

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Diseño y evaluación de la eficiencia de una planta de
tratamiento de aguas residuales municipales para el
distrito de Ripán, provincia Dos de Mayo-Huánuco-2022**

Duanny Jossel Chavez Aquino
Rafael Gonzalo Justo Roque
Edson Daniel Ramirez Perez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Gutarra Meza, Felipe Néstor
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE :
Carlos Enrique Portilla Castillo
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 5 de julio del 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE RIPÁN, PROVINCIA DOS DE MAYO-HUÁNUCO-2022", perteneciente los estudiantes Duanny Jossel, Chavez Aquino; Rafael Gonzalo, Justo Roque y Edson Daniel Ramírez Pérez, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Duanny Jossel Chavez Aquino, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 74129145, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE RIPÁN, PROVINCIA DOS DE MAYO-HUÁNUCO-2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

5 de Julio de 2023.



Duanny Jossel Chavez Aquino

DNI. No. 74129145

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rafael Gonzalo Justo Roque, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 74601372, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE RIPÁN, PROVINCIA DOS DE MAYO-HUÁNUCO-2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

5 de Julio de 2023.



Rafael Gonzalo Justo Roque

DNI. No. 74601372

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Edson Daniel Ramirez Perez, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70075554, de la E.A.P. de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

9. La tesis titulada: "DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE RIPÁN, PROVINCIA DOS DE MAYO-HUÁNUCO-2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
10. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
11. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
12. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

5 de Julio de 2023.



Edson Daniel Ramirez Perez

DNI. No. 70075554

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE RIPÁN, PROVINCIA DOS DE MAYO-HUÁNUCO-2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Grupo IOE Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
14	1library.co Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Gitam University Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
21	www.acueducto.com.co Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	<p>UMBRELLA ECOCONSULTING S.A.C.. "ITS de la Modificación de Sistemas de Tratamiento de Agua Potable y Aguas Residuales Domésticas Asociadas a los Campamentos y Casetas de Control de la Central Hidroeléctrica Marañón-IGA0015403", R.D.R. N° 128-2016-GR-HUANUCO/DREMH , 2022</p> <p>Publicación</p>	<1 %
24	<p>INERCO CONSULTORIA PERU S.A.C.. "DAP de la Planta Maltería Lima de la Empresa Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston-IGA0014480", R.D. N° 0621-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2021</p> <p>Publicación</p>	<1 %
25	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
26	<p>ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C. "Modificación del EIA del Proyecto en Ejecución de la Planta de Fabricación de Bolas de Acero a fin de Implementar el Proyecto</p>	<1 %

Ampliatorio para la Planta de Fabricación de Piezas de Acero-IGA0009454", R.D. N° 490-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

27

repositorio.upagu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

29

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA para el Proyecto de Explotación de la Concesión Minera No Metálica Dunas 3 Segunda-IGA0007037", R.D. N°005-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

<1 %

30

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

GOLDER ASSOCIATES PERU S.A.. "Tercer ITS de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Social y Ambiental de la Unidad Minera Constancia-IGA0000903", R.D. N° 120-2019-SENACE-PE/DEAR, 2020

Publicación

<1 %

34

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

35

Q'MIR S.R.L.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del PAMA del Centro de Operaciones N°3 de la Empresa Servicios Industriales de la Marina-IGA0014953", R.D. N° 0444-2020-PRODUCE/DGAAMI, 2021

Publicación

<1 %

36

WSP PERU CONSULTORIA S.A.. "Segunda MEIA-D del Proyecto de Ampliación de las Operaciones Minero-Metalúrgicas a 4 200 TMD de la Unidad Minera Animón-IGA0016878", R.D. N° 00059-2022-SENACE-PE/DEAR, 2022

Publicación

<1 %

37

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

ECHÉ INGENIEROS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. "EIA de la Planta Extractora de Aceite de Palma Nuevo Horizonte-IGA0017668", R.D.G. N° 065-09-AG/DVM-DGAA, 2022

Publicación

<1 %

39

G&M Consultoría Ambiental S.A.C.. "Actualización del EIA de la Planta Industrial Huachipa de la Empresa Leche Gloria-

<1 %

IGA0005326", R.D. N° 606-2019-
PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2021

Publicación

40

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

revistaalfa.org

Fuente de Internet

<1 %

42

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "ITS para el Realineamiento de Traza del KP 123+100 al KP 162+500 y Ampliación de Componentes Auxiliares del Proyecto Mejoras en la Seguridad Energética del País y Desarrollo del Gasoducto Sur Peruano-IGA0004349", R.D. N° 164-2015-MEM/DGAAE, 2021

Publicación

<1 %

43

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

44

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

45

APS INGENIEROS S.A.C.. "PMA de la Central Hidroeléctrica Yuncán de Adecuación a los Ecas de Agua-IGA0001185", Oficio N° 2895-2012-MEM/AAE, 2020

Publicación

<1 %

46

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

47

SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC.
"EIA-D del Proyecto Desarrollo e Instalaciones
de Producción del Lote 131-IGA0001086", R.D.
N° 108-2017-SENACE/DCA, 2021

Publicación

<1 %

48

THE ANDEAN SUSTAINABLE GROUP S.A.C. -
THE ANDEAN SG S.A.C.. "EIA del Proyecto
Ariana-IGA0005501", R.D. N° 127-2016-
MEM/DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

49

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS
CONSULTORES. "MEIA del Proyecto Línea de
Transmisión 220 kV Machupicchu - Quencoro
- Onocora - Tintaya y Subestaciones
Asociadas-IGA0009534", R.D. N° 122-2016-
SENACE/DCA, 2021

Publicación

<1 %

50

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS
CONSULTORES. "ITS de la Ampliación de
Componentes Auxiliares Temporales del
Proyecto Central Hidroeléctrica Cerro del
Águila-IGA0002902", R.D. N° 273-2015-MEM-
DGAAE, 2020

Publicación

<1 %

51

"Communication, Smart Technologies and
Innovation for Society", Springer Science and
Business Media LLC, 2022

Publicación

<1 %

52

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT & ENGINEERING PERU SAC. "Primer ITS del Proyecto Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de Gestión No Municipal - Relleno de Seguridad Majes-IGA0013662", R.D. N° 00100-2021-SENACE-PE/DEIN, 2021

Publicación

<1 %

53

ENVIRO SOLUTIONS S.A.C.. "PMA de la Planta de Tratamiento de Agua Residuales Domésticos de la Planta de Procesamiento de Gas Aguaytia-IGA0001196", R.D. N° 341-2012-MEM/AAE, 2020

Publicación

<1 %

54

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "ITS del Proyecto Planta de Compresión en el Campamento Base de Operaciones Nuevo Mundo para la Ampliación del Proyecto de Desarrollo del Área Sur del Campo Kinteroni-IGA0001880", R.D. N° 168-2016-MEM/DGAAE, 2021

Publicación

<1 %

55

purl.org

Fuente de Internet

<1 %

56

repositorio.udl.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

57

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

58

"Gestión integral hídrica del canal surco para la configuración de un ecosistema urbano sustentable", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2022

Publicación

<1 %

59

DOMUS CONSULTORIA AMBIENTAL S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del EIA de la Panta Industrial Dedicada a la Elaboración de Productos Lácteos-IGA0015880", R.D. N° 338-2020-PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

<1 %

60

INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "Cuarta MEIA-SD del Proyecto de Exploración Minera Constancia-IGA0000680", R.D. N° 388-2012-MEM/AAM, 2020

Publicación

<1 %

61

Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1 %

62

"Encyclopedic Dictionary of Landscape and Urban Planning", Springer Nature, 2010

Publicación

<1 %

63

CESEL S A. "MEIA del Proyecto Ampliación de la Central Hidroeléctrica Santa Teresa-

<1 %

IGA0001581", R.D. N° 310-2016-MEM/DGAAE,
2020

Publicación

64

ECOLAB S.R.L.. "Actualización de PAMA de la
Planta de Fabricación de Papel y Cartón-
IGA0009757", R.D. N° 488-2016-
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

65

IGEM INGENIEROS S.A.C.. "DIA del Sistema de
Tratamiento de Aguas Residuales-
IGA0006908", R.D. N°361-2015-
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

66

Iván Sánchez O, Wilmer Sanguino O, Ariel
Gómez C, Roberto García C. "Evaluation of a
rainbow trout (*Oncorhynchus mikyss*) culture
water recirculating system", Revista MVZ
Córdoba, 2014

Publicación

67

KLOHN CRIPPEN BERGER S.A.. "Quinto ITS de
la Refinería de Zinc de Cajamarquilla para el
Proyecto Quinto Recrecimiento del Depósito
de Lodos Neutros-IGA0007120", R.D. N° 0182-
2019-SENACE-PE/DEAR, 2020

Publicación

68

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS
CONSULTORES. "PMA de Perforación de
Reentrada de 4 Pozos Existentes sobre 4

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

Plataformas Existentes en el Yacimiento
Corrientes - Lote 8-IGA0002748", R.D. N° 214-
2013-MEM/AAE, 2020

Publicación

69

#N/A. "Plan de Cese Temporal de la Locación
del Pozo Exploratorio Kinteroni 1X y
Facilidades Conexas – Lote 57-IGA0002118",
R.D. N° 441-2008-MEM/AAE, 2022

Publicación

<1 %

70

ECOFLUIDOS INGENIEROS S.A.. "Adenda al
EIA de Renovación de Equipos, Maquinaria y
del Sistema de Tratamiento de Aguas
Residuales Domésticas de las Plantas de
Congelado y Harina Residual, Ubicadas en el
Distrito de Paita, Piura-IGA0004579", R.D. N°
346-2016-PRODUCE/DGCHD, 2020

Publicación

<1 %

71

INSTITUTO COMERCIO Y PRODUCCION.
"PAMA de la Planta Industrial de
Procesamiento y Comercialización de Cueros
de Clase Vacuna-IGA0004623", R.D. N° 272-
2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

<1 %

72

SGS DEL PERU S.A.C.. "DAA de la Planta de
Fabricación de Cartones-IGA0009008", R.D. N°
482-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

<1 %

73

"Water Availability and Management in Mexico", Springer Science and Business Media LLC, 2020

Publicación

<1 %

74

CONSULTORIA INTERNACIONAL EN INGENIERIA Y GESTION PARA EL DESARROLLO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA-CINYDE.

"PMA del Vertimiento de Agua Residual de la Unidad Productiva (Operativa) de la Central Térmica Ventanilla, para su Adecuación a la Cuarta Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (D.S. N° 001-2010-AG)-IGA0001557", R.D. N° 111-2013-MEM/AAE , 2020

Publicación

<1 %

75

EA Gutiérrez-Galindo, A Muñoz-Barbosa. "Short-term temporal variability of Ag, Cd and Cu in Mytilus californianus and the effectiveness of this organism as a bioindicator", Ciencias Marinas, 2001

Publicación

<1 %

76

#N/A. "Segundo ITS del Proyecto Antapaccay Expansión Tintaya para Ampliar la Planta Concentradora Tintaya, Adición de Componentes para la Planta Antapaccay entre otros Componentes Auxiliares-

<1 %

IGA0000799", R.D. N° 501-2015-MEM-DGAAM,
2020

Publicación

77

Eche Ingenieros S.R.L. "PAMA de la Instalación Agro Industrial dedicada al Cultivo de Caña de Azúcar y al Procesamiento Industrial para la Obtención de Azúcar y Alcohol-IGA0005332", R.D. N° 534-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2021

Publicación

<1 %

78

KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "ITS para el Proyecto Instalación de una Mini Central Hidroeléctrica en el Canal de Descarga de Caudal Ecológico y una Nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el Campamento Limonal-IGA0002901", R.D. N° 335-2014-MEM-DGAAE, 2020

Publicación

<1 %

79

Lina María Lina María Cardoso Vigueros, Violeta Eréndira Escalante Estrada, Mercedes Esperanza Ramírez Camperos, Ana Cecilia Tomasini Ortiz et al. "Guía para el tratamiento de las aguas residuales porcinas", Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2021

Publicación

<1 %

80

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "Actualización del EIA de la

<1 %

Planta de Transformación de Metales No Ferrosos-IGA0020973", R.D. N° 176-2018-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022

Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Activo

ASESOR

Ing. Carlos Enrique Portilla Castillo

AGRADECIMIENTOS

A nuestros familiares, por brindarnos la seguridad y apoyo en las decisiones que tomamos en nuestro que hacer; también a todos nuestros compañeros de la Universidad, en especial de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, con quienes compartimos conocimientos durante los cinco años. También agradecemos a nuestro asesor de tesis, Ingeniero Carlos Enrique Portilla Castillo, quien con su apoyo incondicional nos ha guiado durante la elaboración del trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por conducirnos en cada paso que damos, por la vida y salud que nos brinda para lograr todos nuestros objetivos.

A nuestros queridos padres, por la ayuda que nos brindan en cada una de nuestras metas propuestas, les agradecemos por ser la guía y ser esa columna vertebral, no solo de nuestra educación, sino de nuestras vidas, gracias por persuadirnos valores y enseñarnos a ser personas con ética y ser mejores cada día.

ÍNDICE

ASESOR	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.2.1. Problema general.....	5
1.1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación e importancia.....	7
1.4. Hipótesis y variables.....	7
1.4.1. Hipótesis general.....	7
1.4.2. Variables.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del problema.....	9
2.1.1. Antecedentes internacionales	9
2.1.2. Antecedentes nacionales	11

2.1.3.	Antecedentes locales	13
2.2.	Bases teóricas	15
2.2.1.	Calidad del agua.....	15
2.2.1.1.	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	16
2.2.1.2.	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	16
2.2.1.3.	Sólidos suspendidos totales (SST)	16
2.2.1.4.	Coliformes	16
2.2.2.	Aguas residuales	17
2.2.2.1.	Aguas residuales domésticas.....	17
2.2.2.2.	Aguas residuales municipales.....	17
2.2.2.3.	Aguas residuales industriales.....	18
2.2.3.	Tratamiento de aguas residuales municipales	18
2.2.4.	Tratamiento preliminar.....	18
2.2.4.1.	Cámara de rejas	18
2.2.4.2.	Desarenador	18
2.2.4.3.	Canaleta Parshall.....	19
2.2.5.	Tratamiento primario	19
2.2.5.1.	Tanque Imhoff.....	19
2.2.5.2.	Lecho de secado.....	19
2.2.6.	Tratamiento secundario.....	20
2.2.6.1.	Filtros percoladores	20
2.2.7.	Tratamiento terciario.....	20
2.2.7.1.	Cámara de cloración.....	20
2.3.	Definición de términos	21
2.3.1.	Glosario de términos	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		23
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	23
3.1.1.	Método de la investigación.....	23

3.1.2.	Tipo de la investigación	23
3.1.3.	Nivel de la investigación	23
3.2.	Diseño de la investigación	24
3.3.	Área de estudio	24
3.4.	Población y muestra	24
3.4.1.	Población	24
3.4.2.	Muestra	24
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5.1.	Instrumentos	25
3.5.2.	Técnicas.....	25
3.5.2.1.	Caracterización de aguas residuales municipales del distrito de Ripán ..	25
3.5.2.2.	Medición y control de caudales	30
3.5.2.3.	Desarrollo de los cálculos de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales municipales.....	31
3.5.2.4.	Eficiencia del diseño de la PTARM para cumplir con los Límites Máximos Permisibles (LMP).....	49
3.5.2.5.	Diseños unitarios en un plano general de la PTARM	50
3.5.2.6.	Área requerida para la instalación de la PTARM.....	50
3.5.2.7.	Referencias para el diseño de la PTAR	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		52
4.1.	Caracterización y monitoreo	52
4.1.1.	Caracterización de las aguas residuales municipales del distrito de Ripán	52
4.1.2.	Control de caudal de las aguas residuales municipales del distrito de Ripán	54
4.1.3.	Caracterización de las aguas del río Vizcarra	55
4.2.	Desarrollo de la PTAR	61
4.2.1.	Diagrama del proceso de la PTARM	61
4.2.2.	Determinación de caudales	63
4.2.2.1.	Cálculo de la población	63

4.2.2.2. Cálculo de caudal máximo	63
4.2.3. Diseño y cálculos para el dimensionamiento de los procesos de tratamiento	64
4.2.3.1. Cálculo de las dimensiones de la cámara de rejas gruesas	64
4.2.3.2. Cálculo de las dimensiones de la cámara de rejas finas.....	66
4.2.3.3. Cálculo de las dimensiones del desarenador rectangular.....	68
4.2.3.4. Cálculo de las dimensiones de la canaleta Parshall	72
4.2.3.5. Cálculo de las dimensiones del tanque Imhoff	75
4.2.3.6. Cálculo de las dimensiones del lecho de secado.....	80
4.2.3.7. Cálculo de las dimensiones del filtro percolador circular.....	83
4.2.3.8. Cálculo de las dimensiones de la cámara de cloración.....	88
4.2.4. Planos de la PTARM.....	90
4.2.5. Ubicación de la PTAR	91
4.3. Eficiencia del proceso	93
4.3.1. Evaluación de la eficiencia del diseño de la PTARM	93
4.3.2. Evaluación de los parámetros de calidad durante el proceso	94
4.4. Discusión de resultados.....	95
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo y punto de descarga en el río Vizcarra.....	30
Figura 2. Gráficos de los parámetros analizados (punto de descarga).	53
Figura 3. Gráfico de los caudales medidos y promedio.	55
Figura 4. Gráficos de parámetros monitoreados en los puntos de muestreo del río Vizcarra.....	60
Figura 5. Procesos de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ripán.....	62
Figura 6. Imagen referencial de las dimensiones de la cámara de rejas gruesas.....	64
Figura 7. Imagen referencial de las dimensiones de la cámara de rejas finas.....	67
Figura 8. Imagen de la tabla para calcular dimensiones de la canaleta Parshall.....	73
Figura 9. Imagen referencial de vista de planta de una canaleta Parshall.	74
Figura 10. Plano general de la PTARM.	91
Figura 11. Mapa de ubicación del distrito de Ripán.	92
Figura 12. Imagen satelital del área disponible para la PTARM.	92
Figura 13. Gráficos de concentraciones en los procesos de la PTARM.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.	8
Tabla 2. Tabla de listado de parámetros evaluados en el agua residual para LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM.	27
Tabla 3. Coordenadas UTM WGS-84 del Pd del agua residual.	28
Tabla 4. Tabla de coordenadas UTM WGS-84 de los puntos de muestreo.	29
Tabla 5. Comparativa de la calidad del efluente en el punto de descarga con la normativa D.S. N° 003-2010-MINAM.	52
Tabla 6. Caudales medidos en distintos días de la semana.	54
Tabla 7. Comparación de resultados de los puntos de muestreo de agua del río Vizcarra con el ECA.	57
Tabla 8. Datos para el cálculo del diseño de la cámara de rejas gruesas.	64
Tabla 9. Datos para el cálculo del diseño de la cámara de rejas finas.	66
Tabla 10. Datos para el cálculo del diseño del desarenador.	69
Tabla 11. Datos para el cálculo del diseño de la canaleta Parshall.	72
Tabla 12. Dimensiones para el diseño de la canaleta Parshall.	72
Tabla 13. Datos para el cálculo del diseño del tanque Imhoff.	76
Tabla 14. Datos para el cálculo del diseño del lecho de secado.	81
Tabla 15. Datos para el cálculo del diseño del filtro percolador.	84
Tabla 16. Datos para el cálculo del diseño de la cámara de cloración.	89
Tabla 17. Tabla de coordenadas UTM WGS-84 de la ubicación de la PTARM.	91

RESUMEN

En el presente trabajo se ha realizado el diseño y evaluado la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales del distrito de Ripán, provincia de Dos de Mayo en la región de Huánuco, utilizando los criterios que estipulan en la norma OS.090, RAS 2000 y D.S. N°003-2010-MINAM, que aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales o Domésticas. Se comenzó con adjuntar la información más relevante, normas de diseño de unidades de tratamiento, poblaciones actuales, procesos de remediación de aguas residuales municipales, entre otros. Luego, se realizó la medición de los caudales que fue entre las 5:00 hasta las 21:00 horas de los días lunes, miércoles, viernes y domingo; seguidamente, se realizó la caracterización de aguas residuales en el punto de descarga, evaluando los parámetros fisicoquímicos (coliformes fecales, aceites y grasas, DBO, DQO, pH, SST y temperatura), de igual manera, se evaluó la calidad de agua en el cuerpo receptor (río Vizcarra) considerando tres puntos de muestreo (P2, P3 y P4) aguas abajo y un punto de muestreo (P1) aguas arriba, de los cuales se hizo el análisis de los parámetros fisicoquímicos (color, conductividad, DQO, DBO, oxígeno disuelto, pH, temperatura, nitrito y nitrito más nitrato) y los parámetros microbiológicos (coliformes fecales y *E. coli*). De acuerdo a los resultados de la evaluación, se determinó el tipo de tratamiento, que consiste en un tratamiento preliminar que está conformado por cámara de rejillas, desarenador y canaleta Parshall, el tratamiento primario conformado por tanque Imhoff y lecho de secado, el tratamiento secundario está conformado por filtro percolador y el tratamiento terciario conformado por la cámara de cloración, todos estos componentes fueron dibujados en el software AutoCAD en un plano 2D. También se realizó el balance obteniendo la eficiencia de tratamiento en el tanque Imhoff que permite remover alrededor del 30 % de DBO, 34.2 % de DQO, 45 % de SST y 82.84 % de coliformes fecales, mientras que el filtro percolador permite remover alrededor de 91.2 % de DBO, 33.87 % de DQO, 93.97 % de SST y 92 % de coliformes fecales, y la cámara de cloración permite remover alrededor de 46.67 % de DBO, 60.71 % de DQO, - 9.77 % de SST y 93.33 % de coliformes fecales, lo cual nos permite cumplir con los valores de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la normativa vigente, así también, se sugiere realizar el muestreo en diferentes estaciones del año, por lo que ayudaría a determinar con mayor exactitud el comportamiento de las concentraciones de los parámetros.

Palabras clave: aguas residuales municipales, tratamiento de aguas residuales municipales, diseño de planta de tratamiento de ARM.

ABSTRACT

In the present work, the design and efficiency of a municipal wastewater treatment plant in the district of Ripán, province of Dos de Mayo in the region of Huánuco has been carried out, using the criteria stipulated in the OS.090, RAS standard. 2000 and D.S. N°003-2010-MINAM, which approves the Maximum Permissible Limits for effluents from Municipal or Domestic Wastewater Treatment Plants. It began with attaching the most relevant information, treatment unit design standards, current populations, municipal wastewater remediation processes, among others. Then, the flow measurement was carried out, which was between 5:00 a.m. to 9:00 p.m. on Monday, Wednesday, Friday, and Sunday; next, the characterization of wastewater at the discharge point was carried out, evaluating the physicochemical parameters (fecal coliforms, oils and fats, BOD, COD, pH, TSS and temperature), in the same way, the water quality was evaluated in the receiving body (Vizcarra river) considering three sampling points (P2, P3 and P4) downstream and one sampling point (P1) upstream, of which the analysis of the physicochemical parameters (color, conductivity, COD, BOD), dissolved oxygen, pH, temperature, nitrite and nitrite plus nitrate) and microbiological parameters (fecal coliforms and *E. coli*). According to the results of the evaluation, the type of treatment was determined, which consists of a preliminary treatment that is made up of a grate chamber, a sand trap and a Parshall gutter, the primary treatment made up of an Imhoff tank and a drying bed, the secondary treatment It is made up of a trickling filter and the tertiary treatment made up of the chlorination chamber, all these components were drawn in the AutoCAD software in a 2D plan. The balance was also made, obtaining the treatment efficiency in the Imhoff tank that allows to remove around 30 % of BOD, 34.2 % of COD, 45 % of TSS and 82.84 % of fecal coliforms, while the trickling filter allows to remove around 91.2 % of BOD, 33.87 % of COD, 93.97 % of TSS and 92 % of fecal coliforms, and the chlorination chamber allows to remove around 46.67 % of BOD, 60.71 % of COD, - 9.77 % of TSS and 93.33 % of fecal coliforms, which allows us to comply with the values of the Maximum Permissible Limits of the current regulations, likewise, it is suggested to carry out the sampling in different seasons of the year, so it would help to determine with greater accuracy the behavior of the concentrations of the parameters.

Keywords: municipal wastewater, municipal wastewater treatment, ARM treatment plant design.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el distrito de Ripán pertenece a uno de los distritos de la provincia de Dos de Mayo, esta provincia es una de las once provincias de la región Huánuco; el distrito de Ripán no dispone de una Planta de Tratamiento para Aguas Residuales Municipales (PTARM) generadas por la población, donde la contaminación del Río Vizcarra por aguas residuales municipales se da por la ausencia de un PTARM; la consecuencia que trae esta contaminación es la pérdida de fuente hídrica, flora y fauna acuática. El recurso hídrico es importante para el desarrollo socioeconómico, la generación de energía, la agricultura y para la subsistencia de los seres humanos.

La descarga de efluentes residuales municipales del distrito de Ripán sin ningún tratamiento al río Vizcarra ocasiona una gran problemática irreversible para la salud humana y sobre todo para el medio ambiente. Como consecuencia, tenemos la pérdida de fuente hídrica, fauna y flora acuática, por lo que se plantea la presente investigación titulada “Diseño y evaluación de la eficiencia de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales para el distrito de Ripán, provincia Dos de Mayo-Huánuco-2022”, en la cual se detallan las fases de remediación como el pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario, donde se desarrollan todos los procesos fisicoquímicos y biológicos en todas las etapas del tratamiento.

La presente investigación se desarrolla en cuatro capítulos, los cuales se detallan a continuación.

Capítulo I: se presenta el planteamiento y formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de variables.

Capítulo II: se tiene el marco teórico, antecedentes del problema (nivel internacional, nacional y local), bases teóricas y definición de términos básicos.

Capítulo III: se encuentra la metodología: método y alcance de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV: se tiene a los resultados y discusiones.

Finalmente, se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Los autores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El calentamiento global en el planeta, el aumento de las poblaciones y el decaimiento significativo de los recursos debido a un exceso de consumo rápido han creado el proceso de insustentabilidad mundial. Esta situación conlleva a cada persona a realizarse una pregunta acerca de la capacidad del nuestro mundo para sostener las diferentes actividades realizadas por los seres humanos, esto teniendo en cuenta que no dependemos únicamente de las necesidades básicas alimenticias, también se está destinado a los niveles de consumo alto de recursos naturales, la cantidad de desperdicios generados por toda la población dependientes de dichas actividades a nivel mundial requieren de tecnologías que sean empleadas para reducir estos perjuicios causados por las actividades que afectan al medio (1).

El tratamiento de aguas residuales es de mayor interés en la gran parte de los países en donde el recurso hídrico dulce es escaso o en aquellos en donde la distribución de este recurso hídrico es dispárea como en el caso de nuestro país. El Perú es un país afortunado por su abundancia de recursos hídricos, lo cual lo ubica dentro de los veinte países más ricos del mundo en recursos hídricos, además, el Perú cuenta con tres cuencas

hidrográficas en todo su territorio. El 97.7 % del agua desemboca en el océano Atlántico, en donde se encuentra un 30 % de la población, mientras que el 0.5 % del agua desemboca en el lago Titicaca, lugar donde vive el 5 % de los pobladores, mientras el 1.8 % restante se sitúa únicamente en el océano Pacífico, donde, contradictoriamente, se concentra un total de 65 % de la población (2).

En México, los problemas más graves, como en muchos lugares del mundo, que genera impactos al medio natural se dan por los vertimientos de efluentes domésticos, mayormente aquellas aguas residuales que provienen de los rastros municipales y de la población, ya que estos efluentes poseen altas concentraciones de carga orgánica, turbiedad, grasas y aceites. Mayormente, los datos de las concentraciones de orto fosfatados de aguas residuales de los reactores biológicos tienen una retención hidráulica de 193 días. Se ve que al transcurso del tiempo estas concentraciones de nutrientes se reducen a valores próximos a 20 mg/L, este resultado es probablemente debido a que muchos microorganismos que viven en el agua residual, como también en reactores biológicos, presentan nutrientes para el crecimiento de los microorganismos (3).

En Colombia existen problemas para controlar y planear la descarga de aguas residuales que están afectando la autodepuración que tienen las diversas fuentes hídricas a causa de diferentes contaminantes que son vertidos diariamente en los asentamientos urbanos e industrias y comercio que realizan sus correspondientes actividades. Según estimaciones, un aproximado de 9 mil toneladas de materia orgánica es vertida a cuerpos acuíferos de parte de los sectores agropecuario e industrial en ciudades de Colombia (4), por lo cual se planteó contratar diversos profesionales de la Ingeniería Civil para desarrollar las estructuras, mediciones de una PTARM en el distrito de Quinchia y llevar a cabo procesos donde se pueda desarrollar la descontaminación total o parcial de las aguas residuales (5).

En nuestro país, como en otros países, se tienen dos diferentes puntos de vista frente al tratamiento de agua residual doméstica. Estas aguas domésticas o generadas de las industrias que son vertidas directamente a un sistema de alcantarillado que se supone que una industria privada o pública tiene el deber de tratar, bajo su responsabilidad que tiene como

empresa, pero hoy en día no se observa ello oportunamente, por lo que se han creado diferentes organizaciones reguladoras en el país, encargadas de hacer el cumplir normas establecidas para el tratamiento de agua residual. Como una norma especial tenemos a la OS.090 (6), incluso el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) y de los valores de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) que muchas empresas se comprometen, ya sean privadas o públicas, al solicitar un permiso, debiendo de realizar un vertimiento cumpliendo las normas establecidas para mitigar la contaminación del agua, pero muchas organizaciones evidencian no tener sentido de responsabilidad social ni ambiental; en caso de incumplir sus compromisos, deberían de recibir una sanción, por lo que se debe de hacer esto con el fin de concientizar y respetar al medio ambiente (7).

La problemática nacional dentro del territorio peruano radica en que por tener diseños de PTAR deficientes y tener operaciones de tratamiento inadecuados, no se alcanzan resultados sobre la calidad de agua y el agua purificada no cumple con las normas de calidad ambiental, ya sea LMP o ECA. Esto es ocasionado principalmente cuando las fuentes de agua son provenientes de un río o riachuelo, ya que estos normalmente presentan contaminantes y altos valores de turbiedad que afecta al color. Incluso, la mayor parte de la población en zonas rurales, evidencian operaciones de plantas de tratamiento que son realizados por un personal poco competente, con desconocimiento de los conceptos de potabilización del agua. Ante esta problemática de capacitación, y los bajos presupuestos que son para las plantas, se plantea una alternativa de solución para contar con un PTARM para la población de Ripán (8).

En los últimos años, las ciudades del Perú carecen de una planta de tratamiento. La alteración hídrica es causada por efluentes municipales, la cual se da mayormente por la falta de buenas ideas en cuanto a los tratamientos de aguas residuales. Los efectos que se observan son críticos y muy problemáticos para el medio ambiente, puesto que generan la desaparición de fuentes hídricas que transcurren por las ciudades y pueblos en el Perú, provocando impactos negativos y la generación de enfermedades (9).

Los vertimientos de las aguas residuales por parte de la población son producto de las actividades de los hogares, donde se genera un alto nivel de contaminación a las aguas que puede manifestar la presencia materia orgánica, detergentes, aceites y grasas, lo que es puntual de un proceso para su eliminación; también se da una mayor cantidad de contaminantes innecesarios que son perjudiciales para la fauna acuática y la flora, lo cual perturba el equilibrio ambiental por la adhesión de agentes patógenos que también pueden generar enfermedades de carácter epidémico para la población y algunas veces despojos industriales de carácter toxico, pueden causar enfermedades hasta incluso la muerte en las personas, por ello deben de ser tratados antes de ser vertidos a los cuerpos de agua y evitar problemas sociales ni que se atente contra el medio ambiente (10).

Muchas veces el agua de manantiales otorga cierta facilidad; el mayor conflicto es el incremento de la población, lo cual se ve afectado porque el volumen de agua que se espera consumir no es la suficientemente ideal. Por tal motivo, se planteó la construcción de una PTARM simplificada de tratamiento de agua, vertimiento que terminar en el río Vizcarra. En vista de que los pobladores requieren contar con un PTAR, siendo esta una solución fundamental de todas las personas y existiendo un problema en el abastecimiento del agua y contando con un río de caudal regular no apropiado, el tratamiento de dichas aguas residuales municipales aparece como una alternativa deseable para el abastecimiento de agua en volumen suficiente y de calidad conveniente que beneficiará a la población (11).

En los últimos años, se ha notado la carencia de investigación sobre los diseños de una planta de tratamiento que tienen resultados de experiencias de diseño y operación mas no sobre los diseños de un PTAR y su correcto funcionamiento, aunque hay muchos aspectos de suma importancia que no han sido estudiados, pero se considera que esta PTARM en el distrito de Ripán se reconoce como uno de los sistemas de tratamiento con mayor eficiencia para poder combatir la contaminación del agua (10).

Actualmente el distrito de Ripán pertenece a uno de los distritos de la provincia de Dos de Mayo de la región Huánuco. El distrito de Ripán no dispone de una planta de tratamiento para aguas residuales municipales

(PTARM) generadas por la población, generando contaminación del río Vizcarra por la ausencia de un PTARM, donde la consecuencia que trae esta contaminación es la pérdida de fuente hídrica, flora y fauna acuática. El agua es un recurso natural y es de suma importancia para el desarrollo socioeconómico, la generación de energía, la agricultura y para la subsistencia de los seres humanos. El agua es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente según las Naciones Unidas (12).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación aspira a realizar el diseño y evaluar la eficiencia de una PTARM como parte del proceso sanitario, con efluentes que cumplan los parámetros requeridos para poder considerar su reúso o vertimiento controlado a cuerpos de agua y de esa manera satisfacer las necesidades básicas de saneamiento al distrito de Ripán, por tal motivo es necesario entender las causas de contaminación de los cuerpos de agua para aplicar algunas tecnologías necesarias en el diseño de la planta y contrarrestar con la contaminación y la salud pública, ya que la situación actual de Ripán concerniente al sistema de tratamiento de aguas residuales municipales se dejó de lado (1).

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar y evaluar la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, provincia Dos de Mayo-Huánuco-2022?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los resultados de la caracterización de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual del distrito de Ripán?
- ¿Cuál es el caudal en el punto de descarga de las aguas residuales?

- ¿Cuáles son los cálculos de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales municipales?
- ¿Cuál es la eficiencia del diseño de la PTARM para cumplir con el Límite Máximo Permisible (LMP)?
- ¿Cómo integrar los diseños unitarios en un plano general de la propuesta de la PTARM para el distrito de Ripán?
- ¿Cuál será el área requerida para la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Diseñar y evaluar la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, provincia Dos de Mayo-Huánuco-2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual del distrito de Ripán.
- Realizar la medición de los caudales en el punto de descarga de las aguas residuales.
- Desarrollar los cálculos de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales municipales.
- Cuantificar la eficiencia del diseño de la PTARM para cumplir con el Límite Máximo Permisible (LMP).
- Integrar los diseños unitarios en un plano general de la propuesta de la PTARM para el distrito de Ripán.
- Determinar el área requerida para la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán.

1.3. Justificación e importancia

Mediante la implementación de una planta de tratamiento de efluentes residuales municipales se mejorará la calidad de agua y la calidad de vida de la población del distrito de La Unión, con el fin de reducir problemas de salud ya que la descarga de aguas residuales al río Vizcarra afecta la salud mayormente en los niños y personas de la tercera edad; gracias a la implementación de una PTAR se podrán mitigar estos problemas. También beneficiará a los pobladores de Cruz de Mayo y Pachas, ya que ellos se dedican mayormente a la agricultura y la mayoría de los casos utilizan el agua del río Vizcarra para los campos de cultivo y en la ganadería.

De igual manera, la conservación y cuidado de las aguas del río Vizcarra tiene un impacto en la sociedad, porque concientizando a la población sobre la importancia que tiene el agua; de alguna manera se está minimizando la contaminación del mismo y más aun dando a conocer sobre la importancia que tiene la instalación de una PTARM en el distrito de Ripán y lo indispensable que debe de ser para las poblaciones.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis general

H_a : La combinación de las tecnologías de tanque Imhoff, filtro percolador y cámara de cloración influirá significativamente en la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, provincia de Dos de Mayo-Huánuco-2022.

H_0 : La combinación de las tecnologías de tanque Imhoff, filtro percolador y cámara de cloración no influirá significativamente en la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, provincia de Dos de Mayo-Huánuco-2022.

1.4.2. Variables

- Variable dependiente:
Tratamiento de agua: esta variable está enfocada en la calidad del agua que comprende todas las características químicas, físicas y biológicas del agua; para el cumplimiento de estos parámetros con la normativa depende mucho del uso que se les va a dar.
- Variable independiente:
Parámetros de diseño: esta variable comprende parámetros de diseño como: caudal, DBO, DQO, pH, aceites y grasas, coliformes termotolerantes, sólidos totales en suspensión y temperatura.

Tabla 1. *Operacionalización de las variables.*

Tipo de Variable	Dimensiones	Definición conceptual	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Escala de medición	
Variable independiente	Parámetros de diseño	Aceites y grasas	Compuesto orgánico constituido por ácidos grasos de origen animal, vegetal y derivados de hidrocarburos.	Cantidad de aceites y grasa por litro de agua.	mg/L	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		Coliformes Termotolerantes	Especie de bacterias que son indicadores de contaminación de agua y de alimentos.	Número más probable en cantidad de agua.	NMP/100ml	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		DBO	Cantidad de oxígeno que necesita los organismos para degradar materia orgánica.	Cantidad de oxígeno por litro de agua	mg/L	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		DQO	Cantidad de oxígeno necesario para oxidar toda la MO.	Cantidad de oxígeno dispuesto a oxidar en el agua	mg/L	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		pH	Indica la acidez o alcalinidad en el agua.	Acidez o alcalinidad que tiene el agua	Unidad	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		Sólidos Totales en Suspensión	Partículas que permanecen en suspensión debido al movimiento y densidad menor al agua.	Cantidad de partículas por litro de agua	ml/L	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		Temperatura	Mide la energía térmica de un cuerpo, en este caso del agua.	Grados centígrados	°C	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		Caudal	Cuantía de agua que circula por la corriente o que fluye de un manantial o fuente.	Flujo volumétrico del agua	m ³ /s	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		Tipo del suelo	El suelo para la construcción del PTAR se necesita un suelo arcilloso.	Suelo arcilloso	Unidad	cualitativa	Ordinal
		Dimensiones de la planta	Establecer las dimensiones apropiadas o valor preciso para el diseño del PTAR.	Mediadas exactas	m	Cuantitativa discreta	Razón
Variable dependiente	Tratamiento de agua	Características físicas, químicas y biológicas del agua, lo cual depende al uso que se le va dar, cumpliendo las normas.	Cumplimiento de los LMP	Concentraciones	Cuantitativa continua	Razón/proporción	

Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis titulada “Evaluación técnica y propuesta de mejora de los filtros percoladores de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Rafael Landívar”, se tuvo por objetivo evaluar la eficiencia y proponer mejoras del sistema de aspersores en filtros percoladores de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Rafael Landívar, Campus Central. Para el desarrollo de la investigación se realizó el monitoreo del agua residual en un punto específico antes de ingresar a la PTAR, de igual manera se realizó la medición del caudal de tanto de la entrada como de la salida en el tratamiento del filtro percolador en diferentes rangos de horarios, luego, se recogió una muestra para realizar un análisis más detallado de los parámetros a monitorear. Teniendo como resultado que la calidad del agua residual usando el filtro percolador se constató que la calidad de agua mejora haciendo uso de este tratamiento, pero teniendo en cuenta de que al mejorar la operación y mantenimiento del filtro se va a trabajar de manera adecuada (13).

En la tesis titulada “Evaluación de filtro percolador a escala piloto para la remoción de carga orgánica del efluente residual del Centro de Faenamiento, Calceta - Bolívar”, tuvo el objetivo de evaluar un filtro

percolador a escala piloto para la remoción de carga orgánica del efluente residual del centro del faenamiento de Calceta. Se desarrolló primero la caracterización del efluente residual procedente del centro de faenamiento de Calceta. Su metodología fue cuantitativa donde se hizo uso de mediciones de caudales y análisis cuantitativos a parámetros que indican la calidad del agua en el agua residual antes y después del tratamiento realizado. En la caracterización, se estudió un caudal promedio de 9.15 m³/día de agua residual, siendo los días viernes los que generan un mayor nivel de producción. El tratamiento de agua residual, a través del filtro percolador, determinó una mejor calidad y condicionamiento a los estándares de calidad de agua contemplados en la normativa ambiental ecuatoriana en comparación con los niveles iniciales, por lo tanto, se llegó a una demostrar de que la eficiencia del sistema de filtro percolador fue alta, logrando remover, de forma significativa, niveles de carga orgánica (90.40 % para DQO y 79.40 % para DBO₅). Además, la operación y mantenimiento es factible y requiere áreas pequeñas para su instalación, por lo que se demostró que el filtro percolador es viable y económico para el tratamiento de aguas residuales procedentes del centro de faenamiento de Calceta (14).

En la tesis titulada “Alternativas de optimización técnico - económicas del tratamiento preliminar y biológico (tanque Imhoff y humedal de flujo subsuperficial) para la PTAR de Sotaquirá - Boyacá”, se tuvo el objetivo de buscar alternativas para optimizar el tren de tratamiento biológico (tanque Imhoff y humedal de flujo sub superficial) y tratamiento preliminar de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales. Para ello, se inició con la recopilación de información del estado actual del tren de tratamiento biológico para poder recoger cuatro muestras de las unidades de estudio evaluando parámetros *ex situ* tales como DBO, DQO, alcalinidad, entre otros; así también, se evaluaron los parámetros operacionales IVL y la relación F/M, donde indica que el tanque Imhoff demuestra deficiencias en su operatividad, ante ello se plantearon alternativas de solución que se evaluaron la parte técnica y económica para demostrar su viabilidad. Ante las bajas eficiencias de remoción de DBO y DQO como primera alternativa para el tanque Imhoff, es el diseño de un filtro percolador identificando que su eficiencia de remoción de DBO es de 66.8 %, por lo tanto, se llegó a la

conclusión de que para el tratamiento del tanque Imhoff sería funcional la implementación adicional de un filtro percolador para que esto pueda ayudar a que se obtenga mejores resultados en la remoción de los contaminantes del agua residual (15).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis titulada “Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del distrito de Paucará”, se tuvo por objetivo “determinar la eficiencia de remoción de la DBO y DQO en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará”. En este trabajo de investigación, se ubicaron dos puntos de muestreo P1-Afluente y P2-Efluente, teniendo un total de 42 muestras de las cuales se enviaron a analizar al laboratorio 10 muestras (5 por cada punto), esto según los LMP establecidos según el D.S. N° 003-2010-MINAM. Luego se realizó el procesamiento de información adquirida del muestreo del agua mediante el software SPSS, donde se aplicó la prueba estadística de normalidad y, con ayuda del estadígrafo, se pudieron determinar las proporciones del porcentaje de remoción de la PTAR, así también, se realizó la prueba estadística de la t de student para determinar las diferentes concentraciones del afluente, todo esto fue realizado con un 95 % de nivel de confianza, teniendo como conclusión que la PTAR tuvo como eficiencia de remoción para el DBO un 51.34 % y para el parámetro de DQO tuvo una remoción de 51.59 % (16).

En la tesis titulada “Tratamiento de aguas residuales en el tanque Imhoff para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de Montero”, se tuvo el objetivo de disminuir la contaminación de la quebrada Sicacate mediante el tratamiento de aguas residuales con tanque Imhoff. Esta investigación se ha desarrollado teniendo en cuenta factores iniciales del agua que ingresa al tratamiento del tanque Imhoff (afluente), y teniendo el agua luego de haber aplicado el tratamiento (efluente). Estas evaluaciones se realizaron en dos años diferentes (2016 - 2017). Al haber realizado este estudio de tratamiento aplicado, fue posible denotar una

reducción de la contaminación del agua, pero no siendo así suficiente, por lo que se propuso la implementación de algunos tratamientos que vienen a ser complementarios como el filtro percolador, ya que facilitaría a un mejor tratamiento de las aguas residuales urbanas; de la misma manera, dando un uso aplicado al lodo que se genera, esto producto del tratamiento de sedimentación. Se llegó a la conclusión que el pH de referencia del año 2016 viene siendo de 6.74 y el pH del efluente en un lapso de tiempo de un año después viene siendo de 6.86; estos resultados obtenidos se encuentran en el rango del LMP de la normativa vigente a la fecha de la investigación en mención, donde se estipula que el LMP para el pH se mantiene entre los valores de 6.5 y 8.5, mientras que la DBO del efluente para el año 2016 fue de 220 mg/L y en el año 2017 fue de 180 mg/L. A simple vista se denota una ligera reducción de la concentración del DBO, sin embargo estos resultados aún superan el rango de lo permitido por el LMP, donde el valor viene a ser 100 mg/L. La DQO del efluente para el año 2016 viene a ser de 380 mg/L y el efluente para año 2017 fue de 280 mg/L. De igual manera que en el parámetro anterior, se evidencia una disminución en la concentración, pero se reitera que aun los resultados se encuentran por encima de los LMP, el cual menciona que para el DQO se tiene como valor máximo 200 mg/L (17).

En la tesis titulada “Influencia del PET reciclado en filtro percolador en el tratamiento secundario de aguas residuales domésticas - San Román, Puno - 2021”, se planteó como objetivo principal usar el PETr como lecho filtrante para el filtro percolador como tratamiento secundario del agua residual doméstica en la provincia de San Román, Puno. Como primer paso, se inició con la recopilación de información de la planta de tratamiento de aguas residuales para realizar la caracterización del agua, luego se clasificó el tipo de PETr a utilizar y finalmente se determinó la ubicación del filtro percolador piloto. Como resultado, se determinó una concentración inicial de 595.58 mg/L de DBO el cual excede en un 495 % de lo permitido; haciendo uso del filtro percolador, se obtuvo un resultado de 243.82 mg/L el cual representa una reducción del 59 % de la DBO inicial. En la evaluación del DQO, tomando una muestra antes del filtro, se obtuvo 503.15 mg/L, excediendo en un 151.58 % los LMP y evaluando el efluente del filtro percolador se obtuvo un valor de 198.78 mg/L que

representa un 60.5 % de remoción, lo que permite cumplir con los LMP que tiene como límite para la DQO el valor de 200 mg/L. En conclusión, para determinar la buena remoción se desarrolló la toma de muestra directa del efluente del filtro percolador y se obtuvo el porcentaje de remoción: $DQO = 60.5 \%$, el cual cumple con la normativa vigente de los LMP (18).

2.1.3. Antecedentes locales

En la tesis titulada “Evaluación de la calidad de agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019”, se tuvo el objetivo de evaluar la calidad de agua del río Huancachupa, contaminada por la descarga de agua residual en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco. Para hacer esta investigación, se realizó el monitoreo en distintos puntos del río Huancachupa; las muestras fueron tomadas antes del punto de descarga, en el punto de descarga y después del punto de descarga, todo esto fue realizado en un lapso de tiempo de dos meses (julio y agosto del año 2019). Para determinar los resultados, se enviaron las muestras a analizar a un laboratorio especializado, luego se realizó el análisis correspondiente y comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y también con los Límites Máximos Permisibles (LMP). Teniendo así resultados mínimos para los coliformes termotolerantes de 41 NMP/100mL en el primer mes y 32 NMP/100mL en el mes siguiente, mientras que para los valores máximos fue de 86 NMP/100mL en el primer mes y 74 NMP/100mL en el mes siguiente. En estos resultados se pudo observar que los valores obtenidos superaron el rango de los ECA, el cual es de 20 NMP/100mL, y para los LMP los resultados que se obtuvieron no superaron el rango establecido en el LMP el cual es de 10 000 NMP/100mL. Para el DBO se obtuvieron los siguientes resultados, tanto para los meses de julio y agosto, teniendo así un valor de 4 mg/L en el primer mes y 3 mg/L en el mes siguiente, mientras que los valores máximos fueron de 8 mg/L en el primer mes y 6 mg/L en el mes siguiente. En estos resultados se pudo observar que los valores

obtenidos superaron el rango del ECA, el cual es de 3 mg/L, y para los LMP los resultados que se obtuvieron no superaron el rango establecido en el LMP el cual es de 100 mg/L. Para el DQO se obtuvieron los siguientes resultados, tanto para los meses de julio y agosto, teniendo así 7 mg/L en el primer mes y 5 mg/L en el mes siguiente, y para los valores máximos fueron de 15 mg/L en el mes primer mes y 12 mg/L en el mes siguiente. En estos resultados se pudo observar que los valores obtenidos superaron el rango del ECA, el cual es de 10 mg/L, mientras que para los LMP, los resultados que se obtuvieron no superaron el rango establecido en el LMP el cual es de 200 mg/L. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que los resultados que se obtuvieron en la presente investigación, sobrepasan el rango establecido por el ECA en todos los puntos de muestreo, de igual manera, para los valores establecidos para el LMP (19).

En la tesis titulada “Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia - departamento de Huánuco”, se planteó como objetivo determinar y mejorar la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico en el tratamiento de aguas residuales de la localidad del distrito de Jivia, para ello se inició con la limpieza y mantenimiento de la PTAR, seguidamente se realizó la caracterización del agua residual en la entrada y salida de las unidades de tanque séptico y filtro biológico y, finalmente, se realizó la construcción de la cámara de rejas que viene a ser el tratamiento preliminar. Los resultados que se obtuvieron, fueron alentadores en las concentraciones que fueron removidas, teniendo así de 241 mg/L a 98 mg/L en el DBO y 312 mg/L a 31 mg/l en los SST para la descarga del agua residual al cuerpo receptor. Por lo tanto, se concluye que se evidenció una mejora en los tratamientos del tanque séptico y el filtro biológico, debido a la construcción de una cámara de rejas como tratamiento preliminar; adicionalmente, la limpieza y mantenimiento de los componentes operacionales dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales, ayuda en la eficiencia del mismo (20).

En la tesis titulada “Contaminación del río Niño, afluente del río Higuera por descarga de aguas residuales de la ciudad de Margos, distrito de Margos, departamento de Huánuco, periodo marzo - agosto 2018” se

planteó como objetivo principal demostrar la contaminación del río Niño por la descarga de aguas residuales, afluente del río Higueras, por ello el estudio tuvo un enfoque cuantitativo. Para realizar el monitoreo de la calidad de agua de las aguas residuales, se identificaron 3 puntos estratégicos, los cuales fueron antes de la descarga (aguas arriba), en el punto de descarga y después de la descarga (aguas abajo). El P1 se encuentra a 100 m aguas arriba, el P2 en la descarga de aguas residuales y el P3 se encuentra a 100 metros después de la descarga. El monitoreo se realizó considerando el procedimiento de toma de muestras, el transporte y conservación de las muestras. Los resultados demostraron que el parámetro de coliformes fecales UFC/100 ml en los meses de abril y mayo se encontraron en el P1 660 UFC/100 ml y 710 UFC/100 ml, en el P2 8130 UFC/100 ml y 8240 UFC/100 ml y en el P3 1900 UFC/100 ml y 1820 UFC/100 ml, estos resultados se encuentran fuera de los ECA para agua y el parámetro de DBO mg/L en los meses de abril y mayo se encontraron en el P1 5.80 mg/L y 6.74 mg/L, en el P2 27.8 mg/L y 26.90 mg/L, y en el P3 2.40 mg/L y 5.24 mg/L, donde estos resultados se encontraron fuera de los ECA para agua. En conclusión, se determina que existe contaminación biológica por coliformes fecales y contaminación química por DBO, todo ello a causa de la descarga de aguas residuales en el río Niño (21).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad del agua

Se denomina calidad de agua a la atribución que recibe este como líquido al momento de su uso, tanto como características físicas, químicas, biológicas y radioactivas que son esenciales para la salud humana y para el crecimiento económico de la población (22). Para saber la buena calidad del agua, los parámetros fisicoquímicos y biológicos deben ser analizados y comparados con la normativa vigente para luego determinar el uso directo del agua o si requerirá un tratamiento previo (23).

Los parámetros de la calidad del agua más importantes son los siguientes.

2.2.1.1. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Este parámetro nos indica la cantidad de oxígeno que se requiere en la estabilización de la materia orgánica por la interacción de los microorganismos de acuerdo con la temperatura y el tiempo que por lo general se recomienda 5 días y 20°C (24).

2.2.1.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Se define a la cantidad de oxígeno que se necesita para la oxidación de la materia orgánica que está en las aguas residuales a través de medios químicos, como insumo se hace uso de sales inorgánicas como dicromato en un ambiente de bajo pH y alta temperatura (24).

2.2.1.3. Sólidos suspendidos totales (SST)

Los sólidos son representados por lo general en forma de materia orgánica; pueden ser suspendidos, disueltos y volátiles, este último normalmente es inorgánico; los sólidos suspendidos totales a su vez se clasifican en sólidos suspendidos fijos y en sólidos suspendidos volátiles (25).

2.2.1.4. Coliformes

Son bacterias gram negativas que se caracterizan por tener una forma alargada y tienen la capacidad de fermentar lactosa; también ayudan como indicadores de contaminación biológica, generalmente podemos identificarlos en dos grupos:

- Coliformes totales: se presentan cuando se produce la fermentación; tienen la propiedad de generar o producir gas a una temperatura promedio de 36°C (24).
- Coliformes fecales: este grupo de coliformes son indicadores de la contaminación biológica del agua y tienen las mismas propiedades de los coliformes totales, sin embargo, se adaptan a temperaturas de 44°C a 45.5°C (24).

2.2.2. Aguas residuales

Son aquellas que están constituidas por una combinación de sustancias orgánicas e inorgánicas y se pueden encontrar suspendidos o disueltos. Se originan de una determinada población, luego de ser transformado por distintos usos en actividades del ámbito doméstico, industrial y comunitario (26).

2.2.2.1. Aguas residuales domésticas

Estas aguas provienen generalmente de los hogares, actividades domésticas y son altamente contaminantes, a pesar de que los contaminantes que posee puedan parecer de poca cantidad. Estas aguas se caracterizan por tener una gran cantidad de materia orgánica, de color gris, además de una alta turbiedad y una temperatura de 10°C a 20°C (27).

2.2.2.2. Aguas residuales municipales

Son aguas provenientes de zonas urbanas, también se consideran aguas residuales de actividades domésticas mezcladas con las aguas de actividades industriales y son desplazados por una infraestructura denominada red de alcantarillado (25).

2.2.2.3. Aguas residuales industriales

Se caracterizan por tener un origen de procesos productivos industriales, además, pueden ser provenientes de actividades agrícolas o pecuarios (25).

2.2.3. Tratamiento de aguas residuales municipales

Comprende a infraestructuras donde llegan las aguas de procedencia doméstica e industrial. Uno de los objetivos fundamentales del tratamiento de aguas residuales municipales es prevenir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Algunos contaminantes que están asociados a las aguas no tratadas son los sólidos desagradables que ocasionan la disminución de oxígeno, nutrientes principalmente nitratos y fosfatos que causan la eutrofización y patógenos (27).

2.2.4. Tratamiento preliminar

Se encarga de disponer las aguas residuales para los posteriores tratamientos; este tratamiento es utilizado para eliminar escombros flotantes, espuma aceitosa y cargas de sólidos que pueden alterar los tratamientos futuros (27).

2.2.4.1. Cámara de rejas

Este elemento tiene la función principal de reducir el paso de materiales de distintos tamaños que traen consigo las aguas residuales que puedan perjudicar la operación de la planta (24).

2.2.4.2. Desarenador

El desarenador es un elemento que tiene la propiedad de remover las partículas de arenillas inorgánicas o grava que existe en las aguas residuales; puede ser de flujo horizontal y helicoidal, y la remoción es realizada por medio de la sedimentación por gravedad (27).

2.2.4.3. Canaleta Parshall

La canaleta Parshall ayuda a medir el caudal de las aguas residuales; esto se realiza por medio de la altura del agua en la sección convergente y en la garganta; la lectura se realiza a través de los piezómetros laterales (24).

2.2.5. Tratamiento primario

En este proceso se puede realizar en etapas físicas, como la sedimentación y el tamizado, o químicas, como la floculación y coagulación. Para estos se usa decantadores o algunas unidades asistidas químicamente (25).

2.2.5.1. Tanque Imhoff

Este elemento cuenta con una cámara de digestión, cámara de sedimentación y una cámara conocida como ventilación del gas; pueden ser de forma circular o rectangular, en su mayoría son utilizadas para poblaciones que tienen menor o igual a 5000 habitantes (24).

2.2.5.2. Lecho de secado

El lecho de secado tiene como función principal de reducir en gran cantidad el contenido del agua en los lodos y lo que queda se pueda utilizar como un material sólido. Para el diseño del

lecho de secado, se incluyen los muros laterales, tuberías para el agua, capas de arena y grava, separadores y decantadores (24).

2.2.6. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario consiste en un tratamiento biológico donde se hace uso de microorganismos que favorecen a la descomposición del elemento orgánico que se encuentran en el agua (27).

2.2.6.1. Filtros percoladores

Consiste en un tanque compuesto a base de lechos de materiales gruesos, por lo general son materiales sintéticos o piedras de distintas formas, donde se aplican aguas residuales a través de brazos, estos pueden ser móviles o fijos, y este tratamiento se realiza con presencia de oxígeno (24).

2.2.7. Tratamiento terciario

El tratamiento terciario, también conocido como tratamiento avanzado, es una alternativa que permite asegurar el reúso del agua después de su tratamiento primario y secundario, lo que ha permitido que en los últimos años desempeñen un papel muy importante en las exigencias de las normativas ambientales de vertimientos (25).

2.2.7.1. Cámara de cloración

Consiste en un tratamiento terciario que elimina los microorganismos patógenos como bacterias y virus que son perjudiciales para la salud humana; los insumos más usados para la eliminación de estos patógenos son: hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, dióxido de cloro y cloro gaseoso (25).

2.3. Definición de términos

- D1: clasificación para riego de vegetales, que corresponde a la categoría 3 del ECA para agua (28).
- D2: clasificación para bebida de animales, que corresponde a la categoría 3 del ECA para agua (28).
- Eficiencia de tratamiento: es la relación que se tiene entre la concentración removida y la concentración que se encuentra en el agua, en el desarrollo de tratamiento de efluentes, es un parámetro que se necesita, por lo general, expresarse en porcentajes (24).
- Estándar de Calidad Ambiental (ECA): se aplica para el cumplimiento en los cuerpos de agua; son de carácter obligatorio (6).
- Límite Máximo Permisible (LMP): nos ayuda a determinar el nivel de concentración de los indicadores físicos, químicos y biológicos de aguas residuales, para lo cual la medición se hace en el punto de vertimiento (6).
- Norma OS.090: normativa dirigida para proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- pH: es representado por el logaritmo negativo, nos indica la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia (24).
- Tiempo de Retención Hidráulico (TRH): es el periodo promedio que se tardan las partículas del agua en una fase de tratamiento. Normalmente se manifiesta como el dato entre el caudal y volumen útil (24).

2.3.1. Glosario de términos

- ANA: Autoridad Nacional del Agua.
- ANOVA: Análisis de varianza.
- ARD: Aguas Residuales Domésticas.
- ARM: Aguas Residuales Municipales.
- ARI: Aguas Residuales Industriales.
- AyG: Aceites y grasas.
- C: Color.
- C: Conductividad.
- CF: Coliformes fecales.

- DBO: Demanda Biológica de Oxígeno.
- DQO: Demanda Química de Oxígeno.
- D.S.: Decreto Supremo.
- E.C.: *E. coli*.
- ECA: Estándar de Calidad Ambiental.
- H_0 : Hipótesis nula.
- H_a : Hipótesis alterna.
- INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- LMP: Límite Máximo Permisible.
- MINAM: Ministerio del Ambiente.
- MO: Material orgánico.
- N: Nitrito.
- N+N: Nitrito + Nitrato.
- NMP: Número más probable.
- OD: Oxígeno Disuelto.
- P: Punto.
- Pd: Punto de descarga.
- pH: Unidad de pH.
- PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- PTARM: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales.
- Q_{max} : Caudal máximo.
- Q_{min} : Caudal mínimo
- Q_{prom} : Caudal promedio.
- RAS: Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento.
- SST: Sólidos Suspendidos Totales.
- T: Temperatura.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

Para realizar esta tesis, en principio se identificó la problemática asociada a las aguas residuales del distrito de Ripán, que son vertidas al río Vizcarra alterando su calidad inicial, razón por la cual se plantea la propuesta del diseño y evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales para este distrito, que está basado en el método científico básicamente es un nivel descriptivo que tiene como finalidad explicar las causas y los efectos de un fenómeno en particular (29).

3.1.2. Tipo de la investigación

El tipo de investigación de esta tesis pertenece a la investigación básica y aplicada. Este tipo de investigación busca desarrollar conocimientos y teorías (30).

3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación fue descriptivo, el cual pretende detallar las características de las personas, comunidades, grupos, procesos, objeto u otro fenómeno que se exponga a un análisis (30).

3.2. Diseño de la investigación

La presente investigación hace referencia a un diseño no experimental, porque no se manipularon las variables. Pueden observarse eventos tal y como son en un entorno natural, que posteriormente se pueda analizar. Básicamente, esta investigación es un diseño no experimental transversal, porque se recogieron datos en un momento que es único (30).

3.3. Área de estudio

El área de estudio donde se realizó la investigación fue la ciudad de Ripán, distrito de Ripán, por lo que no cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTARM) y se encuentra con la atención requerida debido al impacto negativo de las aguas del río Vizcarra que se encuentra aledaño a la ciudad en mención, como se puede visualizar en el mapa (ver figura 1).

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Población estadísticamente son todos los eventos que se encuentren dentro de una serie de especificaciones (9). La población para esta investigación correspondió a las aguas residuales vertidas por los 3172 habitantes del distrito de Ripán.

3.4.2. Muestra

En el distrito de Ripán se identificó un punto principal de descarga de aguas residuales (AR) y aquello correspondió a la muestra de estudio, donde se realizaron los estudios fisicoquímicos y microbiológicos. Dicho punto se encuentra a 8 metros del estadio municipal en donde las aguas residuales (AR) se vierten directamente al río Vizcarra (ver tabla 3).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Instrumentos

a) Softwares:

- ArcGIS V.10.8: se utilizó para la elaboración del mapa de ubicación y para realizar la ubicación del punto de descarga de aguas residuales con imagen satelital.
- AutoCAD V.22: se empleó para realizar los planos de la PTARM.
- Microsoft Excel: se utilizó para procesar los datos de caudal, realizar gráficas y evaluar la eficiencia de la PTARM.
- Google Earth Pro: se utilizó para descargar imágenes satelitales georreferenciadas.

3.5.2. Técnicas

3.5.2.1. Caracterización de aguas residuales municipales del distrito de Ripán

Para analizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual del distrito de Ripán, se realizó el monitoreo en el punto de descarga.

a) Materiales:

- Formatos de registro de campo.

- Papel secante.
- Plumón indeleble.
- Cooler con hielo.
- Tablero.
- Balde de 20 L.
- Frascos estériles y etiquetados.
- Reloj.
- Lápiz.
- Lapicero.

b) Equipos:

- Cámara fotográfica.
- Multiparámetro.
- GPS Garmin.

c) Indumentaria de bioseguridad:

- Casco.
- Chaleco.
- Guantes quirúrgicos.
- Botas de jebe.

Se tuvo como referencia el documento “Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” (31). Considerando ello, se ha considerado lo siguiente:

- Inciso 5.3: se determina que los parámetros de control en relación de la actividad generadora de las aguas residuales se van a considerar.

Cuadro 1: según actividad generadora (doméstica y municipal):

- Inciso 5.4: se toma, conserva, preserva y analiza las muestras de agua, cabe mencionar que el análisis se envía a un laboratorio.
- Inciso 5.5: los resultados recolectados deben ser analizados y procesados para la interpretación, la comprensión y entendimiento general.

En este trabajo se realizó la caracterización de aguas residuales municipales del distrito de Ripán, teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos y biológicos, los cuales son importantes para el diseño de una PTARM (ver tabla 2).

Tabla 2. *Tabla de listado de parámetros evaluados en el agua residual para LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM.*

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5 - 8.5
Sólidos Totales en suspensión	ml/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: Ministerio del Ambiente (32).

Para caracterizar el agua residual se utilizó el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, propuesto por la Autoridad Nacional del Agua (31), el cual establece los pasos fundamentales para poder desarrollar los monitoreos de agua, tomando en cuenta las pautas para identificar parámetros del agua, procesos de toma de muestras, preservación, conservación y envío de muestras al laboratorio para su análisis.

En el distrito de Ripán se identificó un punto principal de descarga de aguas residuales (AR). Dicho punto se encuentra a 8 metros del estadio municipal en donde las aguas residuales (AR) son vertidas directamente al río Vizcarra (ver tabla 3).

Tabla 3. *Coordenadas UTM WGS-84 del Pd del agua residual.*

PUNTO	DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ALTITUD (m)
Punto de Descarga	El punto se localiza a 8 m aproximadamente del estadio municipal del distrito de Ripán.	302547.00 m E	8913911.00 m S	3204 msnm

Fuente: elaboración propia.

Se tomó muestra en recipientes de plástico, desde el mismo punto de descarga que se encuentra a una altura de 1 metro del nivel del suelo (orilla), como se puede visualizar en el Anexo 3, esto con el objetivo de recabar en los datos más fidedignos posibles. Finalmente, se depositó en un cooler para conservar la temperatura estable y se envió al laboratorio ALAB para los análisis correspondientes.

Caracterización de las aguas del río Vizcarra:

Los resultados obtenidos del análisis del río Vizcarra en los cuatro puntos de muestreo se compararon con los valores del ECA: D.S. N° 004-2017-MINAM, para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (D1 y D2). Cabe indicar que cada punto de muestreo tuvo tres réplicas en los resultados, esto aportó para tener errores mínimos (ver tabla 4).

Tabla 4. *Tabla de coordenadas UTM WGS-84 de los puntos de muestreo.*

PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ALTITUD (m)
P1	El punto 01 se localiza aguas arriba de la descarga del efluente.	302559.712 m E	8913867.493 m S	3198 msnm
P2	El punto 02 se localiza aguas abajo de la descarga del efluente.	302559.054 m E	8913990.397 m S	3195 msnm
P3	El punto 03 se localiza aguas abajo de la descarga del efluente.	302619.343 m E	8914113.628 m S	3192 msnm
P4	El punto 04 se localiza aguas abajo de la descarga del efluente.	302649.159 m E	8914236.696 m S	3190 msnm

Fuente: elaboración propia.

Se tomó muestra en recipientes de plástico, a una profundidad de 15 cm y a una distancia de 1 m de la orilla izquierda (ya que el punto de descarga del efluente es en la misma orilla), con el objetivo de recabar en los datos más fidedignos posibles. Finalmente, se depositó en un cooler para conservar la temperatura en frío y se envió al laboratorio ALAB para los análisis correspondientes (se realizó la misma metodología para los 4 puntos de muestreo).

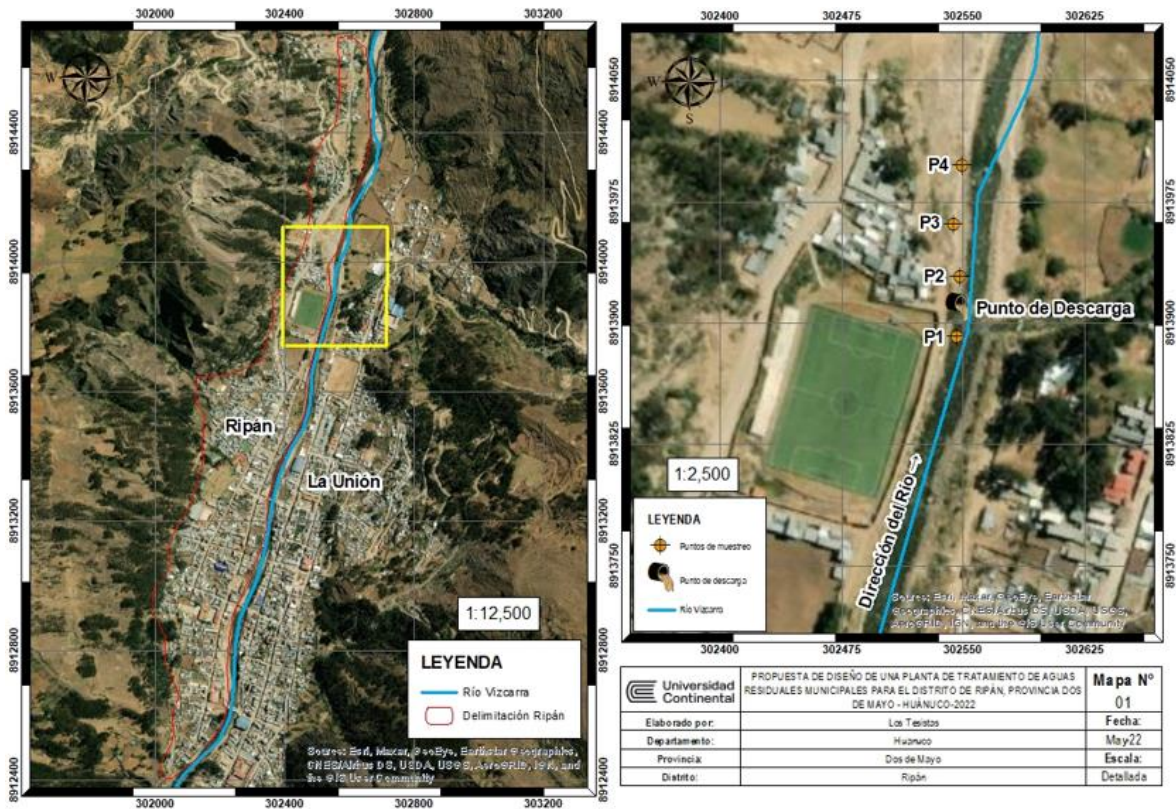


Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo y punto de descarga en el río Vizcarra.

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.2. Medición y control de caudales

Para poder hallar el caudal del efluente durante el transcurso del día, fue necesario hacer uso de materiales como el cronómetro y un recipiente de plástico volumétrico de 20 litros (balde) y se utilizó la siguiente fórmula para calcular el caudal.

$$Q = V/t$$

Donde:

*Q: caudal.

*V: volumen.

*t: tiempo.

El cálculo se determinó por la cantidad (volumen) que se llena en el recipiente, en un determinado tiempo, por lo que se divide el volumen en función del tiempo.

Esto permitió identificar cuáles son los caudales máximos y mínimos de descarga. Con la intención de contar con un dato relevante para la descarga del efluente de las AR al río Vizcarra, las mediciones de caudal se realizaron los días 07/03/2022, 09/03/2022, 11/03/2022 y 13/03/2022, lunes, miércoles, viernes y domingo respectivamente.

El control fue desde 5:00 am hasta 9:00 pm, con muestreos a cada hora, para luego determinar el caudal promedio, máximo y mínimo.

3.5.2.3. Desarrollo de los cálculos de diseño para la planta de tratamiento de aguas residuales municipales

Teniendo establecidos los procesos de tratamiento de PTARM, como primer paso se recurrió a la información recopilada, entre ellas la norma OS.090, y las tesis de diversos autores para tener referencias de los parámetros de diseño. Seguidamente, se determinó la población futura del distrito de Ripán para 20 años dicha cantidad de años también es considerada como la vida útil de la infraestructura. Para el cálculo de diseño, se inició primeramente con el cálculo del caudal máximo horario por lo que este dato permite hacer los cálculos de los procesos de tratamiento de la infraestructura, los mismos que constituyen el tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario. En el Capítulo IV se detallan los resultados de los cálculos.

a) Cálculo de las dimensiones de la cámara de rejillas gruesas:

- Tirante de agua en canal:

$$H = \frac{Q_{mh}}{V_1 * W}$$

- Ancho libre a través de las rejillas:

$$w = W - \frac{2L}{1000}$$

- Número de barras:

$$Nb = \frac{w - t}{t + a}$$

- Eficiencia de rejillas:

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

- Velocidad a través de las rejillas:

$$Vr = \frac{V1}{E}$$

- Velocidad en rejillas obstruidas 50 %:

$$Vr50\% = \frac{0.72}{100\% - 50\%}$$

- Pérdida de carga:

$$hl = \frac{(Vr50\%)^2 - (V1)^2}{2 * g * 0.7}$$

- Tirante máximo aguas arriba:

$$Hmax = H + hl$$

Donde:

*Qmh: caudal de diseño máximo horario.

*V1: velocidad en el canal de llegada.

- *Vr: velocidad a través de las rejjas.
- *Vr: velocidad a través de rejjas con obstrucción de 50 %.
- *hl: pérdida de carga.
- *t: espesor de barra .
- *L: grosor del marco.
- *a: separación entre barras.
- *α: inclinación de las rejjas.
- *W: ancho total del canal.
- *H: altura del canal.
- *Hmax: altura máxima del canal.
- *w: ancho entre las rejillas.
- *Nb: número de barras.
- *E: eficiencia de rejjas

b) Cálculo de las dimensiones de la cámara de rejjas finas:

- Tirante de agua en canal:

$$H = \frac{Qmh}{V1 * W}$$

- Ancho libre a través de las rejillas:

$$w = W - \frac{2L}{1000}$$

- Número de barras:

$$Nb = \frac{w - t}{t + a}$$

- Eficiencia de rejjas:

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

- Velocidad a través de las rejillas:

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

- Velocidad en rejillas obstruidas 50 %:

$$V_{r50\%} = \frac{0.72}{100\% - 50\%}$$

- Pérdida de carga:

$$h_l = \frac{(V_{r50\%})^2 - (V_1)^2}{2 * g * 0.7}$$

- Tirante máximo aguas arriba:

$$H_{max} = H + h_l$$

Donde:

*Q_{mh}: caudal de diseño máximo horario.

*V₁: velocidad en el canal de llegada.

*V_r: velocidad a través de las rejillas.

*V_r: velocidad a través de rejillas con obstrucción de 50 %.

*h_l: pérdida de carga.

*t: espesor de barra.

*L: grosor del marco.

*a: separación entre barras.

*α: inclinación de las rejillas.

*W: ancho total del canal.

*H: altura del canal.

*H_{max}: altura máxima del canal.

*w: ancho entre las rejillas.

*N_b: número de barras.

*E: eficiencia de rejillas.

c) Cálculo de las dimensiones del desarenador rectangular:

- Caudal de diseño:

$$Q_d = \frac{Q_{mh}}{N}$$

- Altura de desarenador:

$$H = \frac{Q_d}{W * V}$$

- Largo de desarenador:

$$L = R * H$$

- Área del desarenador:

$$A = L_t * W$$

- Tasa de aplicación:

$$T = \frac{3600 * Q_d}{W * L}$$

- Velocidad de sedimentación:

$$V_s = \frac{Q_d}{A}$$

- Tirante de agua sobre vertedero de salida:

$$h = \left(\frac{Q_d}{1.84 * W} \right)^{\frac{2}{3}}$$

- Tiempo de residencia:

$$TR = \frac{L * W * H}{Qd}$$

- Volumen de desarenador:

$$V = H * W * L$$

- Volumen de arena recogida:

$$Var = \frac{Pob * Ca}{52 * 1000}$$

- Altura de zona de recolección de arena:

$$Ha = \frac{Var}{W * L}$$

Donde:

*Pob: población.

*Qp: caudal promedio.

*Qmh: caudal de diseño máximo horario.

*N: número de desarenadores.

*d: diámetro de partícula.

*W: ancho de desarenador.

*v: velocidad de flujo.

*T°: temperatura del agua.

*R: relación.

*Ca: carga de arena.

*Qd: caudal de diseño.

*H: altura del desarenador.

*L: largo del desarenador.

*A: área del desarenador.

*T: tasa de aplicación.

*Vs: velocidad de sedimentación.

*h: tirante de agua sobre el vertedero de salida.

*TR: tiempo de residencia.

*V: volumen de desarenador.

*Var: volumen de arena recogida.

*Ha: altura de zona de recolección de arena.

d) Cálculo de las dimensiones de la canaleta Parshall:

- Cálculo de altura de agua en la sección convergente:

$$Q_{mh} = 0.176H_a^{1.547}$$

- Ancho del canal de la sección de Ha:

$$D' = \frac{2}{3}(D - W) + W$$

- Velocidad de la sección de Ha:

$$V_o = \frac{Q}{A} = \frac{Q_{mh}}{(H_a * D')}$$

- Carga hidráulica disponible en la garganta:

$$E_o = \frac{V_o^2}{2g} + H_a + N$$

- Altura del agua en la sección de la garganta H₂:

$$E_o = E_2 = \frac{q^2}{2g(H_2)^2} + H_2$$

- Velocidad en la sección de la garganta H₂:

$$V_2 = \frac{q}{H_2}$$

Donde:

- *Qmh: caudal de diseño máximo horario.
- *H: profundidad de flujo.
- *Ha: altura de la sección convergente.
- *W: ancho de garganta.
- *N: profundidad de la cubeta.
- *D: ancho de la entrada de la sección convergente.
- *D': ancho del canal en la sección convergente.
- *Vo: velocidad en la sección convergente.
- *Eo: carga hidráulica disponible en la garganta.
- *H₂: altura de agua en la sección de la garganta número 2.
- *V₂: velocidad en la sección de la garganta número 2.

e) Cálculo de las dimensiones del tanque Imhoff:

- Cálculo de tanque Imhoff:

$$Q_d = \frac{Q}{N}$$

- Área del sedimentador:

$$A_1 = \frac{Q_d}{(CS * N_1)}$$

- Volumen del sedimentador:

$$V_1 = \frac{Q_d * TRH}{N_1}$$

- Longitud mínima del vertedero de salida:

$$L_v = \frac{1.3 * Q_d * 24}{Chv * N_1}$$

- Largo del sedimentador:

$$L = \frac{A1}{Lv}$$

- Área del flujo de sedimentador:

$$A2 = \frac{V1}{L}$$

- Altura del tanque de sedimentador triangular:

$$h2 = \frac{\tan(\alpha) * Lv}{2}$$

- Área del fondo del tanque de sedimentación triangular:

$$A3 = \frac{h2 * Lv}{2}$$

- Área del fondo del tanque de sedimentación rectangular:

$$A4 = A3 - A2$$

- Altura del tanque sedimentador rectangular:

$$h1 = \frac{A4}{Lv}$$

- Área de la zona de ventilación:

$$A5 = \%SL * A1$$

- Ancho de la zona de ventilación:

$$W = \frac{A5}{2 * L}$$

- Factor de capacidad relativa (en función de la T°):

$$frc = 1.27 \text{ m}^2$$

- Volumen de almacenamiento y digestión:

$$V2 = 70 * \left(\frac{Pob}{N}\right) * \frac{fcr}{1000}$$

- Volumen de almacenamiento y digestión unitario:

$$V3 = \frac{V2}{N1 * N2}$$

- Altura de la zona piramidal en la zona de digestión:

$$h5 = \left(\frac{Lv}{2} + W - \frac{a}{2}\right) * \tan(\beta)$$

- Área de base menor de pirámide cuadrangular truncada:

$$A6 = a * a$$

- Área de base mayor de pirámide cuadrangular truncada:

$$A7 = (Lv + 2W) * \frac{L}{2}$$

- Volumen de la pirámide cuadrangular truncada:

$$V4 = \frac{h5}{3} * (A6 + A7 + (A6 * A7))^{0.5}$$

- Volumen de pirámide cuadrangular truncada:

$$V5 = V3 - V4$$

- Altura de la zona rectangular en la zona de digestión:

$$h4 = \frac{V5}{A7}$$

- Altura total del tanque Imhoff:

$$HT = h + h1 + h2 + h3 + h4 + h5$$

- Concentración de DBO en el efluente:

$$Se = (1 - 0.33) * So$$

- Concentración de sólidos suspendidos en la salida:

$$Csst = (1 - 0.45) * Cs$$

Donde:

*Qmh: caudal de diseño máximo horario.

*CS: Carga Superficial.

*TRH: Tiempo Hidráulico de Residencia.

*N: número de tanques.

*N1: número de sedimentadores por tanque.

*N2: número de tolvas por sedimentador.

*Chv: carga hidráulica sobre el vertedero.

*T°: temperatura.

*%SL: superficie libre de la zona de ventilación.

*α: ángulo respecto de la horizontal.

*h3: distancia entre el fondo del sedimentador y los lodos.

*H: borde Libre del tanque Imhoff.

*B: ángulo de la zona de fondo de la zona de digestión, respecto de la horizontal.

*A: ancho de la zona de fondo en la zona de digestión.

*Qd: caudal de diseño.

*A1: área del sedimentador.
 *V1: volumen del sedimentador.
 *Lv: longitud mínima del vertedero.
 *L: largo del sedimentador.
 *A2: área del flujo del sedimentador.
 *h2: altura del tanque sedimentador triangular.
 *A3: área del fondo del tanque sedimentador triangular.
 *A4: área del fondo del tanque sedimentador rectangular.
 *h1: altura del tanque sedimentador rectangular.
 *A5: área de la zona de ventilación.
 *W: ancho de la zona de ventilación.
 *frc: factor de capacidad relativa.
 *V2: volumen de almacenamiento y digestión.
 *V3: volumen de almacenamiento y digestión unitario.
 *h5: altura de zona piramidal en la zona de digestión.
 *A6: área de base menor de pirámide cuadrangular truncada.
 *A7: área de base mayor de pirámide cuadrangular truncada.
 *V4: volumen de la pirámide triangular truncada.
 *V5: volumen de la pirámide cuadrangular truncada.
 *h4: altura de la zona rectangular en la zona de digestión.
 *HT: altura total del tanque Imhoff.
 *Se: concentración de DBO en el efluente.
 *Csst: concentración de sólidos suspendidos totales en la salida.

f) Cálculo de las dimensiones del lecho de secado:

- Carga de sólidos que ingresa al sedimentador:

$$C = Q_{md} * C_s * 0.024$$

- Masa de sólidos que conforman los lodos:

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

- Volumen diario de lodos digeridos:

$$Vld = \frac{Msd}{e.lodo * \% \text{ de sólidos}}$$

*e.lodo: 1.04 kg/l.

*% de sólidos: 10 %.

- Tiempo de digestión (en función de la T°) - según la norma OS.090 para una temperatura de 15°C, el tiempo de digestión es de 55 días:

*T°: 15°C.

*Td: 55 días.

- Volumen de lodos a extraer del tanque:

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

- Ciclo de operación de los lechos de secado (4 a 8 semanas) según OS.090:

*tc: 28 días (4 a 8 semanas en climas fríos, OS.090).

- Volumen de lodos removido por ciclo de operación:

$$Vc = Vld * tc$$

- Área total del lecho de secado por ciclo de operación:

$$ATls = \frac{Vc}{Ha}$$

- Área de un lecho de secado por ciclo de operación:

$$A_{ls} = \frac{A_{Tls}}{N_{ls}}$$

- Dimensiones de lecho de secado:

$$L_{sc} = \frac{A_{ls}}{W_{ls}}$$

Donde:

*Q_{mh}: caudal de diseño máximo horario.

*%S: porcentaje de sólidos en el lodo.

*e.lodo: densidad de los lodos.

*H_a: profundidad de aplicación de lodo en lecho de secado.

*N_{ls}: número de lecho de secado.

*W_{ls}: ancho del lecho de secado.

*S_oDBO: DBO del afluente.

*C_s: concentración de SST.

*%SST: porcentaje de remoción de SST.

*%DBO: porcentaje de remoción de DBO a la salida.

*%DQO: porcentaje de remoción de DQO a la salida.

*C: carga de sólido que ingresa al sedimentador.

*M_{sd}: masa de sólidos que conforman los lodos.

*V_{ld}: volumen diario de lodos digeridos.

*T_d: tiempo de digestión.

*V_{el}: volumen de lodos a extraer del tanque.

*T_c: ciclo de operación.

*V_c: volumen de lodos removidos por ciclo de operación.

*A_{Tls}: área total del lecho de secado por ciclo de operación.

*A_{ls}: área de un lecho de secado por ciclo de operación.

*L_{sc}: dimensiones del lecho de secado.

g) Cálculo de las dimensiones de filtro percolador circular:

- Caudal de diseño:

$$Q_{ds} = \frac{Q}{N}$$

- Caudal de recirculación:

$$Q_r = Q_{ds}$$

- Eficiencia del DBO (según el D.S. N° 003-2010-MINAM se toma en cuenta la DBO de salida 100 mg/L):

$$E = \frac{(S_{oDBO} - S_{eDBO})}{S_{oDBO}}$$

- Eficiencia del DQO (según el D.S. N° 003-2010-MINAM se toma en cuenta la DQO de salida 200 mg/L):

$$E = \frac{(S_{oDQO} - S_{eDQO})}{S_{oDQO}}$$

- Razón de recirculación (se considera razón de circulación 1 por tipo de carga, que es alta, según la norma OS.090):

$$R = (\text{de 1 a 2})$$

- Constante de tratabilidad:

$$K_h = 0.037 * (1.08)^{T-15}$$

- Concentración de DBO en el afluente:

$$S_{aDBO} = \frac{(S_{oDBO} + R * S_{eDBO})}{1 + R}$$

- Concentración de DBO en el efluente:

$$SeDBO = SaDBO * \left(1 - \frac{E}{100}\right)$$

- Concentración de sólidos suspendidos en la salida:

$$C_{sss} = C_s * (1 - \%S)$$

- Concentración de DQO en el afluente:

$$SaDQO = \frac{(SoDQO + R * SeDQO)}{1 + R}$$

- Concentración de DQO en el efluente:

$$SeDQO = SoDQO * \left(1 - \frac{E}{100}\right)$$

- Volumen de filtro:

$$V = \frac{Q_{ds} * \ln\left(\frac{SaDBO}{SeDBO}\right)}{K_h * S}$$

- Área superficial:

$$A_s = \frac{V}{ht}$$

- Diámetro del filtro:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{A_s}{\pi}}$$

- Carga hidráulica superficial:

$$CHS = \frac{Q_r}{A_s}$$

- Carga hidráulica volumétrica:

$$COV = \frac{SoDBO * Qds}{V}$$

- Caudal de dosificación, cm/paso del brazo del distribuidor:

$$Dosif = 19 * COV \text{ cm/paso}$$

- Velocidad de rotación del distribuidor, rpm:

$$n = \frac{1.66 * CHS}{A * dosif}$$

Donde:

*Qds: caudal de diseño.

*Q: caudal de diseño máximo horario.

*N: número de tanques.

*Qr: caudal de recirculación.

*E: eficiencia.

*R: razón de recirculación.

*Kh: constante de tratabilidad.

*T: temperatura del agua en época más fría.

*V: volumen del filtro.

*As: área superficial.

*D: diámetro del filtro.

*CHS: carga hidráulica superficial.

*COV: carga orgánica volumétrica.

*Dosif: caudal de dosificación.

*n: velocidad de rotación del distribuidor.

*SoDBO: DBO específica del afluente.

*SeDBO: %DBO específica del efluente.

*SaDBO: concentración de DBO en el afluente.

*SeDBO: concentración de DBO en el efluente.

*SoDQO: DQO específica del afluente.

*SaDQO: concentración de DQO en el afluente.

*SeDQO: concentración de DQO en el efluente.

*Csss: concentración de sólidos suspendidos en la salida.

h) Cálculo de las dimensiones de la cámara de cloración:

- Caudal máximo:

$$Q_d = Q_{ds} = \frac{Q_{mh}}{N}$$

- Consumo medio de cloro:

$$\text{ConsumoCl}_2 = \left(\frac{Q_d}{1000} \right) * \text{Cl}_2 * 24$$

- Volumen de la cámara de contacto:

$$V = \left(\frac{TCQ_{mh}}{60} \right) * Q_{ds}$$

- Altura del tanque:

$$h = \sqrt[3]{\frac{V}{2}}$$

- Longitud del tanque:

$$L = 2h$$

- Ancho del tanque:

$$V = L * a * h$$

Donde:

*Q_{ds}: caudal máximo.

- *Qmh: caudal de diseño máximo horario.
- *N: número de cantidad de cámara.
- *Consumo Cl₂: consumo medio de cloro.
- *V: volumen de cámara de contacto.
- *TCQmh: tiempo de contacto a caudal máximo horario.
- *h: altura del tanque.
- *L: longitud del tanque.
- *Cl: cloro.
- *a: ancho del tanque.

3.5.2.4. Eficiencia del diseño de la PTARM para cumplir con los Límites Máximos Permisibles (LMP)

Para cumplir con este objetivo, se recurrió a las referencias bibliográficas de donde se obtuvieron los datos de eficiencia de porcentajes de remoción en los sistemas de tratamiento a evaluar que básicamente son el tanque Imhoff, filtro percolador y cámara de cloración. Para el desarrollo del cálculo del tanque Imhoff, se tuvieron en cuenta los porcentajes de remoción para los parámetros de DBO, que es igual al 30 %, DQO que es igual al 34.2 %, SST que es igual al 45 % y coliformes fecales que es igual al 82.84 %, teniendo estos datos como referencia se determinaron los cálculos posteriores hasta llegar a la cámara de cloración, todo ello teniendo en consideración las entradas y salidas de las concentraciones de los parámetros analizados y haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Afluente - Efluente}{Afluente} * 100$$

Donde:

*Afluente: AR que ingresa a una PTARM.

*Efluente: agua purificada que sale de una PTARM.

3.5.2.5. Diseños unitarios en un plano general de la PTARM

En los diseños unitarios tenemos a los planos como: cámara de rejas gruesas, cámara de rejas finas, desarenador, canaleta Parshall, tanque Imhoff, lecho de secado, filtro percolador y cámara de cloración (ver figura 10, referencia de la imagen del plano general de la PTARM). Para realizar los planos se utilizó el software AutoCAD V.2022.

Los cálculos y dimensiones de los diseños unitarios se detallan en el Capítulo IV con todos los detalles para lo cual la guía fue la Norma OS.090 (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales).

3.5.2.6. Área requerida para la instalación de la PTARM

El área requerida para la PTARM es de aproximadamente 2500 m², lo cual es suficiente para la construcción e instalación de los componentes nombrados anteriormente (ver tabla 17, donde se exponen las coordenadas UTM WGS-84 de la ubicación de la PTARM).

Según la norma OS.090, las dimensiones de la instalación que se va a diseñar podrán fusionar las dos etapas de diseño mencionadas y que son presentadas en el Capítulo siguiente como propiamente resultados.

Para observar la imagen satelital del área disponible de la PTARM ver la figura 12, para lo cual se utilizó el programa Google Earth Pro.

3.5.2.7. Referencias para el diseño de la PTAR

Para el diseño de la PTARM del distrito de Ripán se usó como referencia directa la Norma OS.090, la cual tiene como objetivo

principal proporcionar los alcances importantes para el desarrollo de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que la norma está relacionada con la instalación que necesita una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los pasos que deben de experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor (6).

Dichos procesos se mencionan a continuación:

- CÁMARA DE REJAS: para realizar el diseño de este sistema, se han seguido las indicaciones del ítem 5.3.1.5 y de todos sus incisos de la normativa OS.090, así también, menciona la importancia de considerar las cámaras de rejillas en una planta de tratamiento de aguas residuales.
- DESARENADOR RECTANGULAR: para el diseño de este sistema se tuvieron en cuenta las recomendaciones del ítem 5.3.2.1 donde se me menciona que la incorporación de este proceso se considera obligatoria en toda planta de tratamiento que cuenta con un sedimentador, así también las indicaciones del ítem 5.3.2.3 de la norma en mención.
- TANQUE IMHOFF: en el diseño de este sistema se tomó en cuenta las especificaciones del ítem 5.4.2.2 y sus incisos.
- LECHO DE SECADO: para realizar el diseño de este componente se tuvo en consideración las especificaciones de los ítems 5.9.6.2, 5.9.6.3 y 5.9.6.5 donde se señalan los criterios para el diseño de este sistema.
- FILTRO PERCOLADOR: los datos de criterios para el diseño del filtro percolador se obtuvo básicamente del ítem 5.5.4 de la normativa vigente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización y monitoreo

4.1.1. Caracterización de las aguas residuales municipales del distrito de Ripán

Según los resultados obtenidos del laboratorio ALAB, los parámetros que cumplen con la normativa son 3: pH, SST y T, con valores 6.91 pH, 93 mg/L y 22°C respectivamente, por otro lado, los valores que no cumplen son 4: AyG, Cf, DBO, DQO, con valores 74.80 mg/L, 2300000 NMP/100mL, 751.5 mg/L y 3835.0 mg/L respectivamente (ver tabla 5).

Tabla 5. *Comparativa de la calidad del efluente en el punto de descarga con la normativa D.S. N° 003-2010-MINAM.*

Ensayo	Símbolo	Unidad	Resultado	LMP	Normativa
Aceites y Grasas	AyG	mg/L	47.80	20	No Cumple
Coliformes fecales (termotolerantes)	CF	NMP/100 ml	2300000	10000	No Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	DBO	mg DBO ₅ /L	751.5	100	No Cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	DQO	COD as mg O ₂ /L	3835.0	200	No Cumple
pH	pH	Unidad de pH	6.91	6.5-8.5	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg TSS/L	93	150	Cumple
Temperatura	T	(°C)	22.0	< 35	Cumple

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran las gráficas de los parámetros analizados.

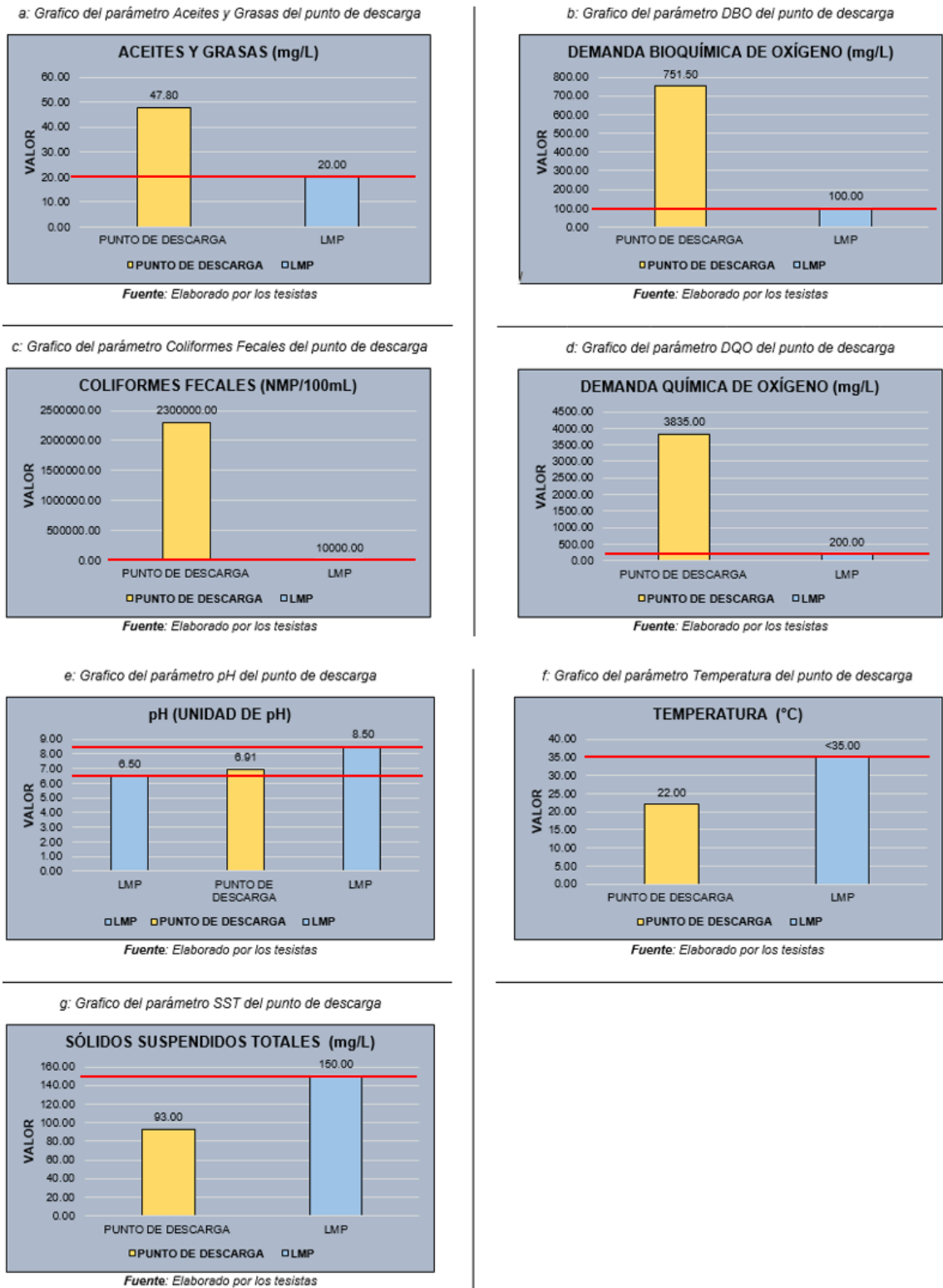


Figura 2. Gráficos de los parámetros analizados (punto de descarga).

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Control de caudal de las aguas residuales municipales del distrito de Ripán

Según los resultados que se han obtenido (ver tabla 6), se evidencia un caudal constante en los 3 primeros días de control durante el rango de control de caudal (5:00 am hasta las 9:00 pm), pero en el día domingo hay un ligero incremento en el caudal (ver figura 3).

Tabla 6. Caudales medidos en distintos días de la semana.

Hora	Lunes		Miércoles		Viernes		Domingo		Qprom	
	L/s	m³/s	L/s	m³/s	L/s	m³/s	L/s	m³/s	L/s	m³/s
05:00	15.49	0.01549	17.04	0.01704	17.99	0.01799	16.98	0.01698	16.88	0.01688
06:00	15.64	0.01564	17.07	0.01707	18.02	0.01802	17.00	0.01700	16.93	0.01693
07:00	15.86	0.01586	17.11	0.01711	18.03	0.01803	17.03	0.01703	17.01	0.01701
08:00	16.05	0.01605	17.14	0.01714	18.05	0.01805	17.07	0.01707	17.08	0.01708
09:00	15.86	0.01586	17.12	0.01712	18.03	0.01803	17.10	0.01710	17.03	0.01703
10:00	15.71	0.01571	17.09	0.01709	18.01	0.01801	17.12	0.01712	16.98	0.01698
11:00	15.62	0.01562	17.07	0.01707	17.99	0.01799	17.09	0.01709	16.94	0.01694
12:00	15.72	0.01572	17.08	0.01708	18.00	0.01800	17.10	0.01710	16.98	0.01698
13:00	15.83	0.01583	17.10	0.01710	18.02	0.01802	17.12	0.01712	17.02	0.01702
14:00	15.68	0.01568	17.08	0.01708	18.00	0.01800	17.13	0.01713	16.97	0.01697
15:00	15.52	0.01552	17.05	0.01705	17.99	0.01799	17.10	0.01710	16.92	0.01692
16:00	15.34	0.01534	17.03	0.01703	17.96	0.01796	17.07	0.01707	16.85	0.01685
17:00	15.43	0.01543	17.01	0.01701	17.97	0.01797	17.05	0.01705	16.87	0.01687
18:00	15.51	0.01551	17.03	0.01703	17.99	0.01799	17.06	0.01706	16.90	0.01690
19:00	15.64	0.01564	17.05	0.01705	18.00	0.01800	17.09	0.01709	16.95	0.01695
20:00	15.51	0.01551	17.03	0.01703	17.98	0.01798	17.07	0.01707	16.90	0.01690
21:00	15.38	0.01538	17.00	0.01700	17.96	0.01796	17.04	0.01704	16.85	0.01685
Qmax	16.050	0.016	17.140	0.017	18.050	0.018	17.130	0.017	17.078	0.017
Qprom	15.635	0.016	17.065	0.017	17.999	0.018	17.072	0.017	16.943	0.017
Qmin	15.340	0.015	17.000	0.017	17.960	0.018	16.980	0.017	16.845	0.017

Fuente: elaboración propia.

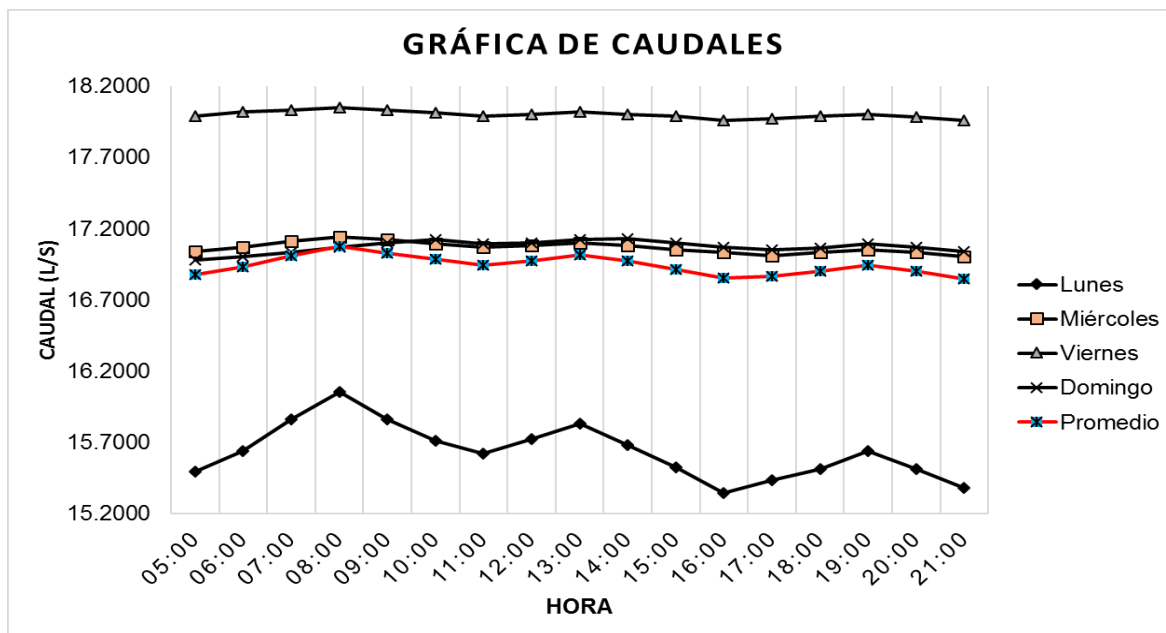


Figura 3. Gráfico de los caudales medidos y promedio.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Caracterización de las aguas del río Vizcarra

- Los puntos muestreados indican un impacto negativo de la descarga de AR sin tratar en el río Vizcarra.
- El punto 1 a 20 metros aguas arriba del punto de descarga, se tomó como punto de control de la calidad del agua del río Vizcarra y muestra los análisis fisicoquímicos dentro del ECA Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales D1 y D2.
- El punto 2, a 20 metros aguas abajo del punto de descarga, muestra una disminución de la calidad de agua en los siguientes parámetros: DBO, DQO, CF y EC, con valores 21.10 mg/L, 50.03 mg/L, 5166666.67 NMP/mL y 2466666.67 NMP/mL respectivamente (ver tabla 7).
- En el punto, 3 a 50 metros aguas abajo del punto de descarga la calidad del agua, se sigue por debajo del ECA en los parámetros: DBO, DQO, CF y EC, con valores 20.77 mg/L, 59.43 mg/L, 4233333.33 NMP/mL y 2866666.67 NMP/mL respectivamente (ver tabla 7).

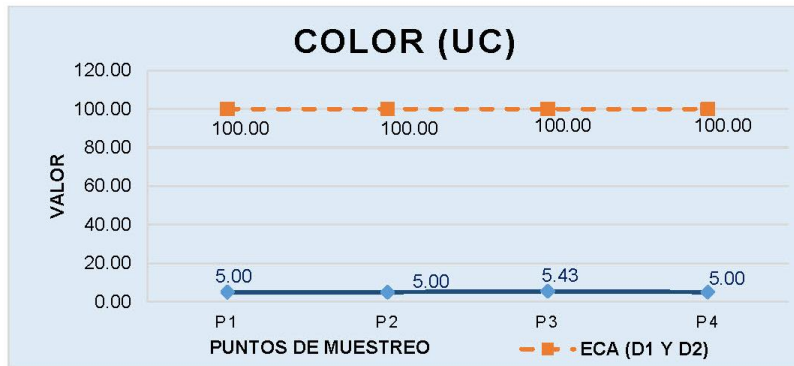
- En el punto 4, a 80 metros aguas abajo del punto de descarga la calidad del agua, hubo una mejora debido a que, recorrida cierta distancia y teniendo en cuenta que el río Vizcarra es caudaloso, existe una leve disipación de los contaminantes que logra estar por debajo del ECA, el DBO y DQO con valores 14.50 mg/L y 36.87 mg/L respectivamente a excepción de dos parámetros: CF y EC con valores 4100000 NMP/mL y 1406666.67 NMP/mL respectivamente; cabe resaltar que a comparación del punto de control el punto 1, los valores aún siguen presentando un valor considerable de concentración (ver tabla 8).
- En cuanto a los parámetros OD, pH, T, N y N+N, en todos los puntos muestreados, los valores se mantuvieron por debajo del estipulado en el ECA Categoría 3 D1 y D2.

Tabla 7. Comparación de resultados de los puntos de muestreo de agua del río Vizcarra con el ECA.

RESULTADOS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS DEL RIO VIZCARRA (D1: Riego de vegetales, D2: Bebida de animales)																					
PARAMETRO	UNIDAD	P1	ECA Cat 3(D1)	¿Cumple el ECA (D1)?	ECA Cat 3(D2)	¿Cumple el ECA (D2)?	P2	ECA Cat 3(D1)	¿Cumple el ECA (D1)?	ECA Cat 3(D2)	¿Cumple el ECA (D2)?	P3	ECA Cat 3(D1)	¿Cumple el ECA (D1)?	ECA Cat 3(D2)	¿Cumple el ECA (D2)?	P4	ECA Cat 3(D1)	¿Cumple el ECA (D1)?	ECA Cat 3(D2)	¿Cumple el ECA (D2)?
ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS																					
Color	(UC)	5.00	100	Cumple	100	Cumple	5.00	100	Cumple	100	Cumple	5.43	100	Cumple	100	Cumple	5.00	100	Cumple	100	Cumple
Conductividad	µS/cm	280.97	2500	Cumple	5000	Cumple	421.33	2500	Cumple	5000	Cumple	373.67	2500	Cumple	5000	Cumple	322.37	2500	Cumple	5000	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.00	15	Cumple	15	Cumple	21.10	15	No Cumple	15	No Cumple	20.77	15	No Cumple	15	No Cumple	14.50	15	Cumple	15	Cumple
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	8.17	40	Cumple	40	Cumple	50.03	40	No Cumple	40	No Cumple	59.43	40	No Cumple	40	No Cumple	36.87	40	Cumple	40	Cumple
Oxígeno Disuelto	mg OD/L	7.77	≥4	Cumple	≥5	Cumple	6.20	≥4	Cumple	≥5	Cumple	6.07	≥4	Cumple	≥5	Cumple	6.60	≥4	Cumple	≥5	Cumple
pH	Unidad de pH	7.77	6.5-8.5	Cumple	6.5-8.4	Cumple	7.51	6.5-8.5	Cumple	6.5-8.4	Cumple	7.15	6.5-8.5	Cumple	6.5-8.4	Cumple	7.08	6.5-8.5	Cumple	6.5-8.4	Cumple
Temperatura	(°C)	21.27	Δ3	Cumple	Δ3	Cumple	20.90	Δ3	Cumple	Δ3	Cumple	21.10	Δ3	Cumple	Δ3	Cumple	21.13	Δ3	Cumple	Δ3	Cumple
Nitrito	mg/L	0.05	10	Cumple	10	Cumple	0.05	10	Cumple	10	Cumple	0.06	10	Cumple	10	Cumple	0.08	10	Cumple	10	Cumple
Nitrito + Nitrato	mg/L	0.40	100	Cumple	100	Cumple	0.05	100	Cumple	100	Cumple	0.07	100	Cumple	100	Cumple	0.92	100	Cumple	100	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO																					
Coliformes fecales (termotolerantes) (NMP)	NMP/100mL	3500.00	1000	No Cumple	1000	No Cumple	5166666.67	1000	No Cumple	1000	No Cumple	4233333.33	1000	No Cumple	1000	No Cumple	4100000.00	1000	No Cumple	1000	No Cumple
<i>E. coli</i> (NMP)	NMP/100mL	2033.33	1000	No Cumple	**	-	2466666.67	1000	No Cumple	**	-	2866666.67	1000	No Cumple	**	-	1406666.67	1000	No Cumple	**	-

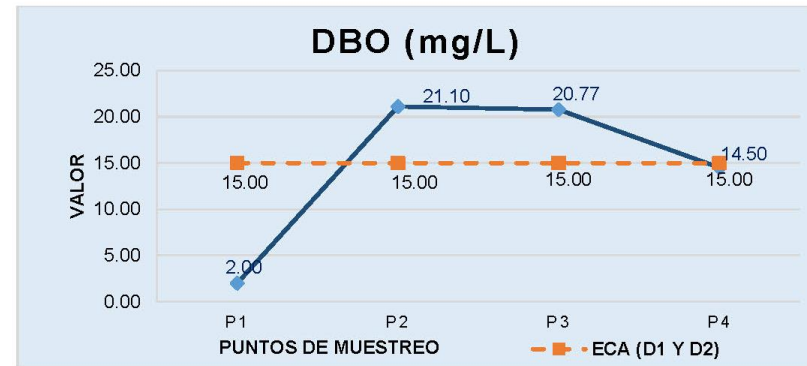
Fuente: elaboración propia.

a: Gráfico del parámetro de color monitoreado en el Río Vizcarra.



Fuente: Elaborado por los tesisistas.

b: Gráfico del parámetro de DBO monitoreado en el Río Vizcarra.



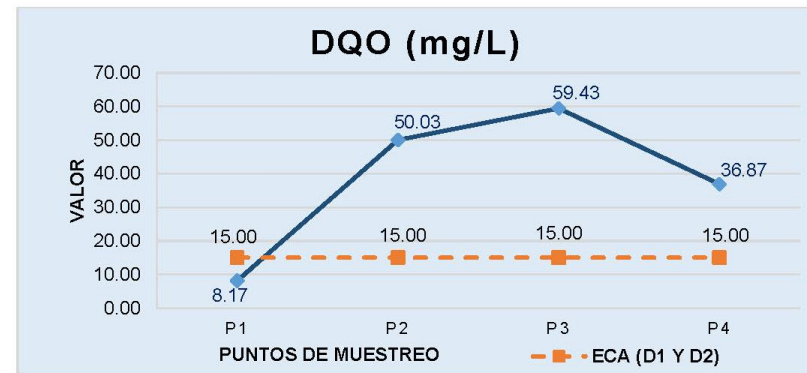
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

c: Gráfico del parámetro de conductividad monitoreado en el Río Vizcarra.



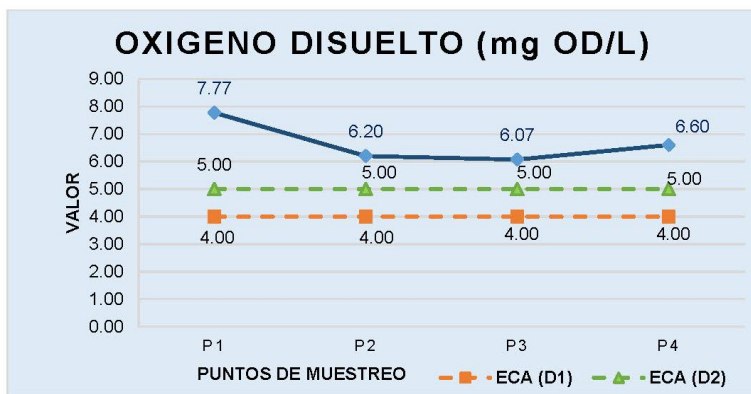
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

d: Gráfico del parámetro de DQO monitoreado en el Río Vizcarra.



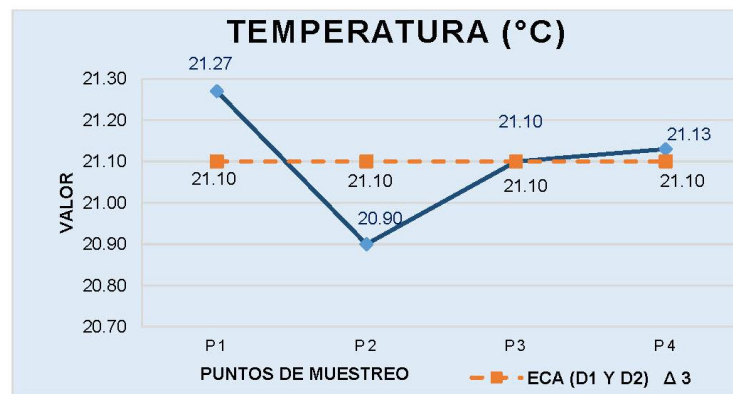
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

e: Gráfico del parámetro de OD monitoreado en el Río Vizcarra.



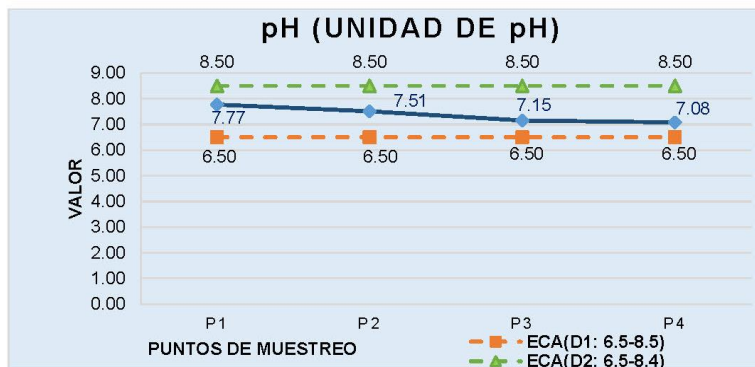
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

f: Gráfico del parámetro de temperatura monitoreado en el Río Vizcarra.



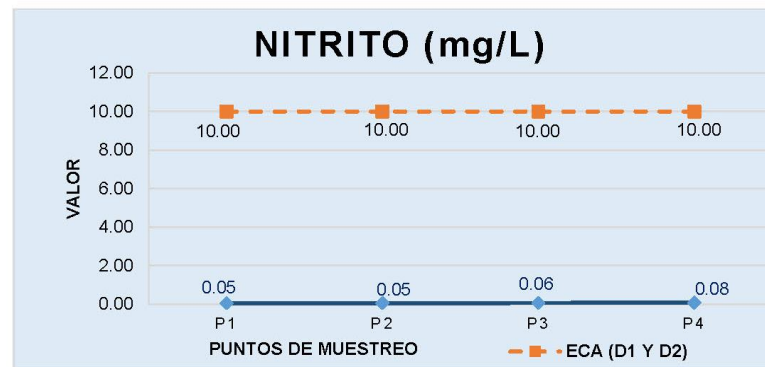
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

g: Gráfico del parámetro del pH monitoreado en el Río Vizcarra.



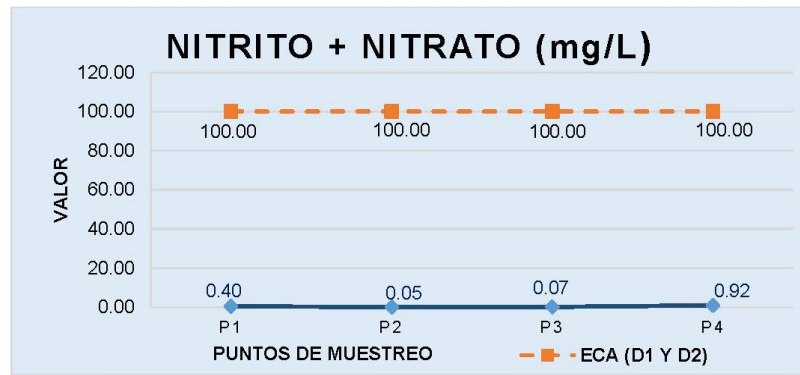
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

h: Gráfico del parámetro del nitrato monitoreado en el Río Vizcarra.



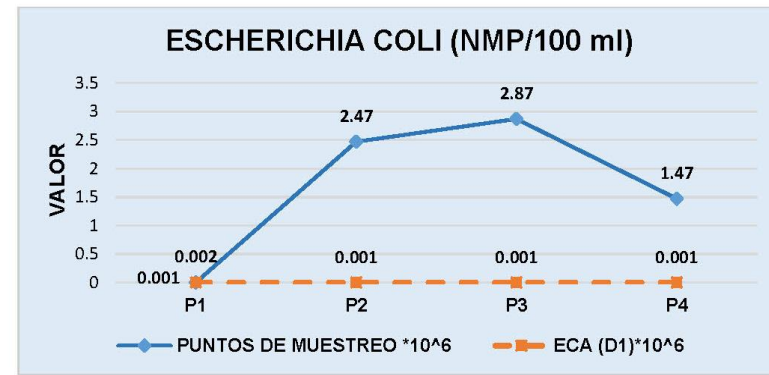
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

i: Gráfico del parámetro del nitrito + nitrato monitoreado en el Río Vizcarra.



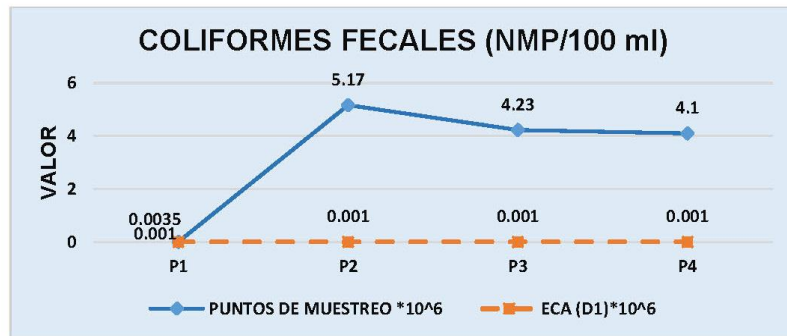
Fuente: Elaborado por los tesisistas.

j: Gráfico del parámetro de Escherichia coli monitoreado en el Río Vizcarra.



Fuente: Elaborado por los tesisistas.

k: Gráfico del parámetro de coliformes fecales monitoreado en el Río Vizcarra.



Fuente: Elaborado por los tesisistas.

Figura 4. Gráficos de parámetros monitoreados en los puntos de muestreo del río Vizcarra.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Desarrollo de la PTAR

4.2.1. Diagrama del proceso de la PTARM

El diagrama de flujo de una PTAR es el conjunto de procesos de tratamientos, ya sean físicos, químicos y/o biológicos, los cuales están condicionados por el caudal del efluente de entrada. El pretratamiento o tratamiento preliminar está conformado por las cámaras de rejillas finas y gruesas, luego el desarenador y también la canaleta Parshall, a continuación, está el tratamiento primario, que lo conforma el tanque Imhoff con su respectivo lecho de secado, continuando tenemos el tratamiento secundario, conformado por el filtro percolador, y por último se tiene la desinfección (cámara de cloración) con tratamiento terciario.

PROCESO DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES DEL DISTRITO DE RIPAN – HUANUCO

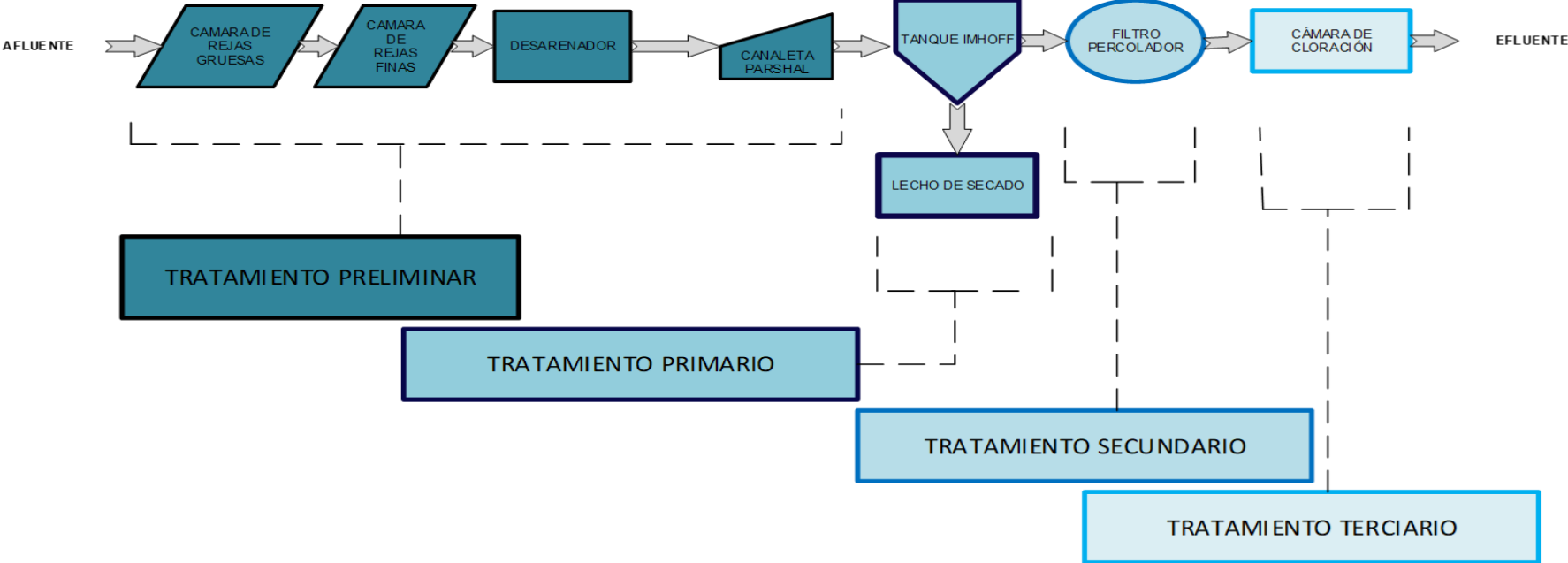


Figura 5. Procesos de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ripán.

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Determinación de caudales

4.2.2.1. Cálculo de la población

Para la planta de tratamiento de aguas residuales municipales, según la Norma OS.090 el periodo de diseño está comprendido entre 20 y 30 años. Se tomó en este caso para un periodo de vida útil de 20 años.

$$Pf = Pfa(1 + rt)$$

$$Pfa = P(1 + rAt)$$

Donde:

*Pf: población futura.

*P: población: 3172 hab. (INEI 2017).

*Pfa: población actual: habitantes.

*r: tasa de crecimiento anual (%): 1 %.

*At: variación del tiempo: 5 años.

*t: periodo de vida útil (años): 20 años.

$$Pfa = P(1 + rAt)$$

$$Pfa = 3172 * (1 + 0.01(2022 - 2017))$$

$$Pfa = 3331 \text{ hab.}$$

$$Pf = Pfa(1 + rt)$$

$$Pf = 3331 * (1 + 0.01(2042 - 2022))$$

$$Pf = 3997 \text{ hab.}$$

*Población futura (2042): 3997 hab.

*Periodo de diseño: 20 años.

4.2.2.2. Cálculo de caudal máximo

- Caudal promedio:

$$Qp = 16.94 \text{ L/s}$$

- Caudal máximo horario:

$$Q_{mh} = Q_p * 1.8$$

$$Q_{mh} = 16.94 * 1.8 = 30.49 \frac{L}{s}$$

4.2.3. Diseño y cálculos para el dimensionamiento de los procesos de tratamiento

4.2.3.1. Cálculo de las dimensiones de la cámara de rejillas gruesas

Tabla 8. Datos para el cálculo del diseño de la cámara de rejillas gruesas.

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal de diseño máximo horario	Q _{mh}	L/s	30.49	
			m ³ /s	0.03049	
2	Velocidad en el canal de llegada	V ₁	m/s	0.45	OS.090
3	velocidad a través de las rejillas	V _r	m/s	0.7	OS.090
4	Espesor de barra	t	mm	15	OS.090
5	Grosor del marco	L	mm	50	OS.090
6	Separación entre barras	a	mm	25	OS.090
7	Inclinación de las rejillas	α	°	60	OS.090
8	Ancho total del canal	W	m	0.6	

Fuente: elaboración propia.

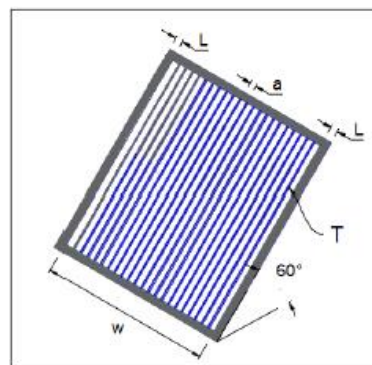


Figura 6. Imagen referencial de las dimensiones de la cámara de rejillas gruesas.

Fuente: elaboración propia.

- Tirante de agua en canal:

$$H = \frac{Qmh}{V1 * W}$$
$$H = \frac{(0.03049)}{0.45 * 0.6} = 0.11 \text{ m}$$

- Ancho libre a través de las rejillas:

$$w = W - \frac{2L}{1000}$$
$$w = 0.6 - \frac{2(0.5)}{1000} = 0.60 \text{ m}$$

- Número de barras:

$$Nb = \frac{w - t}{t + a}$$
$$Nb = \frac{0.60 - 0.15}{0.15 + 0.25} = 11 \text{ und}$$

- Eficiencia en rejillas:

$$E = \frac{a}{t + a}$$
$$E = \frac{0.25}{0.15 + 0.25} = 0.625 = 62.5 \%$$

*Las rejillas tienen 80 % de eficiencia de retención de residuos sólidos.

- Velocidad a través de las rejillas:

$$Vr = \frac{V1}{E}$$
$$Vr = \frac{0.45}{0.625} = 0.72 \text{ m/s}$$

- Velocidad en rejas obstruidas 50 %:

$$Vr50 \% = \frac{0.72}{100 \% - 50 \%}$$

$$Vr50 \% = 1.44 \text{ m/s}$$

- Pérdida de carga (5.3.1.5; (e) - Norma OS.090):

$$hl = \frac{(Vr50 \%)^2 - (V1)^2}{2 * g * 0.7}$$

$$hl = \frac{(1.44)^2 - (0.45)^2}{2(10)(0.7)} = 0.13 \text{ m}$$

- Tirante máximo aguas arriba:

$$H_{max} = H + hl$$

$$H_{max} = 0.11 + 0.13 = 0.24 \text{ m}$$

4.2.3.2. Cálculo de las dimensiones de la cámara de rejas finas

Tabla 9. *Datos para el cálculo del diseño de la cámara de rejas finas.*

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal de diseño máximo horario	Qmh	L/s	30.49	-
			m³/s	0.03049	
2	Velocidad en el canal de llegada	V1	m/s	0.45	OS.090
3	Velocidad a través de las rejas	Vr	m/s	0.75	OS.090
4	Espesor de barra	t	mm	5	OS.090
5	Grosor del marco	L	mm	40	Bendezú y Martínez
6	Separación entre barras	a	mm	25	OS.090
7	Inclinación de las rejillas	α	°	60	OS.090
8	Ancho total del canal	W	m	0.6	-
9	Forma de las rejas	B	-	1.84	Bendezú y Martínez

Fuente: elaboración propia.

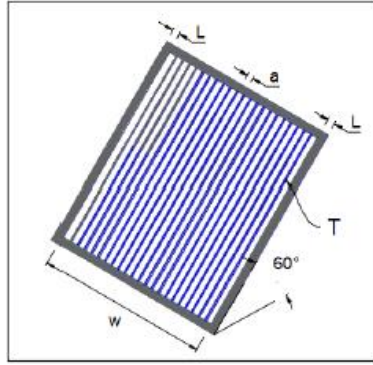


Figura 7. Imagen referencial de las dimensiones de la cámara de rejillas finas.

Fuente: elaboración propia.

- Tirante de agua en canal:

$$H = \frac{Qmh}{V1 * W}$$

$$H = \frac{(0.03049)}{0.45 * 0.6} = 0.11 \text{ m}$$

- Ancho libre a través de las rejillas:

$$w = W - \frac{2L}{1000}$$

$$w = 0.6 - \frac{2(0.4)}{1000} = 0.60 \text{ m}$$

- Número de barras:

$$Nb = \frac{w - t}{t + a}$$

$$Nb = \frac{0.60 - 0.05}{0.05 + 0.25} = 18 \text{ und}$$

- Eficiencia en rejillas:

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

$$E = \frac{0.25}{0.05 + 0.25} = 0.833 = 83.3 \%$$

*Las rejas tienen 80 % de eficiencia de retención de residuos sólidos.

- Velocidad a través de las rejas:

$$V_r = \frac{V_1}{E}$$
$$V_r = \frac{0.45}{0.833} = 0.54 \text{ m/s}$$

- Velocidad en rejas obstruidas 50 % (5.3.1.5; (e) - Norma OS.090):

$$V_{r50\%} = \frac{0.54}{100\% - 50\%}$$
$$V_{r50\%} = 1.08 \text{ m/s}$$

- Pérdida de carga:

$$h_l = \frac{(V_{r50\%})^2 - (V_1)^2}{2 * g * 0.7}$$
$$h_l = \frac{(1.08)^2 - (0.45)^2}{2(10)(0.7)} = 0.07 \text{ m}$$

- Tirante máximo aguas arriba:

$$H_{\max} = H + h_l$$
$$H_{\max} = 0.11 + 0.07 = 0.18 \text{ m}$$

4.2.3.3. Cálculo de las dimensiones del desarenador rectangular

Tabla 10. Datos para el cálculo del diseño del desarenador.

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Población	Pob	Hab	3172	-
2	Caudal promedio	Qp	L/s	16.94	-
			m³/s	0.01694	
3	Caudal de diseño máximo horario	Qmh	L/s	30.49	-
			m³/s	0.03049	
4	Número de desarenadores	N	Unidad	1	-
5	Diámetro de partícula	d	mm	1.2	1 a > 2mm OS.090
6	Ancho del desarenador	W	M	0.6	-
7	Velocidad de flujo	v	m/s	0.3	OS.090
8	Temperatura del agua	T°	°C	15	-
9	Relación L/H	R		25	R>25 OS.090
10	Carga de arena	Ca	L/hab/año	5	Bendezú y Martínez

Fuente: elaboración propia.

- Caudal de diseño:

$$Qd = \frac{Qmh}{N}$$

$$Qd = \frac{30.49 \frac{L}{s}}{1}$$

$$Qd = 30.49 \text{ L/s}$$

- Altura del desarenador:

$$H = \frac{Qd}{W * v}$$

$$Qd = 30.49 \frac{L}{s} * \left(\frac{1m^3}{1000L} \right)$$

$$Qd = 0.03049 \frac{m^3}{s}$$

$$H = \frac{0.03049 \frac{m^3}{s}}{0.60m * 0.30 \frac{m}{s}}$$

$$H = 0.17m$$

*25 % más OS.090:

$$H_t = H * 1.25$$

$$H_t = 0.17 \text{ m} * 1.25$$

$$H_t = 0.22 \text{ m}$$

- Largo del desarenador:

$$L = R * H$$

$$L = 25 * 0.17\text{m}$$

$$L = 4.25 \text{ m}$$

*25 % más OS.090:

$$L_t = L * 1.25$$

$$L_t = 4.25 \text{ m} * 1.25$$

$$L_t = 5.31 \text{ m}$$

- Área del desarenador:

$$A = L_t * W$$

$$A = 5.31 \text{ m} * 0.6\text{m}$$

$$A = 3.19 \text{ m}^2$$

- Tasa de aplicación:

$$T = \frac{3600 * Q_d}{W * L}$$

$$T = \frac{3600 * 0.03049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.60\text{m} * 4.25 \text{ m}}$$

$$T = 43.04 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{h}}$$

*5.3.1.5; (e) - OS.090. No se encuentra dentro del valor especificado en la norma, pero al ser menor la cantidad del rango, que es de 45 - 70 m³/m²*h, no genera inconvenientes.

- Velocidad de sedimentación:

$$V_s = \frac{Q_d}{A}$$

$$V_s = \frac{0.03049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3.19 \text{ m}^2}$$

$$V_s = 0.010 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

*5.4.3.3; (b) – OS.090. No se encuentra dentro del valor especificado en la norma, pero al ser menor la cantidad del rango, que es de 1 - 2.5 m/h no genera inconvenientes.

- Tirante del agua sobre el vertedero de salida:

$$h = \left(\frac{Q_d}{1.84 * W} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$h = \left(\frac{0.03049}{1.84 * 0.60} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$h = 0.091 \text{ m}$$

- Tiempo de residencia:

$$TR = \frac{L * W * H}{Q_d}$$

$$TR = \frac{4.25 \text{ m} * 0.60 \text{ m} * 0.17 \text{ m}}{0.03049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$TR = 14.22 \text{ s}$$

- Volumen de desarenador:

$$V = H * W * L$$

$$V = 0.17 \text{ m} * 0.60 \text{ m} * 4.25 \text{ m}$$

$$V = 0.43 \text{ m}^3$$

- Volumen de arena recogida:

$$\text{Var} = \frac{\text{Pob} * \text{Ca}}{52 * 1000}$$

$$\text{Var} = \frac{3172 \text{ hab} * 5 \frac{\text{L} * \text{hab}}{\text{año}}}{52 * 1000} = 0.31 \frac{\text{m}^3}{\text{semana}}$$

- Altura de zona de recolección de arena:

$$\text{Ha} = \frac{\text{Var}}{W * L}$$

$$\text{Ha} = \frac{0.31 \frac{\text{m}^3}{\text{sem}}}{0.60\text{m} * 4.25 \text{ m}}$$

$$\text{Ha} = 0.12 \text{ m}$$

4.2.3.4. Cálculo de las dimensiones de la canaleta Parshall

Tabla 11. *Datos para el cálculo del diseño de la canaleta Parshall.*

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal de diseño	Qmh	L/s	30.49	-
	máximo horario		m³/s	0.03049	
2	Ancho de medidor	W	m	0.076	-
3	Profundidad de flujo	H	m	0.30	Bendezú y Martínez

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. *Dimensiones para el diseño de la canaleta Parshall.*

Ancho de la garganta (w)(cm)		Ecuación	Capacidad (L/s)
2.5	(1")	$Q = 0.055 Ha^{1.5}$	0.3 - 5
5.1	(2")	$Q = 0.110 Ha^{1.5}$	0.6 - 13
7.6	(3")	$Q = 0.176 Ha^{1.547}$	0.8 - 55

Fuente: elaboración propia.

W (cm)	A (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	G (cm)	K (cm)	N (cm)
2.5	36.3	35.6	9.3	16.8	22.9	7.6	20.3	1.9	2.9
5.1	41.4	40.6	13.5	21.4	35.6	11.4	25.4	2.2	4.3
7.6	46.6	45.7	17.8	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
15.2	62.1	61.0	39.4	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
22.9	88.0	86.4	38.0	57.5	61.0	30.5	45.7	7.6	11.4
30.5	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
45.7	144.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
61.0	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
91.5	167.7	164.5	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
122.0	183.0	179.5	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
152.5	198.3	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
182.8	213.5	209.0	213.5	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
213.5	228.8	224.0	244.0	303.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
244.0	244.0	239.2	274.5	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
305.0	274.5	427.0	366.0	475.9	122.0	91.5	183.0	15.3	34.3

Figura 8. Imagen de la tabla para calcular dimensiones de la canaleta Parshall.

Fuente: Aguirre y Venegas (33).

Nomenclatura:

*W: ancho de garganta.

*A: longitud de las paredes de la sección convergente.

*B: longitud de la sección convergente.

*C: ancho de salida.

*D: ancho de la entrada de la sección convergente.

*E: profundidad total.

*F: longitud de la garganta.

*G: longitud de la sección divergente.

*K: diferencia de elevación entre la salida y cresta.

*N: profundidad de la cubeta.

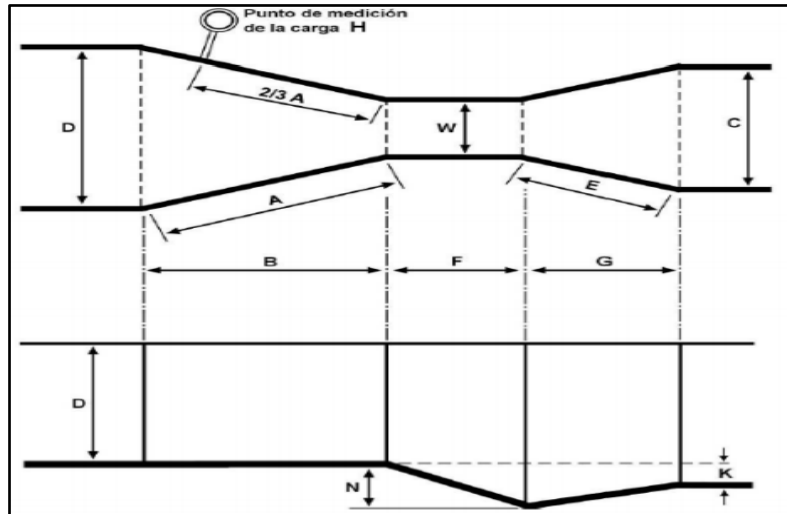


Figura 9. Imagen referencial de vista de planta de una canaleta Parshall.

Fuente: Espinoza y Gaitán (34).

- Cálculo de altura de agua en la sección convergente:

$$Q_{mh} = 0.176Ha^{1.547}$$

$$Ha = \left(\frac{0.03049}{0.176} \right)^{\frac{1}{1.547}}$$

$$Ha = 0.32 \text{ m}$$

- Ancho del canal en la sección de Ha:

$$W = 7.6 \text{ cm} \quad D = 25.9 \text{ cm}$$

$$D' = \frac{2}{3}(D - W) + W$$

$$D' = \frac{2}{3}(0.259 - 0.076) + 0.076$$

$$D' = 0.20 \text{ m}$$

- Velocidad de la sección de Ha:

$$V_o = \frac{Q_{mh}}{A} = \frac{Q_{mh}}{(Ha * D')}$$

$$V_o = \frac{0.03049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.32 \text{ m} * (0.20 \text{ m})} = 0.48 \text{ m/s}$$

- Carga hidráulica disponible en la garganta:

$$N = 5.7 \text{ cm}$$

$$E_0 = \frac{V_0^2}{2g} + H_a + N$$

$$E_0 = \frac{(0.48 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2(9.81 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2})} + 0.32 \text{ m} + 0.057 \text{ m} = 0.39 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{s}}$$

- Altura de agua en la sección de la garganta H_2 :

$$E_0 = E_2 = \frac{q^2}{2g(H_2)^2} + H_2$$

$$0.39 = \frac{(0.40)^2}{2(9.81)(H_2)^2} + H_2$$

$$19.62H_2^3 - 7.65H_2^2 + 0.16 = 0$$

$$H_2 = 0.30 \text{ m}$$

- Velocidad en la sección de la garganta H_2 :

$$V_2 = \frac{q}{H_2}$$

$$V_2 = \frac{0.40}{0.30} = 1.33 \text{ m/s}$$

4.2.3.5. Cálculo de las dimensiones del tanque Imhoff

Tabla 13. Datos para el cálculo del diseño del tanque Imhoff.

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal de diseño máximo horario	Qmh	L/s	30.49	-
			m ³ /s	0.03049	
			m ³ /h	109.76	
2	Carga superficial	CS	m ³ /m ² *h	1.00	OS.090
3	Tiempo hidráulico de residencia	TRH	h	2	OS.090
4	Número de tanques	N	Unidad	1	-
5	Número de sedimentadores por tanque	N1	Unidad	2	Bendezú y Martínez
6	Número de tolvas por sedimentador	N2	Unidad	2	Bendezú y Martínez
7	Carga hidráulica sobre el vertedero	Chv	m ³ /m*d	250	OS.090
8	Temperatura	T	°C	15	-
9	Superficie libre de la zona de ventilación	%SL	%	57%	>=30 %
10	Angulo respecto de la horizontal	α	°	53	OS.090
			rad	0.93	
11	Distancia entre el fondo del sedimentador y los lodos	h3	m	0.50	OS.090
12	Borde libre del tanque Imhoff	H	m	0.40	OS.090
13	Angulo de la zona de fondo de la zona de digestión, respecto de la horizontal	B	°	30	(30° - 45°) Romero
			rad	0.52	
14	Ancho de la zona de fondo en la zona de digestión	A	m	1	-

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de tanque Imhoff:

$$Q_d = \frac{Q}{N}$$

$$Q_d = \frac{109.76}{1} = 109.76 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Área del sedimentador:

$$A1 = \frac{Qd}{(CS * N1)}$$

$$A1 = \frac{109.76}{(1 * 2)} = 54.88 \text{ m}^2$$

- Volumen de sedimentador:

$$V1 = \frac{Qd * TRH}{N1}$$

$$V1 = \frac{109.76(2)}{2} = 109.76 \text{ m}^3$$

- Longitud mínima del vertedero de salida:

$$Lv = \frac{1.3 * Qd * 24}{Chv * N1}$$

$$Lv = \frac{1.3 * 109.76 * 24}{250 * 2} = 6.85 \text{ m}$$

- Largo del sedimentador:

$$L = \frac{A1}{Lv}$$

$$L = \frac{54.88}{6.85} = 8 \text{ m}$$

- Área del flujo de sedimentador:

$$A2 = \frac{V1}{L}$$

$$A2 = \frac{109.76}{8} = 13.72 \text{ m}^2$$

- Altura del tanque de sedimentador triangular:

$$h2 = \frac{\tan(\alpha) * Lv}{2}$$

$$h_2 = \frac{\tan(53) * 6.85}{2} = 4.55 \text{ m}$$

- Área del fondo del tanque de sedimentación triangular:

$$A_3 = \frac{h_2 * L_v}{2}$$

$$A_3 = \frac{4.55 * 6.85}{2} = 15.58 \text{ m}^2$$

- Área del fondo del tanque de sedimentación rectangular:

$$A_4 = A_3 - A_2$$

$$A_4 = 15.58 - 13.72 = 2 \text{ m}^2$$

- Altura del tanque sedimentador rectangular:

$$h_1 = \frac{A_4}{L_v}$$

$$h_1 = \frac{2}{6.85} = 0.29 \text{ m}$$

- Área de la zona de ventilación:

$$A_5 = \%SL * A_1$$

$$A_5 = 0.57 * 54.88 = 31.28 \text{ m}^2$$

- Ancho de la zona de ventilación:

$$W = \frac{A_5}{2 * L}$$

$$W = \frac{31.28}{2 * 8} = 1.96 \text{ m } (\geq 1.0\text{m})$$

- Factor de capacidad relativa (en función de la T°):

$$frc = 1.27 \text{ m}^2$$

- Volumen de almacenamiento y digestión:

$$V2 = 70 * \left(\frac{Pob}{N}\right) * \frac{fcr}{1000}$$

$$V2 = 70 * \left(\frac{3997}{1}\right) * \frac{1.27}{1000} = 355.33 \text{ m}^3$$

- Volumen de almacenamiento y digestión unitario:

$$V3 = \frac{V2}{N1 * N2}$$

$$V3 = \frac{355.33}{2 * 2} = 88.83 \text{ m}^3$$

- Altura de zona piramidal en la zona de digestión:

$$h5 = \left(\frac{Lv}{2} + W - \frac{a}{2}\right) * \tan(\beta)$$

$$h5 = \left(\frac{6.85}{2} + 1.96 - \frac{1}{2}\right) * \tan(30) = 2.82 \text{ m}$$

- Área de base menor de pirámide cuadrangular truncada:

$$A6 = a * a$$

$$A6 = 1 * 1 = 1 \text{ m}^2$$

- Área de base mayor de pirámide cuadrangular truncada:

$$A7 = (Lv + 2W) * \frac{L}{2}$$

$$A7 = (6.85 + 2 * 1.96) * \frac{8}{2} = 43.08 \text{ m}^2$$

- Volumen de la pirámide triangular truncada:

$$V4 = \frac{h5}{3} * (A6 + A7 + (A6 * A7))^{0.5}$$

$$V4 = \frac{2.82}{3} * (1 + 43.08 + (1 * 43.08))^{0.5} = 8.78 \text{ m}^3$$

- Volumen de pirámide cuadrangular truncada:

$$V5 = V3 - V4$$

$$V5 = 88.83 - 8.78 = 80.05 \text{ m}^3$$

- Altura de la zona rectangular en la zona de digestión:

$$h4 = \frac{V5}{A7}$$

$$h4 = \frac{80.05}{43.08} = 1.10 \text{ m}$$

- Altura total del tanque Imhoff:

$$HT = h + h1 + h2 + h3 + h4 + h5$$

$$HT = 0.40 + 0.29 + 4.55 + 0.50 + 1.10 + 2.82 = 9.66 \text{ m}$$

- Eficiencia de remoción de DBO:

*Según el RNE (OS-090): si el periodo de retención es de 2 horas, la eficiencia es 33 %.

- Concentración de DBO en el efluente:

$$Se = (1 - 0.33) * So$$

$$Se = (1 - 0.33) * 751.5 = 503.51 \text{ mg/L}$$

- Concentración de sólidos suspendidos en la salida:

$$Csst = (1 - 0.45) * Cs$$

$$Csst = (1 - 0.45) * 93 = 51.15 \text{ mg/L}$$

4.2.3.6. Cálculo de las dimensiones del lecho de secado

Tabla 14. Datos para el cálculo del diseño del lecho de secado.

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal Máximo Horario	Qmd	L/s	30.49	-
2	Porcentaje de sólidos en el lodo	%S	%	10 %	(8-12 %) OS.090
3	Densidad de los lodos	e.lodo	kg/l	1.04 %	(1.03 y 1.04) OS.090
4	Profundidad de aplicación de lodo en lecho de secado	Ha	M	0.35	0.20, 0.40 OS.090
5	Número de lecho de secado	Nls	Unidad	50	-
6	Ancho del lecho de secado	Wls	M	55	>10m OS.090
7	DBO del afluente	SoDBO	mg/L	751.5	-
8	Concentración de SST	Cs	mg/L	93	-
9	Porcentaje de Remoción de SST	%SST	%	53	Según RNE (OS.090)
10	Porcentaje de remoción de DBO a la salida	%DBO	%	33	Según RNE (OS.090)
11	Porcentaje de remoción de DQO a la salida	%DQO	%	30	Según RNE (OS.090)

Fuente: elaboración propia.

- Carga de sólidos que ingresa al sedimentador:

$$C = Qmd * Cs * 0.024$$

$$C = 30.49 \frac{L}{s} * 93 \frac{mg}{L} * \left(\frac{1g}{1000mg} * \frac{1kg}{1000g} * \frac{86400s}{1d} \right)$$

$$C = 244.99 \frac{kg}{d}$$

- Masa de sólidos que conforman los lodos:

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

$$Msd = \left(0.5 * 0.7 * 0.5 * 244.99 \frac{kg}{d} \right) + \left(0.5 * 0.3 * 244.99 \frac{kg}{d} \right)$$

$$Msd = 79.62 \frac{kg}{d}$$

- Volumen diario de lodos digeridos:

$$Vld = \frac{Msd}{e.lodo * \% \text{ de solidos}}$$

$$Vld = \frac{79.62 \frac{kg}{d}}{1.04 \frac{kg}{L} * 10\%}$$

$$Vld = 765.58 \frac{L}{d}$$

*e.lodo: 1.04 kg/L.

*% de sólidos: 10 %.

- Tiempo de digestión (en función de la T°):

*Según la norma OS.090, para una temperatura de 15°C, el tiempo de digestión es de 55 días.

*T°: 15°C.

*Td: 55 días.

- Volumen de lodos a extraer del tanque:

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

$$Vel = \frac{765.58 \frac{L}{d} * 55d}{1000}$$

$$Vel = 42.11m^3$$

- Ciclo de operación de los lechos de secado (4 a 8 semanas, OS.090):

*tc = 28 días (4 a 8 semanas en climas fríos) OS-090.

- Volumen de lodos removidos por ciclo de operación:

$$Vc = Vld * tc$$

$$Vc = 765.58 * 28$$

$$Vc = 21436.24 m^3$$

- Área total del lecho de secado por ciclo de operación:

$$ATls = \frac{Vc}{Ha}$$
$$ATls = \frac{21436.24 \text{ m}^3}{0.35\text{m}}$$
$$ATls = 61246.4 \text{ m}^2$$

- Área de un lecho de secado por ciclo de operación:

$$Als = \frac{A Tls}{NIs}$$
$$Als = \frac{61246.4}{50}$$
$$Als = 1224.92 \text{ m}^2$$

- Dimensiones del lecho de secado:

$$Lsc = \frac{Als}{Wls}$$
$$Lsc = \frac{1224.92 \text{ m}^2}{55 \text{ m}}$$
$$Lsc = 22.27 \text{ m}$$

4.2.3.7. Cálculo de las dimensiones del filtro percolador circular

Tabla 15. Datos para el cálculo del diseño del filtro percolador.

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal de diseño máximo horario	Qmh	L/s	30.49	-
			m ³ /h	109.76	
			m ³ /día	2634.34	
2	Temperatura del agua en el mes más frío	T° agua	C°	8	Bendezú y Martínez
3	Profundidad del filtro para el medio plástico	ht	m	6.5	(> 3 m) Metcalf & Eddy
4	Número de tanques	N	Unidad	1	-
5	Área superficial específica del medio	S	m ² /m ³	150	(98-196) Metcalf & Eddy
6	Tamaño nominal del medio	Tnm	m ³	0.43	Metcalf & Eddy
7	Porcentaje de vacíos	% vacíos	%	95	(94 %-97 %) Metcalf & Eddy
8	Área de orificios del falso fondo del sistema de drenaje	Aff	m ²	15	≥15 % del área total del filtro (OS.090)
9	Espacio libre entre la parte inferior del distribuidor y el medio filtrante	E.L	cm	16	(15-22.5) Metcalf & Eddy
10	Número de brazos del distribuidor	A	Unidad	4	Bendezú y Martínez
11	Pendiente de recolección del líquido del fondo	Pendiente	%	1	(1-2) (OS.090)
12	%DBO específica del efluente	SeDBO	%	85	(65-85) Romero
13	DBO específica del afluente	SoDBO	mg/L	751.5	-
			kg/m ³	75150	
14	Eliminación de sólidos en suspensión	%S	S	50	(40 a 60) Romero
15	Concentración de sólidos en suspensión en la entrada	Cs	mg/L	93	-
16	DQO específica del afluente	SoDQO	mg/L	3835	-
17	Porcentaje de remoción DQO en la salida	%DQO	%	65	(60-70) Romero

Fuente: elaboración propia.

- Caudal de diseño:

$$Q_{ds} = \frac{Q}{N}$$

$$Q_{ds} = \frac{109.76}{1} = 109.76 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{ds} = \frac{2634.34}{1} = 2634.34 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Caudal de recirculación:

$$Q_r = Q_{ds}$$

$$Q_r = 2634.34 = 2634.34 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Eficiencia del DBO:

Según el D.S. N° 003-2010-MINAM, se toma en cuenta la DBO de salida: 100 mg/L:

$$E = \frac{(S_o\text{DBO} - S_e\text{DBO})}{S_o\text{DBO}}$$

$$E = \frac{(751.5 - 100)}{751.5} = 86.69 \%$$

- Eficiencia del DQO:

Según el D.S. N° 003-2010-MINAM, se toma en cuenta la DQO de salida: 200 mg/L:

$$E = \frac{(S_o\text{DQO} - S_e\text{DQO})}{S_o\text{DQO}}$$

$$E = \frac{(3835 - 200)}{3835} = 95 \%$$

- Razón de recirculación:

$$R = (\text{de } 1 \text{ a } 2)$$

$$R = 1$$

*Se considera razón de recirculación 1 por el tipo de carga, que es alta, según la OS.090.

- Constante de tratabilidad:

$$K_h = 0.037 * (1.08)^{T-15}$$

$$K_h = 0.037 * (1.08)^{8-15} = 0.0216 \text{ m/día}$$

- Concentración de DBO en el afluente:

$$S_{aDBO} = \frac{(S_{oDBO} + R * S_{eDBO})}{1 + R}$$

$$S_{aDBO} = \frac{(751.5 + 1 * 0.85)}{1 + 1} = 376.18 \text{ mg/L}$$

- Concentración de DBO en el efluente:

$$S_{eDBO} = S_{aDBO} * \left(1 - \frac{E}{100}\right)$$

$$S_{eDBO} = 376.1 * \left(1 - \frac{86.69}{100}\right) = 50.06 \text{ mg/L}$$

- Concentración de sólidos suspendidos en la salida:

$$C_{sss} = C_s * (1 - \%S)$$

$$C_{sss} = 93 * (1 - 0.5) = 46.5 \text{ mg/L}$$

- Concentración de DQO en el afluente:

$$S_{aDQO} = \frac{(S_{oDQO} + R * S_{eDQO})}{1 + R}$$

$$S_{aDQO} = \frac{(3835 + 1 * 0.85)}{1 + 1} = 1917.92 \text{ mg/L}$$

- Concentración de DQO en el efluente:

$$SeDQO = SoDQO * \left(1 - \frac{E}{100}\right)$$

$$SeDQO = 3835 * \left(1 - \frac{95}{100}\right) = 191.75 \text{ mg/L}$$

- Volumen del filtro:

$$V = \frac{Qds * \ln\left(\frac{SaDBO}{SeDBO}\right)}{Kh * S}$$

$$V = \frac{190.76 * \ln\left(\frac{376.1}{0.85}\right)}{0.0216 * 150} = 359 \text{ m}^3$$

- Área superficial:

$$As = \frac{V}{ht}$$

$$As = \frac{359}{5.3} = 68 \text{ m}^2$$

- Diámetro del filtro:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{As}{\pi}}$$

$$D = 2 * \sqrt{\frac{68}{\pi}} = 9.30 \text{ m}$$

- Carga hidráulica superficial:

$$CHS = \frac{Qr}{As}$$

$$CHS = \frac{2634.34}{68} = 38.74 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{d}} = 1.61 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{h}}$$

*Según la OS.090, para la carga superficial el rango para tipo de carga alta es de 8:00 - 40:00 m³/m²*d.

- Carga orgánica volumétrica:

$$\text{COV} = \frac{\text{SoDBO} * \text{Qds}}{\text{V}}$$
$$\text{COV} = 2.76 \text{ kg} \frac{\text{DBO}}{\text{m}^3 * \text{dia}}$$

*Según la OS.090, para la carga orgánica el rango para tipo de carga alta es de 0:40 - 4:80 m³/m²*d.

- Caudal de dosificación, cm/paso del brazo del distribuidor:

$$\text{Dosif} = 19 * \text{COV} \frac{\text{cm}}{\text{paso}}$$
$$\text{Dosif} = 19 * 2.76 = 52.44 \text{ cm/paso}$$

- Velocidad de rotación del distribuidor, rpm:

$$n = \frac{1.66 * \text{CHS}}{\text{A} * \text{dosif}}$$
$$n = \frac{1.66 * 1.61}{4 * 52.44} = 0.013 \text{ rpm}$$

4.2.3.8. Cálculo de las dimensiones de la cámara de cloración

Tabla 16. Datos para el cálculo del diseño de la cámara de cloración.

ITEM	DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	REFERENCIA
1	Caudal de diseño máximo horario	Qmh	L/s	30.49	-
			m ³ /h	109.76	
			m ³ /día	2634.34	
2	Dosis de cloro	Cl ₂	mg/L	6	(3 a 15) Romero
3	Temperatura del agua	T	°C	19	-
4	Tiempo contacto a caudal máximo horario	TCQmh	min.	15	(15 a 30) Romero
5	Número de unidades	N	Unidad	1	-
6	Profundidad útil	h	m	2	Romero
7	Relación longitud/anchura de la balsa	Rel		1.45	Bendezú y Martínez

Fuente: elaboración propia.

- Caudal máximo:

$$Q_{ds} = \frac{Q_{mh}}{N}$$

$$Q_{ds} = 109.76 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Consumo medio de cloro:

$$\text{ConsumoCl}_2 = \left(\frac{Q_d}{1000} \right) * \text{Cl}_2 * 24$$

$$\text{ConsumoCl}_2 = \left(\frac{109.76}{1000} \right) * 6 * 24$$

$$\text{ConsumoCl}_2 = 15.81 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{ConsumoCl}_2 = 0.66 \text{ kg/h}$$

- Volumen de la cámara de contacto:

$$V = \left(\frac{\text{TCQmh}}{60} \right) * Q_{ds}$$

$$V = \left(\frac{15}{60}\right) * 109.76$$

$$V = 27.44 \text{ m}^3$$

- Altura del tanque:

$$h = \sqrt[3]{\frac{V}{2}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{27.44}{2}}$$

$$h = 2.39 \text{ m}$$

- Longitud del tanque:

$$L = 2h$$

$$L = 2(2.39) = 4.78 \text{ m}$$

- Ancho del tanque:

$$V = L * a * h$$

$$27.44 = 4.78 * a * 2.39$$

$$a = 2.40$$

4.2.4. Planos de la PTARM

En el siguiente plano se evidencia el diseño 2D de las estructuras diseñadas por cada proceso de la PTARM.

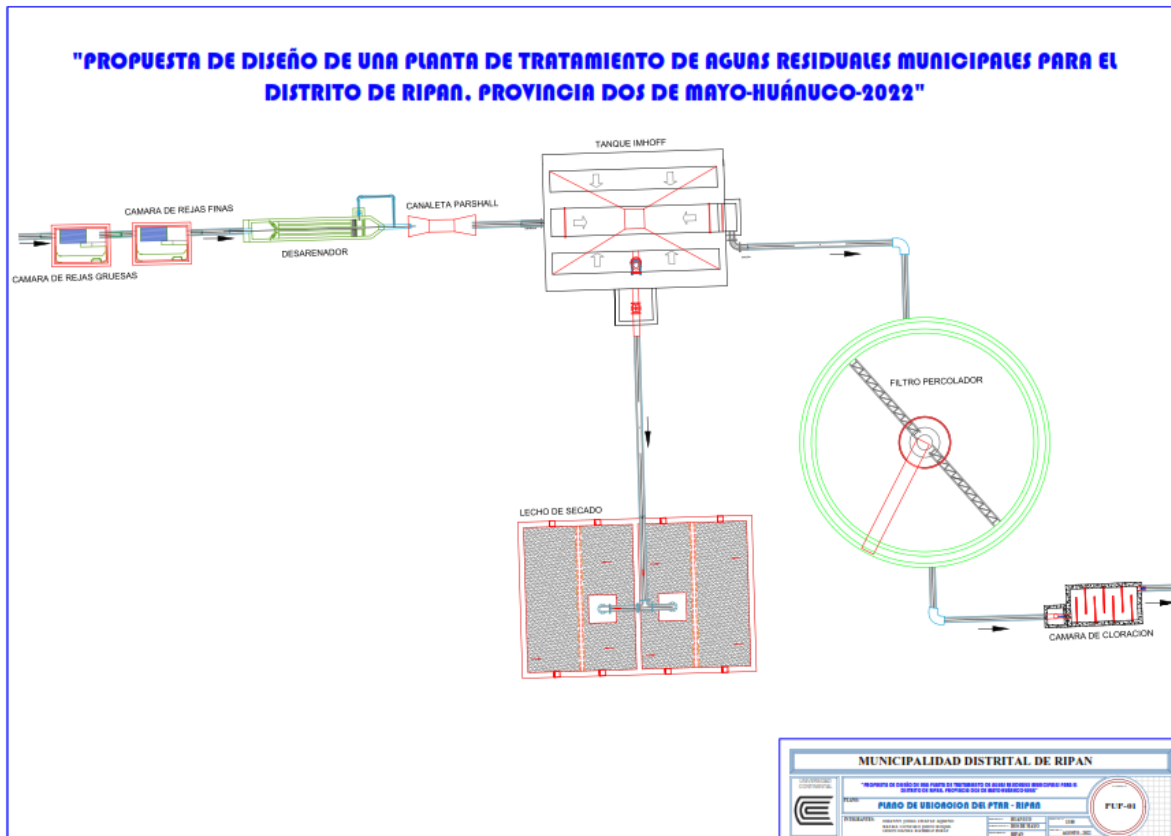


Figura 10. Plano general de la PTARM.

Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Ubicación de la PTAR

La planta de tratamiento de aguas residuales municipales (PTARM) para el distrito de Ripán provincia de Dos de Mayo, Región Huánuco, se ubicará en un área de aproximadamente 2500 m², la cual se recomienda ubicar al norte de la ciudad de Ripán considerando las siguientes coordenadas (ver tabla 17).

Tabla 17. Tabla de coordenadas UTM WGS-84 de la ubicación de la PTARM.

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ALTITUD (m)
El área disponible para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales es de 6000 m ² .	302614.83 m E	8915150.57 m S	3204 msnm

Fuente: elaboración propia.

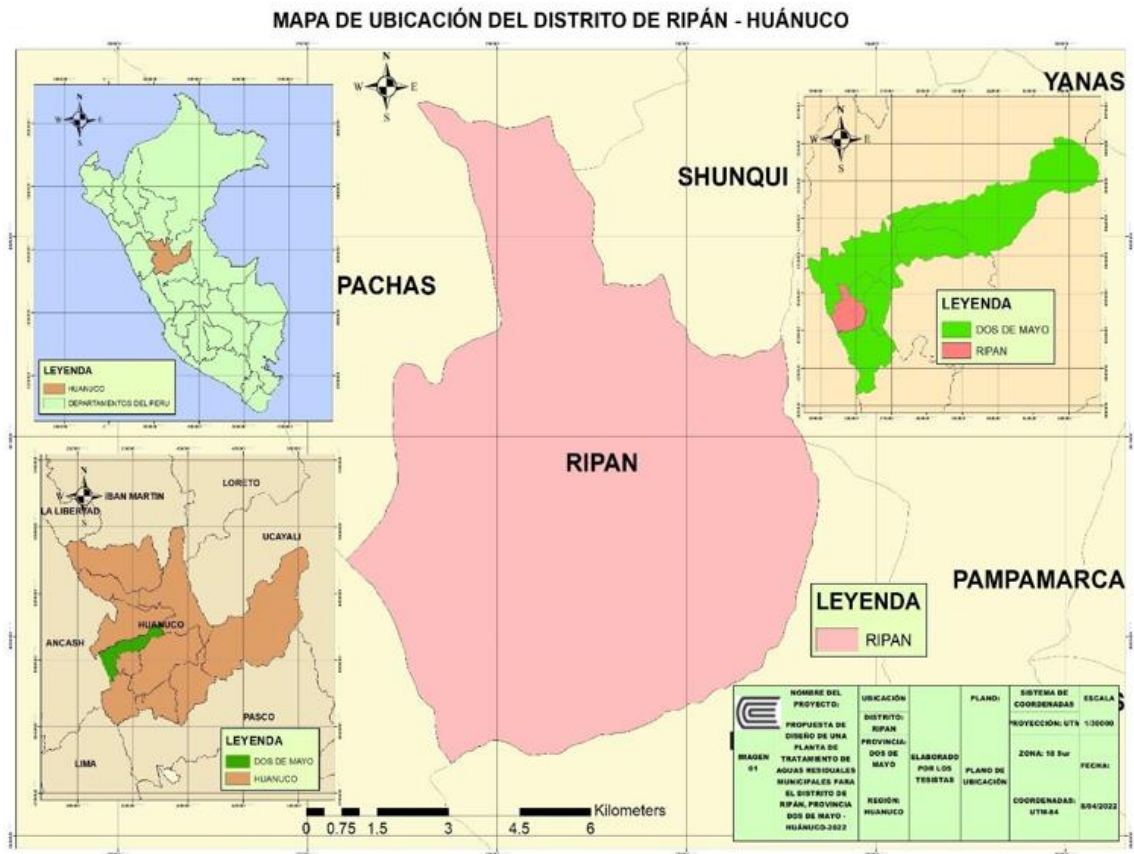


Figura 11. Mapa de ubicación del distrito de Ripán.

Fuente: elaboración propia.



Figura 12. Imagen satelital del área disponible para la PTARM.

Fuente: elaboración propia.

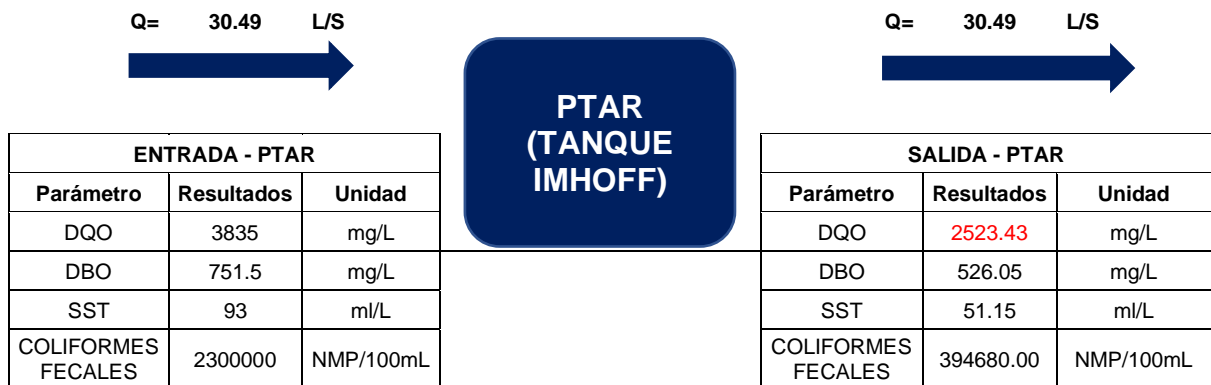
4.3. Eficiencia del proceso

4.3.1. Evaluación de la eficiencia del diseño de la PTARM

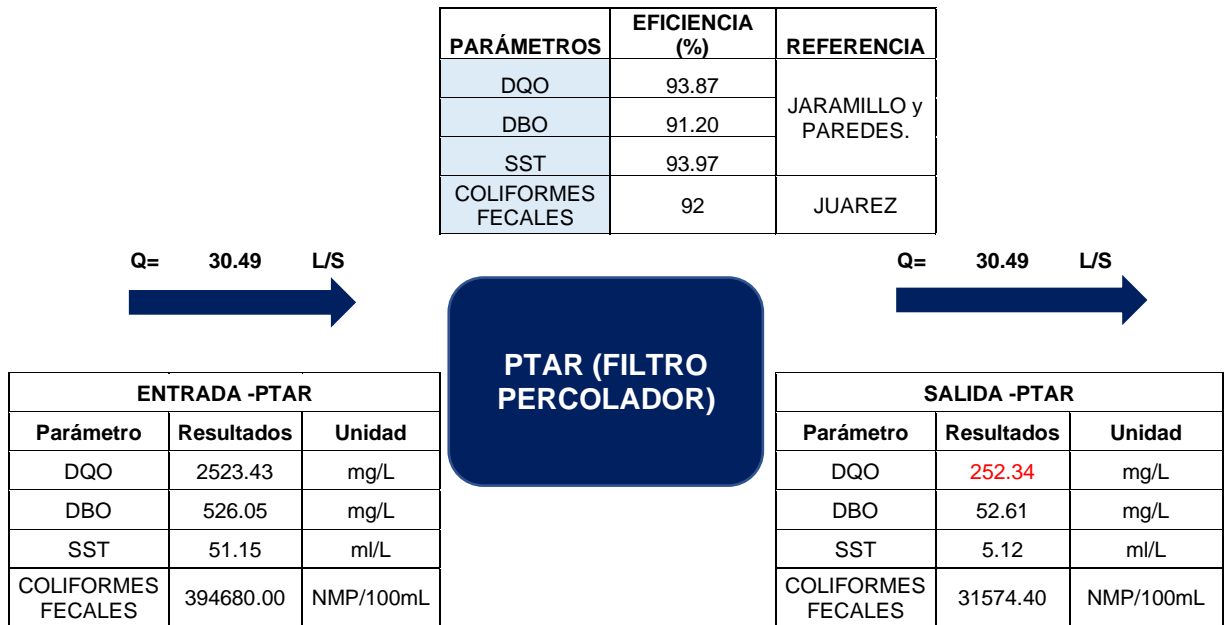
$$Eficiencia = \frac{Afluente - Efluente}{Afluente} * 100$$

Eficiencia en el tanque Imhoff:

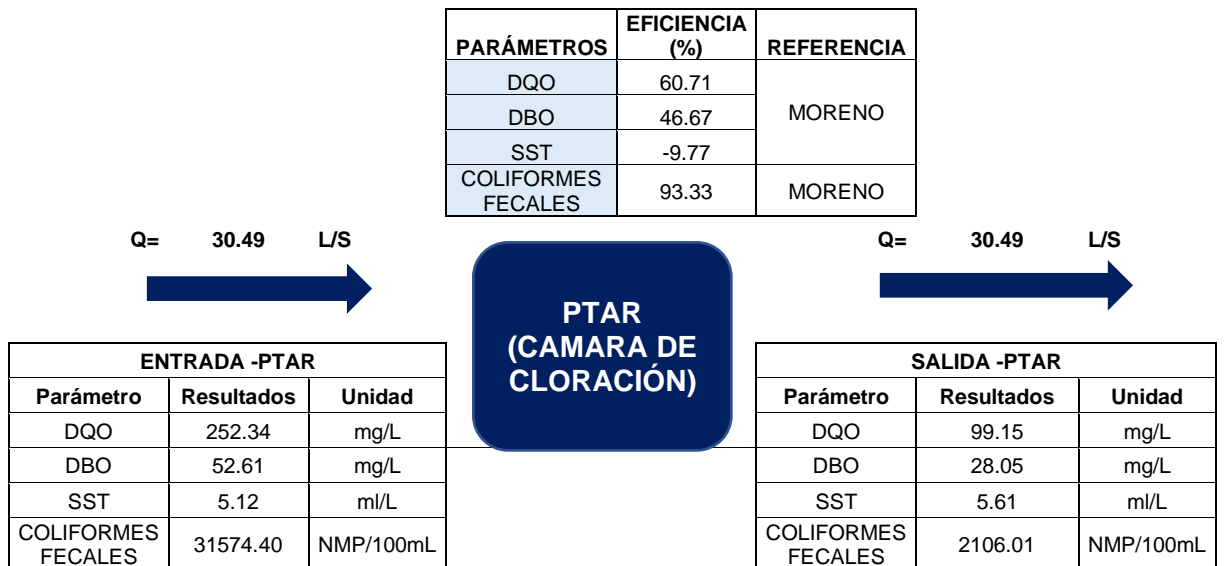
PARÁMETROS	EFICIENCIA (%)	REFERENCIA
DQO	34.2	MORENO
DBO	30	
SST	45	CHUCHÓN y AYBAR
COLIFORMES FECALES	82.84	MORENO



Eficiencia en el filtro percolador:



Eficiencia en la cámara de cloración:

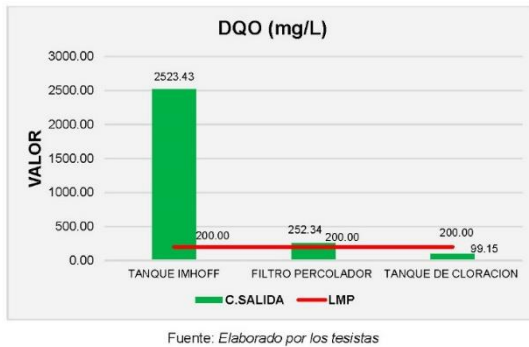


4.3.2. Evaluación de los parámetros de calidad durante el proceso

Las concentraciones del DQO, DBO, SST y CF, al ingresar al tratamiento primario, alcanzaron los siguientes valores: 3835 mg/L, 751.5 mg/L, 93 mg/L y 2300000 NMP100/mL, respectivamente.

Estos datos disminuyen progresivamente a lo largo del proceso, llegando a valores al final del proceso de 99.15 mg/L, 28.05 mg/L, 5.61 mg/L y 2106.01 NMP/100mL respectivamente para los parámetros señalados, además las concentraciones finales obtenidas se encuentran por debajo del LMP (ver figura 13).

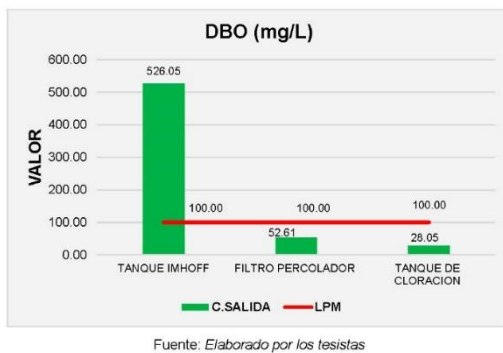
a: Gráfica de las concentraciones de la DQO en los procesos de la PTARM



b: Gráfico de las concentraciones de la SST en los procesos de la PTARM



c: Gráfica de las concentraciones de las DBO en los procesos de la PTARM



d: Gráfico de las concentraciones de los CF en los procesos de la PTARM

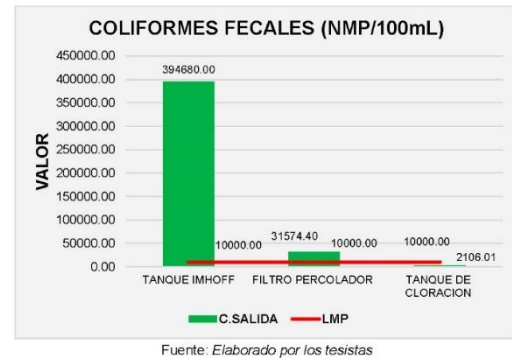


Figura 13. Gráficos de concentraciones en los procesos de la PTARM.

Fuente: elaboración propia.

4.4. Discusión de resultados

Caracterización de las aguas residuales del distrito de Ripán:

- Medición del caudal:

Según la tabla 6, que muestra los datos obtenidos de la medición del caudal, se pueden observar los valores promedios de los días lunes, miércoles, viernes

y domingo, con caudales 16.050 L/s, 17.140 L/s, 18.050 L/s y 17.130 L/s respectivamente, obteniendo un promedio general de 16.943 L/s. La norma OS.090 recomienda realizar la medición del caudal por 24 horas, no obstante, en el presente trabajo se realizaron las mediciones por 17 horas en el punto de descarga del efluente al río Vizcarra que se encuentra aproximadamente a 8 metros del estadio municipal del distrito, partiendo desde las 5:00 am hasta las 9:00 pm por lo que el distrito de Ripán corresponde a una población de poco movimiento económico y por lo general las actividades son diurnas.

- Calidad del agua residual:

La caracterización de las aguas residuales del distrito de Ripán se ha realizado tomando en consideración el D.S. N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de PTAR Domésticas o Municipales, que sugiere parámetros a analizar como: aceites y grasas, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), coliformes termotolerantes, Sólidos Suspendidos Totales y temperatura. De la misma manera se tuvo en cuenta el D.S. N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, específicamente la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, los parámetros analizados fueron: color, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), conductividad, Oxígeno Disuelto, temperatura, nitrito, Nitrito + Nitrato, coliformes fecales y *E. coli*. En el P1 la DBO es de 2.00 mg/L, en el P2 la DBO es de 21.10 mg/L, en el P3 la DBO es de 20.77 mg/L y en el P4 la DBO es de 14.50 mg/L, mientras que en el ECA de Categoría 3 D1 y D2, el valor mínimo es de 15 mg/L, por lo que podemos decir que los valores del P1 se encuentran dentro del rango y a su vez cumple con el ECA, mientras que los valores del P2, P3 y P4 no se encuentra dentro del rango y a su vez no cumplen con el ECA, debido ello a la descarga de las aguas residuales. En el P1 la DQO es de 8.17 mg/L, en el P2 la DQO es de 50.03 mg/L, en el P3 la DQO es de 59.43 mg/L y en el P4 la DQO es de 36.87 mg/L, mientras que en el ECA de Categoría 3 D1 y D2, el valor mínimo es de 40 mg/L, por lo que podemos decir que los valores del P1 se encuentran dentro del rango y a su vez cumple con el ECA, mientras que los valores del P2, P3 y P4 no se encuentra dentro del rango y a su vez no cumplen con el ECA. En el P1 los coliformes fecales son de 3 500

NMP/100mL, en el P2 los coliformes fecales son de 5 166 666.67 NMP/100mL, en el P3 los coliformes fecales son de 4233333.33 NMP/100mL y en el P4 los coliformes fecales son de 4100 000 NMP/100mL, mientras que en el ECA de Categoría 3 D1 y D2, el valor mínimo es de 1 000 NMP/100mL, y por lo tanto todo los puntos no se encuentran dentro del rango y a su vez no cumplen con el ECA. Finalmente, el parámetro con mayor grado de contaminación es coliformes termotolerantes, que se ha obtenido 2300000 NMP/100mL de acuerdo con el análisis realizado, lo cual nos indica alto grado de contaminación fecal. En el artículo titulado “Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú” (35), se demostró el nivel de coliformes fecales en hortalizas, el perejil y la lechuga los cuales son productos con mayor concentración de coliformes fecales por encima de 4×10^4 y 5×10^3 NMP/g respectivamente y que son perjudiciales para la salud humana, ya que provoca enfermedades como fiebre tifoidea, cólera, diarrea, amebiasis y hepatitis.

- Procesos de tratamiento de la planta:

Para este trabajo no hemos considerado al sedimentador primario. Según CEPIS-OPS (36) menciona que el tanque Imhoff es una unidad del tratamiento primario cuyo objetivo es sedimentar los sólidos suspendidos (sedimentador primario). Nuestro objetivo fue cumplir con los valores de Límites Máximos Permisibles para PTARM. De acuerdo al cálculo de eficiencia se determinó que el tanque Imhoff tiene una remoción de DBO al 30 %, DQO al 34.2 %, sólidos suspendidos totales al 45% y coliformes fecales al 82.84 %. El filtro percolador remueve al DBO en 91.20 %, DQO en 93.87 %, sólidos suspendidos totales en 93.97 % y coliformes fecales en 92 %. La cámara de cloración tiene una remoción de DBO al 47.67 %, DQO al 60.71 %, sólidos suspendidos totales al 9.77 % y coliformes fecales al 93.33 %. Estos resultados indican que la PTARM tendrá un alto grado de eficiencia en tratamiento de las aguas residuales del distrito de Ripán, por ello este estudio no considera necesaria la implementación del sedimentador primario en los sistemas de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ripán, adicionalmente la implementación de un sedimentador primario incrementaría el costo de operación y mantenimiento de la PTARM.

CONCLUSIONES

- Calidad de agua: de acuerdo con la caracterización de las aguas residuales, se evidencia la contaminación de las aguas del río Vizcarra a causa de la descarga de las aguas residuales sin tratamiento que altera su calidad en los parámetros fisicoquímicos como: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) los cuales no cumplen con la normativa ambiental (ECA) en los puntos (P2 y P3). Los parámetros microbiológicos tales como: coliformes fecales y *E. Coli* no cumplen con la normativa ambiental (ECA) en todos los puntos de muestreo (P1, P2, P3 y P4), en comparación con el punto (P1) se evidencia un incremento de la concentración de los parámetros de DBO y DQO en los puntos (P2 y P3) y una ligera reducción en el punto (P4) que se encuentra a 80 m del punto de descarga. Los parámetros que no cumplen con la normativa ambiental (LMP) en el punto de descarga son: aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y coliformes termotolerantes.
- Medición del caudal: para la medición de los caudales en el punto de la descarga de las aguas residuales del distrito de Ripán, se evaluó por 17 horas partiendo desde las 5:00 hasta las 21:00 de los días lunes, miércoles, viernes y domingo, siendo el día viernes donde se observó un caudal más elevado de 18.050 L/s ocurrido producto de las fuertes lluvias y obteniendo como promedio general de 16.943 L/s, a ello se realizó la operación de la multiplicación con una constante de 1.8 que según el Reglamento Nacional de Edificaciones D.S. N°011-2006-VIVIENDA, en la Norma OS.070 “Redes de aguas residuales”, ver en Anexo 1, por el cual se ha obtenido el caudal de diseño de 30.49 L/s.
- Cálculos de diseño: según los cálculos de diseño para las rejillas gruesas, el tirante de agua en canal es de 11 cm con un ancho libre de 60 cm y el número de barras será de 11 unidades. El desarenador tendrá una altura total de 22 cm, el largo de 5.31 m, el área es de 3.19 m², con velocidad de sedimentación de 0.010 m/s y el tiempo de residencia es de 14.22 s. Para las dimensiones de la canaleta Parshall, el ancho de la garganta tiene 7.6 cm, longitud de las paredes de la sección convergente es de 46.6 cm, ancho de salida 45.7 cm, ancho de la entrada de la sección convergente de 25.9 cm, profundidad total de 38.1 cm, longitud de la garganta 15.2 cm, longitud de la sección divergente 30.5 cm, diferencia de elevación entre la salida y cresta de 2.5 cm y la profundidad de la cubeta es de 5.7 cm. Las medidas del tanque Imhoff, el área del sedimentador es de 54.88 m², volumen del sedimentador es de 109.76 m³,

longitud mínima del vertedero de salida de 6.85 m, largo de sedimentador de 8 m, altura del tanque de sedimentador triangular de 4.55 m, área del fondo del tanque de sedimentación triangular es de 4.55 m², área de la zona de ventilación es de 31.28 m² y la altura total del tanque es de 9.66 m el filtro percolador tiene un volumen de 359 m³, área superficial de 68 m² y el diámetro del filtro es de 9.30 m. Finalmente las medidas del cámara de cloración, el volumen es de 27.44 m³, altura del tanque de 2.39 m, longitud de 4.78 m y el ancho de 2.40 m.

- Eficiencia del diseño de la PTARM: haciendo uso referencial de los porcentajes de remoción que indican los autores Moreno, Chuchon, Aybar, Jaramillo y Juarez realizaron el cálculo de eficiencia de los procesos de tratamiento tomados en cuenta, asumiendo que el tanque Imhoff tiene una remoción de DBO al 30 %, DQO al 34.2 %, sólidos suspendidos totales al 45 % y coliformes fecales al 82.84 %. El filtro percolador remueve al DBO en 91.20 %, DQO en 93.87 %, sólidos suspendidos totales en 93.97 % y coliformes fecales en 92 %. El proceso de cloración tiene una remoción de DBO al 47.67 %, DQO al 60.71 %, sólidos suspendidos totales al 9.77 % y coliformes fecales al 93.33 %. Como valores finales se calcula que la DBO tendrá una concentración de 28.05 mg/L; DQO = 99.15 mg/L; sólidos suspendidos totales (SST) = 9.61 mg/L y coliformes fecales (CF) = 2106.01 NMP/100mL, lo que indica que la PTARM tendrá un alto grado de eficiencia para el tratamiento de las aguas residuales que permite que el efluente tratado cumpla con la normativa Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.
- Diseño de PTAR: de igual manera, para complementar se realizó un diseño en un plano 2D, de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales para el distrito de Ripán, cabe resaltar que el diseño realizado se elaboró tomando el área y la población. De la misma manera los diseños elaborados en el software son referenciales.
- Área de PTAR: teniendo determinado el área que va a ocupar la planta de tratamiento de aguas residuales diseñada, se sugiere la ubicación en un área aproximadamente de 2500 m², el cual está ubicada al norte de la ciudad del distrito de Ripán en las siguientes coordenadas: 302614,83 E; 8915150,57 S, el área para la PTARM es adecuada según los lineamientos que se mencionan en la norma OS.090, de igual manera teniendo en cuenta una distancia prudente con la población del distrito de Ripán.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el muestreo y control de caudales en diferentes estaciones del año por lo que ayudaría a determinar el comportamiento de las concentraciones de los parámetros y del caudal.
- Realizar los análisis de muestreo en un laboratorio acreditado por el INACAL, para tener resultados confiables.
- Se recomienda hacer un plano a detalle de la PTARM para el distrito de Ripán.
- Se recomienda brindar charlas de capacitación en educación ambiental básicamente en uso racional del agua a la población del distrito de Ripán y a los alumnos de las instituciones educativas de todos los niveles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) TORRE, A. Diseño y análisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- (2) FERNÁNDEZ, A. *Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura*. Lima: Autoridad Nacional del Agua, 2011.
- (3) ROMERO-ORTIZ, L., y otros. Uso de hidrófitas y un sistema anaerobio para el tratamiento de agua residual de rastro. *Polibotánica*, 2011, (31), 157-167 pp. ISSN: 1405-2768.
- (4) BELEÑO, I. [En línea]. El 50 % del agua en Colombia es de mala calidad, 2011 [fecha de consulta: 15 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/el-50-del-agua-en-colombia-es-de-mala-calidad.html>.
- (5) PINEDA, H. Diseño planta de tratamiento de aguas residuales municipales, Quinchía - Risaralda. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira, 2017.
- (6) MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales. *D.S. N° 022-2009-VIVIENDA*. Lima: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009.
- (7) SÁNCHEZ, M. [En línea]. Las aguas residuales en Perú, realidad al 2017 [fecha de consulta: 24 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion>.
- (8) DÍAZ, M. Diseño de una planta de tratamiento de agua automatizada para pequeñas poblaciones. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.
- (9) BENDEZÚ, R. y MARTÍNEZ, A. Propuesta de una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando filtros percoladores-lodos anaeróbicos ecológicos para el Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo - Junín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2017.
- (10) AROCUTIPA, J. Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2013.

- (11) DESTÉFANO, J. Diseño preliminar de una planta de tratamiento de agua para el consumo humano en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera de la Reyna, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- (12) NACIONES UNIDAS [En línea]. Agua como vínculo social [fecha de consulta: 24 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>.
- (13) DE LEÓN, R. Evaluación técnica y propuesta de mejora de los filtros percoladores de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Rafael Landívar. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2017.
- (14) MENDOZA, K. y ROCA, J. Evaluación de filtro percolador a escala piloto para la remoción de carga orgánica del efluente residual del Centro de Faenamiento, Calceta - Bolívar. Trabajo de Titulación (Título de Ingeniero en Medio Ambiente). Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2021.
- (15) GÓMEZ, B. y RUGELES, D. Alternativas de optimización técnico - económicas del tratamiento preliminar y biológico (tanque Imhoff y humedal de flujo subsuperficial) para la PTAR de Sotaquirá - Boyacá. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario). Colombia: Universidad de La Salle, 2019.
- (16) CCENTE, A. y HUAYLLANI, I. Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del distrito de Paucará. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental y Sanitario). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2021.
- (17) MORENO, S. Tratamiento de aguas residuales en el tanque Imhoff para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de Montero. Piura, Universidad Nacional de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2017.
- (18) RAFAEL, G. Influencia del PET reciclado en filtro percolador en el tratamiento secundario de aguas residuales domésticas - San Román, Puno - 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.
- (19) BUENO, A. *Evaluación de la calidad de agua del río Huancachupa, contaminado por descargas de aguas residuales en los distritos de San Francisco de Cayran y Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, junio a agosto - 2019*. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2021.

- (20) BLAS, A. Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia - departamento de Huánuco. Tesis (Título de Ingeniero Sanitario). Ancash: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018.
- (21) BERRIOS, L. Contaminación del río Niño, afluente del río Higueras por descarga de aguas residuales de la ciudad de Margos, distrito de Margos, departamento de Huánuco, periodo marzo - agosto 2018. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2018.
- (22) VILLENA, J. Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 2018, SCIELO, 35(2), 304-308 pp. ISSN: 1726-4634.
- (23) OROZCO, A. *Bioingeniería de aguas residuales*. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria, 2016. ISSN: 978-958-96548-2-8.
- (24) ROMERO, J. *Tratamiento de aguas residuales*. Colombia: Escuela Colombiana de ingeniería, 2010. ISBN: 958-8060-15-3.
- (25) LOZANO-RIVAS, W. *Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales*. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2012.
- (26) MENDOZA, Y., PÉREZ, J. y GALINDO, A. Evaluación del aporte de las plantas acuáticas *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes* en el tratamiento de aguas residuales municipales. *Información Tecnológica*, 2018, 29(2). ISSN: 0718-0764.
- (27) MIHELIC, J. y ZIMMERMAN, J. *Ingeniería Ambiental - Fundamentos-Sustentabilidad-Diseño*. México: Alfaomega, 2011. ISBN: 978-607-707-317-8.
- (28) MINISTERIO DEL AMBIENTE. D.S. N° 004-2017-MINAM. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua*. Lima: El Peruano, 2017.
- (29) AUCCATINCO, R. Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi - Cusco. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Cusco: Universidad Continental, 2021.
- (30) HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- (31) AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Lima: ANA, 2016.
- (32) MINISTERIO DEL AMBIENTE. D.S. N° 003-2010-MINAM. *Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda*. Lima : El Peruano, 2010.

- (33) AGUIRRE, M. y VENEGAS, Z. *Consideraciones hidráulicas para el diseño de estructuras de medición de caudal en canales abiertos*. Lima: Autoridad Nacional del Agua, 2005.
- (34) ESPINOSA, A. y GAITÁN, D. Desarrollo de software para el diseño hidráulico de canaleta parshall como estructura para mezcla rápida en el tratamiento del agua - caso aplicativo en municipios de la provincia del Alto Magdalena. Trabajo de Grado (Título de Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2018.
- (35) RIVERA-JACINTO, M., RODRÍGUEZ-ULLOA, C. y LOPEZ-ORBEGOSO, J. Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 2009, 26(1), 45-48 pp. ISSN: 1726-4634.
- (36) ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *Guías para el diseño de tanques sépticos, tanque Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima: OPS, 2005.

ANEXOS

Anexo 1. Descarga de aguas residuales municipales al río Vizcarra.



Se puede observar la descarga de aguas residuales.



Se muestra la descarga de agua residual en el cuerpo receptor (río Vizcarra).



Se muestra el punto de descarga del agua residual municipal.

Anexo 2. Medición de caudales en el punto de descarga.



Se muestra la medición de caudal del agua residual en el punto de descarga.

Anexo 3. Trabajo de campo.



Se puede observar que se está sacando las muestras del punto 4.



Se puede observar que se está sacando las muestras del punto 3.



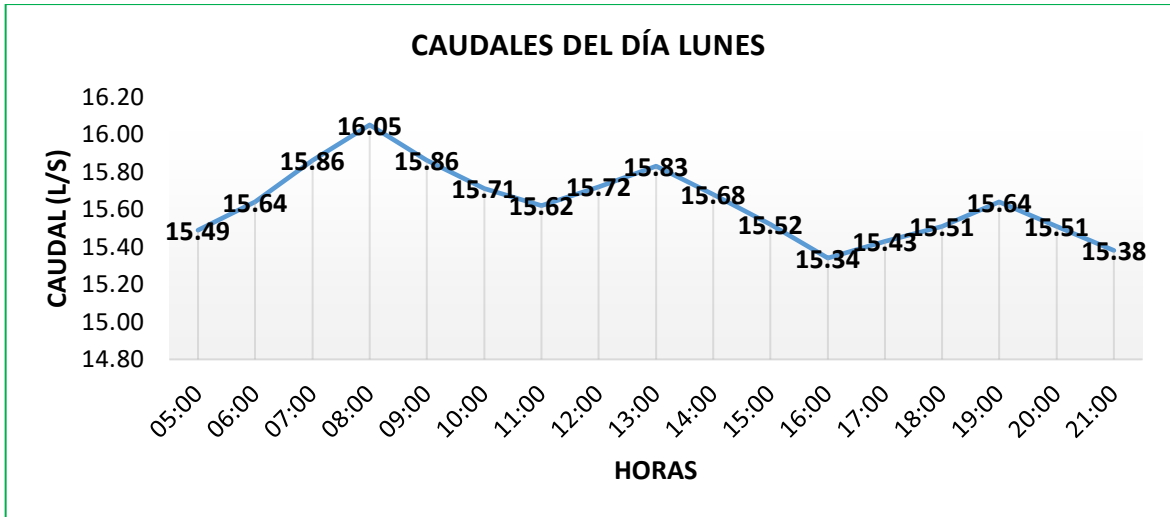
Se puede observar que se está sacando las muestras del punto 2.

Anexo 4. Rotulado de las muestras.

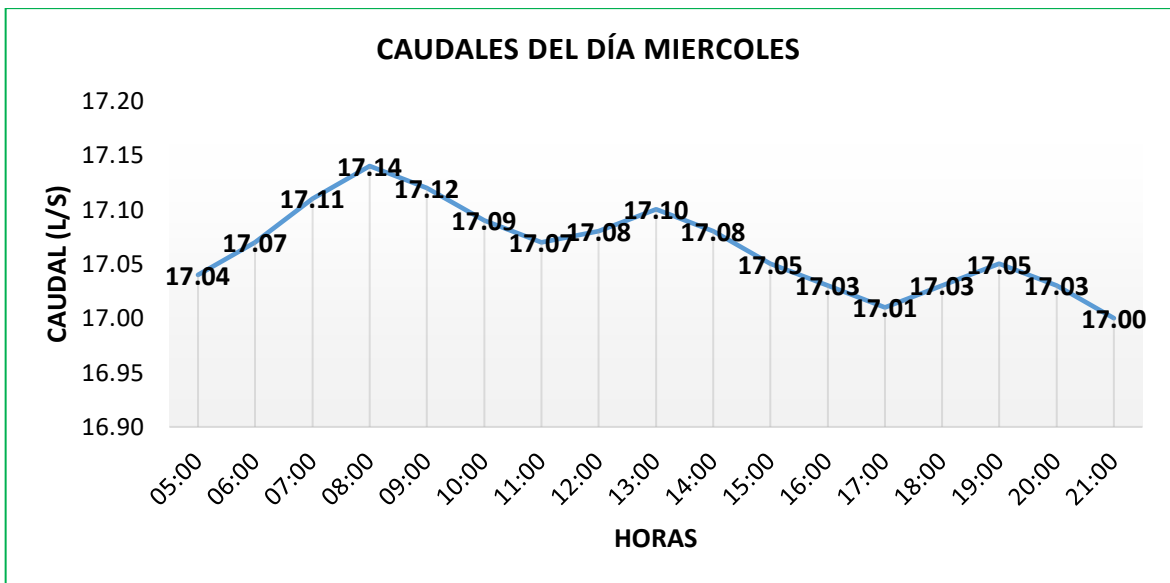


Se observa el rotulado de las muestras para ser enviados al laboratorio.

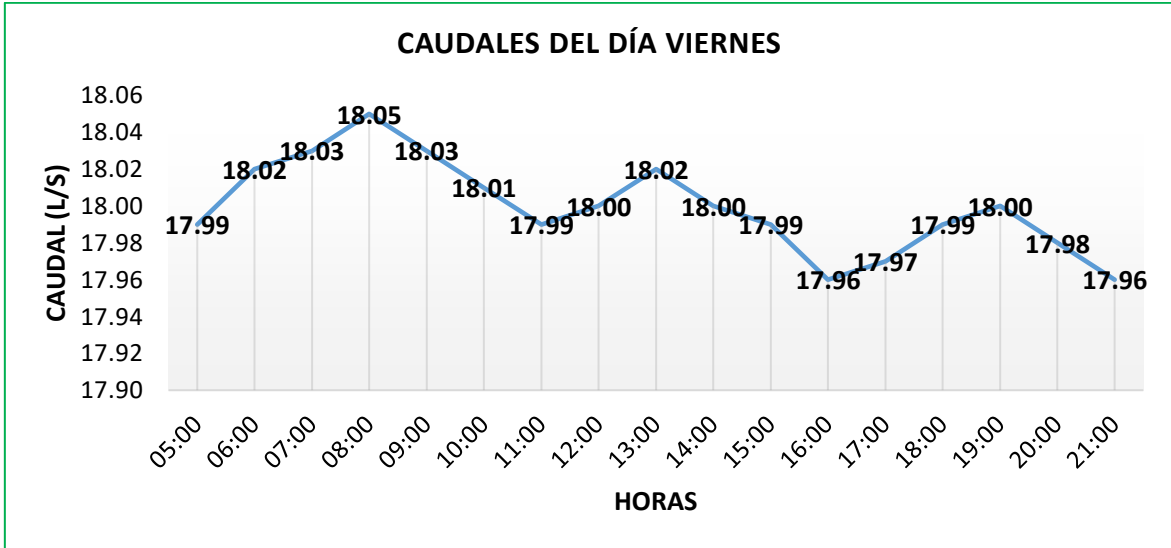
Anexo 5. Medición de los caudales.



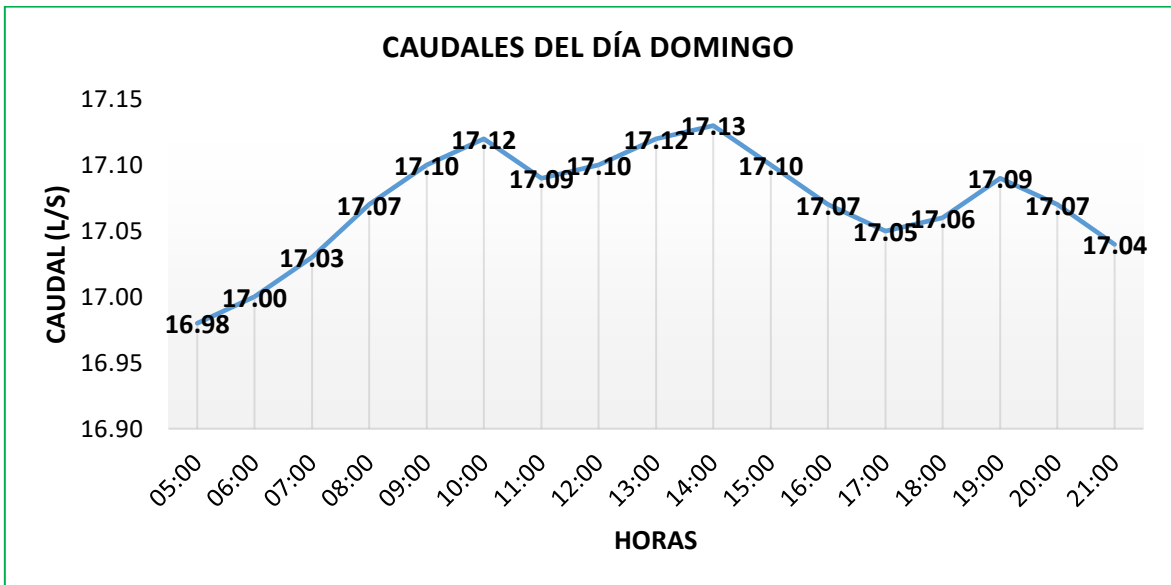
Caudal máximo en el día lunes fue de 16.05 L/s, a las 8:00 am de la mañana.



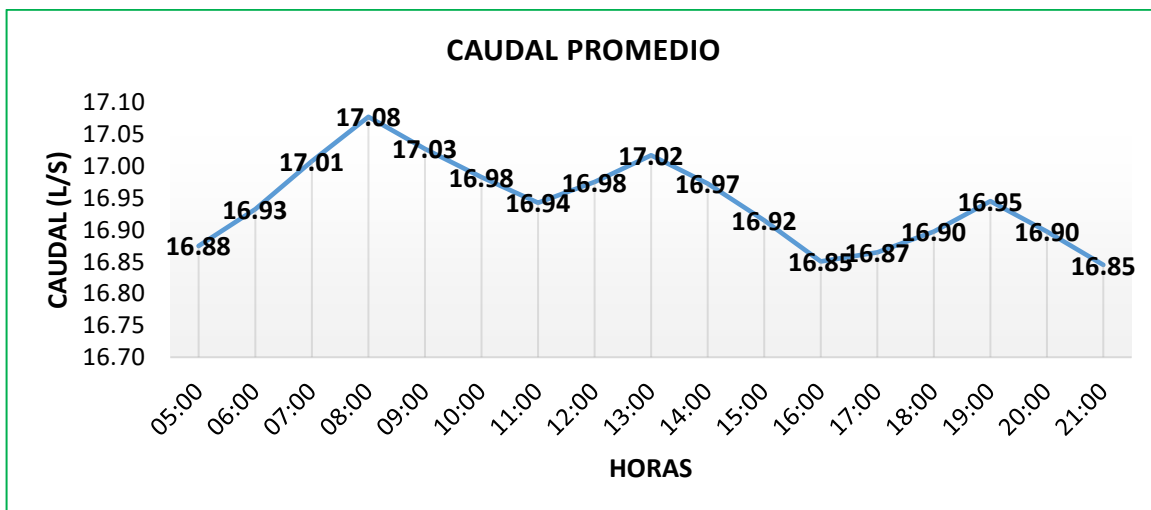
Caudal máximo en el día miércoles fue de 17.14 L/s, a las 8:00 am de la mañana aproximadamente.



El caudal máximo en el día viernes fue de 18.05 L/s, a las 8:00 am de la mañana aproximadamente, esto es debido que ese día a llovido casi todo el día (mes de marzo).



El caudal máximo en el día domingo fue de 17.13 L/s, a las 2:00 pm de la tarde aproximadamente.



El caudal máximo promedio fue de 17.08 L/s, a las 10:00 am de la mañana aproximadamente.

Anexo 6. Puntos de muestreo.



Se muestra los cuatro puntos de monitoreo que se ha realizado, aguas arriba del punto de descarga como también aguas abajo. El punto 01 corresponde aguas arriba, los puntos 02,03 y 04 corresponde aguas abajo.

Anexo 7. Distrito de Ripán.



Se muestra delimitado y de color amarillo claro la zona urbana del distrito de Ripán.

Anexo 8. Análisis estadístico (ANOVA).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PUNTOS DE MUESTREO

1. Análisis estadístico de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Tabla 1: Tabla de datos de muestreo de la demanda biológica de oxígeno (DBO).

Replicas	Puntos			
	P1	P2	P3	P4
R1	2.00	23.50	20.10	11.00
R2	2.00	20.40	21.80	12.00
R3	2.00	19.40	20.40	20.50

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 2: Tabla de diferencia de concentración, entre los puntos de muestreo.

(I) Punto	(J) Punto	Diferencia de medias (I-J)	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
P1	P2	-19.10000	-27.2466	-10.9534
	P3	-18.76667	-26.9133	-10.6201
	P4	-12.50000	-20.6466	-4.3534
P2	P1	19.10000	10.9534	27.2466
	P3	0.33333	-7.8133	8.4799
	P4	6.60000	-1.5466	14.7466
P3	P1	18.76667	10.6201	26.9133
	P2	-0.33333	-8.4799	7.8133
	P4	6.26667	-1.8799	14.4133
P4	P1	12.50000	4.3534	20.6466
	P2	-6.60000	-14.7466	1.5466
	P3	-6.26667	-14.4133	1.8799

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 3: Tabla de máximo, mínimo y media de los puntos de muestreo.

Puntos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza al 95%		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
P1	2.0000	0.00000	2.0000	2.0000	2.00	2.00
P2	21.1000	2.13776	15.7895	26.4105	19.40	23.50
P3	20.7667	0.90738	18.5126	23.0207	20.10	21.80
P4	14.5000	5.22015	1.5324	27.4676	11.00	20.50
Total	14.5917	8.43386	9.2331	19.9503	2.00	23.50

Fuente: elaborado por los tesisistas

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de DBO.

Tabla 4: Tabla de análisis de varianza (ANOVA).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	547.21	1	547.21	239.4800	7.7086
Dentro de los grupos	9.14	4	2.285		
Total	556.35	5			

Fuente: elaborado por los tesisistas

Planteamiento de Hipótesis:

- Ho: $P1 = P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente igual.
- Ha: $P1 \neq P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Interpretación:

Para un nivel de confianza el 95%, decimos que, si el valor F es mayor al valor crítico de F, vamos a rechazar la hipótesis de que los promedios de los grupos son iguales. Es decir, si F es mayor al valor crítico, vamos a decir al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Para ver esto en la tabla ANOVA misma vamos a la fila que dice "Entre grupos" y vemos que el valor F es 547.21, mientras que el valor crítico de F es 7.7086. Por lo que esto significa que los promedios de los puntos de muestreo del parámetro de la "Demanda Bioquímica del Oxígeno" (DBO), no todos son iguales, es decir al menos uno de los promedios es distinto.

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de DBO.

2. Análisis estadístico de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Tabla 5: Tabla de datos de muestreo de la demanda química de oxígeno (DQO).

Replicas	Puntos			
	P1	P2	P3	P4
R1	9.90	51.40	64.2	28.3
R2	7.80	46.80	67.3	31.4
R3	6.80	51.90	46.8	50.9

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 6: Tabla de diferencia de concentración, entre los puntos de muestreo.

(I) Punto	(J) Punto	Diferencia de medias (I-J)	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
P1	P2	-41.86667	-65.8370	-17.8963
	P3	-51.26667	-75.2370	-27.2963
	P4	-28.70000	-52.6704	-4.7296
P2	P1	41.86667	17.8963	65.8370
	P3	-9.40000	-33.3704	14.5704
	P4	13.16667	-10.8037	37.1370
P3	P1	51.26667	27.2963	75.2370
	P2	9.40000	-14.5704	33.3704
	P4	22.56667	-1.4037	46.5370
P4	P1	28.70000	4.7296	52.6704
	P2	-13.16667	-37.1370	10.8037
	P3	-22.56667	-46.5370	1.4037

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 7: Tabla de máximo, mínimo y media de los puntos de muestreo.

Puntos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza al 95%		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
P1	8.1667	1.58219	4.2363	12.0971	6.80	9.90
P2	50.0333	2.81129	43.0497	57.0170	46.80	51.90
P3	59.4333	11.05004	31.9835	86.8831	46.80	67.30
P4	36.8667	12.25167	6.4318	67.3015	28.30	50.90
Total	38.6250	21.42013	25.0153	52.2347	6.80	67.30

Fuente: elaborado por los tesisistas

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de DQO.

Tabla 8: Tabla de análisis de varianza (ANOVA).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	4481.81	3	1493.93	21.1446	4.0661
Dentro de los grupos	565.22	8	70.65		
Total	5047.04	11			

Fuente: elaborado por los tesisistas

Planteamiento de Hipótesis:

- Ho: $P1 = P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente igual.
- Ha: $P1 \neq P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Interpretación:

Para un nivel de confianza el 95%, decimos que, si el valor F es mayor al valor crítico de F, vamos a rechazar la hipótesis de que los promedios de los grupos son iguales. Es decir, si F es mayor al valor crítico, vamos a decir al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Para ver esto en la tabla ANOVA misma vamos a la fila que dice "Entre grupos" y vemos que el valor F es 21.1446 mientras que el valor crítico de F es 4.0661. Por lo que esto significa que los promedios de los puntos de muestreo del parámetro de la "Demanda Química del Oxígeno" (DQO), no todos son iguales, es decir al menos uno de los promedios es distinto.

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de DQO.

3. Análisis estadístico de los Coliformes Fecales (CF)

Tabla 9: Tabla de datos de muestreo de los coliformes fecales (CF).

Replicas	Puntos			
	P1	P2	P3	P4
R1	2400.00	3500000	4600000	3500000
R2	4600.00	2800000	3500000	5400000
R3	3500.00	9200000	4600000	3400000

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 10: Tabla de datos de muestreo de los coliformes fecales (CF), simplificado /10⁶.

Replicas	Puntos			
	P1	P2	P3	P4
R1	0.0024	3.5000	4.6000	3.5000
R2	0.0046	2.8000	3.5000	5.4000
R3	0.0035	9.2000	4.6000	3.4000

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 11: Tabla de diferencia de concentración, entre los puntos de muestreo.

(I) Punto	(J) Punto	Diferencia de medias (I-J)	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
P1	P2	-5.1631667	-10.497629	0.171296
	P3	-4.2298333	-9.564296	1.104629
	P4	-4.0965000	-9.430962	1.237962
P2	P1	5.1631667	-0.171296	10.497629
	P3	0.9333333	-4.401129	6.267796
	P4	1.0666667	-4.267796	6.401129
P3	P1	4.2298333	-1.104629	9.564296
	P2	-0.9333333	-6.267796	4.401129
	P4	0.1333333	-5.201129	5.467796
P4	P1	4.0965000	-1.237962	9.430962
	P2	-1.0666667	-6.401129	4.267796
	P3	-0.1333333	-5.467796	5.201129

Fuente: elaborado por los tesisistas

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de CF.

Tabla 12: Tabla de máximo, mínimo y media de los puntos de muestreo.

Puntos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza al 95%		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
P1	0.003500	0.0011000	.000767	0.006233	0.0024	.0046
P2	5.166667	3.5104606	-3.553801	13.887134	2.8000	9.2000
P3	4.233333	0.6350853	2.655694	5.810973	3.5000	4.6000
P4	4.100000	1.1269428	1.300519	6.899481	3.4000	5.4000
Total	3.375875	2.6200565	1.711171	5.040579	0.0024	9.2000

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 13: Tabla de análisis de varianza (ANOVA).

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	47.51	3	15.83	4.5266	4.0661
Dentro de los grupos	27.99	8	3.49		
Total	75.51	11			

Fuente: elaborado por los tesisistas

Planteamiento de Hipótesis:

- Ho: $P1 = P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente igual.
- Ha: $P1 \neq P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Interpretación:

Para un nivel de confianza el 95%, decimos que, si el valor F es mayor al valor crítico de F, vamos a rechazar la hipótesis de que los promedios de los grupos son iguales. Es decir, si F es mayor al valor crítico, vamos a decir al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Para ver esto en la tabla ANOVA misma vamos a la fila que dice "Entre grupos" y vemos que el valor F es 4.5266 mientras que el valor crítico de F es 4.0661. Por lo que esto significa que los promedios de los puntos de muestreo del parámetro de la "Coliformes Fecales" (CF), no todos son iguales, es decir al menos uno de los promedios es distinto.

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de CF.

4. Análisis estadístico de Escherichia Coli (EC)

Tabla 14: Tabla de datos de muestreo de la Escherichia coli (EC).

Replicas	Puntos			
	P1	P2	P3	P4
R1	1600.00	3500000	3500000	1600000
R2	2100.00	2800000	3500000	920000
R3	2400.00	1100000	1600000	1700000

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 15: Tabla de datos de muestreo de la Escherichia coli (EC), simplificado /10⁶.

Replicas	Puntos			
	P1	P2	P3	P4
R1	0.0016	3.5000	3.5000	1.6000
R2	0.0021	2.8000	3.5000	0.9200
R3	0.0024	1.1000	1.6000	1.7000

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 16: Tabla de diferencia de concentración, entre los puntos de muestreo.

(I) Punto	(J) Punto	Diferencia de medias (I-J)	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
P1	P2	-2.4646333'	0.6960364	0.047
	P3	-2.8646333'	0.6960364	0.022
	P4	-1.4046333	0.6960364	0.323
P2	P1	2.4646333'	0.6960364	0.047
	P3	-.4000000	0.6960364	0.952
	P4	1.0600000	0.6960364	0.541
P3	P1	2.8646333'	0.6960364	0.022
	P2	.4000000	0.6960364	0.952
	P4	1.4600000	0.6960364	0.295
P4	P1	1.4046333	0.6960364	0.323
	P2	-1.0600000	0.6960364	0.541
	P3	-1.4600000	0.6960364	0.295

Fuente: elaborado por los tesisistas

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de EC.

Tabla 17: Tabla de máximo, mínimo y media de los puntos de muestreo

Puntos	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza al 95%		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
P1	0.002033	0.001029	0.003037	0.0016	0.0024	.002033
P2	2.466667	-0.599340	5.532674	1.1000	3.5000	2.466667
P3	2.866667	0.141653	5.591680	1.6000	3.5000	2.866667
P4	1.406667	0.352346	2.460987	0.9200	1.7000	1.406667
Total	1.685508	0.816756	2.554261	0.0016	3.5000	1.685508

Fuente: elaborado por los tesisistas

Tabla 18: Tabla de análisis de varianza (ANOVA)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	14.75	3	4.91	6.7664	4.0661
Dentro de los grupos	5.81	8	0.72		
Total					

Fuente: elaborado por los tesisistas

Planteamiento de Hipótesis:

- Ho: $P1 = P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente igual.
- Ha: $P1 \neq P2$: Al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Interpretación:

Para un nivel de confianza el 95%, decimos que, si el valor F es mayor al valor crítico de F, vamos a rechazar la hipótesis de que los promedios de los grupos son iguales. Es decir, si F es mayor al valor crítico, vamos a decir al menos uno de los promedios de estos grupos es estadísticamente distinto.

Para ver esto en la tabla ANOVA misma vamos a la fila que dice "Entre grupos" y vemos que el valor F es 6.7664 mientras que el valor crítico de F es 4.0661. Por lo que esto significa que los promedios de los puntos de muestreo del parámetro de la "Escherichia Coli" (EC), no todos son iguales, es decir al menos uno de los promedios es distinto.

Se muestra el análisis estadístico del parámetro de EC.

Anexo 9. Informe del monitoreo del punto de descarga.



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-4417

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Duanny Jossel Chavez Aquino
2.-DIRECCIÓN	: jr San Antonio 5 - Ripán
3.-PROYECTO	: PROPUESTA DE DISEÑO CONCEPTUAL DE PTAR DEL DISTRITO DE RIPAN
4.-PROCEDENCIA	: RIPAN - HUANUCO
5.-SOLICITANTE	: DUANNY JOSSEL CHAVEZ AQUINO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-21-1684
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2021-05-24

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2021-05-04
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2021-05-04 al 2021-05-24



Marco Valencia Huerta
Ingeniero Químico
N° CIP 152207

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-4417
III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NM P) ²	SMEWW 9221 F.2, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
pH ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Temperatura ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. 2017	Salinity; Electrical Conductivity Method.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

^(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-4417
IV. RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO:				M-21-15830
CÓDIGO DEL CLIENTE:				PE
COORDENADAS:				E:0302549
UTM WGS 84:				N:8913914
PRODUCTO:				Agua Residual
SUB PRODUCTO:				Residual Doméstica
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				02-05-2021 12:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Aceites y Grasas (*)	mg/L	0,48	1,20	47,80
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	2 300 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg BOD5/L	0,4	2,0	751,5
Demanda Química de Oxígeno (*)	COD as mg O2/L	2,0	5,0	3 835,0
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	6,91
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg Total Suspended Solids/L	2	5	93
Temperatura (**)	(°C)	NA	0,1	22,0

¹) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

²) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $<$ "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $<$ "= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 10. Informe de monitoreo de los puntos de muestreo de río Vizcarra.



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3287

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Duanny Jossel Chavez Aquino
2.-DIRECCIÓN	: Jr San Antonio 5 - Ripán
3.-PROYECTO	: DISEÑO DE UNA PTAR PARA EL DISTRITO DE RIPAN, PROVINCIA DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO HUANUCO 2022
4.-PROCEDENCIA	: RIPAN - DOS DE MAYO - HUANUCO
5.-SOLICITANTE	: DUANNY JOSSEL CHAVEZ AQUINO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000000696-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-03-23

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 12
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-03-07
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-03-07 al 2022-03-23

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3287

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aniones ²	EPA 300.0 Rev. 2.1, 1993, VALIDATED (Applied out of reach), 2019.	Determination of inorganic anions by ion chromatography
Color ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 rd Ed. 2017	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method
Conductividad ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G. 23rd Ed. 2017	Oxygen (Dissolved). Membrana Electrode Method
pH ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method
Temperatura ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2520 B, 23rd Ed. 2017	Salinity; Electrical Conductivity Method.

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

^(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3287

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-10235	M-22-10236	M-22-10237	M-22-10238			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P1.1	P1.2	P1.3	P2.1			
COORDENADAS:	E:0302579.7	E:0302579.7	E:0302579.7	E:0302572.5			
UTM WGS 84:	N:8913926.5	N:8913926.5	N:8913926.5	N:8913926.7			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	06-03-2022 14:00	06-03-2022 14:00	06-03-2022 14:00	06-03-2022 14:10			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Color (*)	(UC)	2,0	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	281,80	280,80	280,30	420,50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	23,5
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	9,9	7,8	6,8	51,4
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	0,04	0,10	7,80	7,80	7,70	6,20
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,76	7,77	7,78	7,57
Temperatura (**)	(°C)	NA	0,1	20,8	21,7	21,3	20,6
Aniones							
Nitrito ²	mg/L	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrito+Nitrato ²	mg/L	0,02	0,05	0,31	0,41	0,47	<0,05

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3287

ITEM	5	6	7	8			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-10239	M-22-10240	M-22-10241	M-22-10242			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P2.2	P2.3	P3.1	P3.2			
COORDENADAS:	E:0302572.5	E:0302572.5	E:0302557.8	E:0302557.8			
UTM WGS 84:	N:8913926.7	N:8913926.7	N:8913910.4	N:8913910.4			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	06-03-2022 14:10	06-03-2022 14:10	06-03-2022 14:20	06-03-2022 14:20			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Color (*)	(UC)	2,0	5,0	<5,0	<5,0	6,3	<5,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	422,00	421,50	373,60	374,70
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	20,4	19,4	20,1	21,8
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	46,8	51,9	64,2	67,3
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	0,04	0,10	6,10	6,30	6,10	6,00
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,52	7,44	7,17	7,13
Temperatura (**)	(°C)	NA	0,1	21,5	20,6	21,4	21,1
Aniones							
Nitrato ²	mg/L	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
Nitrato+Nitrato ²	mg/L	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

": No ensayado

NA: No Aplica333

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3287

ITEM	9	10	11	12			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-10243	M-22-10244	M-22-10245	M-22-10246			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P3.3	P4.1	P4.2	P4.3			
COORDENADAS:	E:0302557.8	E:0302562.7	E:0302562.7	E:0302562.7			
UTM WGS 84:	N:8913910.4	N:8913928.8	N:8913928.8	N:8913928.8			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	06-03-2022 14:20	06-03-2022 14:30	06-03-2022 14:30	06-03-2022 14:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Color (*)	(UC)	2,0	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Conductividad (*)	µS/cm	NA	0,01	372,70	322,30	323,00	321,80
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	20,4	11,0	12,0	20,5
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	46,8	28,3	31,4	50,9
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	0,04	0,10	6,10	6,80	6,70	6,30
pH (**)	Unidad de pH	NA	0,01	7,14	7,10	7,10	7,05
Temperatura (**)	(°C)	NA	0,1	20,8	20,5	21,6	21,3
Aniones							
Nitrato ²	mg/L	0,02	0,05	<0,05	0,09	0,09	0,07
Nitrato+Nitrato ²	mg/L	0,02	0,05	<0,05	0,88	1,12	0,75

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<="= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"


INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4177

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Duanny Jossel Chavez Aquino
2.-DIRECCIÓN	: Jr San Antonio 5 - Ripán
3.-PROYECTO	: DISEÑO DE UNA PTAR PARA EL DISTRITO DE RIPAN, PROVINCIA DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO HUANUCO 2022
4.-PROCEDENCIA	: RIPAN-DOS DE MAYO-HUANUCO
5.-SOLICITANTE	: DUANNY JOSSEL CHAVEZ AQUINO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000000696-2022-0001
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-03-29

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 6
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-03-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-03-21 al 2022-03-29



Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4177**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) 2	SMEWW-APHA AWWA-WEF.Part 9221 F1, 23 rd Ed.2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
Escherichia coli (NMP) ²	SMEWW-APHA AWWA-WEF.Part 9221 F1, 23 rd Ed.2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).

¹SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4177

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-12662	M-22-12663	M-22-12664	M-22-12665			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P1-1	P1-2	P1-3	P2-1			
COORDENADAS:	E:0302579.7	E:0302579.7	E:0302579.7	E:0302572.5			
UTM WGS 84:	N:8913926.5	N:8913926.5	N:8913926.5	N:8913926.7			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	20-03-2022 17:00	20-03-2022 17:00	20-03-2022 17:00	20-03-2022 17:10			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	2 400,0	4 600,0	3 500,0	3 500 000,0
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	1 600,0	2 100,0	2 400,0	3 500 000,0

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica333

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4177

ITEM	5	6			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-12666	M-22-12667			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P2-2	P2-3			
COORDENADAS:	E:0302572.5	E:0302572.5			
UTM WGS 84:	N:8913926.7	N:8913926.7			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	20-03-2022 17:10	20-03-2022 17:10			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	2 800 000,0	9 200 000,0
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	2 800 000,0	1 100 000,0

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4180

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Duanny Jossel Chavez Aquino
2.-DIRECCIÓN	: Jr San Antonio 5 - Ripán
3.-PROYECTO	: DISEÑO DE UNA PTAR PARA EL DISTRITO DE RIPAN, PROVINCIA DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO HUANUCO 2022
4.-PROCEDENCIA	: RIPAN-DOS DE MAYO-HUANUCO
5.-SOLICITANTE	: DUANNY JOSSEL CHAVEZ AQUINO
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000000696-2022-0001
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-03-29

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 6
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-03-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022-03-21 al 2022-03-29


Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4180

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	SMEWW-APHA AWWA-WEF.Part 9221 F1, 23 rd Ed.2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
Escherichia coli (NMP) ²	SMEWW-APHA AWWA-WEF.Part 9221 F1, 23 rd Ed.2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).

¹SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4180

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-12672	M-22-12673	M-22-12674	M-22-12675			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P-3-1	P-3-2	P-3-3	P-4-1			
COORDENADAS:	E:0302557.8	E:0302557.8	E:0302557.8	E:0302562.7			
UTM WGS 84:	N:8913910.4	N:8913910.4	N:8913910.4	N:8913928.8			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	20-03-2022 17:20	20-03-2022 17:20	20-03-2022 17:20	20-03-2022 17:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	4 600 000,0	3 500 000,0	4 600 000,0	3 500 000,0
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	3 500 000,0	3 500 000,0	1 600 000,0	1 600 000,0

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

": No ensayado

NA: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-4180

ITEM	5	6			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-12676	M-22-12677			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	P-4-2	P-4-3			
COORDENADAS:	E:0302562.7	E:0302562.7			
UTM WGS 84:	N:8913928.8	N:8913928.8			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA				
FECHA y HORA DE MUESTREO :	20-03-2022 17:30	20-03-2022 17:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	5 400 000,0	3 400 000,0
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	920 000,0	1 700 000,0

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L.: FOPE-14.2
R.: 01
I.V.: 2020-Feb-13

Datos del cliente

Razón Social: Trabajo de Investigación - (Tesis)

Persona de contacto: Duanny Jossel Chavez Aquino Correo / Teléfono: 74129145@continental.edu.pe / 994673402

Nombre del proyecto: Diseño de una PTAR para el Distrito de Ripán, Provincia Dos de Mayo, Departamento Huanuco 2021

Orden de servicio: 696 Pág. de

Plan de Monitoreo:

Informe de ensayo:

Procedencia o lugar de muestreo: Ripan - Dos de Mayo - Huanuco

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo		Clasificación		Ubicación		N° Frascos		PARAMETROS DE ENSAYO														PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES
			F:	H:	Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P	Color	Conductividad	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	DBO	DQO	Oxígeno Disuelto	Antímenes	Coliformes Fecales	E. coli	T° Mira (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (µs/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)				
																							Salinidad (ppt)	Cloro Total (mg/L)					
1	P1-1	-	F: 6/03/2022 H: 2:00 p. m.	AN	Agua de Río	N: 8913926.5 E: 302579.7	-	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Muestra de Agua de Río - Aguas arriba de punto de descarga de agua residual			
2	P1-2	-	F: 6/03/2022 H: 2:00 p. m.	AN	Agua de Río	N: 8913926.5 E: 302579.7	-	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Muestra de Agua de Río - Aguas arriba de punto de descarga de agua residual			
3	P1-3	-	F: 6/03/2022 H: 2:00 p. m.	AN	Agua de Río	N: 8913926.5 E: 302579.7	-	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Muestra de Agua de Río - Aguas arriba de punto de descarga de agua residual			
4	P2-1	-	F: 6/03/2022 H: 2:10 p. m.	AN	Agua de Río	N: 8913926.7 E: 302572.5	-	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Muestra de Agua de Río - Aguas abajo de punto de descarga de agua residual			
5	P2-2	-	F: 6/03/2022 H: 2:10 p. m.	AN	Agua de Río	N: 8913926.7 E: 302572.5	-	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Muestra de Agua de Río - Aguas abajo de punto de descarga de agua residual			
6	P2-3	-	F: 6/03/2022 H: 2:10 p. m.	AN	Agua de Río	N: 8913926.7 E: 302572.5	-	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	Muestra de Agua de Río - Aguas abajo de punto de descarga de agua residual			
7			F: H:			N: E:																							
8			F: H:			N: E:																							

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha N: Norte V: Vidrio I° Mira: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	Cliente:
Nombre: Duanny Jossel Chavez Aquino	Duanny Jossel Chavez Aquino
Fecha: 6/03/2022	6/03/2022
Firma:	

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB-GRUPO
AN: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Manantial - Troncal)
AR: Aguas Residuales	DOMESTICA INDUSTRIAL MUNICIPAL
AH: Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Potable, Mesa, Emvasada)
AS: Aguas Salinas	MAR - SALOBRES - SALMUERA AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP: Aguas de Proceso	CIRCULACION O ENFRIAMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LIXIVIACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION

Observaciones / Comentarios

Se ha realizado la toma de muestra de cada punto diferente (P1; P2; P3; P4), y para cada punto se esta considerando 3 replicas que se detallan en el rotulado de los envases, por ejemplo: para el punto P1, se tiene como replicas (P1-1; P1-2; P1-3).

