

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
PARA USO EN RIEGO – SAN JERÓNIMO, 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

ASESOR:

MG. RANDO PORRAS OLARTE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

TRANSPORTE Y URBANISMO

Huancayo – Perú

2024

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Decano

Mtra. Yina Milagro Ninahuanca Zavala

Jurado

Mtra. Lidia Benigna Larrazabal Sanchez

Jurado

Mtra. Anshie Josselyn Wismann Manrique

Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

Secretario Docente

DEDICATORIA

En primer lugar, lo dedico, a mi madre por todo el arduo trabajo que realizo criándome, así como el sacrificio que hizo para que yo pueda cumplir mis sueños. En segundo lugar, a mi padre el cual me brindó su apoyo económico y emocional para poder superarme cada día.

Bach. Quispe Ramos, Roger

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi escuela de formación académica de Ingeniería Civil perteneciente a la UPLA, siendo parte fundamental para mi formación profesional.

Bach. Quispe Ramos, Roger

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0116 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la TESIS; Titulado:

ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO – SAN JERÓNIMO, 2021

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : BACH. QUISPE RAMOS ROGER

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : ING. RANDO PORRAS OLARTE

Fue analizado con fecha **26/02/2024**; con **131 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **24 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 27 de febrero de 2024.



DR. HILARIO ROMERO GIRON
JEFE (e)

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Delimitación del problema de investigación	17
1.2.1. Espacial	17
1.2.2. Temporal	19
1.2.3. Económica	19
1.3. Formulación del problema.....	19
1.3.1. Problema general.....	19
1.3.2. Problemas específicos	19
1.4. Justificación de la investigación	19
1.4.1. Justificación práctica	19
1.4.2. Justificación científica.....	20
1.4.3. Justificación metodológica.....	20
1.5. Objetivos de la investigación.....	20
1.5.1. Objetivo general	20
1.5.2. Objetivos específicos.....	20
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes internacionales	23
2.2. Bases teóricas o científicas	27
2.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales	27
2.2.2. Aguas residuales.....	40

2.2.3. Riego	45
2.3. Marco conceptual.....	47
CAPÍTULO III.....	50
HIPÓTESIS.....	50
3.1. Hipótesis	50
3.1.1. Hipótesis general	50
3.1.2. Hipótesis específicas	50
3.2. Variables	50
3.2.1. Definición conceptual de las variables.....	50
3.2.2. Definición operacional de la variable.....	51
3.2.3. Operacionalización de variables.....	51
CAPÍTULO IV	53
METODOLOGÍA.....	53
4.1. Método de investigación.....	53
4.2. Tipo de investigación.....	53
4.3. Nivel de la investigación.....	54
4.4. Diseño de la investigación	54
4.5. Población y muestra.....	55
4.5.1. Población	55
4.5.2. Muestra.....	55
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos	59
4.7.1. Procesamiento de la información	59
4.7.2. Técnica y análisis de datos	65
4.8. Aspectos éticos de la investigación	66
CAPÍTULO V.....	67
RESULTADOS	67
5.1. Descripción del diseño tecnológico	67
5.2. Descripción de resultados	67
5.2.1. Objetivo Especifico 1 - Evaluación de las características físico químicas del PTAR para riego.....	67
5.2.2. Objetivo Especifico 2 – Evaluación de los coliformes en el efluente del PTAR para su uso en riego.....	69

5.2.3. Objetivo Especifico 3 - Identificación del valor del PH del agua de efluente empleado para el riego.	70
5.2.4. Diseño de biorreactor	71
5.2.5. Diseño de Membrana.....	72
5.2.6. Información a considerar para el diseño estructural.....	74
5.2.7. Diseño estructural.....	77
4.8. Contrastación de hipótesis	83
4.8.1. Hipótesis especifica 1	83
4.8.2. Hipótesis especifica 2	88
4.8.3. Hipótesis especifica 3	89
CAPÍTULO VI.....	92
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	92
6.1. Discusión de resultados con antecedentes	92
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	105
Anexo N°01: Matriz de consistencia.....	106
Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables.....	108
Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento	110
Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	112
Anexo N°05: Confiabilidad y validez del instrumento	117
Anexo N°06: La data del procesamiento de datos	121
Anexo N°07: Plano de ubicación.....	124
Anexo N°08: Fotografía de la aplicación del instrumento	126

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Proceso Aerobio vs Anaerobio	37
Tabla 2. Efectividad de reducción de elementos constituyentes.....	39
Tabla 3. Patógenos que se presentan en el agua residual.....	44
Tabla 4. Parámetros de evaluación de los efluentes de un PTAR	45
Tabla 5.Operacionalización de variables.	52
Tabla 6. Parámetros de validez	57
Tabla 7.Valoración de expertos.	58
Tabla 8. Rangos del Alfa de Cronbach	58
Tabla 9. Datos poblacionales	60
Tabla 10. Resultados de cálculo poblacional	61
Tabla 11. Datos relacionados a la población	63
Tabla 12. Resultados del análisis físico químicas del agua sin tratar	64
Tabla 13. Resultados de la evaluación química y física correspondiente al efluente del PTAR	68
Tabla 14. Evaluación microbiológica de del agua de efluente	69
Tabla 15. Datos resultantes del pH	70
Tabla 16. Q promedio	72
Tabla 17: Propiedades que presenta el concreto empleado	75

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura N° 1: Contaminación del río Misisipi a causa de las aguas residuales.....	16
Figura N° 2:Excavaciones en construcciones laguna de estabilización de la PTAR.....	16
Figura N° 3:Limpieza del PTAR de San Jerónimo.....	17
Figura N° 4:Mapa de la provincia de Huancayo.....	18
Figura N° 5: Esquema de localización del PTAR.....	18
Figura N° 6. Características geométricas del área con proyección a PTAR.....	18
Figura N° 7:Disposición del agua residual en un PTAR	27
Figura N° 8:Plantas de tratamiento de aguas residuales.	28
Figura N° 9:Optimización de plantas de aguas residuales.....	29
Figura N° 10:Optimización de plantas de aguas residuales.....	30
Figura N° 11:Equipos y sistemas de tamizado, cribado y rejillas.....	31
Figura N° 12:Tipos de desarenadores que existen.....	32
Figura N° 13:Tratamiento primario.	33
Figura N° 14:Sedimentación.....	34
Figura N° 15:Mecanismo de flotación espumante convencional.	35
Figura N° 16:Coagulación -Floculación.....	35
Figura N° 17:Coagulación-Floculación.....	36
Figura N° 18:Tratamiento terciario de desinfección de aguas residuales.....	38
Figura N° 19:Características de aguas residuales.....	40
Figura N° 20:Tipos de Aguas Residuales, ¿cuántos existen y qué contienen.	43
Figura N° 21:Tipos Principios de diseño de un sistema de riego.....	47
Figura N° 22:Ficha de recopilación de datos de análisis de cantidad de efluente.....	56
Figura N° 23: Ficha de recopilación de datos de análisis de agua residual.....	57
Figura N° 24: Fórmula de Alfa de Cronbach.....	59
Figura N° 25: Comportamiento de las características del agua residual con respecto a los parámetros de acuerdo a la normativa	69
Figura N° 26. Evaluación de coliformes en el efluente	70
Figura N° 27. Evaluación del PH del efluente	71
Figura N° 28:Especificaciones técnicas.....	73
Figura N° 29:Especificaciones técnicas.....	73
Figura N° 30: Proceso de disposición de biorreactor con elemento de membrana.....	74
Figura N° 31:Disposición de esfuerzos que trabajan sobre la estructura.....	76

Figura N° 32:Plano de vista isométrica en SAP 2000	78
Figura N° 33:Asignación de las propiedades de materiales en el modelamiento	78
Figura N° 34:Asignación de elementos de cimentación (sección)	79
Figura N° 35:Definición de los patrones de carga.	79
Figura N° 36:Asignación de cargas a la cimentación.	80
Figura N° 37:Aplicación de las cargas laterales correspondientes la suelo por el lado exterior	80
Figura N° 38:Aplicación de la combinación de cargas de acuerdo a la E 0.60	81
Figura N° 39:Puntos de presión del biorreactor.....	81
Figura N° 40:Presentacion del diagrama de momento	82
Figura N° 41:Presentación de la acción de deformación en las paredes y cimentación	82
Figura N° 42:Presentación de diagrama de momentos mediante esquema de calor.....	83
Figura N° 43. Resultados de la significancia de características del efluente.....	83
Figura N° 44: Prueba estadística T student para una muestra	84
Figura N° 45: Prueba estadística para una muestra y T student	85
Figura N° 46: Prueba estadística y T student para una muestra	85
Figura N° 47: Prueba T student de una muestra de los sulfatos del efluente.....	86
Figura N° 48: Prueba T student de los datos de conductividad del efluente.....	87
Figura N° 49: Prueba de T student para los datos de turbidez.....	87
Figura N° 50. Prueba de normalidad de coliformes en el efluente	88
Figura N° 51. Estadística para la muestra.....	89
Figura N° 52. Prueba Tstudent para una muestra	89
Figura N° 53. Prueba de normalidad.....	90
Figura N° 54. Prueba estadística para una muestra.....	90
Figura N° 55: Prueba T student para una muestra	91

RESUMEN

El problema general que se formula para esta investigación es: ¿Cuál es el nivel de calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021? cuyo objetivo general: Analizar la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021. Se aplicó la metodología: científico con un tipo de estudio aplicado, un nivel de investigación descriptivo y un diseño de investigación descriptivo-correlacional; obteniendo como *resultados* en la evaluación de las propiedades fisicoquímicas 238 mg/l cuyo parámetro del LMP es 500 mg/l, en la dureza cálcica 49 mg/L, en la alcalinidad total nos dio 202 mg/l, en los cloruros 29.96 mg/L, en los sulfatos 183.5 mg/l, en la conductividad 496 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en la evaluación de los sólidos totales 380.52 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos en suspensión 131.54 mg/l, en la evaluación de los sólidos disueltos 242 mg/l y en la evaluación de la turbidez UNT resultó 25.10. En tanto a propiedades microbiológicas, referente a porcentaje de coliformes que contiene el efluente nos dio 272.8 ml excede del valor permitido que es 100 ml. Y finalmente la evaluación de pH resultó 9.15, excediendo el rango permitido de 6.5 a 8.5 para uso en riegos según los límites máximos permisibles estipulados. Se concluye que el nivel de calidad del efluente es malo para ser utilizado en riego y peor para consumo humano; por lo que se da la solución de implementar biorreactores en la PTAR.

PALABRAS CLAVES: Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), riego, efluente, calidad, límite máximo permisible (LMP), coliformes y pH.

ABSTRACT

The general problem formulated for this research is: What is the quality level of the effluent from the wastewater treatment plant for use in irrigation - San Jerónimo 2021? whose general objective: Analyze the quality of the effluent from the wastewater treatment plant for use in irrigation - San Jerónimo 2021. The methodology was applied: scientific with an applied type of study, a descriptive research level and a descriptive research design -correlational; obtaining as results in the evaluation of the physicochemical properties 238 mg/l whose LMP parameter is 500 mg/l, in the calcium hardness 49 mg/L, in the total alkalinity it gave us 202 mg/l, in the chlorides 29.96 mg/l L, in sulfates 183.5 mg/l, in conductivity 496 $\mu\text{S}/\text{cm}$, in the evaluation of total solids 380.52 $\mu\text{S}/\text{cm}$, suspended solids 131.54 mg/l, in the evaluation of dissolved solids 242 mg/l and in The UNT turbidity evaluation was 25.10. Regarding microbiological properties, referring to the percentage of coliforms contained in the effluent, it gave us 272.8 ml, which exceeds the allowed value, which is 100 ml. And finally the pH evaluation was 9.15, exceeding the permitted range of 6.5 to 8.5 for use in irrigation according to the stipulated maximum permissible limits. It is concluded that the quality level of the effluent is bad for use in irrigation and worse for human consumption; Therefore, the solution of implementing bioreactors in the WWTP is given.

KEYWORDS: Residual water treatment plant (RWTP), irrigation, effluent, quality, maximum permissible limit (MPL), coliforms and pH.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación nombrada “Análisis de calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo, 2021”, teniendo, así como objetivo: Analizar la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021, teniendo en cuenta la facilidad de depuración del agua residual que tiene el PTAR de San-Jerónimo. Este depende directamente los factores climáticos presentados en la zona como una variación de la temperatura ambiente, velocidad de viento y radiación solar, etc. Estos factores llegan a incidir directamente en la dirección biológica del sistema, por todo lo nombrado es necesario evaluar las calidades del agua y estimar si este se podría emplear para regar, ya que como se tiene conocimiento el sector de agricultura emplea cantidades significativas de agua potable, las cuales pueden ser útiles en otras áreas.

En la tesis se empleó el método científico para el proceso de obtención y evaluación de datos, al resolver un problema real el tipo de investigación fue aplicada, en tanto el nivel de investigación fue descriptivo y el diseño experimental.

La investigación se realizó en diversas secciones con el objeto de conseguir un mejor entendimiento, se dividió la investigación en cinco capítulos:

- **Capítulo I.-** En este acápite se muestra la descripción del problema, se formularon los problemas, se justifica la investigación de forma práctica, científica y metodológica, delimitación de la investigación y se plantea los objetivos.
- **Capítulo II.-**En el presente acápite se presentaron los antecedentes nacionales e internacionales, marco teórico y la definición de términos.
- **Capítulo III.-**En este capítulo se presenta las hipótesis y la definición de variable de la investigación.
- **Capítulo IV.-**En este acápite se presenta la metodología, el tipo de la investigación, nivel de investigación, el diseño, la población y muestra, técnica de instrumento y el procesamiento de la información.
- **Capítulo V.-**Se presentan los resultados correspondientes al cálculo del diseño del PTAR, además se realizó la contrastación de hipótesis.
- **Capítulo VI.** -En este acápite se presenta la discusión de los resultados, así las conclusiones y anexos que llegan a sustentar los resultados.

Bach. Quispe Ramos, Royer

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La población cada año va en crecimiento en consecuencia los desechos arrojados (aguas residuales), son cada vez son mayores causando un gran impacto en el ambiente. Es así que como cálculos más aproximados del total liberado sin tratamiento hasta el año 2017 ronda al 48% del agua vertida de acuerdo al informe de la ONU. Es así que la contaminación del agua provoca enfermedades como el colera, diarrea y la desinteria llegando a matar a las de 485000 personas por año. Steckel (2024)

A nivel mundial, el consecutivo deterioro de las fuentes de abastecimiento de agua por el desfogue de agua residual representa un riesgo sanitario. Se identifico que el agua residual agrega por lo menos 6.2 millones de tn de nitrógeno a las fuentes de agua que llegan al océano que provocan un efecto de eutrofización en los océanos, siendo el nitrógeno uno de los peores contaminantes de los océanos. Steckel (2024)



Figura N° 1: Contaminación del río Misisipi a causa de las aguas residuales

Nota: Tomado de “Cuencas más contaminadas por las desembocaduras de aguas residuales”, por Misisipi (2020)

A nivel nacional, el principal problema en el manejo del agua residual es una insuficiente cobertura en los servicios de alcantarillado, en la actualidad pasan alrededor de 2.2 millones m³ por los alcantarillados, siendo que solo el 32% del total recibe un tratamiento antes de llegar a ser vertido a un cuerpo de agua (lagos, ríos, mar y quebrada). En cuanto a Lima se llega a generar alrededor de 1.2 millones m³ de agua negra del cual el 20% es tratada. (OEFA, 2020)

El OEFA advierte problemática ambiental por déficit de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional



Figura N° 2: Excavaciones en construcciones laguna de estabilización de la PTAR.

Nota: Auccatinco Hirpahuanca (2021).

A nivel local, actualmente en el distrito de San Jerónimo cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales; sin embargo, no es suficiente porque misma población usa más de lo que se puede reponer por tal motivo se ha visto la necesidad de mejorar la planta de tratamiento de agua residual de la población de San Jerónimo, Así también, se necesita estudiar la calidad del efluente para poder ver si es beneficioso y útil a la hora de usarlo en el riego de cultivos, y que no perjudique a la población ni a ningún ser vivo, ya que como tenemos en cuenta Huancayo es conocido por ser una zona agricultora.



Figura N° 3: Limpieza del PTAR de San Jerónimo.
Nota: Municipio distrital de San Jerónimo. (2019)

1.2. Delimitación del problema de investigación

1.2.1. Espacial

El desarrollo de esta investigación será en el efluente del PTAR en el distrito de San Jerónimo, ubicado dentro provincia de Huancayo, en la región Junín.

1.2.2. Temporal

El desarrollo de esta investigación se realizó a finales de noviembre del año 2022 hasta inicios de marzo del 2023.

1.2.3. Económica

En la investigación la totalidad del presupuesto empleado para los ensayos, accesoria e investigación financiada por el investigador.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuánto es el valor de las propiedades fisicoquímicas en la evaluación de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021?
- b) ¿Cuánto es el porcentaje de coliformes en la evaluación de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021?
- c) ¿Cuánto es el valor del PH en la evaluación de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021?

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación práctica

Según Moreno (2021), se considera que la justificación práctica es cuando el desarrollo de la investigación apoya en la resolución del problema contribuyendo estrategias para contribuir en la solución.

En esta presente investigación se analizó el nivel de calidad del efluente del PTAR para uso en riego, con el fin de que el agua se utilice en zonas agricultoras que son ingreso económico para la población.

1.4.2. Justificación científica

Según Romero (2021), la justificación científica se establece en base a los resultados que se formaran en el lapso de la investigación en forma de discernimiento científico, son los conocimientos que argumentan el deseo de verificar, rechazar o contribuir aspectos teóricos en relación con el objetivo de forjar nuevos conocimientos.

La investigación teórica de la actual investigación se argumenta por el RNE – obras de saneamiento y las otras normas referidas a PTAR, esto con el fin de seguir estándares para la obtención de datos correctos.

1.4.3. Justificación metodológica

Según Fernández (2020), indica que un estudio se justifica metodológicamente cuando se crea un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos, o se plantea una nueva metodología que incluya otras formas de experimentar una o más variables, o estudiar de forma más adecuada a determinada población.

Con la actual investigación se pretende desarrollar una técnica de análisis de agua de un efluente para realizar una planta de tratamiento mejorando así las acciones de riego además se presentaron fichas de recolección de datos que sirvan como antecedente y de apoyo para futuras investigaciones o ser utilizado en proyectos.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Analizar la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021.
- b) Determinar el porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021.
- c) Identificar el valor del PH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Torre (2018), expone su tesis para la obtención del grado de ingeniero con **título:** “Diseño y análisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz”, fijo como **objetivo principal:** Realizar una evaluación ambiental de un PTAR para mejorar los estándares de calidad dentro de Huaraz, empleo la siguiente **metodología:** Aplicada al realizar una evaluación de una problemática real y dar solución a este tipo de problemas, obtuvo como **resultado:** Con la implementación del diseño se identificó que cumplió de forma satisfactoria de acuerdo a lo mencionado en la norma para el caso de efluentes de PTAR, al emplear BioWin derivado en una eliminación de nutrientes N y P, identificando que se logra reducir los niveles de eutrofización en mas del 50% a lo largo del año, finalizando **concluyo:** Se identifico la implementación del PTAR cumple con su propósito de mejorar la calidad del agua, en tanto los mínimos porcentajes de eliminación son de 89%, 90% y 100% para DQO, DBO5 y SST respectivamente, para cada uno de estos casos de evaluación de acuerdo a la normativa (MINAM, 2010) el cual exige una remoción del 80, 74 y 90%.

Camones y Salas (2019) expone su tesis para la obtención del grado de ingeniero con **título:** “Evaluación y propuesta de mejora para la planta de

tratamiento de aguas residuales nueva florida, Independencia, Huaraz - 2019”, fijo como **objetivo principal:** Evaluar la implementación de un PTAR - Nueva Florida, Independencia, Huaraz – 2019, empleo la **metodología:** Aplicada desde un enfoque cuantitativo al evaluar datos numéricos para dar solución a la problemática de agua residual, adquiriendo como **resultado:** Para el diseño del PTAR se identificó un caudal de 3,43 l/s, con un $Q_{prom} = 3,243,43$ l/s, identificando un 94,46% de eficiencia, a la vez se identificó carga orgánica de DBO de entrada 105 mg/L y un DBO = 23 mg/L de salida, presentado una eficiencia de 78,10%, en tanto el SST =14 mg/L en la entrada y SST= 17 mg/L de salida mostrando una eficiencia de 87,86%, por último **concluyo:** Toda la capacidad se encuentra a un tercio de la capacidad total, de la misma forma se identificó la presencia de ciertas patologías por lo que se requiere acciones de limpieza y mantenimiento.

Núñez (2019), expone su tesis para la obtención del grado de ingeniero con **título:** “Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba - Cajamarca. alternativas para mejorar su tratamiento ”, tuvo como **objetivo principal:** Identificar la eficiencia que presenta el PTAR en el distrito de Cajabamba, con remoción de DBO₅, DQO, grasas, coliformes y sólidos totales, empleo la siguiente **metodología:** Aplicada desde un enfoque cuantitativo al evaluar datos numéricos para dar solución a la problemática de agua residual, adquiriendo como **resultado:** El PTAR conformado por filtros percoladores se identificó que no llega a ser eficiente para el caso de remoción de materia orgánica se acuerdo a los indicadores de DBO₅ y DQO al obtener valores de 23,20% y 27,63% respectivamente, siendo esto valores menores a los límites aceptables, pero se acepta que hay una eficiencia en la suspensión de los sólidos suspendidos totales en 50%, al finalizar **concluyo:** La capacidad de remoción de grasas y aceites fue del 82,20%, al encontrarse dentro del promedio de eficiencia para el tratamiento del agua residual, la capacidad de remoción de coliformes termotolerantes fue de 65,62%, al estar por debajo de la eficiencia de este parámetro.

Ramos, Sanchez y Soto (2021), expuso la tesis para la obtención del grado de ingeniero con **título:** “Propuesta de mejora para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) del distrito de

Apata - Jauja”, fijo como **objetivo principal:** Plantear y proceso de mejorar el funciona miento del PTAR ubicado dentro del Distrito de Apata - Jauja., **empleo la metodología:** Aplicada desde un enfoque cuantitativo al evaluar datos numéricos para dar solución a la problemática de aguar residuales, obteniendo como **resultado:** Se identifico los parámetros no cumplen con (LMP) al identificar coliformes termotolerantes de 20 000 NMP/100, por lo que se realizó un experimento de coloración con una dosis mínima y máxima de 10 g y 50 g respectivamente, identificando que la dosis optima es de 10 g, al tener un costo menor y reduce los coliformes termotolerantes a 550 NMP/100, y llego a **concluir:** Se identifico que es necesario un proceso de mantenimiento y operación de lagunas facultativas con el bote limpiador automático, así como el uso de microorganismos eficaces (ME) para reducción de DBO.

Bazalar (2021) expuso la tesis para la obtención del grado de ingeniero con **Título:** “Implementación de una PTAR para su reutilización en el sistema de regadío de áreas verdes Ceoes - San Lorenzo - 2021”, fijo como **objetivo principal:** Realizar la implementación de un PTAR para mejorar la calidad del agua residual y el uso de regadillo de área verde, empleo la **metodología:** Científica a pasar por un proceso de recolección de datos, y de tipo explicativa al evaluar la relación entre las variables en estudio, obtuvo como **resultado:** Para el proceso de implementación del PTAR se evaluó la calidad del agua identificando en pH =4, T°= 20 °C, la cantidad de sedimentación de 15 ppm y el OD 5mg/l. y después de la implementación el pH=8, T° = 22 °C, los sedimentos son de 22 ppm, y OD 9mg/l, es así el agua presenta una calidad adecuada para el regadillo de las áreas verdes en San Lorenzo, y finalmente **concluyo:** Que la implementación de un PTAR influye en la mejora del sistema de regadío, se recomienda a las localidades implementar el PTAR, como una solución para mejorar el sistema de regadío mediante el reusó del agua tratada para el regadío de parques y jardines.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Tróchez (2018) expuso la tesis para la obtención del grado de ingeniero con **título:** “Evaluación del potencial uso para riego del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de ginebra valle del Cauca”, fijo como **objetivo**

principal: Realizar una evaluación de la posibilidad del re uso de agua negra de residenciales al trátala con un PTAR y emplearla para el riego, empleo la **metodología:** Tomando en cuenta el trabajo de investigación de tipo explicativo al evaluar la relación entre el agua residual y el PTAR, los datos obtenidos son numéricos los cuales fueron obtenidos de análisis en ensayos por lo que se considera una investigación de tipo cuantitativo, presento como **resultado:** El pH, en tanto la conductividad eléctrica es superior a 0,7 dS/m. Presentando una restricción ligera y moderada mostrando así un riesgo de que el suelo obtenga mayor cantidad de sal. Además, el RAS y CE llegan a influenciar de forma leve o moderada en la reducción de la capacidad de infiltración del suelo, por último, **concluyo:** Se identifico que las directrices de nivel internacional de la USDA, identifican el agua evaluada como el agua tratada resultante de PTAR como C1 – S2; al identificar como un agua de buena calidad para ser empleada en riego. De acuerdo a los estándares distados por la FAO, clasifico al efluente con baja cantidad de sales disueltas y es necesario presentar atención a una posible generación de sólidos.

Ulco (2018) expuso la tesis para la obtención del grado de ingeniero con **título:** “Evaluación de la planta de tratamiento n° 3 de agua residual Huaycopungo sur de la parroquia San Rafael de la Laguna, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura -Ecuador ”, fijo como **objetivo principal:** Plantear técnicas y alternativas para mejorar el funcionamiento del PTAR n° 3 de Huaycopungo, Imbabura -Ecuador, empleo la **metodología:** Tomando en cuenta el trabajo de investigación de tipo explicativo al evaluar la relación entre el agua residual y el PTAR, los datos obtenidos son numéricos los cuales fueron obtenidos de análisis en ensayos por lo que se considera una investigación de tipo cuantitativo, adquiriendo como **resultado:** Que el pH presento variaciones ,estos fueron medidos durante el periodo del monitoreo al PTAR. En la zona de entrada de la planta del PTAR el pH se mantuvo alrededor de 7.5. En la zona de sedimentación (tratamiento primario) y en la zona anaerobia (tratamiento secundario), el rango promedio de variación del pH fue de 6,5 a 7,5. El valor de pH adecuado para el proceso anaerobio, es un poco restrictivo y crítico, generalmente es de 6,5 a 8,5, este permite la existencia de vida de los microorganismos que participan en la digestión anaerobia y por último, **concluyo:**

Que se identificó que la temperatura del pH y el se generan condiciones adecuadas para el desarrollo de la actividad biológica, ya que presento temperatura entre 16 y 19 °C, valores medidos de pH que varían entre 6,5 y 8,5.

Fernandez y Tuso (2020), expuso la tesis de pregrado para obtener el grado de Ingeniero civil con el **título:** “Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para la población de Mulaló, provincia de Cotopaxi”, el cual fijo como **objetivo principal:** Realizar el diseño de Diseñar un PTAR para reducir el riesgo de salud por el agua residual proveniente de viviendas, empleando la **metodología:** Tomando en cuenta el trabajo de investigación de tipo explicativo al evaluar la relación entre el agua residual y el PTAR, los datos obtenidos son numéricos los cuales fueron obtenidos de análisis en ensayos por lo que se considera una investigación de tipo cuantitativo, obteniendo como **resultado:** Que los parámetros físicos (color y turbiedad) no cumplen o no están dentro del límite máximo permisible establecido por la Normativa Vigente ,la turbiedad y el color del agua son principalmente causados por partículas muy pequeñas, llamadas partículas coloidales; para eliminar estas partículas se recurre a los procesos de coagulación y floculación, al adicionar elementos químicos al agua residual facilita el proceso de sedimentación coloidal no sedimentable, aumentando así la rapidez de sedimentación por un proceso de formación de flóculos, finalizando **concluyo:** Que el presente trabajo contribuye al bienestar de la población de Mulaló mediante la accesibilidad de agua de calidad gracias al diseño de las unidades adecuadas para el tratamiento del agua cruda proveniente de vertientes de agua subterránea

Moranchel (2020), expuso la tesis de pregrado para obtener el grado de Ingeniero civil con el **título:** “Caracterización fisicoquímica y microbiológica del efluente de la PTAR-Chapultepec y sus efectos sobre los cuerpos receptores”, fijo como **objetivo general:** Analizar las características químicas y físicas del agua correspondiente al efluente del (PTAR) de Chapultepec, el cual abastece a los lagos de Chapultepec, e identificar los impactos sobre estos lagos, empleando la siguiente **metodología:** Tomando en cuenta el trabajo de investigación de tipo explicativo al evaluar la relación entre el agua residual y el PTAR, los datos obtenidos son numéricos los cuales fueron obtenidos de análisis en ensayos por lo que se considera una investigación de tipo cuantitativo,

obteniendo como **resultado**: El intervalo de valores de pH del efluente de la PTAR (7 ± 0.2) es menor al promedio mensual y anual de los lagos (9.4 ± 0.3 unidades de pH, promedio anual de los tres lagos). Los resultados analíticos están dentro de los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 (5–10 unidades de pH), finalizando **concluyo**: Que los coliformes totales, coliformes fecales y el fósforo total sobrepasaron los límites de las NOMs, los primeros dos durante todo el año de muestreo y el último durante dos meses en el año. Aunque no se presentó una tendencia temporal generalizada en la mayoría de los parámetros de calidad de agua medidos en el efluente de la PTAR, se presentó un aumento en la concentración de PTOT y una disminución en la conductividad eléctrica en época de lluvias, así como un decremento de los valores de pH hacia los últimos meses del año.

Pillapa (2021), expuso la tesis de pregrado para obtener el grado de Ingeniero civil con el **título**: “Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia el corazón, cantón Pangua, provincia Cotopaxi” con un **objetivo general**: Evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia El Corazón, Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi, mediante la siguiente **metodología**: Tomando en cuenta el trabajo de investigación de tipo explicativo al evaluar la relación entre el agua residual y el PTAR, los datos obtenidos son numéricos los cuales fueron obtenidos de análisis en ensayos por lo que se considera una investigación de tipo cuantitativo, obteniendo como **resultado**: Se pudo diagnosticar el funcionamiento del Filtro Percolador mediante el modelo de Bruce y Merkens en la que se identificó principalmente a través de los cálculos realizados que el diámetro del filtro percolador recalculado fue de 8.0m, por lo que supera un metro al diámetro del filtro que se encuentra actualmente construido de forma paralela con un diámetro total de que es de 7.0m, lo cual se puede decir que debido esta variación en el diámetro, no ayuda a una correcta remoción de contaminantes y tiene que ver directamente según el grado de remoción teórica, finalizando **concluyo**: Que al evaluar el proceso de tratamiento donde se compararon los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio realizados en los que se analizaron cinco componentes principales, dándonos como resultados que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en la salida a la PTAR, no

cumplen con el límite máximo aceptable de descarga que estipula la normativa actual Tulsma 2015.

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de agua residuales hoy en día cumplen un rol muy importante al reducir el impacto del agua residual en el medio ambiente que nos rodea. Las PTAR se pueden definir como un grupo de procesos que cambian las características tanto de las propiedades químicas como las propiedades físicas del agua residual las cuales han sido utilizadas para uso doméstico, industrial y comercial, se tiene en cuenta que si el agua residual no es tratada por una planta de tratamiento presenta un peligro para la salud de las personas. Daviran Paucar, y otros (2020).



Figura N° 7: Disposición del agua residual en un PTAR

Nota: OPETI (2022)

Se tiene en cuenta el adecuado mantenimiento del PTAR; ya que, es de suma importancia para la población y el entorno en el que vivimos. Eliminar gran parte de los organismos vivos que se encuentran en las aguas negras permiten que una mayor cantidad de personas cuenten con los principales servicios básicos como es el agua potable.

Con el mantenimiento de este sistema se puede disminuir los costos de adquisición de esta, así como de energía en diferentes lugares del Perú, por lo que sabemos y consideramos que este tipo de agua en estudio al contener microorganismos patógenos llega a transmitir enfermedades. El tratamiento del

agua residual hace posible darle un segundo uso al agua residual en el que no involucren el consumo del agua. Daviran Paucar, y otros (2020).

Los PTAR son estructuras que se encargan de eliminar elementos que contaminan el agua recolectada por un procedimiento químico, biológico y físico. Uno de los principales objetivos es que agua tratada logre alcanzar la calidad adecuada para que este pueda descargarse en quebradas y ríos, de tal manera que estas plantas reducen el riesgo de enfermedades hacia las personas en las zonas donde se propone la creación de la planta de tratamiento de agua, también ayuda a cuidar y preservar el medio ambiente. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2020).



Figura N° 8: Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Nota: Tomado de MVCS (2020).

2.2.1.1. Funcionamiento del PTAR

El proceso de eliminación de residuos contaminantes que se encuentran en el agua servida requiere de actividades químicas, biológicas y físicas que tiene como objetivo primordial erradicar aquellos compuestos contaminantes, reduciendo los riesgos que tiene sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente. Es necesario identificar los factores de contaminación del agua y brindarle un conveniente tratamiento a través de procedimientos que logren la extracción de contaminantes y esta pueda ser reutilizada para pequeñas actividades como son el riego de parques y la agricultura. Daviran Paucar, y otros (2020).

Existen muchas variedades de tratamiento, en los cuales es de vital importancia disminuir los microorganismos presentes en el agua residual que son los principales causantes de enfermedades en las personas que los consuman. En la elección del correcto diseño del PTAR se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Diseño óptimo
- Económico
- Beneficioso para la población en el transcurso del tiempo

En el diseño de un PTAR se debe tomar en cuenta:

- Caudal
- Agua tratada
- Área de trabajo
- Posibilidad de ser presupuestado

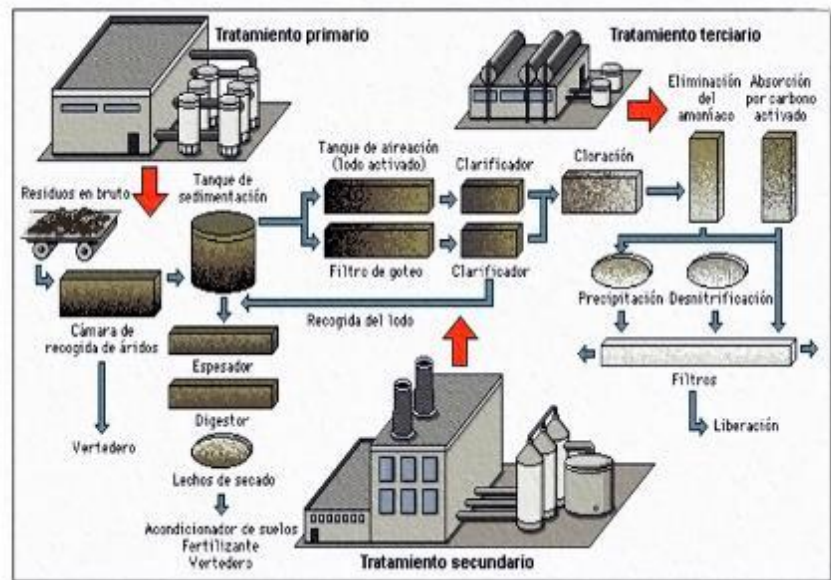


Figura N° 9: Optimización de plantas de aguas residuales.
Nota: Aqua Global (2020).

Para lograr un adecuado tratamiento del agua residual se debe seguir los siguientes procesos:

A) Pre-Tratamiento

En esta etapa se disminuye los sólidos mediante procesos físicos y químicos. Explicado de manera más concisa es el procedimiento en el cual se depura las aguas residuales donde se eliminan los objetos grandes, voluminosos cuya presencia en el

agua puede interferir en el proceso general y en funcionamiento de la maquinaria que se utilizara en la planta de tratamiento.

El pre procesamiento generalmente tiene los siguientes pasos:

- **Desbaste:**

Esta es una operación física que consiste en una operación unitaria física utilizada para separar los sólidos de un tamaño significativo, el cual interfiere el funcionamiento común de las demás unidades posteriores, también se puede utilizar de manera que se recuperen los subproductos. Farias de Marquez (2018).



Figura N° 10: Optimización de plantas de aguas residuales.

Nota: Farias de Márquez (2018).

Esta etapa requiere de los siguientes equipos y accesorios:

- **Desarenadores**

Los tanques de flujo continuo son manejados para separar arenas y demás sólidos discretos desde el agua con altos sólidos con alta densidad cloacal evitando así la paralización del sistema de bombas.

Los tanques son planteados del agua residual se logren separar, pero sin llegar a deponer los sólidos orgánicos que llegan a estar suspendidos en el agua. Es así que los tanques desarenadores están diseñados con el fin de que la

velocidad se encuentra entre 0.15 y 0.30 [m/s] aparte de las diversificaciones de gastos. Farias de Márquez (2018).

- Rejas gruesas
- Rejas medianas
- Rejillas
- Cedazos finos
- Trituradores

- **Tamizado:**

Este es un procedimiento casi idéntico al desbaste, pero a la hora de separar las partículas indeseadas es más eficiente y meticoloso. Se tiene dimensiones de orificios del paso del tamiz como:



Figura N° 11: Equipos y sistemas de tamizado, cribado y rejas.

Nota: Nyfdecolombia (2021)

- **Macrotamizador**

Se usa para retener materiales y objetos en suspensión, semi flotantes, flotantes, residuos generados por los animales y residuos generados por los animales los cuales se encuentra en tamaños de 0,2 y diferentes milímetros.

- **Microtamizado**

Este tamiz se utiliza para disminuir materiales en suspensión muy insignificantes las cuales se hallan en aguas residuales pre tratadas. Se usó como un implemento necesario una tela metálica o malla plástica menor de 100

micras. En caso exclusivos los tamices se implementarán en el pretratamiento de una estación depuradora.

- **Desarenado**

Tiene como objetivo separar las partículas superiores a 200 micras. es necesario realizar este proceso ya que sirve para que los sedimentos no ingresen entre los equipos y las bombas, como también protege los aparatos de abrasión, este proceso nos dará un resultado del 90% de partículas eliminadas. Teamb (2022)

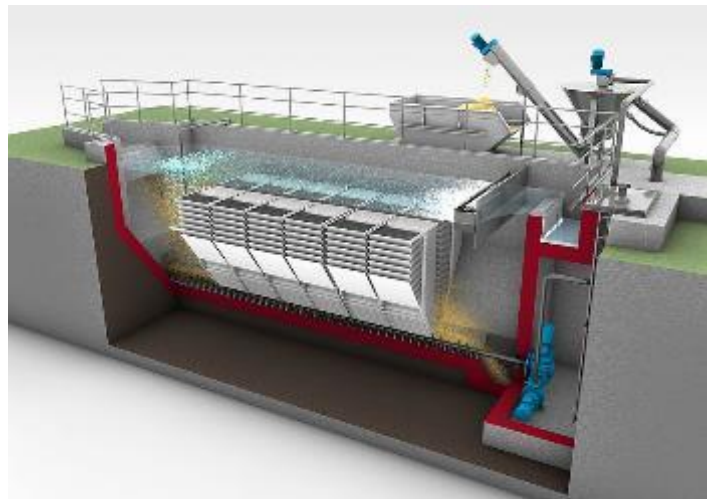


Figura N° 12: Tipos de desarenadores que existen.
Nota: Suarez Ernesto (2019).

➤ **Tipos**

- Tipo vórtice: Este sistema se basa en la alineación de un remolino provocado mecánicamente, que consigue capturar los sólidos encontrados en la tolva central de un tanque en forma circular. Teamb (2022)
- Convencional: Este el tipo más usado por lo visto casi siempre su forma es rectangular y ancho, lo cual depende en su mayoría del espacio utilizado u las características del terreno.
- De tornillo helicoidal: Se recurre un tornillo de Arquímedes que traslada la arena por un canal inclinado hasta alcanzar la parte alta del tornillo para descargar a un contenedor.

B) Tratamiento Primario

En esta etapa se disminuye los sólidos mediante procesos físicos y químicos. En esta etapa el objetivo primordial es eliminar una gran cantidad de sólidos suspendidos, para realizar esta etapa es necesario que el agua puede ser retenida durante un promedio de una a más horas en decantadores para que la gravedad ayude a separar esas partículas. Otro aporte de este proceso es la homogenización del caudal y la destrucción de materia orgánica asociada a los sólidos encontrados en el agua que será tratada. Idrica (2022)



Figura N° 13: Tratamiento primario.

Nota: Idrica (2022).

En esta etapa se le incorporan compuestos químicos como polielectrolitos floculantes, aluminio y sales de hierro para completar el proceso. Adicionalmente, se logra la remoción de 60 % de sólidos suspendidos y hasta el 35% de la DBO. Paot (2015)

- **Sedimentación:**

Se conoce como un proceso físico donde se separan las partículas por un efecto de gravedad por efecto de la densidad de la partícula. Este trabajo según la densidad del líquido, peso específico, tamaño y la morfología de las partículas, hay una mayor probabilidad de sedimentación en cuanto la partícula sea mayor y entre mayor se la velocidad este proceso se puede reconocer como decantación. Cyclus (2013)

La decantación primaria tiene dos objetivos los cuales son: Eliminar las partículas en suspensión los cuales se

encuentran en un porcentaje de 60% en las aguas negras y la materia orgánica la cual se encuentra en un 30 % mientras que, por otro lado, se concentran en proteger los procesos posteriores de oxidación biológica.

Es variable la forma de los equipos en el cual se realiza la sedimentación, en ocupación de las características de las partículas que se sedimentaran.

➤ **Sedimentadores rectangulares**

En muchos casos la velocidad de agua es constante siendo empleado para disgregar las partículas densas y grandes como las arenas, en su mayoría suele ser equipos poco profundos. Cyclus (2013)



Figura N° 14: Sedimentacion.

Nota: Sumyt (2020)

• **Flotación:**

Este proceso se fundamenta en la característica de diferentes densidades, separando la materia sólida y líquida de una mínima densidad por un proceso de ascenso del fluido, ya que la fuerza aplicada es mayor a la fuerza de la gravedad. Esto logra originar partículas diminutas de aire las que se relacionan a las partículas que están presentes en el agua siendo elevadas hacia la superficie hacia donde son arrastradas.

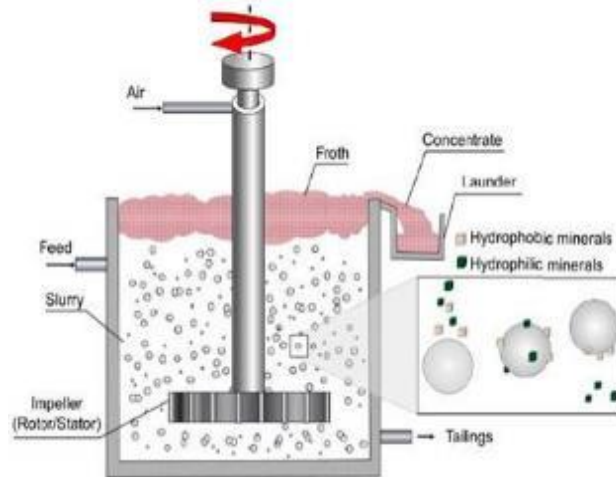


Figura N° 15: Mecanismo de flotación espumante convencional.

Nota: Bustamante Rúa, y otros (2018)

Se tiene dos sistemas de flotación:

- **Coagulación:**

En algunos casos el agua residual presenta material en suspensión (partículas de un mínimo tamaño), originando una suspensión coloidal. Estos elementos en suspensión llegan a ser firmes por una interacción eléctrica entre las partículas, lo que origina un proceso de sedimentación lenta. Siendo necesario un tratamiento mecánico clásico. Cyclus (2013)

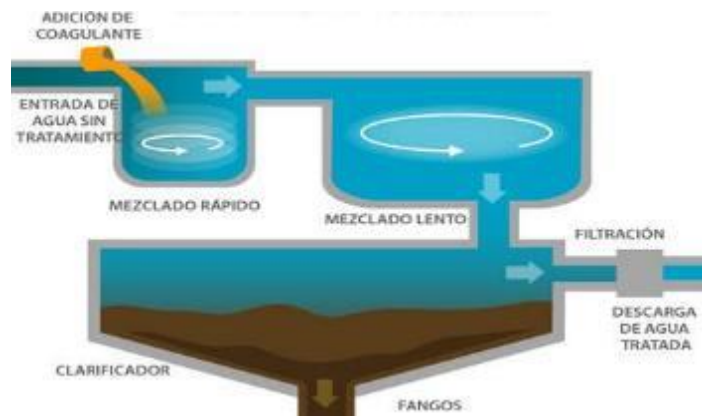


Figura N° 16: Coagulación -Floculación.

Nota: Hopkins (2015)

Este se reconoce como un proceso de optimización de actividades de todos los sistemas de reactivos químicos que permiten una desestabilización química del material en

suspensión, consiguiendo partículas que tengan una facilidad de sedimentación:

En este caso los coagulantes como productos químicos que en solución logran aportar una carga eléctrica a la del coloide. Empleando sales con cationes con alta relación carga/ masa junto a los polielectrolitos orgánicos siendo el objetivo beneficiar floculación:

➤ **Sales de Fe³⁺**

Se puede usar tanto en estado sólido como líquido(disuelto). Esta es empleada en función del anión, en caso no sea necesario el uso de cloruros y sulfatos. Cyclus (2013)

➤ **Sales de Al³⁺**

Este se maneja en un estado de disolución, en caso a policloruro de aluminio se identificó una mayor ventaja de mayor porcentaje de acuerdo al peso de aluminio por dosificación.

● **Filtración**

Este se reconoce como un proceso en el que el agua es filtrado por una capa porosa inmovilizando la mayor cantidad de elementos en suspensión, en la gran mayoría de procesos el medio poroso empleado es un lecho de arena, con altura inestable. Cyclus (2013)



Figura N° 17: Coagulación-Floculación.
Nota: Spina (2016).

C) Tratamiento Secundario

El propósito de este tratamiento es cumplir con un proceso de tal modo que se evacue el 90% de los contaminantes de las plantas de tratamiento. Uno de los equipos más usados es el tanque de aireación que brinda grandes cantidades de aire a una mezcla de aguas residuales, bacterias y microorganismos. El oxígeno en el aire aumenta la rapidez con la que los microorganismos útiles crecen para consumir la materia orgánica dañina en el agua residual. Belzona Inc (2014).

El principal objetivo del tratamiento secundario, también conocido como tratamiento biológico, Gracias al desarrollo del ecosistema de diferentes tipos de bacterias se alcanza rendimiento de 95% en este ámbito. David (2018)

El objetivo principal se puede lograr con tres simples pasos los cuales son:

- ✓ Transformar y disolver componentes biodegradables.
- ✓ Capturar e incorporar sólidos coloidales no sedimentables a un floculo biológico
- ✓ Transformar y remover nutrientes como lo son el nitrógeno y fosforo.

Para el tratamiento secundario se diferencia por presentar un tratamiento aerobios y anaerobios.

Tabla 1. Proceso Aerobio vs Anaerobio

Aeróbico	Anaerobio
✓ Menor eficiencia de remoción	✓ Mayor producción de lodos
✓ Operacionalización comprobada	✓ Menor costo de operación
✓ 50% de c es convertido en CO ₂ , 40- 50% es considerado biomasa.	✓ 95% de c se transforma en biogás; 5% es transformado en biomasa.
✓ Requiere de mucha energía	✓ No requiere de energía
✓ El proceso es escueto orgánicamente	✓ Acepta altas cargas orgánicas
✓ Se requiere adición de nutrientes	✓ Bajo requerimiento de nutrientes
✓ Ocupa grandes superficies	✓ Se requiere disposición de pequeñas áreas
	✓ Largos periodos de trabajo

Nota: Daviran Paucar (2020).

D) Tratamiento Terciario

El tratamiento terciario se reconoce como el procedimiento para el tratamiento de aguas negras logrando eliminar las bacterias logra eliminar las bacterias hasta en un 98% de efectividad, pero el costo de su implementación llega a ser elevado. Con este tratamiento se logra eliminar las cargas residuales y sustancia contaminantes (fosforo, nitrógeno, etc.). Belzona (2014).

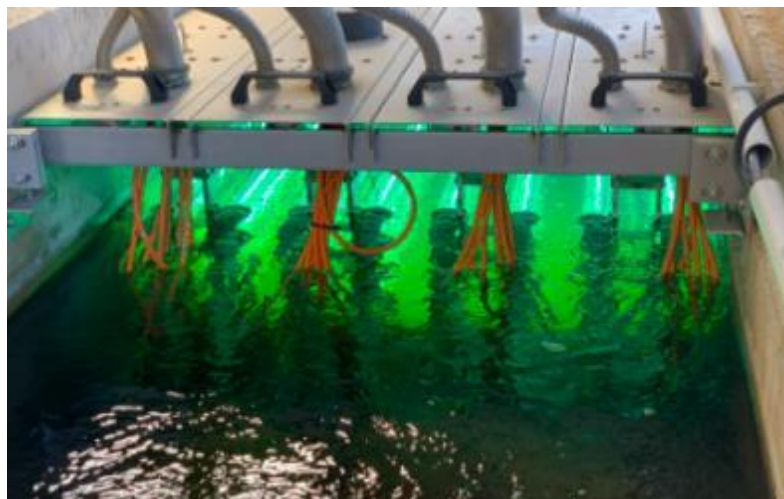


Figura N° 18: Tratamiento terciario de desinfección de aguas residuales.

Nota: Ana Allende (2020)

Este tratamiento consiste en un proceso químico y físico manejando la filtración, la precipitación, y la cloración para

comprimir los niveles de nutrientes orgánicos, principalmente los fosfatos y nitratos del efluente. El agua que recibe tratamiento adecuado no admite un desarrollo microbiano considerable. Estos procesos son de naturaleza física, biológica y química. Belzona (2014).

2.2.1.2. Eficiencia de un PTAR

La eficiencia del tratamiento es la “relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje”.

La determinación del grado de eficiencia de la PTAR, se ve relacionada con el ingreso de efluentes de tipo industrial de sistemas de alcantarillado y de retención hidráulica con diferentes instalaciones de tratamientos como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Efectividad de reducción de elementos constituyentes

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la reducción de constituyentes (%)	
	DBO	DQO
Rejilla	-	-
Desarenadores	0-5	0-5
Sedimentación Primaria	30-40	30-40
Filtros percoladores roca	65-80	60-80

Nota: Huamán Tello y otros (2021) .

2.2.1.3. Protocolo del monitoreo de calidad en efluentes del PTAR

Siendo un instrumento de gestión ambiental en cumplimiento obligatorio para la supervisión, fiscalización y monitoreo ambiental, así como para la verificación del cumplimiento de los LMP y de los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados, de conformidad con lo establecido en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

También es de obligatorio cumplimiento para la evaluación y seguimiento de la eficiencia de las PTAR. MVCS (2014)

2.2.2. Aguas residuales

Son aquellas que presentan una composición variada al provenir de diferentes zonas como zonas comerciales, zonas agrícolas y pecuarias, zonas industriales, etc. Chico Pachas y otros (2021)

El agua residual se reconoce como la que representa un peligro y llegan a ser desechadas para no representar un daño al contener un alto grado de microorganismos.

2.2.2.1. Características de las Aguas Residuales

Las aguas residuales se clasifican por su composición química, biológica y física; las cuales son muy importantes a la hora de elegir el sistema de tratamiento de agua. Huamán Tello y otros (2021).

a) Características físicas

La principal característica física es que esta posee un contenido de sólidos (material sedimentario, elementos coloidales, lodos, material en descomposición, etc.).

Afecta la concentración de O₂, afectando el tiempo de reacción bacteria y química, tornándolo de un color gris en medida que llega a envejecer, cambiando a un color gris oscuro y negro, tornando un agua turbia.



Figura N° 19: Características de aguas residuales.

Nota: Fibras y normas de Colombia. (2018)

✓ Turbiedad

La turbiedad es generada por el sistema coloidal que llegan a estar suspendidas (material orgánico, coloides, etc), esta se evalúa de acuerdo al grado de transmisión de luz que pasa por la muestra con el que se reconoce el grado de claridad empleando el turbidímetro el cual proyecta los valores de nefelométricas de turbiedad. Arciniega y Chacha (2021)

✓ **Color**

El color del agua varia por la presencia de restos vegetales, la representación de residuos domésticos e industriales, la materia orgánica del suelo y compuestos como el manganeso y hierro. Interiormente en este parámetro se tienen dos tipos de colores, el color aparente que se obtiene de manera directa de la muestra en donde se localizan tanto los sólidos disueltos y suspendidos también tenemos el color verdadero el cual se adquiere filtrando la muestra. Arciniega y Chacha (2021)

✓ **Olor**

El olor depende de aquellos compuestos orgánicos e inorgánicos que estén presentes en el agua teniendo un origen industrial, agrícola, doméstico y natural.

✓ **Temperatura**

Por la actividad microbiana la temperatura se encuentra entre 25 a 35°C consiguiendo un excelente desarrollo de los microorganismos. Arciniega y Chacha (2021)

b) Características químicas

La exposición de estas características toma en cuenta el material orgánico y gases presentes en el agua (carbonato, oxígeno, nitrógeno, etc.). Para identificar el contenido de elementos orgánicos se emplean parámetros: (DBO5), (DQO) que constituyen el consumo de oxígeno que llegan a estar presentes en el agua

residual, sin una intervención de microorganismos. Arciniega y Chacha (2021)

✓ **Demanda bioquímica de oxígeno**

El DBO llega a resultar en uno de los más significativos en el momento de ser analizado al medir la calidad del agua para que los organismos se logren oxigenar, el ensayo analítico de la muestra se realiza mediante la incubación con una incubación de microorganismos en una T de 20°C por un periodo de 5 días obteniendo resultados en mgO₂/L.

✓ **Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto en el agua es de una gran escala al ser indefectible por la vida acuática (microorganismos). Para los procesos biológicos aerobios es necesario un suministro de O₂. Durante el proceso de lodos activados se debe contar con el oxígeno necesario para tener una buena actividad microbiana.

✓ **Grasas y aceites**

La presencia de aceites y grasas generan efectos negativos en un mantenimiento de unidades de tratamiento lo que complica la generación de actividad biológica. Huamán y Palco (2021)

✓ **Potencial de hidrógeno**

El valor del PH representa la facilidad de tratamiento del agua siendo recomendable que se encuentre entre los valores de 6,5 a 8,5 para un tratamiento satisfactorio habiendo una posibilidad del incremento de la vida biológica.

✓ **Potencial de reducción de óxido**

Para identificar si el agua si el agua se encuentra en una condición anaeróbica o aeróbica se emplea una

evaluación donde se determina la cantidad de material que se logra oxigenar o reducir. Huamán y Palco (2021)



Figura N° 20: Tipos de Aguas Residuales, ¿cuántos existen y qué contienen.

Nota: Eco-Intellutions (2019)

c) Características biológicas

Según Huamán y Palco (2021), el agua residual presenta un grupo de microorganismos que logran actuar en el tratamiento y el de organismos empleados como indicadores de contaminación, este grupo de organismos se clasifica en protistas, animales y plantas.

En este tipo de agua existen diversas formas de microorganismo que son capaces de transformas y descomponer fomentando el material orgánico. Los microorganismos empleados como indicador son aquellos coliformes fecales al ser organismos patógenos que son manifestados con facilidad, también hay otros organismos que son evaluados siendo presentados en la Tabla 3. Arciniega y Chacha (2021)

Tabla 3. Patógenos que se presentan en el agua residual

Organismos Patógenos	
Bacterias	Escherichia coli, Campylobacter jejuni, Salmonella, Shigella, Vibrio cholerae, Yersinia enterocolitica.
Virus	Adenovirus, Enterovirus, Rotavirus.
Protozoos	Entamoeba histolytica, Balantidium coli, Giardia, Cryptosporidium.
Helmintos	Ascaris, Trichuris, Taenia.
Cyanobacterias	Anabaena, Microcystis

Nota: Arciniega Tenemaza, y otros (2021)

2.2.2.2. Clasificación de aguas residuales

Huamán y Palco (2021), se identificó que el agua residual se clasifica en:

- ✓ **Domésticas:** El agua empleada en (cocinas, sanitarios, lavanderías, etc.), siendo formadas por los residuos humanos que llegan a desembocar en la red de alcantarillado en las vías públicas.
- ✓ **Industriales:** Elementos líquidos resultante de procesos industriales que poseen características específicas.
- ✓ **Infiltración y caudal adicional:** Se dice del agua que pasan al sistema de alcantarillado luego de ser recolectadas por las cajas de paso, drenaje, canal, colectores de agua de lluvia. Huamán y Palco (pág. 25)

2.2.2.3. Tratamiento de Aguas Residuales

El propósito de cualquier tratamiento es eliminar componentes que son definidos como contaminantes al ser nocivos por el medio ambiente ajustando el agua vertida a las especificaciones legales asegurando el bienestar y salud de la sociedad en general. Nuñez (2019)

El sistema del agua residual inicia desde la remoción de elementos contaminantes, seguido de un proceso biológicos y fisicoquímicos. Nuñez (pág. 32)

El MVCS es responsable de la administración de datos de monitoreo de efluentes de la PTAR, donde los titulares de las actividades llegan a estar obligados a un reporte periódico establecido como un protocolo con datos estadísticos siendo de acceso público por el portal del través del portal del MINAM.

Tabla 4. Parámetros de evaluación de los efluentes de un PTAR

Parámetro	Unidad	LMP del efluente vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6,5-8,5
T°	°C	<35
SST	ml/L	150

Nota: Nuñez Figueroa. (2019)

2.2.3. Riego

El riego consiste en aportar agua a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación, o bien para incrementar la producción agrícola al transformar zonas de agricultura de secano en zonas de regadío.

2.2.3.1. Técnicas de riego más utilizadas

a) Riego localizado.

Este tipo de riego se divide en 3; por goteo, nebulizado y aspersión, pero todos estos tienen las siguientes características:

- ✓ No moja todo el suelo.
- ✓ Son pequeñas dosis de agua, que se aplican muchas veces.
- ✓ Mantienen el suelo siempre húmedo.

- ✓ Va orientado a satisfacer las necesidades de la planta y no del suelo

b) Riego por aspersión.

Es uno de los sistemas de riego a presión más importantes. Por tanto, este sistema de riego juega un papel cuantitativo importantísimo dentro del sector del riego nacional y de ahí que sea necesario tener información fiable sobre el funcionamiento de los aspersores, que son los responsables de distribuir el agua con suficiente uniformidad en el terreno.

c) Riego por drenaje

En este tipo de riego, el agua se suministra por un tubo subterráneo, no es muy utilizado en agricultura porque es muy caro, sin embargo, en la hidroponía hay una técnica similar que es el NFT en la que las plantas se colocan en tubos llenos de agua circulante. Hydro environment (2022)

2.2.3.2. Sistemas de riego

Un sistema de riego se denomina al conjunto de elementos físicos que hacen posible que un área determinada pueda ser cultivada con la aplicación de agua necesaria para las plantas. Chang Wong (2020).

Tiene como fin de aumentar la producción de alimentos, el hombre se vio forzado a variar el curso de pequeñas corrientes de agua, hacer diques de contención para almacenar y regular sus cursos, nivelar las superficies de terreno que querían regar, elevar el agua desde el subsuelo hacia la superficie y poner en Variable Dependiente 14 práctica varias técnicas sencillas, que son los rudimentos de las técnicas modernas de riego y drenaje; eso le permitió disponer de agua para realizar una agricultura menos riesgosa y más intensiva.



Figura N° 21:Tipos Principios de diseño de un sistema de riego.

Nota: Guy Sela (2020)

a) Ventajas

- Disminución del consumo de agua en las parcelas.
- Disminución de gastos por tarifa.
- Mayor eficiencia en el uso del agua y fertilizantes.
- Obtención de mayor producción y mejor calidad de los productos.
- Mayor disponibilidad de tiempo a los productores para dedicarse a otras actividades.
- Mayores ingresos económicos para los agricultores.

b) Desventajas

- Alto coste de instalación.
- Alto coste de mantenimiento.
- Dificultad de dar lavados en profundidad.

2.3. Marco conceptual

a) Agua residual

Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión. Cedrón Medina, Olga y otros (2019)

b) Ph

Se define como una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. Castillo Linton (2019)

c) Planta de tratamiento

La Planta de Tratamiento es un conjunto de operaciones y procesos unitarios de origen físico-químico o biológico, o combinación de ellos que están envueltos por fenómenos de transporte y manejo de fluidos. Farias de Márquez (2016)

d) Demanda bioquímica del oxígeno (DBO)

Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y 20°C). Daviran Pauca (2020)

e) Demanda química de oxígeno (DQO)

Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato de potasio. Induanalisis (2019).

f) Sólidos suspendidos

Los sólidos suspendidos se encuentran presentes en cualquier tipo de agua residual. Se considera a todas las partículas que se encuentran suspendidas con diámetro mayores a un micrómetro las mismas que son retenidas con el uso de membrana de filtración (2021)

g) Patógenos

Es todo aquel agente o entidad biológica que sea capaz de provocar una infección o enfermedad en un huésped. Aunque existen diferentes tipos de patógenos, destacan los virus, las bacterias, los hongos y los priones. Ecomol (2019)

h) Turbidez

Es una propiedad óptica que provoca que la luz se disperse y absorba, en lugar de ser transmitida. La dispersión de la luz que atraviesa un líquido es provocada

principalmente por los sólidos suspendidos. A mayor turbidez, mayor será la luz dispersa. Hanna (2019).

i) Efluente

Término que se refiere a que una planta de aguas residuales está operando en perfectas condiciones, junto con adecuados niveles de operación y mantenimiento. Los efluentes tratados tendrán calidad físico-química y bacteriológica que los convertirán según la norma en aptos para el reúso, sin ocasionar riesgos para la salud. Atalaya Campos (2022)

j) Monitoreo

Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua. Atencio Santiago (2018)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idónea para uso en riego - San Jerónimo 2021

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) Las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no son idóneas para uso en riego - San Jerónimo 2021.
- b) El porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es alto para uso en riego - San Jerónimo 2021.
- c) El pH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales

Según Baeza (2016), se puede definir como la condición en la que se encuentra el efluente respecto a características químicas, biológicas y físicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. También se reconoce como la capacidad que presenta el agua para diferentes usos, este se determina al comparar las características del efluente con estándares y normas.

3.2.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales

La variable VI 1 es evaluado de acuerdo a sus diferentes dimensiones para lograr los resultados requeridos D1: Propiedades fisicoquímicas, D2: Análisis de cantidad de coliformes, D3: pH del efluente.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<p>1: Variable Independiente</p> <p>Calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Según Baeza (2016), se puede definir como la condición en la que se encuentra el efluente respecto a características químicas, biológicas y físicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. También se reconoce como la capacidad que presenta el agua para diferentes usos, este se determina al comparar las características del efluente con estándares y normas.</p>	<p>La variable VI 1 es evaluado de acuerdo a sus diferentes dimensiones para lograr los resultados requeridos D1: Propiedades fisicoquímicas, D2: Análisis de cantidad de coliformes, D3: pH del efluente.</p>	D1: Propiedades fisicoquímicas	Alcalinidad Tota	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo
				Sólidos en Suspensión		Intervalo
				Sólidos disueltos		Intervalo
				Turbidez		Intervalo
			D2: Análisis de cantidad de coliformes	Coliformes totales NMP/100ML	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo
			D3: pH del efluente	Cantidad de potencial de hidrogeno	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo

Nota: Propia.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Según Arias (2018), la investigación es un enfoque científico cuando se considera que el método científico “Es el conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas de investigación mediante la prueba o verificación de hipótesis”.

En la tesis, se presentó el método científico, cual se estableció mediante la manipulación de su variable independiente, evaluación de calidad del efluente de la PTAR, con el fin garantizar la validez y confiabilidad de la investigación realizada en San Jerónimo.

En cuanto a las condiciones anteriormente mencionadas la tesis siguió el **método científico**.

4.2. Tipo de investigación

Según Alvares (2020), se considera que el tipo de investigación aplicada es "Cuando la investigación se orienta a conseguir un nuevo conocimiento destinado que permita soluciones de problemas prácticos."

La presente tesis concierne al análisis de tipo aplicado, a base de que se usó los antecedentes y los conocimientos obtenidos mediante la teoría de múltiples autores, quienes lo sustentan en sus investigaciones. Mostrando los conocimientos de calidad del efluente del PTAR.

Según estas consideraciones, la investigación fue de **tipo aplicada**.

4.3. Nivel de la investigación

Según Guevara y Verdesoto (2020), el nivel de investigación descriptiva se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Al emplear un criterio sistémico se logra establecer un comportamiento o estructura del fenómeno en estudio al proporcionar información sistemática.

En la presente investigación se deseó analizar la calidad del efluente del PTAR, mediante la teoría de nuestra investigación, recurriendo a nuestra variable, esto conlleva a dar descripciones concisas y específicas de las conclusiones y resultados.

De acuerdo al análisis realizado en el anterior párrafo la tesis siguió el **nivel descriptivo**.

4.4. Diseño de la investigación

Según Arteaga (2022), “el diseño experimental tiene una referencia estadística en el que se identifica y cuantifica aquellas causas y efectos dentro del estudio experimental.”

En esta presente investigación se evaluó la calidad del fluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Jerónimo, mediante el método científico, bajo los ensayos correspondientes que preceden de nuestra variable independiente y sus indicadores.

El diseño de investigación empleado fue no **experimental**.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Donald (2021), se reconoce como el conjunto global compuesto por individuos o elementos semejantes que presentan características y cualidades que los unen.

La población fue el PTAR ubicado en el distrito de San Jerónimo Junín, departamento de Junín.

4.5.2. Muestra

Según Valdivia (2018), es un subconjunto de la población que está siendo estudiada. Representa la mayor población y se utiliza para sacar conclusiones de esa población. Es una técnica de investigación ampliamente utilizada en las ciencias sociales como una manera de recopilar información sin tener que medir a toda la población.

Estuvo conformada por el sistema del efluente del PTAR ubicado en el distrito de San Jerónimo.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández (2020), son aquellos elementos que aseguran el hecho empírico de la investigación, donde el método representa el camino a seguir en la investigación, las técnicas constituyen el conjunto de instrumentos en el cual se efectúa el método, mientras que el instrumento incorpora el recurso o medio que ayuda a realizar la investigación.

Gracia a estas técnicas se facilita el proceso de obtención de datos con referencia a los objetivos.

La investigación se considerada la observación y el análisis de datos.

- **La observación**

Este proceso facilita la recolección de información sobre un fenómeno o acontecimiento, en la investigación se empleará esta técnica; ya que, se evaluará el efluente de la PTAR.

- **Ficha de recolección de datos**

Es un instrumento que nos permite acumular datos importantes para el análisis y el avance de la investigación de acuerdo a sus variables y dimensiones.

4.6.1. Instrumentos de recolección de datos

Para conseguir un instrumento adecuado para la obtención de información, se creará un procedimiento con el fin de reunir datos que se utilizaran en adelante.

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS ANÁLISIS DE CANTIDAD DE EFLUENTE	
PROYECTO:	
FECHA:	
POBLACIÓN FUTURA	
CRITERIOS	CANTIDAD
Población actual	
Tasa de crecimiento	
Año	
CAUDAL	
CRITERIOS	CANTIDAD
Ubicación geográfica/ Altitud	
Dotación	
Población futura	
Tiempo	
CAUDAL MAXIMO DIARIO	
CRITERIOS	CANTIDAD
Caudal	
Coef. De variación (K)	
CAUDAL MAXIMO HORARIO	
CRITERIOS	CANTIDAD
Caudal	
Coef. De variación (K)	

Figura N° 22: Ficha de recopilación de datos de análisis de cantidad de efluente.
Nota: Propia.

**FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS
ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL**

PROYETO:		FECHA DE	
ANALISTA:		ANÁLISIS:	

DESCRIPCIÓN	LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN NORMA	RESULTADO
ANÁLISIS ORGANOLEPTICO		
Color		
Olor		
Turbidez		
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
Coliformes totales		
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO		
Conductividad eléctrica		
Sólidos totales disueltos		
Sodio, Boro		
Cloruros		
Nitratos		
Bicarbonatos		
Ph		

OBSERVACIONES:	
-----------------------	--

Figura N° 23: Ficha de recopilación de datos de análisis de agua residual.
Nota: Propia.

4.6.2. Validez del instrumento de investigación

Determina la revisión del contenido, la diferencia de los ítems con los indicadores, los cuales miden la variable dependiente e independiente. La validez tiene el objetivo de aceptar una prueba que permita evaluar lo que se espera medir. Lao y Takakuwa (2016)

Tabla 6. Parámetros de validez

Rango	Magnitud
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.001 – 0.20	Muy baja

Nota: Lao Tania & Takakuwa Rita (2016)

Los instrumentos de la presente investigación fueron validados por tres profesionales que pertenecen a la especialidad.

Tabla 7. Valoración de expertos.

Nombre	Apellidos	Profesión	Grado académico	Calificación asignada
Jeannelle	Herrera	Ingeniera	Magister	81%
Sofia	Montes	Civil		
Henry	Pautrat	Ingeniero	Magister	83%
Gustavo	Egoavil	Civil		
Luis	Gamarra	Ingeniero	Ingeniero	81%
	Espinoza	Civil		

Nota: Propia

En la tabla 7, se muestra el promedio de validez de los instrumentos que fueron evaluados por los tres expertos, cuyas puntuaciones fueron: Experto N°01 califico con una puntuación de 81%, experto N°02 califico con una puntuación de 83% y el experto N°03 con puntuación de 81%; teniendo como resultado 0.82, por lo tanto, tiene una validez muy alta.

4.6.3. Confiabilidad del instrumento de investigación

En psicometría el alfa de Cronbach es un coeficiente que mide la confiabilidad de medida, que luego se clasifica en el siguiente cuadro de rangos Lao Tania & Takakuwa Rita (2016):

Tabla 8. Rangos del Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Consistencia interna
$\alpha \geq 0.9$	Excelente
$0.8 \leq \alpha < 0.9$	Buena
$0.7 \leq \alpha < 0.8$	Aceptable
$0.6 \leq \alpha < 0.7$	Cuestionable
$0.5 \leq \alpha < 0.6$	Pobre
$\alpha < 0.5$	Inaceptable

Nota: Cronbach , (1951)

- ALFA DE CRONBACH

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2} \right)$$

Figura N° 24: Fórmula de Alfa de Cronbach.

Nota: Mendoza Vega (2018)

Donde:

- ✓ K: Numero de ítems en la escala.
- ✓ $\sigma^2 Y_i$: Varianza del item i.
- ✓ $\sigma^2 X$: Varianza de las puntuaciones observadas de los individuos.

ESTADÍSTICOS	VALORES	MAGNITUD
K	7	$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_r^2} \right]$
Sumatoria de varianza= ($\sum \sigma^2$)	0.62745098	
Varianza total de la prueba= ($\sum \sigma^2$)	5.33	
ALFA DE CRONBACH	0.77	ACEPTABLE

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de datos

Se refiere a todo el proceso que sigue un investigador desde la recolección de datos, hasta la presentación de los mismos en forma resumida. El procesamiento de datos en la investigación es el proceso de recopilación de datos y su transformación en información utilizable para múltiples partes interesadas. Aunque los datos pueden verse de muchas maneras y a través de varios objetivos, el procesamiento de datos ayuda a probar o refutar teorías, a tomar decisiones. Giraldo (2016)

Finalizando la recolección de datos se continua con el análisis de estos mismos, con el fin de solo obtener información alineada al tema. modificaciones que experimenta el concreto en sus propiedades mecánicas.

4.7.1. Procesamiento de la información

Se refiere a todo el proceso que sigue un investigador desde la recolección de datos, hasta la presentación de los mismos en forma resumida. El procesamiento de datos en la investigación es el proceso de recopilación de datos y su transformación en información utilizable para múltiples partes interesadas. Aunque los datos pueden verse de muchas maneras y a través de varios objetivos, el procesamiento de datos ayuda a probar o refutar teorías, a tomar decisiones. La

información se procesa en función de las necesidades, los tipos de datos recogidos, el tiempo disponible para procesar los datos y otros muchos factores. Este es uno de los componentes más críticos del proceso de investigación. Giraldo (2016)

Después de la recolección de información, se realizará cálculos para conseguir los valores de caudal de la PTAR y los respectivos ensayos para conocer el nivel de calidad del efluente.

4.7.1.1. Cálculo de población y caudal de diseño

La población empleada en el distrito de San Jerónimo, tomando en cuenta que la población se encuentra en crecimiento. De esta forma se consideró un censo de los últimos cinco años y proyectando una población futura.

Tabla 9. Datos poblacionales

AÑO	DESCRIPCIÓN	SEXO	CASOS	TOTAL
Julio de 2005	Censo de población	Hombre	4390	9161
		Mujer	4771	
Octubre de 2007	Censo de población	Hombre	4512	9658
		Mujer	5146	
Octubre de 2017	Censo de población	Hombre	5368	11601
		Mujer	6233	
Octubre de 2022	Datos recolectados por el alcalde del distrito de San Jerónimo de Tunan	Hombre	5442	11812
		Mujer	6370	

Nota: INEI

De acuerdo a los datos del INEI se identificó que los habitantes dentro del distrito de San Jerónimo dentro de los últimos 2 años tuvieron un aumento de habitantes siendo información tomada del alcalde de distrito en estudio.

Las estructuras hidráulicas en diseño deberán estar proyectadas a una vida útil de 20 años, de esta forma se, por ende, la población fue proyectada a 20 años tomando en cuenta el método de cálculo de: cuyos métodos aplicados para el cálculo de población a futuro fue: geométrico, aritmético y de interés simple.

Tabla 10. Resultados de cálculo poblacional

AÑO	POBLACIÓN TOTAL
2005	9161
2007	9658
2017	11601
2021	11812

Nota: INEI

a) Método geométrico:

Cálculo del valor de razón de crecimiento

$$r1 = \left(\frac{P_{act}}{P_{ant}}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 = 0.027$$

$$r2 = \left(\frac{P_{act}}{P_{ant}}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 = 0.018$$

$$r3 = \left(\frac{P_{act}}{P_{ant}}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 = 0.006$$

b) Método geométrico:

$$rp = \left(\frac{r1 + r2 + r3}{Nr}\right) = 0.017$$

Obtención de la población futura

$$Pf = Pa * (1 + r)^t = 16548 \text{ habitantes}$$

Finalmente se parecía la cantidad de habitantes determinado por el método geométrico cuyo valor es 16548 habitantes.

c) Método aritmético

De acuerdo a este proceso de cálculo se da una estimación teórica por lo que la tasa no siempre llega a ser exacto.

Identificación de la razón de crecimiento

$$r1 = \left(\frac{p_{act} - P_{ant}}{t_{act} - t_{ant}} \right) = 248.5$$

$$r2 = \left(\frac{p_{act} - P_{ant}}{t_{act} - t_{ant}} \right) = 194.3$$

$$r3 = \left(\frac{p_{act} - P_{ant}}{t_{act} - t_{ant}} \right) = 52.72$$

$$rp = \left(\frac{r1 + r2 + r3}{Nr} \right) = 165.17$$

La estimación de la población futura se dará a través de la siguiente expresión:

$$Pd = Pa + r * t$$

Donde:

Pd=Población de diseño (hab.)
Pa=Población de actual (hab.)
r=Tasa de crecimiento (hab./año)
t=Tasa de crecimiento (años)

Obtención de la población futura proyectada

$$Pd = Pa + r * t = 15115 \text{ habitantes}$$

d) Método de interés simple

$$r1 = \frac{P_{act} - P_{ant}}{P_{ant}} * (t_{act} - t_{ant}) = 0.109$$

$$r2 = \frac{P_{act} - P_{ant}}{P_{ant}} * (t_{act} - t_{ant}) = 2.012$$

$$r3 = \frac{P_{act} - P_{ant}}{P_{ant}} * (t_{act} - t_{ant}) = 0.091$$

$$rp = \left(\frac{r1 + r2 + r3}{Nr} \right) = 0.737$$

Obtención de la población futura proyectada

$$Pf = Pa * (1 + r * t) = 185921 \text{ habitantes}$$

Tabla 11. Datos relacionados a la población

Método	Cantidad de habitantes
Método geométrico	16548 ha
Método aritmético	15115 ha
Método de interés simple	185921 ha

Nota: Propia.

Al identificar la población proyectada entre los tres métodos, se toman los datos más semejantes (números con menor diferencia).

4.7.1.2. Cálculo de población futura

Se identifico una población final proyectada para los 20 años hablando así en pocas palabras de la población en el año 2042. De esta forma se saca un promedio entre los dos datos futuros más cercanos.

$$pf_{2042} = \left(\frac{16548 + 15115}{2} \right) = 15821 \text{ habitantes}$$

a) Demanda de agua poblacional

Se paso a realizar el cálculo del caudal de alimentación en la planta de aguas residuales.

$$Q \text{ de alimentación en planta} = 1337.385 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Flujo permeado } 45 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$$

b) Cálculo de Caudal (Qp):

$$\text{Dotación} = 180 \text{ lt/hab/día}$$

$$Pf = 15821 \text{ habitantes}$$

$$Q_p = \frac{pf * \text{Dotación}}{86400}$$

$$Q_p = \frac{2847780}{86400} = 32.96 \text{ lt/seg}$$

Al obtener los resultados del caudal promedio se debe de calcular el (Qmd) y caudal máximo horario (Qmh).

c) Caudal máximo diario (Qmd):

$$Q_{md} = Q_p \times K_1$$

Qp: Caudal promedio

K1: Coeficiente de variación 1.3

$$Q_{md} = 32.96 \times 1.3$$

$$Q_{md} = 42.848 \text{ lt/seg}$$

d) Caudal máximo Horario (Qmh):

$$Q_{mh} = Q_p \times K_2$$

Qp: Caudal promedio

K1: Coeficiente de variación 1.5

$$Q_{mh} = 32.96 \times 1.5$$

$$Q_{mh} = 49.44 \text{ lt/seg}$$

4.7.1.3. Análisis Del Agua sin ser Tratada

Se realizo un análisis del agua antes de ser tratada

Tabla 12. Resultados del análisis físico químicas del agua sin tratar

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	Límite máximo permisible según la normativa
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	398.15	500
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	248.00	300
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	167.24	---
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	255.02	250
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	250.11	250
Conductividad	μS/cm.	1402.67	1500
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	451.90	---
Sólidos en Suspensión	Unidades (mg/L)	242.51	---
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	896.67	1000
Turbidez	UNT	39.43	5

Fuente: Elaboración propia

Se visualiza en la tabla 12 que la mayoría de parámetros estudiados sobrepasa el límite permisible, por lo que tiene que ser tratado en el PTAR de San Jerónimo de Tunan.

4.7.2. Técnica y análisis de datos

El proceso de la investigación se llevó a cabo considerando las siguientes etapas trabajo in situ, laboratorio, oficina y preparación de memoria.

Se podrá ejecutar la prueba de Kruskal-Wallis o Anova siempre y cuando la investigación se componga de 2 a más grupos de estudio. Por otro lado, la investigación tiene una validez del 95%, a lo que el nivel de significancia es el 5% restante.

- **Prueba de normalidad:**

Se realiza la prueba de normalidad para verificar si las muestras proceden de una población con medianas iguales.

- “p” ≤ 0.05 se acepta la hipótesis nula (H0)
- “p” > 0.05 se acepta la hipótesis alterna (H1)

- **Prueba T de Student para una muestra**

En este caso se comprueba si la media de la población llega a estar cerca de un valor determinado.

Supuestos:

- En este caso el nivel de las variables debe ser evaluada por un intervalo o razón
- La distribución de los datos es normal
- La muestra debe provenir de un muestreo aleatorio

Unidireccional

- **H0:** el promedio (d1, d2 y d3) es igual (parámetro de medición)
- **H1:** el promedio (d1, d2 y d3) es diferente (parámetro de medición)

Interpretación

- En vista que el **P – valor obtenido** ($p=0.00 < \alpha=0.05$), entonces se muestra evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio es menor al (parámetro de medición)
- En vista que el **P - valor obtenido** ($p=0.80 > \alpha=0.05$), es así que no hay evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Este resultado llega a confirmar que el promedio es igual a (parámetro de medición).

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Según Enago (2017), La ética en la investigación tiene múltiples razones por las que es necesario adherirse a las normas básicas de conducta científica durante la investigación académica. La credibilidad de la comunidad científica y la percepción del público para juzgar y aceptar nuevos resultados dependen en gran medida de la autenticidad de los resultados que se han publicado. Es particularmente importante hacer una distinción clara entre una conducta aceptable e inaceptable, especialmente cuando los seres humanos o los animales participan en un estudio.

Esta investigación, fue elaborado con los debidos aspectos éticos que se debe de tener en cuenta en una investigación; ya que, no se infringió los derechos de los autores nombrados en la investigación; como también se respetó la propiedad intelectual ya que, se citó todas las fuentes bibliográficas de las cuales se obtuvieron información.

Así mismo, también podemos afirmar que se cumple con la ética moral; ya que esta investigación no afecto ni hizo daño a las persona, animales y naturaleza estudiadas en la investigación, que más por lo contrario este ayudo a mejorar el estilo de vida de los seres humanos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

El diseño tecnológico se define como estrategia metodológica que permite reconocer y dar solución a un problema mediante raciocinio lógico y procedimientos que se basan en observación y experimentación.

Para la investigación se formuló el problema la baja calidad de efluente de PTAR, para uso en riego; lo que genera escasez de agua en zona de agricultores, pérdidas económicas y enfermedades en la población. Siendo así, encontrar métodos de mejora de calidad para el efluente de la PTAR.

Por consiguiente, se plantea hacer un análisis físico químico del efluente del PTAR de San Jerónimo. Para así poder dar solución a los problemas observados, ya sea aceptando o rechazando las hipótesis planteadas.

5.2. Descripción de resultados

5.2.1. Objetivo Especifico 1 - Evaluación de las características físico químicas del PTAR para riego

El análisis de la calidad del agua del efluente en la PTAR de San Jerónimo de Tunan, se evaluaron las propiedades físicas químicas, constó

en transportar muestras al laboratorio para el análisis correspondiente cuyos resultados se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 13. Resultados de la evaluación química y física correspondiente al efluente del PTAR

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	Límite máximo permisible según la normativa
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	238	500
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	49	300
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	202	---
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	29.96	250
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	183.5	250
Conductividad	μS/cm.	496	1500
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	380.52	---
Sólidos en Suspensión	Unidades (mg/L)	131.54	---
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	242	1000
Turbidez	UNT	25.10	5

Nota: Propia

En la tabla 13, se presentan los resultados de características del agua del efluente dando como resultado una dureza total de 238 mg/l cuyo parámetro es 500 mg/ l, según la normativa se encuentra por debajo de parámetro, asimismo en la dureza cálcica nos dio como resultado 49 mg/L cuyo parámetro del LMP es 300 mg/ l, en la dureza cálcica nos dio como resultado 49 mg/ l cuyo parámetro del LMP es 300 mg/l, en la alcalinidad total nos dio como resultado 202 mg/l, en los cloruros nos dio como resultado 29.96 mg/L cuyo parámetro del LMP es 250 mg/l, en los sulfatos nos dio como resultado 183.5 mg/l cuyo parámetro del LMP es 250 mg/l, en la conductividad nos dio como resultados 496 μS/cm cuyo parámetro del LMP es 1500 mg/l, en la evaluación de los sólidos totales nos dio como resultado 380.52 μS/cm, solidos en suspensión nos dio como resultados 131.54 mg/l, en la evaluación de los sólidos disueltos nos dio como resultado 242 mg /l cuyo parámetro del LMP es 1000 mg/l, en la evaluación de la turbidez UNT nos dio como resultado 25.10 cuyo parámetro del LMP es 5 mg/l.

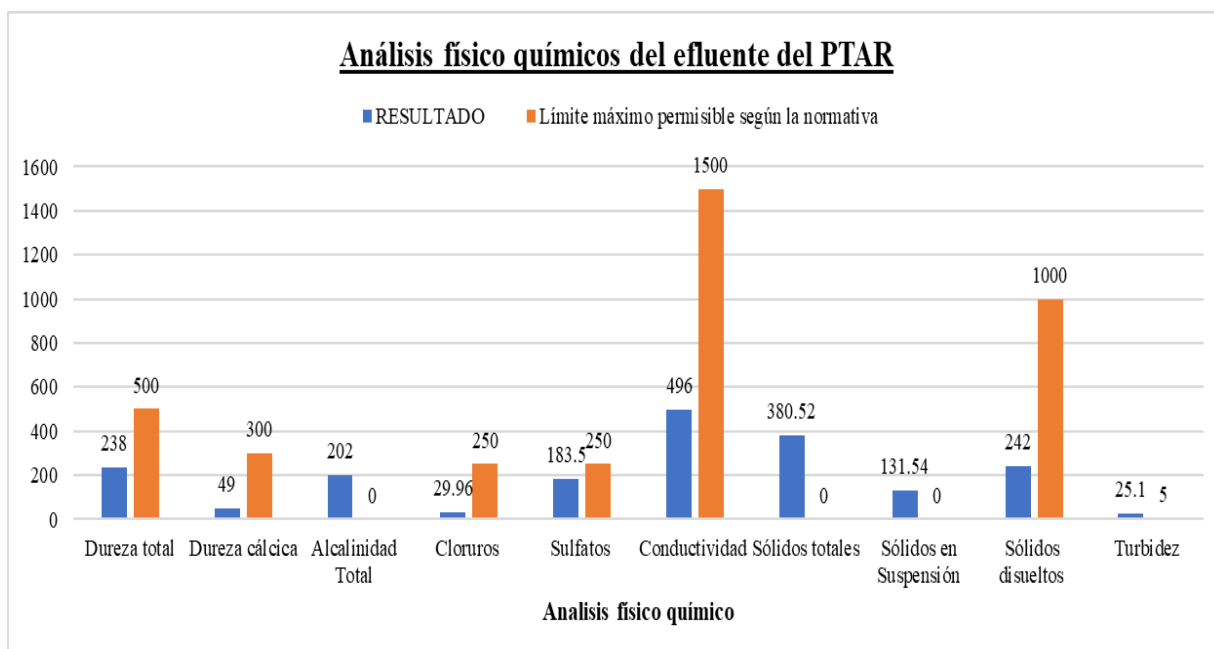


Figura N° 25: Comportamiento de las características del agua residual con respecto a los parámetros de acuerdo a la normativa

Nota: Propia

Finalmente, en relación al análisis físico - químico se identificó, que casi todos los valores correspondientes a las características químicas y físicas del efluente del PTAR se encuentran debajo de los límites máximos permisibles especificados en la normativa, mientras la turbidez si se encuentra por encima del parámetro del LMP cuyo rango es 5, por lo que no es idóneo para usar en riegos estos tipos de agua.

5.2.2. Objetivo Especifico 2 – Evaluación de los coliformes en el efluente del PTAR para su uso en riego

Para la evaluación del porcentaje de elementos coliformes en el efluente del agua del PTAR ubicado en el distrito de San Jerónimo de Tunan, se realizó el análisis microbiológico cuyos resultados obtenidos de laboratorio se especifica en la tabla 14.

Tabla 14. Evaluación microbiológica de del agua de efluente

MUESTRA PATRÓN	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	E. Coli NMP/100mL	Límites Máximos Permisibles según la norma
M-1	272.8	107.6	100 ml a 44.5 °C

Nota: Propia

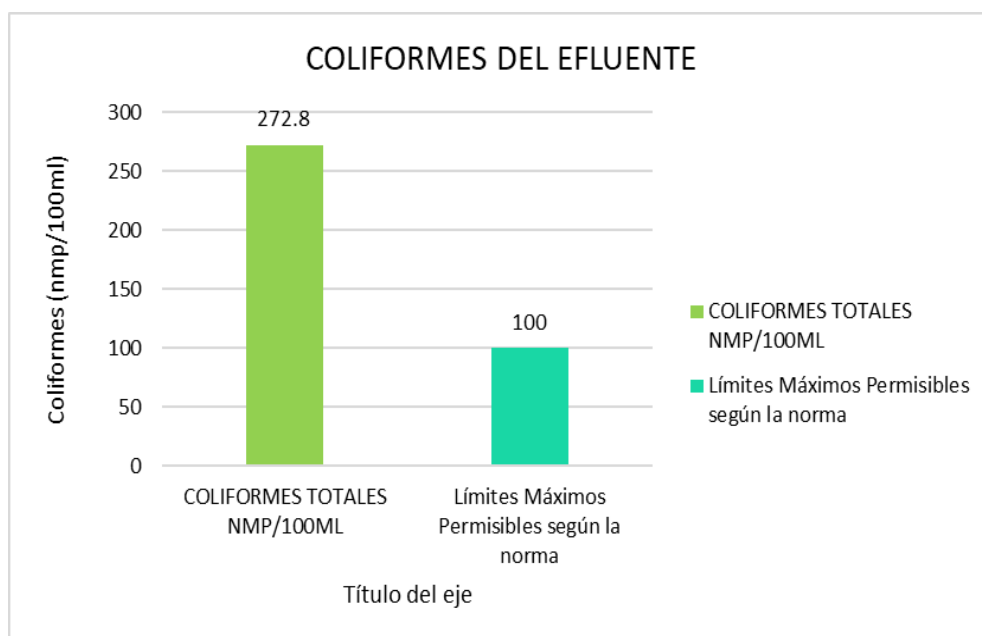


Figura N° 26. Evaluación de coliformes en el efluente

Nota: Propia

La tabla 14 muestra la cantidad de coliforme que presenta el efluente del PTAR cuyo valor nos dio 272.8 ml por lo que al comparar con los límites máximos correspondientes a normativa al encontrarse por encima de lo permitido cuyo límite es 100 ml por ello se encuentra fuera de los límites de parámetros microbiológicos.

5.2.3. Objetivo Especifico 3 - Identificación del valor del PH del agua de efluente empleado para el riego.

La evaluación del pH del efluente se realizó a través del análisis de las muestras de agua extraída del efluente del PTAR a través de las pruebas realizadas en laboratorio cuyos resultados se muestra a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. Datos resultantes del pH

MUESTRA	pH	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE SEGÚN LA NORMA
Patrón	9.15	6.5 a 8.5

Nota: Propia

En la tabla 15 se aprecia el valor del PH de la evaluación de la calidad del del efluente de agua de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de San Jerónimo de Tunan cuyo valor obtenido se encuentra por encima del valor permitido para uso en riegos según el límite estipulado en la normativa, por ello finalmente se aprecia que el agua del efluente del PTAR ubicado en San Jerónimo de Tunan no es idóneo para uso en riego.

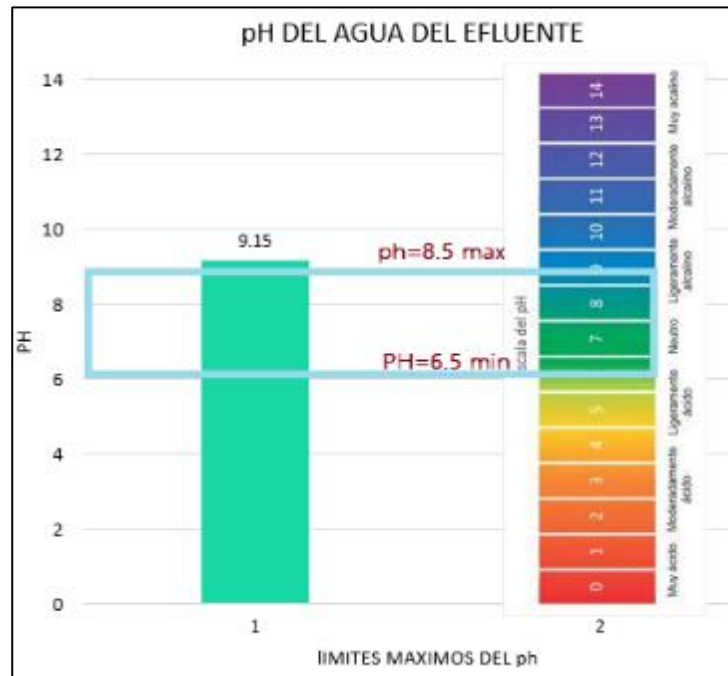


Figura N° 27. Evaluación del PH del efluente

Nota: Propia

Finalmente, en relación a los datos obtenidos en la investigación se plantea una alternativa de solución para mejorar la calidad del agua del PTAR y puede ser usado en como riego, la alternativa de solución consiste a través de la implementación de biorreactores dentro del planta de tratamiento de aguas residuales así para que pueda reducir la cantidad de coliformes y la turbidez del agua.

5.2.4. Diseño de biorreactor

- **Datos del Q que ingresa a la planta**

$$Q = 32.96 \text{ l/s} \cdot 1\text{m}^3/1000\text{l} \times 86400 \text{ s/1d}$$

$$Q = 32.96 \text{ m}^3/1000 \text{ s} \times 86400 \text{ s/1d}$$

$$Q = 2847.74 \text{ m}^3/\text{d}$$

Análisis del número de biorreactor de membrana sumergida

$$J_e = 45 \text{ m}^3/\text{d}/0.9 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$J_e = 40.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

$$Q = J_e (A_f) * (NM) * (NC)$$

$$Q = 40.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d} * (0.84 \text{ m}^2) * (12) * (3)$$

$$Q = 1224.72 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{ALTO} = 1.60 \text{ m}$$

$$\text{ANCHO} = 1.20 \text{ m}$$

$$\text{LARGO} = 4.00 \text{ m}$$

$$Q = J_e (A_f)(NM)(NC)$$

Q: Capacidad de agua a tratar por tanque

J_e: Flujo permeado (m³/m². d)

A_f: Área de filtración(m²)

NM: Numero de módulos por cassettes

NC: Numero de cassettes por tanque

Evaluación de la cantidad de agua tratada por biorreactor, calculando el número de tanque

$$NT = QD/Q = (2847.74 \text{ m}^3/\text{d}) / (1224.72 \text{ m}^3/\text{d}) = 2.325 = 2 \text{ biorreactor}$$

Tabla 16. Q promedio

PTAR	POBLACIÓN	Q prom	Q md/(L/S)
PTAR 01	7430	15.48	10.09

Nota: Propia

Como se puede observar en la tabla 16 el diseño de PTAR con una población de 15821 hab. y un caudal promedio de 32.96 l/s, será de utilidad para el diseño de la membrana.

5.2.5. Diseño de Membrana

Para el diseño de la membrana se identificó referencia la (Benenv modelo BN90) aplicando la metodología empleada por (Bohórquez y Sarmiento, 2017) mencionado como antecedente internacional. La características de este material de presentan en la figura 28 y figura 29.

Parámetros	BN90	BN150
Eficaz área de membrana (m ²)	0.9	1.5
Tamaño total (B * H) (mm)	510*1030	510*1650
Membrana de tamaño de poro (m)	0.2 ~ 0.4	
Material de la membrana	PTFE	
La producción de agua (L/pcs · día)	450 ~ 630	750 ~ 1050
Efluentes turbidez (NTU)	<1.0	
Sólidos en suspensión en efluentes (SS, mg/L)	<1.0	
BOD	<5 mg/L	
TSS	<1 mg/L	
turbidez	<1 N.T.U	
Total de bacterias eliminación	99.99% eliminación virus	

Figura N° 28: Especificaciones técnicas.
Nota: Benenv Environmental Technologies Co.

Parámetros	BN90-100	BN90-150	BN150-100	BN150-150
Número de elementos de membrana (pcs.)	100	150	100	150
Eficaz área de membrana (m ²)	90	135	150	225
Tratamiento capacidad (m ³ /d)	45	67.5	75	112.5
Capacidad de aireación (m ³ /min)	1 ~ 1.2	1.5 ~ 1.8	1.5 ~ 2	2.25 ~ 3
Influente MLSS (mg/L)	7,000 ~ 18,000			
Efluentes turbidez (NTU)	<1.0			
Sólidos en suspensión en efluentes (SS, mg/L)	<1.0			
Transmembrana Presión (kPa)	5 ~ 20			
PH	6 ~ 9			
Uso de temperatura (° C)	15 ~ 40			
Material del marco	acero inoxidable Ss304			
Tubo de aireación conjunta	unión embreada			
Tubo de aireación material	acero inoxidable Ss304			
Tubo de aireación tamaño de la junta	DN50			
Tubo colector conjunta	unión			
Material de la tubería colector	ABS			
Tamaño de la junta tubo colector	DN32			

Figura N° 29: Especificaciones técnicas.
Nota: Benenv Environmental Technologies Co

5.2.5.1. Elaboración del diseño

Al tomar en cuenta el método empleado por (Bohórquez y Sarmiento, 2017) y tomando en cuenta las características de la geomembrana de la distribuidora Benenv Environmental Technologies Co, se consideró como en cuenta la membrana para el biorreactor, tal como se muestra en la figura 30.

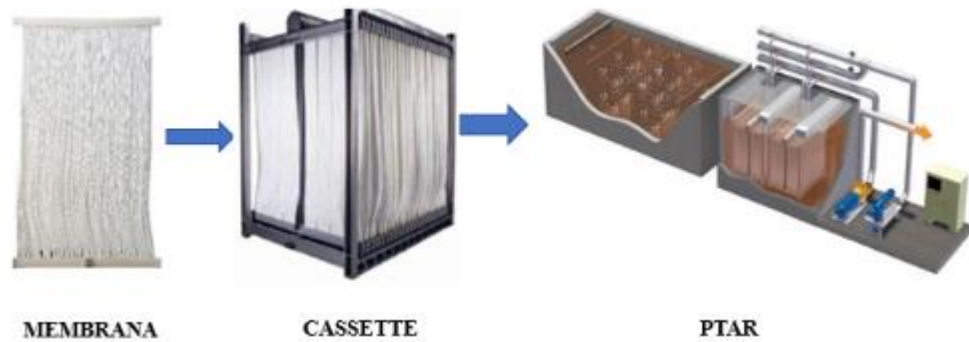


Figura N° 30: Proceso de disposición de biorreactor con elemento de membrana.

Nota: Propia

La figura 30 se identificó las características de la geomembrana BN 90 donde los parámetros de la normativa se presentan en la figura 33, la membrana BN90 -100, se considera eficaz empleando (m²) 90, el cual presenta una capacidad de (m³/d) 45 y disposición de aireación (m³/min) 1 – 1.2, sus dimensiones son:

ALTO = 1.60 m

ANCHO = 1.20 m

LARGO = 4.00 m

5.2.6. Información a considerar para el diseño estructural

5.2.6.1. Características de los materiales

En este proyecto se tomó en cuenta las características físicas y propiedades mecánicas del concreto presentados en la tabla 17.

Tabla 17: Propiedades que presenta el concreto empleado

Descripción	Variable	Valor	Unidad
Concreto Armado			
Peso específico del concreto	γ_c	2.4	ton/m ³
Resistencia a la compresión	f_c	280	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto	E_c	250998.01	kg/cm ²
Peso específico del acero	γ_s	7.85	ton/m ³
Esfuerzo de fluencia - Grado 60	f_y	4200	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	E_s	2.00E+06	kg/cm ²

Nota: Propia

- **Carga muerta**

Se reconoce como la carga propia de la estructura de acuerdo a lo mencionado en la E.020.

- **Carga viva**

Se reconoce como aquellas cargas reconocidas como el paso de personas, animales, etc. De forma no permanente sobre la estructura

No aplica para la estructura a diseñar.

- **Empuje lateral de suelos (CE)**

Es el empuje lateral que le da el suelo a la pared de la estructura de acuerdo a la profundidad de desplante.

$$P(z=H) = K_a * S / C$$

$$P(z=0) = K_a * S / C + K_a * \gamma_s * H$$

- **Presión hidrostática (CL)**

El agua que se encuentra dentro de la estructura presenta una densidad y presión que inciden en el análisis estructural.

$$\text{Peso específico del agua: } 1.0 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Presión hidrostática: } \gamma_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

- **Diagrama de cargas de la estructura**

Para realizar un análisis de los esfuerzos que actúan en la estructura se evaluó el diagrama de esfuerzos tal como presión del agua, suelo, CV y CM como se muestra en la figura 31.

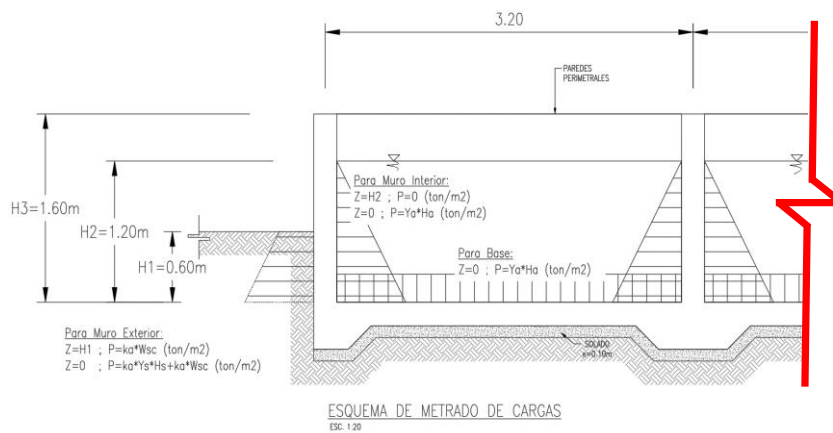


Figura N° 31: Disposición de esfuerzos que trabajan sobre la estructura

Nota: Elaboración Propia

5.2.6.2. Evaluación de la combinación de carga

La combinación de cargas toma en cuenta denominaciones mencionadas en la E 0.60, empleando factores de amplificación. Considerando así que las cargas actuantes causando los efectos más desfavorables en los elementos.

- C_01:
1.40 CM + 1.70 CV
 - C_02:
1.40 CM + 1.70 CV + 1.70 CE
 - C-03:
0.90 CM + 1.70 CE
 - C-04:
1.40 CM + 1.70 CV + 1.40 CL
- ENVOLV.: C_01+C_02+C_03+C_04

Dónde:

CM : carga muerta

CV : carga viva

CE : empuje lateral de suelo

CL : presión hidrostática

a) Análisis estructural

La evaluación se realizó empleando el SAP2000, al emplear un modelo tridimensional compuesto por elementos bidimensionales los cuales están unidos por nudos (membrana). En cuanto a los elementos verticales se ligan en función a resortes en el eje Z, y tomar en cuenta factores de restricción en el eje “X” e “Y”.

El programa SAP2000, tiene la capacidad de definir los pesos por la unidad de volumen del material y en cuanto a las dimensiones de cada elemento calculando así los pesos del elemento de acuerdo al material empleado. La carga de presión presenta una carga variable lineal de acuerdo a la densidad en el suelo, altura y el empuje lateral.

5.2.7. Diseño estructural

5.2.7.1. Diseño en concreto armado

El diseño para los diferentes elementos se consideró el método de resistencia de acuerdo al RNE-E.060 y ACI 318.

Para la mara de los planos se deben verificar las cuantías de diseño, aunque sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la Norma E060.

Modelo en SAP2000 se presenta la vista isométrica del biorreactor de membrana, en la figura 32.

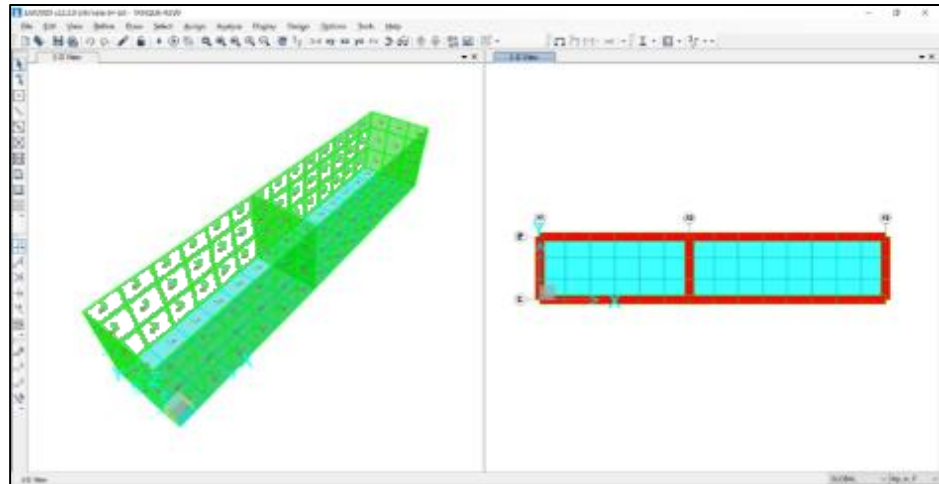


Figura N° 32: Plano de vista isométrica en SAP 2000

Nota: Propia

Seguido a esto en la, en la figura 33 se debió realizar una configuración de las propiedades del material logrando una resistencia en el concreto de 280 kg/cm^2 al considerar un módulo de Poisson de 0.2.

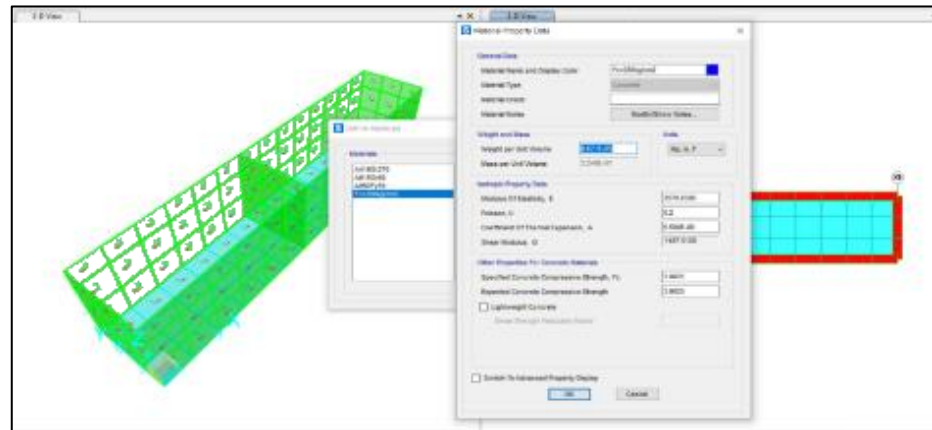


Figura N° 33:Asignación de las propiedades de materiales en el modelamiento

Nota: Propia

En la figura 34 Se observa la ventana en la cual se realizó una asignación de las dimensiones de la cimentación para la planta de tratamiento (asimismo ver anexo 4 pág. 136).



Figura N° 34:Asignación de elementos de cimentación (sección)
Nota: Propia

Asimismo, en la figura 35 se observa la configuración de los patrones de carga en el diseño de la estructura de la planta de tratamiento (asimismo ver anexo 4 pág. 137).

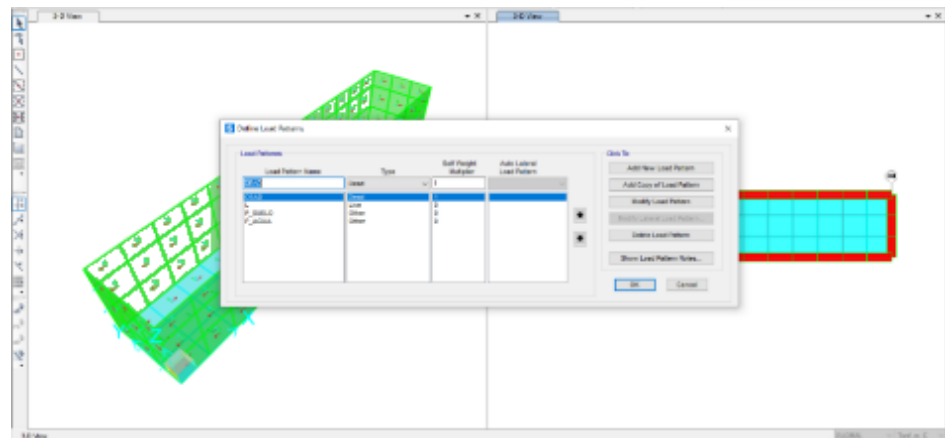


Figura N° 35:Definición de los patrones de carga.
Nota: Elaboración Propia

En la figura 35 se identificó que las cargas de cimentación generados al soportar el resto de la estructura que fueron configurados (asimismo ver anexo 4 pág. 137).

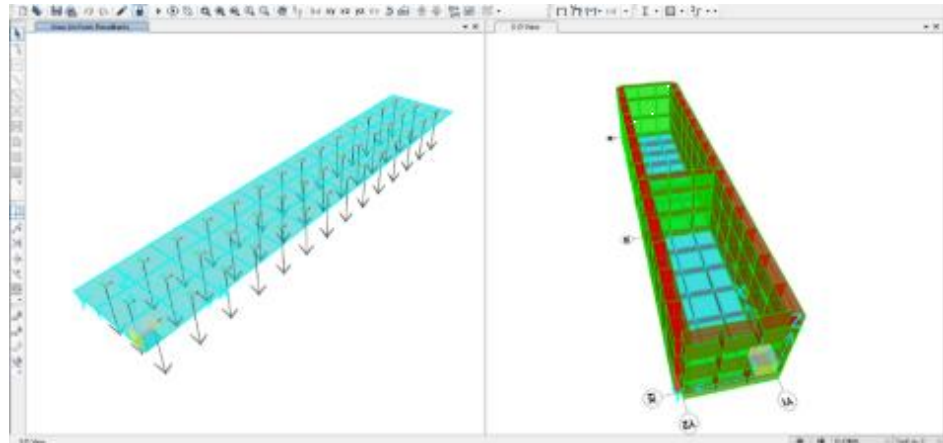


Figura N° 36:Asignación de cargas a la cimentación.
 Nota: Propia

En la figura 37 se asignó cargas de presión de forma lateral para presentar las cargas del suelo y evaluar el comportamiento estructural de la planta de tiramiento por un biorreactor de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 138)

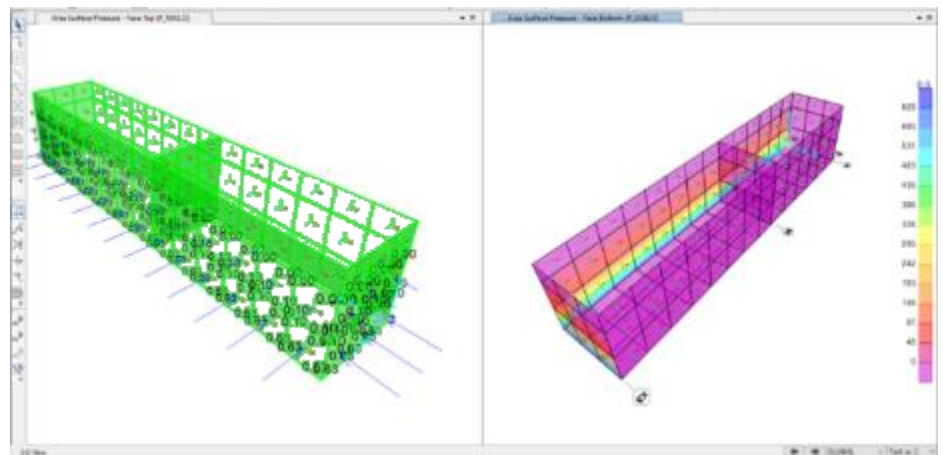


Figura N° 37:Aplicación de las cargas laterales correspondientes la suelo por el lado exterior
 Nota: Propia

En la figura 38 se platea una combinación de cargas con factores de amplificación para asegurar un buen comportamiento de la estructura luego del diseño del birreactore de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 139).

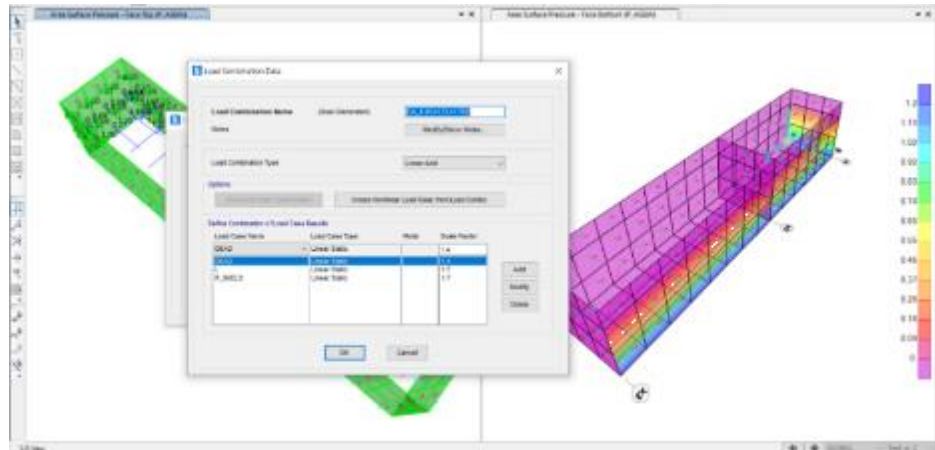


Figura N° 38: Aplicación de la combinación de cargas de acuerdo a la E 0.60

Nota: Propia

En la figura 39 se identifica la presión de las cargas por un efecto de gravedad para el diseño estructural del biorreactor de membrana el cual presenta un valor de $0.30 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2$ (con una capacidad del terreno conservador)

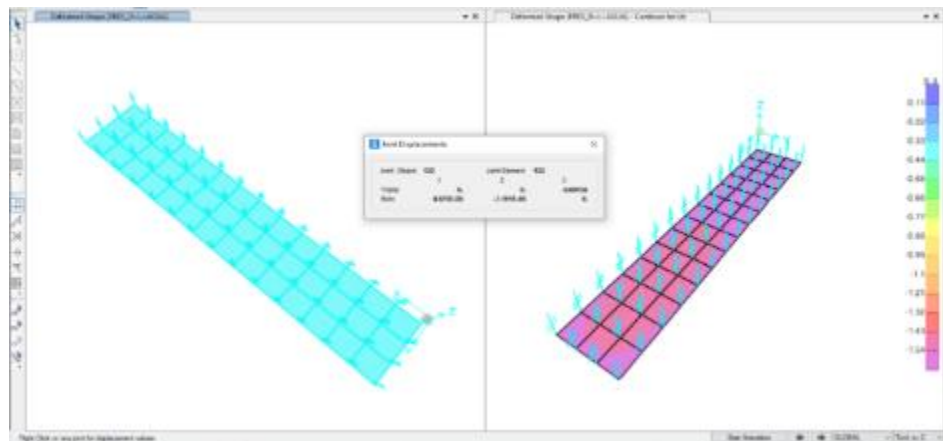


Figura N° 39: Puntos de presión del biorreactor

Nota: Propia

En la figura 40 se identificó diagrama de momentos m_{11} y m_{22} además en la cimentación se implementó una distribución de acero de refuerzo de (sup. $\varnothing 1/2'' @ 0.20\text{m}$; inf. $\varnothing 1/2'' @ 0.20\text{m}$) para el diseño estructural del biorreactor de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 140).

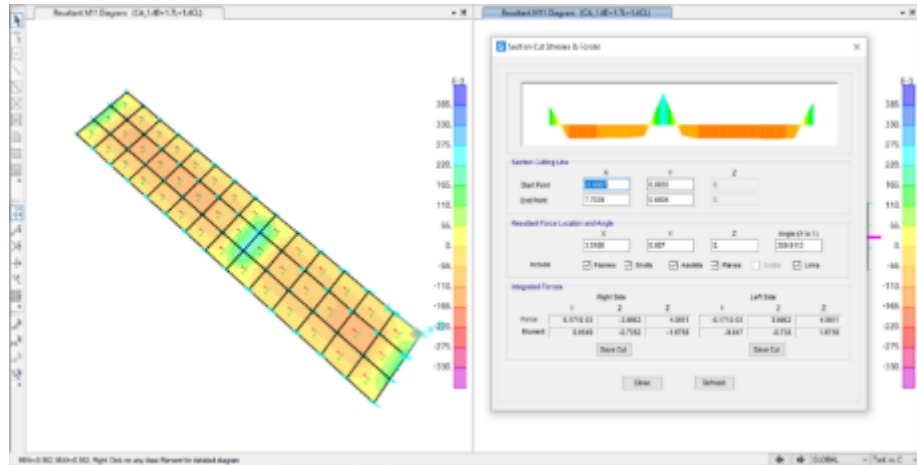


Figura N° 40: Presentación del diagrama de momento

Nota: Propia

En la figura 41 se identificó una deformación en los valores de cimentación y paredes por el efecto del volumen del agua en los birreactores de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 140)

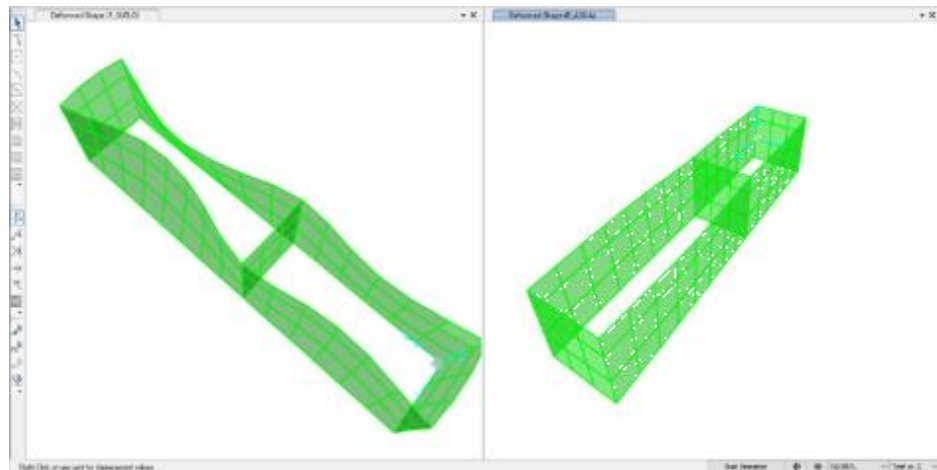


Figura N° 41: Presentación de la acción de deformación en las paredes y cimentación

Nota: Propia

En la figura 42 se identificó que el diagrama de los momentos máximos del birreactor de membrana. m11 y m22 en el muro requiere (acero horizontal $\text{Ø}3/8'' @0.20\text{m}$; Acero vertical $\text{Ø}1/2'' @0.20\text{m}$)

Obteniéndose un diseño final, que se plasma en aquellos planos que presentan líneas por debajo de la figura. (Ver anexo figura 40)

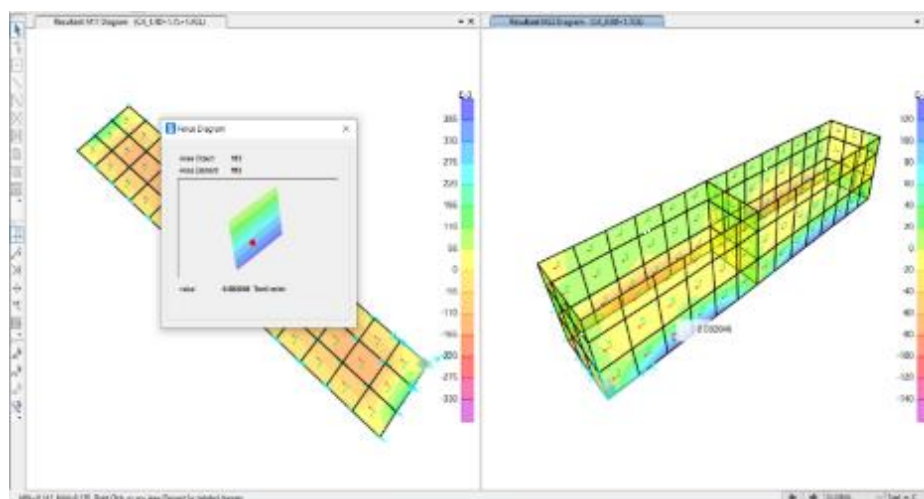


Figura N° 42: Presentación de diagrama de momentos mediante esquema de calor.

Nota: Propia

4.8. Contrastación de hipótesis

4.8.1. Hipótesis específica 1

Las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no son es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

Planteamiento H1 y H0

- H0: Las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales son idóneos para uso en riego - San Jerónimo 2021.
- H1: Las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no son es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

Prueba de normalidad

H0: Los datos presentan una disposición normal

H1: Los datos no proceden de una disposición normal

Pruebas de normalidad							
	Efluente	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dureza total	Efluente	,253	3	.	,964	3	,637
Dureza calcica	Efluente	,253	3	.	,964	3	,637
Cloruros	Efluente	,219	3	.	,987	3	,780
Sulfatos	Efluente	,276	3	.	,942	3	,537
Conductividad	Efluente	,196	3	.	,996	3	,878
Turbidez	Efluente	,292	3	.	,923	3	,463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N° 43. Resultados de la significancia de características del efluente

Nota: Propia

Al realizar el análisis del supuesto de normalidad se identificó que el p-valor > 0.05 aceptando la Hay afirmando que los datos muestran de una repartición normal. Pasando a realizar el análisis de T student para una sola muestra de todas las propiedades.

➤ **Dureza del agua**

En este caso el valor (parámetro de medición) P =500 mg/l y con el que se evaluara la dureza del agua.

$$H_0: \mu = 500, H_1: \mu > 500$$

- Si el p-valor <5% se confirma que el promedio es menor al (parámetro de medición)
- Si el p-valor >5% se confirma que el promedio es igual a (parámetro de medición)

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Dureza total	3	237,9333	,30551	,17638

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 500						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Dureza total	-1485,778	2	,000	-262,06667	-262,8256	-261,3078

Figura N° 44: Prueba estadística T student para una muestra

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza total es menor a 500.

➤ **Dureza cálcica**

En este caso el valor (parámetro de medición) P =300 mg/l y con el que se evaluara la dureza cálcica del agua.

$$H_0: \mu = 300, H_1: \mu > 300$$

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Dureza calcica	3	49,2667	,30551	,17638

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 300						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Dureza calcica	-1421,524	2	,000	-250,73333	-251,4922	-249,9744

Figura N° 45: Prueba estadística para una muestra y T student

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza cálcica es menor a 300.

➤ Cloruros

En este caso el valor (parámetro de medición) $P = 250 \text{ mg/l}$ y con el que se evaluara la dureza del agua.

$$H_0: \mu = 250 \text{ mg/l}, H_1: \mu > 250 \text{ mg/l}$$

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Cloruros	3	29,9633	,02517	,01453

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 250						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cloruros	-15143,962	2	,000	-220,03667	-220,0992	-219,9742

Figura N° 46: Prueba estadística y T student para una muestra

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza cálcica es menor a 250.

➤ **Sulfatos**

En este caso el valor (parámetro de medición) $P = 250 \text{ mg/l}$ y con el que se evaluara la dureza del agua.

$$H_0: \mu = 250 \text{ mg/l}, H_0: \mu > 250 \text{ mg/l}$$

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Sulfatos	3	183,5300	,03606	,02082

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 250

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Sulfatos	-3193,116	2	,000	-66,47000	-66,5596	-66,3804

Figura N° 47: Prueba T student de una muestra de los sulfatos del efluente

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza cálcica es menor a 250.

➤ **Conductividad**

En este caso el valor (parámetro de medición) $P = 1500 \text{ mg/l}$ y con el que se evaluara la dureza del agua.

$$H_0: \mu = 1500, H_0: \mu > 1500$$

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Conductividad	3	496,2800	,27055	,15620

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 1500

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Conductividad	-6425,659	2	,000	-1003,72000	-1004,3921	-1003,0479

Figura N° 48: Prueba T estudent de los datos de conductividad del efluente

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza cálcica es menor a 1500.

➤ **Turbidez**

$$H_0: \mu = 5, H_0: \mu > 5$$

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Turbidez	3	25,0833	,02082	,01202

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 5

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Turbidez	1671,034	2	,000	20,08333	20,0316	20,1350

Figura N° 49: Prueba de T student para los datos de turbidez

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza cálcica es mayor a 5.

De esta forma se concluye que: Las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no son es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021 al ver que las propiedades son mayores a las permitidas.

4.8.2. Hipótesis específica 2

El porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es alto para uso en riego - San Jerónimo 2021.

Planteamiento H1 y H0

- H0: El promedio del porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es alto para uso en riego es igual 100 ml - San Jerónimo 2021.
- H1: El promedio del porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es alto para uso en riego es mayor que 100 ml - San Jerónimo 2021.

$$H0: \mu = 100 \text{ ml}, H0: \mu > 100 \text{ ml}$$

- **Prueba de normalidad:**

Se realiza la prueba de normalidad para verificar si las muestras proceden de una población con medianas iguales.

- “p” \leq 0.05 se acepta la (H0)
- “p” $>$ 0.05 se acepta la (H1)

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Efluente		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coliformes	Efluente	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N° 50. Prueba de normalidad de coliformes en el efluente

Nota: Propia

Al realizar el análisis del supuesto de normalidad se identificó que el p-valor $>$ 0.05 aceptando la hipótesis nula y afirmando que los datos provienen de una distribución normal. Por lo que se pasa a realizar la prueba de T student para una sola muestra de todas las propiedades físicas y químicas.

Prueba T de estudent de los datos de coliformes

En este caso el valor (parámetro de medición) $P = 500$ mg/l y con el que se evaluara la dureza del agua.

$$H_0: \mu = 500, H_1: \mu > 500$$

- Si el p-valor $< 5\%$ se confirma que el promedio es mayor al (parámetro de medición)
- Si el p-valor $> 5\%$ se confirma que el promedio es igual a (parámetro de medición)

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Coliformes	3	272,8100	,01000	,00577

Figura N° 51. Estadística para la muestra

Nota: Propia

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coliformes	29931,570	2	,000	172,81000	172,7852	172,8348

Figura N° 52. Prueba Tstudent para una muestra

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio de la dureza total es mayor a 100.

Se concluye: El porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es alto para uso en riego - San Jerónimo 2021.

4.8.3. Hipótesis específica 3

El pH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

Planteamiento H1 y H0

- H0: El pH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

- H1: El pH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

- **Prueba de normalidad:**

Se realiza la prueba de normalidad para verificar si las muestras proceden de una población con medianas iguales.

- “p” ≤ 0.05 se acepta la (H0)
- “p” > 0.05 se acepta la (H1)

Pruebas de normalidad							
Efluente	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
ph Efluente	,175	3	.	1,000	3	1,000	

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N° 53. Prueba de normalidad

Nota: Propia

Al realizar el análisis del supuesto de normalidad se identificó que el p-valor > 0.05 aceptando la hipótesis nula y afirmando que los datos provienen de una repartición normal. Procediendo a realizar el análisis de T student para una sola muestra de todas las propiedades físicas y químicas.

Prueba T de estudent de los datos de coliformes

En este caso el valor (parámetro de medición) $P = 500$ mg/l y con el que se evaluara la dureza del agua.

$$H_0: \mu = 500, H_1: \mu > 500$$

- Si el p-valor $< 5\%$ se confirma que el promedio es mayor al (parámetro de medición)
- Si el p-valor $> 5\%$ se confirma que el promedio es igual a (parámetro de medición)

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ph	3	9,1500	,01000	,00577

Figura N° 54. Prueba estadística para una muestra

Nota: Propia

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 7.5

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ph	285,788	2	,000	1,65000	1,6252	1,6748

Figura N° 55: Prueba T student para una muestra

Nota: Propia

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio del PH total es mayor a 100.

Se concluye: El pH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusión de resultados con antecedentes

OG:

En relación al objetivo general planteado: Se obtuvo, que la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de San Jerónimo no es idóneo para uso en riego por ello se planteó una propuesta de solución mediante la implementación de 2 biorreactores de membrana dentro del PTAR para así lograr mejorar la calidad del efluente y pueda ser usado en riego en relación a la población futura y caudal de diseño de la misma forma se podría decir que, las presiones por carga de gravedad en el diseño estructural de los biorreactores de membrana el cual tiene un valor de $0.30 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2$ capacidad del terreno conservador.

De la misma forma Tróchez (2018) al evaluar el PTAR se identificó que el efluente muestra una conductividad eléctrica superior a $0,7 \text{ dS/m}$. Presentando una restricción ligera y moderada mostrando así un riesgo de que el suelo obtenga mayor cantidad de sal. Además, el RAS y CE llegan a influenciar de forma leve o moderada en la reducción de la capacidad de infiltración del suelo, por último, concluyo identificando que las directrices de nivel internacional de la USDA, identifican el agua evaluada como el agua tratada resultante de PTAR como C1 – S2; al identificar como un agua de buena calidad para ser empleada en riego. De acuerdo a los estándares distados por la FAO, clasifico al efluente

con baja cantidad de sales disueltas y es necesario presentar atención a una posible generación de sólidos.

En la investigación se identificó que con el uso de 2 biorreactores de membrana dentro del PTAR se logra mejorar la calidad del efluente para el uso en actividades de riego, al igual que Bohórquez & Sarmiento, (2017) que menciona que el uso de los biorreactores de membrana mejoro la calidad del agua del afluente.

OE1:

Al evaluar las propiedades fisicoquímicas del efluente del PTAR del distrito de San Jerónimo se obtuvo como resultado 238 mg/l cuyo parámetro del LMP es 500 mg/ l, en la dureza cálcica nos dio como resultado 49 mg/L, en la alcalinidad total nos dio como resultado 202 mg/l, en los cloruros nos dio como resultado 29.96 mg/L, en los sulfatos nos dio como resultado 183.5 mg/l, en la conductividad nos dio como resultados 496 μ S/cm, en la evaluación de los sólidos totales nos dio como resultado 380.52 μ S/cm, solidos en suspensión nos dio como resultados 131.54 mg/l, en la evaluación de los sólidos disueltos nos dio como resultado 242 mg/l en la evaluación de la turbidez UNT nos dio como resultado 25.10.

Chero Sánchez & otros, (2021) presento en antecedentes nacionales titulada “Implementación de una PTAR para su reutilización en el sistema de regadío de áreas verdes Ceoes - San Lorenzo - 2021”, menciona que se realizaron los análisis fisicoquímicos al PTAR artesanal, cuyo pH es de 4 grado de acidez, temperatura de 20 °C, la sedimentación de 15 ppm y el OD 5mg/l. y después de la implementación debe tener el pH 8, temperatura de 22 °C Sedimentación 22 ppm, y OD 9mg/l, lo cual el agua presenta una calidad adecuada para el regadillo de las áreas verdes en San Lorenzo, y finalmente llega a concluir que la implementación de un PTAR influye en la mejora del sistema de regadío, se recomienda a las localidades implementar el PTAR, como una solución para mejorar el sistema de regadío mediante el reusó del agua tratada para el regadío de parques y jardines.

En la investigación se identifico que el efluente del PTAR del distrito de San Jerónimo se identificó que las propiedades fisio quimias no cumplen con los valores máximos permitidos en tanto Chero Sánchez & otros, (2021) menciono que al implementar el PTAR mejora la calidad del agua.

OE2:

Al evaluar el porcentaje de coliformes que contiene el efluente del PTAR nos dio 272.8 ml por lo que al comparar con los límites máximos permisibles de la normativa se aprecia que la cantidad de coliformes totales que existe en el efluente del PTAR se encuentra por encima del valor permitido cuyo valor es 100 ml.

Núñez (2019) identificó que el PTAR conformado por filtros percoladores se identificó que no llega a ser eficiente para el caso de remoción de materia orgánica de acuerdo a los indicadores de DBO5 y DQO al obtener valores de 23,20% y 27,63% respectivamente, siendo estos valores menores a los límites aceptables, pero se acepta que hay una eficiencia en la suspensión de los sólidos suspendidos totales en 50%, identificando que la capacidad de remoción de grasas y aceites fue del 82,20%, al encontrarse dentro del promedio de eficiencia para el tratamiento del agua residual, la capacidad de remoción de coliformes termotolerantes fue de 65,62%, al estar por debajo de la eficiencia de este parámetro.

En la investigación se identificó que el efluente que ingresa al PART no cumple con los máximos permisibles de coliformes, en tanto Ramos Jiménez & otros (2021) también indicó que el agua en estudio no cumple con los coliformes máximos, implementando una cloración óptima de 10g disminuyendo así los coliformes.

OE3:

En relación al tercer objetivo específico, en la identificación del PH del efluente del PTAR se obtuvo que el PH nos dio como resultado 9.15, excediendo el rango permitido de 6.5 a 8.5 para uso en riego según los límites máximos permisibles estipulados en la normativa, se propone la solución de implementar dos biorreactores de membrana para mejorar la calidad del agua del PTAR para utilizarla en riego en el distrito de San Jerónimo.

Ulco (2018) identificó que el PTAR en estudio el pH presentó variaciones, estos fueron medidos durante el periodo del monitoreo al PTAR. En la zona de entrada de la planta del PTAR el pH se mantuvo alrededor de 7.5. En la zona de sedimentación (tratamiento primario) y en la zona anaerobia (tratamiento secundario), el rango promedio de variación del pH fue de 6,5 a 7,5. El valor de pH adecuado para el proceso anaerobio, es un poco restrictivo y crítico, generalmente es de 6,5 a 8,5, este permite la existencia de vida de los microorganismos que participan en la digestión anaerobia.

En la investigación el PH del efluente es mayor al rango permitido en tanto Ulco Llulluna, (2018), identifico que el pH presento variaciones, al ser medidos durante el periodo del monitoreo al PTAR. En la zona de entrada de la planta de tratamiento del agua residual (EPTAR) el pH se mantuvo alrededor de 7.5. En la zona de sedimentación (tratamiento primario) y en la zona anaerobia (tratamiento secundario), el rango promedio de variación del pH fue de 6,5 a 7,5.

CONCLUSIONES

- **Objetivo general 1**

La presente investigación permite concluir que el efluente del PTAR en el distrito de San Jerónimo no cumple con los LMP para ser utilizada en riego, por ello se diseñó como propuesta de solución 2 biorreactores de membrana para mejorar la calidad del efluente, con dimensiones de largo 7.60 m, ancho 1.60 m y alto 1.80 m, se identificó que el uso de biorreactor es sumamente eficiente para eliminar los contaminantes del efluente de un PTAR, habiendo posibilidad de emplearlo en el sector agrícola, aportando a una de las principales actividades económicas en San Jerónimo.

- **Objetivo específico 1**

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. De esta forma se concluye que: Las propiedades fisicoquímicas del efluente de un PTAR son idóneas para uso en riego - San Jerónimo 2021 al ver que las propiedades son mayores a las permitidas. En el análisis fisicoquímico del efluente del PTAR se identificó, que casi todos los valores de las propiedades químicas y físicas del agua del efluente se tornan bajo los límites permisibles, en cuanto a la turbidez se encuentra sobre el LMP cuyo rango es 5, por lo que no es idóneo para usar en riegos estos tipos de agua.

- **Objetivo específico 2**

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Se concluye: El porcentaje de coliformes del efluente de la PTAR es alto para el uso en riego - San Jerónimo 2021.

Al evaluar el comportamiento de coliformes totales en el efluente son de 272.8 ml de existencia de coliformes, por lo que, al comparar con los límites máximos permisibles de la normativa, se aprecia que la cantidad de coliformes totales que existe en el efluente del PTAR se encuentra por encima de lo permitido cuyo límite es 100 ml, por ello se encuentra fuera de los LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

- **Objetivo específico 3**

Al realizar el análisis de la T de student nos da como resultado una significancia de $0.00 < 5\%$ evidencia suficiente para llegar a rechazar la hipótesis nula. Es así que el resultado confirma que el promedio del PH total es mayor a 100 en el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.

En la evaluación del pH de las aguas del efluente del PTAR se obtuvo un PH de 9.15 el cual se encuentra por encima del valor permitido para uso en riegos, según los límites máximos permisibles el agua del efluente del PTAR ubicado en San Jerónimo de Tunan no es idóneo para uso en riego.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere mejorar los métodos de investigación sobre el posible uso de las aguas residuales tratadas mediante la implementación de biorreactores de membrana, para que se implementen normas que exijan el uso de parámetros de calidad, no aguas residuales, en la reutilización de los recursos hídricos de riego.
- Se recomienda el adiestramiento de los usuarios para el uso correcto de los suministros de agua, además se debe generar un plan de operación y mantenimiento de la PTAR, así también, tener personal especializado para el correcto manejo de biorreactores y el tratamiento de aguas residuales. Por otro lado, capacitar a las comunidades rurales en el uso y manejo adecuado, ya que la tecnología de biorreactores permite la reutilización de las aguas residuales, evitando así un desperdicio mínimo de agua.
- La solución de biorreactores se recomienda ponerlo en práctica, ya que, de lo contrario, se proliferan enfermedades en la población por el mal olor y suciedad en estas aguas, escasez de agua y por último, la economía de los agricultores desciende por falta de producción.
- De acuerdo a los resultados de análisis de calidad del efluente, se recomienda tener implementos de seguridad individual para la toma de muestras y el correcto desinfectado post evaluación. Agregando a lo anterior evitar personas no autorizadas para evitar accidentes, ya que, la calidad del agua para el uso de riego es mala y peor para el consumo humano. También, Se sugiere aplicar esta investigación para el abastecimiento de agua en poblaciones donde carecen de agua para el riego de las zonas agrícolas, y también como base para futuras investigaciones que mejoren el método o descubran métodos más eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academy, Enago. 2017.** Enago. *Enago*. [En línea] 2017.
<https://www.enago.com/es/academy/importance-of-research-ethics/>.
- Allende, A. 2020.** Dicyt. *Dicyt*. [En línea] 04 de 2020.
<https://www.dicyt.com/viewItem.php?itemId=48112>.
- Alvares, A. 2020.** Clasificación de la investigación. Lima : s.n., 2020, pág. 5.
- Aqua Global. 2020.** Aqua Global. *Aqua Global*. [En línea] 2020.
<https://www.aquaglobals.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php>.
- Arciniega, A y Chacha, S. 2021.** *Diseño de la planta de tratamiento de agua residual mediante lodos activados para la comunidad de Pesillo, Parroquia Olmedo*. Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana. Quito : s.n., 2021. pág. 134, Pre grado.
- Arteaga, G. 2022.** Testsiteforme. *Testsiteforme*. [En línea] 24 de 08 de 2022.
<https://www.testsiteforme.com/que-es-la-investigacion-correlacional/>.
- Atalaya, K. 2022.** *Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en los parámetros DBO, DQO, SST, PH, T°, aceites y grasas, en Sorochuco, Celendín, Cajamarca*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2022. pág. 71, Pre grado.
- Atencio, H. 2018.** *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco-2018*. Facultad de Ingeniería, Universidad Daniel Alcides Carrion . Cerro de Pasco : s.n., 2018. pág. 142, Pre grado.
- Auccatenco, R. 2021.** *Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi – Cusco*. Facultad de Ingeniería , Universidad Continental. Cusco : s.n., 2021. pág. 111, Tesis Pregrado.
- Bazalar, E. 2021.** *Implementación de una PTAR para su reutilización en el sistema de riego de áreas verdes Ceoes - San Lorenzo - 2021*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad César Vallejo. Lima - Perú : s.n., 2021. pág. 59, Tesis de pregrado.
- Belzona Inc. 2014.** Belzona Inc. *Belzona Inc*. [En línea] 2014.
https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf.
- Benavides, E. 2016.** Iagua.es. *Iagua.es*. [En línea] 12 de 09 de 2016.
<https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i>.

- Bustamante, Mo, y otros. 2018.** *Evaluación de la recuperación de P 2 O 5 a través de tres modelos de flotación espumante de roca fosfórica.* Universidad Nacional de Colombia. Colombia : s.n., 2018. Artículo.
- Camones, F y Salas, J. 2019.** *Evaluación y propuesta de mejora para la planta de tratamiento de aguas residuales nueva.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo. Huaraz : s.n., 2019. pág. 126, Tesis de Pregrado.
- Cevallos, X. 2018.** *Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durebilidad.* Escuela Profesional de Ingeniería. Quito : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Chang, I. 2020.** *DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO POR GOTEO PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LA HACIENDA DURAND.* Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2020. pág. 114, Pre grado.
- Chico, H y López, J. 2021.** *Desarrollo de un sistema de degradación de aguas residuales de la industria textil de pantalones de vaquero utilizando la técnica de Foto-Fenton.* Facultad de ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas . Peru : s.n., 2021. pág. 134, Pre grado.
- Colombia, Radio Nacional. 2021.** Radio Nacional Colombia. *Radio Nacional Colombia.* [En línea] 22 de 11 de 2021. <https://www.radionacional.co/actualidad/medio-ambiente/rio-magdalena-cual-es-el-panorama-ptar-en-riberas>.
- Cronbach . 1951.** *Alfa de Cronbach.* 1951.
- Cyclus. 2013.** Cyclus. *Cyclus.* [En línea] 05 de 1 de 2013. <https://www.cyclusid.com/tecnologias-aguas-residuales/tratamiento-aguas/tratamiento-primario/>.
- David, Nuevo. 2018.** Tecpa. *Tecpa.* [En línea] 09 de 11 de 2018. <https://www.tecpa.es/edar-tratamiento-secundario-depuracion-aguas/>.
- Daviran, M. 2020.** *Optimización hidráulica de la planta de tratamiento de aguas residuales aprovechando la pendiente pronunciada del terreno en Vitor – Arequipa – Arequipa.* Facultad de ingeniería, Universidad Peruana de ciencias Aplicadas. Arequipa : s.n., 2020. pág. 140, Tesis de pregrado.
- Daviran, M y Centeno, H. 2020.** *Optimización hidráulica de la planta de tratamiento de aguas residuales aprovechando la pendiente pronunciada del terreno en Vitor – Arequipa.* Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2020. pág. 140, Tesis de Pregrado.

- Donald Lalangui, D. 2021.** ECP. *ECP*. [En línea] 01 de 07 de 2021.
<https://www.emprendimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/#:~:text=Muestra%20de%20Tesis,-,%C2%BFQue%20es%20una%20Poblaci%C3%B3n%20en%20tesis%3F,Tambi%C3%A9n%20es%20conocido%20como%20Universo..>
- Eco-Intellutions. 2019.** EcoinTELL. *EcoinTELL*. [En línea] 13 de 02 de 2019.
<https://ecoinTELL.com.mx/plantas-de-tratamiento-de-agua/tipos-de-aguas-residuales-cuantos-existen-y-que-contienen>.
- Ecomol. 2019.** Ecomol. *Ecomol*. [En línea] 05 de 03 de 2019.
<https://www.ecomol.es/tratamientos/cuales-son-los-agentes-patogenos-del-agua/>.
- enviroment, Hydro. 2022.** Hydroenv. *Hydroenv*. [En línea] 2022.
https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=112..
- Farias de Marquez, Betty. 2018.** Iagua. *Iagua*. [En línea] 12 de 09 de 2018.
<https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i#:~:text=El%20desbaste%20es%20una%20operaci%C3%B3n,como%20unidades%20recuperadoras%20de%20subproductos..>
- Fernandez, G y Tuso, W. 2020.** *Estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplanes del municipio de la Primavera-Vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos*. Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador : s.n., 2020. pág. 192, Tesis Pregrado.
- Fernández, V. 2020.** Tipos de justificación en la investigación científica. Lima : s.n., 2020, pág. 12.
- Fibras y Normas de Colombia. 2018.** Blog Fibras y Normas de Colombia. *Blog Fibras y Normas de Colombia*. [En línea] 06 de 01 de 2018.
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/las-aguas-residuales-caracter-industrial-demanda-complejidad/>.
- Fidias, G. 2018.** El proyecto de la investigación. Venezuela : s.n., 2018, pág. 137.
- Giraldo, J. 2016.** *Manual para los seminarios de Investigación en Psicología*. 2016.
- Group, Spena. 2016.** Spena. *Spena*. [En línea] 11 de 12 de 2016.
<https://spenagroup.com/tratamiento-primario-aguas-residuales-sistemas-filtracion/>.
- Guevara, G y Verdesoto, A. 2020.** Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Lima : s.n., 2020.

- Guy Sela. 2020.** Cropia. *Cropia*. [En línea] 03 de 05 de 2020. <https://cropaia.com/es/blog/sistemas-de-riego/>.
- Guzmán, C. 2019.** Culturacientifica.com. *Culturacientifica.com*. [En línea] 28 de 11 de 2019. <https://culturacientifica.com/2019/11/28/que-es-el-ph/#comments>.
- Hanna. 2019.** Hanna instruments. *Hanna instruments*. [En línea] 29 de 03 de 2019. <https://hannainst.com.mx/blog/que-es-la-turbidez/>.
- Hopskis, Johns. 2015.** El agua potable. *El agua potable*. [En línea] 2015. <http://www.elaguapotable.com/coagulacion-floculacion.htm>.
- Huamán, C y Palco, M. 2021.** *Eficiencia en la reduccion del DBO5 y DQO en la PTAR en la Encañada CaJamarca 2021*. Facultad de ingeniería , Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca : s.n., 2021. pág. 89, Pre grado.
- Idrica. 2022.** Idrica. *Idrica*. [En línea] 03 de 08 de 2022. <https://www.idrica.com/es/blog/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-etapas/>.
- Induanalisis. 2019.** Induanalisis. *Induanalisis*. [En línea] 04 de 06 de 2019. https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31.
- Jeronimo, Municipalidad distrital de San. 2019.** Facebook. *Facebook*. [En línea] 09 de 04 de 2019. <https://www.facebook.com/459435891255534/posts/509894956209627/>.
- M., Gustavo. 2022.** Teamb. *Teamb*. [En línea] 01 de 04 de 2022. <https://teamb.com.mx/que-funcion-tiene-un-desarenador-en-una-ptar/#:~:text=El%20desarenador%20es%20una%20parte,como%20sustancias%20org%C3%A1nicas%20no%20putrescibles..>
- marzo201503. 2018.** Brainly. *Mapa de Huancayo*. [En línea] 28 de 11 de 2018. <https://brainly.lat/tarea/11169397>.
- Mendoza, J. 2018.** Alfa de Cronbach - Psicometría con R. *Medium*. [En línea] 3 de 05 de 2018. <https://medium.com/@jboscomendoza/alfa-de-cronbach-psicometr%C3%ADa-con-r-55d3154806cf>.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2020.** Gobierno del Perú. *Gobierno del Perú*. [En línea] 07 de 10 de 2020. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/noticias/306162-conozca-las-ptar-que-se-planea-ejecutar-en-el-pais-mediante-asociaciones-publico-privadas>.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. 2014.** *Resolucion Ministerial*. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Lima : s.n., 2014. pág. 271.
- Moranchel, M. 2020.** *Caracterización físicoquímica y microbiológica del efluente de la PTAR-Chapultepec y sus efectos sobre los cuerpos receptores*. Facultad de Ciencias,

- Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico : s.n., 2020. pág. 55, Tesis Pregrado.
- Moreno, E. 2021.** Blogspot.com. *Blogspot.com*. [En línea] 29 de 01 de 2021. <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2021/01/la-justificacion-practica.html>.
- Nuñez, M. 2019.** *Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba - Cajamarca. alternativas para mejorar su tratamiento*. Facultad de ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2019. pág. 138, Pre grado.
- Nuñez, M. 2019.** *Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba - Cajamarca. alternativas para mejorar su tratamiento*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2019. pág. 138, Pos-grado.
- Nyfdecolombia. 2021.** Synertech. *Synertech*. [En línea] 08 de 04 de 2021. [Citado el: 27 de 02 de 2023.] <https://www.nyfdecolombia.com/aguas-residuales/equipos-para-tratamiento-de-aguas-residuales>.
- OPETI. 2022.** Grupo Hidraulica. *Grupo Hidraulica*. [En línea] 03 de 08 de 2022. <https://grupohidraulica.com/noticias/2022/08/03/ptar-titicaca-megraproyecto-para-descontaminar-lago/>.
- Paot. 2015.** PAOT. *PAOT*. [En línea] 01 de 04 de 2015. https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/04_Agua/4.7_Servicios/data_servicios/tratamientos.htm#:~:text=Tratamiento%20primario.,%2C%20aplicaci%C3%B3n%20de%20qu%C3%ADmicos%2C%20etc..
- Pillapa, J. 2021.** *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia el corazón, cantón Pangua, provincia Cotopaxi*. Facultad de Ingenieria Civil y Mecanica, Universidad Tecnica Ambato. Ecuador : s.n., 2021. pág. 126, Tesis Pregrado.
- Quispe, E. 2021.** *Remoción de sólidos suspendidos para mejorar la calidad de agua superficial en el sector Pampilla de la cuenca Azángaro, Ananea 2021*. Facultad de Ingeieria, Universidad Continetal. Huancayo : s.n., 2021. pág. 69, Pre grado.
- Ramos, S, Sanchez, Y y Soto, L. 2021.** *Propuesta de mejora para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTARD) del distrito de Apata - Jauja*. Facultad de Ingenieria Ambiental, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2021. pág. 144, Tesis Pregrado.
- Romero, H. 2021.** Metodologia de la investigacion Cientifica. Milagro : s.n., 2021.

- Soto, S. 2018.** TesisCiencia. *TesisCiencia*. [En línea] 29 de 08 de 2018. <https://tesisCiencia.com/2018/08/29/muestreo-muestra-tesis/>.
- Suárez, E. 2019.** Ingecivil.net. *Ingecivil.net*. [En línea] 21 de 05 de 2019. <https://www.ingecivil.net/2019/05/21/tipos-de-desarenadores-que-existen-conocelos/>.
- Sumyt. 2020.** Sumyt. *Sumyt*. [En línea] 20 de 04 de 2020. <http://www.sumyt.com/galeria-sedimentacion/>.
- Sunass. 2022.** Sunass El regulador del agua potable. [En línea] 08 de 06 de 2022. <https://www.sunass.gob.pe/lima/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-peru-aumento-en-11-entre-el-2016-y-el-2020/>.
- Técnicas e instrumentos para recoger datos.* **Hernandez, S y Duana, D. 2020.** 05 de 12 de 2020, Revista Científica Retos de la Ciencia, pág. 12.
- Torre, A. 2018.** *Diseño y analisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz.* Facultad de Ingenieria Civil, Pontifica Universidad Catolica del Perú. Lima : s.n., 2018. pág. 104, Tesis Pregrado.
- Trochez, J. 2018.** *Evaluación del potencial uso para riego del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de ginebra valle del Cauca.* Facultad de Ingenieria, Universidad del Valle. Colombia : s.n., 2018. pág. 80, Tesis de Pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

“ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO – SAN JERÓNIMO, 2021”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021?</p>	<p>Objetivo general: Analizar la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego - San Jerónimo 2021.</p>	<p>Hipótesis general: La calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idónea para uso en riego - San Jerónimo 2021</p>		D1: Propiedades fisicoquímicas	Alcalinidad Tota	Ficha de ensayos de laboratorio	<p>Método de investigación: Científico. Tipo de investigación: Aplicada. Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: Descriptivo – correlacional. Población: El área a estudiar es la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de san jerónimo Junín, departamento de Junín.</p>
					Sólidos en Suspensión Sólidos disueltos Turbidez		
				D2: Análisis de cantidad de coliformes	Coliformes totales NMP/100ML	Ficha de ensayos de laboratorio	
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cuánto es el valor de las propiedades fisicoquímicas en la evaluación de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021?</p> <p>b) ¿Cuánto es el porcentaje de coliformes en la evaluación de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021?</p> <p>c) ¿Cuánto es el valor del PH en la evaluación de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021.</p> <p>b) Determinar el porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021.</p> <p>c) Identificar el valor del PH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales para uso en riego – San Jerónimo 2021.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) Las propiedades fisicoquímicas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no son idóneas para uso en riego - San Jerónimo 2021.</p> <p>b) El porcentaje de coliformes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es alto para uso en riego - San Jerónimo 2021.</p> <p>c) El pH del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales no es idóneo para uso en riego - San Jerónimo 2021.</p>	<p>Variable Independiente: Calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales</p>	D3: pH del efluente	Cantidad de potencial de hidrogeno	Ficha de ensayos de laboratorio	<p>Muestra: El tipo de muestreo empleado es el no probabilístico por conveniencia por lo que está conformado por el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de san jerónimo.</p> <p>Técnicas e instrumentos: Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio.</p>

Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<p>1: Variable Independiente</p> <p>Calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Según Baeza (2016), se puede definir como la condición en la que se encuentra el efluente respecto a características químicas, biológicas y físicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. También se reconoce como la capacidad que presenta el agua para diferentes usos, este se determina al comparar las características del efluente con estándares y normas.</p>	<p>La variable VI 1 es evaluado de acuerdo a sus diferentes dimensiones para lograr los resultados requeridos D1: Propiedades fisicoquímicas, D2: Análisis de cantidad de coliformes, D3: pH del efluente.</p>	D1: Propiedades fisicoquímicas	Alcalinidad Total	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo
				Sólidos en Suspensión		Intervalo
				Sólidos disueltos		Intervalo
				Turbidez		Intervalo
			D2: Análisis de cantidad de coliformes	Coliformes totales NMP/100ML	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo
			D3: pH del efluente	Cantidad de potencial de hidrogeno	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo

Anexo N°03: Matriz de operacionalización de instrumento

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<p>1: Variable Independiente</p> <p>Calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales</p>	D1: Propiedades fisicoquímicas	Alcalinidad Tota	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo
		Sólidos en Suspensión		Intervalo
		Sólidos disueltos		Intervalo
		Turbidez		Intervalo
	D2: Análisis de cantidad de coliformes	Coliformes totales NMP/100ML	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo
	D3: pH del efluente	Cantidad de potencial de hidrogeno	Ficha de ensayos de laboratorio	Intervalo

Anexo N°04: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación



Inicio de informe

EXPEDIENTE DE ENSAYO No.: GTV-2024-289

Fecha de emisión: 2023-04-18

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO, 2021
Petionario / Solicitante: BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

Ubicación: PLANTA DE TRATAMIENTO SAN JERÓNIMO DE TUNAN - HUANCAYO - JUNIN

II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Producto : AGUA RESIDUAL (PUNTO DE ENTRADA)
No. de muestra: 1.00
Fecha de muestreo: 2023-04-24
Otra referencia:

III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA

Presentación: Botella
Cantidad aprox. : 3 litros

INFORME DE ENSAYO

1.- ENSAYOS SOLICITADOS - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Demanda Química de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023 Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendidos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. Solid. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023 Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023 pH VALUE : Electromedic Method
Sólidos Sedimentables	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 24th Ed. 2023
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test 2023
Coliformes Termotolerantes o Fecales, NMP	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 24th Ed. 2023
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 250 B, 24th Ed. 2023 Temperature*: Laboratory and Field Methods

2.- RESULTADOS

2.1.- DESCRIPCIÓN DE MUESTRA : AGUA RESIDUAL SIN TRATAR

2.2.- RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

Tabla No 01: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados (M-01)	Resultados (M-02)	Resultados (M-03)
B-01	Coliformes	NMP/100mL	1.0	314.50	314.40	314.50

Nota:

Código de proyecto: **GTV-M289-2023** Código de muestra Interna: **B-01**

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Ingeniería de Contrapruebas S.A.C. y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este Informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de Ingeniería de Contrapruebas S.A.C.

LABORATORIO INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

Hoja 01 de 02



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196181

▲ RUC: 20606529229
📍 PS. I. GRAL. #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Inicio de informe

EXPEDIENTE DE ENSAYO No.: GTV-2024-289

Fecha de emisión: 2023-04-18

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO – SAN JERÓNIMO, 2021 Peticionario / Solicitante: BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

Ubicación: PLANTA DE TRATAMIENTO SAN JERÓNIMO DE TUNAN - HUANCAYO - JUNIN

II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Producto : AGUA RESIDUAL (PUNTO DE ENTRADA)
No. de muestra: 1.00
Fecha de muestreo: 2023-04-24
Otra referencia:

III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA

Presentación: Botella
Cantidad aprox. : 3 litros

INFORME DE ENSAYO

2.3.- RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Tabla No 02: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LMP	Resultados (M-01)	Resultados (M-02)	Resultados (M-03)
B-01	Potencial de hidrógeno	Unid. pH	6.5 a 8.5	10.3	10.4	10.3
	Dureza total	CaCO3 (mg/L)	500	398.56	397.54	398.35
	Dureza Cálctica	CaCO3 (mg/L)	300	247.00	248.00	249.00
	Alcalinidad Total	CaCO3 (mg/L)	---	167.22	167.17	167.34
	Cloruros	Cl - (mg/L)	250	255.02	254.98	255.06
	Sulfatos	SO4-2 (mg/L)	250	251.20	250.36	248.78
	Conductividad	µS/cm	1500	1403.00	1402.00	1403.00
	Sólidos totales	(mg/L)	---	452.15	452.24	451.32
	Sólidos en Suspensión	(mg/L)	---	242.05	242.48	243.01
	Sólidos Disueltos	(mg/L)	1000	897.00	898.00	895.00
	Turbidez	UNT	5	39.40	39.40	39.50

Leyenda

LMP: Límite Máximo Permisible

Nota:

Código de proyecto: **GTV-M289-2023** Código de muestra Interna: **B-01**

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Ingeniería de Contrapruebas S.A.C. y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de ingeniería de Contrapruebas S.A.C.

LABORATORIO INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

Fin de Informe

Hoja 02 de 02



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198151

📍 RUC: 20606529229
📍 P.S.L. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Inicio de informe

EXPEDIENTE DE ENSAYO No.: GTV-2024-289

Fecha de emisión: 2023-04-18

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO, 2021
Petionario / Solicitante: BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

Ubicación: PLANTA DE TRATAMIENTO SAN JERÓNIMO DE TUNAN - HUANCAYO - JUNIN

II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Producto : AGUA RESIDUAL (PUNTO DE SALIDA)
No. de muestra: 2.00
Fecha de muestreo: 2023-04-24
Otra referencia:

III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA

Presentación: Botella
Cantidad aprox.: 3 litros

INFORME DE ENSAYO

1.- ENSAYOS SOLICITADOS - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Demanda Química de Oxígeno (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023 Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspensos Totales (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. SoliD. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023 Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023 pH VALUE : Electromedic Method
Sólidos Sedimentables	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 24th Ed. 2023
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test 2023
Coliformes Termotolerantes o Fecales, NMP	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 24th Ed. 2023
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 250 B, 24th Ed. 2023 Temperature*: Laboratory and Field Methods

2.- RESULTADOS

2.1.- DESCRIPCIÓN DE MUESTRA : AGUA RESIDUAL TRATADA

2.2.- RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

Tabla No 01: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados (M-01)	Resultados (M-02)	Resultados (M-03)
B-02	Coliformes	NMP/100mL	1.0	272.80	272.80	272.90

Nota:

Código de proyecto: **GTV-M289-2023**

Código de muestra Interna: **B-02**

Los ensayos ha sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Ingeniería de Contrapruebas S.A.C. y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este Informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de Ingeniería de Contrapruebas S.A.C.

LABORATORIO INGENIERÍA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

Hoja 01 de 02



Lois Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198181

▲ RUC: 20606529229
◆ P.S.U. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV2@GMAIL.COM



Inicio de informe

EXPEDIENTE DE ENSAYO No.: GTV-2024-289

Fecha de emisión: 2023-04-18

I.- DATOS GENERALES

Proyecto: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO – SAN JERÓNIMO, 2021

Peticionario / Solicitante:
BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

Ubicación: PLANTA DE TRATAMIENTO SAN JERÓNIMO DE TUNAN - HUANCAYO - JUNIN

II.- INFORMACION DE LA MUESTRA (PROPORCIONADO POR EL CLIENTE)

Producto : AGUA RESIDUAL (PUNTO DE SALIDA)
No. de muestra: 2.00
Fecha de muestreo: 2023-04-24
Otra referencia:

III.- INFORMACION DE LA MUESTRA RECIBIDA

Presentación: Botella
Cantidad aprox. : 3 litros

INFORME DE ENSAYO

2.3.- RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYOS FISICOQUIMICOS

Tabla No 02: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LMP	Resultados (M-01)	Resultados (M-02)	Resultados (M-03)
B-02	Potencial de hidrógeno	Unid. pH	6.5 a 8.5	9.2	9.1	9.2
	Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	500	238.00	236.00	240.00
	Dureza Cálctica	CaCO ₃ (mg/L)	300	49.00	52.00	47.00
	Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	---	202.00	204.00	201.00
	Cloruros	Cl - (mg/L)	250	29.96	29.89	29.99
	Sulfatos	SO ₄ -2 (mg/L)	250	183.50	182.98	183.87
	Conductividad	µS/cm	1500	496.00	496.00	497.00
	Sólidos totales	(mg/L)	---	380.52	380.53	380.51
	Sólidos en Suspensión	(mg/L)	---	131.54	130.98	132.09
	Sólidos Disueltos	(mg/L)	1000	242.00	241.00	242.00
	Turbidez	UNT	5	25.10	25.19	25.01

Leyenda

LMP: Limite Máximo Permissible

Nota:

Código de proyecto: **GTV-M289-2023**

Código de muestra Interna: **B-02**

Los ensayos no han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio Ingeniería de Contrapruebas S.A.C. y los resultados presentados son únicamente a la muestra ensayada. El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionado por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este Informe de ensayo no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización escrita del laboratorio de Ingeniería de Contrapruebas S.A.C.

LABORATORIO INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

Fin de informe

Hoja 02 de 02


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198131

Anexo N°05: Confiabilidad y validez del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN

TÍTULO: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO, 2021

AUTOR: BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

DEFICIENTE	1
ACEPTABLE	2
EXCELENTE	3

Nombre y Apellidos: Mgtr. Herrera Montes Janelle Sofia

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Propiedades fisico quimicas			✓	3
2	Análisis de confiabilidad de coliforme		✓		2
3	PH del efluente			✓	3
4					
5					

Nombre y Apellidos: Mgtr. Idurra Egoavil Henry Gustavo

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Propiedades fisico quimicas		✓		2
2	Análisis de cantidad de coliformes			✓	3
3	PH del efluente			✓	3
4					
5					

Nombre y Apellidos: Ing. Luis Gamarra Espinoza

Item	Descripción	Valoración			Total
		Deficiente	Aceptable	Excelente	
1	Propiedades fisico quimicas			✓	3
2	Análisis de cantidad de coliformes			✓	3
3	PH del Efluente			✓	3
4					
5					

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Herrera Montes Jeannelle Sofia

Grado academico: Magister

Título de la investigación: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO, 2021

Autor del instrumento: BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

INDICADORES	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACION	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	CONVENIENCIA	SUB TOTAL
Criterios cuantitativos	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Este esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnología	Existe una organización logica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teoricos científicos y de tema de estudio	Entre los indices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al proposito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Bueno 41%-60%	✓					✓		✓			
Muy bueno 61-80%			✓	✓	✓		✓				
Excelente 81-100%		✓							✓	✓	

Valoración: 81 %

Experto: 

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Pavlat Escobal Henry Gustavo

Grado academico: Magister

Título de la investigación: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO, 2021

Autor del instrumento: BACH. QUISPE RAMOS, ROGER

INDICADORES	CLARIDAD	OBJETIVIDAD	ACTUALIDAD	ORGANIZACION	SUFICIENCIA	INTENCIONALIDAD	CONSISTENCIA	COHERENCIA	METODOLOGÍA	CONVENIENCIA	SUB TOTAL
Criterios cuantitativos	Esta formulado con un lenguaje apropiado	Esta expresado de acuerdo a conductas observables	Este esta adecuado al alcance de la ciencia y tecnología	Existe una organización logica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basados en aspectos teoricos científicos y de tema de estudio	Entre los indices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al proposito del estudio	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Bueno 41%-60%		✓				✓				✓	
Muy bueno 61-80%	✓			✓	✓			✓	✓		
Excelente 81-100%			✓				✓				

Valoración: 83 %

Experto: 

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Datos generales:

Apellidos y nombres del experto: Luis Gamero Espinoza

Grado académico: Ingeniero

Título de la investigación: ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO, 2011

Autor del instrumento: DACE QUISPE RAMOS, ROGER

Indicadores	Claridad	Objetividad	Actualidad	Organización	Suficiencia	Intencionalidad	Consistencia	Cobertura	Metodología	Correspondencia	Sub total
Criterios cualitativos	Este instrumento con su lenguaje apropiado	Esta expresada de acuerdo a conceptos observables	Este está relacionado al alcance de la ciencia y tecnología	Existe una organización lógica	Comprende aquellos aspectos de cantidad y calidad	Adecuado para la valoración de aspectos del estudio	Basado en aspectos técnicos científicos y de tema de estudio	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables	La estrategia responde al propósito del estudio	Genera nuevas pistas en la investigación y construcción de teorías	
Deficiente 0-20%											
Regular 21-40%											
Buena 41%-60%		✓						✓			
Muy buena 61-80%	✓		✓	✓		✓			✓	✓	85
Excelente 81-100%					✓		✓				

Valoración: 85 %



Experto: _____

Anexo N°06: La data del procesamiento de datos

Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

Parámetro	Unidad	LMP del efluente vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	10000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6,5-8,5
T°	°C	<35
SST	ml/L	150

Datos poblacionales 2005-2022

AÑO	DESCRIPCIÓN	SEXO	CASOS	TOTAL
Julio de 2005	Censo de población	Hombre	4390	9161
		Mujer	4771	
Octubre de 2007	Censo de población	Hombre	4512	9658
		Mujer	5146	
Octubre de 2017	Censo de población	Hombre	5368	11601
		Mujer	6233	
Octubre de 2022	Información Brindado por el alcalde del distrito de San Jerónimo de Tunan	Hombre	5442	11812
		Mujer	6370	

Rango y magnitudes de validez y confiabilidad

Rango	Magnitud
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.001 – 0.20	Muy baja

Resultados del análisis físico químico del efluente del PTAR

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	Límite máximo permisible según la normativa
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	238	500
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	49	300
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	202	---
Cloruros	Cl - (mg/L)	29.96	250
Sulfatos	SO ₄ -2 (mg/L)	183.5	250
Conductividad	µS/cm.	496	1500
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	380.52	---
Sólidos en Suspensión	Unidades (mg/L)	131.54	---
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	242	1000
Turbidez	UNT	25.10	5

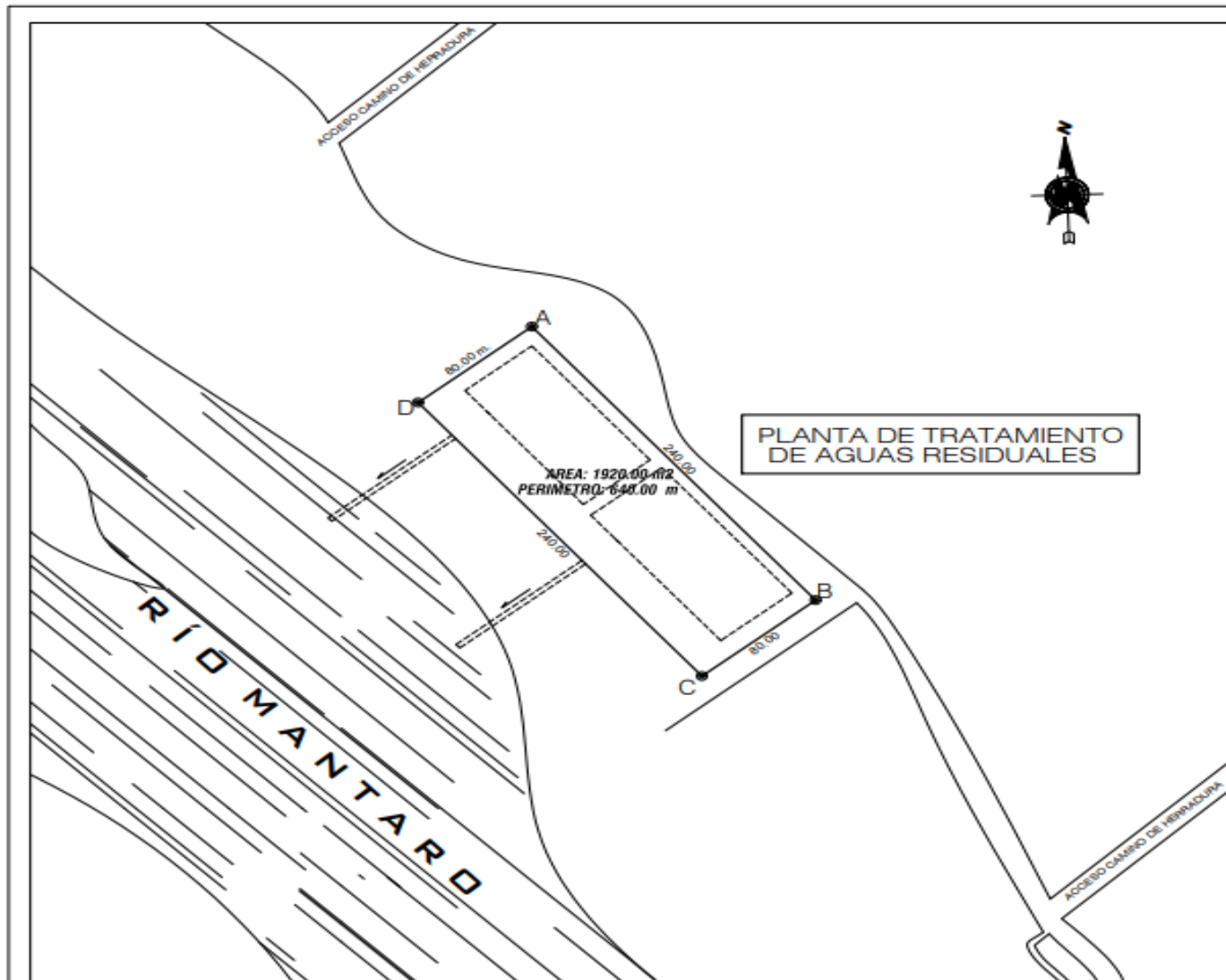
Resultados del análisis microbiológico del efluente del PTAR

MUESTRA PATRÓN	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	E. Coli NMP/100mL	Límites Máximos Permisibles según la norma
M-1	272.8	107.6	100 ml a 44.5 °C

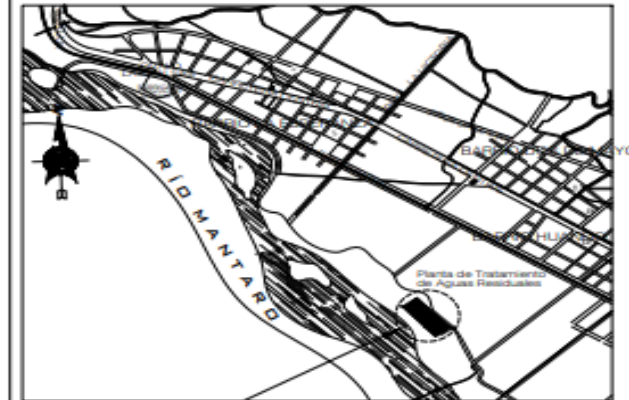
Resultados del análisis pH del efluente del PTAR

MUESTRA	pH	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE SEGÚN LA NORMA
Patrón	9.15	6.5 a 8.5

Anexo N°07: Plano de ubicación



PLANO UBICACION
ESCALA 1/2,500



ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESCALA 1/25,000

UTM WG84DATUM
CUADRO DE DATOS TECNICOS

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANGULO	ESTE	NORTE
A	A-B	240.00 m	90°00'00"	467569.0000	8678859.0000
B	B-C	80.00 m	90°00'00"	467722.5197	8678874.5232
C	C-D	240.00 m	90°00'00"	467661.0274	8678823.3499
D	D-A	80.00 m	90°00'00"	467507.5077	8678807.8268



UNVIERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACTULDAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ZONIFICACION: OU (Otros Usos)

DEPARTAMENTO : JUNIN
PROVINCIA : HUANCAYO
DISTRITO : SAN JERÓNIMO DE TUNAN
LUGAR : PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

TEMA: "ANÁLISIS DE CALIDAD DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA USO EN RIEGO - SAN JERÓNIMO 2021"

BACHILLER: ROGER QUISPE RAMOS

LAMINA

PLANO : UBICACION Y LOCALIZACION

PU-1

ESCALA INDICADA FECHA: ABRIL 2023

Anexo N°08: Fotografía de la aplicación del instrumento



PLANTA DE
TRATAMIENTO EN
SAN JERÓNIMO DE
TUNÁN –
HUANCAYO – JUNIN

SE ENCUENTRA
UBICADO EN LAS
SIGUIENTES
COORDENADAS
UTM

N: 8678660.000
E: 467681.000
Z: 3228.1000

SEDIMENTADOR

PROCESO DONDE
SE REALIZA LA
SEPARACIÓN DE
LOS
SEDIMENTOS
PESADOS Y DE
MAYOR
TAMAÑO PARA
EL INGRESO A LA
PLANTA





EN ESTA IMAGEN SE PUEDE OBSERVAR LA SALIDA DEL AGUA RESIDUAL DEL SEDIMENTADOR PARA LUEGO INGRESAR A LA PLANTA.

EN ESTA IMAGEN SE PUEDE OBSERVAR LA FALTA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL AL SALIR DE LA PLANTA PARA LUEGO UNIRSE AL RIO MANTARO A SEGUIR CONTAMINANDO





RECOLECCIÓN
DE MUESTRA EN
LA PLANTA DE
TRATAMIENTO
EN LOS PUNTOS
DE INGRESO Y
SALIDA PARA
LUEGO TENER LA
COMPARATIVA

RECIPIENTES QUE
SE UTILIZARON
PARA LA
RECOLECCIÓN DE
LA MUESTRA DEL
AGUA RESIDUAL
Y EL COOLER
PARA EL
TRASLADO DE
LAS MUESTRAS A
LABORATORIO
MANTENIENDO
LA
TEMPERATURA





RECOLECCIÓN DE
LA MUESTRA DEL
AGUA RESIDUAL EN
EL PUNTO DE
INGRESO A LA
PLANTA DE
TRATAMIENTO

RECOLECCIÓN
DE LA
MUESTRA DEL
AGUA
RESIDUAL EN
EL PUNTO DE
SALIDA DE LA
PLANTA DE
TRAMIENTO





FOTOGRAFIA EN EL LABORATORIO CON EL EQUIPO VISIBLE PARA EL ANÁLISIS DE LOS NITRATOS QUE CONTIENE LA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL UTILIZANDO EL METODO APHA-4500-N03-B

FOTOGRAFÍA EN EL LABORATORIO REALIZANDO EL ANÁLISIS DE LOS SÓLIDOS QUE CONTIENE EL AGUA RESIDUAL UTILIZANDO EL MÉTODO APHA-2540C





FOTOGRAFÍA EN EL LABORATORIO CON EL EQUIPO VOLUMÉTRICO PARA EL ANÁLISIS DE LOS BICARBONATOS Y CLORUROS QUE CONTIENE EL AGUA RESIDUAL UTILIZANDO EL MÉTODO APHA-23203 Y APHA2510B

FOTOGRAFÍA CON EL EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA PARA EL ANÁLISIS DEL SODIO Y BORO QUE CONTIENE EL AGUA RESIDUAL UTILIZANDO EL MÉTODO USAQ-ME-04-AAS

