

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Tratamiento de aguas residuales de industria
láctea Floralp en la reserva de biosfera Oxapampa
Ashaninka Yanesha - 2021**

Annie Yeri Chavez Ruffner
Karen Ercilia Gomez Alberto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIA LÁCTEA FLORALP EN LA RESERVA DE BIOSFERA OXAPAMPA ASHANINKA YANESHA - 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	repositorio.iberopuebla.mx Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.floralpperu.com Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1 %
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repository.lasallista.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %

9	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
13	doi.org Fuente de Internet	<1 %
14	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Fundacion Universidad de America Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	www.sunass.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

21

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

22

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

23

www.aulavirtualusmp.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

Pamela López, Antonio Harnisth.
"Electrocoagulación de aguas residuales de la
industria láctea", Enfoque UTE, 2016

Publicación

<1 %

25

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

26

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

27

www.imedpub.com

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, UNAD, UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

29

www.mdpi.com

Fuente de Internet

<1 %

30

logisticacomercial102601a.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

31

patents.google.com

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

unfcc.int

Fuente de Internet

<1 %

34

repositorio.upsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

35

hrcak.srce.hr

Fuente de Internet

<1 %

36

intra.uigv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

38

Submitted to Universidad Peruana Los Andes

Trabajo del estudiante

<1 %

39

dokumen.site

Fuente de Internet

<1 %

40

busquedas.elperuano.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

42	www.studocu.com Fuente de Internet	<1 %
43	busqueda.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
44	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
47	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
49	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
50	Submitted to Universidad Autonoma de Chile Trabajo del estudiante	<1 %
51	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	latam.hach.com	

Fuente de Internet

<1 %

54

www.kerwa.ucr.ac.cr

Fuente de Internet

<1 %

55

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

56

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

57

diariooficial.elperuano.pe

Fuente de Internet

<1 %

58

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

59

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1 %

60

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

61

www.conam.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

62

Taner Yonar, Özge Sivrioğlu, Nihan Özengin.
"Chapter 10 Physico-Chemical Treatment of
Dairy Industry Wastewaters: A Review",
IntechOpen, 2018

Publicación

<1 %

63

raccefyn.co

Fuente de Internet

<1 %

64	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
65	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
68	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
69	Anita Lourenço, Julien Arnold, José A. F. Gamelas, Olivier J. Cayre, Maria G. Rasteiro. "Anionic Polyelectrolytes Synthesized in an Aromatic-Free-Oils Process for Application as Flocculants in Dairy-Industry-Effluent Treatment", Industrial & Engineering Chemistry Research, 2018 Publicación	<1 %
70	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
71	repositorio.cepal.org Fuente de Internet	<1 %
72	revistas.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
73	bibdigital.epn.edu.ec	

Fuente de Internet

<1 %

74

catalogo.ibcperu.org

Fuente de Internet

<1 %

75

moam.info

Fuente de Internet

<1 %

76

repositorio.unamad.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

77

searchworks.stanford.edu

Fuente de Internet

<1 %

78

transparencia.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

79

www.repositorioacademico.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

80

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

81

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

82

acikerisim.sakarya.edu.tr

Fuente de Internet

<1 %

83

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

84

old.nuft.edu.ua

Fuente de Internet

<1 %

85

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

86

www.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

87

www.scc.org.co

Fuente de Internet

<1 %

88

www.sipromicro.com

Fuente de Internet

<1 %

89

Heath H. Himstedt, Jamie A. Hestekin.
"Membranes in the Dairy Industry", American
Chemical Society (ACS), 2011

Publicación

<1 %

90

Submitted to Universidad Industrial de
Santander UIS

Trabajo del estudiante

<1 %

91

Submitted to Universidad de Manizales

Trabajo del estudiante

<1 %

92

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

93

repositorio.utp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

94

www.cepal.cl

Fuente de Internet

<1 %

95	www.cpcesfe1.org.ar Fuente de Internet	<1 %
96	www.revistatyca.org.mx Fuente de Internet	<1 %
97	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
98	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
99	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	<1 %
100	avibert.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
101	dibome.wixsite.com Fuente de Internet	<1 %
102	repository.eafit.edu.co Fuente de Internet	<1 %
103	www.agualtiplano.net Fuente de Internet	<1 %
104	(11-12-02) http://148.244.220.100/latam/msdn/comunidad/mtj.net Fuente de Internet	<1 %
105	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

106	cedi.ucr.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
107	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
108	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
109	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
110	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
111	vdocument.in Fuente de Internet	<1 %
112	www.acueducto.com.co Fuente de Internet	<1 %
113	www.meridies.info Fuente de Internet	<1 %
114	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %
115	NELSON RODRÍGUEZ VALENCIA. "Estudio de un biosistema integrado para el postratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas.", Universitat Politecnica de Valencia, 2009 Publicación	<1 %

116	Natalia Chaves López. "Indicadores de Derechos Humanos al Agua y al Saneamiento en México 2022", Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2022 Publicación	<1 %
117	colposdigital.colpos.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
118	es.gizmodo.com Fuente de Internet	<1 %
119	julicas-julian.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
120	periodicooficial.jalisco.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
121	repositorio.icte.ejercito.mil.pe Fuente de Internet	<1 %
122	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
123	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
124	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
125	www.ecuarural.gov.ec Fuente de Internet	<1 %
126	www.eper-es.com Fuente de Internet	<1 %

127	www.radiomorphoses.fr Fuente de Internet	<1 %
128	www.trujillonoticias.com Fuente de Internet	<1 %
129	Estrada-Arriaga Edson Baltazar, Mijaylova-Nacheva Petia, Moeller-Chavez Gabriela, Mantilla-Morales Gabriela et al. "Presencia y tratamiento de compuestos disruptores endócrinos en aguas residuales de la Ciudad de México empleando un biorreactor con membranas sumergidas", Ingeniería, Investigación y Tecnología, 2013 Publicación	<1 %
130	Submitted to Systems Link Trabajo del estudiante	<1 %
131	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
132	biogroup.usc.es Fuente de Internet	<1 %
133	cienciaes.libsyn.com Fuente de Internet	<1 %
134	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
135	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

136	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
137	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
138	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
139	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
140	www.adscientificindex.com Fuente de Internet	<1 %
141	www.iltrullino.es Fuente de Internet	<1 %
142	www.jmcprl.net Fuente de Internet	<1 %
143	www.jove.com Fuente de Internet	<1 %
144	www.lareferencia.info Fuente de Internet	<1 %
145	www.oefa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
146	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
147	www.sld.cu Fuente de Internet	<1 %

148

Alejandra Sarahy Fernández Nieto, Alma Roselis Betancourt González. "Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, 2018

Publicación

<1 %

149

Andrés Miguel Zornoza Zornoza. "ESTUDIO DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE PROTISTAS, METAZOOS Y BACTERIAS FILAMENTOSAS Y SU INTERPRETACIÓN ECOLÓGICA EN FANGOS ACTIVOS", Universitat Politecnica de Valencia, 2017

Publicación

<1 %

150

C. O. García-Sifuentes, R. Pacheco-Aguilar, S. Valdez-Hurtado, E. Márquez-Rios, M. E. Lugo-Sánchez, J. M. Ezquerro-Brauer. "Impacto del agua de cola de la industria pesquera: tratamientos y usos Impact of stickwater produced by the fishery industry: treatment and uses", CyTA - Journal of Food, 2009

Publicación

<1 %

151

Marcelo Muñoz, Valeria Fuentes, María Belén Aldás. "Reactor anaerobio de flujo horizontal con medio de soporte de polietilentereftalato", Enfoque UTE, 2016

Publicación

<1 %

152	María Julia Ochoa Izaguirre, Martín Federico Soto-Jiménez. "Evaluation of nitrogen sources in the Urias lagoon system, Gulf of California, based on stable isotopes in macroalgae", Ciencias Marinas, 2013 Publicación	<1 %
153	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
154	csic.academia.edu Fuente de Internet	<1 %
155	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
156	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
157	docplayer.com.br Fuente de Internet	<1 %
158	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
159	histo-carrillo.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
160	repositorio.uaustral.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
161	repositorio.uea.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

162	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
163	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
164	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
165	repositorio.upp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
166	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
167	sioc.minagricultura.gov.co Fuente de Internet	<1 %
168	sunass.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
169	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
170	www.ambientebogota.gov.co Fuente de Internet	<1 %
171	www.cepis.ops-oms.org Fuente de Internet	<1 %
172	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
173	www.couponsforfree.us Fuente de Internet	<1 %

174	www.grupoese.com.ni Fuente de Internet	<1 %
175	www.imserso.es Fuente de Internet	<1 %
176	www.ucipfg.com Fuente de Internet	<1 %
177	www.uniamazonia.edu.co Fuente de Internet	<1 %
178	zaguan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
179	inba.info Fuente de Internet	<1 %
180	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE INDUSTRIA LÁCTEA FLORALP EN LA RESERVA DE BIOSFERA OXAPAMPA ASHANINKA YANESHA - 2021

INFORME DE GRADEMARK

NOTA FINAL

/0

COMENTARIOS GENERALES

Instructor

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

ASESOR:

Ing. Pablo Espinoza Tumialán

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo de mis padres, a quienes agradezco su esfuerzo por haberme brindado una buena educación.

Agradezco a la Universidad Continental de Ciencias e Ingeniería por haberme formado como una destacada profesional

Agradezco a cada uno de los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental por haberme enseñado y guiado en este largo proceso educativo

Finalmente, también agradezco a la Fábrica de Quesos FLORALP por haberme permitido realizar esta investigación en las instalaciones de su empresa.

DEDICATORIA

A todos los seres maravillosos que me apoyaron y motivaron a culminar esta hermosa carrera profesional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación e importancia	3
1.5. Hipótesis y descripción de las variables	4
1.5.1. Hipótesis general.....	4
1.5.2. Hipótesis específicas	4
1.6. Variables.....	5
1.6.1. Definición conceptual de la variable.....	5
1.6.2. Definición operacional de la variable	5
1.6.3. Operacionalización de las variables	5

1.7.	Delimitación de la investigación	6
1.8.	Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		7
2.1.	Antecedentes del problema.....	7
2.1.1.	Antecedentes nacionales	7
2.1.2.	Antecedentes internacionales	10
2.2.	Bases teóricas	13
2.2.1.	Tratamiento de aguas residuales	13
2.2.2.	Contaminantes de agua	20
2.2.3.	Calidad de agua.....	32
2.3.	Definición de términos básicos	36
CAPÍTULO III METODOLOGÍA		38
3.1.	Método, y alcance de la investigación.....	38
3.1.1.	Método	38
3.1.2.	Nivel.....	38
3.1.3.	Tipo	38
3.2.	Diseño de la investigación.....	38
3.3.	Población y muestra	41
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.5.	Técnicas de procesamiento de datos.....	44
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		45
4.1.	Situación de la empresa	45
4.2.	Resultados del tratamiento de la información	56
4.3.	Pruebas de hipótesis	62
4.3.1.	Prueba de la primera hipótesis específica	62

4.3.2. Prueba de la segunda hipótesis específica.....	63
4.3.3. Prueba de la hipótesis principal.....	66
4.4. Discusión de resultados	67
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	5
Tabla 2 Composición de los efluentes del procesamiento de la leche	26
Tabla 3 Causas y efectos del elevado nivel de contaminación de los recursos hídricos	33
Tabla 4 Límites máximos permisibles para los efluentes vertidos a cuerpos de agua	35
Tabla 5 Caudal máximo de las aguas residuales industriales	39
Tabla 6 Concentraciones máximas en las aguas residuales mezcladas no tratadas ...	40
Tabla 3 Vertimiento en los meses del año 2020	56
Tabla 4 Vertimiento en los meses del año 2021	57
Tabla 5 Resultados de la experimentación.....	60
Tabla 6 Cantidad de contaminantes antes del tratamiento	63
Tabla 7 Cantidad de contaminantes a remover	65
Tabla 8 Resultado de la aplicación del tratamiento biológico aeróbico.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa	46
Figura 2 Procesamiento de la leche.....	48
Figura 3 Proceso para la producción de quesos	51
Figura 4 Proceso para la producción de cremas.....	53
Figura 5 Proceso para la producción de mantequilla	54
Figura 6 Generación de aguas residuales	55
Figura 7 Vertimiento en los meses del año 2020	57
Figura 8 Vertimiento en los meses del año 2021	59
Figura 9 Resultados de la experimentación en la Demanda bioquímica de oxígeno. 61	
Figura 10 Resultados de la experimentación en los sólidos totales en suspensión	62

RESUMEN

El presente trabajo lleva el título “Tratamiento de aguas residuales de Industria Láctea Floralp en la Reserva de biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021”, porque el motivo de su realización fue dar solución al problema principal que provocó la necesidad de identificar el tratamiento idóneo para lograr una calidad óptima de vertimiento en agua residual de la empresa sujeta al estudio. Frente a ello, se formuló, como objetivo principal, determinar el tratamiento para alcanzar calidad de vertimiento en agua residual de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021. Para lograr lo formulado se realizó un estudio de tipo aplicado y de nivel explicativo que empleó un diseño experimental y que recopiló información de todas las aguas residuales, de las cuales se tomó una muestra de 10 litros. Los resultados obtenidos indican que, con la aplicación del tratamiento, se logró reducir los niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno de 170 mg/L a 90.20 mg/L, así como los niveles de sólidos en suspensión que se redujeron de 132.0 mg/L a 85.1 mg/L; con lo que se cumple con lo exigido por las normas locales. Se concluyó el estudio indicando que al aplicar el tratamiento biológico aeróbico se alcanza significativamente una buena calidad de vertimiento en las aguas residuales de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha, en el año 2021. De esta manera, se incide que, a través de la presencia de microorganismos, principalmente bacterias, se pueden eliminar los contaminantes del agua residual.

***Palabras clave:* tratamiento de aguas residuales, industria láctea, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos en suspensión.**

ABSTRACT

This research entitle "Treatment of wastewater from Floralp Dairy Industry in the Oxapampa Ashaninka Yanasha Biosphere Reserve - 2021" was given to this research because the reason for its realization was to solve the main problem that denoted the need to identify the ideal treatment to achieve a optimum quality of wastewater discharge from the company subject to the study. Faced with this, the main objective was formulated to determine the treatment to achieve discharge quality in residual water from the dairy industry within the Oxapampa Ashaninka Yanasha Biosphere Reserve - 2021. To achieve what was formulated, an applied type and level study was carried out. explanatory that used an experimental design and that collected information on all wastewater, from which a 10-liter sample was taken. The results obtained indicate that, with the application of the treatment, it was possible to reduce the levels of Biochemical Oxygen Demand from 170 mg/L to 90.20 mg/L, as well as the levels of suspended solids that were reduced from 132.0 mg/L to 85.1mg/L; complying, thus, with what is required by local regulations. The study was concluded indicating that by applying the aerobic biological treatment, a good quality of dumping in the residual waters of the dairy industry is significantly achieved within the Oxapampa Ashaninka Yanasha Biosphere Reserve, in the year 2021. In this way, it is emphasized that, at Through the presence of microorganisms, mainly bacteria, contaminants can be removed from the wastewater.

***Keywords:* wastewater treatment, dairy industry, biochemical oxygen demand, suspended solids.**

INTRODUCCIÓN

Con el transcurrir de los años, se ha buscado una serie de alternativas para conservar y recuperar los recursos naturales. Esto se ha realizado con el fin de que puedan ser aprovechados por los seres vivos. Un ejemplo de lo anterior es el agua, dado que es uno de los recursos más importantes para la supervivencia. Debido a ello, dicho elemento natural será el objetivo de estudio del presente trabajo de investigación. La calidad del agua restringe la cantidad disponible de este elemento y limita las posibilidades de uso. Debido a lo anterior, el incremento en su demanda posee como consecuencia el crecimiento del volumen de las aguas residuales. En caso estas últimas no sean vertidas con un adecuado manejo que incluye su tratamiento y recolección, se generará un considerable deterioro en el entorno y las fuentes superficiales.

Con la construcción y funcionamiento de las estructuras destinadas al manejo de aguas residuales, como los alcantarillados y las plantas de tratamiento, se pueden plantear alternativas de solución. Es debido a lo anterior que el presente estudio se centra en la industria láctea en la región de Junín, la cual representa una de las industrias de alimentos que emplea volúmenes altos de agua potable para su producción. El contacto de los elementos empleados para el procesamiento de leche y el agua produce contaminación química, biológica y física, lo que causa, de esta manera, un impacto ambiental. Las políticas de calidad de todas las empresas de lácteos se orientan a la mejora de los parámetros que generan un impacto ambiental, a través de la ejecución de proyectos sostenibles que mitiguen la contaminación generada en el agua, debido a los procesos de producción. Considerando lo mencionado con anterioridad, se plantea el desarrollo de un proyecto de tratamiento de aguas residuales, cuyo fin consiste en la reducción de parámetros críticos, mejorando la calidad del afluente, respetando el costo, la eficiencia y la factibilidad.

Sobre la base de lo anterior, se formula, como objetivo principal, determinar el tratamiento para alcanzar calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021. Para cumplir con el objetivo principal de la investigación, se desarrolla una investigación aplicada que empleó el método científico y un diseño experimental que utiliza la técnica de la observación y que considera, como tamaño de su muestra, a 10 litros de agua residual de la reserva Ashaninka Yanesha.

Para que la investigación sea entendida, de manera correcta, por el lector, cuenta con la siguiente estructura: en el primer capítulo se realiza el planteamiento del problema, que implica formular los problemas, objetivos e hipótesis, así como justificar el problema principal y analizar la importancia de la misma. En el segundo capítulo, se desarrolla el marco teórico que implica analizar antecedentes y estudiar bases teóricas y conceptuales sobre las variables del estudio. En el tercer capítulo, se expone la metodología que se siguió para cumplir con el objetivo planteado y, en el cuarto capítulo, se muestran y analizan los resultados de la investigación, a través del análisis situacional de la empresa, la prueba de hipótesis y la discusión de los resultados. Complementariamente, se exponen las conclusiones a las que llega el autor, así como las recomendaciones para que el problema identificado pueda ser solucionado y sirva como un antecedente para futuros estudios.

Las autoras

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

Las industrias lácteas han crecido en la mayoría de los países debido a la demanda de leche y productos lácteos. Se estima que la producción total de leche alcanza más de 818 millones de toneladas al año, según el Informe mundial sobre productos lácteos de 2016 de la Federación Internacional de Lechería (1). Dada esta situación, el problema de las aguas residuales de la industria láctea es que suelen tener una gran cantidad de materia orgánica, entre las que resaltan las grasas, aceites, sólidos suspendidos y un pH que supera los rangos admisibles para el vertimiento (2); en términos técnicos, poseen altas concentraciones de nutrientes, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST) y contenidos orgánicos e inorgánicos, que pueden causar serios problemas ambientales si no se tratan adecuadamente (3).

Es preciso acotar que el principal perjudicado es el sistema ambiental, que en este caso sería la ciudad de Oxapampa y su Reserva de Biosfera. A ello, se suma que, en este lugar, aún no existe un sistema formal de tratamientos de aguas servidas lo que origina que se dé vertimiento simple a los ríos cercanos. De este problema, no solo es partícipe las pequeñas industrias lácteas, sino, también, las actividades resultantes de lavados de automóviles o camales. En esta ciudad existe una deficiente infraestructura de drenajes pluvial, con un incorrecto manejo de las aguas negras, causado por la paralización de las obras de desagüe. Se conoce que existen zanjas abiertas que provocan acumulaciones de aguas servidas y negras, lo cual causa enfermedades para la población cercanas. Se ha observado que aún no se toma con seriedad el tratamiento para la evacuación de aguas servidas a los ríos, lo cual perjudica y afecta la calidad del agua (4).

En consecuencia, de lo mencionado, surge la importancia de realizar estudios e investigaciones, a fin de encontrar enfoques rentables y ambientalmente sostenibles que permitan un adecuado vertimiento del agua residual (3). Ya es de conocimiento

que la industria láctea es uno de los rubros más propensos a generar contaminantes, debido al gran consumo de agua que incluye. En consecuencia, se requiere conocer la forma del tratamiento de estas aguas residuales, antes de su eliminación o vertimiento, sobre todo en el presente caso, ya que podría tener consecuencias negativas con Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha (3).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué tratamiento se requiere para alcanzar calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué cantidad de contaminantes se descargan en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021?
- ¿Qué cantidad de contaminantes se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021, para alcanzar calidad de vertimiento?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el tratamiento para alcanzar calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de contaminantes que se descargan en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021.

- Determinar la cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021, para alcanzar calidad de vertimiento.

1.4. Justificación e importancia

Justificación práctica

El presente trabajo de investigación se justifica desde un ámbito social por el apoyo ambiental para la comunidad de Oxapampa, ya que se requiere promover la gestión de los ecosistemas, como herramienta de conservación de la Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha y el bienestar de su población. En este sentido, realizar un plan y experimento sobre el tratamiento de aguas es un impulso para la cultura ambiental que hace falta para que los lagos y ríos de este espacio sean protegidos y no estén propensos a la contaminación y desprotección ambiental.

Justificación teórica

Esta investigación, también, se justificó con la teoría relacionada al tratamiento de aguas residuales y la calidad de su vertimiento. Por tanto, aquellos conceptos fueron seleccionados de autores confiables y con un soporte ligado a la actualidad ambiental. Asimismo, los resultados del experimento sirven como aporte a la comunidad científica, pues se ven respuestas sobre si la cantidad de contaminantes supera los límites máximos permisibles para vertimiento desde la industria láctea.

Justificación metodológica

Por otro lado, la investigación se justifica, desde la metodología, porque se deja a disposición completa del lector los instrumentos metodológicos empleados para la recolección de información, desde el registro del procedimiento para conocer el proceso tratamiento de aguas residuales, hasta la ficha de observación relacionada a conocer la cantidad de contaminantes permisibles para vertimiento de aguas servidas a los ríos y lagos de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha.

Importancia

La investigación fue importante, porque las aguas residuales en la industria láctea se caracterizan por ser un problema constante debido a su abundancia y al alto riesgo de contaminación que proviene de la limpieza de los equipos y superficies, donde abunda una amplia variedad de material orgánico como grasas, aceites, nitratos, fósforo, y variabilidad de pH. Al realizar el tratamiento de las aguas en mención, a través de un proceso físico, químico, y biológico, se logrará un producto que pueda reutilizarse y que no represente un daño para la salud humana, por el contrario, pueda emplearse como medio de riego, en la ganadería, o producir biogás que se emplee como fuente de energía eléctrica.

1.5. Hipótesis y descripción de las variables

1.5.1. Hipótesis general

Con la aplicación de tratamiento biológico aeróbico, se alcanza significativamente calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La cantidad de contaminantes supera los LMP (Límites Máximos Permisibles) para vertimiento de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021.
- La cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea, dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha – 2021, es significativa y positiva para alcanzar la calidad de vertimiento.

1.6. Variables

1.6.1. Definición conceptual de la variable

Tratamiento de aguas residuales.

Es una serie de procesos que tiene como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos, para que el agua sea apta para riego o para entregarla a ríos, mares y lagos (5).

Calidad de vertimiento en agua residual.

Es la calidad en las aguas residuales descargadas en un cuerpo natural de agua continental o marítima (6). Las autoridades del agua brindan parámetros de calidad sobre el cumplimiento de los Estándares de calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permisible (LMP) (7).

1.6.2. Definición operacional de la variable

Tratamiento de aguas residuales.

El tratamiento de aguas residuales comprende diferentes técnicas, con el objetivo de eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua residual, ello con el fin de tenerla apta para el vertimiento en ríos, mares o lagos.

Calidad de vertimiento en agua residual

Es la calidad en las aguas residuales que se pueden descargar en un cuerpo natural de agua, para lo cual las autoridades del agua exigen el cumplir tanto de los Estándares de Calidad Ambiental como no sobrepasar los Límites Máximos Permisibles del agua tratada.

1.6.3. Operacionalización de las variables

Se muestra en la **Tabla 1** operacionalización de las variables que se estudiaron en la investigación.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
(VI) Tratamiento de aguas residuales	Proceso que tiene como -fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos, haciéndola apta para riego o para entregarla a ríos, mares y lagos (5).	El Tratamiento de Aguas Residuales comprende diferentes técnicas, con el objetivo de eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua residual, ello con el fin de tenerla apta para el vertimiento en ríos, mares o lagos.	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento mecánico - Tratamiento químico - Tratamiento de lodos - Tratamiento biológico - Tratamiento fisicoquímico
(VD) Calidad de vertimiento en agua residual	Es la calidad en las aguas residuales descargadas en un cuerpo natural de agua continental o marítima (18). Las autoridades del agua brindan parámetros de calidad sobre el cumplimiento de los ECA-Agua y los LMP (19).	Es la calidad en las aguas residuales que se pueden descargar en un cuerpo natural de agua, para lo cual las autoridades del agua exigen el cumplimiento de Estándares de Calidad Ambiental y no sobrepasar los Límites Máximos Permisibles del agua tratada.	<ul style="list-style-type: none"> - Estándares de calidad ambiental ECA - Agua - Límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes

1.7. Delimitación de la investigación

La investigación se desarrolló en la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha, entre los meses de octubre de 2021 y marzo de 2022, y que empleó información teórica del tratamiento de aguas residuales y los contaminantes del agua.

1.8. Limitaciones de la investigación

No se presentó ninguna limitación que perjudique la investigación que se planteó realizar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

En el año 2020, Lazo A. y Vilca Y. de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, realizaron la tesis “Tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria láctea mediante el proceso de electrocoagulación”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico (8).

La problemática del estudio se basó en el impacto ambiental que genera la industria láctea, sea por el gran consumo de agua, como por sus aguas residuales con sólidos suspendidos o contaminantes de turbidez. De esta forma, la empresa láctea “Ecolac Polobaya”, también, forma parte de la industria, con periodo de labor mayor a 08 horas al día. La mayor producción se presenta en el horario de 13:00 a 15:00 horas, lapso donde se genera el máximo número de efluentes, con un promedio de flujo en 180 lt/hora. Ante esta situación, el objetivo del estudio fue determinar la máxima eficiencia en el tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria láctea mediante el proceso de electrocoagulación.

Para esta indagación, se reconocen cualidades experimentales, específicamente, se basó en el diseño de una celda de electrocoagulación de distribución volumétrica y el empleo de un equipo reactor tipo Batch y un Multiparámetro Portátil HQ40d para las respectivas pruebas. Para ello las muestras recolectadas fueron de 10 litros, durante 05 semanas aproximadamente. En consecuencia, se pudo concluir con la realización del tratamiento del efluente de la empresa láctea usando la electrocoagulación. Se obtuvo una eficiencia del 95% sobre la remoción de los sólidos suspendidos y turbidez. Se pudo cumplir en lo específico al determinar la densidad de corriente adecuada ($116.7A/cm^2$). Asimismo, se consiguió una máxima diferenciación del pH desde 4.02 a 12.10.

En el año 2017, Apaza A., de la Universidad César Vallejo, elaboró la tesis “Uso de Microorganismos Eficaces en el mejoramiento de la calidad de aguas residuales de la Industria Láctea de Lima”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental (9).

El inconveniente ambiental competente al rubro lácteo es ser una industria que en su mayoría produce las 24 horas, a lo cual se suma la falta de conocimiento de los trabajadores respecto al tratamiento de sus aguas residuales. De esta forma, se empleó una planta anónima de lácteos que también forma parte de esta problemática, por lo cual se tomó de referencia para hacer las evaluaciones correspondientes. En este sentido, el objetivo del estudio fue mejorar la calidad de aguas residuales mediante microorganismos, lo que redujo los parámetros correspondientes. El agua debe cumplir con ciertos estándares para ser vertida al sistema de alcantarillado. La investigación fue de carácter experimental, además se desarrolló a nivel piloto, evaluando los resultados de 3 tratamientos con 3 repeticiones y el volumen de unidad del experimento, con concentraciones al 1%, 2% y 3%. A partir de los resultados de la indagación, se concluyó con la mejora en calidad de aguas residuales mediante el uso de Microorganismos Eficaces con una óptima concentración de 2% para 30 días. Asimismo, se redujo en 82% la demanda de oxígeno, 33% de nitrógeno amoniacal, 87% para Aceites y Grasas, y 64% respecto a sólidos suspendidos. Se pudo establecer una temperatura entre 16 °C y 22 °C (Ambiente) para el mismo lapso de 30 días.

En el año 2020, Apaza, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, realizó la investigación “Eficiencia de un sistema combinado para la remoción de carga orgánica de efluentes”, publicada en la Revista de Investigación y Cultura UCV (10).

La problemática se basó fundamentando que el lactosuero es uno de los principales residuos de la industria láctea, ello por la cantidad de carga orgánica hacia el ambiente cuando es desechado. Por ello, el objetivo del estudio fue describir la eficacia del sistema de electrocoagulación combinado en la separación de la carga orgánica respecto a los efluentes lácteos. Asimismo, la investigación presentó características experimentales y descriptivas, respecto a los procesos de análisis fisicoquímico, construcción del biofiltro y pruebas de electrocoagulación. En definitiva,

se concluyó evaluando la eficiencia de un sistema combinado de electrocoagulación, empleando un reactor Bach. Asimismo, el filtro biológico fue implementado con biomasa de *Acinetobacter spp*, *Bacillus spp*, *Streptococcus spp.* y *Lactobacillus spp*. Gracias a la electrocoagulación se pudo reducir, en más de 80%, la carga orgánica, además del trabajo del filtro biológico con un promedio de 1405 mg/L de DBO5. Por otro lado, el sistema de filtro biológico con recirculación alcanzó una remoción para la DBO5 del 89.8 %, la DQO del 89.7 % y un pH final de 7.37. Es decir, un sistema combinado es una adecuada alternativa para tratar aguas residuales lácteas.

En el año 2017, Chávez J., Rascón J. y Eneque A., de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, realizaron la investigación “Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla, Amazonas”, publicada en la Revista INDES (11).

Para el problema del estudio, se indicó que la propia población de Molinopampa ha incidido negativamente en la calidad de aguas del río Ventilla. Además, en Amazonas, las investigaciones relacionadas al tratamiento de aguas son escasas, pues se enfocan casi siempre en los ríos principales del departamento, como el Marañón. Por ello, por medio de esta investigación, se buscó analizar la calidad del agua de río Ventilla, con parámetros bacteriológicos y considerar que actividades afectan al río Ventilla de Molinopampa. Este informe se enfocó en los indicadores de bacterias, como con las coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF), *Escherichia coli* (EC), y enterococos fecales (EF), en el agua del río Ventilla, exactamente en la zona ganadera. Entre sus resultados se encontró que hay concentraciones grandes de las bacterias, mencionadas anteriormente, en el agua, esto a causa de las aguas residuales de la laguna de oxidación de dicha localidad, la ganadería en esa zona y los vertidos continuos de desechos de los vacunos al río. Se llegó a determinar que la cuenca analizada, en todo el recorrido de Molinopampa, está contaminada a causa de los vacunos que se encuentran por la zona y por las aguas residuales de una laguna de oxidación, lo que perjudica más al río, ya que tienen un gran nivel bacteriológico. Este hecho se hizo evidente por las concentraciones en las muestras. Pese a ello, el recurso

hídrico puede ser utilizado para bebida de animales, dentro de la categoría III, actividad que se dan en gran proporción en la zona.

2.1.2. Antecedentes internacionales

En el año 2016, Bravo D. y Henao Z. de la Universidad de América de Colombia, elaboraron la tesis “Desarrollo de una propuesta de mejora en el sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Lácteos Levelma, Cajicá - Colombia”, para obtener el título de Ingeniero Químico (12).

La problemática descrita indicó que la industria láctea emplea un gran porcentaje de agua potable en sus procesos. Se pudo detectar que la contaminación ocurre tanto de forma física, química y biológica, lo que impacta en el ambiente y entorno y se debe tratar. Por ello, la empresa de lácteos Levelma, también busca mejorar los parámetros respecto al afluente de su industria. Para cumplir con el objetivo del estudio, esta indagación presentó una metodología basada en 3 alternativas de tratamiento de aguas residuales de Levelma, por lo cual se empleó una matriz de selección Kepner & Tregoe. Mediante ello, se puede detectar el criterio de selección más viable, tomando en cuenta el costo, factibilidad, tiempo, eficiencia y operatividad.

Por último, se concluyó que se pudo seleccionar correctamente la alternativa con mayor viabilidad, para proseguir con el análisis experimental del sistema de tratamiento. Asimismo, se pudo establecer las condiciones correctas de operación y requerimientos según la normatividad vigente. Respecto al pre tratamiento, se optó por la homogenización de caudales y así reducir el pH y temperatura. Se usó una rejilla de cribado, con la cual se pudo retener un 62.5% de sólidos del afluente, y la retención hidráulica de las trampas de grasas aportó en gran porcentaje de las mismas. En lo concerniente al tratamiento primario se procedió con neutralización a base de NaOH y KOH, resaltando el último por los resultados. Seguidamente se realizó una prueba de jarras variando los coagulantes y floculantes, en la que sobresalió el coagulante orgánico L-1688 y el floculante L-1538. Gracias al tratamiento secundario que logró una eficiencia de 90%, se pudo remover gran parte de la DBO. Para finalizar, por los estudios de laboratorio, se logró con el pretratamiento y el tratamiento primario, se

cubrieron 7 de 9 parámetros necesarios; lo cual se subsanaría totalmente con el tratamiento secundario.

En el año 2016, Tirado D., Gallo L., Acevedo D. y Mouthon, J., de la Universidad de Cartagena Colombia, realizaron la investigación “Biotratamientos de aguas residuales en la industria láctea”, publicada en la Revista Producción + Limpia (13).

La problemática del estudio indicó que el vertimiento del agua sin tratar causa consecuencias económicas y sociales. Es común, para las empresas del rubro lácteo, tener que enfrentar problemas relacionados a la contaminación y tratamiento de aguas residuales, lo cual, en su mayoría, no es subsanado, justamente por inconvenientes de financiamiento. Para cumplir con los fines del estudio, se hizo una descripción y análisis bibliográficos sobre la composición de las aguas de procedencia láctea, así como los tratamientos aplicados a ellas, en el uso de sistemas biológicos. De ello se pudo detectar que el sistema de reactores UASB es uno de los más recomendado, en cuanto a tratamiento de aguas residuales con gran carga de materia orgánica. Se pudo concluir que lo más importante del tratamiento de aguas es la eliminación de moléculas más contaminantes al medio ambiente. Se resalta, también, el tratamiento biológico de digestión anaeróbica y lodos activados, por producir diferentes gases de energía, al alterar la materia. Asimismo, la aplicación de microorganismos eficientes genera una avanzada descomposición de la materia orgánica, en consecuencia, la mejora de las cualidades fisicoquímicas de aguas residuales. Ante ello, la digestión anaeróbica gana ventaja por el empleo de algas, coagulantes, con un alto grado de estabilización y poca biomasa en crecimiento.

En el año 2015 Santamaría, E., Álvarez F. Santamaría E.P. y Zamora M., de la Universidad Técnica de Ambato Ecuador, realizaron la investigación “Caracterización de los parámetros de calidad del agua para disminuir la contaminación durante el procesamiento de lácteos”, publicada en la Revista Agroindustrial Science (14).

En la investigación, recalcan la importancia del rubro agrícola y ganadero en la Provincia de Tungurahua. Se observó problemas de contaminación provenientes de

falta de tratamiento de aguas residuales, lo cual genera que el color y condiciones de agua no sean óptimos, ni para riego ni de forma potable. Para cumplir con el objetivo propuesto en el estudio, se llevó a cabo un estudio experimental, ya que se manipularon determinadas variables, buscando evidenciar qué efectos tienen en las variables dependientes. Se trabajó con 30 representantes de las empresas lácteas, a quienes se les encuestó respecto a la descarga incontrolada de aguas residuales y su tratamiento para ser desalojadas; asimismo, se obtuvieron muestras de las plantas. Se concluye que hay contaminación descontrolada por parte de estas aguas residuales, ya que no hay tratamiento fundamental, esto con los residuos de productos que desarrollan y de limpieza agravan la situación. Se confirmó estadísticamente que las aguas residuales del sector lácteo tienen un nivel alto de materia orgánica. Debido a ello, no se cumple con los parámetros de control en el TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria) y se evidenció así un gran impacto negativo al ambiente. Para minimizar el impacto ambiental, se deben utilizar plantas de tratamiento que disminuyan dichos valores, al mismo tiempo, el uso de detergentes biodegradables para la limpieza de equipos e instalaciones.

En el año 2016, Hernández J. de la Universidad Iberoamericana Puebla - México, elaboró la tesis “Propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos”, para obtener el grado de Maestro en Administración de la Empresa Industrial (15).

Esta tesis tuvo como finalidad desarrollar una propuesta para la implementación de una planta tratadora de residuos líquidos lácteos. En relación con la metodología, el autor menciona basarse en cinco ejes de levantamiento de información: ecologismo empresarial, economía ecológica, contabilidad ambiental, normatividad ambiental y desarrollo sustentable. Asimismo, se emplearon técnicas como la observación y el análisis documental. Para finalizar, se concluyó que se pudo describir la propuesta de implementación de una planta tratadora de aguas residuales de una empresa de lácteos de Xalmimilulco con un área de 40 m², de lo cual se empleó el tratamiento con reactores aeróbico y anaeróbico y un afluente a tratar de 15 L/s, respetando la normatividad vigente en México de las NOM y NMX. Para validar la

implementación con ecoeficiencia, se toma en cuenta la contabilidad ambiental, a fin de entender los costos y beneficios de la mejora, respecto a la gestión ambiental. La metodología empleada también permite a los administradores y directivos, cuantificar los perjuicios ecológicos de su rubro, sea por tecnologías sucias u obsoletas. Por otro lado, el estudio permite conocer los beneficios de los sistemas de ecoeficiencias, con la meta de aminorar el impacto ambiental.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Tratamiento de aguas residuales

A. Definición

Consiste en una serie de procedimientos que tienen como objetivo eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua residual, con lo que la convierten en apta para riego o vertimiento hacia ríos, mares y lagos. El agua residual la cual quiere la industria contiene agentes contaminantes y gérmenes, por lo cual es de responsabilidad ambiental evacuarlas de forma segura. Evacuar las aguas servidas no es una tarea sencilla, pues requiere de diferentes estudios y procesos (5).

B. Proceso

Pre Tratamiento

Previo a la aplicación del tratamiento, se procede a la recolección mediante el Sistema de Alcantarillado Público, que está conformado por nexos domiciliarios y cañerías de desagüe que, al final, terminan desembocados en los colectores que pueden encontrarse a una mayor profundidad del suelo. Los restos que se recolectan y son devueltos a los colectores de tamaños considerables son los que llevan el agua a las estaciones elevadoras y a las Plantas de tratamiento (5). Esta etapa se lleva a cabo para que ya no haya basura ni arena por decantación. Para ello, se requiere de una cámara de rejas acerada de limpieza manual. Se juntan los restos sólidos y, sobre ellos, se echa cal con el fin de impedir que las moscas abunden en el lugar (5).

Tratamiento Primario

El fin es lograr que los sólidos orgánicos sedimentales estén retenidos y sean digeridos por bacterias de tipo anaerobias hasta que se genere lodo estabilizado. Para extraerlo es necesario hacerlo desde los tanques *imhoff*, de manera continua y de forma hidráulica. A través de los lechos de secado que facilitan la percolación del lodo por drenes, el agua que se ha recolectado se dirige a un espacio en el que recircula a través del bombeo al ingreso de los desarenadores. Por otro lado, el residuo sólido es sometido a un proceso de deshidratación al sol por los dos lados, lo que lo dispone, después, como un potenciador de los suelos erizados (5).

Tratamiento Secundario

La finalidad de esta etapa es disminuir la carga orgánica a través del proceso de oxidación biológica y la aireación; después, se realiza la decantación de los sólidos ya formados, alejando los flóculos que se formaron por la gravedad. Apoyándose en los filtros percoladores circulares, que están hechos de un lecho de piedra y cuentan con ventilación natural en la superficie, se da forma a una biopelícula de bacterias saprotas naturales. Mediante los sedimentadores secundarios de forma circular, es que se pueden obtener los lodos de manera mecánica (5).

Desinfección

Se lleva a cabo aplicando el gas cloro, con el propósito de reducir la acumulación de organismos patógenos en el efluente, y, así, haya menos probabilidades de contraer alguna enfermedad (5).

Proceso de Disposición Final

La última disposición consiste en realizar un proceso en el que las aguas que ya fueron tratadas en sus respectivas plantas sean regresadas, limpias, a los cauces naturales. En zonas del interior, las aguas que fueron tratadas y desinfectadas antes se descargan en los ríos y acequias; de este modo, pueden ser empleados con seguridad para actividades relacionadas con el riego. En algunos lugares de la costa, se alojan mar adentro a profundidades muy amplias, en las que se diluyen de manera natural; con la salinidad del mar es que se culmina todo el proceso para reciclar las aguas de los residuos (5). Tipos de tratamiento en la industria láctea

El tratamiento de efluentes, por lo general, incluye métodos mecánicos, fisicoquímicos, químicos y biológicos.

Tratamiento mecánico

El tratamiento mecánico elimina los sólidos en suspensión de las aguas residuales. Los procedimientos mecánicos convencionales reducen insuficientemente la carga orgánica debido a la baja concentración de sólidos sedimentables en las aguas residuales de la industria láctea (16). Sin embargo, cuanto más rápido se tamizan las aguas residuales es mejor, debido a que se produce una menor biodegradación de Sólidos Suspendidos Totales (TSS) y un bajo aumento de Demanda Química de Oxígeno (DQO) soluble. Las grandes variaciones de los efluentes lácteos pueden provocar una inestabilidad de las instalaciones de tratamiento posteriores. Una compensación adecuada suavizará las fluctuaciones en el flujo, la carga orgánica, el pH y la temperatura. Además, neutralizará los agentes de limpieza residuales y destruirá por completo el exceso de oxidantes. En la práctica, un patrón de flujo de 24 horas a la carga más alta se puede manejar de manera efectiva mediante la ecualización del efluente durante, al menos, entre 6 a 12 h con una dimensión de la cuenca del 25% al 50% del volumen total del efluente (17).

Esta es la etapa preliminar del tratamiento de residuos lácteos y en esta se utilizan pantallas, cámara de arena, tanque de desnatado y tanque de sedimentación primaria o clarificador. Los materiales grandes que flotan en la naturaleza se eliminan mediante pantallas; de lo contrario, la materia puede bloquear las tuberías mientras se procesa el efluente. Las cámaras se utilizan para eliminar la materia inorgánica más pesada, como arena, arenilla, etc. Los tanques de desnatado tienen como finalidad la instalación para eliminar aceite, grasa, trozos de madera, pieles de frutas. El tanque de sedimentación, o clarificador, permite que la materia, a muy baja velocidad o en reposo en el tanque de sedimentación, se asiente en el fondo de este. El material recolectado en el fondo se conoce como lodo. Los lodos y los efluentes requieren un tratamiento adicional para que sean inofensivos (18).

Tratamiento químico

El tratamiento químico elimina principalmente coloides y contaminantes solubles de los efluentes del procesamiento de la leche. Incluye reactivo de oxidación o corrección de pH. Durante la reacción de las aguas residuales del queso con FeSO_4 y H_2O_2 , se elimina hasta el 80% de la grasa (concentración inicial de 1.93 g/L) (19). Los valores extremos de pH de las aguas residuales lácteas por debajo de 6.5 y por encima de 10 pueden aumentar la corrosión de las tuberías y ser muy perjudiciales para los ensamblajes microbiológicos en los procesos biológicos. Por lo tanto, deben corregirse para reducir los efectos secundarios. Si se utiliza una unidad de flotación por aire disuelto (DAF), entonces el control del pH es un paso necesario para lograr las condiciones óptimas de coagulante (6). Sin embargo, los coagulantes funcionan mejor a un pH ácido, lo que requiere un segundo ajuste de pH a un valor neutro antes del tratamiento biológico. Es muy adecuado para recolectar soluciones CIP utilizadas de forma independiente y verterlas constantemente durante toda la explotación de la planta de aguas residuales (17).

El tratamiento químico también se conoce como precipitación. Esta se realiza agregando material llamado floculante al agua residual y mezclado vigorosamente con agitadores. Este proceso precipita fosfato insoluble en forma de partículas muy finas y, luego, las partículas se agregan en flóculos más grandes. Las bandadas más grandes se depositan en las cuencas de sedimentación previa como lodo primario, donde un efluente claro se desborda hacia una cuenca para tratamientos biológicos. Las cuencas de sedimentación están equipadas con dispositivos que arrastran continuamente el sedimento hacia un sumidero y canalones oblicuos que llevan el agua de las capas superficiales clarificadas (18).

Tratamiento de lodos

Cada etapa de tratamiento genera lodos y esos lodos se recolectan en tanques de espesamiento a los que se agregan productos químicos para facilitar aún más la agregación de partículas sólidas. El lodo es un lodo homogéneo, prácticamente inodoro y de color oscuro. El lodo contiene una gran cantidad de material orgánico, por lo que tiene que descomponerse aún más para reducir el mal olor. Finalmente, se bombea a un digestor donde las sustancias orgánicas se descomponen en condiciones

anaeróbicas en metano y dióxido de carbono, una cantidad muy pequeña de gas hidrógeno, amoníaco y sulfuro de hidrógeno. El metano y el dióxido de carbono son componentes principales del digestor, que se pueden utilizar como combustible para calefacción. El lodo tiene un alto contenido de humedad del 94 al 97%. Por lo tanto, se deshidrata más eficientemente en una centrífuga decantadora que descarga una fase sólida de aproximadamente 1/8 del volumen original. El lodo deshidratado se puede utilizar como fertilizante o en vertedero o simplemente depositarse como residuo (7).

Tratamiento biológico

Uno de los métodos más fiables para la purificación de efluentes lácteos es la eliminación biológica. Dichos métodos pueden asimilar todos los componentes de las aguas residuales lácteas, pero en su mayoría utilizan compuestos solubles y pequeños coloides. Estos procesos no se han estudiado completamente. Además, debido a su potencial de adaptación ilimitado, se pueden utilizar conjuntamente en varias secuencias para cumplir con ciertos requisitos de biodegradación de componentes. El tratamiento biológico tiene dos ramas principales en función de las necesidades de oxígeno: procesos aeróbicos y anaeróbicos (17).

Tratamiento aeróbico: En los métodos de tratamiento biológico aeróbico, los microorganismos crecen en un ambiente rico en oxígeno para degradar los orgánicos en dióxido de carbono, agua y material celular oxidando la materia. Los sistemas de tratamiento aeróbico pueden incluir el proceso convencional de lodos activados, los contactores biológicos rotativos, los filtros percoladores convencionales, etc. (20)

Tratamiento anaeróbico: El tratamiento anaeróbico es básicamente para el tratamiento de aguas residuales de alta concentración mediante procesos biológicos. La digestión anaeróbica es un proceso mediante el cual se utilizan microbios en ausencia de oxígeno para la estabilización de materias orgánicas mediante la conversión en biogás (metano y biomasa de CO₂ y productos inorgánicos). El 5% de la carga orgánica en una corriente de desechos se puede convertir en biogás. (metano y dióxido de carbono) y el resto se utiliza para el crecimiento y el

mantenimiento de las células. Los reactores de proceso están cubiertos para evitar el atrapamiento de aire y la liberación de olores (20).

Tratamiento fisicoquímico

El tratamiento fisicoquímico destruye y reduce la grasa de la leche y los coloides proteicos en las aguas residuales de los lácteos. La eliminación de Aceite de Grasa y Grasa (FOG) es un problema importante en las plantas que producen leche sin desnatar, en la separación de leche y suero, en la producción de queso y mantequilla, así como en el embotellado de leche. La producción de leche desnatada rara vez crea estos problemas. La grasa animal es sólida a temperatura de ambiente, debido a los altos niveles de ácidos grasos saturados en su composición. La grasa de la leche no es una excepción. Este estado físico, combinado con la baja densidad de la grasa, permite su fácil remoción de la superficie de las aguas residuales. Si la unidad de equalización precede a la trampa FOG, una caída de temperatura aumentará el riesgo de acumulación alta de grasa en la parte superior del líquido. De lo contrario, la unidad de compensación debe tener un volumen suficiente para recolectar el flujo máximo de efluentes. En general, el equilibrio del flujo va seguido de la eliminación de FOG. El aumento de la temperatura de las aguas residuales puede reducir la capacidad de separación de grasas (17).

La flotación por aire disuelto es más eficaz porque reduce la carga orgánica a través de desestabilización de coloides de proteínas y grasas con coagulantes $Al_z(SO_4)_3$, $FeCl_3$ y $FeSO_4$ y floculantes. Sin embargo, este método requiere productos químicos sintéticos costosos que causan problemas ambientales y eliminan la materia soluble en menor grado. La espuma resultante es muy difícil de deshidratar y no se recomienda mezclarla con lodos activados. La escoria debe tratarse adecuadamente antes de su eliminación. Si los productos químicos inorgánicos y sintéticos se reemplazan por biopolímeros (carboximetilcelulosa (CMC) o quitosano), los lodos procesados se pueden utilizar como ingrediente de alimentos para animales. La coagulación natural en las aguas residuales de los lácteos se puede lograr con la aplicación de ciertas bacterias del ácido láctico. Estas bacterias fermentan la lactosa soluble en ácido láctico, que desnatura las proteínas de la leche en las aguas

residuales. En combinación con CMC, la DQO total se redujo en un 65 a 78%, mientras que se obtuvo una reducción del 49 a 82% cuando se utilizó quitosano. Con un valor inicial de 5 g/L de DQO, más de 0.01 g/L de proteínas y 0.7 a 0.8 g/L de azúcares, se eliminaron 75 > 90 y 10 a 25% de DQO, respectivamente (17).

C. Tecnologías avanzadas

Electrocoagulación (EC)

El proceso de electrocoagulación (EC) puede ser el proceso alternativo para el tratamiento de aguas residuales lácteas. La electrocoagulación es un proceso de electrólisis, que elimina los desechos orgánicos disueltos, la turbidez y la materia colorante al pasar corriente eléctrica a través del efluente utilizando un electrodo especial. El proceso ayuda en la eliminación significativa de partículas coloidales suspendidas (7). Sengil aprovechó el proceso EC para tratar la materia de desecho lácteo pasando corriente eléctrica a través del efluente mediante un electrodo especial. El proceso ayuda en la eliminación significativa de partículas coloidales suspendidas. Durante el análisis de los residuos, encontraron que las eficiencias DQO y la remoción de aceite-grasa eran del 98 y 99% en un tiempo de electrólisis de 7 y 1 min, respectivamente (21).

Adsorción

Entre los diversos métodos de tratamiento físico-químico, se ha descubierto que la adsorción es atractiva para la eliminación de compuestos orgánicos en las aguas residuales. Para el tratamiento de este tipo de aguas, entre otros tipos de adsorbentes, se utiliza mayoritariamente carbón activado. Aunque algunos otros también pueden usarse para el tratamiento de corrientes de aguas residuales y también son rentables para, por ejemplo, cenizas de cascarilla de arroz, cenizas volantes de carbón, etc. (7). El investigador Rao utilizó una combinación de carbón activado en polvo (PAC), junto con otros adsorbentes de bajo costo, para el tratamiento de las aguas residuales que emergen de los desechos lácteos. En comparación con otros adsorbentes que incluyen polvo de paja, fibra de coco, bagazo y cenizas volantes, el Policloruro de Aluminio

(PAC) ofrece una mejor eficiencia para reducir el contenido de sólidos totales. El autor Sarkar utilizó quitosano y otros coagulantes inorgánicos y posteriormente la adsorción de PAC como pasos de pretratamiento antes de someter las aguas residuales lácteas a procesos de separación por membranas (7).

Tratamiento de membranas

Los procesos de separación de membranas comunes son la microfiltración, la nanofiltración, la ultrafiltración, la ósmosis inversa y la electrodiálisis. Con estos métodos, es posible una recuperación de producto muy factible y el efluente producido es de alta calidad y se puede utilizar directamente. El tratamiento con membranas NF es una alternativa viable al tratamiento convencional por RO, porque puede operar a presiones más bajas, menor consumo de energía y mayores recuperaciones de permeado que RO (7). Frap P. informó la recuperación de lactosa y proteínas de la leche, así como la DQO y la reducción de la concentración iónica en las aguas de procesos lácteos (DQO inicial de 36.000 mg/L) utilizando sistemas de filtración dinámica de alta velocidad de cizallamiento con nanofiltración (NF) (22). Vourch recicló los residuos lácteos mediante tratamiento con ósmosis inversa hasta lograr una recuperación de agua del 90 al 95% con un flujo de permeado promedio de alrededor de 11 l / hm² (23).

2.2.2. Contaminantes de agua

A. Aguas residuales de productos lácteos

Las necesidades de agua son enormes. La mayor parte de las aguas residuales proviene de los procesos de fabricación. El agua contaminada, incluidas las actividades sanitarias, alcanza el 50 al 80% del agua total consumida en la fábrica de lácteos, mientras que el 20 al 50% restante es condicionalmente limpio. Se ha estimado que la cantidad de aguas residuales es de aproximadamente 2.5 veces mayor que el de la leche procesada en unidades de volumen. La cantidad y las características de las aguas residuales dependen, en gran medida, del tamaño de la fábrica, la tecnología aplicada, eficacia y complejidad de (CIP) métodos de limpieza en el lugar, las buenas prácticas de fabricación (GMP), etc. Sin embargo, la introducción de BPF puede

reducir el volumen medio mundial de aguas residuales de 0.5 a 37 a 0.5 a 2 m³ de efluente por m³ de leche procesada. Actualmente, la carga volumétrica diseñada es de 1 m³ de efluente por tonelada de leche elaborada (17).

En las plantas lecheras comúnmente se observan variaciones volumétricas intensivas de efluentes en el tiempo. Los cambios diarios y horarios son la consecuencia del lavado del equipo y los pisos como paso final en cada ciclo de proceso. Las variaciones estacionales pueden atribuirse a una mayor carga de plantas lecheras en verano que en invierno (24). Una forma de explicar la homogeneidad horaria es mediante coeficientes en el rango de 1.4 a 2.0. El coeficiente de desigualdad diurna depende del carácter estacional del procesamiento de productos lácteos, y varía de 1.5 para el trabajo de 2 y 3 turnos en verano a 2.6 para los turnos de invierno. La concentración real de contaminantes de efluentes lácteos varía, ampliamente, dependiendo del perfil y la capacidad de la empresa, la tecnología de producción, el tipo de equipo utilizado, el grado de reutilización de aguas residuales, la pérdida de materias primas, gestión de residuos, etc. Un factor importante en la carga volumétrica de las plantas de tratamiento de aguas residuales lecheras son las descargas inmediatas que se producen en la limpieza de camiones cisterna, tuberías o equipos al final de cada ciclo. En tales casos, los volúmenes de efluentes son superiores a los de la leche elaborada. En promedio, la descarga de aguas residuales es el 70% de la cantidad de agua dulce utilizada en la planta (17).

B. Categorías de aguas residuales lácteas

La amplia variedad de productos lácteos presupone la existencia de muchos tipos de aguas residuales. Sin embargo, se pueden esbozar tres categorías principales según su origen y composición:

Agua de procesamiento

El agua de procesamiento se forma en el enfriamiento de la leche en refrigeradores y condensadores especiales, así como en los condensados de la evaporación de la leche o el suero. El secado de la leche y el suero produce vapores que forman el efluente más limpio después de la condensación, aunque puede contener

sustancias volátiles, así como gotas de leche o suero de los evaporadores (25). En general, las aguas de procesamiento carecen de contaminantes y, después de un pretratamiento mínimo, pueden reutilizarse o descargarse junto con las aguas pluviales. La reutilización del agua es posible para instalaciones que no están en contacto directo con productos derivados. Las aplicaciones típicas incluyen la producción de agua caliente y vapor, así como la limpieza de membranas. El agua de la refrigeración de los productos durante la pasteurización después del último aclarado de las botellas y condensados generados en instalaciones de vacío de vapores secundarios pueden ser utilizados para la limpieza de habitaciones, irrigación del césped, etc. (17).

Aguas residuales industriales

El agua utilizada para la limpieza de equipos (CIP) se denomina agua residual industrial. La cantidad y concentración de aguas residuales dependen del tipo de producto, la capacidad y el diseño de las plantas de procesamiento. Este tipo de efluente generado es de naturaleza altamente inestable y biodegradable (7). Las aguas residuales de limpieza, generalmente, provienen de equipos de lavado que están en contacto directo con la leche o los productos lácteos. También, incluye derrames de leche y productos, suero, prensado y salmuera, efluentes CIP o mal funcionamiento del equipo e incluso errores operativos. Más del 90% de los sólidos orgánicos en los efluentes provienen de la leche y los residuos de fabricación: trozos de queso, suero, nata, agua de separación y clarificación, cultivos iniciadores, yogur, concentrados de frutas o estabilizantes. Estos efluentes se encuentran en grandes cantidades y están muy contaminados, por lo que requieren un tratamiento adicional (17).

Aguas residuales sanitarias

El agua residual sanitaria de alto volumen incluye gran cantidad de desechos orgánicos (constituyentes de la leche, proteínas, lactosa y grasa, etc.) e inorgánicos (incluyen fosfatos - utilizado como desfloculantes y emulsionantes en compuestos de limpieza), componentes de cloro (utilizado en detergentes y desinfectantes) y nitrógeno (contenido en agentes humectantes y desinfectantes), por lo que se dirige a

la planta de tratamiento de aguas residuales, con o sin haber sido previamente mezclado con residuos industriales (7). Las aguas residuales sanitarias se encuentran en los lavabos, duchas, etc. Las aguas residuales sanitarias tienen una composición similar a las aguas residuales municipales y generalmente se canalizan directamente a las obras de alcantarillado. Puede utilizarse como fuente de nitrógeno para efluentes lácteos desequilibrados antes de un tratamiento aeróbico secundario (17).

C. Fuentes de las aguas residuales lácteas

Además, los subproductos de los procesos de fabricación, como el suero, la leche y los permeados de suero, también se pueden agrupar por separado si se recogen individualmente de otras corrientes de aguas residuales. El principal contaminante en las aguas residuales del procesamiento de la leche es el suero debido a su alta carga orgánica y volumétrica. Representa aproximadamente el 85 al 95% del volumen de la leche y el 55% de los componentes de la leche (17).

El suero se compone de carbohidratos (4-5%), principalmente lactosa. Las proteínas y el ácido láctico ascienden a menos del 1%, las grasas a alrededor del 0.4% al 0.5%, mientras que las sales varían del 1% al 3%. El suero se produce, principalmente, en la fabricación de queso, y su volumen depende de la productividad de queso y el tipo de leche procesada - bovino, cabra, ovejas, etc. Sobre la base de los procedimientos de coagulación de la caseína de la leche, el suero se puede clasificar como suero de queso y segundo suero de queso. El suero de queso es un subproducto en la producción de queso duro, semiduro y blando, después de la adición de renina a la leche. La acción enzimática suave produce suero dulce con un pH = 6–7. El segundo suero de queso es un subproducto en la producción de requesón después de que la leche ha sido fermentada o cuajada con ácidos orgánicos o minerales. Debido a las fuertes condiciones ácidas, el suero desarrolla un sabor ácido, mientras que el valor de pH promedio rara vez excede 5. La literatura científica también discute el suero de caseína, cuya composición es muy cercana a la del segundo suero de queso. El suero dulce y ácido también difieren en el contenido de minerales y proteínas (17).

Durante la fabricación de queso, también se producen aguas residuales de suero de queso. Su volumen y composición cambian con respecto al tipo de queso elaborado, la tecnología aplicada, el tipo de leche y el medio ambiente. Las aguas residuales de suero de queso se originan en la adición de suero de queso excedente y segundo suero de queso a los efluentes del lavado. Sin embargo, su nivel de contaminación es menor que el del suero de queso (26). Los residuos de suero de queso son fuentes valiosas de diferentes compuestos (proteína, lactosa, elementos minerales) y se utilizan en la fabricación de diversos productos, como ácido láctico, proteína unicelular, levadura de panadería, cultivos iniciadores, bebidas de suero fermentado, enzimas, antibióticos, ácidos orgánicos, vitaminas, gomas alimentarias, entre otros. (17).

No obstante, debe tenerse en cuenta que el suero o la recuperación del suero da como resultado nuevos flujos de desechos que también deben ser tratados, aunque dichos efluentes están menos contaminados que el suero y su carga orgánica es comparable a otras aguas residuales lácteas. Los permeados de leche y suero son subproductos de la fabricación de queso que se producen durante la ultrafiltración de la leche y el suero, respectivamente. Su contenido de sólidos es menor y son ricas en compuestos solubles, más del 80% de los cuales es lactosa. Las aguas residuales de los lácteos se componen de componentes complejos. Conociendo la composición de la leche y los productos lácteos, podemos estimar mejor la carga de contaminantes de las aguas residuales. Aunque la fabricación de leche produce corrientes de residuos análogas a la pérdida de leche y productos lácteos, cada proceso produce un efluente único en volumen y composición (17).

D. Composición de las aguas residuales lácteas

Los efluentes del procesamiento de leche tienen un aumento de temperatura y grandes variaciones de pH, TSS, demanda biológica de oxígeno (DBO), DQO, nitrógeno total (TN), fósforo total (TP) y grasas, aceites y grasas (FOG). Existe poca información sobre la composición de los efluentes lácteos a escala industrial. Por lo general, las aguas residuales de los productos lácteos son de color blanco (el suero es de color verde amarillento) y tiene un olor desagradable y un carácter turbio (27). Con temperaturas anuales de 17 a 25 °C, los flujos de desechos lácteos son más cálidos que

las aguas residuales municipales (10 a 20 °C), lo que resulta en una degradación biológica más rápida en comparación con las plantas de tratamiento de aguas residuales. Las temperaturas medias de los efluentes industriales lácteos oscilan entre 17 y 18 °C en invierno y entre 22 y 25 °C en verano. Utilizando la ecuación de Arrhenius, se puede predecir que las tasas de biodegradación y el consumo de oxígeno serán 1.5 veces más altos en verano que en invierno. La temperatura de diseño de invierno de 15 °C se adopta para este tipo de aguas residuales debido a la utilización de agua caliente para el lavado y limpieza de equipos (17).

Un requisito crucial para el tratamiento biológico de las aguas residuales de los productos lácteos es su valor de pH entre 6 y 9. Las fábricas de leche y mantequilla tienen efluentes con una reacción activa cercana a la neutral (pH = 6.8 a 7.4). En las plantas donde se descarga una cierta cantidad de suero, el pH del efluente se reduce por debajo de 6.2. En la fabricación de queso, el suero dulce es ligeramente ácido, con un pH de 5.9 a 6.6, mientras que la coagulación de ácidos minerales produce un suero ácido con un pH de 4.3 a 4.6 (17). El fuerte aumento en el pH a corto plazo del flujo total de hasta 10–10.5 es atribuible a la descarga de soluciones de limpieza alcalinas. La exposición prolongada de las aguas residuales a condiciones anaeróbicas (en la red de alcantarillado con sumideros) provoca la acidificación del líquido por fermentación del ácido láctico que conduce a una disminución del pH (28).

Aunque las aguas residuales de los productos lácteos tienen bajas concentraciones de sólidos sedimentables, pueden obstruir las tuberías de alcantarillado. La mayor parte de la suspensión entra en la etapa inicial de limpieza del equipo. La mayor parte del sedimento (90%) de materia orgánica suele ser de origen proteico, a saber, partículas de procesamiento de leche sólida (trozos de queso, leche coagulada, queso, finos de cuajada, película de leche o agentes aromatizantes, entre otros.) y otras impurezas (tierra o arena) que ingresan al sistema de alcantarillado durante el lavado o empaquetado del equipo (29).

La formación de depósitos de proteínas y grasas en el interior de las tuberías requiere una limpieza periódica con preparaciones químicas o bacterianas adecuadas. La mayor cantidad de sólidos totales (TS) se ha informado en el suero, con

una cantidad insignificante de volátiles. Las grasas en los efluentes de la industria láctea se encuentran en cantidades mínimas en forma de emulsiones con un diámetro de gota de 1 a 10 μm . Durante la homogeneización, el tamaño de los glóbulos de grasa de la leche se reduce a 1 o 2 μm . La emulsión estable obtenida, al pasar a los efluentes lácteos, afecta al sistema mecánico de tratamiento de aguas residuales debido a su difícil separación. Por lo tanto, las grasas que quedan en las aguas residuales del suero de queso pueden producir una flotación no deseada, lo que resulta en el lavado de los lodos activos durante los procesos biológicos (17).

En la producción de productos ricos en grasas (nata, crema agria y mantequilla), se extraen, de la leche, glóbulos de grasa más grandes, debido a su coalescencia y agrandamiento, así como a la degradación de la cáscara proteica. Por ello, las impurezas grasas en las aguas residuales de estas producciones son significativamente diferentes en tipo y concentración y su eliminación por sedimentación es más eficiente que en otros efluentes lácteos. La concentración de FOG, en las aguas residuales de las plantas lácteas especializadas en la producción de productos ricos en grasas es de 0.2 a 0.4 g/L, aunque se tienen datos de valores más altos (hasta 2.88 g/L en una fábrica de mantequilla). En las aguas residuales de otras plantas lecheras, no suele superar los 0.1 g/L (28).

Tabla 2

Composición de los efluentes del procesamiento de la leche

Efluente de procesamiento de leche	Reacción activa (pH)	y (g/L)							
		DBO ₅	DQO	FOG	TS	TSS	TN	TP	Alcalinidad como CaCO ₃
Lácteos mixtos	4–11	0.24–5.9	0.5–10.4	0.02–1.92	0.71–7	0.06–5.80	0.01–0.66	0–0.6	0.32–1.2
Recepción de leche	7.18	0.8	2.54	1.06	–	0.65	–	–	–
Lácteos / aguas residuales = 7:3	9.1±6.7	1.08–2.81	2.04–4.73	0.24–0.29	–	0.53–1.13	–	0.02–0.03	–

Lecha fluida	5–9.5	0.5– 1.3	0.95– 2.4	–	–	0.09	–	–	–
Yogur	4.53	–	6.5	–	–	–	–	–	–
Manteca	12.08	0.22– 2.65	8.93	2.88	–	0.7– 5.07	–	–	–
Helado	5.1–6.96	2.45	5.2	–	3.9	3.1	–	0.014	0.22
Queso	3.38–9.5	0.59– 5	1– 63.3	0.33 –2.6	1.92– 53.2	0.19 –2.5	0.018 –0.83	0.005 –0.28	–
Queso cottage	7.83	2.6	17.65	0.95	–	3.38	–	–	–
Suero de queso Suero de queso duro	5.8	9.48	73.45	0.99	–	7.15	–	–	–
Suero de queso blando	5.35	26.77	58.55	0.49	–	8.31	–	–	–
Suero de requesón	4.5	–	79	–	68	–	2	–	–
Aguas residuales de suero de queso	4.6	35	–	0.8	–	–	–	0.64	–
Efluente de procesamiento de suero	5–9	0.59– 1.21	1.07– 2.18	–	–	0.08	–	–	–
Permeado de leche	5.55– 6.52	–	52.94 – 57.46	–	11.61 – 15.39	1.94 – –3.4	0.3– 0.4	0.35– 0.45	2.5

DBO₅=demanda biológica de oxígeno durante 5 días, DQO=demanda biológica de oxígeno durante 5 días, FOG=grasa y aceite, TS=sólidos totales, TSS=sólidos suspendidos totales, TN=nitrógeno total, TP=fósforo total

Nota: Recuperado de “General Characteristics and Treatment Possibilities of Dairy Wastewater”, Kolev, A (17).

Debido a su alto contenido orgánico, representado principalmente por carbohidratos de rápida asimilación y proteínas y lípidos lentamente degradables, las aguas residuales lácteas se caracterizan por tener valores altos de DBO y DQO que varían de 0.1 a 100 g/L. Se sabe que existe una relación directa entre la DBO final de 20 días (DBO_u) y los valores de DQO en las aguas residuales de la industria láctea (17). Debe tenerse en cuenta que tal conexión lógica no puede establecerse entre una DBO de 5 días (DBO₅) y DBO_u, y entre DBO₅ y COD. Por tanto, el valor de DBO₅ de los flujos de residuos lácteos no es un indicador objetivo de contaminación orgánica (28). Sin embargo, muchos autores utilizan el valor de DBO₅ de las aguas residuales

de lácteos en la relación DBO_5 / DQO . Para los efluentes lácteos, esta relación varía entre 0.4 y 0.8. Sin embargo, debe determinarse por separado en cada caso particular y, dado que las aguas residuales de los productos lácteos son industriales, el análisis de DBO debe realizarse con consorcios microbianos seleccionados, en lugar del material de siembra tradicional, para lograr resultados fiables (17).

Se ha informado que las concentraciones más altas de DQO y DBO_5 del suero se encuentran entre 60 a 80 y 30 a 50 g/L, respectivamente. Aproximadamente, el 90% de la carga de DBO y DQO es causada por lactosa, mientras que la eliminación de proteínas contribuye solo a alrededor del 12% de la reducción de DQO del suero. La alta solubilidad de lactosa aumenta la parte de DQO soluble, que se elimina principalmente por unidades biológicas. Al igual que el suero, la leche y los permeados del suero tienen una alta carga de DQO, porque son ricos en lactosa, lo que excluye la posibilidad de una descarga directa en los cuerpos de agua (30). Las aguas residuales del suero de queso también tienen mayores concentraciones de materia orgánica, cuyos valores varían significativamente: 0.8 a 77 g/L de DQO y 0.6 a 16 g/L de DBO_5 . La menor concentración de lactosa reportada se debe a la fermentación en condiciones anaeróbicas que conduce a un pH inicial más bajo y precipitación de caseína y producción de olor a partir del ácido butírico obtenido (27).

El análisis de DBO que lleva mucho tiempo requiere la aplicación de métodos más rápidos que determinan la materia orgánica digestible aeróbicamente en las aguas residuales de los lácteos. Muchos autores muestran que el fraccionamiento de DQO combinado con el cálculo de la tasa de absorción de oxígeno respirométrico es un buen método alternativo para la determinación de la biodegradabilidad de las aguas residuales. Sin embargo, los resultados se obtuvieron solo para las aguas residuales mixtas de productos lácteos, mientras que la información sobre los procesos de fabricación únicos es insuficiente. El cálculo del carbono orgánico total (COT), también, incluye las fracciones de carbono orgánico. Proporciona resultados inmediatos y se puede utilizar para mediciones en línea. Sin embargo, la relación TOC-BOD debe estimarse primero. No hay datos científicos disponibles para la aplicación

de TOC en línea o la relación TOC-BOD en el tratamiento de aguas residuales de lácteos (17).

El contenido total de nitrógeno, en las aguas residuales de las lecherías urbanas, las plantas lácteas y de mantequilla, es del 42% al 6% y el de las queserías es del 3.7% de la DBO₅. La concentración de fósforo se encuentra en el rango de 0.6 a 0.7% de la DBO₅. Los valores de TN y TP informados demuestran un mayor riesgo de eutrofización en los receptores de agua. Sus concentraciones son suficientes para los procesos normales de tratamiento biológico y el respectivo crecimiento de bacterias involucradas en la oxidación de las impurezas de las aguas residuales lácteas. Sin embargo, los efluentes de queso carecen de nitrógeno para un tratamiento biológico aeróbico adecuado debido a la siguiente relación C / N / P de aprox. 200: 3.5: 1, pero se puede tratar fácilmente de forma anaeróbica. Durante el tratamiento biológico de las aguas residuales de las queserías, la nitrificación es menos intensa que en otras instalaciones de tratamiento de aguas residuales de la industria láctea debido a la menor relación DBO₅ / N (17).

Los efluentes lácteos se caracterizan por una alcalinidad muy baja (aproximadamente 2.5 g/L expresados como CaCO₃ en el permeado de la leche), lo que genera un potencial de acidificación rápida y un aumento de los costes de los reactivos para el mantenimiento del pH durante la purificación (30). La alta salinidad de los efluentes lácteos industriales provoca un aumento del contenido de sólidos en suspensión no volátiles en los lodos primarios y secundarios. Las impurezas inorgánicas en las aguas residuales lácteas están representadas por iones de Na⁺, K⁺, Ca²⁺ y Cl⁻, con sus mayores cantidades en la producción de queso y requesón (0.46–10%), principalmente NaCl y KCl (> 50%) también. como Ca₃(PO₄)₂, donde se agrega sal por adelantado. Cantidades elevadas de Ni⁺ indican la aplicación de agentes de limpieza alcalinos en las fábricas de leche. La cantidad de Ca²⁺ en el suero ácido es el doble que en el suero dulce (27). La presencia de cloruros en las aguas residuales de los lácteos se debe a la adición de sal en la producción de salmuera y licores de enfriamiento, y la concentración de Cl⁻ en el agua dulce y la leche. La concentración de Cl⁻ en las aguas residuales de los productos lácteos alcanza 0,8–1 g/L, pero el rango de valor promedio es de 0.15–0.2 g/L (17).

Aditivos de limpieza

Se debe tener en cuenta la contaminación adicional de las aguas residuales debido a las soluciones de limpieza utilizadas, aditivos y otros productos que ingresan a las tuberías de drenaje (28). Los métodos CIP producen corrientes de aguas residuales en intervalos de tiempo de 12 o 24 horas, mientras que se utilizan desinfectantes si la fábrica de productos lácteos ha estado cerrada por más de 96 h. Por lo tanto, el pH de las aguas residuales cambiará ampliamente según el programa de limpieza aplicado. Diferentes soluciones químicas se pueden usar de acuerdo con el tipo de instalación, la dureza del agua, entre otros. Los agentes limpiadores aplicados en los procedimientos CIP afectan principalmente al pH del efluente (ácidos minerales y orgánicos), con lo que contribuye menos del 10% a la DBO₅ y carga de DQO y cantidades crecientes de agua para limpieza y desinfección (hasta un 30% del caudal total de agua). La mayoría de los productos químicos aplicados son muy tóxicos para los microorganismos en las unidades de tratamiento secundario (17).

El NaOH y el HCl aumentan la escala mineral, mientras que el HNO₃, los tensioactivos de amonio cuaternario y los detergentes que contienen H₃PO₄ y P influyen en la carga de TN y TP, lo que conduce a una eutrofización acelerada del medio ambiente si no se trata de manera adecuada. Debido a los problemas ambientales mencionados anteriormente, la tendencia es aplicar más HNO₃, en lugar del menos deseable, H₃PO₄, aunque este último es un limpiador mejor cuya aplicación no se reducirá en el futuro. Las soluciones de limpieza utilizadas en los procedimientos CIP están calientes (64–82 °C), lo que provoca un aumento de temperatura en los efluentes resultantes. Se aplican oxidantes fuertes o blanqueadores (NaOCl y ClO₂) para desinfectar instalaciones. Los agentes blanqueadores que contienen Cl pueden producir organoclorados peligrosos que contaminan los efluentes lácteos. Las enzimas y los tensioactivos son los productos químicos preferidos para la limpieza de superficies frías y causan menos problemas ambientales negativos (25). En dosis menores, también, se pueden encontrar las siguientes sustancias: NH₃, Na₃PO₄, HCl, HOCH₂COOH, Na₂SiO₃, aceite hidráulico, propilenglicol, emulsionantes, agentes antiespumantes, azida sódica y cloranfenicol (17).

2.2.3. Calidad de agua

A. Definición

Según la UNESCO, es un factor que determina que los recursos hídricos estén disponibles, esto porque la contaminación de las fuentes de agua está en la capacidad de limitar algunos usos que se les da. Los vertidos del agua residual aumentados, junto con la escorrentía de tierras agrícolas y las aguas residuales industriales tratadas de manera incorrecta, hicieron que la calidad de agua de todos los rincones del mundo se vea perjudicada (31).

En algunos lugares de la sierra del Perú, se ha hecho seguimiento a los ríos contaminados. Los casos que presentaron mayores problemas fueron los ríos de las cuencas del Mantaro, Huallaga y Hualgayoc, entre otros. De igual manera, también se han considerado a las aguas contaminadas de algunos lagos y lagunas, como el caso del lago de Junín y el reconocido lago Titicaca. Las empresas dedicadas al rubro del aceite y harina de pescado fueron las que más contaminaron las zonas marinas costeras, además del mar, las playas, incluso el aire. En el caso de la selva, también se identificó contaminación en algunos ríos, a raíz de la extracción de petróleo y aurea, así como por el narcotráfico (31).

B. Contaminación del agua

Se considera que existen muchos efectos, a raíz de la contaminación de los recursos hídricos, que tienen efecto directo en la salud de los pobladores, quienes deben gastar más dinero en sus curaciones de las enfermedades que adquirieron a través del agua. Además, se considera que, al contaminarse el agua, aumentan los costos de operación por el tratamiento de las aguas que serán empleadas en el consumo humano, lo cual, además de alta morosidad en los pagos, genera pérdidas en las empresas de saneamiento y causa conflictos de índoles social debido a la contaminación. Este hecho limita su uso para regar y para consumir y genera, a su vez, pérdidas de oportunidad en la exportación de productos que son consumidos de modo directo (31).

Tabla 3

Causas y efectos del elevado nivel de contaminación de los recursos hídricos

Causa directa	Efecto directo
Descargas de aguas residuales sin tratamiento o tratamiento deficiente	Afectación a la salud de la población
Incumplimiento de marco regulatorio ambiental	Conflictos por la contaminación de los recursos hídricos
Pasivos ambientales y disposición inadecuada de residuos sólidos en cauces	Incremento de costos operativos por tratamiento de agua
Actividades ilegales sobre uso del recurso hídrico	Pérdida de oportunidad de exportación de productos de consumo directo por baja calidad

Nota: Recuperado de “Calidad del agua”, Bauer et. Al, (31)

C. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - Agua

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) designados para el agua son aplicados como una referencia fundamental para que se diseñen y empleen los instrumentos de gestión del ambiente, siendo establecidos sobre la base de los siguientes puntos (32).

- a. Los indicadores relacionados a la contaminación que caracteriza al afluente o a la actividad productiva, de servicios o extracción.
- b. Las condiciones de la naturaleza, característicos de la calidad ambiental de las aguas de la superficie que no tuvieron modificaciones por el hombre.
- c. Los rangos de los cuerpos en el agua, los cuales brindan datos sobre las sustancias o factores físicos, biológicos o químicos presentes, siendo naturales o antrópicos.
- d. Las afecciones de descargas en las áreas aledañas, considerando al impacto ambiental por acumulación y sinergia que se encuentran en las aguas arriba y debajo del descargado del efluente, los cuales tienden a impactar en el estado de la calidad del ambiente de los elementos del agua donde es llevado a cabo la actividad.

Verificación de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla

En aguas donde se vierten aguas previamente en tratamiento, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de estos parámetros, ello fuera de la zona del mezclado. Esta zona tiene, en su interior, el volumen de agua en el receptor donde se realiza la dilución de procesos como la dispersión y la hidrodinámica. No se toman en cuenta aspectos como la sedimentación, el decaimiento de bacterias, la precipitación de los químicos. En el análisis de los instrumentos para la gestión, las autoridades toman en cuenta estos ECA para agua fuera del área del mezclado, en los aspectos que se relacionan a la contaminación, que son característicos del efluente de la actividad o proyecto.

D. Vertimiento de aguas residuales tratadas

Es la descarga de las aguas residuales con tratamiento previo en aguas naturales. Son excluidas las que vienen de equipos navales y naves (33). La Autoridad Nacional del Agua (ANA) dio autorización para que se viertan las aguas residuales con tratamiento en aguas naturales de acuerdo con los ECA. Se prohibió que se den vertimientos sin autorizaciones previas. Si este vertimiento de aguas tratadas afecta a las aguas naturales y la vida acuática que contienen, de acuerdo a los ECA y estudios con sustento científico, esta autoridad debe de contar con normas adicionales que reduzcan o eliminen el peligro de vulnerar a la calidad de agua y considerar tecnologías superiores e incluso llegar a suspender las autorizaciones. Si este vertido afecta a la salud de los pobladores de una localidad, debe de suspenderse toda autorización brindada (34).

Autorización de vertimiento

El vertido de las aguas residuales en fuentes naturales debe de contar con una autorización. Para ello, debe tener un instrumento ambiental avalado por las autoridades respectivas, donde se encuentran los siguientes aspectos (Términos de autorización para verter las aguas residuales con tratamiento) (35).

La Autoridad Nacional del Agua brindará autorización cuando:

- Estas aguas hayan sido tratadas, permitiendo que se cumplan los LMP.

- Los ECA no deben de ser transgredidos en el cuerpo de los receptores, de acuerdo a lo dictado por el Ministerio del Ambiente para que se realice su aplicación.
- Las condiciones del receptor puedan purificarlo.
- No se dañe la calidad o cantidad del agua.
- No se causen daños en la conservación de la vida acuática.
- Exista un instrumento que la autoridad respectiva lo haya autorizado.
- El lanzamiento submarino o acuático, con tratamiento no dañe al ambiente y las actividades que se realizan en ella.

La Autoridad Nacional del Agua dictará las disposiciones complementarias sobre características de los tratamientos y otras necesarias para el cumplimiento de la presente disposición.

E. Límites Máximos Permisibles

Es una medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan las emisiones, que, cuando se superan, provocará o podrá causar daños a la salud, el bienestar humano y el medio ambiente. El Ministerio del Ambiente (MINAM) y las organizaciones que integran el sistema de gestión ambiental pueden hacer cumplir su cumplimiento de acuerdo con la ley (36).

Tabla 4

Límites máximos permisibles para los efluentes vertidos a cuerpos de agua

Parámetro	Unidad	LMP
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10000
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

Nota: Recuperado de “D. S. N° 003-2010-MINAM”, (36)

2.3. Definición de términos básicos

- Calidad del agua

Es un indicador que determina la disponibilidad de los recursos hídricos. Esto se debe a que la contaminación de estos recursos limita varios de los usos que se les da comúnmente (31).

- Contaminación del agua

Acción que tiene un impacto negativo en la salud y calidad de vida de los pobladores, los cuales invierten una gran cantidad de recursos económicos para curar las enfermedades adquiridas por la contaminación del agua (31).

- Estándares de Calidad Ambiental

Corresponden a una referencia muy importante en el diseño y el uso de instrumentos para la gestión del ambiente. Estos son establecidos considerando los siguientes puntos (32).

- Límites Máximos Permisibles

Consisten en la cuantificación del nivel o grado de sustancias químicas, o parámetros físicos que poseen las emisiones y, en caso estos se superen, se producirán daños a la salud y el medio ambiente (36).

- Tratamiento de aguas residuales

Se define como un conjunto de procesos ejecutados con el fin de suprimir los contaminantes del agua residual. Posteriormente, esta última podrá ser apta para el riego o la descarga en los mares, ríos y lagos (13).

- Tratamiento mecánico

Suprime los sólidos suspendidos en las aguas residuales. Los de tipo mecánico convencional reducen la carga orgánica de manera insuficiente, dado que presentan una baja concentración de sólidos sedimentables (14).

- Tratamiento químico

El tratamiento en cuestión suprime contaminantes solubles y coloides de los efluentes del procesamiento de la leche. Este a su vez contiene reactivo de oxidación y una corrección de pH (17).

- Tratamiento de lodos

Los lodos se producen en cada etapa de tratamiento, los cuales son recolectados en tanques de espesamiento. Posteriormente, se adicionan productos químicos para simplificar el agregado de partículas sólidas (19).

- Tratamiento aeróbico

Consiste en el crecimiento de los microorganismos en un ambiente con un elevado contenido de oxígeno que degradan las sustancias orgánicas en agua, dióxido de carbono, y material celular, mediante la oxidación de la materia (20)

- Tratamiento biológico

La eliminación biológica representa uno de los procedimientos más confiables para la limpieza de efluentes lácteos. Este tratamiento puede asimilar los elementos integrantes de las aguas residuales lácteas (15).

- Tratamiento fisicoquímico

Este tratamiento disminuye y elimina la grasa de la leche y los coloides proteicos contenidos en las aguas residuales de los lácteos (15).

- Vertimiento de aguas residuales tratadas

Se refiere a la liberación aguas residuales con un tratamiento inicial en aguas naturales. Se descartan aquellas que provienen de naves y equipos navales (33).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcance de la investigación

3.1.1. Método

Según Bernal, el método científico conforma un conjunto de procedimientos y técnicas necesarias para dar solución a un problema de investigación (37). De esta forma, la investigación empleó diversos procesos experimentales relacionados al tratamiento de aguas residuales con el fin de dar solución a la obtención de una calidad óptima de vertimiento para una reserva natural.

3.1.2. Nivel

Hernández, Fernández, & Baptista, indican que los estudios de alcance explicativos tienen como fin responder a las causas de los eventos y fenómenos. Es decir, explicar el porqué ocurre un fenómeno, la dependencia y, obviamente, las condiciones (38). En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo determinar un tratamiento adecuado para reducir los contaminantes y alcanzar calidad de vertimiento en agua residual láctea.

3.1.3. Tipo

La presente investigación fue de tipo aplicada. Lino J. menciona que este tipo de estudio está basado en las teorías previas, y depende de ellas para su desarrollo (39). Por ello, para la indagación, la recopilación de información fue muy importante. De esta manera, se seleccionó teoría y conceptos confiables, ligados al tratamiento de aguas residuales y la calidad de agua y vertimiento.

3.2. Diseño de la investigación

Según Hernandez, Fernandez & Baptista, un diseño experimental implica manipular intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas), para luego analizar sus consecuencias en la variable dependiente (supuestos efectos o varianza). En pocas palabras, este diseño busca descubrir influencias o un posible efecto (38). De esta forma, para la presente investigación, se tuvo que implementar un

tipo de tratamiento de aguas residuales, a pequeña escala de muestra. Ello tuvo como efecto, una posible mejora en la reducción de contaminantes y calidad óptima de aguas residuales para el vertimiento.

De forma específica, el diseño cuasiexperimental es un plan de trabajo que tiene como objetivo estudiar el impacto de los procesos de procesamiento y / o cambio sin asignar sujetos o unidades de observación según criterios aleatorios (40).

M1 \longrightarrow O1_{XYZ}

M2 \longrightarrow O2_{XYZ}

Asimismo, para la presente investigación, se siguió una serie de procesos relacionados al proyecto de tratamiento para el vertimiento de aguas residuales de una industria láctea:

1) Determinación del caudal máximo de aguas residuales tratadas vertidas

Tabla 5

Caudal máximo de las aguas residuales industriales

Generación de aguas residuales	8,75	L/Litro de lecha
Litros de leche procesado anualmente	12 000 000	L/año
Producción de aguas residuales	105 016 320	L/año
Cantidad de horas anuales	2112	horas/año
Generación de aguas residuales	13,81	L/s

Nota: Recuperado de “Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua”, ANA (41).

2) Determinación de la lista de parámetros por evaluarse

- Aceites y grasas
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO5)
- Fósforo (los ECA-Agua categoría 3 consideran los fosfatos)
- Nitrógeno (los ECA-Agua categoría 3 consideran los nitratos)
- pH variable.

3) *Determinación de las concentraciones máximas*

Las características de las aguas residuales mezcladas son determinadas mediante el balance de masas correspondientes al agua residual industrial y doméstica.

$$\text{CAR mezcla} = \frac{(\text{CAR ind.} \times \text{QAR ind.}) + (\text{CAR domé.} \times \text{QAR domé.})}{(\text{Q AR ind.} + \text{QAR domé.})}$$

Tabla 6

Concentraciones máximas en las aguas residuales mezcladas no tratadas

Parámetros	Características de las aguas residuales industriales y domésticas mezcladas				
	Caudal AR Industriales (l/s)	Concentración AR Industriales (mg/l o NMP/100 ml)	Caudal AR Domésticas (l/s)	Concentración AR Domésticas (mg/l o NMP/100 ml)	Concentración AR Mezcladas (mg/l o NMP/100 ml)
Coliformes termotolerantes	13,81	0	0,43	1,0-10	3,0 10
Fosfatos	13,81	284	0,43	15	276
Nitratos	13,81	0	0,43	0	0
Nitrógeno amoniacal	13,81	1 111	0,43	100	1081
DQO	13,81	48 592	0,43	500	47140
DBO5	13,81	6 000	0,43	250	5826
Aceites y grasas	13,81	814	0,43	50	791
pH	13,81	2-11	0,43	7-9	2-11
Oxígeno	13,81	0	0,43	0	0

Nota: Recuperado de “Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua”, ANA (41).

4) *Eliminación de los residuos sólidos contenidos en el efluente*

Se desarrollaron los sistemas de tratamiento primario (criba media y desarenador) que permitieron eliminar los residuos sólidos, la materia flotante persistente y el material sedimentable contenidos en las aguas residuales antes de la

descarga al cuerpo natural de agua. Asimismo, el proceso adecuado que se llevó a cabo fue la Electrocoagulación (EC) con las siguientes características:

- Electrólisis con electrodo
- Partículas coloidales suspendidas
- Eficiencias DQO y la remoción de aceite-grasa
- Tiempo de electrólisis

3.3. Población y muestra

Según Sánchez, Reyes, & Mejía, la población es un conjunto de elementos con cualidades similares. Estos integrantes pueden ser objetos o personas, y sus características son relacionadas al área específica (42). De esta manera, la población para el estudio fue el conjunto total de aguas residuales (industriales y domésticas), de las cuales se tomó una muestra de 10 Lt. para el experimento respectivo sobre el tratamiento y reducción de contaminantes (Véase anexo 7. Panel fotográfico de la recolección de la muestra).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En lo que concierne a las técnicas que se emplearon para recolectar las muestras y caracterizar los equipos que se utilizaron, se describen, a continuación;

- **Técnica de revisión y análisis documental**

Se obtuvo información de distintas fuentes como libros, tesis, artículos científicos, etc.

- **Técnica de Observación**

Según de Espinoza (43), la observación se define como el estudio de un evento de interés que se basa en la recepción de estímulos que permiten captar datos a través de los sentidos. Sobre la base de ello, se realizará la observación de las muestras de aguas residuales, para llevar a cabo el posterior experimento del tratamiento y reducción de contaminantes.

- **Técnica in situ o de laboratorio**

Se tomó las muestras, antes y después del tratamiento, y se enviaron al laboratorio acreditado. El certificado de calibración de los equipos utilizados en el laboratorio puede apreciarse en el anexo 5.

A continuación, se detalla el procedimiento del tratamiento:

1. Muestreo de las aguas residuales industriales

El presente trabajo tuvo como finalidad alcanzar calidad de vertimiento, para lo cual se montó un sistema de depuración de aguas residuales industriales a escala laboratorio. Dicho sistema está compuesto por un reactor MBBR con sus respectivos soportes de relleno (soporte de material plástico con poca densidad para así poder facilitar el movimiento dentro del reactor).

✓ Toma de muestra para primer análisis:

La prueba para el primer análisis dentro de la metodología trabajada es considerada prueba de control, debido a que fue tomada antes de cualquier tratamiento, la muestra consistió de 1L para cada análisis correspondiente (DBO y SST). Los materiales para la toma de muestra se encontraban respectivamente desinfectados y rotulados.

✓ Toma de muestra para primer ensayo:

Para iniciar los tratamientos, se hizo la recolección de 50 L de muestra, la cual fue trasladada a la ciudad de Huancayo. Por motivos de pandemia no se pudo recolectar mayor cantidad por la dificultad de su traslado.

2. Sistema de tratamiento aplicando proceso MBBR

El sistema experimental se compone por un tanque de almacenamiento de 60L de capacidad, en el cual se introduce dicha muestra para empezar a aplicar los tratamientos.

- ✓ Primer Ensayo:
La etapa MBBR posee aireación en la base con la finalidad de producir oxígeno. En este ensayo, se realizó el aireado con una compresora del total de la muestra por seis horas y, después, se dejó reposar durante toda una semana. Posteriormente, se tomó las muestras para analizar los parámetros correspondientes (1L para cada parámetro).
- ✓ Segundo Ensayo:
En este ensayo se añadieron los soportes de relleno (tubos en forma de aros) para aumentar el crecimiento de biomasa. Posteriormente, se aplicó el aireado por 12 horas (para conseguir una mezcla completa) y, después, se dejó reposar por una semana. Finalmente, se tomó las muestras correspondientes para su respectivo análisis.
- ✓ Tercer Ensayo:
Para el siguiente ensayo se aplicó un aireado de seis horas. Después se hizo la filtración (con tela de algodón) para remoción de partículas de mayor tamaño. Posterior a ello, se dejó en reposo durante una semana. Para terminar, se tomaron las muestras correspondientes.
- ✓ Cuarto Ensayo:
Finalmente, se mantuvo la muestra en reposo, por una semana más, para permitir el trabajo de los microorganismos. Después, se tomó las muestras para analizar los parámetros.

Finalmente, respecto al instrumento, se empleó la ficha de registro, que es definida por Espinoza (43) como un instrumento apto para hacer un registro de las observaciones de un determinado fenómeno. Sobre la base de lo anterior, para la presente investigación, se empleó la ficha de registro para recopilar y anotar los resultados provenientes del ensayo del tratamiento y reducción de contaminantes al conjunto total de aguas residuales.

- **Técnicas estadísticas**

Se analizaron los resultados conseguidos de cada muestra de cada parámetro (DBO, SST) de forma descriptiva, especificando el valor

3.5. Técnicas de procesamiento de datos

Respecto a las técnicas de procesamiento de datos, se emplearon aquellas que pertenecen a la estadística descriptiva, dado que facilitaron la recopilación de datos pertenecientes a ensayos de laboratorio, a través de tablas y figuras. Esto se debe a que dicha característica se adapta a la metodología de la investigación de una investigación experimental (43). Es preciso mencionar que, para resultados más exactos, se tuvo en consideración datos reales obtenidos en un trabajo de campo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Situación de la empresa

- **Descripción**

Inversiones Perualp S.A. es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos lácteos, que, desde sus inicios, ha venido desarrollando derivados lácteos de alta calidad; básicamente quesos madurados y frescos, reconocidos a nivel nacional. La empresa tiene como materia prima fundamental a la leche fresca que proviene de vacas sanas y bien alimentadas. Actualmente, está considerada como una empresa de tamaño mediano.

- **Ubicación en el ciclo de vida**

Luego de 21 años de fundación, Inversiones Perualp S.A. se encuentra en un estado de madurez dentro de su ciclo de vida.

- **Descripción del nivel tecnológico usado**

Inversiones Perualp S.A. cuenta con tecnología moderna de gama media, semi industrial, puesto que aún se realizan procesos artesanales, donde intervienen la toma decisión y mano del personal que labora.

- **Política de sanidad**

Visión

“Ser el referente en la venta de quesos maduros en el ámbito regional y nacional, mediante un sistema de gestión para de bienestar de clientes, proveedores y demás partes interesadas.”

Misión

“Ser una empresa especializada en la producción y comercialización responsable de productos lácteos, para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes.”

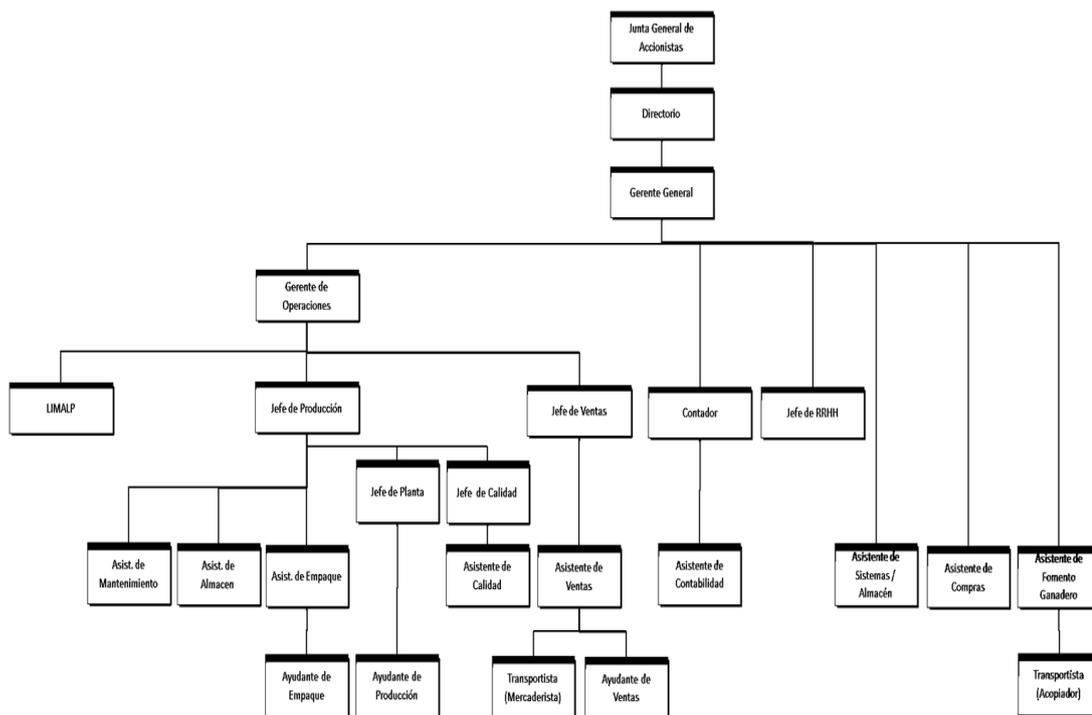
- **Política de calidad**

“Garantizar la inocuidad y calidad de nuestros productos a clientes y consumidores, por medio de un sistema de gestión integral de la calidad, siendo socialmente responsables.”

- **Organigrama**

La **Figura 1** muestra el organigrama de la empresa.

Figura 1
Organigrama de la empresa



- **Productos ofertados**

Entre los productos que la empresa ofrece al mercado están los siguientes:

- Quesos (cheddar, Edam, holandés, Jack Hierbas Finas, Fresco, Fundido, Mozzarella, Ricotta, En crema, Belpaese, Brie, Camembert, Oxandino, Parmesano)
- -Manjar
- -Mantequilla
- -Yogurt

- **Métodos de producción (procesos):**

- Recepción de la leche en la planta. Allí el personal que recibe la leche deberá seguir los siguientes pasos: Evaluación organoléptica: si la leche recibida cumple con las características organolépticas, entonces se determina que la leche es pura, limpia y apta para la fabricación de derivados lácteos.
- Filtrado de la leche
- Pasteurización. Proceso por el cual es posible destruir los microorganismos patógenos, es decir, aquellos que causan enfermedades al hombre, mediante la aplicación de calor a temperaturas suficientes para aniquilar sólo este tipo de microorganismos, pero sin alterar los componentes de la leche.

Figura 2
Procesamiento de la leche



✓ Elaboración de quesos.

El proceso que se sigue la producción de quesos es el siguiente:

- *Recepción*

En esta etapa el personal encargado debe recepcionar el porongo con leche al proveedor, medir el volumen de esta, al mismo tiempo, tomar una muestra para su respectivo análisis en laboratorio.

- *Almacenamiento*
La leche, en esta etapa, es almacenada en el tanque de frío de 2 a 6° C hasta su uso (aproximadamente 20 horas).
- *Estandarización*
En este proceso, se estandariza el porcentaje de grasa, mediante la sustracción o adición de crema.
- *Pasteurización*
Se realiza en un pasteurizador de placas.
- *Fermentado*
Verter los cultivos lácteos que darán el aroma y sabor característico al producto sobre la leche pasteurizada que está en la marmita quesera.
- *Cuajado*
Verter el cuajo de 34 a 37°C, mezclar por un tiempo de 3 a 5 minutos, detener la agitación y esperar de 30 a 40 minutos hasta que se forme un gel firme. La cantidad de cuajo está en proporción al queso elaborado.
- *Cortado*
Con la ayuda de las liras, realizar cortes en forma de cuadrados o cubos, hasta obtener el tamaño de grano (coagulo) deseado, para ayudar a la exudación del suero y formar una masa más consistente.
- *1° Batido*
Es la agitación de los granos de cuajada dentro del suero para ayudar a salir la humedad que poseen en su interior. Tiempo entre 10 a 20 minutos.
- *Desuerado*

Se procede al extraer suero de la marmita en un 15% a 40%, para luego, proceder al lavado o salado.

- *Lavado*

Se adiciona agua caliente, con el objetivo de eliminar lactosa presente en el suero.

- *2° Batido*

Es la agitación de los granos de cuajada dentro del suero con aplicación de calor, para ayudar a salir la humedad que poseen en su interior y obtener la textura deseada.

- *Salado*

En esta etapa adicionar solución salmuera o sal directa a la cuajada o masa para ayudar al sabor del queso como a la conservación del mismo.

- *Moldeo*

Consiste en la colocación de la masa o de los granos de cuajada dentro de los moldes para darle forma al queso y se alcanza el peso indicado de acuerdo con el tipo de presentación. Inmediatamente, después, los quesos se viran para ayudar a la formación de una superficie lisa y enfriar si se requiere.

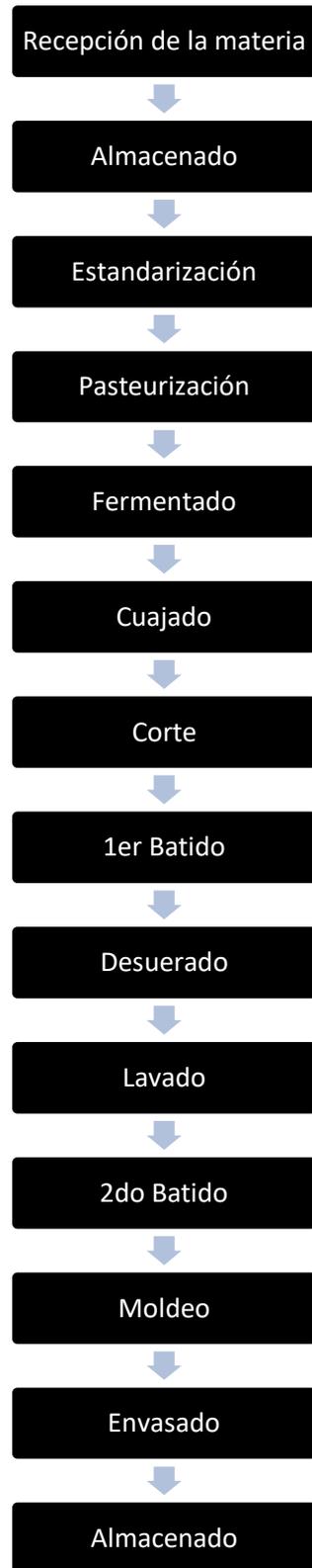
- *Envasado*

Los quesos son llevados al área de empaclado para ser sellados al vacío y/o termoencogidos según se requiera. En el caso de las presentaciones de rallados, el envasado es con atmósfera modificada. En esta etapa, se codifican los productos.

Se muestra en la Figura 3 el proceso que se sigue para que la empresa elabore los quesos.

Figura 3

Proceso para la producción de quesos



✓ Elaboración de la crema.

El proceso que se sigue la producción de cremas se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4

Proceso para la producción de cremas



- ✓ Elaboración de la mantequilla.

El proceso que se muestra en la Figura 5 es el que se sigue en la empresa para que se produzcan mantequillas.

Figura 5

Proceso para la producción de mantequilla



- **Descripción del proceso productivo de la obtención de la leche**

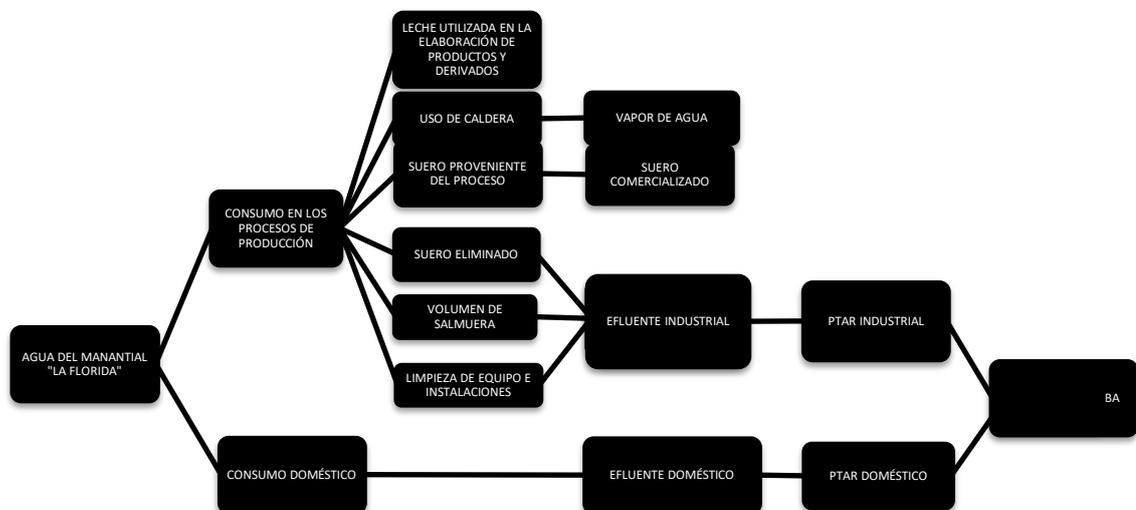
La materia prima se obtiene mediante acopio, recibida directamente de las haciendas y fundos ganaderos directamente de los productores en porongos de aluminio, se traslada y entrega a Inversiones Perualp S.A. Posteriormente, la leche es sometida a verificaciones de temperatura, volumen y control de calidad, luego es bombeada hacia el silo correspondiente. En la zona de descarga, se realiza la limpieza de los

tanques de cisterna o los recipientes lecheros de aluminio que se han utilizado para el transporte de leche.

- **Descripción de la generación de aguas residuales en el proceso productivo.**

En la Figura 6 se muestra el modo en que se generan aguas residuales dentro del proceso productivo.

Figura 6
Generación de aguas residuales



4.2. Resultados del tratamiento de la información

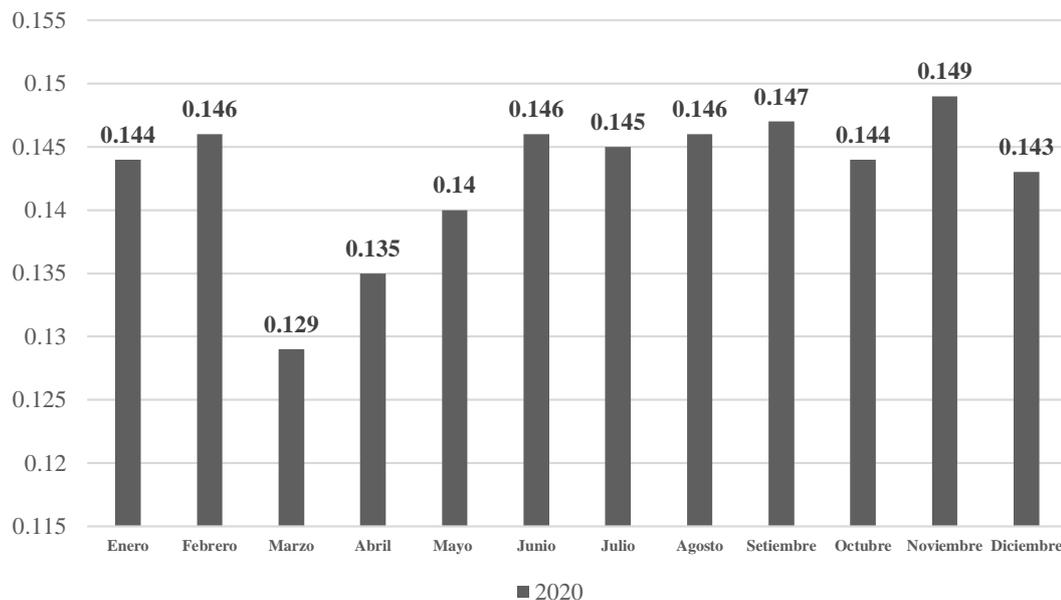
Los datos que se obtuvieron con la experimentación se describen y analizan a continuación:

Se aprecia en la Tabla 7 y Figura 7 que, en promedio, en el año 2020, muestra que el nivel de vertimiento fue de 0.143 litros por segundo (Lt./Seg.), siendo los meses con mayor registro febrero y junio, en el primer semestre, y, setiembre y noviembre, en el segundo semestre; siendo estos dos últimos superiores a los dos primeros en más de 0.001 litros por segundo. Por otro lado, en el caso de los meses con menor vertimiento, se encuentran marzo y abril, cuyos promedios no superaron los 0.140 Lt./Seg. Asimismo, la Figura 7 muestra que, en febrero, hubo un aumento de los niveles de vertimiento. No obstante, para marzo, el nivel se redujo drásticamente hasta los 0.129 Lt./seg. Posteriormente, los niveles fueron aumentando progresivamente hasta el mes de junio. Un mes después, en julio, el nivel de vertimiento se redujo ligeramente, y mantuvo cierto equilibrio hasta setiembre. Para octubre, hubo otra disminución notoria de 0.147 a 0.144 Lt./seg; sin embargo, para noviembre el vertimiento aumentó a 0.149 Lt./seg., pero un mes después, en diciembre, hubo otra disminución notoria de 0.05 litros por segundo.

Tabla 7

Vertimiento en los meses del año 2020

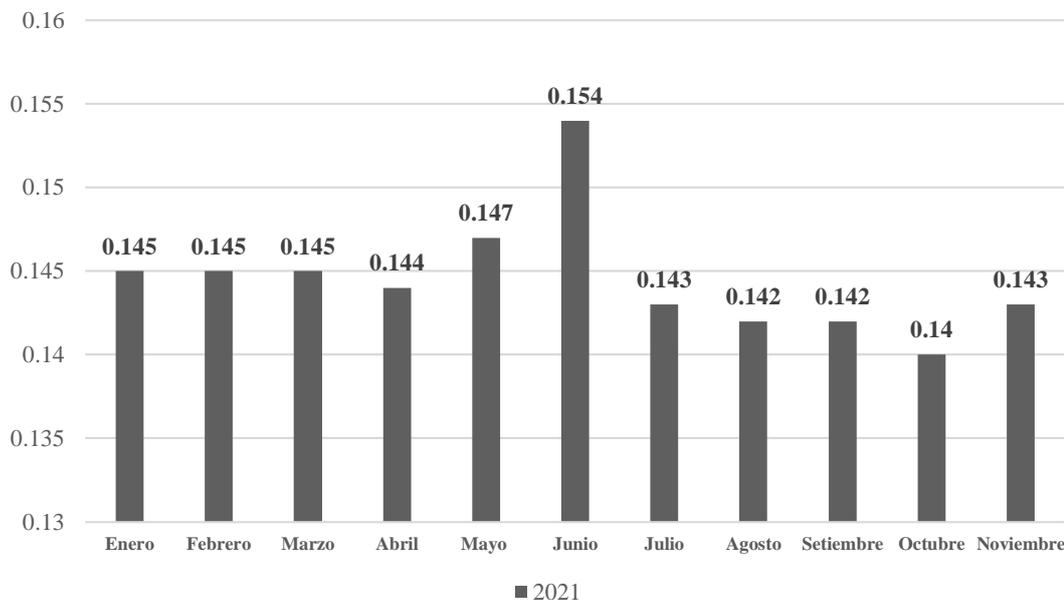
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total
0.144	0.146	0.129	0.135	0.140	0.146	0.145	0.146	0.147	0.144	0.149	0.143	0.143

Figura 7*Vertimiento en los meses del año 2020*

En el caso del vertimiento mensual realizado en el año 2021, se aprecia en la Tabla 8 y Figura 8, que el promedio fue de 0.145 litros por segundo. Se puede apreciar, también, que los meses de mayo y junio del primer semestre tuvieron altos niveles de vertimiento, dado que superaron el promedio de 0.145 Lt./seg. Ya para el segundo semestre se identificaron niveles bajos de vertimiento, destacando, entre estos, los meses de julio y noviembre. Haciendo las comparaciones respectivas con los niveles de vertimiento del año 2020, se puede apreciar que hubo un ligero aumento en el promedio, de 0.144 Lt./seg a 0.145 Lt./seg. Se aprecia en la Figura 8 que el nivel de vertimiento de los primeros cuatro meses fue uniforme al registrarse, en promedio, 0.145 Lt./seg. Ya para mayo hubo un aumento a 0.147 Lt./seg., y para junio hubo un aumento notable a 0.154 Lt./Seg.; no obstante, para el próximo mes, julio, los niveles volvieron a decaer y así se mantuvo hasta noviembre, alcanzó un promedio de 0.142 Lt./seg cada mes.

Tabla 8*Vertimiento en los meses del año 2021*

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	Total
0.145	0.145	0.145	0.144	0.147	0.154	0.143	0.142	0.142	0.140	0.143	0.145

Figura 8*Vertimiento en los meses del año 2021*

Para la experimentación se realizaron 5 pruebas de laboratorio en parámetros de DQO y SST, en cada una de estas pruebas, se tuvo una muestra de 1 L respectivamente. La primera muestra fue tomada, previamente a todo tratamiento. En esta, se obtuvo una cantidad de 70 litros de agua residual de la industria láctea FLORALP, la cual fue colocada en un recipiente de 90 litros para realizar los tratamientos correspondientes y tomar las respectivas muestras.

Los resultados de los ensayos se pueden apreciar en la Tabla 9. Según estos, en la toma que se hizo antes del tratamiento, el día 20 de setiembre de 2021, se identificó que la demanda bioquímica de oxígeno alcanzó el nivel de 170 miligramos por litro de agua (mg/L), mientras que los sólidos en suspensión alcanzaron el nivel de 132 mg/L. 10 días después, el 30 de setiembre de 2021, se realizó el primer ensayo en el que se aplicó el aireado por seis horas durante toda una semana y se descubrió que el nivel de DBO se había reducido a 146.30 mg/L, al igual que los sólidos en suspensión que se redujeron a 115.10 mg/L. El siguiente ensayo que implicó aplicar el aireado por 12 horas y un reposo de una semana, redujo aún más el nivel de DBO a 138.40 mg/L, y los sólidos en suspensión a 109.35 mg/L, pero aun así no se cumplía con el nivel exigido de DBO. Para el siguiente ensayo, se aplicó una aireado de seis horas,

filtración y un reposo de una semana; y se logró disminuir el nivel de DBO a 130.25 mg/L y el nivel de sólidos de suspensión a 105.20 mg/L; sin embargo, el nivel de DBO seguía siendo superior al nivel máximo permitido. Finalmente, se dejó en reposo las muestras por una semana, y se determinó que los niveles de DBO se habían reducido a 90.20 mg/L y los sólidos en suspensión a 85.10. De esta manera, se logró disminuir la presencia de microorganismos y sólidos en suspensión a niveles aceptables según los estándares de calidad ambiental definidos por la Autoridad Nacional del Agua y el Ministerio del Ambiente, que indica que, en el caso de los primeros, no deben superar los 100 mg/L, y en el caso de los segundos, no deben superar los 150 mg/L.

Tabla 9

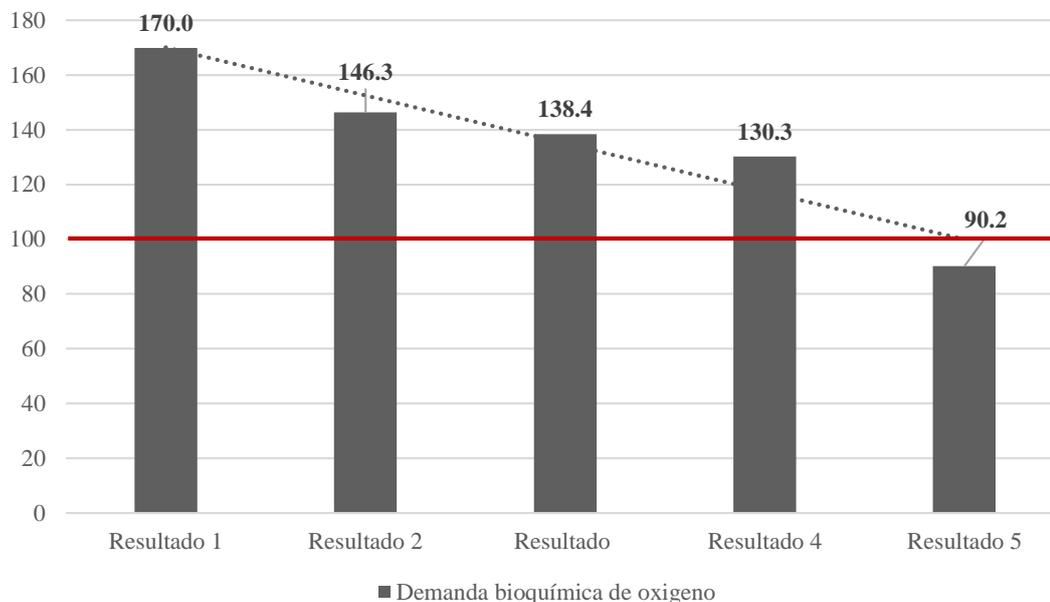
Resultados de la experimentación (Ver Anexo 6)

Ensayo	Resultado	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)
Toma muestra antes del tratamiento	Resultado 1 20/09/2021	170.00	132.00
Aereado por 6 horas y reposo 1 semana evaluación de simétrica	Resultado 2 30/09/2021	146.30	115.10
Aereado 12 horas y reposo 1 semana evaluación de simétrica	Resultado 3 1/10/2021	138.40	109.35
Aereado por 6 horas, filtración y reposo 1 semana	Resultado 4 6/10/2021	130.25	105.20
Reposo 1 semana	Resultado 5 13/11/2021	90.20	85.10
Límites Máximos Permisibles (LMP)		100	150

La Figura 9 muestra que, con cada ensayo que se realizó, se fue disminuyendo ligeramente el nivel de la demanda bioquímica de oxígeno, en aproximadamente 8 mg/L; hasta que, en el quinto ensayo se obtuvo un registro de DBO a un nivel aceptable según las normas establecidas por la ANA, que permite un máximo de 100 miligramos de DBO por cada litro de agua residual. Este resultado reafirma la efectividad de los ensayos en la reducción de los niveles de microorganismos en las aguas vertidas.

Figura 9

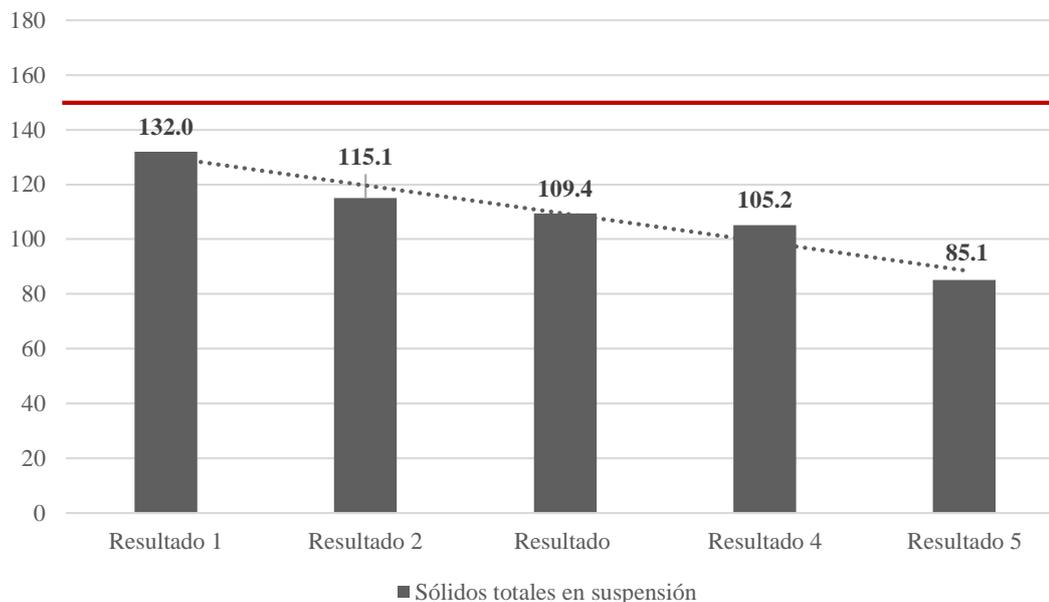
Resultados de la experimentación en la Demanda bioquímica de oxígeno



Al igual que los niveles de DBO, los niveles de sólidos en suspensión también se vieron reducidos progresivamente en cada ensayo, siendo la primera y última experimentación las que lograron mejores resultados. Si bien, acorde a lo que se expone en la Figura 10, se observa una mejora en la reducción de los sólidos en suspensión desde el primer ensayo, es importante destacar que inicialmente se identificó que el nivel de los sólidos no era tan alto y que cumplía con los estándares de la ANA. No obstante, con el bajo nivel que se logró de los sólidos en suspensión se garantiza que no haya riesgos de que estos aumenten y pongan en riesgo la calidad de las aguas residuales.

Figura 10

Resultados de la experimentación en los sólidos totales en suspensión



4.3. Pruebas de hipótesis

Analizados los resultados que se obtuvieron con la experimentación, se realiza la corroboración de las hipótesis planteadas al inicio de la investigación. Es importante recalcar que, debido a las condiciones dadas por la pandemia, solo se realizó un proceso; asimismo, considerando el tamaño de la muestra no se pudieron realizar más repeticiones de las que se hizo.

4.3.1. Prueba de la primera hipótesis específica

i) La hipótesis por corroborar se planteó de la siguiente manera:

“La cantidad de contaminantes supera los LMP (Límites Máximos Permisibles) para vertimiento de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha – 2021”.

ii) Análisis de la información:

Tabla 10
Cantidad de contaminantes antes del tratamiento

	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)
Toma de muestra antes del tratamiento	170.0	132.0
Límites Máximos Permisibles (LMP)	100	150

Como se aprecia en la Tabla 10, antes de que se aplique el tratamiento, se determinó que los niveles de demanda bioquímica de oxígeno y de sólidos totales fueron de iguales a 170.0 mg/L y de 132 mg/L, respectivamente. Teniendo en cuenta que, según lo estipulado por el MINAM, los límites máximos permitidos de ciertas sustancias para evitar que las personas y comunidades vean afectada su salud y el bienestar propio y del medio ambiente son de 100 mg/L y 150 mg/L para el nivel de DBO y de Sólidos totales en suspensión respectivamente (36). Se aprecia que, en el caso del primero, sí se superó el nivel de DBO, pero, en el caso del segundo, no ocurrió aquello; sin embargo, en este último caso, el nivel obtenido no está tan lejos del nivel máximo permitido por la Autoridad Nacional del Agua; por lo que no se observó una garantía de que las aguas vertidas sean de calidad.

iii) Conclusión:

Sobre la base de lo expuesto en los párrafos anteriores, se concluye que la cantidad de contaminantes supera los LMP para vertimiento de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha en el año 2021.

4.3.2. Prueba de la segunda hipótesis específica

i) La hipótesis por corroborar se planteó de la siguiente manera:

“La cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka

Yanesha - 2021, es significativa y positiva para alcanzar la calidad de vertimiento.”

ii) Análisis de la información:

Tabla 11

Cantidad de contaminantes a remover

	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)
Límites Máximos Permisibles (LMP)	100.0	150.0
Toma de muestra antes del tratamiento	170.0	132.0
Contaminantes a remover	70.0	28.0

Se puede ver, en la Tabla 11, que la toma de muestra, antes de empezar el tratamiento, para el caso de la DBO fue de 170.0 mg/L y superó el LMP establecida por la ANA en 70 mg/L. Se aprecia lo contrario en el caso de los sólidos totales en suspensión que fueron identificados con un nivel de 132.0 mg/L mientras que el LMP era de 150.0 mg/L. Frente a estos resultados, se hizo necesario que se aplique algún tratamiento que pueda reducir los niveles identificados a niveles inferiores de lo permitido, de modo que se pueda garantizar que las aguas vertidas no contaminen el ambiente ni sean perjudiciales para la población. De acuerdo con a lo anterior, se decidió aplicar el tratamiento biológico, teniendo en cuenta que, según Kolev, así se pueden asimilar los componentes de las aguas residuales lácteas que contaminan el agua (17). De esa manera, se logró reducir la alta cantidad de contaminantes de las aguas residuales (industriales y domésticas).

iii) Conclusión:

Considerando lo anterior, se concluye que la cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de la industria láctea, dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021, es significativa y positiva para lograr un nivel alto de calidad de vertimiento.

4.3.3. Prueba de la hipótesis principal

i) La hipótesis por corroborar se planteó de la siguiente manera:

“Con la aplicación de tratamiento biológico aeróbico se alcanza significativamente calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021”

ii) Análisis de la información:

Tabla 12

Resultado de la aplicación del tratamiento biológico aeróbico

Ensayo	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)
Resultado final	90.20	85.10
Límites Máximos Permisibles (LMP)	100	150

Se aprecia en la Tabla 12 que, luego de haberse aplicado el tratamiento biológico aeróbico a través de una serie de ensayos, se logró reducir, de manera constante, los niveles de DBO y de los sólidos totales en suspensión, de modo que alcancen niveles inferiores a los LMP. Así, después de cinco ensayos, la DBO final fue de 90.2 mg/L y la presencia de sólidos totales en suspensión fueron iguales a 85.1 mg/L; teniendo en cuenta que los niveles máximos permitidos fueron de 100.0 mg/L, en el primer caso, y de 150.0 mg/L, en el segundo, se denota el impacto positivo del tratamiento aplicado. Este resultado es positivo dado que así se cumple con lo estipulado en el D.L. N°1285 que indica que, si las aguas vertidas tienen efectos negativos en las aguas naturales y se expone la salud humana, la ANA puede actuar de acuerdo con sus obligaciones y quitar la licencia a la empresa (34).

iv) Conclusión:

Teniendo en cuenta lo anterior, se llegó a la conclusión de que, aplicando el tratamiento biológico aeróbico, se alcanza significativamente calidad de

vertimiento en agua residual (industriales y domésticas) de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha, en el año 2021.

4.4. Discusión de resultados

Analizados los resultados y realizadas las pruebas de hipótesis, se determinó lo siguiente:

Aplicado el tratamiento biológico aeróbico se alcanzó significativamente calidad de vertimiento en agua residual de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha en el año 2021. Este resultado indica que, a través de microorganismos, principalmente bacterias, se pudo eliminar, de manera eficiente, contaminantes del agua residual, como materias orgánicas solubles e insolubles; además, se logró coagular los sólidos coloidales no sedimentales y lograr niveles estables de la materia orgánica. Este resultado se valida con la teoría desarrollada por Kolev, quien aseguró que uno de los métodos más empleados, dado su alto nivel de fiabilidad para purificar los efluentes lácteos, es la eliminación biológica. A través de este método, se puede asimilar la mayoría de elementos de las aguas residuales lácteas. A ello, hay que agregar que, dado su ilimitado potencial para adaptarse, se pueden realizar secuencias en conjunto para cumplir con exigencias de biodegradación de ciertos componentes (17). Existen investigaciones que lograron resultados idénticos a lo encontrado en la presente. Hernández formuló, en su investigación, una propuesta para implementar una planta tratadora de residuos líquidos, en una empresa de lácteos, empleando el tratamiento de reactores aeróbicos y anaeróbicos, de modo que las aguas residuales sean de buena calidad. El autor agrega que, para dar validez a lo implementado, con ecoeficiencia, se consideró la contabilidad ambiental para tener conciencia del dinero que se requiere y de los beneficios que se espera de la mejora, en aspectos ambientales (15). De igual manera, Apaza concluyó su investigación, realizada en industrias lácteas de Lima, indicando que, a través del uso de microorganismos eficaces concentrados en un 2% para 30 días, se logró mejorar la calidad de las aguas residuales de la localidad (9). En la investigación desarrollada por Santamaría se identificó la necesidad de construir

plantas de tratamiento y emplear detergentes biodegradables para limpiar los equipos y las instalaciones, de modo que se pueda reducir el alto nivel de materia orgánica de las aguas residuales del sector lácteo de Ecuador (14).

Después de los análisis respectivos, se determinó que la cantidad de contaminantes encontrados supera los límites máximos permisibles para el vertimiento de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021. Para dar solución a este problema, fue necesario aplicar el tratamiento biológico aeróbico a través del proceso MBBR (lodos activados con adición de elementos que amplían la superficie) para disminuir los niveles de contaminantes en el agua residual. Con ello, se logró que el nivel de DBO sea de 90.2 mg/L y el nivel de sólidos en suspensión sea de 85.1 mg/L, considerando que los límites según la ANA son de 100 mg/L y 150 mg/L, respectivamente. Este resultado es validado por el Decreto Supremo emitido por el MINAM en el año 2010, que indica que dichos límites son definidos para establecer la medida máxima permitida de ciertas sustancias para evitar que las personas y comunidades vean afectada su salud y el bienestar propio y del medio ambiente (36). Un estudio que obtuvo resultados idénticos a lo hallado en esta investigación es el que realizó Lazo en la empresa Ecolac Polobaya de Arequipa. El autor concluyó que, a través del diseño de una celda de electrocoagulación de distribución volumétrica, se logró remover, con un 95% de eficiencia, los sólidos suspendidos y la turbidez en las aguas residuales de la empresa láctea (8). Por otro lado, Tirado concluyó su investigación, realizada en el rubro lácteo de Latinoamérica, indicando que el aspecto con mayor importancia para el tratamiento de aguas es la eliminación de las moléculas más contaminantes a través de la aplicación de microorganismos que descompongan la materia. De este modo se logra mejorar las capacidades físicas y químicas de las aguas residuales. Asimismo, Apaza concluyó su estudio indicando que, a través de la implementación de un sistema combinado de electrocoagulación, se puede disminuir en más del 80% la carga orgánica.

Respecto a la segunda hipótesis específica, se determinó que la cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha, en el año 2021, es

significativa y positiva para alcanzar la calidad de vertimiento. Este resultado denota que las aguas residuales de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha contiene altos niveles de contaminación que deben ser reducidos aplicando cualquier tratamiento para aguas residuales. En el caso de esta investigación, se logró disminuir los niveles en cuestión aplicando el tratamiento biológico aeróbico, pero existen varios métodos para evitar que la contaminación sea mayor y perjudique a las comunidades que hacen uso de dichas aguas. Lo último es corroborado por Bahuer et al., quien indica que los altos niveles de contaminación del agua suelen tener impactos negativos, principalmente, en la salud de la población; no obstante, también se suele perjudicar la economía, ya que se hace necesario gastar más dinero para los costos operativos, lo cual genera pérdidas y hasta causa conflictos sociales (31). Un estudio con resultados similares a lo hallado en la presente es el que realizó Santamaría en empresas de la industria láctea en la provincia de Tungurahua en Ecuador, pues determinó que, estadísticamente, las aguas residuales estaban compuestas por bastante materia orgánica, por lo que no se cumplía con los parámetros de control del país, y se perjudicaba al medio ambiente (14). De igual manera, Chávez realizó un estudio del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla de Amazonas, cuyos resultados del análisis de muestras indicaron que dicho río contaba con altos niveles de contaminación, dado que contenía bastantes bacterias, principalmente, a causa de la presencia de vacunos (11).

CONCLUSIONES

- Aplicando el tratamiento biológico aeróbico se alcanza significativamente una buena calidad de vertimiento en las aguas residuales de la industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha, en el año 2021, teniendo en cuenta que los resultados de la experimentación indican que, a través de 5 ensayos, se logró disminuir el nivel de DBO de 170.0 mg/L a 90.2 mg/L, así como el nivel de sólidos en suspensión que se redujeron de 132.0 mg/L a 85.1 mg/L. De esta manera, se incide que, a través de la presencia de microorganismos, principalmente bacterias, se pudo eliminar los contaminantes del agua residual.
- Sobre la base de los límites máximos permisibles para vertimiento de industria láctea, establecidos por la Autoridad Nacional Del Agua, la cantidad de contaminantes, dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha – 2021, es alta, dado que supera el límite. Se concluyó lo anterior, teniendo en cuenta que el nivel de la demanda bioquímica de oxígeno, antes del tratamiento, fue de 170 mg/L, mientras que el máximo permitido era de 100 mg/L. Si bien con la experimentación se logró disminuir los niveles de DBO, es necesario que se realice el mismo procedimiento en toda la reserva.
- Considerando los niveles de demanda bioquímica y los límites máximos permisibles para vertimiento se determinó que la cantidad de contaminantes que se debe remover en las aguas residuales sin tratar, también, es alta.
- A través del análisis inicial de las aguas residuales, se determina que se está generando un impacto negativo en el ambiente, sin que se aplique tratamiento alguno a sus aguas residuales. Por ello, se da una eutrofización, que implica aumentar los nutrientes en los cuerpos que reciben el agua, principalmente, por la descarga del suero dulce con pequeñas partes del cuajo, residuos del lavado de los equipos, y el derrame de leche.

- A través del sistema de lodos activados es posible eliminar la materia orgánica que contamina las aguas residuales de las empresas lácteas a niveles aceptados y validados por la ANA.
- Empleando el tratamiento biológico aeróbico en toda la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha, se puede mejorar el nivel de calidad de vida de la población, reducir el impacto ambiental y cuidar la economía de la localidad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Inversiones Perualp S.A. que, para disminuir los efectos ambientales en la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha, mejore sus plantas de tratamiento, de modo que disminuyan los niveles de DBO y sólidos en suspensión, empleando el tratamiento biológico aeróbico.
- Se recomienda a la empresa Inversiones Perualp S.A. que haga una revisión constante de los niveles de contaminación de las aguas residuales, ya que la variabilidad de los productos que se procesan es alta. Por ello, se hace necesario implementar técnicas, sistemas o tratamientos con mayores niveles de eficiencia y emplear mejores equipos tecnológicos que garanticen niveles adecuados de contaminación, según lo exigido por las autoridades nacionales.
- Se recomienda a la empresa Inversiones Perualp S.A., aplicar el tratamiento biológico aeróbico en toda la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha para que, así, se supriman las cargas contaminantes y se pueda cumplir con las normativas actuales que exigen calidad de agua para la localidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *The World Dairy Situation*. **INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION**. 290, USA : World Dairy Report 2016, 2016. 0250-5118.
2. *Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea*. **ARANGO, Álvaro y GARCÉS, Luis**. 2, Colombia : Revista Producción + Limpia, 2007, Vol. 2.
3. *Physico-Chemical Treatment of Dairy Industry Wastewaters*. **YONAR, Taner y ÖZGE Sivrioğlu, NIHAN Özengin**. 1, London : Intechopen Paper, 2018, Vol. 1.
4. **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA**. *Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental PLANEFA*. Oxapampa : MPO, 2014.
5. **SEDAPAR**. Doctor Sedapar. *Aguas Servidas*. [En línea] SEDAPAR, 21 de setiembre de 2020. [Citado el: 23 de agosto de 21.] <https://www.sedapar.com.pe/portal-doctor/el-agua/aguas-servidas/>.
6. *Costs of flotation. Flotation technology*. **SHAMMAS, N, WANG, L y HAHN, H**. New York : Humana Press, 2010, Vol. 12.
7. *Advanced Technologies for Dairy Effluent Treatment*. **PRETTI, Birwal, DESHMUKH, G y SAURABH, S**. 1, Karnataka, India : Journal of Food, Nutrition and Population Health, 2017, Vol. 1.
8. **LAZO, Alberto y VILCA, Yojan**. *Tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria láctea mediante el proceso de electrocoagulación*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020.
9. **APAZA, Alejandro**. *Uso de Microorganismos Eficaces en el mejoramiento de la calidad de aguas residuales de la Industria Láctea de Lima*. Lima : Universidad César Vallejo, 2017.
10. *Eficiencia de un sistema combinado para la remoción de carga orgánica de efluentes*. **APAZA, Hugo**. 1, Lambayeque : Revista de Investigación y Cultura UCV Universidad Nacional Agraria La Molina, 2020, Vol. 10. ISSN 2414-8695.
11. *Evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales en la calidad del río Ventilla, Amazonas*. **CHÁVEZ, Jhesibel, RASCÓN, Jesús y ENEQUE, Armando**. 1, Chachapoyas : UNTRM, 2017, Vol. 3. 2520-0119.

12. **BRAVO, David y HENAO, Zulismtllleth.** *Desarrollo de una propuesta de mejora en el sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Lácteos Levelma.* Cajicá - Colombia : Universidad de América, 2016.
13. *Biotratamientos de aguas residuales en la industria láctea.* **TIRADO, Diego, y otros.** 1, Cartagena, Colombia : Revista Producción + Limpia, 2016, Vol. 11. 171184.
14. *Caracterización de los parámetros de calidad del agua para disminuir la contaminación durante el procesamiento de lacteos.* **SANTAMARÍA, Edwin, y otros.** 1, Ambato, Ecuador : Revista Agroindustrial Science, 2015, Vol. 5.
15. **HERNÁNDEZ, Javier.** *Propuesta para la implementación de planta tratadora de residuos líquidos en una empresa de lácteos.* México : Universidad Iberoamericana Puebla, 2016.
16. *Industrial wastewater sources and treatment strategies. Dairy industry. Environmental processes.* **ROSENWINKEL, Karl y AUSTERMANN-HAUN, Ute** . 1, Germany : Biotechnology, 1999, Vol. 11.
17. *General Characteristics and Treatment Possibilities of Dairy Wastewater.* **KOLEV, Aleksandar.** 1, Maryland : Food Technol Biotechnol., 2017, Vol. 55.
18. *Dairy industry effluent treatment: anaerobic treatment of whey in stirred batch reactor.* **ABDULRAZAK, Alturkmani.** USA : Scribd, 2007.
19. *Anaerobic digestion of cheese dairy wastewater following chemical oxidation.* **VLYSSIDES, AG: TSIMAS, Emmanuil, BARAMPOUTI, Elli y MAI, Sofia.** USA : Biosyst Eng., 2012, Vol. 113.
20. *Treatment of dairy wastewaters by electrocoagulation using mild steel electrodes.* **SENGIL, Ayhan y OZACAR, Mahmut.** s.l. : J Hazard Mat., 2006, Vol. 137.
21. *An Overview of Various Technologies for the Treatment of Dairy Wastewaters.* **KUSHWAHA, Jai, SRIVASTAVA, Vimal y MaLL, Indra.** USA : Food Sci Nutri, 2011, Vol. 51.
22. *Treatment of dairy industry wastewater by reverse osmosis for water reuse.* **VOURCH, Mickael, y otros.** s.l. : Desalination, 2008, Vol. 219.
23. *Biological treatment of paper mill wastewater by sequencing batch reactor technology to reduce residual organic.* **FRANTA, J y WILDERE, P.** s.l. : Wat Sci Tech, 1997, Vol. 35.

24. *Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production.* **JANCZUKOWICZ, Wojciech, ZIELINSKI, Marcin y DEBOWSK, Marcin.** s.l. : Bioresour Technol, 2008, Vol. 99. 2007.08.077.
25. *Dairy industry wastewater treatment. In: Industrial wastewater treatment. Sofia, Bulgaria.* **TSACHEV, Tsvetomir.** Bulgaria : State Publishing House Technique, 1982.
26. *Waste solids upgrading and treatment.* **POTTER, Norman y HOTCHKISS, Joseph.** New York, NY, USA : Food science, 2012, Vol. 1.
27. *Cheese whey wastewater: characterization and treatment.* **CARVALHO, Fátima, PRAZERES, Ana y RIVAS, Javier.** s.l. : Sci Total Environ., 2013, Vol. 445.
28. *Wastewaters from dairy industry.* **SCHIFRIN, S, y otros.** Russian : Arkhangelskaya EP, editor, 1981, Vol. 1.
29. *Cheese whey management: a review.* **PRAZERES, Ana, CARVALHO, Fátima y RIVAS, Javier.** s.l. : J Environ Manage, 2012, Vol. 110.
30. *Simultaneous removal of C, N, P from cheese whey by jet loop membrane bioreactor (JLMBR).* **FARIZOGLU, Burhanettin, y otros.** s.l. : J Hazard Mater, Jhazmat, 2007, Vol. 146.
31. **BAUER, José, CASTRO, Juan. y CHUNG, Betty.** *Calidad del agua.* Lima : CIGA PUCP, 2017.
32. **MINAM.** Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Disposiciones Complementarias. *Decreto Supremo nacional.* Lima : El Peruano, 2017. Decreto Supremo N° 004-2017.
33. **D.S. N° 001-2010-AG.** *Reglamento de La Ley De Recursos Hídricos .* Lima : Artículo 131, 2010.
34. **D. L. N° 1285 .** *D.L. que modifica el artículo 79 de la Ley N° 29338.* Lima : Congreso de la Republica, 2016.
35. **Ley N° 29338.** *Ley De Recursos Hídricos .* Lima : El Peruano, 2010.
36. **D. S. N° 003-2010-MINAM .** *Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM .* Lima : El Peruano, 2010.
37. **BERNAL, César.** *Metodología de la investigación.* Colombia : Pearson, 2010.

38. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : McGraw-Hill, 2014.
39. **LINO, Juan.** *Metodología de la investigación científica.* Lima : s.n., 2009.
40. *Metodología de la investigación.* **ARNAU, Jaume.** Madrid : Síntesis, 1995, Vol. 1.
41. **ANA .** *Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto del vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua .* Lima : Autoridad Nacional del Agua, 2017 . ISBN: 978-612-4273-14-8.
42. **SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia.** *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018.
43. **ESPINOZA, Ciro.** *Metodología de la investigación tecnológica.* Huancayo : Universidad nacional del centro del Perú, 2010.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

Título: Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea Floralp en la reserva de biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha – 2021

Autor: Chavez Ruffner, Annie Yeri

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variabes	Metodología	Muestra	Técnicas e Instrumentos
<p>Problema general: ¿Qué tratamiento se requiere para alcanzar calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021?</p> <p>Problemas Específicos ¿Qué cantidad de contaminantes se descargan en agua residual sin tratar de industria láctea dentro</p>	<p>Objetivo general: Determinar el tratamiento para alcanzar calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar la cantidad de contaminantes que se descargan en agua</p>	<p>Hipótesis general: Con la aplicación de tratamiento biológico aerobio se alcanza significativamente calidad de vertimiento en agua residual de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha - 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas La cantidad de contaminantes supera los LMP (Límites Máximos Permisibles)</p>	<p>VI= Tratamiento de aguas residuales</p> <p>VD= Calidad de vertimiento en agua residual</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo</p> <p>Método General: Científico</p> <p>Diseño: Experimental</p>	<p>Población: El conjunto total de aguas residuales</p> <p>Muestra: 10 Lt de agua residual mezclada</p>	<p>Técnicas: Observación</p> <p>Instrumentos: Ficha de registro</p>

<p>de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021?</p> <p>¿Qué cantidad de contaminantes se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021, para alcanzar calidad de vertimiento?</p>	<p>residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021.</p> <p>Determinar la cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021, para alcanzar calidad de vertimiento.</p>	<p>para vertimiento de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021.</p> <p>La cantidad de contaminantes que se deben remover en agua residual sin tratar de industria láctea dentro de la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha - 2021, es significativa y positiva para alcanzar la calidad de vertimiento.</p>				
--	--	---	--	--	--	--

Anexo 2

Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
<p>(VI) Tratamiento de aguas residuales</p>	<p>El Tratamiento de Aguas Residuales consiste en una serie de procesos que tiene como -fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos, haciéndola apta para riego o para entregarla a ríos, mares y lagos (5).</p>	<p>El Tratamiento de Aguas Residuales comprende diferentes técnicas, con el objetivo de eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua residual, ello con el fin de tenerla apta para el vertimiento en ríos, mares o lagos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento mecánico - Tratamiento químico - Tratamiento de lodos - Tratamiento biológico - Tratamiento fisicoquímico
<p>(VD) Calidad de vertimiento en agua residual</p>	<p>Es la calidad en las aguas residuales descargadas en un cuerpo natural de agua continental o marítima (18). Las autoridades del agua brindan parámetros de calidad sobre el cumplimiento de los ECA-Agua y los LMP (19).</p>	<p>Es la calidad en las aguas residuales que se pueden descargar en un cuerpo natural de agua, para lo cual las autoridades del agua exigen el cumplimiento de Estándares de Calidad Ambiental y no sobrepasar los Límites Máximos Permisibles del agua tratada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estándares de calidad ambiental ECA - Agua - Límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes

Anexo 3

Instrumento

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERÍA FICHA DE OBSERVACIÓN			
			
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA LÁCTEA FLORALP EN LA RESERVA DE BIOSFERA OXAPAMPA ASHANINKA YANESHA - 2021			
CAUDAL MÁXIMO DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES			
Generación de aguas residuales	8,75	L/Litro de lecha	Observación
Litros de leche procesado anualmente		L/año	
Producción de aguas residuales		L/año	
Cantidad de horas anuales		horas/año	
Generación de aguas residuales		L/s	
CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y DOMÉSTICAS MEZCLADAS			
Parámetros	Concentración AR Industriales (MG/L o NMP/100 ML)	Concentración AR Domésticas (MG/L o NMP/100 ML)	Concentración AR Mezcladas (MG/L o NMP/100 ML)
Coliformes termotolerantes			
Fosfatos			
Nitratos			
Nitrógeno amoniacal			
DQO			
DBO5			
Aceites y grasas			
pH			
Oxígeno			
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES			
Parametro	Unidad	LMP	Cumple
Aceites y grasas	mg/L	20	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10000	
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	

Anexo 4
Base de datos

VERTIMIENTO EN MESES AÑO 2020												Total Lt / Seg
Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	
0.144	0.146	0.129	0.135	0.140	0.146	0.145	0.146	0.147	0.144	0.149	0.143	0.143

VERTIMIENTO EN MESES AÑO 2021												Total Lt / Seg
Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	*Nov-21	Dic-21	
0.145	0.145	0.145	0.144	0.147	0.154	0.143	0.142	0.142	0.140	0.143		0.145

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS								
Código del Cliente	Ensayo	Toma muestra antes del tratamiento	Aereado por 6 horas y reposo 1 semana evaluacion de simetica	Aereado 12 horas y reposo 1 semana evaluacion de simetica	Aereado por 6 horas, filtración y reposo 1 semana	Reposo 1 semana		
		Resultado 1 20/09/2021	Resultado 2 30/09/2021	Resultado 3 1/10/2021	Resultado 4 6/10/2021	Resultado 5 13/11/2021	U	Límites Máximos Permisibles (LMP)
C - 001	Demanda Bioquímica de Oxígeno	170.00	146.30	138.40	130.25	90.20	mg/L	100
	Sólidos Totales en Suspensión	132.00	115.10	109.35	105.20	85.10	mg/L	150

Anexo 5

Certificado de calibración de los equipos utilizados en el laboratorio



Certificado de Calibración

LA - 2832021

Pág. 1 de 1

1 **Cliente** : AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

2 **Dirección** : Av. Ferrocarril N° 661 - Chilca - Huancayo.

3 **Datos del Instrumento :**

Instrumento de Medición : Medidor de Oxígeno	N.º de serie del Instrumento : AK.13716
.Marca : LT Lutron	.N.º de serie del sensor : No indica
.Modelo : DO-5510HA	.Alcance : 0,00 mg/L. a 20,00 mg/L.
.Identificación : EQ-005-LAB *	.Resolución : 0,1 mg/L.

4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

5 **Fecha de calibración** : 2021-09-16

6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuelto – Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%H.R.)	Presión (mbar)
inicial	24,9	61,1	996,4
final	25,1	63,3	996,5

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	Nº Lote/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-13,31	14299	2022-03-19
Barómetro	GGP-02	P-0225-2021	2022-01-18

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,0	0,0	0,0	0,1
8,1	8,2	0,1	0,1

10 **Observaciones**

a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
b) El número **10-01** se encuentra grabado en el sensor.
* Dato proporcionado por el usuario.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el Instrumento y sensor de oxígeno disuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.



Fecha de emisión

2021-09-16



ISAÍAS CURÍ MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL. EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES) FO-[LC-PR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo
Central: 560-6134 / 273-3550
www.greengroup.com.pe

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY

Anexo 6

Resultados de laboratorio


**LABORATORIO DE ENSAYOS
"AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"**
INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-188-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: KAREN COMEZ ALBERTO
DOMICILIO LEGAL	: J. Francisco Bolognesi S/N. Píscomeyo.
SOLICITADO POR	: Karen Gomez Alberto.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Analisis de agua con filtración y sedimentación para proyecto de tesis "Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea Floral en la Reserva de Biosfera Oxapampa Astaninka Yanasha 2021"
PROCEDENCIA	: Industria Láctea Floralp - Oxapampa.
ORDEN DE SERVICIO N°	: ALIOS - 188 - 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 1 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 20/09/2021
PERIODO DE ENSAYO	: 21/09/2021 - 23/09/2021
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
M-000	M-21-243	---	---	20/09/2021	8:20	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed 2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
M-000	Demanda Bioquímica de Oxígeno	170.00	mg/L
	Sólidos Totales en Suspensión	132.00	mg/L



Huanayo 25 de noviembre del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

J. M. Lopez Colon

REPRESENTANTE LABORATORIO

D. N. 171892

LAB-PR-004/ VERSIÓN 02/ E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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

Página 1 de 1



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/E-139-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: KAREN GOMEZ ALBERTO.
DOMICILIO LEGAL SOLICITADO POR	: Jr. Francisco Bolognesi S/N. Pitcomayo. Karen Gomez Alberto.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Analisis de agua con filtración y sedimentación para proyecto de tesis "Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea Floral en la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha 2021".
PROCEDENCIA	: Industria Láctea Floralp - Oxapampa.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS - 139 - 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 1 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 30/09/2021
PERIODO DE ENSAYO	: 01/10/2021 - 03/10/2021
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
M-001	M-21-243	—	—	30/09/2021	8:45	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
M-001	Demanda Bioquímica de Oxígeno	146.30	mg/L
	Sólidos Totales en Suspensión	115.10	mg/L



Huancayo 5 de noviembre del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
 Ing. M. Jorge Colman
 JEFE DE LABORATORIO
 21-10-2021

LAB-FR-004/ VERSIÓN 02/ F.E. 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, pasado el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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

Página 1 de 1



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-141-21

NOMBRE DEL CLIENTE	: KAREN GOMEZ ALBERTO.
DOMICILIO LEGAL SOLICITADO POR	: Jr. Francisco Bolognesi S/N. Pitcomayo. Karen Gomez Alberto.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: Analisis de agua con filtración y sedimentación para proyecto de tesis "Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea Floral en la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha 2021".
PROCEDENCIA	: Industria Láctea Floralp - Oxapampa.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS - 141 - 2021.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 1 frascos de plástico.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 12/10/2021
PERIODO DE ENSAYO	: 13/10/2021 - 15/10/2021
TOMA DE MUESTRA	: Por el cliente.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
M-003	M-21-243	---	---	12/10/2021	8:00	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
M-003	Demanda Bioquímica de Oxígeno	130.25	mg/L
	Sólidos Totales en Suspensión	105.20	mg/L



Huancayo 16 de noviembre del 2021

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

 Karen Gomez Alberto
 RUC: 201900000000
 D.L. 171,982

LAB-PR-004/ VERSIÓN 02/ F.E: 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, vencido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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

Página 1 de 1



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-142-21

NOMBRE DEL CLIENTE DOMICILIO LEGAL SOLICITADO POR REFERENCIA DEL CLIENTE	KAREN GOMEZ ALBERTO : Jr. Francisco Bolognesi S/N. Pitcomayo. Karen Gomez Alberto. : Analisis de agua con filtración y sedimentación para proyecto de tesis "Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Láctea Floral en la Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanasha 2021" : Industria Láctea Floralp - Oxapampa
PROCEDENCIA ORDEN DE SERVICIO N° CANTIDAD DE MUESTRAS FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA PERIODO DE ENSAYO TOMA DE MUESTRA CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: AL/OS - 142 - 2021. : 1 frascos de plástico. : 19/10/2021 : 20/10/2021 - 22/10/2021 : Por el cliente. : Los resultados de análisis se aplican a la muestra(s) tal como se recibió.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
M-004	M-21-243	—	—	19/10/2021	8:15	Agua Residual

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD test.
Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.2017	Total Solids in Suspension Dried at 103-105 ° C

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
M-004	Demanda Bioquímica de Oxígeno	90.20	mg/L
	Sólidos Totales en Suspensión	85.10	mg/L



Huancayo 25 de noviembre del 2021


 AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
 Ing. M. Jorge Colanzi
 SRE DE LABORATORIO
 C.I. 101292

LAB-FR-004/ VERSIÓN 02/ F.E. 12/2020

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 30 días de haber ingresado al laboratorio, vencido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados 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

Página 1 de 1

Anexo 7**Panel fotográfico****F1. Toma de primera muestra.****F2. Toma de primera muestra.****F3. Toma de primera muestra.****F4. Muestra colectada de 70 litros**



F5 – F6 – F7. Adición de anillos de tubo PVC y aireación para el primer tratamiento y segunda muestra en los resultados



F8 – F9. Toma de tercera y cuarta muestra para análisis de DQO y SST.



F10 – F11. Tratamiento de filtración, retiro de anillos y reposo de 1 semana para toma de la quinta muestra para análisis en laboratorio