metrópoli San Gabriel.

Fuente: Pineda, 2022.

COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

1. Rejilla de gruesos y desarenador
2. Reactor anaeróbico de flujo ascendente n° 1.
3. Reactor anaeróbico de flujo ascendente n° 2
4. Filtros anaeróbicos de flujo ascendente
5. Filtro terciario con piedras y Jacinto.
6. Cámaras de patios de secado.

5.5 Descripción de componentes de la Planta de Tratamiento

5.5.1 Según Tilley et al, (2018), Pre-tratamiento:

El pre-tratamiento, aunque no se considera un tratamiento con el que se logre reducir la carga contaminante de los vertidos, si desempeña un papel fundamental en la medida en que elimina elementos que pueden causar descensos en la eficiencia del tratamiento.

Los objetivos principales de la etapa del pre-tratamiento son:

- a. Eliminar material grueso.
- b. Eliminar arenas.

Rejillas de desbaste: el desbaste se conoce también como cribado y se hace, de manera frecuente, mediante la instalación de rejillas metálicas de diferentes características de diseño y operación, dependiendo del tipo de agua a tratar.

Las rejas pueden clasificarse según:

- ✓ Su limpieza o Manual o Mecánica
- ✓ Su separación entre barros o Fina: entre 0,5 y 1,5 cm de separación o Media: entre 1,5 y 5,0 cm de separación o Gruesa: mayor a 5,0 cm de separación
- ✓ Su inclinación o Verticales: a 90° respecto de la horizontal o Inclinas: entre 60 y 80° respecto de la horizontal

Desarenadores: consisten simplemente, en un ensanchamiento del canal de pre-tratamiento, en donde la velocidad del agua disminuye lo necesario para permitir la sedimentación de las partículas discretas, pero no lo suficiente para que se presente asentamiento de la materia orgánica.

5.5.2 Según Lozano (2012), Tratamiento primario:

Reactor anaeróbico de flujo ascendente: es un tanque cerrado que tiene dos zonas características: la de digestión (en la parte baja) y la de sedimentación (en la parte superior).

En la zona de digestión, el afluente ingresa por la parte baja y fluye de forma ascensional por el reactor a través de un manto de lodos (biomasa), el cual se mantiene en suspensión por la fuerza hidrodinámica del flujo. En la medida en que el caudal de aguas residuales fluye a través del manto de lodos, la materia

orgánica se pone en contacto con la biomasa suspendida que la adhiere y la digiere en ausencia de oxígeno, dando lugar a la formación de biogás (CH₄ y CO₂).

5.5.3 Según Tilley *et al*, (2018), Tratamiento secundario:

Filtros anaeróbicos de flujo ascendente: un filtro anaerobio es un reactor biológico de lecho fijo con una o más cámaras de filtración en serie. Conforme las aguas residuales atraviesan el filtro, las partículas son atrapadas y la materia orgánica es degradada por la biomasa activa adjunta a la superficie del material del filtro.

Los filtros anaerobios generalmente operan en modo de flujo ascendente, ya que así hay menos riesgo de que se lave la biomasa fija. Por esta razón se le denomina Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA). El nivel del agua debe cubrir el medio filtrante al menos en 0.3 m para garantizar un régimen de flujo uniforme. El tiempo de retención hidráulica (TRH) es el parámetro de diseño que más influye en el rendimiento del filtro. Se recomienda un TRH de 12 a 36 horas.

Filtro terciario o de filtración profunda: consiste en remover los sólidos suspendidos residuales pasando el líquido a través de un lecho compacto compuesto por un medio de filtración granular (por ejemplo, arena, piedras). En el proceso no sólo remueven una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos, sino que también se elimina el olor ofensivo.

5.5.4 Según Escobar (2005), Tratamiento terciario:

Patios de secado: en los patios de secado se llevan a cabo dos procesos físicos:

- a. Evaporación del agua contenida en el lodo por exposición del mismo a los rayos solares.
- b. Filtración del agua a través de un lecho filtrante.

En los patios de secado se construye una capa superior de arena con piedra pómez y otra de grava, de manera que el agua pueda filtrarse con facilidad. El lodo secado se puede utilizar como abono. El agua filtrada se recoge por medio de un drenaje francés y se vierte en el cauce cercano.

6 CONCLUSIONES

- El tratamiento de aguas residuales mediante el uso de microorganismos eficientes es un método muy eficaz para resolver la problemática observada sobre las descargas incontroladas que ingresan a la planta de tratamiento, ya que por medio de estos microorganismos se logra controlar muchos factores que se pueden generar dentro del tratamiento como lo es la reducción de producción de lodos y eliminación de olores fétidos.
- Mediante una dosificación controlada se observó que los microorganismos fueron capaces de reducir la retención de lodos que estaba presente en los reactores, debido a la composición de sus organismos aumento la microbiota que estaba presente dentro del proceso por lo que ahora se presenta un mejor flujo de agua dentro de los reactores.

7 RECOMENDACIONES

- ✓ Implementar capacitaciones para el personal de la planta de tratamiento sobre la elaboración y aplicación de los microorganismos eficientes.
- ✓ Aumentar la dosificación de microorganismo a 5 litros para obtener un mejor efecto en el tratamiento de las aguas.
- ✓ Reducir tiempos de aplicación de los microorganismos a un intervalo de 3 días para cada aplicación.

8 BIBLIOGRAFÍA

- AEET (Asociación Española de Ecología Terrestre). 2021. Potencial aplicación de bacterias ácido lácticas en sistemas de tratamiento de agua. (En línea, PDF). Consultado 27 jun. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2224>
- Aguilar, R. 2012. Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en las Aguas Residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras. (En línea, PDF). Consultado 10 oct. 2022. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d82d4672-d13a-4c9b-9731-c66827b30d2b/content>
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados). 2017. Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento de El Salvador (En línea, PDF). Consultado 7 jun 2022. Disponible en: <http://www.aecid.sv/wp-content/uploads/2018/02/RESUMEN-EJECUTIVO-PLANAPS.compressed.pdf>
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 2009. Agua, Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor. NSO 13.49.01:09. San Salvador, El Salvador. Oct.
- EMPROTEC (EM Producción y Tecnología S, A). 2012. Guía de la Tecnología de los EM. (En línea, PDF). Consultado 10 oct. 2022. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>
- Escobar, M. 2005. Comparación de costo, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento para aguas negras de aireación extendida vrs. planta de tratamiento tradicional. (En línea, PDF). Consultado 03 dic. 2022. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2510_C.pdf
- Google Earth. 2022. Ubicación geográfica planta de tratamiento de Metrópoli San Gabriel. 13°47'56" N 89°13'06" W. Consultado el 19 jun 2022. Disponible en: <https://earth.goo.gl/?apn=com.google.earth&isi=293622097&ius=googleearth&link>
- Lozano, R. 2012. Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales. Bogotá. Colombia. 195p.

- MARN (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2010. Informe de la calidad de agua de los ríos de El Salvador. (En línea). Consultado el 19 jun 2022. Disponible en <http://agua.marn.gob.sv/Documentos/Estudios/Calidadagua/CalidadAgua2010.pdf>
- OSARTEC (Órgano Salvadoreño de Reglamentación Técnica). 2019. Agua. Aguas Residuales. Parámetros de calidad de aguas residuales para descarga y manejo de lodos residuales. RTS 13.05.01:18. San Salvador, El Salvador.
- Pineda, D. 22 nov. 2022. Diagnóstico empresarial de Seguridad Activa SA de CV (Entrevista). Nejapa, El Salvador.
- Tilley, E; Ulrich, L; Lüthi, C; Reymond, P; Schertenleib, R. y Zurbrügg, C. 2018. Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Dübendorf (Suiza): Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática (Eawag), 2da. Edición revisada. (En línea, PDF). Consultado 03 dic. 2022. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TILLEY%20et%20al%202018.%20Compendio%20de%20sistemas%20y%20tecnologia%20de%20saneamiento.pdf
- UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2018. Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico. (En línea). Consultado el 19 jun 2022. Disponible <https://www.redalyc.org/journal/341/34157105012/html/>
- Banco Mundial. 2020. El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías (En línea). Consultado 12 ago. 2022. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater>

9 ANEXOS



Figura A6: Rejilla de solidos gruesos



Figura A7: Desarenador.



Figura A9: Reactor Anaeróbico



Figura A8: Filtros Anaeróbicos de Flujo Ascendente.



Figura A10: Filtro terciario.



Figura A11: Patios de secado



Figura A12: Lodos retenidos en el



Figura A13: Observación de resultados en la disminución de lodos retenidos.



Figura A14: Aplicación de melaza diluida en agua en barril de 200 L.



Figura A15: Aplicación de microorganismos eficientes en barril de 200 L.