



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de Diseño de una PTAR incorporando Filtro Percolador de PRFV y Medio Filtrante de Plástico en Santa Rita, Arequipa-Arequipa.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTOR:

Paliza Espinoza, Viviana Jesús (ORCID: 0000-0003-3086-5913)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi padre Walter Paliza por su inmenso amor, apoyo incondicional confianza y esfuerzo que me permitió llegar a cumplir mi sueño de ser profesional, a mi madre Miriam Espinoza por ser mi soporte cada día, por su apoyo y ayuda para poder cumplir mi meta más grande, a la familia que estoy formando mis hijos Joaquin y mi pequeña Aitana por su existencia en mí vida que me dieron la fortaleza para culminar con mi título profesional, a mi esposo Anthony Arenas por su apoyo incondicional para cumplir nuestra metas, por su amor y confianza, a mis hermanas Yesenia y Vanessa por su cariño y apoyo hasta el día de hoy.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida y por su protección día a día a mi familia y a mí.

A mis padres Walter y Miriam por su esfuerzo puesto para darme una carrera profesional, por su confianza y motivación para seguir adelante.

A mis hermanas Yesenia y Vanessa por su apoyo en todo el proceso de la realización de la presente tesis.

A mi esposo Anthony por haber sido mi apoyo en todo el proceso de la realización de la presente tesis.

Una especial gratitud a la Universidad Cesar Vallejo por haberme dado la oportunidad de concluir mi carrera profesional con mi título profesional, a mi asesor Ing. Samir Arévalo Vidal por la ayuda para alcanzar nuevos conocimientos y poder desarrollar la presente tesis.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra y muestreo.....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5 Procedimientos.....	25
3.6 Método de análisis de datos.....	26
3.7 Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	80
VI. CONCLUSIONES.....	83
VII. RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS.....	92

Índice de tablas

Tabla 1. Población beneficiada en el proyecto.....	30
Tabla 2. Población futura.....	31
Tabla 3. Parámetros para riego.....	37
Tabla 4. Tasa de crecimiento.....	38
Tabla 5. Densidad poblacional.....	39
Tabla 6. Población actual y futura.....	39
Tabla 7. Población actual y futura (20 AÑOS).....	40
Tabla 8. Dotación de agua según RNE.....	41
Tabla 9. Máximos recomendables para periodos de diseño del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario.....	42
Tabla 10. Coeficiente de variación de consumo según la RNE.....	42
Tabla 11. Demanda de agua potable.....	44
Tabla 12. Demanda de alcantarillado.....	45
Tabla 13. Calidad del afluente.....	46
Tabla 14. Parámetros de calidad.....	46
Tabla 15. Informe de ensayo de agua.....	47
Tabla 16. Carga orgánica de las aguas residuales.....	48
Tabla 17. Valores de la calidad del efluente.....	48
Tabla 18. Calidad bioquímica de aguas residuales tratadas según Federal Water Pollution Act de 1972	49
Tabla 19. Directrices recomendado sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura.....	50
Tabla 20. Valores para el diseño de la ptar.....	51
Tabla 21. Parámetros convencionales de los procesos más empleados.....	53

Tabla 22. Datos para el diseño de la cámara de rejas.....	57
Tabla 23. Resultados de los caudales para el diseño de cámara de rejas.....	57
Tabla 24. Diseño de cámara de rejas.....	57
Tabla 25. Datos para diseñar el desarenador.....	60
Tabla 26. Diseño del desarenador.....	60
Tabla 27. Datos para diseñar el canal de parshall.....	62
Tabla 28. Diseño del canal de parshall.....	63
Tabla 29. Remoción del DBO.....	65
Tabla 30. Datos para diseñar tanque imhoff.....	66
Tabla 31. Resultados para el diseño del tanque imhoff.....	68
Tabla 32. Resumen de datos del proyecto.....	69

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de manejos de las aguas residuales municipales.....	9
Figura 2. Esquema de una PTAR.....	9
Figura 3. Esquema de filtro percolador con sus partes.....	12
Figura 4. Límites máximos permisibles.....	14
Figura 5. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	23
Figura 6. Ubicación en el mapa de la ciudad de Arequipa y del distrito de Santa Rita de Sigwas donde se está proponiendo la planta de tratamiento de aguas residuales.....	25
Figura 7. Tanque Imhoff existente (02 unidades).....	33
Figura 8. Lecho de secado existente.....	34
Figura 9. Área de influencia del proyecto.....	38
Figura 10. Flujo grama de tecnología y procesos existentes además de proyectado.....	54
Figura 11. Datos del filtro percolador.....	70
Figura 12. Dimensionamiento del filtro percolador	71
Figura 13. Zona de recolección de agua filtrada	72
Figura 14. Zona de distribución de aguas residuales.....	73
Figura 15. Bloque de plástico de 0.60x0.60x1200 mm.	76
Figura 16. Datos para el diseño de la laguna de maduración.....	77
Figura 17. Cálculo de laguna de maduración.....	78
Figura 18. Laguna de maduración.....	79

Resumen

La presente investigación “Propuesta de diseño de una PTAR incorporando filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico en Santa Rita, Arequipa-Arequipa” se realizó en la localidad de Santa Rita, la línea de investigación es diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

Tiene como objetivo general proponer el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con fines de reúso, a través de un tratamiento preliminar primario y secundario, en este último proceso se considera proyectar un filtro percolador biológico que tiene la característica de que el depósito es de PRFV y el medio filtrante que serán bloques de plástico; cuya finalidad será mejorar la eficiencia del tratamiento obteniendo un efluente de calidad que este dentro de los límites permisibles para reúso.

El dimensionamiento de la planta se desarrolló teniendo en cuenta la norma peruana OS 0.90; también se tomó en cuenta los criterios de diseño de la Autoridad Nacional del Agua y lo estipulado en diferentes ministerios.

Dando como resultado una planta de tratamiento con los siguientes componentes:

Tratamiento preliminar o pretratamiento, a través de Cámara de rejillas,
Desarenador y Medidor Parshall

Tratamiento primario, Tanque Imhoff

Tratamiento secundario, Filtros Percoladores y Laguna de maduración (como una unidad de sedimentación)

Tratamiento de Lodos, a través de Lecho de Secado

En relación al material propuesto en el filtro percolador permite obtener un proceso eficiente, en cuanto a la calidad del efluente.

Palabras clave: aguas residuales, planta de tratamiento, filtros percoladores.

Abstract

The present investigation "Design proposal of a WWTP incorporating GRP trickling filter and plastic filter medium in Santa Rita, Arequipa-Arequipa" was carried out in the town of Santa Rita, the line of research is the design of hydraulic works and sanitation.

Its general objective is to propose the improvement of the wastewater treatment system for reuse purposes, through a preliminary primary and secondary treatment, in this last process it is considered to project a biological trickling filter that has the characteristic that the deposit is of GRP and the filter medium that will be plastic blocks; The purpose of which will be to improve the efficiency of the treatment by obtaining a quality effluent that is within the permissible limits for reuse.

The sizing of the plant was developed taking into account the Peruvian standard os 0.90; The design criteria of the National Water Authority and the provisions of different ministries were also taken into account.

Resulting in a treatment plant with the following components:

- Preliminary treatment or pretreatment, through Grating Chamber, Desander and Parshall Meter
- Primary treatment, Imhoff Tank -Secondary treatment, Percolating Filters and Maturation Lagoon (as a sedimentation unit)
- Sludge treatment, through Drying

In relation to the material proposed in the trickling filter, it allows to obtain an efficient process in terms of effluent quality.

Keywords: wastewater, treatment plant, trickling filters

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mayor preocupación del ser humano es la escasez del agua debido a la contaminación y a problemas naturales, esto nos lleva a buscar una solución para poder reutilizar el agua domestica y/o industriales con un tratamiento anticipado.

En Perú, hay varias plantas de tratamiento de aguas residuales que son ineficientes y no tienen la tecnología ni diseño recomendado para el sitio donde han sido instaladas.

Según la (SUNASS,2015, p.48). hasta el 1 de julio del 2014 se contaba con 16 PTAR paralizadas a pesar de que muchas de estas tienen una tecnología apropiada para su funcionamiento.

En algunas localidades donde la economía es a través de la agricultura, la escasez de este recurso, sin ser tratado debidamente, conlleva a que muchos agricultores hacen uso del agua contaminada para poder regar sus productos lo que representa un elevado riesgo de infección al momento de ingerirlos; de igual forma cuando las aguas residuales se descargan en los ríos o mares sin un debido tratamiento, las vidas acuáticas y marinas verán afectada por el sólido existente.

En Arequipa actualmente tenemos el caso de la PTAR Enlozada, que es considerado un avance en el Perú ya que su operación y mantenimiento es gestionada por la empresa minera (Cerro Verde); está considerada un ejemplo a destacar pues una proporción importante del agua residual de Arequipa se rehúsa para el desarrollo minero de Cerro Verde, así está ayudando a contribuir con el saneamiento del Rio chili; Por eso es que se busca que las plantas de tratamiento tengas profesionales capacitados para su construcción, operación y mantenimiento y así puedan tener una buena vida útil, que no es el caso de la PTAR que actualmente se encuentra en Santa Rita.

La siguiente investigación: “Propuesta de diseño de una PTAR incorporando filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico en Santa Rita, Arequipa-Arequipa” Tiene como **realidad problemática**, los sistemas de los tratamientos del agua residual existente, ya que actualmente se encuentre incompleto, solo con un tratamiento primario a través de tanques IMHOFF. Esto nos lleva a

observar muchos problemas puesto que al emplear estos tanques trae muchas desventajas para el tratamiento correcto, siendo el principal en la que se va en tanques de calidades desagradables.

En la actualidad las plantas de tratamientos de agua residual encontrada en Santa Rita no tienen un tratamiento completo ya que las aguas negras no son bien tratadas, sin la tecnología apropiada para llevar a cabo los procesos necesarios.

Las alternativas tecnológicas que utilizaremos para la reutilización del agua, son algunas de las soluciones que se puede emplear, ya que se sabe que toda tecnología es buena siempre que sea la adecuada y cumpla con el objetivo dado.

Las formulaciones de los **problemas generales** de las investigaciones se dan con las siguientes interrogantes: ¿será eficiente en el tratamiento para fines de rehusó en diseños propuestos en las plantas de los tratamientos del agua residual, mediante la incorporación de filtros percoladores de los PRFV y un medio filtrante de plástico en Santa Rita?

El **problema específico** ¿Cuál son las maneras en la que se diagnostican los estados actuales de las plantas de tratamientos del agua residual? ¿El sistema de tratamiento de aguas residuales cumplen con lo establecido en el marco legal? ¿Qué consideraciones técnicas y criterios de selección se tiene que tener en cuenta para diseñar las plantas de los tratamientos del agua residual? ¿Cuál sería la solución para las reutilizaciones del agua residual con fines de riego?

En cuanto a la **justificación técnica** del trabajo de investigación es que se utilizará la tecnología necesaria para remover los contaminantes de las agua servidas domésticas, estas aguas tendrán todos aquellos procesos necesarios para alcanzar la calidad necesaria para su reúso. La **justificación económica** del trabajo de investigación será que se va a elaborar propuestas (costos-eficiencias) para los tratamientos de las aguas residuales, de acuerdo a la posibilidad de los pagos de las comunidades con los fines de asegurarse con los servicios. La **justificación metodológica del** trabajo de investigación es que se mostrará unos conjuntos de alternativa de los tratamientos, secundarios y terciarios del agua residual, a partir del efluente tratado para las reutilizaciones con el fin de los riegos de una área agrícola y zona erizadas.

En nuestra investigación tenemos como **objetivos generales**: Proponer unos diseños de plantas de los tratamientos del agua residual, incorporando un filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico en Santa Rita, para mejorar el proceso del tratamiento y su reutilización.

De igual forma tenemos **objetivos específicos**: Evaluación de las plantas de tratamientos del agua residual existente. Analizar el marco legal establecido por el ANA, RNE y otras normas relacionadas al tratamiento del agua residual. Determinar las consideraciones técnicas y criterios de selección para diseñar las plantas de los tratamientos del agua residual. Diseñar unas plantas de tratamientos en la que considere el tratamiento preliminar, primario y secundario, para reutilizaciones de efluentes con el fin de riegos.

También es necesario formular **la hipótesis general** del siguiente trabajo de - investigación que será que: Las plantas de los tratamientos del agua residual de Santa Rita, incorporando tratamientos secundarios y terciarios es eficiente y cumple con las normas y regulaciones establecidas en los órganos competentes.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales e internacionales; se utilizó como trabajos previos en relación a **nivel internacional**: Gonzales Martínez, C. y Gonzales Galvis, M. “*Comparaciones de la tecnología que se implementaron en el PTAR en Rio de Janeiro(Brasil) y Paz de Ariporo (Casanare – Colombia)*” (Tesis del grado) Universidad Católica de Colombia. Los autores en su proyecto hicieron una breve comparación del proceso tecnológico y científico realizado en PTAR de Paz de Ariporo y también en Rio de Janeiro, la relación fue con mejoramientos de los tratamientos del agua residual para lograr demostrar en qué país se utilizan los mejores procesos. Tuvieron como objetivo general el comparación de formas analíticas las tecnologías de los sistemas hidráulicos y el proceso físico químico y biológico de la PTAR de ambos países, donde tuvieron como conclusión que la plantas de los tratamientos de aguas residuales en la Paz de Ariporo (Casanare-Colombia) teniendo unos avances tecnológicos que brindan una mejore condición en los tratamientos del agua.

En cuanto a los objetivos específicos los autores propusieron analizar el sistema hidráulico y el proceso físico, químico y biológico; identificaron que variables hacen las tecnologías de los tratamientos de esta agua sean comparables, verificaron la eficiencia de contaminantes asociados a cada proceso; compararon los dos sistemas de tratamiento de aguas residuales y también hicieron una comparación de todas las ventajas y desventajas que tiene la utilización de las nuevas tecnologías. Concluyendo que al analizar las dos PTAR aunque en el país Brazil las tecnologías son aun más avanzadas pero no con grandes diferencias a las de Colombia

Nivel internacional De Leon Prem, R. A, (2017) “*Evaluación técnica y propuesta de mejora de los filtros percoladores de la planta de tratamiento de aguas residuales de la universidad Rafael Landívar*” (Tesis de grado) Universidad Rafael Landívar. Concluyeron que las evaluaciones de las calidades del agua residual de un solo filtro percolador por medio de unos análisis físicos-químicos y constataron en las calidades de las aguas es eficiente. También indicaron que la propuesta de mejoramiento en los sistemas de los riegos en el filtro percolador de las plantas de tratamientos de las URL consta de hacer un cambio en el ramal actual para que se ajusten a la especificación de los diseños; la operación utilizada

actualmente debe mejorarse, insertando válvulas de flujo para el aumento de las presiones de aguas en el desvío, reduciéndose en la zona muertas en el lecho del filtro que actualmente no están humidificado.

Se cumplió con los objetivos tanto general como específicos dados por el autor, que fue el evaluar la eficiencia y plantear las mejoras para la ptar: determinaron la calidad del agua actual del efluente, también el área de mojado actual del filtro percolador Propusieron una solución eficiente del agua residual para los filtros percoladores.

En el nivel internacional: Centeno Moran, E, y Murillo Marin, A. (2019) *“Tipologías de la tecnología de los tratamientos del agua residual ordinaria instalada en Costa Rica”* (Artículo Científico). Los autores recolectaron la información a partir de entrevistas personales y telefónicas, presentaron el perfil de las plantas de tratamiento del país de Costa Rica y las compararon con varios países latinoamericanos, caracterizaron las tipologías de la planta de tratamientos del agua residual, en la base a su capacidad y tecnología utilizada.

En cuanto a su capacidad tuvieron como resultado que el 90% del sistema operador por la entidad pública son considerados de menores capacidades; en el caso de los proyectos que corresponde para condominios privados el 84%.

En cuanto a la comparación de la tecnología implantada que utilizaron tomaron en cuenta la (LAEE) que es la tecnología del lodo activado de las aireaciones extendidas, otras variantes del lodo activado, anaerobio, humedal artificial y filtro percolador; dando como resultado la primera como la más utilizada.

Concluyeron que las PTAR en Costa Rica tienen un sistema de pequeña capacidad, donde las operadas por las entidades públicas tienen una capacidad inferior a 25l/s, siendo vinculadas a las bajas coberturas en los alcantarillados sanitarios públicos del país.

Nivel nacional: Según Bendezu Montero, R. C., y Martínez Maraví, A. (2017) *“Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando filtros percoladores – lodos anaeróbicos para el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo - Junín”* (Tesis de grado) Universidad Peruana los Andes. La siguiente investigación de tipos aplicadas y cuantitativa, su nivel de investigación es

explicativo y el diseño es cuasi-experimental longitudinal. Los autores se plantearon un objetivo general que fue el de proponer un diseño eficiente de una PTAR con un filtro percolador con lodo anaeróbico ecológico; también se plantearon diseñar 3 modelos en la planta de tratamientos del agua residual, evaluarlos e identificar diseños alternativos efectivos. Finalmente concluyeron que al utilizar un filtro percolador con lodo anaeróbico ecológico obtienen unos sistemas más eficientes ya que eliminan la gran mayoría de partes de la carga contaminada y dañinas en el agua residual y reducen su impacto negativo en el entorno; Analizando la propiedad física y química del agua residual tratada de 3 diseños de diferentes de plantas de tratamiento que realizaron.

En los primeros diseños: Filtrado percolador y tanque de imhoff, estimación de costo total es S/19,711,887.18, teniendo como porcentajes de remociones del 95.19%, DQO 75.5%, SST 91.6%

En los segundos diseños: Filtrado percolador con digestor anaerobio, estimaciones del costo total es S/17,091,406.78, teniendo como porcentajes de remociones del DBO5 94.93%, DQO84.25%, SST 90.9%

En los terceros diseños: Filtrado percolador con un reactor anaerobio de flujos de ascendente, estimación del costo total es S/16,481,339.31, teniendo como porcentajes de remociones del DBO5 98.07%, DQO 90.80%, SST 94.62%.

En las evaluaciones de las eficiencias de los 3 diseños propuesto, se puede decir que el tercer diseño de filtrado percolado con reactores anaerobios de flujos ascendentes son sistemas eficientes.

En el ámbito Nivel nacional: Arévalo Dávila, A. F., y Saldaña Mendoza, M. J. (2019) "*Diseño de planta de tratamiento de aguas servidas mediante el sistema R.A.F.A. y filtro percolador de la Localidad de San Antonio – 2019*" (Tesis de grado) Universidad Cesar Vallejo. Las siguientes investigaciones son de tipos aplicados y su diseño es pre-experimental. Los autores concluyeron que son suma importancia en las construcciones de un PTAR para el cumplimiento de los LMP (límites máximos permisibles) y lograr una reutilización, también determinaron las características topográficas, geotecnias y mecánicas, realizaron ensayo de pruebas de cortes director para la determinación de las capacidades

portantes de suelos, ángulos de fricciones y el Q admisibles, todo esto para la selección de tipos de suelos y lograr una realización de la PTAR ya que los suelos son favorables para sus ejecuciones.

Se determinaron en los análisis de impactos ambientales en donde concluyeron que su estudio sean viables por ser categorías II, es decir generan un impacto negativo mínimo porque ha sido unos terrenos intervenidos; también determinaron la demanda de agua residual donde conocieron la cantidades de poblados que serían beneficiadas a futuro, aproximadamente en unos periodos de 20 años serán 1180 habitantes.

Desarrollaron las dimensiones de los reactores basándose en las NORMAS OS.090 del RNE, realizaron un estudio en que corresponden determinar los dimensionamientos hidráulicos de R.A.F.A, teniendo resultados favorables para la ejecución.

En cuanto a la inversión de la planta para su ejecución tendrá un valor de S/70,622.09, la operación y mantenimiento tiene una inversión de S/17,767.50 anual y que garanticen unas vidas útiles de las obras.

2.2 Teoría relacionada con el tema de estudio

En cuanto a las **teorías relacionadas** al tema tenemos:

La **planta de tratamiento de aguas residuales**: Infraestructura y una amplia gama de procesos y / o actividades en la que permite las filtraciones del agua residual. (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.12)

El diseño económico y eficiente de las plantas de tratamientos del agua residual están basados en el aspecto tal como: los caudales (m³/seg), y usos finales de producto en las aguas tratadas, las viabilidades económicas, en las áreas para las instalaciones y la característica meteorológica, refiriendo a los climas y precipitaciones. Las soluciones tecnológicas más adecuadas para la Ptar, es la que maximiza las eficiencias técnicas de la manera menos costosa y de la forma más simple al igual que su tecnología debe usar los materiales disponibles en el país y debe hacer uso de los recursos humanos.

En la planta de tratamientos del agua residual que se retiran de la contaminación para que esta pueda ser un agua sin riesgos para su reusó en actividades como riego etc. o ya sea para que sea vertida en el medio ambiente (mar, ríos y lagos). Es recomendable que estas aguas no serán para ingerir o para aseo personal.

El **agua residual**: vienen hacer el agua original que lograron ser modificada por actividad humana y su característica al igual que sus calidades requiere de unos tratamientos previos antes de lograr ser rehusada, vertida en cuerpos naturales del agua o descargada en los sistemas de los alcantarillados. (OEFA,2014)

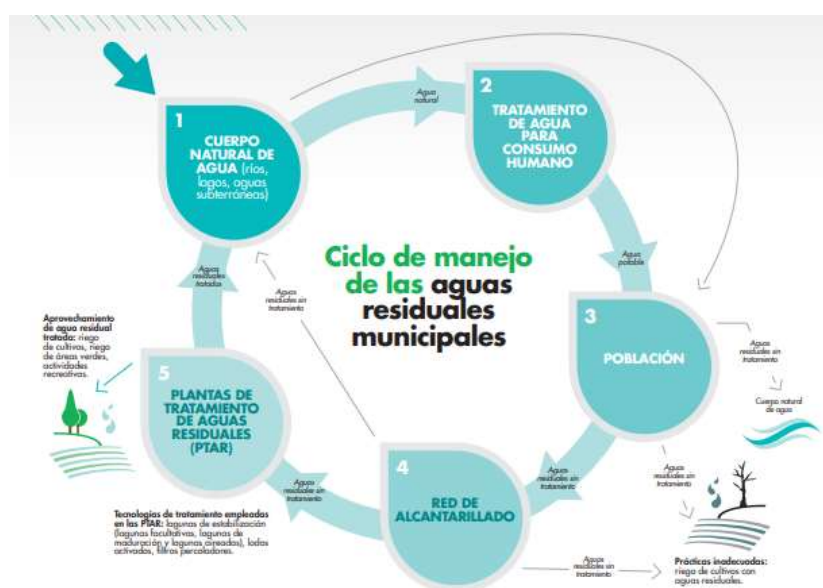
-Clasificación de aguas residuales

Agua residual industrial: vienen hacer unos resultados en los desarrollos de los procesos productivos que se incluyen las actividades mineras agrícolas energéticas agroindustriales entre otros.

Agua residual domestica: vienen hacer de orígenes residenciales y comerciales que tienen desecho fisiológico proveniente de actividades humanas.

Agua residual municipal: viene hacer agua residual domestica que están mezclados con agua de drenajes de origen industriales que son tratadas para que admitan el sistema de alcantarillados (OEFA,2014)

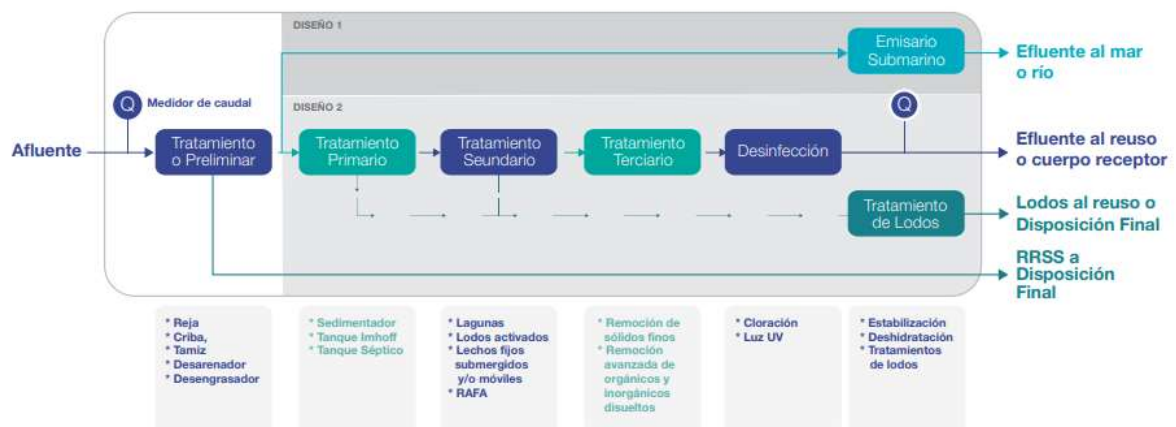
FIGURA 1. CICLO DE MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES



Fuente: Fiscalizaciones ambientales en agua residual, OEFA, 2014

El sistema de tratamiento de aguas residuales: es un conjunto integrado de operación y proceso químico biológico y físico que se utiliza con finalidades de purificar el agua a niveles que permitan alcanzar unas calidades necesarias para eliminar su uso mediante las reutilizaciones. (MINIAM,GOP).

FIGURA 2. ESQUEMA DE UNA PTAR



Fuente: SUNASS, 2015, p58

-Características Químicas

El agua residual tiene las siguientes características químicas que son:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Se definen como las cantidades de oxígeno que el microorganismo requieren para las estabilizaciones de las materias orgánicas bajo la condición de tiempos y temperaturas determinados (generalmente 5 días y 20°C). (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.6)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Se define como las cantidades de oxígeno requeridos para las oxidaciones químicas de las materias orgánicas de aguas residuales, usando sal inorgánica de permanganatos o dicromatos de potasio como oxidantes. (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.6).

-Procesos o etapas de tratamiento

Tratamiento preliminar: Este es un proceso que elimina grandes sólidos, incluyendo los que se encuentran en el agua residual. Se le conocen también

como los procesos de tratamientos de aguas residuales que puede dañar los funcionamientos de todos el equipo involucrado de diverso proceso y actividades que componen los sistemas de tratamientos. (Farías de Marques, B. 2016)

Tratamiento primario: Elimina sedimentos sólido orgánico e inorgánico para la reducción de las cargas de tratamientos biológicos. El sólido eliminado durante este proceso debe tratarse antes de los procesamientos finales.

El principal proceso de tratamientos del agua residual son tanques imhoff, tanque de sedimentaciones y tanque de flotaciones (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.27)

Entre el principal proceso y operaciones de tratamientos primarios se tiene:

- Sedimentaciones
- Coagulaciones y Floculaciones
- Tanque de Imhoff
- Digestiones primarias del lodo

(Fondo nacional del ambiente, 2010)

Tratamiento secundario: los procesos biológicos con eficiencia de remociones del DBO solubles superiores al 80% se consideran tratamientos secundarios y pueden ser biomasa suspendida o ligada e incluyen el siguiente sistema: estabilización de tanques, lodo activado (zanja de oxidaciones): (incluidos y otra variante), biofiltro y exposición alterna modular. (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.33).

Entre el principal proceso y operación de tratamientos primarios se tiene:

- Lagunas aireadas
- Proceso de lodos activados
- Procesos Anaerobios

(Fondo nacional del ambiente, 2010)

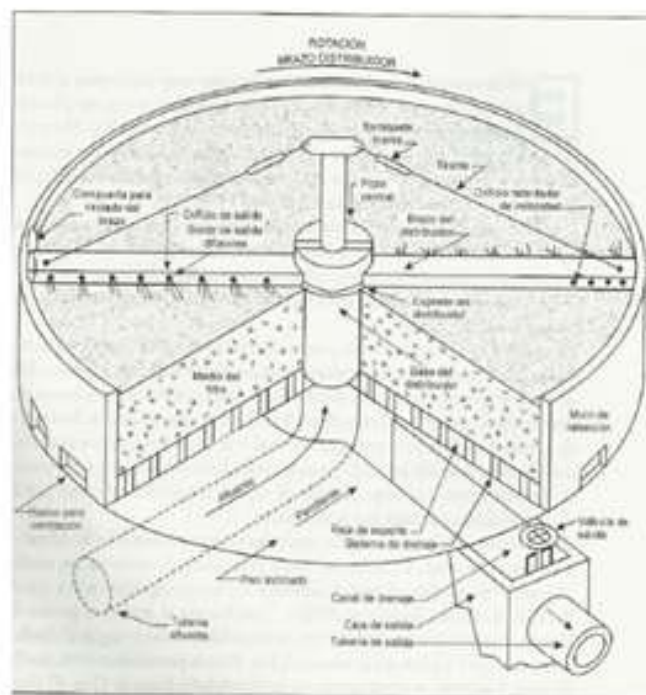
Tratamiento terciario: Este tipo de tratamiento incluyen proceso físico y químico específicos que pueden purificar el agua de contaminantes específicos: fosforo,

nitrógeno, minerales, compuestos orgánicos, etc. Es un tratamiento con un costo mas elevado en comparación con los anteriores y es usado solo en casos especiales.

Este tipo de tratamientos consisten en los procesos físico-químicos que utilizan las precipitaciones, las filtraciones y/o las cloraciones para disminuir el nivel de nutrientes inorgánicos. Las aguas residuales que reciben unos tratamientos terciarios adecuados no permiten unos desarrollos microbianos considerables. (Tratamientos de agua residual, BELZONA, 2010, p.20)

El filtro percolador: Se Define como una capa de gravas o unos medios de plásticos sobre las que se rocía agua residual previamente tratada; en dichos sistemas los microorganismos se adhieren en los centros del lecho y forman una biocapa sobre ella. Cuando el agua residual ingresa en los medios ambientes, los microorganismos la digieren para la eliminación de contaminante del agua. (Lesikar, B. y Enciso, J.)

Figura N°3 Esquema de filtro percolador con sus partes



Fuente: Romero. Tratamiento de aguas residuales (2000)

Medios filtrantes: Materiales granulares en el cual pasa las aguas residuales con los propósitos de purificaciones, tratamientos o acondicionamientos. (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.11)

Laguna de maduración: Cuenca estabilizada para los tratamientos del agua residual secundarias o previamente tratadas del sistema de lagunas. Las bacterias se reducen aún más. el término “laguna de pulimentos” o “laguna de acabados” tienen similar sentido. (RNE, Norma OS. 090, 2009, p.10)

Lechos de secados: Tanque de profundidades reducidas con arenas y gravas sobre los drenes, destinados a las deshidrataciones del lodo por filtraciones y evaporaciones. (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p.10).

Rehusó de aguas residuales: Se define como las utilizations de agua residual tratada para unos propósitos específicos. (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p.13).

Los **Estándares de calidad del agua:** “El estándar de calidades de aguas establece en los niveles de concentraciones del elemento, sustancia o parámetros físico, químico y biológico presentes en aguas en su condición de cuerpos receptores, que no representan riesgos significativos para una salud de las personas ni ambientes; los cuerpos receptores de las aguas deben cumplir el valor del ECA-Agua, que depende de las categorías de usos de los cuerpos receptores. (SUNASS, 2015, p.23)

Autoridad Nacional del Agua (ANA): Autorizan el vertimiento del agua residual tratada con la opinión previa técnica de la Direcciones Generales de las Salud Ambientales del Ministerio de Salud y las autoridades ambientales sectoriales, la cual todas estas están vinculadas.

Revisar los cumplimientos del ECA en las aguas que imponen una sanción, esta puede suspender toda la autorización ya otorgada si comprueba que las aguas residuales ya tratadas afectan las calidades de los cuerpos receptores.

El ANA es aquella que aprueba y/o autoriza el rehusó del agua residual, previa acreditación de que no afecte y si tenga la certeza de no que pondrá en peligro la salud humana y los desarrollos normales de las faunas y floras. (OEFA,2014, p.10)

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS): son las entidades que velan por las calidades de los servicios que debe brindar la entidad prestadora de servicio de saneamientos (EPS Saneamiento). Se encarga de dar normas, de regular, supervisar y fiscalizar, las prestaciones del servicio de saneamientos a niveles nacionales. También son responsables de una sanción y dar soluciones a los reclamos. (OEFA,2014, p.13).

Límite Máximo Permissible (LPM): Se puede definirse como las medidas de las concentraciones o de los grados del elemento, sustanciales o parámetro físico, químico y biológico, que caracteriza a unas emisiones, para que sean excedidas y pueden lograr una causa de daño a la salud, y al ambiente. Sus cumplimientos son exigibles legalmente por las MINAM y los organismos que conforma los sistemas de gestiones ambientales. (D.S. N° 003-2010-MINAM, p1).

Figura 4: Límites máximos permisibles

Parámetro	Unidad	LMP de efluente para vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100MI	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N° 003-2010-MINIAM

Valores Máximos Admisibles: Se define como unos valores de las concentraciones del elemento, sustancia o parámetro físicos y/o químico, que caracteriza a un efluentes no domésticos que van ser descargados a las redes de alcantarillados sanitarios, que al ser excedidos causan daños inmediatos o progresivos a la instalación, infraestructuras sanitarias, maquinaria y equipo del sistema de alcantarillados y tratamientos del agua residual, tiene influencia negativa en el proceso de tratamientos del agua residual. (D.S. N° 021-2009-VIVIENDA, p1).

Criterios de para el diseño de las plantas de tratamientos

Población futura por el método de crecimiento geométrico

(a) Fórmula de la Población futura por método de crecimiento geométrico:

$$P_f = P_{uc} \times (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Dónde: Pf= población futura

Puc= población último año censado

Tuc= tiempo último año censado

Tf= año al que se proyecta (futuro)

r= tasa de crecimiento

Para hallar la **tasas de crecimientos** se usan las siguientes formulas:

(b) Fórmula: Tasa de crecimiento:

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

Dónde: Pci= Población correspondientes a los censos iniciales

Tci= Años correspondientes a los censos iniciales

Variaciones de consumo: Se refiere a los consumos promedios diarios anuales (Qp) y a los consumos máximos diarios (Qmd) y horario (Qmh)

- **Consumo promedio diario anual (Qp):** Se puede definir como los resultados de las estimaciones del consumo per capita para las poblaciones futuras de los periodos del diseño, expresado en el litro por segundos, que determinan con las siguientes fórmulas:

(c): Fórmula: Consumo promedio diario anual

$$Q_p = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{86400}$$

- Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh):

➤ **Consumo máximo diario**

Corresponden a los máximos volúmenes del agua consumido en el día a lo largo de 365 días anuales.

-Se considerará ente el 120% y el 150% del consumo promedio diario anual; el más recomendado y más utilizado es del 130% del consumo promedio diario anual (Aguero Pitman 1997)

(d): Fórmula: Consumo máximo diario:

$$Q_{md} = K1 \times Q_p$$

Dónde K1= 1.30 coeficiente dado por el RNE.

Qp= Consumo promedio diario anual

➤ **Consumo máximo horario**

Corresponde al máximo caudal que se presenta en una hora en el día de máximo consumo.

Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas, es recomendable tomar valores no superiores al 150% del consumo promedio diario anual; el más recomendado y más utilizado es del 130% del consumo promedio diario anual (Aguero Pitman 1997)

(e): Fórmula: consumo maximo horario:

$$Q_{mh} = K2 \times Q_p$$

Dónde K2= 1.80 coeficiente dado por el RNE.

Qp= Consumo promedio diario anual

2.3. Marco conceptual

En cuanto a los **enfoques conceptuales** tenemos los siguientes:

Afluentes: Aguas u otros líquidos que ingresan a reservorios, plantas de tratamientos o procesos de tratamientos. (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p.4)

Desarenador: Será de limpiezas manuales sin la incorporación del mecanismo exceptos en los casos de desarenador para la instalación grande. Según los

mecanismos de remociones, el desarenador puede ser a gravedades de los flujos horizontales. el desareno de flujos horizontales es diseñado para la remoción de partícula de diámetros medios iguales o superiores a 0.20mm” (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p.9)

Efluente: Líquido liberado del proceso respectivo de tratamiento. (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p. 8)

Efluentes finales: Líquidos que salen en plantas de tratamientos del agua residuales. (RNE, Normas OS. 0.90, 2009, p. 8)

Tanque imhoff: el tanque de sedimentaciones primarias en el cual se incorporan las digestiones del lodo en los comportamientos localizados en las partes inferiores. (RNE, Normas OS. 0.90, 2009, p. 27).

Medidores y repartidores de caudales: Después de la criba y desarenadores se deberá proporcionar obligatorio unos medidores de caudales de regímenes críticos, teniendo en cuenta que pueden ser de un tipo Parshall. Que no se permites los usos de vertedero. (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p. 27).

Poliéster Reforzado de Fibra de Vidrio (PRFV): Es un material formado por 2 o más componentes, uno de ellos es una estructura resistente de fibra de vidrio duradera que actúan como adhesivo para ellos. Los refuerzos de fibra de vidrio proporcionan resistencias mecánicas, estabilidades dimensionales y resistencias a calores. los poliésteres proporcionan resistencias a los productos químicos dieléctricos y al comportamiento de la intemperie. (STRARAS. Soc, A. S.f.)

Está compuesto por 70% de fibra de vidrio y 30% de resina (plástico).

Reactor anaerobio de flujo ascendente: Consta de unos procesos de tratamientos anaeróbico continuo del agua residual en que los desechos fluyen arriba a través de los pisos de lodo o unos filtros para las estabilizaciones parte de las materias orgánicas. Los residuos proceden del proceso anterior y normal se obtienen unos gases como los subproductos. (RNE, Norma OS. 0.90, 2009, p. 13).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Los tipos de investigaciones son: APLICADAS, según (TABOADA, 2013, p.235) “En los procesos de investigaciones, los investigadores, luego de plantear los problemas y las hipótesis, en el caso, deben diseñarse de las maneras de la obtención de informaciones y el dato, procesarlo y obtener resultado”. Las investigaciones buscan la realización de unos estudios detallados de las plantas de tratamientos existente y diseñar una planta con mejora de los procesos como son tratamiento preliminar, primario y terciario en la localidad de Santa Rita teniendo en cuenta la NORMA OS 0.90.

El Enfoque de estudio es CUANTITATIVO ya que en nuestro proyecto se emplea y recoge datos para responder a las preguntas de este estudio.

El alcance es DESCRIPTIVO que lo define según (H, F y B, 2003, p80.) “Aquella que buscan especificación de propiedad, característica y rasgo importante de los fenómenos que se logren analizar. Describe tendencia de los grupos o poblaciones. Pretendiendo ver y recoger las informaciones de las maneras independientes o conjuntas sobre el concepto o la variable de las que refiere sus objetivos de no indicar las relaciones de éstas”

En nuestro proyecto se observa el fenómeno y se describe los rasgos, propiedades entre otros, es decir los conceptos de nuestra variable.

El diseño del proyecto de investigación NO EXPERIMENTALES, se definen como las investigaciones que se realizan sin manipulación deliberadamente variable. Vine a ser de como el estudio donde no se hace varis formas intencionales de la variable independiente para lograr sus efectos sobre la otra variable. En la que se observa los fenómenos y posteriormente se analiza.

GE----O1-----X-----O2

GE: DISEÑOS DE LAS PLANTAS DE LOS TRATAMIENTOS

O1: PLANTA DE TRATAMIETNO EXISTENTE

X: MEJORAMIENTOS DE LAS PLANTAS EXISTENTES

O2: TRATAMIENTOS FINALES DEL AGUA RESIDUAL

3.2 Variables y operacionalización

V. Dependiente: *“Filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico”*

V. Independiente: *“Propuesta de diseño de unas plantas de tratamientos del agua residual.”*

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales</p> <p>(V. independiente)</p>	<p>Sistema de tratamiento de aguas residuales: Los sistemas de tratamiento de aguas residuales son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reúso. (MINIAN.GOP)</p>	<p>El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, se va a encargar de tratar las aguas residuales domesticas de la población del distrito de Santa Rita, ya que estas aguas sin tratar son usadas para el riego de áreas agrícolas además de tener solo un tratamiento primario, faltando el preliminar y secundario; completando el último proceso de tratamiento con un filtro de PRFV y medio filtrante de plástico.</p>	<p>Calidad de Agua</p>	<p>-Aceites y Grasas -Coliformes Fecales -Demanda Química de oxígeno (Análisis químico del agua) -Demanda Bioquímica de Oxígeno (Análisis químico del agua) -pH</p>
			<p>Tratamiento preliminar</p>	<p>-Cámara de Reja -Desarenador -Medidor Parshall -Cámara de distribución</p>
			<p>Tratamiento Primario</p>	<p>-Tanques Imhoff</p>
			<p>Tratamiento Secundario</p>	<p>-Filtro Percolador -Medio Filtrante -Laguna de Maduración</p>

<p>Filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico (V. dependiente)</p>	<p>La estructura del filtro percolador es de material durable de poliéster reforzado de fibra de vidrio (PRFV), la ventaja tiene gran resistencia química, mecánica y a los agentes de corrosión, también una ventaja importante es su alta durabilidad, no necesita mantenimiento y es fácil de reparar.</p> <p>Es un buen aislante térmico y eléctrico; son depósitos ligeros y fácilmente transportables.</p> <p>El medio filtrante será de plástico de flujo vertical o transversal, con apariencia de tipo colmena, cuya función ser de favorecer el crecimiento de la película biológica.</p> <p>(INGENERIA DE AGUAS RESIDUALES, p 705).</p>	<p>El filtro percolador pertenece al tratamiento secundario cuyo principal es reducir la carga orgánica presente en las aguas residuales.</p> <p>El medio filtrante se encarga de conformar la capa de microorganismos y estabiliza las materias orgánicas de aguas residuales.</p>		
--	--	---	--	--

3.3 Población, muestra y muestreo

Se define a las **poblaciones** como “los universos de los estudios de las investigaciones, sobre la cual se pretenden generalizarse el resultado, constituidas por característica o estrato que permite la distinción del sujeto, uno de otro.” (Chávez, 2007, p.162)

Es decir, en nuestro proyecto de investigaciones la población va a ser el mejoramiento de las plantas de los tratamientos del agua residual que se encuentra en el distrito de Santa Rita de Sigvas.

En cuanto a la **muestra** se define como “unos subconjuntos de las poblaciones de intereses sobre la cual se recolecta datos, en la que se definirán y delimitarán con precisiones, también debe ser representativos de las poblaciones”. (Hernández, Fernández y Baptista.2014, p173).

Las muestras en los siguientes proyectos serán igual a las poblaciones que mejorará unas plantas de tratamientos del agua residual que se encuentran en los distritos de Santa Rita de Sigvas.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica de recolección de dato** según (Rodríguez, 2008, p.10) indica que “son el medio empleado para la recolecta informática, en las que destaca las observaciones, el cuestionamiento, la entrevista y la encuesta”

En el presente estudio se tomó una muestra del agua residual para caracterizar y poder determinar la calidad de aguas, mejorando los procesos de tratamientos, puesto que actualmente la planta de tratamiento existente solo cuenta con tratamiento primario.

En el caso de los **instrumentos de recolecciones del dato** consisten en “los registros sistemáticos, válidos y confiables de los comportamientos y situación observable, mediante unos conjuntos de la categoría y subcategoría” (Hernández, 2010, p.260).

Por consiguiente, en el proyecto se realizó los aforos en hora determinadas para el debido dimensionamiento de la planta.

En lo que se refiere a **Instrumentos de investigación**; en los presentes proyectos se ha empleado los diferentes ensayos de laboratorio del agua residual, así como el estudio de suelos y estudio topográfico para el emplazamiento de algunas unidades para así poder completar el proceso de tratamiento.

Figura N°5: Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Análisis del agua residual	Laboratorio acreditado por Inacal	BHIOS
Estudio de suelos	Formatos de ensayo y gráficos	Geo. Seg. Consult. Tec E.I.R.L Consultores en Geotecnia
Estudio topográficos	Instrumentos de topografía	Servicio de topografía

Fuente: Elaboración propia del tesista.

En cuanto a la **validez y a la confiabilidad**; Hernández, Fernández y Baptista (1997) define a **lo válido** como los grados de unos instrumentos que realmente mide las variables que pretenden medirse; en cuanto a **la confiabilidad** los mismos autores Hernández Fernández y Baptista (1997) indican que ésta se refieren a los grados en las que sus aplicaciones repetidas y también a los mismos sujetos u objetos producen igual resultado y se determinan mediante diversa técnica.

En el presente proyecto, tendrá la validez y confiabilidad respaldada por las Normas Técnicas Peruanas (Diseños de obra hidráulica y saneamientos de acuerdo al Reglamento Nacionales de Edificaciones O.S 090) y a los formatos que ya se encuentran establecidos además de avalados por el laboratorio correspondiente.

3.5 Procedimientos

Estudios de mecánicas del suelo según el reglamento nacional de edificaciones para conocer las clasificaciones de los suelos de fundación y las capacidades portantes para la construcción de estructura hidráulica.

Para determinar el perfil hidráulico y conocer la magnitud de movimiento de tierras se realizó el estudio topográfico con instrumentación de última generación (GPS diferencial).

Se analizó la caracterización de aguas residuales haciendo los análisis físicos, químico y bacteriológico para el dimensionamiento de las unidades complementarias por medio de un laboratorio acreditado por Inacal.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis del dato de la calidad del agua se realizó en el laboratorio acreditado por Inacal, cuyos resultados han sido comparados con el estándar de las calidades de aguas residuales según los valores dados por el ANA.

Para conocer el caudal del afluente se realizó los aforos correspondientes en el punto final donde actualmente ingresa el agua residual al proceso de tratamiento primario, procesando en diferentes horarios (6-8am) (11-1pm) (6-8pm).

3.7 Aspectos éticos

El presente proyectos de investigaciones se llevan a cabo de acuerdo a las guías y norma establecida en la Universidad Cesar Vallejo, donde fue evaluado por el programa anti plagio dado por la misma casa de estudios, dando esta fe, que es un proyecto transparente y propio.

Al realizar este proyecto no se busca ni un beneficio, al contrario, el objetivo es mejorar y proteger la salubridad de los pobladores mediante un eficiente tratamiento del agua residual domésticas, que serán utilizadas para los riegos en área agrícola.

Se utilizó información de la red, así como de diferentes libros, donde se respetó y se acreditó el derecho del autor en la referencia bibliográfica; Se mencionó la norma técnica OS-090 y otros reglamentos que también se nombran en las referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS

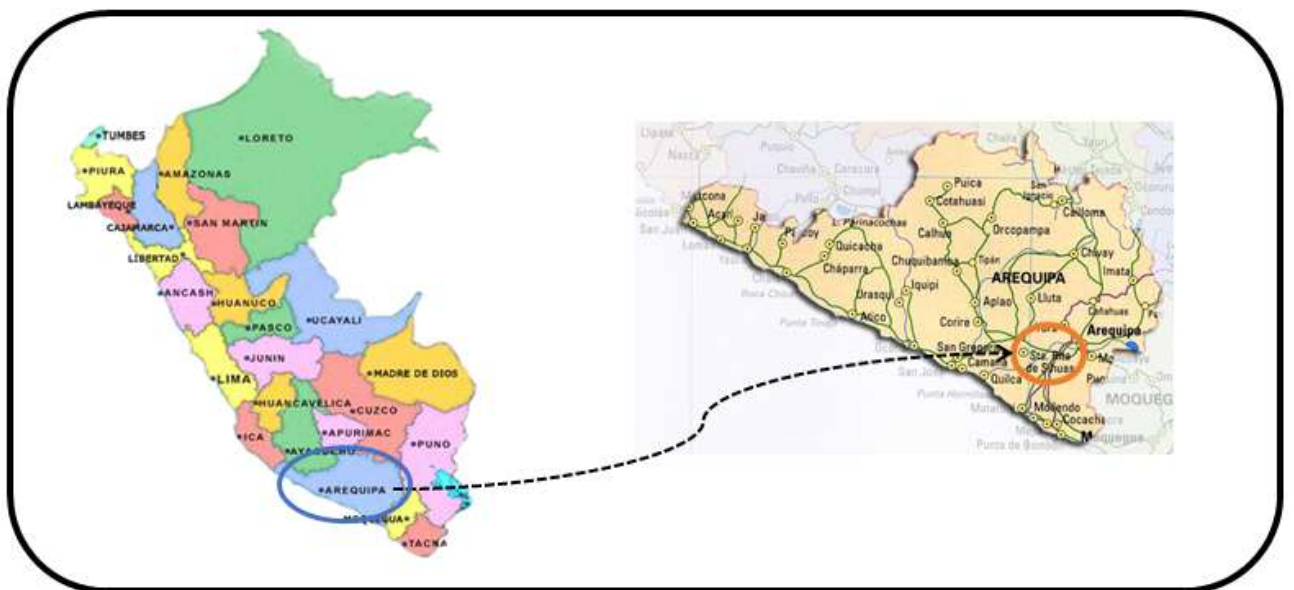
4.1 Aspecto general de los proyectos

Como **datos generales** tenemos:

La Ubicación:

❖ Distrito	: Santa Rita de Sigwas
❖ Provincia	: Arequipa
❖ Departamento	: Arequipa
❖ Altura capital	: 1280 m.s.n.m
❖ Población censada – 2017	: 6318 hab.
❖ Superficie	: 10.83km
❖ Densidad población (Hab./Viv)	: 3.17
❖ Localidad	: Santa Rita de Sigwas
❖ Coordenadas	: UTM 19K

Figura 6. Se muestran las ubicaciones del mapa de las ciudades de Arequipa y el distrito de Santa Rita de Sigwas en donde se proponen las plantas de tratamientos de agua residual



Fuente: Elaboración del tesista

Los límites del distrito de Santa Rita:

- Norte: provincias de camaná
- Noreste del distrito de san juan de sigwas

- Sur, Sureste, Este: Distrito de Vitor

Sus posiciones geográficas están comprendidas entre:

- 16°29`27`` de latitud Sur
- 72°05`33`` de longitud Oeste

Las vías de acceso:

Para poder llegar a Santa Rita de Sigvas desde las ciudades de Lima por vía terrestres, se va por las carreteras Panamericana Sur hasta la ciudad de Arequipa aproximadamente son 15 horas; desde ahí hasta el área del proyecto son 2 horas 30 minutos.

El clima:

Tiene unos climas áridos, secos, de altas temperaturas, radiaciones y luminosidades solares; el clima del distrito de Santa Rita de Sigvas es desértico, durante el año virtualmente no hay lluvia, sus temperaturas medias anuales de 19.2°C.

La población:

Se está considerando para el presente proyecto aproximadamente se estima 6505 habitantes, en 1993 viviendas.

Las viviendas que se consideran cuentan con el debido saneamiento físico legal y sus títulos de propiedad verificada.

-La población actual:

Está conformado por (06) AA.HH del distrito de Santa Rita de Sigvas, según la siguiente relación:

- Pueblo Tradicional Santa Rita
- AA.HH Virgen de la Candelaria
- AA.HH Augusto Gilardi
- AA.HH 24 de Junio
- AA.HH Villa San Antonio
- AA.HH Nueva Juventud Zona A,B y C.

Se identificó una cantidad de 2229 lotes de viviendas que conforman el área del proyecto donde aproximadamente 1993 lotes (90%) se encuentran habitados y los 223 lotes restantes (10%) están deshabitados.

Tabla N°1: Población beneficiada en el proyecto

Centro Poblado	N° lte Vivien.	N° ltes Otros	N° ltes total	Habitabilidad %	N° lotes habit	Población Total
Pueblo Tradicional.	86	6	92	95%	87	276
AA.HH Virgen de la Candelaria.	50	2	52	90%	47	149
AA.HH Agosto Gilardi.	300	11	311	92%	286	907
AA.HH. 24 de Junio.	126	1	127	90%	114	361
AA.HH. Villa San Antonio.	312	6	318	91%	289	916
NUEVA JUVENTUD ZONA A,B y C.	1308	21	1329	88%	1170	3709
	2182	47	2229	90%	1993	6318

Fuente: Elaboración del tesista

-La población futura:

Ha sido estimada utilizando los censos de la población del INEI y de la información dada por la Municipalidades Distritales de Santa Rita de Sigas; de igual manera la tasa de crecimiento se calculó tomando en consideración los censos de los años 2007 y 2017.

Se determinó las tasas de crecimientos de las poblaciones para los distrito de Santa Rita de Sigas es de 3.55%.

Se tomó como población base el año 2020 y aplicando la tasa de crecimiento se determinó hasta el 2040.

Tabla N°2: Población futura

	AÑO	POBLACIÓN
0	2020	7015
1	2021	7,264
2	2022	7,522
3	2023	7,789
4	2024	8,065
5	2025	8,351
6	2026	8,648
7	2027	8,955
8	2028	9,273
9	2029	9,602
10	2030	9,943
11	2031	10,296
12	2032	10,662
13	2033	11,040
14	2034	11,432
15	2035	11,838
16	2036	12,258
17	2037	12,693
18	2038	13,144
19	2039	13,611
20	2040	14,094

Fuente: Elaboración del tesista

RESULTADO N°1: EVALUAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTE.

Evaluación del emisor: En la actualidad llega a la planta de tratamiento 10 a 15 lts/s, siendo caudal en hora punta (06 pm) de 18.5 lts/seg.

La línea de desagüe instala desde el último buzón hasta las plantas de tratamientos del agua residual tiene una longitud de 08 km; cuenta con buzones de altura promedio 2.50 m cada 100 m. y está en buen estado operativo.

-Verificación del emisor existente

Diámetro de tubería del emisor (existente)

D= 10" = 0.250 m

Tubería **PVC S25**

Longitud del Emisor

$L = 5,413.00 \text{ m}$ (Ver anexo N°1)

Cota Inicio

$C_i = 1,255.55 \text{ m}$ (Ver anexo N°1)

Cota ingreso de la PTAR

$C_{ptar} = 1,183.04$ (Ver anexo N°1)

Diferencia de altura

Pendiente Hidráulica

$$DH = C_i - C_{ptar}$$

$$S = \frac{DH}{L}$$

$$DH = 1,255.55 - 1,183.04$$

$$S = 72.50 / 5413$$

$$DH = 72.50 \text{ m}$$

$$S = 0.013$$

Coeficiente de rugosidad

Factor de seguridad

$$n = 0.011$$

$$f = 0.85$$

Cálculo del caudal máximo que va a conducir la tubería existente al emisor:

Sistema de tratamiento de aguas residuales existente:

Las plantas de tratamientos del agua residual existentes están diseñadas para tratar 15 lts/seg, fue construida por etapas, la primera en el año 2007 que comprende la construcción de un Tanques IMHOFF y los lechos del secado de lodo; la segunda etapa fue en el año 2009 que comprende la construcción de la segunda unidad de Tanque IMHOFF; es decir la planta solo cuenta con tratamiento primario y está constituida por los siguiente:

- 02 unidades de Tanques IMHOFF
- Una cancha de lecho de secados de lodos

No cuenta con tratamiento preliminar, que es el que sirve para retener toda la materia inorgánica (papel, bolsas, etc.) así como la arenas presentes en aguas residuales.

Tanque IMHOFF como tratamiento primario:

Es una estructura de concreto armado de 9.40 x 4.50 con un altura de 9.00m cada unidad.

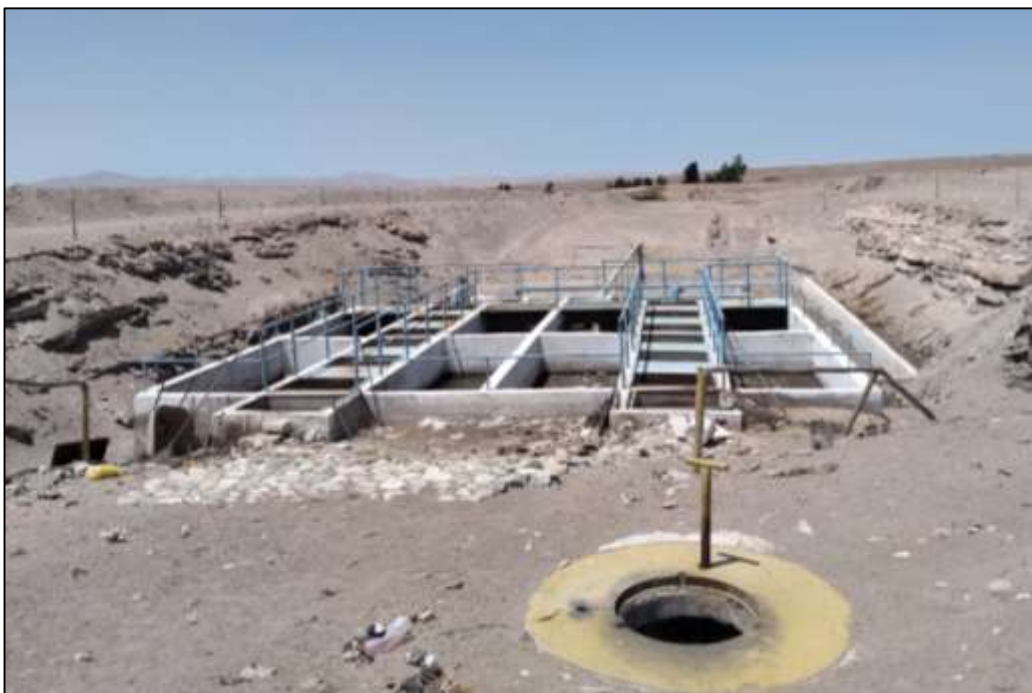
El efluentes que salen de los tanques son de malas calidades.

Este tipo de plantas que solo tiene un tratamiento primario causan olores muy desagradables, aun su funcionamiento sea correcto, por eso es que se necesita implementar un tratamiento preliminar y secundario y un sistema de operación y mantenimiento adecuado para reducir el hedor desagradable.

Esta unidad elimina aproximadamente el 50% del solido suspendido y reducen el DBO en un 35%, el lodo acumulando en los digestores de las unidades se extrae de forma periódica y conduce en el lechos del secado.

Las 02 unidades se encuentran en buen estado y solo necesita ser renovada las estructuras metálicas (barandas, rejillas etc.)

Figura N°7: Tanque Imhoff existente (02 unidades)



Fuente: Elaboración propia

Lecho de secado como tratamiento primario:

Estructura de poca profundidad compuesta de arena y grava que se encuentre sobre drenes (conductos que evacuan lo que se filtra) que tiene las siguientes dimensiones 20 x 30 m, está destinados a las deshidrataciones del lodo por filtraciones y evaporaciones, y de deshidratado el lodo seco debe ser removido.

Las tuberías de drenaje (drenes) está constituido por tuberías de PVC de 160 mm y se encuentran en buen estado.

Figura N°8: Lecho de secado existente



Fuente: Elaboración propia

Conclusión final del resultado

El resultado obtenido de las evaluaciones de los sistemas de tratamiento existente, nos permitirá las selecciones del proceso de tratamientos complementarios que servirá para optimizar la calidad del efluente para su posterior rehusó.

Debido a que tiene baja remoción de coliformes se recomienda la implantación de una planta moderna y eficiente, de menor costo operación y mantenimiento.

RESULTADO N°2: ANALIZAR EL MARCO LEGAL ESTABLECIDO POR EL ANA, RNE Y OTRAS NORMAS RELACIONADAS EN LOS TRATAMIENTOS DEL AGUA RESIDUAL.

NORMAS EN LOS PROCESOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN RELACION AL AFLUENTE Y EFLUENTE

➤ **Según el reglamento nacional de edificación (RNE):**

-Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales

Sus objetivos principales son de normas de desarrollo del proyecto de tratamientos para las aguas residuales.

La presente norma está relacionada con toda la instalación requeridas para unas plantas de tratamientos del agua residual y todos el proceso que deben experimentarse el agua residual ante de las descargas o a sus reutilizaciones.

También tomamos en cuenta las siguientes normas dada por el RNE:

-Normas OS.050 Red de distribuciones

-Normas OS.070 Red de agua residual

-Norma OS.100 Consideración básicas de Diseño de infraestructura Sanitaria

➤ **Según el D.S decretos supremos N° 003-2010-MINAM**

Se encarga de aprobar los limites máximo permisibles para los efluentes de planta de tratamientos del agua residual tanto domestica como municipal.

Para aplicar el presente Decreto supremo se va a utilizar los siguientes términos:

-Plantas de tratamientos del agua residual doméstico y/o municipal

-Límite máximo permisible

-Protocolo de monitoreo

➤ **Según la ley de recursos hídricos N°29338 dado por el ANA Autoridad Nacional del agua**

Tienen una finalidad de regulaciones de uso y de gestiones integradas de aguas, también como actúa los estados y los particulares de las gestiones como todos los bienes que se encuentran asociados a este.

Son aplicables:

- Artículo 59°: Permiso de uso de aguas residuales
- Artículo 79°: Vertimiento de aguas residuales
- Artículo 80°: Autorización de vertimiento
- Artículo 81°: Evaluación de impacto ambiental
- Artículo 82°: Reutilización de agua residual

➤ **Calidad bioquímica de agua negras tratada según federales Wáter Pollutions Controls Act (1972)**

➤ **Directrices Sanitarias en la OMS recomendada sobres las calidades microbiológicas del agua residual empleada en agriculturas**

➤ **D.S N°004-2017-MINAM Estándares de calidad ambiental (ECA)**

Tienen por objetos compilarse la disposición aprobada mediante los Decretos Supremos N° 002-2008-MINAM, el Decretos Supremos N° 023-2009-MINAM y el Decretos Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueba el Estándar de Calidades Ambientales (ECA) para el agua.

Categorías para la aplicación de los ECA para agua, se debe considerar lo siguiente:

Categorías 1: Población y recreación

Categorías 2: Extracciones, cultivos y otra actividad de marino costera

Categorías 3: Riegos del vegetal y bebidas del animal

Según el análisis del DS N°004-2017-MINAM ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) para agua, correspondería la categoría 3 (*).

Tabla N°3: Parámetros para riego

PARÁMETROS	Unidad de Medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego restringido (*)	Agua para no riego restringido	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helmitos	Huevo/L	1	1	**

(*) Para los riegos del parque, campo deportivo área verde y planta ornamental, solo se aplica en el parámetro **microbiológico y parasitológico** de tipo riego no restringidos.

RESULTADO N°3: DETERMINAR LAS CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA DISEÑAR LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS DEL AGUA RESIDUAL.

Consideracion técnica: Parámetros de diseños

-Áreas de influencias de proyectos:

El presente proyecto se desarrollará en el distrito de Santa Rita de Sigwas que se encuentra en la provincia de Arequipa.

Serán (06) Asentamientos Humanos beneficiados

Figura N°9: Área de influencia del proyecto



Fuentes: Elaboraciones propias

La población

- **La tasa de crecimientos poblacionales**

Ha sido calculada tomando en consideración los datos del penúltimo y último censo es decir del año 2007 y 2017, correspondiente al distrito de Santa Rita de Sigwas.

Tabla N°4: Tasa de crecimiento

Centro Poblado	Censo 2007	Censo 2017	Población Proyectada Año 2020	Tasa Intercensal 07/17 (r)
Santa Rita de Sigwas	4456	6318	7015	3.55

Fuente: Elaboración del tesista

$$r = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}} - 1$$

$$r = \left(\frac{6318}{4456} \right)^{\frac{1}{2017 - 2007}} - 1$$

El resultado multiplicaremos por 100 para que sea porcentaje

$$r = 3.55$$

- **Densidad poblacional**

Se tomara como referencia los resultados del censo del año 2017 para determinar la densidad poblacional actual y la población de saturación.

Dividiremos por zonas:

-Zona 01: Pueblo Tradicional Santa Rita, AA.HH. Virgen de la Candelaria, Augustos Gilardi y 24 de Junio

-Zona 02: AA.HH. Villa San Antonio y AA.HH. Nueva Juventud Zonas A, B y C

Tabla N°5: Densidad poblacional

TIPO	POBLACION ACTUAL (A)	VIVIENDAS (B)	A/B
Zona 01 : Pueblo Tradicional Santa Rita, AA.HH. Virgen de la Candelaria, Augustos Gilardi y 24 de Junio	1693	534	3.17
Zona 02: AA.HH. Villa San Antonio y AA.HH. Nueva Juventud Zonas A, B y C	4625	1459	3.17
TOTAL	6318	1993	4

Fuente: Elaboración del tesista

- **Población actual y futura**

Tabla N°6: Población actual y futura

Centro Poblado	N° lots Viviendas	N° lots (servicios)	N° lotes Total	Habitabilidad	N° lotes habitados	Población total
Pueblo Tradicional	86	6	92	95%	87	276
AA.HH. Virgen de la Candelaria	50	2	52	90%	47	149
AA.HH. Augusto Gilardi	300	11	311	92%	286	907
AA.HH 24 de Junio	126	1	127	90%	114	361

AA.HH Villa San Antonio	312	6	318	91%	289	916
Nueva Juventud Zona A, B y C	1308	21	1329	88%	1170	3709
	2182	47	2229	90%	1993	6318

Fuente: Elaboración del tesista

La población actual que va a ser beneficiada con el presente proyecto de investigación será de 6318 habitantes.

Sabiendo que tenemos como la población base el año 2020 y si aplicamos la tasa de crecimiento estimada (3.55%), se ha podido determinar la población hasta el año 2040. Ver (**tabla N°4 Población futura por método geométrico**).

Tabla N°7: Población actual y futura (20 AÑOS)

TIPO	VIVIENDAS	POBLACION ACTUAL 2017	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION BASE AÑO 2020	POBLACION FUTURA (20 AÑOS)
Zona 01 : Pueblo Tradicional Santa Rita, AA.HH. Virgen de la Candelaria, Augustos Gilardi y 24 de Junio	534	1693	3.55	1880	3777
Zona 02: AA.HH. Villa San Antonio y AA.HH. Nueva Juventud Zonas A, B y C	1459	4625	3.55	5135	10317
TOTAL	1993	6318	3.55	7015	14094

Fuente: Elaboración del tesista

- **Dotación de agua**

Los reglamentos nacionales de edificación (RNE) considera una dotación para las poblaciones urbanas que es de:

-220 lts/hab/d para climas templados y cálidos

-180 lts/hab/d para climas fríos (RNE, OS 100,2006, p6).

En la vivienda con lote de áreas menor o igual a 90m², la dotación será de:

-120 l/hab/d para climas fríos

-150 l/hab/d para climas templado y cálidos

SEDAPAR realizó estudios para poblaciones semejantes como es el caso de Santa Rita de Siguan, donde logran considerar unas dotaciones de 150 lts/hab/día.

Para sistemas de abastecimientos por surtidores es decir camiones cisternas o piletas públicas se considera según la RNE una dotación entre 30 y 50 l/hab/d.

Tabla N°8: Dotación de agua según RNE

ÍTEM	CRITERIOS	CLIMAS TEMPLADOS	CLIMAS FRÍOS	CLIMAS CÁLIDOS
1	Sistema de conexión	220	180	220
2	Lote de áreas menores o iguales a 90m ²	150	120	150
3	Sistema de abastecimientos por surtidor, camiones de cisternas o pileta pública	30 - 50	30 - 50	30 - 50

Fuente: Datos del RNE norma OS 100

- **Periodo de diseño**

Los periodos de diseños de las obras de ingenierías en los números del año en el cual debe ser eficiente en el servicio para la cual fue diseñada.

En nuestro proyecto de investigación estamos calculando a con un periodo de 20 años a futuro

Para la **determinación de los periodos de diseños** se toman el siguiente factor:

- Vidas útiles del equipo
- Grados de dificultades para la realización de las ampliaciones de infraestructuras
- Crecimientos poblacionales
- Capacidades Económicas para las ejecuciones de las obras
- Situaciones geográficas

También se cuenta con los máximos recomendables para el periodo de diseño se indica en la siguiente tabla:

Tabla N°9: Máximos recomendables para periodos de diseño del sistema de abastecimientos del agua para los consumos humanos y alcantarillados sanitarios

COMPONENTES	TIEMPOS (AÑO)
Fuentes de los abastecimientos	20
Obra de captaciones	20
Pozos	20
Plantas de tratamientos del agua para consumos humano	20
Reservorios	20
Tuberías de conducciones impulsiones y distribuciones	20
Estaciones de bombes del agua	20
Equipos de Bombes	10
Estaciones del bombeo de agua residual	20
Colector, emisor e interceptor	20
Planta de los Tratamientos del agua residual	20

Fuente: Elaboraciones programas nacionales de saneamientos urbanos (PNSU)

- **Variaciones de consumo**

Se tomará en cuenta el consumo promedio diario anual (Q_m) y consumos máximos diarios (Q_{md}) y horarios (Q_{mh}).

Según las Normas OS. 100 del RNE tenemos los siguientes coeficiente de variación:

Tabla N°10: Coeficiente de variación de consumo según la RNE

1	Coeficientes Máximos Anuales de las demandas diarias (K_1)	1.3
2	Coeficientes Máximos Anuales de las demandas horarias	1.8 a 2.5

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Para el área del proyecto de investigación, es decir el centro poblado de Santa Rita de Sigvas se considerará lo siguiente:

- ✓ Consumos máximos diarios: $K_1 = 130\%$ de los promedios diarios anuales

- ✓ Consumos máximos horarios: K2 = 180% de promedios diarios anuales
- ✓ Contribuciones a los desagües: 80% del Qmh según RNE

- **Determinación de caudales**

Población actual para el año 2020= 7015 **(Ver tabla N°8)**

Población futura para el año 2040= 14094 **(Ver tabla N°8)**

Dotación = 150 lts / hab/día **(Ver tabla N°9)**

-Consumo promedio diario (Qp)

$$Q_p = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{86400}$$

$$Q_p = 24.50 \text{ lts/ seg}$$

-Consumo máximo diario (Qmd)

$$Q_{md} = K1 \times Q_p \qquad K1= 1.30$$

$$Q_{md} = 31.85 \text{ lts/ seg}$$

-Consumo máximo horario (Qmh)

$$Q_{mh} = K2 \times Q_p \qquad K2= 1.80$$

$$Q_{mh} = 44.10 \text{ lts/ seg}$$

-Consumo máximo maximorun (Qmm)

$$Q_{mm} = K3 \times Q_p \qquad K3=K1 \times K2 \quad K3=2.34$$

$$Q_{mm} = 57.33 \text{ lts/seg}$$

-Consumo mínimo (Qmin)

$$Q_{min} = 0.30 \times Q_p$$

$$Q_{min} = 7.35 \text{ lts/seg}$$

El presente proyecto de investigación requiere un caudal de 24.50 lts/seg.; considerando el coeficiente de retorno (0.80) del caudal promedio para el diseño de la planta de tratamiento es de 19.60lt /seg.

- **Demanda de agua**

Se tomara como base la población de los censos poblados, considerando lotes habitados o infraestructura existente y con la densidad poblacional actual.

La proyección con la tasa de crecimiento del distrito se obtiene los caudales de los máximos anuales de las demandas diarias y horaria.

-Demandas de aguas potables

Tabla N°11: Demanda de agua potable

Año	Población Hab.	Demanda agua 20 años			
		Qp (lts/seg)	Qmd(1.3) (lts/seg)	Qmh(1.8) (lts/seg)	
Año base 0	2020	7,015	12.18	15.83	21.92
1	2021	7,264	12.61	16.39	22.70
2	2022	7,522	13.06	16.98	23.51
3	2023	7,789	13.52	17.58	24.34
4	2024	8,065	14.00	18.20	25.20
5	2025	8,351	14.50	18.85	26.10
6	2026	8,648	15.01	19.52	27.03
7	2027	8,955	15.55	20.21	27.98
8	2028	9,273	16.10	20.93	28.98
9	2029	9,602	16.67	21.67	30.01
10	2030	9,943	17.26	22.44	31.07
11	2031	10,296	17.88	23.24	32.18
12	2032	10,662	18.51	24.06	33.32
13	2033	11,040	19.17	24.92	34.50
14	2034	11,432	19.85	25.80	35.73
15	2035	11,838	20.55	26.72	36.99
16	2036	12,258	21.28	27.67	38.31
17	2037	12,693	22.04	28.65	39.67
18	2038	13,144	22.82	29.67	41.08
19	2039	13,611	23.63	30.72	42.53
20	2040	14,094	24.47	31.81	44.04

Fuente: Elaboración del tesista

Para los periodos de 20 años se determinó unas poblaciones de 14094 habitante, y se calculó unas caudales promedio anual de 24.27 lts/seg, una demanda máxima diaria de 31.81 lts/seg y una demanda máximo horario de 44.04 lts/seg.

-Demanda de alcantarillado

Para determinar la demanda de alcantarillado se utilizó la tabla de demanda de agua potable (ver tabla N°12) donde el caudal promedio, caudal máximo horario y diario fue multiplicado cada uno, por el coeficiente de retorno (0.8).

Tabla N°12: Demanda de alcantarillado

Año	Año	Población Hab.	Demanda alcantarillado 20 años		
			Qp [(lts/seg)]x 0.80	Qmd(1.3) [(lts/seg)] x0.80	Qmh(1.8) [(lts/seg)] x0.80
Año base 0	2020	7,015	9.74	12.66	17.54
1	2021	7,264	10.09	13.11	18.16
2	2022	7,522	10.45	13.58	18.81
3	2023	7,789	10.82	14.06	19.47
4	2024	8,065	11.20	14.56	20.16
5	2025	8,351	11.60	15.08	20.88
6	2026	8,648	12.01	15.62	21.62
7	2027	8,955	12.44	16.17	22.38
8	2028	9,273	12.88	16.74	23.18
9	2029	9,602	13.34	17.34	24.01
10	2030	9,943	13.81	17.95	24.86
11	2031	10,296	14.30	18.59	25.74
12	2032	10,662	14.81	19.25	26.66
13	2033	11,040	15.34	19.94	27.60
14	2034	11,432	15.88	20.64	28.58
15	2035	11,838	16.44	21.38	29.59
16	2036	12,258	17.02	22.14	30.65
17	2037	12,693	17.63	22.92	31.74
18	2038	13,144	18.26	23.74	32.86
19	2039	13,611	18.90	24.58	34.02
20	2040	14,094	19.58	25.45	35.23

Fuente: Elaboración del tesista

Se calculó un caudal promedio anual como aporte para alcantarillado de 19.58 lts/sg, una demanda máxima diaria de 25.45 lts/seg y una demanda máximo horario de 35.23 lts/seg.

ANALISIS DE LAS CALIDADES DE AGUAS RESIDUALES ALFUENTE Y EFLUENTES SEGÚN NORMATIVA

➤ **Calidades de los afluentes**

Para los diseños de las plantas de tratamientos del agua residual del presente proyecto de investigación, se tuvo que dar las Normas técnicas OS.090 que establecen que la comunidad sin sistemas de alcantarillados debe efectuarse el cálculo a partir de la siguiente tabla:

Tabla N°13: Calidad del afluente

DBO 5 días, 20°C, g/hab.día	50
Sólido en suspensiones g/hab.día	90
Nitrógenos totales g/hab.día	12
Coliforme fecal N° de bacteria/hab-día	2 x E11

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones norma OS.090

Para el año proyectado (año 2040) las plantas de tratamientos deberán tener las capacidades de tratarse en agua residual de 14094 habitantes que genera unos caudales promedios de 1693.44 m³/d, luego de este dato se logran obtener el siguiente valor del parámetro de calidades:

Tabla N°14: Parámetro de calidades

Demandas bioquímicas de oxigenos	416 mg/L
Sólido en suspensiones	749 mg/L
Coliformes fecales o totales	1.66 E+08 NMOO/100 ml

Fuente: Elaboración del tesista

La toma de muestra y seguimiento se realizó en el último buzón del emisor que ingresan a las plantas de tratamientos.

Se presenta en la siguiente tabla del resultado de caracterizaciones indicando los informes de ensayos N°1613-2017.

Tabla N°15: Informe de ensayo de agua

LABORATORIO BHIOS		
DESCRIPCION	ENSAYO N° 1613-2017	
	Fecha:	07 abril Hora: 12.30
		2017
PARAMETROS IN-SITU	Unidad	Valor
Temperatura	°C	6.5
PARAMETROS FISICOQUIMICOS	Unidad	Valor
DBO₅	mg/L	233
Solidos Disueltos	mg/L	76
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	Unidad	Valor
Coliformes Totales	NMP/100mL	22x10 ¹⁰
Coliformes fecales	NMP/100mL	22x10 ¹⁰

Fuente: LABORATORIO BHIOS

En la tabla N°15 se puede observar en los parámetros del DBO es de 223 mg/l en los horarios aproximados de 12:30 .m. Con los datos existentes no será posibles determinaciones de valor de contribuciones per capita correspondientes al DBO y SST para la condición actual de unas poblaciones servidas de 14094 habitantes con unos caudales promedios de 1693.44 m³/d.

En el diseño de la planta de tratamiento para nuestro proyecto de investigación se consideraron el valor per capita indicado en las OS.090.

En la siguiente tabla se indican las cargas orgánicas totales y unitarias del agua residual que ingresa al PTAR para diferentes años teniendo referencias a las normas OS 090.

Tabla N°16: Carga orgánica de las aguas residuales

AÑO	POBLACION	CAUDAL PROMEDIO		CARGA ORGANICA (DB0)	
		Lt/seg	M3/dia	Mg/lit	Kg/d
0	7,015	9.74	841.54	416	350.08
1	7,264	10.09	871.78	416	362.66
5	8,351	11.60	1002.24	416	416.93
10	9,943	13.81	1193.18	416	496.36
15	11,838	16.44	1420.42	416	590.89
20	14,094	19.60	1693.44	416	704.47

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones norma OS.090

➤ **Calidad del efluente**

Deberán cumplir con el límite máximo permisible indicado en los decretos supremos N° 003-2010.MINAM referentes obligatorios para que se autorice el vertimiento por parte del ANA tal como dice el artículo N°133 de reglamentos de las leyes de recurso hídrico (D.S. N°001-2010-AG).

Tabla N°17: Valores de la calidad del efluente

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
DBO ₅ Total	mg/l	100
DQO	mg/L	200
SST	mg/l	150
PH	---	6.5-8.5
Temperatura	°C	35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10000

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

La tecnología para los tratamientos que se incorpora en el proceso biológico, permite alcanzar un menor valor a este parámetro ya dados; Por lo tanto, las calidades bioquímicas del agua residual tratadas son como se muestra en la

siguiente tabla, debe cumplir con las recomendaciones de la Ley Federal de Agua Contaminación de 1972.

Tabla N°18: *Calidades bioquímicas del agua residual tratada según Federal Water Pollution Act de 1972*

Características de la descarga	Unidades	Concentraciones promedios 30 día	Concentraciones promedios 7 día
DBO₅	mg/l	30	45
Solidos Suspendidos	mg/L	30	45
pH	--	6.0 - 9.0	6.0 – 9.0

Fuente: LKS, SEDAPAR

Uno de los objetivos por los cuales se requiere los diseños de las plantas de tratamientos con filtro prfv y medio filtrante de plástico es el de riego para terrenos con cultivos, entre ellos tuna de cochinillas, arbol de eucalipto, diversas frutas y la reforestaciones en las áreas eriazas; por tanto son importantes mencionarlo que debe considerarse lo que indica los reglamentos de las leyes del recurso hídrico (Articulo150.- criterio para evaluación de las calidades de agua ahora el reúso): *“La solicitud de autorizaciones para reúsos del agua residual tratada será evaluada tomando en cuenta el valor que establezcan los sectores correspondientes a las actividades en el cual serán destinadas para rehúso de aguas.”*

Hasta la fecha, no existe un estándar de la industria que defina el valor máximo permitido para cada tipo de reutilización, por lo que se deben aplicar las pautas de salud de la OMS:

Tabla N°19: Directrices recomendado sobre las calidades microbiológicas del agua residual empleada en agriculturas

Categorías	Condición de aprovechamientos	Grupos expuestos	Nematodos intestinal (media aritmética N° de huevo por litros)	Coliformes fecales (media geométrica N° POR 100 ml)
A	Riegos del cultivo que se consume crudo, campo de deportes, parque.	Trabajadores, consumidores públicos	≤ 1	≤ 1000d
B	Riegos de cultivo del cereal industrial y forrajero, pradera y árbol.	Trabajadores	≤ 1	No se recomienda ninguna forma
C	Riegos localizados del cultivo en las categorías B cuando el trabajador ni el público está expuesto.	Ninguno	No es aplicable	No es aplicable

Fuente: Organización mundial de la Salud

En relación al cuadro expuesto anteriormente y en funciones de riegos del cultivo que pretenden producirse en el campo de las áreas estabilizadas, corresponden a las clases B, en donde se recomiendan las concentraciones de Nematodo intestinal (medias aritméticas N° de huevo por litros) sea menos a 1 y no existen limitaciones algunas con respecto al coliforme.

En estos presentes proyectos se tomará como referencias unas concentraciones de coliforme fecal de 1000 NMP/100 ML en el efluentes de las PTAR.

Se debe de tener en consideración lo siguiente:

- En el caso específico se deberán ver en cuenta el factor epidemiológico, sociocultural y ambiental.
- En lo que se refiere a árboles frutales, se debe interrumpir el riego dos semanas antes de la cosecha para evitar arrancarlos de suelos. No se debe regarse por aspersiones.

Para los presentes proyectos se tomara ciertas referencias en unas concentraciones de coliforme fecal de 1000 NMP/100 ml en los efluentes del PTAR, tal como se indica en los decretos supremos D.S N°003-2010-MINAM en que las calidades de efluentes para la planta del agua residual doméstica y/o municipal deberá realizar como mínimo el límite máximo permisible indicado en los mencionados decretos.

- **Bases de diseños para las plantas de tratamientos en agua residual**

Breve resumen de los datos básicos para los diseños de las plantas de tratamientos del agua residual.

Los valores del caudal corresponden al año proyectado (año 2040) y se está considerando el caudal promedio y caudal máximo horario.

Tabla N°20: Valores para el diseño de la ptar

PARÁMETROS	DATOS
	AÑO PROYECTADO (2040)
Población	14094
Caudal promedio	
• M3/día	16933.44
• Lts/seg	19.60
Caudal máximo horario	
• M3/día	3043.87
• Lts/seg	35.23
Caudales de diseños (Lts/seg)	
• Estructura hidráulica	35.23
• Proceso de tratamientos	19.60
<i>Parámetro de calidades de afluentes</i>	
• DBO5 (MG/L)	250
• DQO(MG/L)	500
• Solido suspendido total SST	250

(MG/L)	1.00 E+07
• Coliformes Termotolorantes (NMP/100ML)	
Parámetros de calidad del efluente	
• DBO5 (MG/L)	30
• DQO(MG/L)	60
• Solidos suspendidos totales SST (MG/L)	12.5
• Coliformes Termotolorantes (NMP/100ML)	1.00 E+05

En cuanto a los **CRITERIOS DE SELECCIÓN:**

-SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En las selecciones de la tecnología adecuada para los tratamientos del agua residual, la ecos eficiencias buscan integrarse a la unidad que en conjuntos permitirán alcanzarse en el objetivo de tratamientos basado en el siguiente criterio:

Determinar los requisitos de calidad del agua que se va a tratar para su descarga o reutilización al organismo receptor de una manera adecuada al área para la que está diseñada.

Buscar el mejor potencial para la reutilización del agua tratada para brindar beneficios significativos para la salud pública y la gestión ambiental de la economía además de los recursos hídricos.

La operación y costo de mantenimiento tienen que estar incluidos en el costo de inversiones, y también en los presupuestos para las intervenciones sociales, así también como para los análisis de agua requeridos para monitorear y evaluar el sistema de tratamiento.

Conocer la normatividad legal sobre la planta de tratamientos del agua residual, considerando las calidades de efluentes para el fin que se desea aprovechar.

Contar con todo el personal capacitado necesario para cada área establecida sobre todo en los mantenimientos y operaciones de las plantas.

Eliminar eficazmente los patógenos y adaptate a los parámetros tradicionales de los procesos más utilizados, como se muestran en las siguientes tablas.

Tabla N°21: Parámetros convencionales de los procesos más empleados

Procesos de tratamiento	Remociones		Remociones (ciclos log ₁₀)		
	DBO	Sólido en Suspensiones	Bacterias	Helmintos	Quistes
Sedimentaciones Primarias	25-30	40-70	0-1	0-1	0-1
Lodos Activados(a)	70-95	70-95	0-2	0-1	0-1
Filtros Percoladores(a)	50-90	70-90	0-2	0-1	1-2
Lagunas Aireadas(b)	80-90	(c)	1-2	0-1	0-1
Zanjas de Oxidación(d)	70-95	80-95	1-2	0-1	
Lagunas de Estabilización (e)	70-85	(c)	1-6	1-4	2-4
Biofiltros	80-95	80-95	1-2	0-2	0-1
Desinfección	-	-	1-2	1-3	0-1

Fuente: Feachem et-al., 1983; Mara et al., 1992; Yáñez, 1992; Norma Técnica OS.090.

-TECNOLOGIA PROPUESTA PARA LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS DEL AGUA RESIDUAL DE LAS LOCALIDAD DE SANTA RITA DE SIGUAS

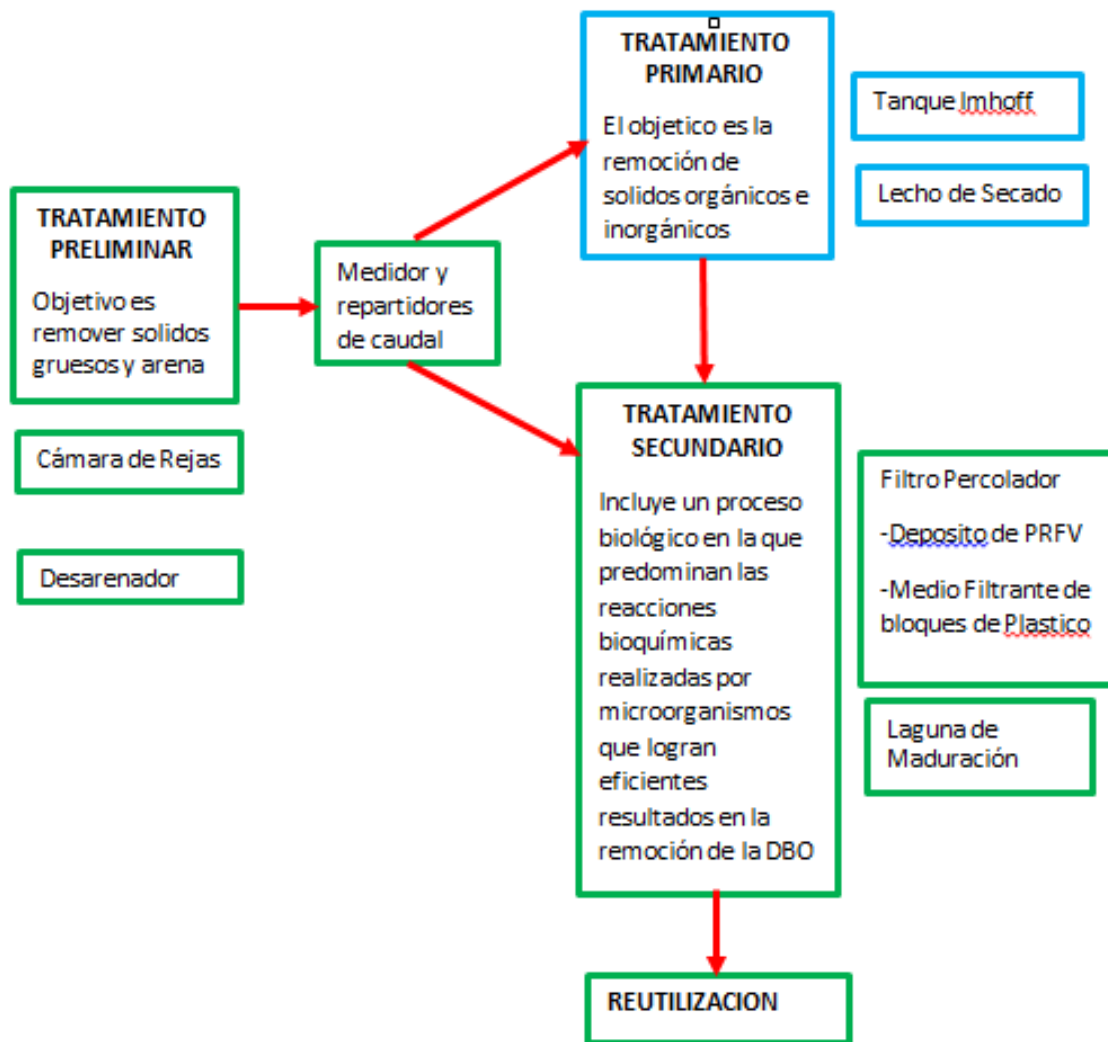
La tecnología propuesta para la PTAR de Santa Rita es: El sistema de **Tratamientos Preliminares** compuesto por Cámaras de Reja, Desarenadores y Medidores Pharsall,

Tratamientos Primarios con Reactores Anaerobios compuesto por 02 tanques Imhoff (una unidad existente) y otra como unidad nueva a construirse y el **Tratamiento Secundario** conformado por 02 unidades de Filtros Biológicos (Filtros Percoladores), y de una Laguna de maduración para la eliminación de la carga bacteriana.

Se mostrará a continuación el esquema de tratamiento de aguas residuales existente y proyectado.

Figura N°10: Flujo grama de tecnología y procesos existentes además de proyectado

FLUJOGRAMA DE TECNOLOGÍA Y PROCESOS EXISTENTE Y PROYECTADO



Fuente: Elaboración propia

■ PROCESO DE TRATAMIENTO PROYECTADO

■ PROCESO DE TRATAMIENTO EXISTENTE

RESULTADO N°4: DISEÑAR UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES QUE CONSIDERE EL TRATAMIENTO PRELIMINAR, PRIMARIO Y SECUNDARIO, PARA LA REUTILIZACIÓN DEL EFLUENTE CON FINES DE RIEGO.

Los dimensionamientos del proceso de tratamientos de las PTAR Santa Rita se diseñaron en las funciones a las calidades de los afluentes y efluentes indicando en los Resultado N° 03 "Consideraciones Técnicas y Criterios de selección". Este valor han fueron definido hasta los horizontes de los proyectos (20 años).

Los diseños del proceso de tratamientos se realizan en base a las normas técnica OS.090 "Plantas de tratamientos del agua residual" de Reglamentos Nacionales de Edificación publicado en junio de 2006. Las directrices y lineamiento indicado en las normas son referencial y muchas de la omisión, han sido complementado con el sustento técnico y cálculo en bases a literaturas especializadas, así como las experiencias del profesional.

- **TRATAMIENTO PRELIMINAR**

- Cámara de rejas**

- Al ingreso de la planta se construirá un canal de 0.35m de ancho que ha sido diseñado para la condición del caudal máximo horario; tendrá una velocidad mayor a 0.4 m/s para evitar las sedimentaciones de arenas.

- En este canal se va a instalar una reja de acero inoxidable de limpieza manual, con una separación de barras de 20 mm y un ángulo de inclinación de 45°. Se proporcionan condición de transiciones entre las última sección de colectores de admisión y los canales de la rejilla, una diferencia de altura para un buen equilibrio energético y un canal de bypass de 0,35 m para emergencias.

- Para determinar los perfiles hidráulicos, se calculó la caída de presión (hL) a través de las rejilla para la condiciones desfavorables de caudales máximos horarios y 50% de áreas obstruidas de la barra.

Se calculó utilizando la fórmula de Metcalf & Eddy:

$$hL = \frac{(Vr_{50})^2 - V_1^2}{2g \times 0.7}$$

Dónde:

hL: Pérdidas de cargas (m).

Vr 50: velocidades entre la barra con unos 50% de obstrucciones (m/s).

V1: velocidades de ingresos de la reja (m/s).

Va a permanecer entre 0.6 a 0.72 m/s en la condición del caudales promedios y caudales máximos horarios respectivamente.

Las velocidades a través de la barra se calculan con las siguientes fórmulas:

$$Vr = \frac{V_1}{E}$$

Dónde:

E: eficiencias de las rejjas

* Las eficiencias de la rejjas se calcula con las siguientes fórmulas

$$E = \frac{a}{(t + a)}$$

Dónde:

a: separaciones de la barra (mm)

t: espesores de las barras (mm)

Los valores que tendrá las pérdidas de cargas para los caudales máximos y promedios, deben ser valore menor a 0.15 como se recomiendan en las normas OS.090.

Tabla N°22: Dato para los diseños de las cámaras de la reja

DESCRIPCIÓN	DATOS
Población	14094
Dotación	150
Coeficiente de retorno	0.8
Kmax horario	1.8
Kmax diario	1.3
Kmin	0.5

Fuente: Elaboración del tesista

Tabla N°23: Resultado del caudal en los diseños de las cámaras de la reja

FÓRMULA	RESULTADOS
$Q_p = P_{ob} \cdot Dot / (86400 \cdot 1000) \cdot 0.8$	$Q_p = 0.01958 \text{ m}^3/\text{s}$
$Q_{md} = Q_p \cdot K_{max \text{ diario}}$	$Q_{md} = 0.0254 \text{ m}^3/\text{s}$
$Q_{mh} = Q_p \cdot K_{max \text{ horario}}$	$Q_{max} = 0.03524 \text{ m}^3/\text{s}$
$Q_{min} = Q_p \cdot K_{min}$	$Q_{min} = 0.0127 \text{ m}^3/\text{s}$

Fuente: Elaboración del tesista

Tabla N°24: Diseños de cámaras de la reja

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	RESULTADO
Eficiencia de la Barra (E)	$E = a / (a + e)$	$E = 0.571$
Calculo del Área Útil	$A_p = Q_{max} / V$ Reglamento: $V = 0.6 - 0.75$	$A_p = 0.059 \text{ m}^2$
Calculo del Área Total	$A_t = A_p / E$	$A_t = 0.103 \text{ m}^2$
Velocidad de Aproximación	$v = E \cdot V$	$v = 0.343 \text{ m/s}$

	Reglamento : v =0.3-0.6 m/s	
Selección Ancho de Canal (B)	$Y = At / B$	Y= 0.294 m
	S (maning)	S=0.01191
	Y min (maning)	Y= 0.106 m
	$v \text{ min} = Q \text{ min} / (B*Y\text{min})$	v min= 0.343 m/s
	Reglamento: v = 0.3-0.6 m/s	
Numero de Barras (n)	$n = (B-a) / (e+a)$	n= 15.177
Perdidas de Cargas en reja 50% de ensuciamientos	$V' = 2V$	V'= 1.200
	$h_f = (V'^2 - v^2) / (2g^{0.7})$	Hf= 0.173
Condiciones de la Línea Conducción	$Z = ((n*Q)/(s^{0.5}))^{3/8}$	Z= 0.151
	$D = k1*Z$	D= 7.734
	Pasando a D Comercial	Dc= 10
	Verific. Veloc. 0.6-2.5	V1= 0.70
Longitud de Transición	$L = (B-D) / (2\text{tg}12^\circ 30')$	L= 0.61
Perdida de Carga en la Transición	$H1 = 0.1*(V1 - V2)^2 / 19.6$	H1= 0.00005
Desnivel entre el Fondo de la Tubería y el Fondo del Canal	$Z' = (V1^2 / 19.6 + Y1) - (V2^2 / 19.6 + Y2) - H1$	Z'= 0.150
Diseño de BY Pass	$H = (Q_{\text{max}} / (1.838 * L_v))^{2/3}$	H= 0.144

-Desarenador

La planta de tratamiento va a contar con el canal desarenador de circulaciones horizontales que es de operaciones alternadas, Cada canal está diseñado para adaptarse a lo que rige el caudal máximo horario.

El diseño toma en cuenta la velocidad de sedimentación 0.3 m/s, de manera similar los controles de velocidad para diferente tirante del agua de este mismo, también se estará efectuando con las instalaciones de unas canaletas Parshall. Los resaltos hidráulicos se calcula con la siguiente fórmula:

(f): Fórmula: Resalto Hidráulico

$$Z = \frac{Q_{max} \times H_{min} - Q_{min} \times H_{max}}{Q_{max} - Q_{min}}$$

Dónde:

Q_{max}: caudales máximos horarios (m³/s).

Q_{min}: caudales mínimos (m³/s).

H_{max}: tirantes de aguas máximos en el Parshall (m).

H_{min}: tirantes de aguas mínimos en el Parshall (m).

En el desarenado tirantes de aguas ha logrado calcular para las condiciones más desfavorables de caudales máximos horario, con la siguientes fórmulas:

(g): Fórmula: Tirante de agua

$$Y = H_a - Z$$

Dónde:

Y: tirantes de aguas en el desarenado (m).

H_a. Alturas de aguas en las canaletas Parshall (m).

Z: alturas de las gradas de resaltos hidráulicos (m).

Las relaciones entre los largos y las alturas de aguas serán de 25 según lo que recomiendan las norma OS.090 y verificadas para las condiciones máximas horarias.

Las cantidades de arenas sedimentadas ha logrado calcular con las tasas de 30 l/1000 m³ de agua residual y verificada para la condicion de caudales máximos horarios. Las tolvas de cada desarenadores tendrán

unas capacidades de almacenamiento de arena por 15 días, que son los tiempos de limpiezas recomendadas.

Tabla 25: Datos para diseñar el desarenador

DESCRIPCIÓN	DATO
Número de desarenadores (unds)	1
Caudal de diseño, qmd (m ³ /seg) x desarenador	0.025
Diámetro de la arena, d , (CM)	0.010
Temperatura (° c)	15
Densidad de la arena, pa, (GR/CM ³)	2.65
Densidad del agua, p,(GR/CM ³)	1
Viscosidad dinámica, u, (GR/CM*SEG)	0.010
Velocidad de sedimentación de partícula,(cm/seg)	0.888

Fuente: Elaboración del tesista

Tabla 26: Diseño del desarenador

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	RESULTADO
Numero de reynolds	$Re = V_s \times d / u$	0.88 laminar
Velocidad límite de arrastre partícula, (CM/SEG)	$V_a = 161 * (d)^{\frac{1}{2}}$	Va= 16.10 cm/seg
Velocidad horizontal en la unidad (CM/SEG)	$V_H = 0.5 * V_a$	VH=8.05 cm/seg

Sección transversal de la unidad, (M2)	$AT = Q/VH$	$AT = 0.316 \text{ m}^2$
Profundidades de las zonas de decantaciones, (M)	$H = (AT/2)^{(1/2)}$ $ANCHO = 2 \text{ ALTO} , B = 2H$	$H = 0.397$ $B = 0.794$ A utilizar $H = 0.400$ $B = 0.800$
Área superficial de la zona de decantación, (M2)	$As = VH * AT / Vs$	$As = 2.86 \text{ m}^2$
Longitudes de las zonas de decantaciones, (M)	$L = As/B$	$L = 3.58 \text{ m}$
Longitudes finales de las zonas de decantaciones, (M)	$Lf = 1.20 * L$	$Lf = 4.29$ A utilizar $Lf = 4.30$
Angulo que forma la transición, ϕ, (GRADOS)	ϕ	$\phi = 12.70^\circ$
Longitudes de transiciones estructuras de ingresos, (M)	Ancho del canal de ingreso (M) $L1 = (B - b) / (2 * TANGENTE(\phi))$	$b = 0.25$ $L1 = 1.60$
Alturas de aguas en el vertedero de salidas, (M)	$H2 = (Q / (1.84 * B))^{(2/3)}$	$H2 = 0.067 \text{ m}$
Velocidad de paso en el vertedero de salida	Coeficiente: $m = 1.8 \text{ --- } 2.0$ $V = m * (H2)^{(1/2)}$	$m = 2.00$ $V = 0.517$
Longitud total de la unidad, (M)	$LT = Lf + L1$	7.50 m
Pendiente fondo de la zona de decantación, (M)	$h1 = 0.05 * (Lf - 0.3)$	$h1 = 0.20 \text{ m}$

**Profundidad extremo
de zona decantación,
(M)**

$$H1 = H + h1$$

$$H1 = 0.60\text{m}$$

Fuente: *Elaboración del tesista*

-Canaleta Parshall

Se lograron considerar las instalaciones de las construcciones de unas canaletas parshall para las mediciones de caudales de ingresos en las plantas de tratamientos.

Se han determinado y seleccionado unas canaletas con unos anchos de gargantas de 3 pulgada en los rangos del caudal que van a ingresar a la PTAR.

Para el modelo seleccionado, se presenta la siguiente ecuación:

(h): Fórmula: Caudal

$$Q = K \times Ha^n$$

Q: Caudales (m³/s)

Ha: tirantes de aguas (m) a 2/3 de las gargantas

K: coeficientes adimensionales = 0.176

n: coeficientes en funciones de ancho de gargantas = 1.547

*Los tirantes (H) de ingresos en canaletas de parshall que calculan con las siguientes fórmulas:

(h): Fórmula: Tirantes de aguas (m) en ingresos del Parshall.

$$H = 1.1 \times Ha$$

Dónde:

H: tirantes de aguas (m) en ingresos del Parshall.

Ha: tirantes de aguas (m) a 2/3 de las gargantas.

* Se sugiere que los niveles de sumergencias en las canaletas Parshall sea del 50% para lograr unas descargas libres.

Tabla 27: Datos para diseñar el canal de parshall

VAR	DESCRIPCIÓN	VALOR
Q	Caudal del módulo.	0.02653
W	Ancho de garganta	0.076
m	Factor	0.381
S	Exponente	1.580
D	Ancho a la entrada del Parshall	0.259
P	Ancho del canal de conducción al Parshall	0.770
g	Aceleración de la gravedad	9.810
N	Desnivel en la garganta	0.229

Fuente: Elaboración del tesista

Tabla 28 Diseño del canal de parshall

VAR	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	RESULTADO
Ho	Tirante en la sección de medición	$\left(\frac{Q}{m}\right)^{\frac{1}{5}}$	0.185m
D'	Ancho del canal en la sección de medición	$(2/3)(D-W)+W$	0.198 m
Vo	Velocidad en la sección de medición	$Q / (D' \cdot Ho)$	0.724m/s
q	Caudal específico en la garganta	Q / W	0.35 m ³ /s/m
Eo	Carga hidráulica disponible	$\frac{V_o^2}{2g} + H_o + N$	0.441 m

θ	Solución de la ecuación:	$\cos \beta = \frac{-g(q)}{\left(\frac{2}{3}gE_o\right)^{1.5}}$	134.39 grados
V_1	Velocidad antes del salto hidráulico	$2\sqrt{\frac{2}{3}gE_o} \cos \frac{\beta}{3}$	2.410 m/s
E'	Cálculo de la carga hidráulica disponible para comprobar el resultado	$E' = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{q}{V_1}$	0.441m
Hb	Altura del agua antes del salto	q / V_1	0.145m
F_1	Número de Froude	$\frac{V_1}{\sqrt{gHb}}$	2.021
h_2	Altura del salto hidráulico	$\frac{Hb}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right)$	0.348 m
V_2	Velocidad en el salto	$\frac{Q}{W \cdot h_2}$	0.121 m/s
h_3	Alturas en las secciones de salidas de las canaletas	$h_2 - (N - K)$	0.144 m
V_3	Velocidades en las salidas	$\frac{Q}{C \cdot h_3}$	1.035 m/s
h_p	Pérdidas de cargas por los saltos	$Ha + K - h_3$	0.066m
T	Tiempos de retenciones	$\frac{2G}{V_2 + V_3}$	0.527 s
Gv	Gradiente de velocidades	$\sqrt{\frac{\gamma h_p}{\mu T}}$	1039 s ⁻¹
Su	Porcentaje de sumersión	Hb / Ha	78%

- **TRATAMIENTO PRIMARIO**

- Tanque imhoff**

Como se logró indicar lo anterior de las plantas de tratamientos del agua residual cuanta solo con tratamiento primario, que está conformado por 02 unidades de tanques, que ahora se proyectara a hacer una sola con 2 tanques y se construirá otra unidad de igual manera con 2 tanques en el área contigua a la existente. Se estiman en unas remociones de DBO de 30% y SST de 50% como indica el CEPIS:

Tabla 29: Remoción del DBO

DESCRIPCIONES	SÍMBOLOS	VALORES	UNIDADES
Poblaciones servidas	Ps	14094	hab
Caudales Máximos horarios	Qmh	35.23	l/seg
Caudales promedios	Qp	19.60	l/seg
Numero de Tanques	N	2	
Caudal por Tanque	Qu	9.80	l/seg
DBO Afluente	DBOa	416	mg/l
%Remociones del DBO	E	30	%
DBO Efluentes	DBOe	291	mg/l

Fuente: Elaboración del tesista

Para los diseños de las zonas de sedimentaciones de tanques imhoff se consideraron unas cargas superficiales del 1 m³/m²/d y un periodo de retenciones de 1.5 horas según la recomendación en las normas OS. 090; Las relaciones largas anchos son de 6 las tolvas de sedimentaciones que tendrán unos ángulos de 60°.

Para hallar las longitudes mínimas de vertederos de salidas (Lv) de cada tanques se utiliza la siguiente formula.

$$Lv = \frac{Q_{max}}{Cv}$$

Dónde:

Q_{max} : Caudales máximos diarios de diseños, en m³/día.

C_v : Cargas hidráulicas sobre los vertederos, recomendables 250 m³/m².d.

* Con esta fórmula se halló que será de 1.24 m.

Refiriéndose a los diseños de las zonas de digestiones, se consideran unas tasas de producciones de lodo de l/hab.d y unos factores de capacidades relativas de 1.0 para las temperaturas de los meses más fríos (10°).

Los volúmenes de las zonas de las digestiones lograron determinar las siguientes fórmulas:

$$Vd = Tl \times Pob \times fcr$$

Dónde:

Vd: Volúmenes de las zonas de digestiones (m³)

TI: tasas de producciones del lodo (L/had.d)

fcr: factores de capacidades relativas en funciones de las temperaturas

* Resolviendo la fórmula dada se halló que los volúmenes de las zonas de digestión de cada tanque de 439.30m³.

Se construirá 02 tolvas formas de troncos pirámides para los almacenamientos del lodo; estas tendrán capacidades de 5.7 m³ con una pared de 30°.

También se está considerando unos 30% de las superficies totales de tanques para las ventilaciones con unos espaciamientos de 1.10 para los lados.

Teniendo en cuenta las consideraciones dadas, la dimensión de cada tanques imhoff será de 9.4 m del largo, 4.50 m de anchos y profundidades del agua de 9 m.

Según la verificación realizada el tanque imhoff proyectado tendrá las mismas dimensiones que el existente.

Tabla 30: Datos para diseñar tanques imhoffs

PARÁMETROS DE DISEÑO	DATOS
Poblaciones futuras	14094.00
Dotaciones del agua, l/(habxdía)	150.00

Factores de retornos	0.80
Altitudes promedias, msnm	1268.00
Temperaturas mes más frio, en °C	13.00
Tasas de sedimentaciones, m³/(m²xh)	1.0
Periodos de retenciones, horas	1.50
Bordes libres, m	0.30
Volúmenes de digestiones, l/hab a 15°C	70.00
Relaciones L/B (teórico)	4.43
Espaciamientos libres paredes digestores en los sedimentadores, metros	2.48
Ángulos fondos sedimentadores, radian	0.87
Distancias de fondos sedimentadores a alturas máximas del lodo (zona neutral), m	0.58
Factores de capacidades relativas	1.16
Espesores de muros sedimentadores	0.30
Inclinaciones de tolvas en digestores	0.39
Números del tronco de pirámides en largos	2.00
Números de tronco de pirámides en lo ancho	2.00
Alturas de lodo en digestores, m	3.50
Requerimientos lechos de secados	0.10

Fuente: Elaboración del tesista

Tabla N° 31: Resultados para el diseño del tanque imhoff

RESULTADOS	DATOS
Caudales medios, l/día	1691.28 m3/día
Áreas de sedimentaciones, m2	74.18m2
Anchos zonas sedimentadores (B), m	4.09m
Largos de zonas sedimentadores (L), m	17.55m
Prof. zonas sedimentadores (H), m	1.43m
Alturas de fondos de sedimentadores	2.13m
Alturas totales sedimentadores, m	3.85m
Volúmenes de digestiones requerido, m3	776.00m3
Anchos tanque Imhoff (Bim), m	9.57m
Volúmenes del lodo en digestores, m3	669.00m3
Superficies libres, %	52%
Alturas de fondos de digestores, m	1.05m
Alturas totales tanques imhoff, m	8.98m

Fuente: Elaboración del tesista

- **TRATAMIENTO SECUNDARIO**

- **-Filtro biológico percolador**

Los efluentes provenientes de tanques imhoff serán tratados biológicamente en los filtros del percolador, cuyo depósito es de PRFV. En dimensiones de la unidad se realizaron un método de las National Researchs Council (NRC) de los EE.UU.

En este caso se utilizará como medio filtrante bloques de plástico de flujo cruzado.

Tabla 32: Resumen de datos del proyecto

DESCRIPCIONES	SÍMBOLOS	VALORES	UNIDADES
Poblaciones servidas	Ps	14094	hab
Caudales máximos horarios	Qmh	35.23	l/seg
Caudales promedios	Qp	19.6	l/seg
DBO afluentes	So	291	Mg/l
Cargas totales del DBO	W	492	Kg DBO/dia

Estamos considerando 2 filtro percolador, diseñados para los caudales promedios; este no contaron con las recirculaciones, puesto que los factores (F=1) se lograron calcular mediante las siguientes formulas:

$$F = \frac{(1 + R)}{(1 + 0.1R)^2}$$

Dónde:

R: razones de recirculaciones: 0

Por otros lados, los volúmenes de cada filtro percoladores (V) se calcularon con lo siguientes:

$$V = \frac{CV}{W}$$

Dónde:

W: cargas de DBO (Kg DBO/d)

CV: cargas orgánicas (Kg DBO/m3.d)

Se verificaron en la dimensión de los filtros percolados de las cargas hidráulicas y cargas orgánicas que se encuentra dentro de los rangos del valor recomendado en las Normas OS.090. y son filtros de alta carga.

Puesto que en las alturas de los filtros percoladores, se considera 2.70 m en el que se encuentra el medio filtrante de bloque de plástico.

Figura 11: Datos del filtro percolador

DESCRIPCION	UNIDAD		DATOS
Unidades	U		2 unidades
Población de diseño (P)	P		14094 habitantes
Dotación de agua (D)	D		150 L/habitante.día)
Contribución de aguas residuales (C)	C		80%
Contribución per cápita de DBO5 (Y)	Y		40 grDBO5/(habitante.día)
Eficiencia Tratamiento anterior			30%
Producción per cápita de aguas residuales	q	$q = P \times C$	120 L/(habitante.día)
DBO5 teórica	St	$St = Y \times \frac{1000}{q}$	333.3 mg/L
Eficiencia de remoción de DBO5 del tratamiento primario (Ep)	Ep		30%
DBO5 remanente	So	$So = (1 - Ep) \times St$	233.3 mg/L
Caudal de aguas residuales	Q	$Q = P \times \frac{q}{1000}$	1691.3 m3/ día

Fuente: Elaboración propia del tesista

Figura 12: Dimensionamientos de filtros percoladores

DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULA	RESULTADO
DBO requerida en el efluente	Se		100 mg/L
Eficiencia del filtro	E	$E = \frac{(S_0 - S_e)}{S_0}$	57.1429%
Carga de DBO	W	$W = \frac{S_0 \times Q}{1000}$	394.632 KgDBO/día
Caudal de recirculación	QR	0	0 m3/día
Razón de recirculación	R	$R = \frac{QR}{Q}$	0
Factor de recirculación	F	$F = \frac{(1 + R)}{(1 + \frac{R}{10})^2}$	1
Volumen del filtro	V	$V = \left(\frac{W}{F}\right) \times \left(\frac{0.4425E}{(1-E)}\right)^2$	137.37 m3
Profundidad del medio filtrante	H		2.5 m
Área del filtro	A	$A = \frac{V}{H}$	54.95 m2
Tasa de aplicación superficial	TAS	$TAS = \frac{Q}{A}$	30.78 m3/(m2.día)
Carga orgánica	CV	$CV = \frac{W}{V}$	2.87 Kg DBO/(m3.día)
FILTRO CIRCULAR			
Diámetro del círculo	d	$d = \left(\frac{4A}{3.1416}\right)^{0.5}$	
FILTRO RECTANGULAR			
Largo del filtro	l		10 m
Ancho del filtro	a		5.50 m

Fuente: Elaboraciones propias del tesista

ZONA DE RECOLECCIÓN DE AGUA FILTRADA

Figura 13: zonas de recolecciones de aguas filtradas

DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULA	RESULTADO
Diámetro de Perforación	d		1 pulg
Área de la Perforación unitaria	Ap		0.0004663 m ²
Espaciamiento entre tubería			0.20 m
Diámetro de la tubería			0.16 m
Número de tuberías	NT		15 und
Número de filas de perforaciones	Nf		4 und
Espaciamiento de perforaciones	Ep		0.10 m
Numero de perforaciones por tubería	Npt	$N_{pt} = \left(\frac{L}{E_p} - 1\right) \times N_f$	396 und
Numero de perforaciones totales	Pt	$P_t = N_{pt} \times N_T$	5940 und
Área total de escurrimiento	Ate	$A_{te} = P_t \times A_p$	2.77 m ²
Velocidad por perforación	Vp	$V_p = \left(\frac{Q}{A_{te} - 0.002}\right)$	0.0051 m/s
Perdida de carga en tuberías perforadas	Pc	$P_c = \frac{P_t \times (V_p)^2}{2 \times 9.81}$	0.0078 m
MEDIO FILTRANTE			
Profundidad del medio filtrante		0%	2.50 m
Borde Libre Superior			0.75 m

Fuente: Elaboraciones propias del tesista

ZONA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Figura 14: Zonas de distribuciones del agua residual

DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULA	RESULTADO
Diámetro de Perforación			¾ plg
Area de la Perforación unitaria			0.00026 m ²
Espaciamiento entre tuberías			0.40 m
Diámetro de la tubería			0.16 m
Número de tuberías	NT		9 und
Número de filas de perforaciones	Nf		2 und
Espaciamiento de perforaciones	Ep		0.20 m
Número de perforaciones por tubería	N _{pt}	$N_{pt} = \left(\frac{1}{\frac{Ep}{Dp}} - 1\right) \times Nf$	98 und
Número de perforaciones totales	Pt	$Pt = N_{pt} \times NT$	882 und
Area total de escumamiento	Ate	$Ate = Pt \times Ap$	0.23 m ²
Velocidad por perforación	V _p	$Vp = \left(\frac{Q}{Ate - 0.002}\right)$	0.0846 m/s

Fuente: Elaboración propia del tesista

ESTRUCTURA DEL DEPÓSITO DEL FILTRO PERCOLADOR DE PRFV

EL filtro consta de un recipiente rectangular de PRFV, con dimensiones variables, y con profundidad entre 2.70 m. a 3.50 m.

PRFV: plásticos reforzados con fibras de vidrios, están compuestos por plásticos reforzados con las fibras de vidrios. La ventaja son las siguientes:

- Aislante térmico
- Impermeable
- Alta resistencia
- Fácil de instalar
- Fácil de transportar
- Maleable
- Menor necesidad de mantenimiento
- No tóxico
- Baja conductividad eléctrica
- Resistencia a la corrosión e intemperie
- Resistente a la abrasión
- Resistente a agentes corrosivos
- Larga vida útil

Para un buen funcionamiento de los filtros percoladores es necesario que tenga una etapa de pre tratamiento puesto que se van a eliminar grandes sólidos, arenas y grasas, también unas etapas de sedimentaciones para lograr eliminar el sólido pequeño y así evitar acumulación dentro de los filtros percoladores, también serán necesarios unos sedimentadores para poder eliminarse el lodo producido por los reactores.

En el sistema de filtro percoladores se requiere de una operación y mantenimiento adecuado. (TORO, 2018)

ALIMENTACIÓN

Las alimentaciones en filtros se realizarán por unos sistemas fijos, a través de la tubería perforada

RECIRCULACIÓN

En el presente proyecto no se está considerando recircular el efluente.

VENTILACIÓN

Se tendrá falsos fondos con la ventana de ventilaciones en las partes inferiores, para que la ventilación se producen proporcionalmente el oxígeno para lograr la producción de las metabolizaciones de las materias orgánicas.

SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA

Las separaciones de las biopelículas desprendidas en los filtros percoladores de efluentes tratados se realizarán a mediante unas lagunas de maduración.

MEDIO FILTRANTE DE BLOQUE DE PLÁSTICO

El material de este relleno es importante para las tecnologías del filtro percolador que aquí será en donde se desarrollan las biopelículas, estos rellenos deben permitirse unos buenos contactos entre el agua que logran tratar y el aire circulante con las biopelículas que esta sobre él, de igual manera para las evacuaciones del lodo que soportan para evitarse las colmataciones de filtros.

El material que se usa como soporte en los filtros percoladores es el plástico que está estructurado para formar el lecho; son más ligeros lo que permite que las construcciones del filtro sean de una altura mayor.

En la siguiente tabla se pueden ver la característica de medios soportes en funciones de materiales y disposiciones mismos dentro de los reactores.

TIPO DE SOPORTE	TAMAÑO (MM)	DENSIDAD (KG/M3)	SUPERFICIE ESPECÍFICA (M2/M3)	ÍNDICE DE HUECOS (%)
Piedra	50 - 100	1.440	40	60
Piezas Plástico	de variable	32 - 64	85 - 110	>95
Módulos Plástico	de 600x600x1200	32 - 80	85 - 110	>95

Se tomará como medidas 0.60x0.60x1200 mm.

Figura 15: Bloque de plástico de 0.60x0.60x1200 mm.



Fuente: Página Web

En los procesos de tratamientos mediante el filtro percolador dentro del proceso aeróbico de tratamientos de cultivos fijos, el cual se empleaban, normal, para la eliminación de las materias orgánicas que encuentran en las aguas residuales. También se puede utilizarse a cabo del proceso de nitrificaciones

Las ventajas de procesos de los tratamientos de los filtros percoladores, mediante los medios filtrantes de bloques de plástico son:

- Proceso biológico y sencillo
- No necesita energía para la aireación
- Apropiado para comunidades pequeñas y medianas
- Mínimo riesgo de colmatación
- Muy baja producción de lodos
- Material ligero
- Índice de huecos es mayor

LAGUNA MADURACIÓN

El efluente proveniente del tratamiento secundario, es enviado hacia la laguna de maduración, lugar donde ocurrirá el decaimiento o muerte de los microorganismos patógenos; esta unidad reemplaza a la cámara de contacto, lo mismo que al

sistema de cloración utilizado en otros procesos de tratamiento de aguas residuales.

Figura 16: Datos para el diseño de la laguna de maduración

DESCRIPCION	UNIDAD	DATOS
Población de Diseño	PF	14094 habitantes (año 20)
Dotación	D	150 l/hab.día
Contribución al Desagüe		80 %
Caudal Afluyente Total	Q	19.58 Ips
Carga Orgánica per cápita	CDBO	40 gr.DBO5/hab.día
Concentración de DBO	L_0	
Temperatura del Agua (promedio)	T	13°C
Coliformes Fecales en crudo	N0	2.00E+11 CF/100ml
Cte. Morbilidad Bacteriana	Kb1	0.80 1/día (20°C)
Cte. Decaimiento DBO	Kb2	0.25 1/día (20°C)
Acumulación de Lodos	AI	0.004 m3/hab.año
Periodo de Limpieza	PL	10 años
Número de Baterías	N	1 und

Fuente: Elaboración propia del tesista

Figura 17: Cálculo de laguna de maduración

DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULA	DATOS
Aporte de Carga Orgánica Total	C _t	$C_t = \frac{Pf \times CDBO}{1000}$	564 kg DBO5/día
Carga Superficial de Diseño	C _s	$C_s = 250 \times 1.05^{T-20}$	177.67 kg DBO5/Ha.día
Área Superficial Requerida (L. Prim)	A _T	$A_T = \frac{C_t}{C_s}$	3.17 Ha
Área Unitaria	A _U	$A_u = \frac{A_T}{N}$	3.17 Ha
Relación Largo / Ancho	R		2.00
Ancho Aproximado	W		126.00
Largo Aproximado	L		252.00
Volumen de Lodos	V _T	$V_T = PF \times PL \times A_l$	564 m ³
Volumen de Lodos Unitario	V _U	$V_u = \frac{V_T}{N}$	564 m ³
Caudal Afluente Unitario	Q _{AU}		1,691 m ³ /día
Cte. Morbilidad Bacteriana a Temp.	Kb ₁ '	$Kb_1' = Kb_1 \times 1.05^{T-20}$	0.57 1/día
Cte. Decaimiento DBO a Temp.	Kb ₂ '	$Kb_2' = Kb_2 \times 1.05^{T-20}$	0.18 1/día
DBO Efluente Trat. Secundario	L ₂		100.00 mg/l
Eficiencia Remoción DBO Trat. Primario			30.0000 %
Eficiencia Remoción DBO Trat. Secundario			57.1429 %

Fuente: Elaboración propia del tesista

Figura 18: Laguna de maduración

DESCRIPCION	UNIDAD	FORMULA	DATOS
Número de Baterías	N		1 und
Relación Largo / Ancho	R		2
Longitud	L_p	$L_p = \frac{W_p}{R}$	40.00 m
Ancho	W_p		20.00 m
Profundidad	Z_p		2.00 m
Carga Superficial Aplicada	C_s'	$C_s' = \frac{QAU \times 100 \times 0.001}{L_p \times \frac{W_p}{10000}}$	2,114.10 kg DBO5/Ha.día
Periodo de Retención	P_R	$P_R = L_p \times W_p \times \frac{Z_p}{QAU}$	0.95 días
Factor de Corrección Hidraulica	F_{CH}		0.80
Periodo de Retención Corregido	P_R'	$P_R' = P_R \times F_{CH}$	0.76 días
Número de Dispersión	d	$d = \frac{1.158 \times (P_R' \times (W_p + 2 \times Z_p))^{1.067} \times (W_p)^{1.511}}{((K_b Z' + 42.5)^{0.724}) \times (L_p \times Z_p)^{1.889}}$	0.04
Factor Adimensional (Coliformes)	a_1		1.03
Factor Adimensional (DBO)	a_2		1.01
Factor Intrínseca de Algas (FIA)	F_{IA}		1.20
Coliformes Fecales en Efluente	N_2		5.71E+01
Eficiencia Parcial de Remoción C.F.			100 %
DBO Efluente	L_2	$L_2 = \frac{57 \times 4 \times a_2 \times EXP\left(\frac{1-a_2}{2 \times a_1}\right)}{(1+a_2)^2 \times F_{IA}} + 57$	118.26 mg/l
Eficiencia Parcial de Remoción DBO			47.5 %

Fuente: Elaboración propia del tesista

V. DISCUSIÓN

Se observa que la PTAR existente en la localidad de Santa Rita, no tiene tratamiento preliminar, el mismo que sirve para la retención de todo material inorgánico (bolsas, papeles, y otros), así como las arenas que están presentes siempre en el agua residual.

Actualmente la única estructura que tiene la planta de tratamiento es el tanque imhoff como tratamiento primario con 02 unidades, no cuenta con tratamiento secundario ni preliminar.

Aunque esta tecnología viene ser fácil de utilizar y mantener, el gobierno del distrito presta menos atención a la limpieza y los mantenimientos del componente de las plantas de tratamientos del agua residual que causan fallas en el procesamiento, provocando contaminación en los medios ambientes.

El agua residual generadas a nivel de ciudad deben tratarse adecuadamente antes de su reutilización o tratamiento final para proteger el medio ambiente y la salud de la población. En este sentido, el objetivo es posibilitar los tratamientos de agua contaminada, minimizan los usos del recurso disponible y brindar la mejor combinación de opciones de ingeniería con el máximo beneficio ambiental y mínimos costos económicos. Por lo tanto, se sugiere seguir con los procesos mencionados a continuación:

Tratamiento preliminar o pretratamiento, a través de Cámaras de la reja, Desarenadores y Medidores Parshall

Tratamientos primarios, Tanques Imhoff

Tratamientos secundarios, Filtros Percoladores y Laguna de maduración (como una unidad de sedimentación).

Tratamientos del Lodo, mediante Lecho de Secados.

Para los diseños de las plantas de tratamientos del agua residual para las localidades de Santa Rita en la que cuenta con normas técnicas Os 090 que se refiere a la planta de tratamientos del agua residual, de reglamentos nacionales de la edificación que establecen que la comunidad sin los sistemas de alcantarillados o el agua puesto que se deben de calcular con las partes del aporte per capita en el agua residual como se indica en la tabla. **(Ver tabla N°15)**

Como tratamiento secundario se está considerando el filtro percolador, siendo su principal función la de reducción de las cargas orgánicas presentes en el agua residual; consiste en unos soportes permeables no sumergidos, que pueden ser de materiales granulares o sintéticos, como es el plástico. Las aguas residuales van a fluir a través de soporte también conocido como camas, adhiriéndose a sus biomazas sobre los lechos de sistemas.

Los microorganismos se propagan a partir de la materia orgánica y se retienen en el lecho, creando una película más grande que se puede eliminar más adelante en el proceso de limpieza. La base del tratamiento secundario está compuesta por procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, produciendo resultados efectivos con la eliminación del 50-95% de la DBO producida por los microorganismos.

Los rellenos para el material muy importante en las tecnologías tecnología, porque es donde crecen las biopelículas y los microorganismos.

El material que se emplearan como los apoyos en el filtro percolador: son una piedra entre los 50 y 100 mm, comúnmente se emplea grava silícea de 50 mm.

El filtro percolador será de material plástico con módulo estructurado ordenados para la formación del lecho; son ligeros ya que permiten las construcciones del filtro de mayores alturas, también de que sus índices de huecos son mayores minimizando en el riesgo de colmataciones y favoreciendo a las transferencias del oxígeno.

Se ha optado por su alta eficiencia un medio filtrante de bloques de plástico de 0.60x0.60x1.20m. de flujo cruzado.

VI. CONCLUSIONES

- Se evaluó la PTAR existente de la localidad de Santa Rita, la misma se encuentra incompleta, toda vez que cuenta solo con un tratamiento que es el primario; el cual consta de 02 tanques imhoff y 01 lecho de secado, las cuales si bien se encuentran en buen estado no permiten que el efluente que sale sea de buena calidad, más aún que en el proceso de tratar las aguas emiten olores desagradables **(Ver resultado N°1)**.
- De la revisión a la normativa existente, vigente y aplicable al tratamientos del agua residual y teniendo en cuenta la PTAR existente en la localidad de Santa Rita (nivel definitivo - tratamiento primario), se advierte que la misma inobserva la disposición específica 5 que las normas OS.090 de los Reglamentos Nacionales de Edificación, dado que la mencionada PTAR no cuenta con el tratamiento preliminar y secundario, siendo por ello que no permite que el efluente sea de buena calidad, con lo que también inobserva la disposición general 4.1.1 de la citada norma, que establece: *“El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es mejorar su calidad para cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor o las normas de reutilización”*.

En la misma línea, la PTAR existente en la localidad de Santa Rita (nivel definitivo - tratamiento primario), no cumple con los límites máximos permisibles para los Decretos Supremos n. °003-2010-MINAM. De igual forma, no está apta para cumplir con las categorías señaladas en el D.S N°004-2017-MINAM Estándares de calidad ambiental (ECA). **(Ver resultado N°2)**.

- En las determinaciones del parámetro de diseños previamente se logró evaluar unas áreas de influencias de los proyectos , la población actual y futura tomando en cuenta la dotación así como los factores de consumo de los cuales se obtiene la demanda de agua a su vez está afectada por el coeficiente de retorno nos da como resultado la demanda de alcantarillado, con los cuales se hace el diseño correspondiente considerando que el periodo de diseño es para 20 años; con lo estudiado se ha realizado los resultado que se diseñan de las planta es nivel definitivo será optimo y eficiente para que el agua residual permita alcanzarse las calidades requeridas para sus reúsos.

En relación a los criterios de selección se evaluó la planta existente y su funcionamiento, así como también las calidades de afluentes y efluentes para su determinación la tecnología ms apropiada para los tratamientos de aguas residuales, considerando el parámetro convencional del proceso mejor empleado, proponiendo para el proyecto complementar el sistema de tratamiento preliminar, tratamiento secundario. **(Ver resultado N°3)**

- Se logro proponer unos diseños de las Plantas de Tratamientos del agua residual complementando los procesos con las finalidades de depurar el agua residual para lograr alcanzar una calidad específica para las disposiciones finales en sus aprovechamientos para el reúso. En tal sentido y estando de acuerdo con los criterios mencionados anteriormente, la tecnología propuesta para la PTAR de Santa Rita es: El tratamiento Preliminar con Cámaras de Reja, Desarenado y medidores Parshall, El sistema de Tratamiento Primario con Reactores Anaerobios compuesto por 02 tanques Imhoff (una unidad existente) y otra como unidad nueva a construirse y el Tratamiento Secundario conformado por 02 unidades de Filtros Biológicos (Filtros Percoladores), y de una Laguna de maduración para la eliminación de la carga bacteriana.

Al considerar los usos del agua residual purificadas de las plantas de tratamientos para regar los terrenos de cultivo de tunas de cochinillas, árboles grandes y la replantación en lugares áridos, por lo tanto se deben tener en cuenta las consideraciones reglamentarias que indica la Leyes de Recurso Hídrico, dado en el (artículo 150. Criterio para la evaluación de las calidades de aguas recicladas). **(Ver resultado N°4)**

- Como conclusión del objetivo general se propuso diseñar unas plantas en los procesos de tratamientos preliminares primarios (existente) y secundario; en este último se está considerando 02 unidades del filtro percolador cuyo deposito es de PRFV, de forma rectangular, hidráulicamente es de flujo descendente. La entrada de agua del tanque Imhoff corre desde arriba a través de una tubería instalada, desde la cual otras tuberías son horizontales en proporción al agujero de abajo para rociar agua sobre la superficie formada por los bloques plásticos. Medios filtrantes del filtro del tanque. No precisa las recirculaciones en la condición normal de los funcionamientos, es decir sin

punta de carga con un objetivo de rendimientos del 90%. Puesto que se mantienen unas cargas hidráulicas constantes.

También se está considerando que el medio filtrante sea a base de bloques de plástico moldeado que tienen apariencia de colmena de 0.60x0.60x1.20 m. es de flujo cruzado, su proporción de huecos es más alta, minimiza el riesgo de obstrucciones, promoviendo el transporte de oxígeno, también es más liviana sus pesos específico es entre 10 a 30 veces menor que la piedra lo que hace posible que se pueda construir a mayor altura.

Los sistemas de drenajes inferiores y de soportes consisten en unos sistemas de apoyos y vigueta o unas parrillas prefabricada de PRFV que descansan, el medio filtrante se dispone encima de las vigas sobre unos soportes, en la parte inferior se tiene una solera con pendiente y se ha diseñado un canal para para la recolección del agua filtrada.

Para que pueda suceder la ventilación se está diseñando unos fondos con ventana en las partes inferiores de los reactores para proporcionar suficiente oxígeno para que la ventilación genere la conversión de materias orgánicas, siendo esta ventilación natural.

Como proceso final para que el efluente cumpla con los límites permisibles se ha diseñado una laguna de maduración que tendrá la función de depósito de sedimentación para la producción de un efluente clarificado, Están constituidos por excavaciones poco profundas cercadas por taludes de tierra, de forma rectangular revestidas con geo membranas y con estructuras de entrada y salida de concreto.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la municipalidad distrital, tener una evaluación constante de la planta de tratamiento existente, realizando capacitaciones constantes a toda la población beneficiaria para poder evitar la descarga de desechos sólidos como: pañales, muñecos, cucharas, plásticos y otros materiales que puedan interferir con el normal funcionamiento del sistema de tratamientos del agua residual.
- Es recomendable tener en cuenta la normatividad para el proceso de depuración del agua residual, así como también para los diseños de las unidades de tratamiento que falta complementar.
También se debe de considerar las normas que regulan los vertimientos y el reúso sobre el agua residual tratada.
- Se recomienda realizar el control de la calidad del efluente parámetro físicos – químico y microbiológico antes del vertimiento aguas debajo de la planta y así evitar las contaminaciones de los medios ambientes.
- Se recomienda contar con personal técnico operario especializado, con experiencia en operación y mantenimiento de las plantas de tratamientos de aguas residuales de las localidades de Santa Rita, siendo la labor más importante verificar el proceso del tratamiento preliminar, primario y secundario. En este último contar con el personal capacitado para el mantenimiento adecuado de las 02 unidades de filtro percolador con medio filtrante de bloques de plástico, para garantizar una operación continúa verificando la calidad del efluente.
- Como una recomendación general, se sugiere que las autoridades de la Municipalidad en los conjuntos con las poblaciones reforesten en el área donde estarán ubicadas las PTAR después se construida, puesto que los árboles cumpla las funciones de corta el viento u oxigenación del área, en conclusión que logren evitar la propagación de olores fétidos en hogares y en las zonas de cultivo a la Planta.

REFERENCIAS

Sánchez & Montes, “*Las aguas residuales en Perú, realidad al 2017*” [Fecha consultada: 27 de Octubre de 2020] Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion>

Farias de Márquez, “*Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Modulo 1)*” [Fecha consultada: 01 de noviembre de 2020] Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo>

Centeno Moran, E, y Murillo Marin, A. “*Tipología de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales ordinarias instaladas en Costa Rica*” [Fecha consultada: 11 de Enero de 2021] Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962019000200097&lang=es

Belzona Inc . “*Tratamiento de aguas residuales*” [Fecha consultada: 11 de Enero de 2021] https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf

OEFA, “*Fiscalización ambiental en aguas residuales*” [Fecha consultada: 17 de Enero de 2021] https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

Gonzales, M y Gonzales C. “*Comparación de nuevas tecnologías que se están implementando en la ptar de Rio de Janeiro (Brasil) y Paz de Ariporo (Casanare- Colombia) (Tesis de pregrado), 2017* [Fecha consultada: 17 de Enero de 2021] https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15219/2/Rio-de-Janeiro_Paz-de-Ariporo.pdf

Silva Rosario. Validez y confiabilidad del estudio socioeconómico. [en línea] Formación gráfica, S.A. 2006. [Fecha consultada: 15 de Noviembre 2019] <https://books.google.com.pe/books?id=q0EzLNie4kYC&pg=PA138&dq=sampieri+validez+y+confiabilidad+investigacion+cientifica+definicion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQjuiS-PiAhXLpFkKHeFdDkUQ6AEILDAB#v=onepage&q&f=false>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento D.S. Nº 003: Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales 2010 [Fecha consultada: 20 de Enero de 2021].

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento D.S Nº 021: Se aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado. 2009 [Fecha consultada: 20 de Enero de 2021].

Fiscalización ambiental en aguas residuales, OEFA, 2014 (FOTOGRAFÍA) [Fecha consultada: 19 de Enero de 2021]. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

Lesikar, B., y Enciso, J. “Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras” [Fecha consultada: 23 de Enero de 2021] <https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2019/03/EL5345S-filtro-percolador.pdf>
<http://straplas.com.ar/straplas/prfv/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, “Censos Nacionales 2007” [Fecha consultada: 23 de Enero de 2021] <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática, “Censos Nacionales 2017” [Fecha consultada: 23 de Enero de 2021] <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>

Reglamento Nacional de Edificaciones, OS 100 Fecha consultada: 26 de Enero de 2021] <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Habilitaciones%20Urbanas/26%20OS.100%20CONSIDERACIONES%20BASICAS%20DE%20DISE%C3%91O%20%20DE%20INFRAESTRUCTURA.pdf>

Condori J, y Asqui C.” Mejoramiento de servicios de agua y Saneamiento en la comunidad de Kunurana del Distrito de Santa Rosa – Melgar – Puno” (Tesis de pregrado),2018, [Fecha consultada: 26 de Enero de 2021] http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8391/Condori_Cutipa_Juan_Ramon_Asqui_Castellanos_Cristian_Harold.pdf?sequence=1&isAllowed=y

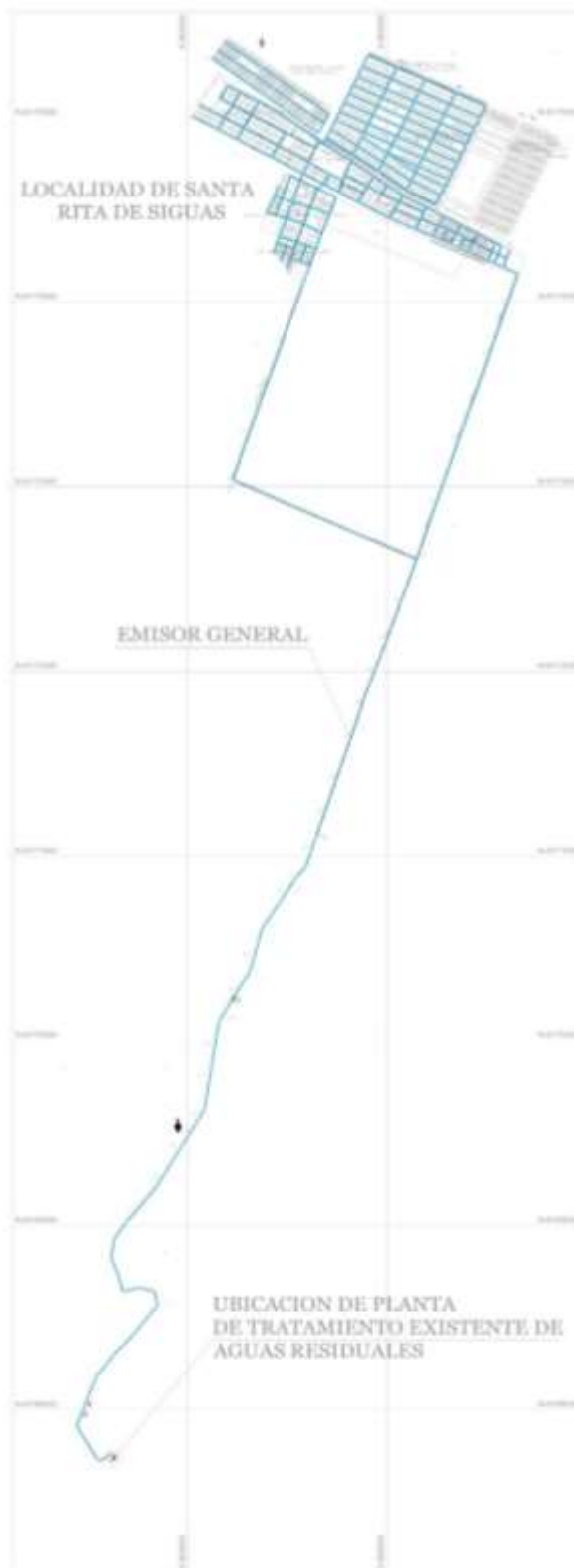
Aguero Pittman, R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. Lima, Perú: asociación servicios educativos rurales (SER). [Fecha consultada: 25 de Enero de 2021]

LKS (2017) “Parámetros de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales” [Fecha consultada: 27 de Enero de 2021] <https://www.sedapar.com.pe/wp-content/uploads/2018/02/Parametros-de-dise%C3%B1o-AR.pdf>

Organización Mundial de la Salud “Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura” [Fecha consultada: 28 de Enero de 2021] <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39333>

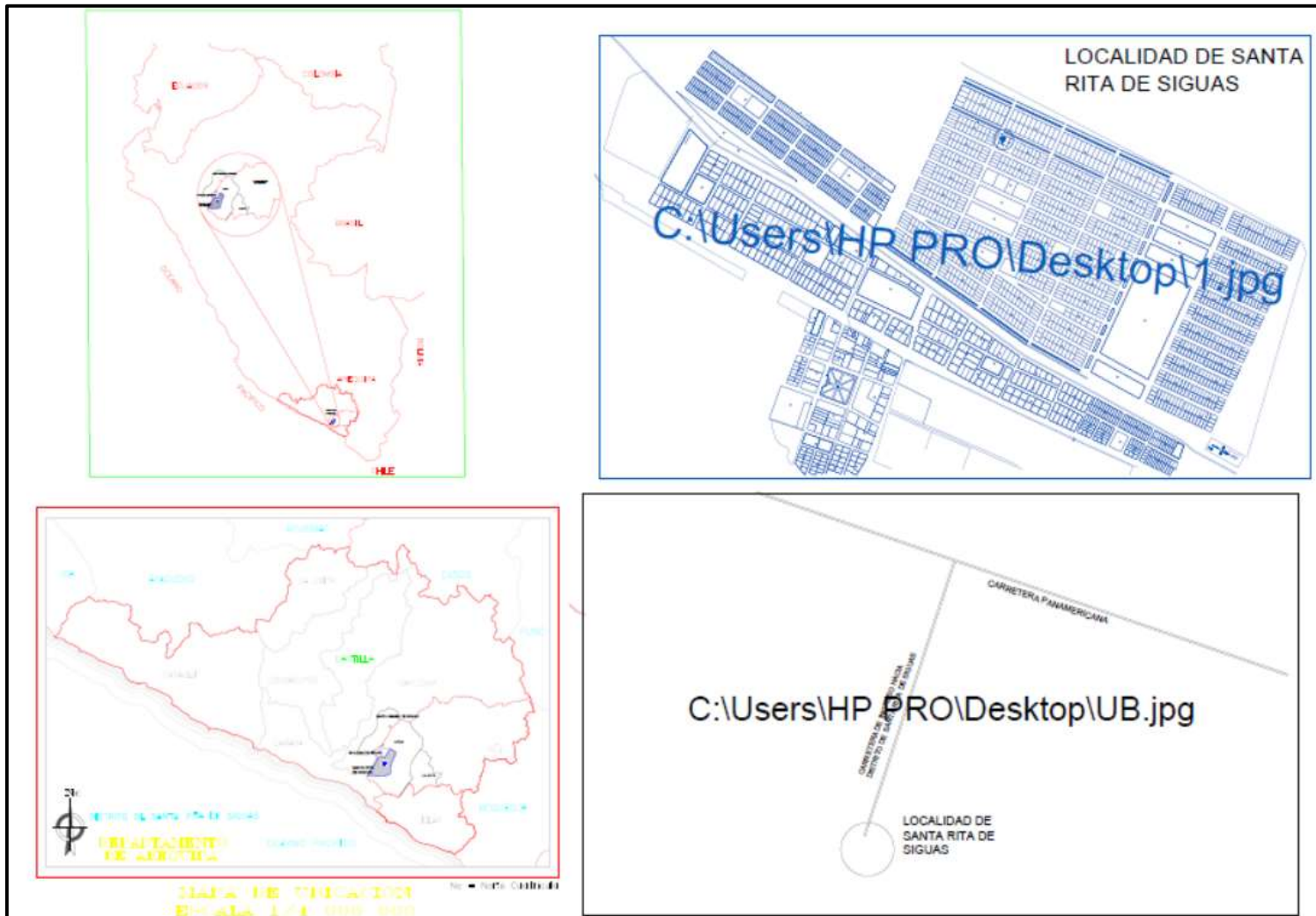
ANEXOS

ANEXO 0 : PLANO DEL EMISOR



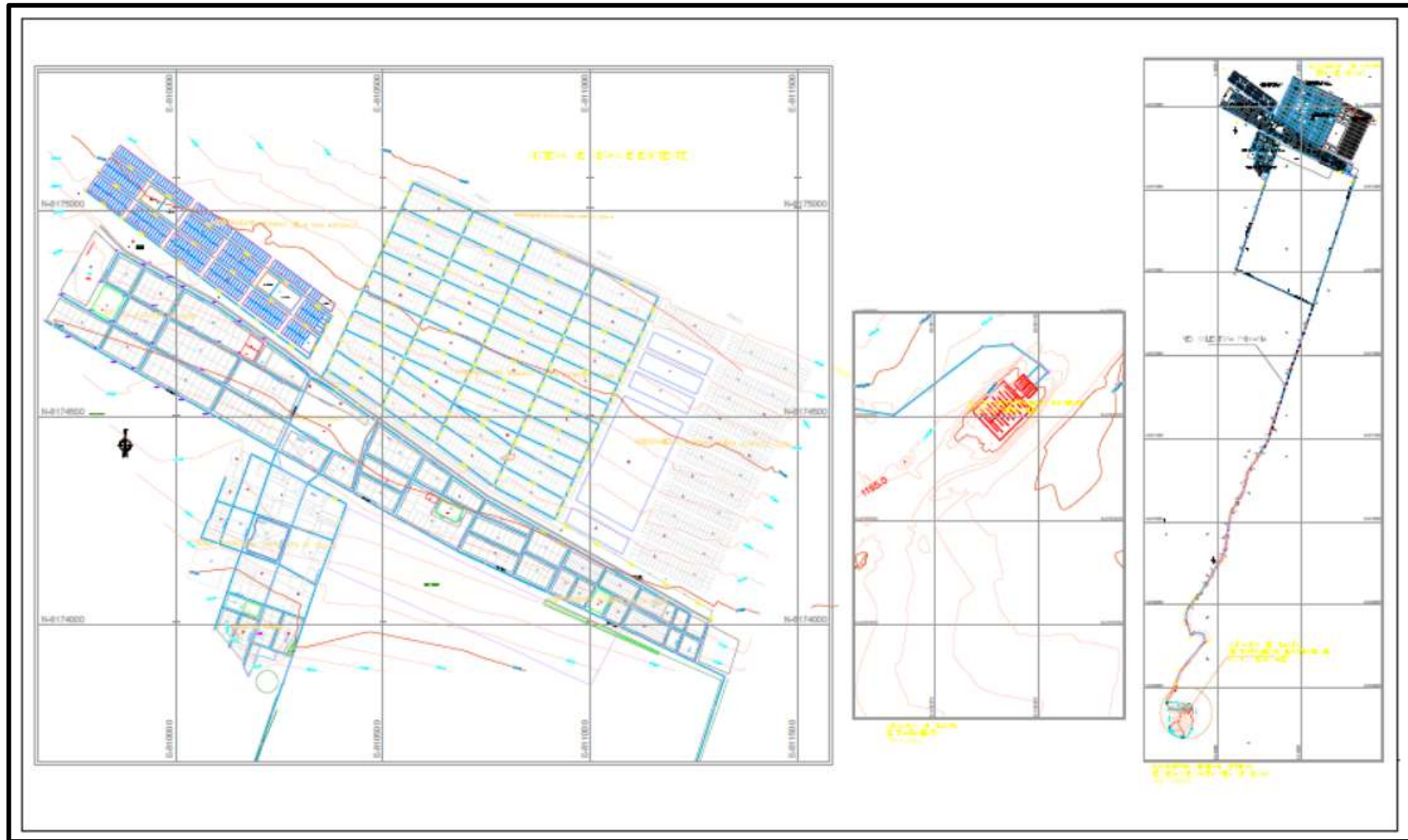
ANEXO1 :

PLANO DE UBICACIÓN DE LA PTAR



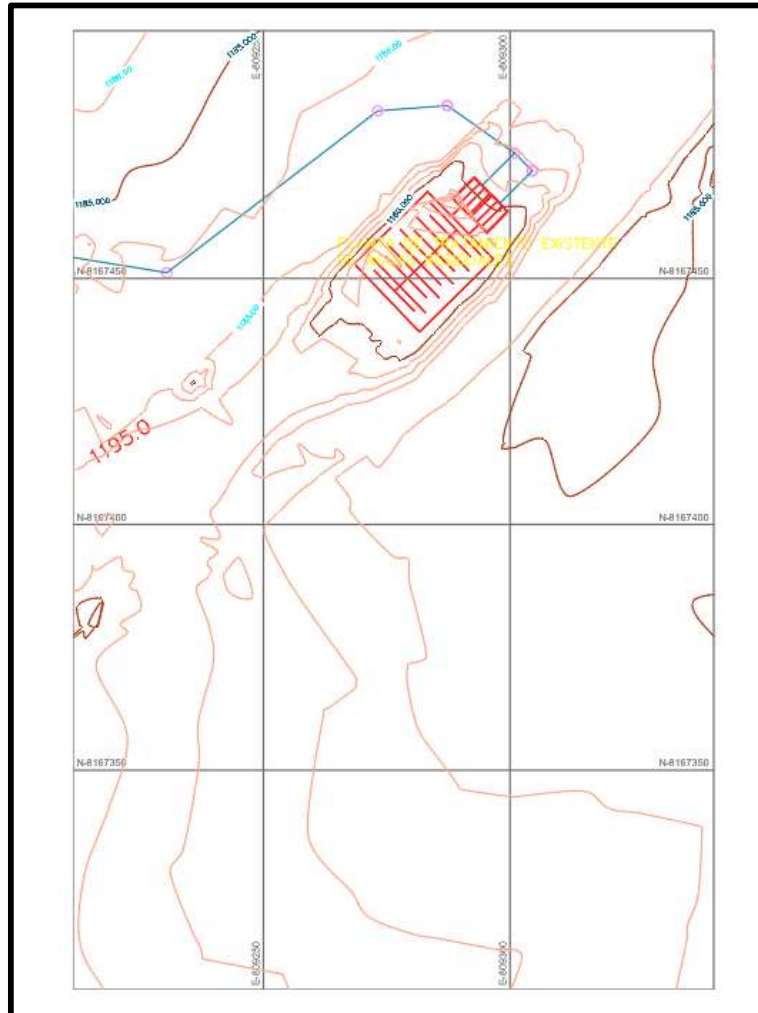
ANEXO 2:

PLANIMETRÍA DEL SISTEMA DE DESAGUE EXISTENTE



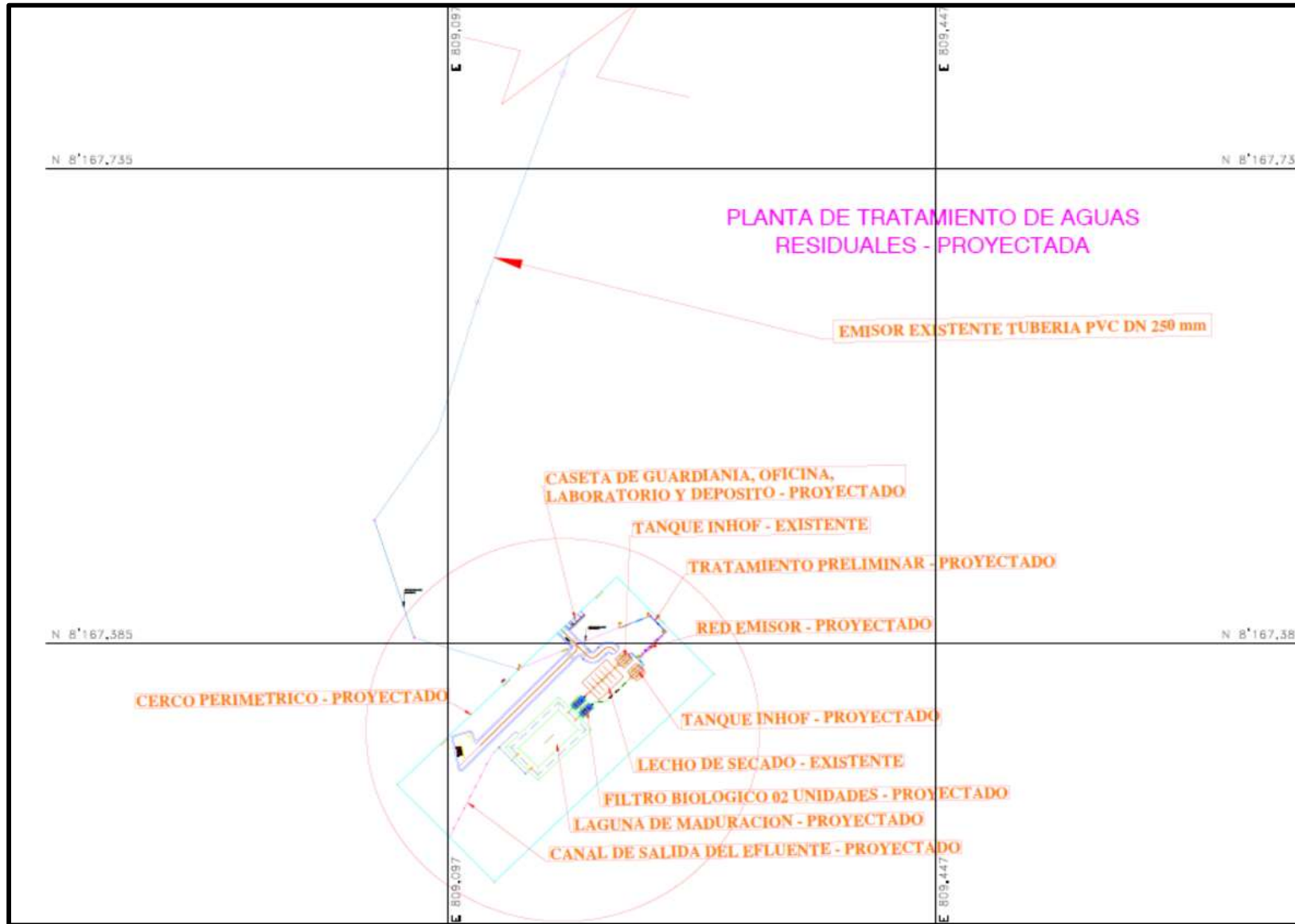
ANEXO 3:

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – EXISTENTE



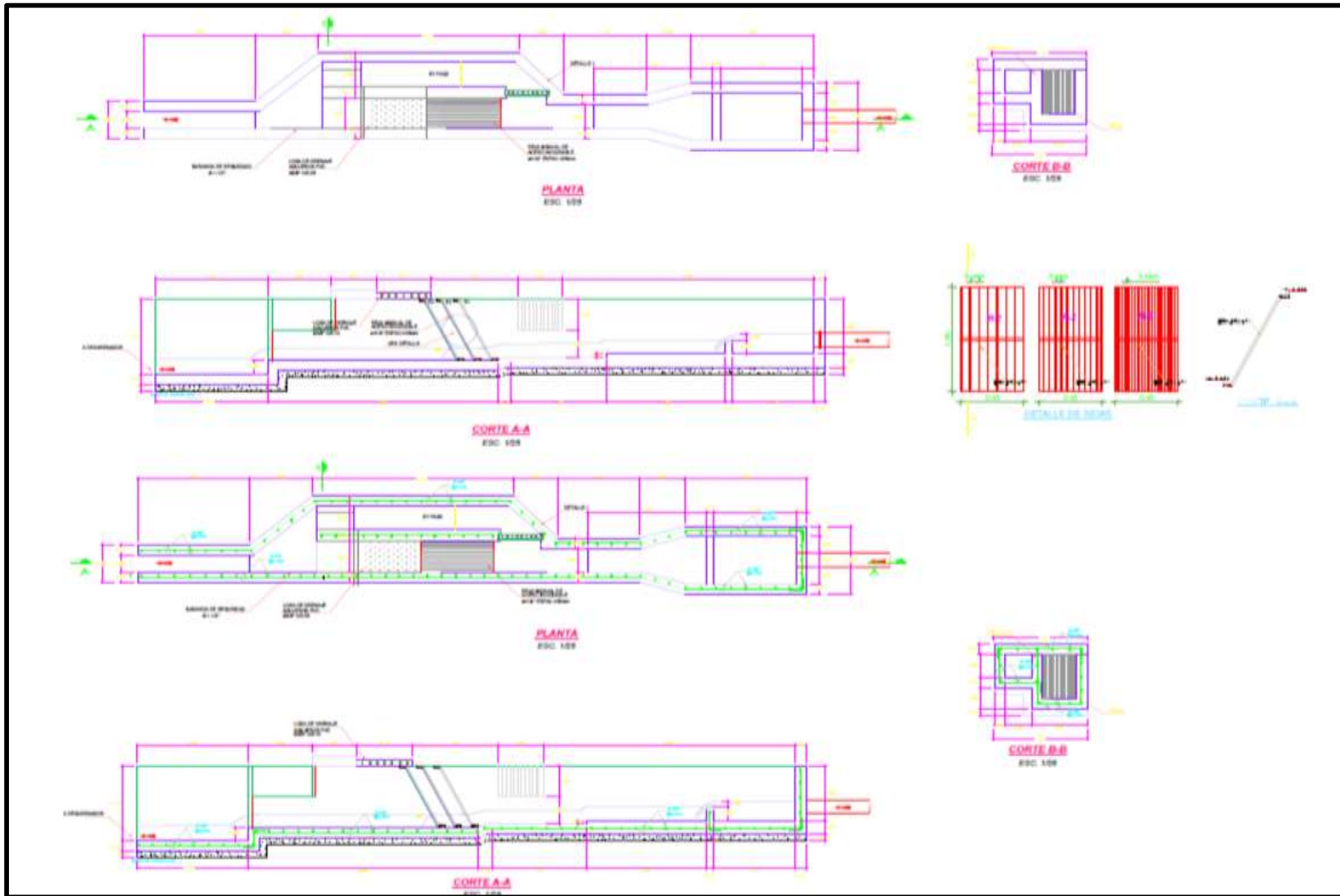
ANEXO 4:

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – PROYECTADA



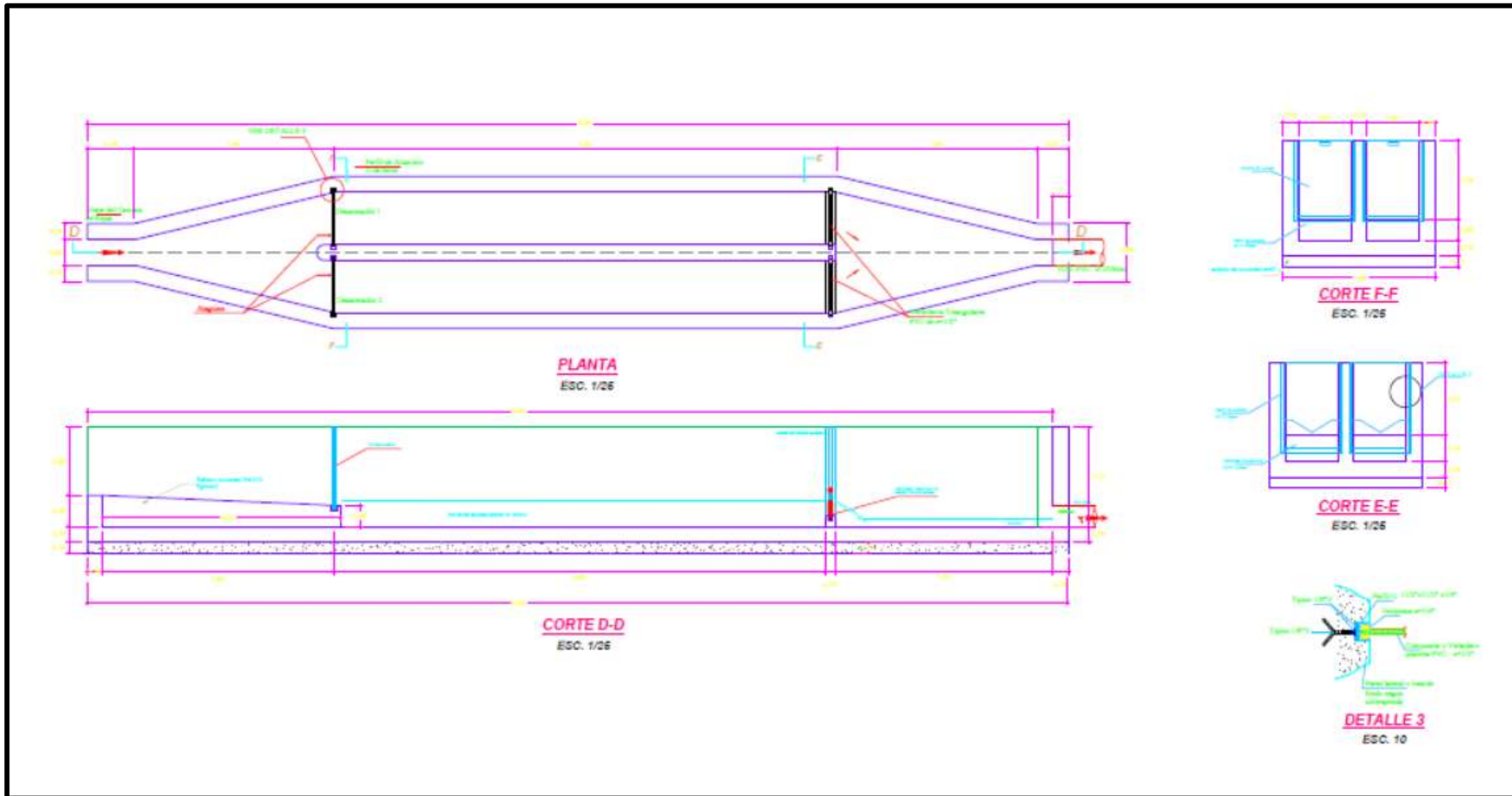
ANEXO 5:

CÁMARA DE REJAS



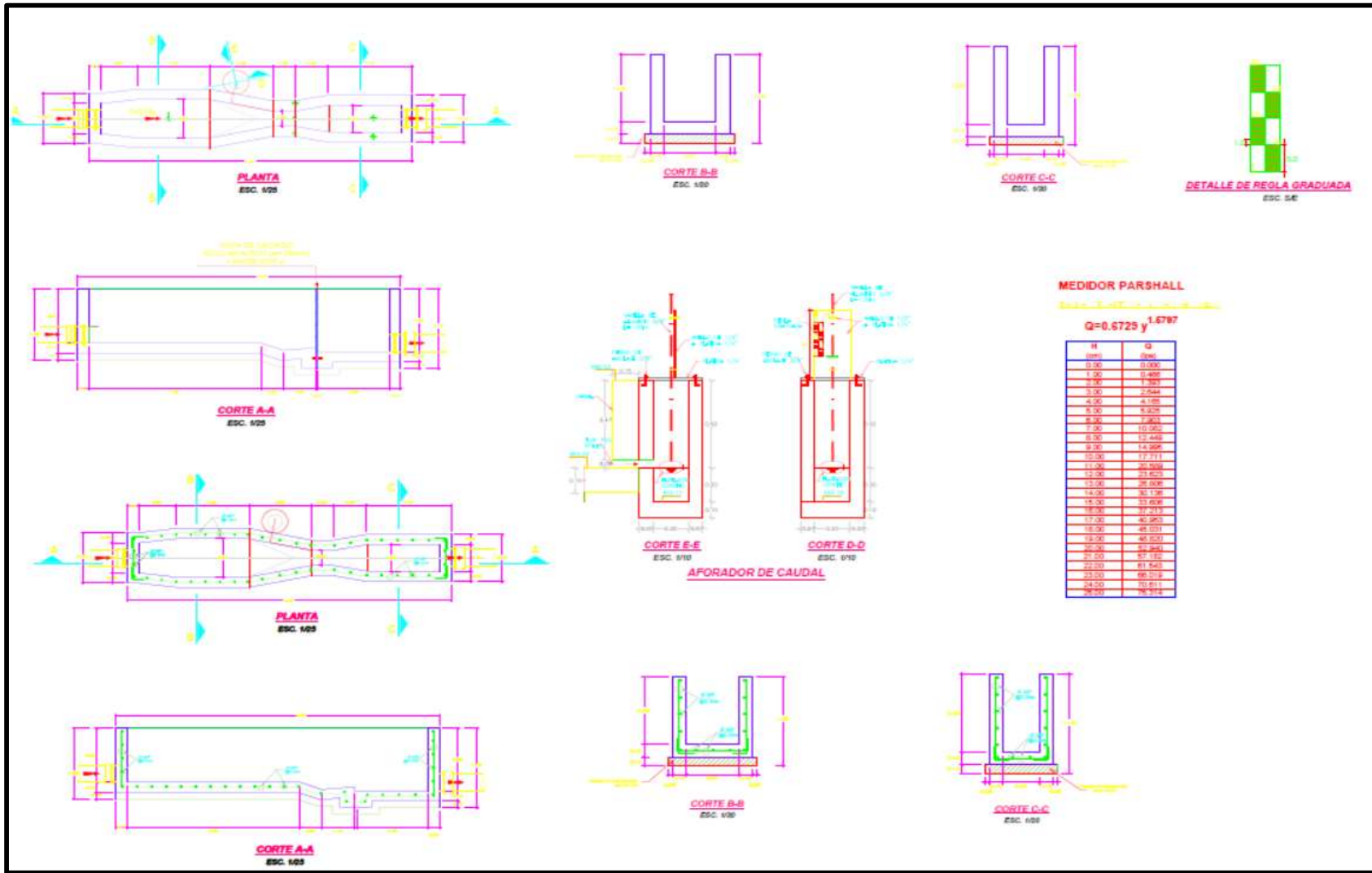
ANEXO 6:

DESARENADOR



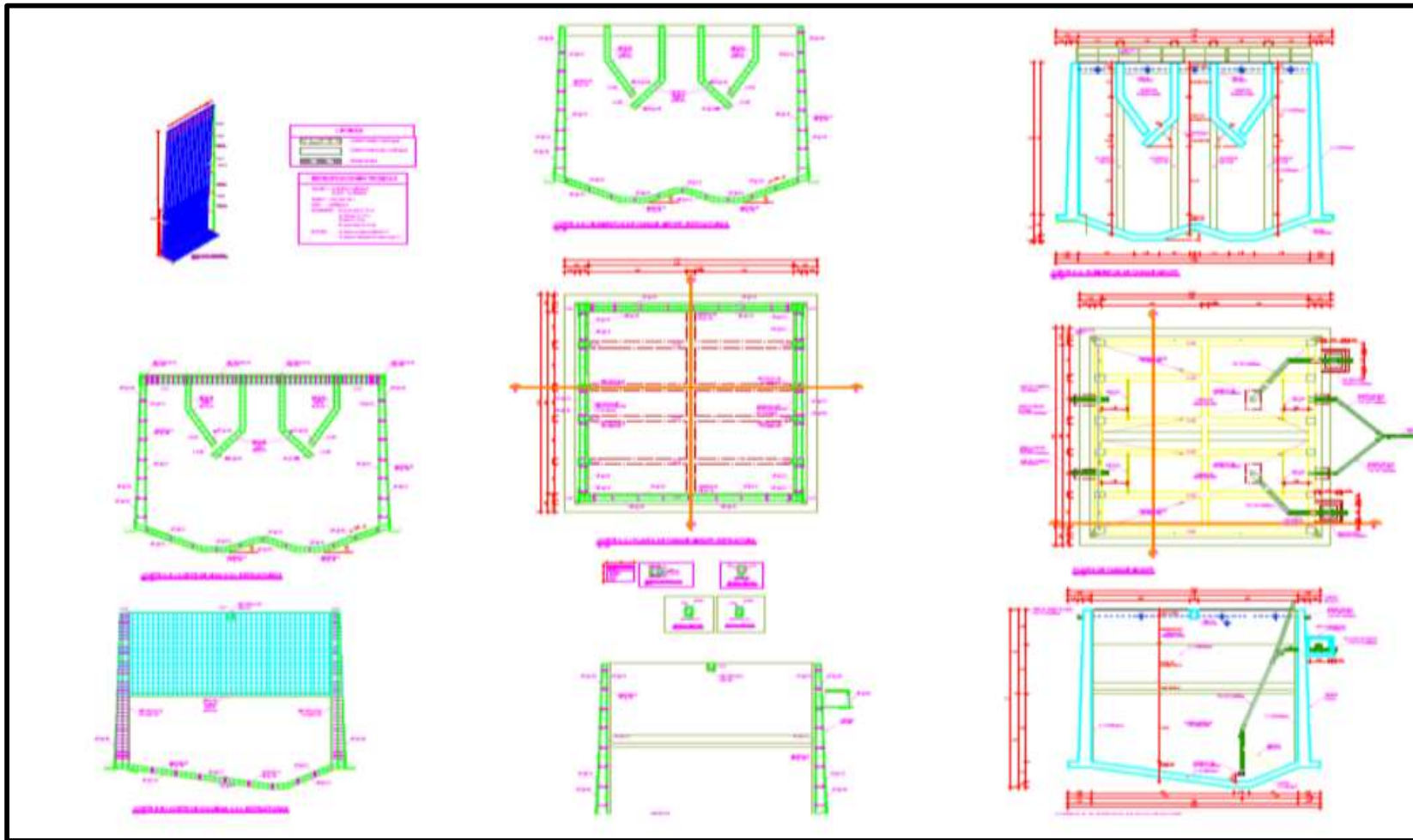
ANEXO 7:

CANAL DE PARSHALL



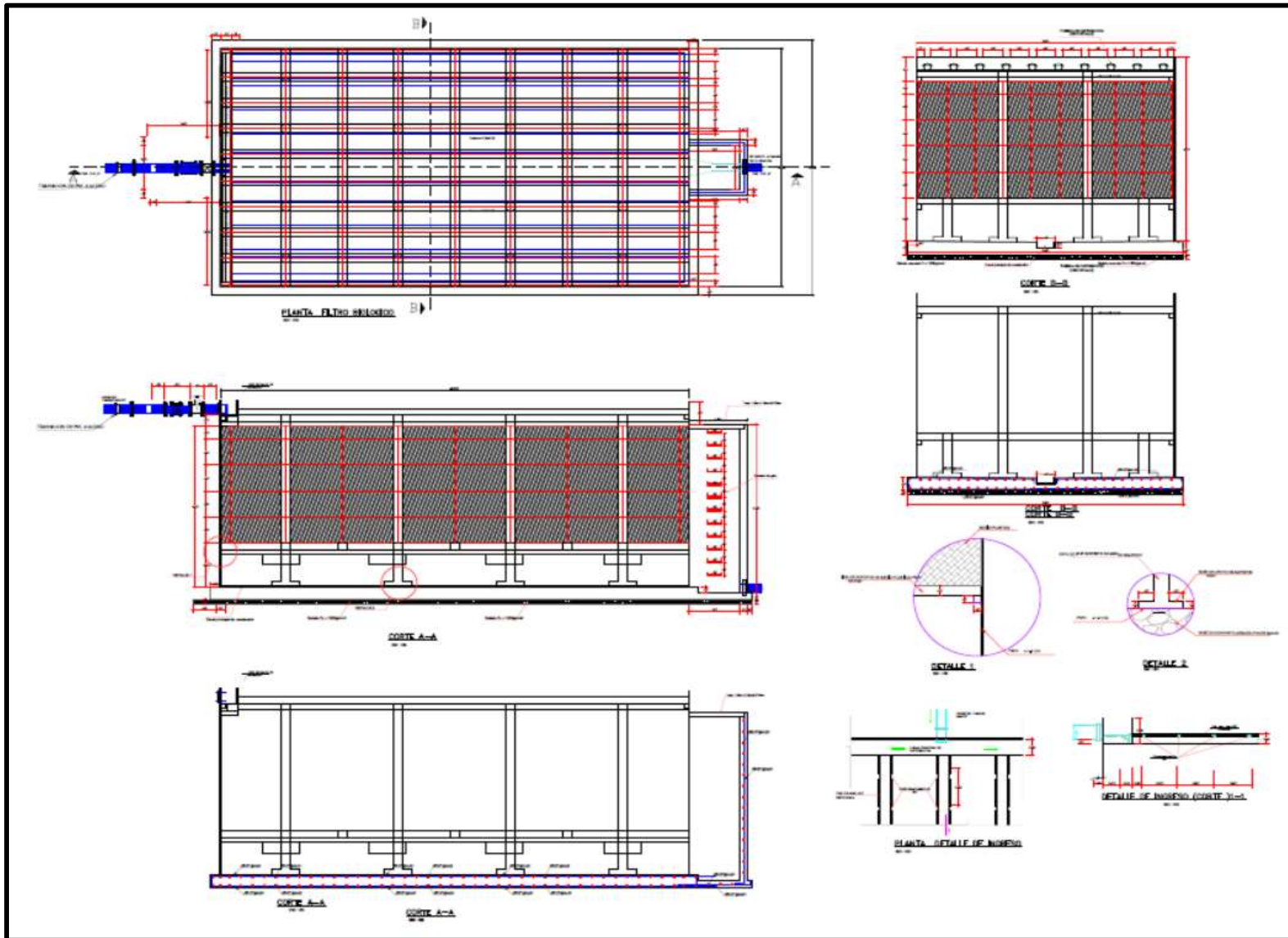
ANEXO 8:

TANQUE IMHOFF



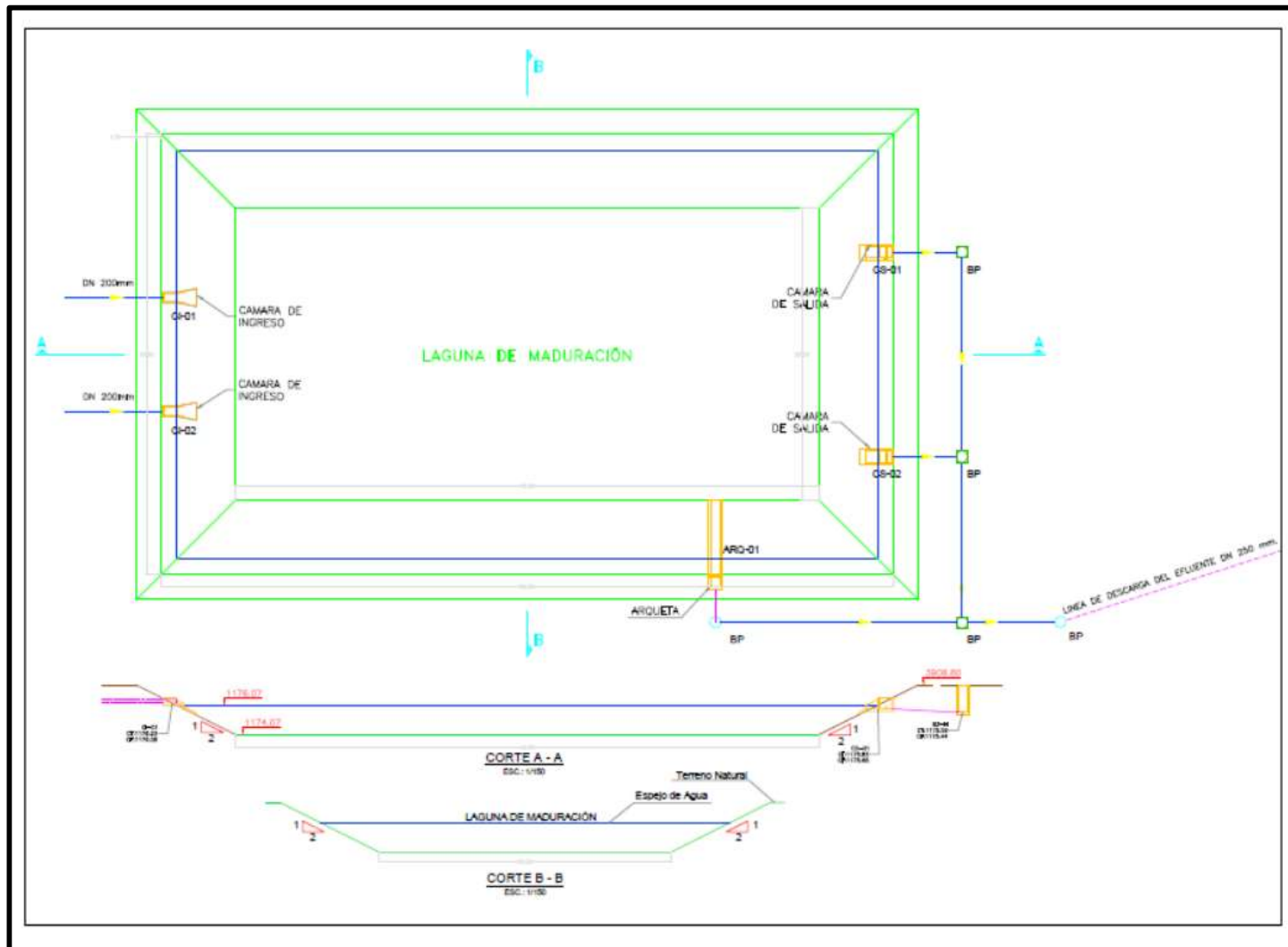
ANEXO 9:

FILTRO BIOLÓGICO



ANEXO 10:

LAGUNA DE MADURACIÓN



TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES
Propuesta de diseño de una PTAR incorporando filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico en Santa Rita, Arequipa-Arequipa.	<p>Problema general:</p> <p>¿Será eficiente en el tratamiento para fines de rehusó el diseño propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante la incorporación de un filtro percolador de PRFV y un medio filtrante de plástico en Santa Rita?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Proponer el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales, incorporando un filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico en Santa Rita, para mejorar el proceso del tratamiento y su reutilización.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La planta de tratamiento de aguas residuales de Santa Rita, incorporando tratamientos secundarios y terciarios es eficiente y cumple con las normas y regulaciones establecidas en los órganos competentes.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales</p>
	<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué se manera se diagnostica el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales? • ¿Los sistemas de tratamiento de aguas residuales cumplen con lo establecido en el marco legal? • ¿Qué consideraciones técnicas y criterios de selección se tiene que tener en cuenta para diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales? • ¿Cuál sería la 	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales existente • Analizar el marco legal establecido por el ANA, SUNASS y RNE para el tratamiento de aguas residuales. • Determinar las consideraciones técnicas y criterios de selección para diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales. • Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales que considere el tratamiento preliminar, 		<p>Diseño de investigación:</p> <p>NO Experimental</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Filtro percolador de PRFV y medio filtrante de plástico</p>

	<p>solución para la reutilización de las aguas residuales con fines de riego?</p>	<p>primario y secundario, para la reutilización del efluente con fines de riego.</p>			
--	---	--	--	--	--

PANEL FOTOGRÁFICO



Vista panorámica de la planta de tratamiento (tratamiento primario)



Vista de la planta de tratamiento



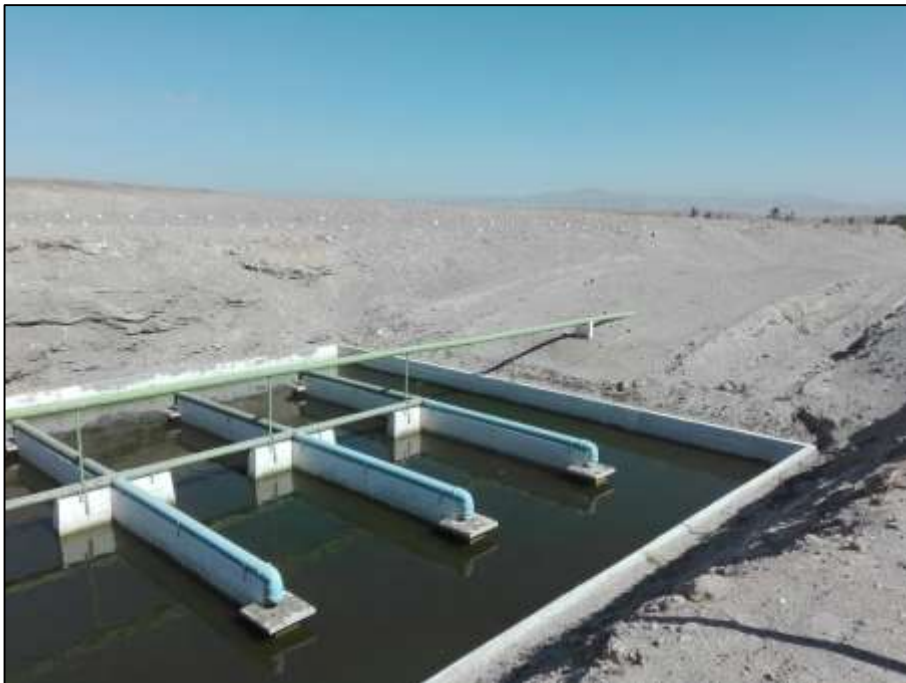
Tanque IM-HOFF (02 unidades)



Caja de ingreso al Tanque IMHOFF



Lecho de secado



Vista lateral del lecho de secado



Área donde si incorporará el tratamiento preliminar



Área donde si incorporará el tratamiento secundario

ENSAYO DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYOS N° 1613-2017 PÁGINA 01 DE 03

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL SANTA RITA DE SIGUAS
RUC : 20162338545
DIRECCIÓN : Cal .Augusto Gilard Nro. 326 - Santa Rita de Siguas - Arequipa - Arequipa

PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Liquido Turbio
CODIFICACIÓN / MARCA : No Especifica
PROCEDENCIA : Santa Rita de Siguas *(Declarado por el Cliente)*
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3500 mililitros aproximadamente (MB: 1500 mililitros aproximadamente, FQ: 2000 mililitros aproximadamente)

PRESENTACION, ESTADO Y CONDICIÓN : En frascos de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 6.5 °C
FECHA DE PRODUCCIÓN : No Especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No Especificada
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : Responsabilidad del Cliente
REGISTRO DE MUESTREO N° : No Aplicable
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 07/04/2017 12:30 hrs
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestra recibida en el Laboratorio *(Envases proporcionados)*
PERIODO DE CUSTODIA : No Aplicable
FECHA DE RECEPCIÓN : 07 de Abril del 2017

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada.
- No deben inferirse a la Muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1613-2017
PÁGINA 02 DE 03

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	UNIDADES
Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	22 x 10 ¹⁰	NMP/100mL

ABREVIATURAS:

- NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros de muestra

OBSERVACIONES:

- El cliente autoriza el ingreso de la muestra con el conocimiento y aceptación sobre sus limitaciones de acuerdo a las recomendaciones del Laboratorio.
- Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes o fecales: T° <8 °C después de la toma de muestra max. 06 horas, muestra con T>8 °C de tiempo de vida útil.

MÉTODOS UTILIZADOS:

- Numeración de Coliformes : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. Pag 9 a 10. 22nd Ed. 2012.

FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 07-14 / 04 / 2017

RESULTADOS DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO

DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	UNIDADES
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	233	mg/L

ABREVIATURAS:

- mg/L : miligramos por litro de muestra

OBSERVACIONES

- Ninguna

MÉTODOS UTILIZADOS:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5000. 5210-B Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 day BOD Test. Pag.5-2 a 5-7. 22nd Ed. 2012.

FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 07-14 / 04 / 2017

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	UNIDADES
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	374	mg/L
Aceites y Grasas	2.1	mg/L
Sólidos Suspendedos Totales	76	mg/L

ABREVIATURAS:

- mg/L : Miligramos por litro de muestra

OBSERVACIONES

- Ninguna.

MÉTODOS UTILIZADOS:

- Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5220 D Chemical Oxygen Demand (COD).Closed Reflux, Colorimetric Method. Pag. 5-8. 22nd Ed. 2012
- Aceites y Grasas : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5000 Method 5520 B Oil and Grease.Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method. Pag. 2-4. 22nd Ed. 2012
- Sólidos Suspendedos Totales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2540-D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. Pag. 4. 22nd Ed. 2012.

FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 07-17 / 04 / 2017

NOTAS IMPORTANTES

- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 21 / 04 / 2017



M. Valdivia

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

PRT-10-F-01-REP Versión: 05 A: (GG)