

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**



**EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIÓNICO, EN
LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA
LÁCTEA, CELENDÍN - 2022**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JHON LOZANO DÍAZ

ASESOR

Ing. M Cs. GIOVANA ERNESTINA CHÁVEZ HORNA

CAJAMARCA – PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

“NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA”

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Celendín, a los veintitrés días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, se reunieron en el **Aula 102** de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 057-2023-FCA-UNC, de fecha 16 de enero del 2023**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **“EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022”**, realizada por el Bachiller **JHON LOZANO DÍAZ** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las once horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las doce horas y cero minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal
SECRETARIO

Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas
VOCAL

Ing. M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna
ASESOR

COPYRIGHT © 2023 by

JHON LOZANO DÍAZ

Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

Dios que es mi motor y motivo para seguir adelante, si Dios conmigo, quien contra mí, vives tu vivo yo.

A mis padres Pablo Lozano Vásquez y María Teodocia Díaz Silva, quienes a través de su amor, apoyo y comprensión me ayudan a cada día a ser mejor persona, y siempre están para mí.

Y a toda la familia Lozano.

En especial a mi LALO mi hermano Edwin Erlin Lozano Silva, quien, aunque ya no estas en cuerpo físico con nosotros, en nuestros corazones siempre estarás presente, sé que desde el cielo anhelas lo mejor para mi tu hermanito, te querré siempre.

Gracias infinitas.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por rodearme de personas especiales, y permitirme formar parte de la familia sacerdotal familia Lozano.

A cada uno de los integrantes de la familia Lozano (Pablo, María, Gleny, Roció, Kelly, Niscel, Dabney, Adamarit, Keyklyn, Gerson, Jhoshua, Andre, Edrick, kaylany, Caleb, Bety, Evelyn, Edwin, Santos, Luis, Ronal, Alberto), sin ellos no hubiese sido posible la realización de este trabajo de investigación.

A Ebelin Roxana Chávez Oyarce, por su apoyo incondicional, cada vez que necesite nunca dudo en apoyarme, por impulsarme a cumplir mis metas.

A la familia Gonzales Vásquez (Percy Johon Gonzales Vásquez, Aderly Milciades Gonzales Vásquez,) aunque no compartimos consanguinidad, pero por lealtad somos hermanos.

A mi asesora Ing. M Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna por su apoyo desinteresado, por guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Efraín Humberto Quintanilla Castro, por apoyarme e incentivar a desarrollar esta investigación.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO:	iv
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Aguas residuales de la industria láctea	6
2.2.2. Composición de los efluentes lácteos.....	7
2.2.3. Trampas de grasa.....	7
2.2.4. Trampas de grasa por flotación mediante aire disuelto	8
2.2.5. Dimensionamiento de una trampa de grasa	8
2.2.6. Eficiencia de una trampa de grasas.....	10
2.2.7. Poliectrolitos	10

2.2.8.	<i>Flotación por aire disuelto</i>	12
2.2.9.	<i>Valores máximos admisibles</i>	14
2.3.	Definición de términos básicos	15
2.3.1.	<i>Flotación por aire disuelto</i>	15
2.3.2.	<i>Polielectrolito catiónico</i>	15
2.3.3.	<i>Eficiencia</i>	15
CAPÍTULO III.....		16
MATERIALES Y MÉTODOS		16
3.1.	Ubicación de la investigación	16
3.1.1.	<i>Coordenadas geográficas</i>	16
3.1.2.	<i>Material experimental</i>	16
3.1.3.	<i>Factor y variable independiente, niveles y tratamientos en estudio</i>	18
3.1.4.	<i>Diseño experimental y arreglo de los tratamientos</i>	19
3.1.5.	<i>Croquis del experimento.</i>	19
3.1.6.	<i>Procedimiento</i>	20
3.1.7.	<i>Tratamiento y análisis de datos</i>	24
CAPÍTULO IV.....		26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
4.1.	Concentraciones de aceites grasas del afluente y efluentes del experimento (mg/L)	26
4.2.	Comparación con los valores máximos admisibles (VMA).....	29

4.3.	Análisis de la varianza para aceites y grasas.....	30
4.4.	Parámetros de campo	32
4.4.1.	<i>Turbidez (NTU)</i>	32
4.4.2.	<i>Temperatura</i>	34
4.4.3.	<i>Potencial de hidrógeno (pH)</i>	35
4.4.4.	<i>Conductividad eléctrica ($\mu S/cm$)</i>	36
CAPÍTULO V.....		39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		39
5.1.	Conclusiones	39
5.2.	Recomendaciones	40
CAPÍTULO VI.....		41
REFERENCIAS.....		41
CAPÍTULO VII		49
ANEXOS		49
ANEXO I. Resultados de los parámetros de campo.		50
ANEXO II. Panel fotográfico de la construcción, funcionamiento y análisis.		51
ANEXO III. Informes emitidos por el Laboratorio Regional del Agua.....		56
ANEXO IV. Certificado de calibración del instrumento Multi 3630 IDS		76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Caracterización fisicoquímica del agua residual generada en la industria láctea</i>	17
Tabla 2. <i>Tiempo de retención hidráulico.</i>	10
Tabla 3. <i>Valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado.</i>	14
Tabla 4. <i>Factor y variable independiente</i>	18
Tabla 5. <i>Arreglo de tratamientos y repeticiones (ANOVA) para el cálculo de varianza</i>	18
Tabla 6. <i>Diseño de análisis del tratamiento.</i>	19
Tabla 7. <i>Volumen de muestra y reactivo de preservación</i>	23
Tabla 8. <i>Método de ensayo del parámetro aceites y grasas</i>	23
Tabla 9. <i>Estructura de los datos en el ANVA.</i>	25
Tabla 10. <i>Tabla del análisis de la varianza.</i>	25
Tabla 11. <i>Concentración de aceites y grasas (mg/L) obtenidos en los puntos de muestreo.</i>	25
Tabla 12. <i>Eficiencia de remoción de aceites y grasas</i>	29
Tabla 13. <i>Comparación con los valores máximos admisibles</i>	30
Tabla 14. <i>Análisis de la varianza ANOVA para aceites y grasas</i>	28
Tabla 15. <i>Prueba de significación de Tukey al 5% para aceites y grasas</i>	31
Tabla 16. <i>Análisis de la varianza ANOVA para la turbidez</i>	33
Tabla 17. <i>Prueba de significación de Tukey al 5% para la turbidez</i>	33
Tabla 18. <i>Análisis de la varianza ANOVA para la conductividad eléctrica</i>	37
Tabla 19 . <i>Prueba de significación de Tukey al 5% para aceites y grasas</i>	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación de la investigación</i>	17
Figura 2. <i>Dimensiones de trampa de grasa</i>	20
Figura 3. <i>Croquis del experimento</i>	20
Figura 4. <i>Puntos de monitoreo</i>	23
Figura 5. <i>Promedio de aceites y grasas en mg/L de los diferentes puntos de muestreo</i>	28
Figura 6. <i>Promedio de los resultados del parámetro de campo turbidez (NTU)</i>	32
Figura 7. <i>Promedio de los resultados de parámetro de campo temperatura (°c)</i>	35
Figura 8. <i>Promedio de los resultados del parámetro de campo potencial de Hidrógeno (pH)</i>	36
Figura 9. <i>Promedio de los resultados del parámetro de campo conductividad eléctrica (μS/cm)</i>	37

RESUMEN

Se determinó la eficiencia del aire disuelto y polielectrolito catiónico en trampas de grasa en la separación de aceites y grasas del efluente de una industria láctea; dado que esta industria genera grandes cantidades significativas de residuos líquidos con concentraciones elevadas de aceites y grasas, cuyo parámetro es muy influyente en el desempeño de una planta de tratamiento de aguas residuales. El experimento se desarrolló a escala de laboratorio (180 L/día de agua residual de una industria láctea), utilizando 4 trampas de grasa de 5.04 litros, con diferentes estímulos: trampa 1 funcionó como testigo sin estímulo, trampa 2 con aire disuelto, trampa 3 con polielectrolito catiónico y la trampa 4 con aire disuelto y polielectrolito catiónico en conjunto; se trabajó con un caudal de ingreso de 0.0169 L/s para un tiempo de retención hidráulica de 5 minutos. Con la concentración de aceites y grasas del afluente y efluentes se determinó la eficiencia de los estímulos agregados; la concentración promedio de aceites y grasas en el afluente fue 184.83 mg/L y en los efluentes fueron 165.626, 146.857, 55.702 y 75.123 mg/L respectivamente; representando eficiencias de: 10.20%, 20.37%, 69.80% y 59.27% respectivamente; finalmente la trampa de grasa con adición del polielectrolito catiónico obtuvo mayor eficiencia en la separación de aceites y grasas.

Palabras clave: Eficiencia, aire disuelto, polielectrolito catiónico, aceites y grasas, trampa de grasa.

ABSTRACT

The efficiency of dissolved air and cationic polyelectrolyte in grease traps in the separation of oils and fats from the effluent of a dairy industry was determined; given that this industry generates large significant amounts of liquid waste with high concentrations of oils and fats, whose parameter is highly influential in the performance of a wastewater treatment plant. The experiment was carried out on a laboratory scale (180 L/day of residual water from a dairy industry), using 4 grease traps of 5.04 liters, with different stimuli: trap 1 functioned as a control without stimulus, trap 2 with dissolved air, trap 3 with cationic polyelectrolyte and trap 4 with dissolved air and cationic polyelectrolyte together; We worked with an inlet flow of 0.0169 L/s for a hydraulic retention time of 5 minutes. With the concentration of oils and fats from the influent and effluents, the efficiency of the added stimulus was determined; the average concentration of oils and fats in the influent was 184.83 mg/L and in the effluents they were 165,626, 146,857, 55,702 and 75,123 mg/L respectively; representing efficiencies of: 10.20%, 20.37%, 69.80% and 59.27% respectively; Finally, the grease trap with the addition of the cationic polyelectrolyte obtained greater efficiency in the separation of oils and fats.

Keywords: Efficiency, dissolved air, cationic polyelectrolyte, oils and fats, grease trap.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria láctea genera cantidades significativas de residuos líquidos, mayormente leche diluida, leche separada, crema, suero, sólidos suspendidos, nitrógeno, incluyendo aceites y grasas. La descarga de estos sin tratamiento previo se convierte en un foco contaminante; una industria láctea media produce diariamente 40,000 litros de suero sin depurar que equivale a una contaminación diaria similar a lo que genera una población de 1,250,000 habitantes, por ello es importante que las industrias lácteas utilicen el lactosuero con el fin de no contaminar el ambiente (Valencia y Ramírez, 2009, p. 28). Benítez (2021) En su estudio mostró valores medios de carga orgánica (aceites y grasas, DQO, DBO) de 298.9 ± 73.98 mg/L, 2470 ± 256.52 mg/L y 1943 ± 499.27 mg/L respectivamente, menciona que se debe procurar remover los aceites y grasas durante el pretratamiento de las aguas residuales y al promover se estaría removiendo gran cantidad de DQO del agua residual. (p. 67)

Rodríguez (2009) menciona que los aceites y grasas son un parámetro muy influyente en una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que las partículas de grasa son muy estables y no se descomponen fácilmente causando un gran problema en el tratamiento biológico.

En el marco de la conservación del medio ambiente, se está creando y buscando tecnologías de tratamiento que resulten eficientes y económicamente favorables, y sobre todo

amigables con el medio ambiente. Arango y Garcés (2007) menciona que la utilización de trampas de grasa siempre resulta económicamente favorable para la separación de aceites y grasas y si estas aparecen junto con tensoactivos en forma emulsionada, se separan por medio de flotación”. (p. 25)

La empresa Hermanos Izquierdo, es una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos, al no contar con una planta de tratamiento está vertiendo sus efluentes con presencia de aceites y grasas y gran contenido de materia orgánica al alcantarillado público de la ciudad de Celendín, no cumpliendo con los valores máximos admisibles para descargas de aguas residuales no domésticas, causando obstrucción de tuberías por la saponificación de aceites y grasas y dificultando el tratamiento biológico. En este sentido se realizó la presente investigación, sobre trampas de grasa a escala de laboratorio con diferentes estímulos (aire disuelto y/o polielectrolito catiónico), teniendo como objetivo general: Determinar la eficiencia del aire disuelto y/o polielectrolito catiónico, en la separación de aceites y grasas del efluente de una industria láctea, Celendín -2022; y como objetivos específicos: Determinar las concentraciones de aceites y grasas del afluente y efluente del tratamiento con aire disuelto y/o polielectrolito catiónico; Comparar los resultados de remoción de aceites y grasas, con los valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado; Analizar los parámetros de campo como: Turbidez, temperatura, potencial de Hidrogeno y conductividad eléctrica.

Utilizando el efluente de planta de lácteos Hermanos Izquierdo del distrito de Celendín, se realizaron análisis del afluente y efluentes de las trampas de grasa, con la finalidad de evaluar el mejor estímulo para la remoción de aceites y grasa en efluentes lácteos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA

2.1. Antecedentes de la investigación

Rivadeneira (2015) diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales en una planta procesadora de lácteos, con una trampa de grasa, para un tiempo de retención hidráulica de 3 minutos a través de pruebas de tratabilidad (pruebas de jarras y las curvas de sedimentación), determinó que se necesita agregar 0,3 g/L de cal y 1,5 ml de policloruro de Aluminio al 25%. Obtuvo una eficiencia de remoción de 97.32%. (p. 1-107)

Sánchez (2011) diseñó una trampa de grasa para disminuir la carga contaminante de grasas y aceites emitidas a la red municipal de drenaje, cuyo método de separación fue flotación por aireación, determinó que a mayor tiempo de residencia mayor porcentaje de eficiencia, obteniendo niveles de eficiencia de remoción cercanos al 80% con tiempo de residencia de 90 minutos. (p. 1-96)

Domínguez y León (2019) elaboraron un modelo físico a escala de laboratorio y su guía metodológica para la separación de aceites y grasas, con una trampa de grasas, un sistema de aireación de 5 a 10 minutos y un tiempo de residencia entre 5 y 30 minutos, realizaron dos ensayos: para el primer ensayo se utilizó un litro de leche y 200 mL de crema de leche y 120 litros de agua; para el segundo ensayo se utilizó 1 litro de aceite de cocina y

120 litros de agua, obtuvieron una suspensión de grasas animales y aceites vegetales de 6 % y 92 % respectivamente. (p. 1-107)

Cortes (2021) formuló una alternativa para el tratamiento de aguas residuales de una industria láctea. Realizó la evaluación del efluente de la industria láctea, obteniendo un valor de 619 mg/L de grasas y aceites, cuyo valor lo comparó con la normativa estableciendo que no cumple, formulando 2 alternativas de tratamiento: alternativa 1 rejilla, trampa de grasas, tanque séptico y FAFA; alternativa 2 rejillas, trampa de grasas, tanque séptico y filtro percolador. La trampa de grasas se diseñó para un tiempo de retención hidráulica de 3 minutos para las dos alternativas. (p. 1-69)

Chinchilla (2015) construyó una trampa de grasa y evaluó la relación de los parámetros de diseño versus su eficiencia, en aguas residuales comerciales, el tiempo de retención hidráulica varió entre 1 y 27 minutos con respecto al caudal de ingreso, concluyó que la remoción de DBO5 y DQO está relacionada con las grasas y aceites, además, determinó que a mayor tiempo de operación, decae la eficiencia de remoción de grasas, ya que en los primeros días de operación obtuvo hasta 80 % de remoción, a partir del sexto día la eficiencia decae hasta volverse nula. (p. 1-182)

Tuesta (2021) diseñó un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de usuarios no domésticos, con una trampa de grasas de dos compartimientos, el segundo estaba compuesto de dos capas (grava fina, arena fina), para un tiempo de retención hidráulica de 3 minutos, obtuvo un promedio de eficiencia de remoción de aceites y grasas de 82.09%. (p. 1-96)

Vizcardo (2019) desarrolló un programa integral de disminución de valores máximos admisibles en aguas residuales de establecimientos de comida, monitoreó a establecimientos

que contaban con trampas de grasa, además brindo capacitaciones sobre operación de estas, concluyó que con las capacitaciones se logró 85,70 % de reducción para el parámetro aceites y grasas; sin embargo, no se logró que todos los establecimientos cumplan con los Valores Máximos Admisibles establecidos en la normativa. (p. 1-82)

Pillo (2015) llevó a cabo pruebas de desacidificación de lactosuero crudo y concentrado, realizó ensayos en la configuración homopolar y bipolar a diferentes temperaturas, analizó la conductividad, pH, porcentaje y velocidad desacidificación, concluyó que desacidificar el lactosuero ácido mediante electrodiálisis es un proceso fácil y factible, con las configuraciones usadas se concentró el ácido láctico en un 134%. (p. 1-175)

Osorio y Martínez (2017) desarrollaron una propuesta de aprovechamiento de residuos lácteos, para la separación de los residuos grasos del agua residual, utilizó una trampa de grasas de 4 compartimientos, funcionó con un tiempo de retención de 25 minutos por compartimiento, analizó 0.5 litros de residuos grasos, determinó que la muestra tiene 18.9 gramos de grasa, concluyó que una industria láctea genera aproximadamente 833 kilogramos de grasa por mes, que pueden ser aprovechados. (p. 1-116)

Bulla y Torres (2019) desarrollaron una propuesta para un sistema de tratamiento del agua residual de una empresa de lácteos, se planteó 6 procesos (trampa de grasas, oxidación, neutralización, coagulación, floculación y filtración), la trampa de grasas se construyó de un recipiente de plástico de 20 litros, para la coagulación y floculación se realizó el test de jarras y para la filtración usó carbón activado. Obtuvo 90 % de eficiencia de la trampa de grasa, con el sistema de tratamiento logro reducir de 526 a 5.63 mg/L de aceites y grasas (98.78% eficiencia de remoción). (p. 1-169)

Chariguamán (2018) diseñó un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en una planta procesadora de lácteos, el sistema constó de: rejilla, trampa de grasas, filtro lento, floculador y sedimentador; la trampa de grasa tubo un área transversal de $0.17 m^2$, ancho de 0.21 metros, largo 0.83 metros y un volumen útil de $0.12 m^3$, obtuvo una eficiencia de remoción de aceites y grasas 95.26%. (p. 1-104)

Oñate y Chinchilla (2021) utilizaron un polielectrolito catiónico como coagulante empleado para remover aceites y grasas de aguas residuales de una industria láctea, realizó ensayo de jarras, alcanzó resultados según la dosis de coagulante (10, 140, 180, 220 y 260 mg/L), obtuvo eficiencias de remoción de aceites y grasas entre 57-89%, la mejor concentración fue 140 mg/L. (p. 1-11)

Leitón (2017) realizó un proceso de coagulación- floculación de aguas residuales no domésticas, caracterizó el afluente y efluente de 3 trampas de grasa, obtuvo 77% de eficiencia de remoción solo en una trampa, para el proceso de coagulación- floculación usó quitasano como coagulante, floculante hidroxiclورو de aluminio y Callaway 4893, consiguió eficiencias de remoción de 77%, 78% y 93%. (p. 1-127)

2.2.Bases teóricas

2.2.1. *Aguas residuales de la industria láctea*

Esta industria se realiza a gran escala a nivel nacional e internacional, Santamaría et al., (2015) nos dice que en la industria láctea, los vertidos líquidos son el aspecto que presenta mayor incidencia medioambiental debido a la gran cantidad de aguas residuales generadas en los procesos de producción (el consumo de agua es 2 a 5 veces mayor que el volumen de leche procesada, en la producción de queso el lactosuero generado es 9 veces más que la leche utilizada) y su carácter claramente orgánico. (p. 19)

El problema medioambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada (fundamentalmente orgánica). En cuanto al volumen de aguas residuales generado por una empresa láctea, se pueden encontrar valores que oscilan entre 2 y 6 L/L leche procesada. (Gandarillas et al., 2009, p.8)

2.2.2. Composición de los efluentes lácteos

Los efluentes lácteos, su composición es variada, dependiendo de los productos que producen y de los insumos utilizados. Como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Caracterización fisicoquímica del agua residual generada en la industria láctea

Parámetros	Unidad	Promedio	SD	Límites permitidos
pH	--	7,8	± 0,31	6 – 9
Conductividad eléctrica	µS/cm	2283,2	± 507,78	--
Cloruros	mg/L	128,0	± 36,17	
Aceites y grasas	mg/L	298,0	± 73,98	10
DBO 5. 20	mg/L	1943,0	± 499,37	100
DQO	mg/L	2470,0	± 256,52	250
DBO/DQO	--	0,79		
NTK	mg/L	69,6	± 11,59	10**
Fósforo total	mg/L	38,6	± 16,12	2
Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	72,0	± 2,92	
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1434,0	± 282,19	100
Surfactantes	mg/L	5,1	± 1,25	
Caudal producido	m ³ /m ³	1,13	0,2	---

Fuente: (Benítez, 2021, p. 67)

2.2.3. Trampas de grasa

Rivadeneira (2015) nos dice que “Las trampas de grasa son pequeños tanques de flotación natural, en donde los aceites y las grasas, con una densidad inferior a la del

agua, se mantienen en la superficie del tanque para ser fácilmente retenidos y retirados”
(p. 46)

En la actualidad, el uso de las trampas de grasas en el tratamiento de aguas residuales se ha convertido en un elemento integral para el aprovechamiento de este recurso, haciendo que su disposición final tenga el menor impacto negativo al medio ambiente, mediante la reducción de la carga orgánica que se le suministra al tratamiento primario, ya que son dispositivos fundamentalmente diseñados para evitar que los aceites, grasas y demás sustancias lleguen a los desagües ocasionando obstrucción y daños en los drenajes. (Obeid y Ramírez, 2018, p. 17)

2.2.4. Trampas de grasa por flotación mediante aire disuelto

Estas trampas son creadas para la separación de aceites y grasas, principalmente en aguas residuales industriales con porcentajes de aceites y grasas elevados, diseñado con una tecnología de flotación con aire disuelto, favoreciendo la separación de sólidos suspendidos, aceites y grasas y coloides. La grasa es evacuada por la parte superior.
(Madero, 2021, p. 2).

2.2.5. Dimensionamiento de una trampa de grasa

Las trampas de grasa, según Rivadeneyra (2015) “Deben diseñarse en función de la velocidad de flujo o el tiempo de retención hidráulica, ya que todo dispositivo que ofrezca una superficie tranquila, con entradas y salidas sumergidas (a media altura), actúa como separador de aceites y grasas”. (p. 46)

La unidad puede contar con uno o dos compartimientos; en estos últimos, en la primera cámara se separa la grasa y en la segunda cámara debe realizarse el almacenamiento de la grasa. Debe ubicarse en un sitio de fácil acceso para su

limpieza. La entrada, la salida y los accesorios deflectores son típicamente de diseño T con una extensión vertical de 0.3 m del fondo del tanque y sobresalen sobre el nivel del agua. La distancia entre los dispositivos de entrada y salida debe ser suficiente para permitir retener la grasa y evitar que esta sea arrastrada en el efluente. (RAS Título C, 2000, p. 27)

Para el dimensionamiento de la trampa de grasas se deben considerar los siguientes parámetros de diseño:

- **Caudal.** Según Rivadeneyra (2015) “La determinación de los caudales de agua residual a eliminar es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación, con esto podemos obtener un diseño adecuado a las necesidades que se presentan”. (p.42)

Para el cálculo del caudal podemos utilizar la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q= Caudal (m^3/s)

V= Volumen (m^3)

t = Tiempo (s)

- **Tiempo de retención hidráulico (TRH).** Teniendo en cuenta el caudal de ingreso se calcula el TRH. Como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.*Tiempo de retención hidráulico.*

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2-9
4	9-19
5	20 o mas

Fuente: (RAS Título E, 2000, p. 35)

2.2.6. Eficiencia de una trampa de grasas

La eficiencia de una trampa de grasa se calcula analizando el porcentaje de contaminantes del afluente o influente versus el porcentaje de contaminantes del efluente de la trampa. Para el cálculo de eficiencia de la trampa de grasa se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Remoción \%} = \left(\frac{\text{AyG afluente} - \text{AyG efluente}}{\text{AyG afluente}} \right) \times 100$$

Donde:

Remoción: eficiencia de la trampa de grasa

GyA afluente: aceites y grasas en la entrada de la trampa de grasa

GyA efluente: aceites y grasas en la salida de la trampa de grasa

2.2.7. Polielectrolitos

Son polímeros naturales o sintéticos de alto peso molecular. Contienen unidades de bajo peso molecular enlazadas químicamente en grandes moléculas coloidales, cada una con una o más cargas o grupos ionizables. Los polielectrolitos pueden funcionar

solos (coagulantes) o como auxiliares de floculación, lo que aumenta considerablemente el tamaño de los flóculos, similar a la sílice, una dosis óptima que se excede produce una floculación deficiente. (Pérez y Urrea, 2016, p. 24)

2.2.7.1. Polielectrolitos catiónicos

Son ampliamente utilizados en unidades de deshidratación de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. El principio de funcionamiento del polielectrolito catiónico generalmente se basa en el intercambio de iones entre la cadena de polímero en la solución acuosa y las cargas eléctricas de las partículas sólidas en estado sólido suspendido. Las estructuras estables de las partículas sólidas se rompen, lo que lleva a la coagulación o a la floculación. (SoleChem, 2022, p. 2)

Los polielectrolitos catiónicos tienen a la vez una misión de coagulación, por su carga positiva, y de floculación, por su estructura molecular. Pueden utilizarse en sustitución del coagulante y del ayudante. Presentan la ventaja de producir un menor volumen de fangos. (Orellana, 2005, p. 56)

Es importante conocer la dosis óptima de polielectrolito para obtener mejores resultados de caso contrario no se obtendrá buenos resultados, (Pérez y Urrea, 2016) nos dice que todo polímero añadido es absorbido sobre los mismos, El punto a partir del cual el polímero no es totalmente adsorbido corresponde a la dosis óptima, que será la cantidad máxima de polímero que puede ser adsorbido sobre el sólido para producir un sistema floculado, a condición de que ningún enlace de superficie sea roto después de la formación de los flóculos, a medida que se desarrolla la floculación, la formación de flóculos disminuye la superficie disponible, y el número de colisiones entre las partículas se hace inferior, de modo que una cierta cantidad de finos se escapa

al fenómeno de floculación para dar lugar a una ligera niebla en escapa al fenómeno de floculación para dar lugar a una ligera niebla en suspensión en el líquido sobrenadante. (p. 27)

Oñate Y Chinchilla (2021) “los polielectrolitos catiónicos constituyen una opción para facilitar la remoción de aceites y grasas en la unidad de flotación por aire disuelto, del sistema de tratamiento de aguas residuales de la industria láctea”. (p. 120)

2.2.7.2. Polielectrolitos aniónicos

Tienen alto peso molecular, caracterizados por la coexistencia de grupos que permiten la adsorción y grupos ionizados negativamente (grupos carboxílicos y sulfúricos), cuyo papel consiste en provocar la extensión del polímero. (Ruíz, 2005, p. 18)

2.2.8. Flotación por aire disuelto

En la flotación interviene la diferencia entre la masa volumétrica de los sólidos o flóculos y la del líquido en que se encuentran en suspensión. Sin embargo, contrariamente a lo que ocurre en la decantación, este proceso de separación sólido-líquido únicamente se aplica a partículas que tienen una masa volumétrica real (flotación natural) o aparente (flotación provocada) inferior a la del líquido que la contiene. (de Vargas, 2007, p. 65)

Fluence (2018), manifiesta que la tecnología flotación por aire disuelto (DAF) es un proceso fisicoquímico probado y eficaz utilizado para muchas aplicaciones industriales y municipales, incluyendo:

- Recuperación y reusó de productos.
- Tratamiento previo para cumplir con límites de descargas a drenajes.

- Tratamiento previo para reducir la carga sobre los sistemas biológicos aguas abajo.
- Pulido de efluentes luego del tratamiento biológico.
- Eliminación de limo y grasa de efluentes industriales.

(p. 2)

de Vargas (2007) menciona que los mecanismos de contacto entre las bolas de aire y las partículas pueden resultar de las siguientes acciones:

- a) Colisión entre la bola y la partícula, debido a turbulencia o a atracción entre ambas.
- b) Aprisionamiento de las bolas contra los flóculos o contacto entre los flóculos que están sedimentando y las bolas de aire en ascensión.
- c) Crecimiento de las bolas de aire entre los flóculos. Cuando se tienen partículas hidrofílicas, los mecanismos b y c parecen ser los responsables de la eficiencia de la flotación, en tanto que el mecanismo parece predominar en la obtención de una ligazón más estable entre las bolas de aire y las partículas, las cuales requieren un cierto grado de hidrofobia.

(p. 3.)

El proceso de flotación se basa en mecanismos de coagulación y floculación, mediante el agregado de productos químicos específicos, es utilizada para separar partículas sólidas de un líquido al introducir un gas (generalmente aire), disperso en burbujas finas en un líquido; estas burbujas se adhieren a la partícula y las arrastran a la superficie del líquido mismo. La flotación es efectiva tanto para partículas que tienen una

densidad mayor que la del agua, como para partículas que tienen una densidad más baja.

(Fluence, 2018, p. 3)

2.2.9. Valores máximos admisibles

EL Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019) prohíbe que se descargue sustancias desconocidas que alteren la calidad del ecosistema acuático al sistema de alcantarillado, está prohibido descargar aguas residuales no domésticas que sobrepasen los valores máximos admisibles, con excepción de pago por exceso de concentración de contaminantes.

Se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento; garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Tabla 3.

Valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado.

Parámetro	Unidad	Simbología	VMA para Descargas al Sistema de Alcantarillado
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	DBO_5	500
Demanda química de oxígeno	mg/L	DQO	1000
Sólidos suspendidos totales	mg/L	S.S. T	500
Aceites y grasas	mg/L	A y G	100

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Flotación por aire disuelto

Se utiliza para separar las emulsiones y las partículas sólidas presentes en la fase líquida, mediante burbujas diminutas de un gas, generalmente aire. La separación no depende tanto del tamaño y densidad relativa de las partículas como de aquellas propiedades superficiales que permiten la adherencia de las burbujas a la estructura de las partículas. (Romero, 1999, p. 345)

2.3.2. Polielectrolito catiónico

Acosta (2006) son polímeros catiónicos que tienen carga positiva, que tienen la capacidad de remover la turbidez y el color, acondicionador de lodos, con peso molecular entre 10^4 - 10^6 g/mol y pueden usarse junto a coagulantes inorgánicos, resistentes al cloro, su densidad de carga no es sensible a cambios de pH. (p. 13)

2.3.3. Eficiencia

“Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje”. (NORMA OS. 090, p. 4)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

Se realizó en el distrito de Celendín, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, en el barrio de San Isidro a 483 metros de la plaza de armas de la ciudad, ver figura 1.

3.1.1. *Coordenadas geográficas*

Altitud: 2676.2 msnm

Este: 815086

Norte: 9240320

3.1.2. *Material experimental*

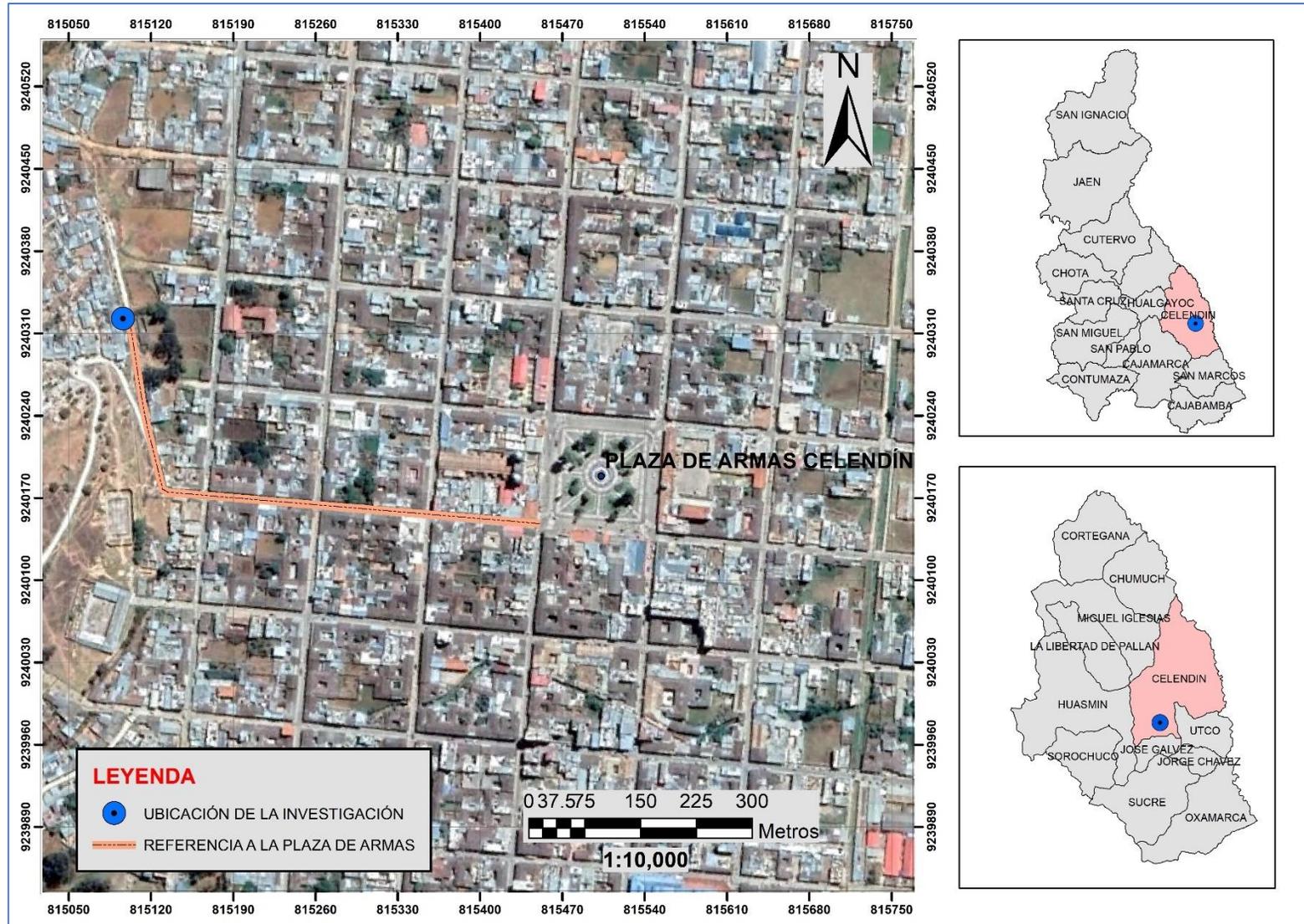
- Aguas residuales proveniente de la empresa Hermanos Izquierdo, industria láctea
- Polielectrolito catiónico

a. Materiales

- Preservantes químicos
- Kit de muestreo (envases de vidrio y plástico)
- Recipiente de 110. litros
- Válvula reguladora de oxígeno

Figura 1.

Ubicación de la investigación



T: tratamiento.

R: repetición.

3.1.4. *Diseño experimental y arreglo de los tratamientos*

La presente investigación es de tipo experimental la cual se realizó por etapas:

Análisis inicial sin tratamiento = preprueba

Análisis final con tratamiento = posprueba

Comparando los valores de preprueba con la posprueba se determinó la eficiencia de remoción de aceites y grasas.

Tabla 6

Diseño de análisis del tratamiento.

Efluente de la Industria	Trampa de Grasa (Estímulo Agregado)	Efluente de la Trampa de Grasa
A1	Testigo sin estímulo	A2
	Aire disuelto (ad)	A3
	Poliectrolito catiónico (pc)	A4
	ad + pc	A5

A1: análisis de entrada (preprueba)

A2, A3, A4, A5: Análisis de salida (posprueba)

3.1.5. *Croquis del experimento.*

Para el experimento se utilizó un efluente de la industria láctea, al cual se le aplicó un tratamiento en cuatro reactores con diferente estímulo, como se muestra en la figura 3.

3.1.6. Procedimiento

- Se instaló 4 trampas de grasa de vidrio macizo, y un deflector de vidrio a una altura de la base de 0.040 m, como se muestra en la figura 3.
- El tanque de distribución fue un balde de 110 litros, el cual se ubicó sobre una base de madera (mesa) de 0.60 m de altura, el cual abasteció a las trampas de grasa.
- La trampa 1 fue testigo, sin estímulo; en la trampa 2 se inyectó aire, por medio del equipo de aireación el cual constó de: un motor oxigenador (Marina 50), fue conectado por una manguera cristal 1/4" a unas válvulas reguladoras de oxígeno, ver figura 2. La aireación se realizó durante todo el período de ejecución, según Domínguez y León (2019) a mayor tiempo de aireación mayores resultados en la remoción de aceites y grasas. (p. 67)

Figura 2.

Dimensiones de trampa de grasa

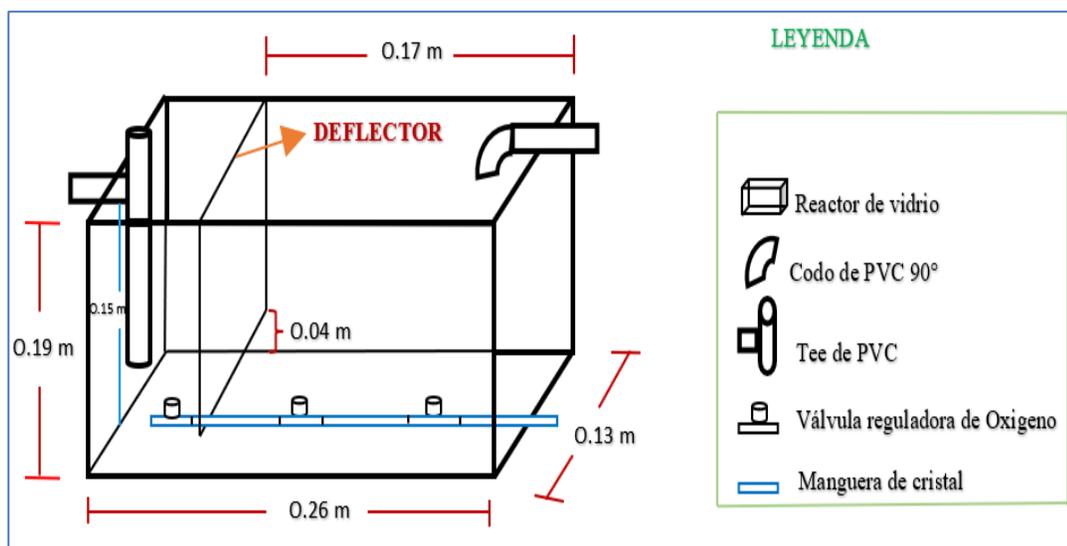
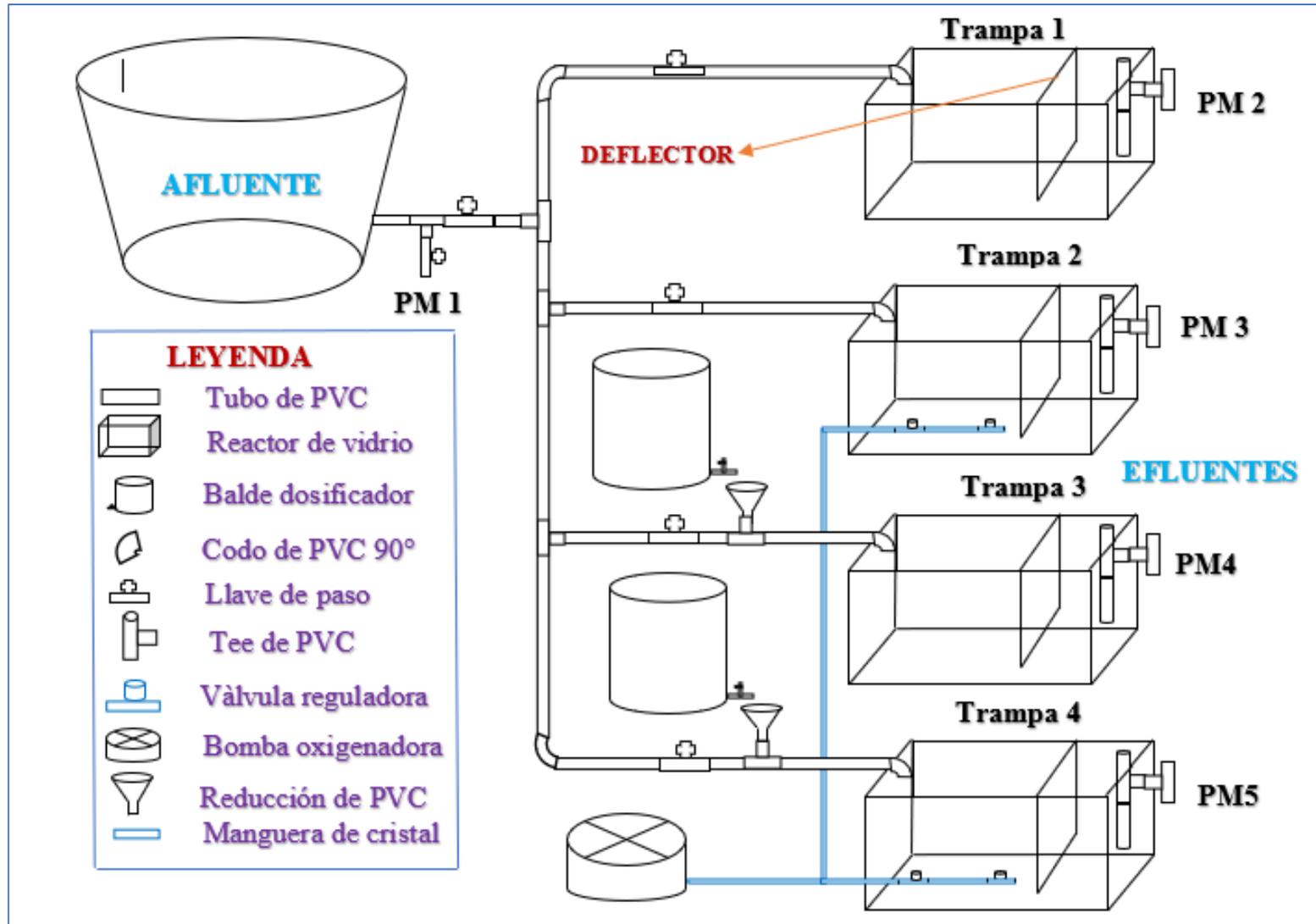


Figura 3.

Croquis del experimento

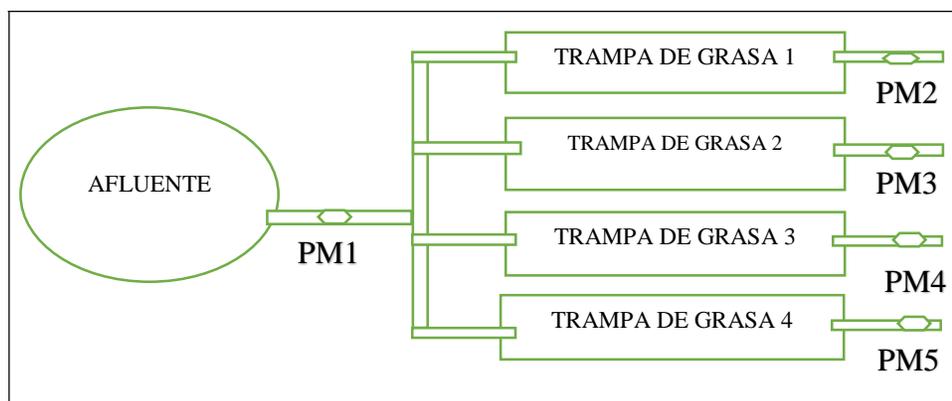


- En la trampa 3 se suministró el polielectrolito catiónico NALCO 8100. En el estudio realizado por Oñate y Chinchilla (2021) determinaron que la concentración de NALCO 8100 más eficiente en la remoción de aceites y grasas en aguas residuales de la industria láctea es de 140 mg/l. El polielectrolito catiónico se adicionó en la tubería de ingreso a la trampa, mediante un balde con grifo de 2 litros ver figura 3. En la trampa 4 se suministró aire disuelto y el polielectrolito catiónico en conjunto, combinando el procedimiento de la trampa 2 y trampa 3.
- Se trabajó con un caudal de ingreso a las trampas de grasa de 0.0169 L/s y un tiempo de retención hidráulica de 5 minutos.
- Para la ejecución del tratamiento se utilizó 180 litros de agua residual proveniente de la industria láctea cada día. La recolección del efluente de la planta procesadora de derivados lácteos se realizó de todas las actividades generadoras de efluentes, se suministró al balde de almacenamiento, para luego ser regulado el caudal de ingreso a las trampas de grasa.
- La planta funcionó de forma intermitente, cada día funcionó hasta terminar el agua residual del tanque de distribución.
- A los 30 minutos de operación de la planta se obtuvo las muestras en los diferentes puntos de muestreo como se muestra en la figura 4.
- La frecuencia de muestreo se realizó diario por dos semanas solo días hábiles es decir por diez días, para el parámetro de aceites y grasas se tomaron las muestras en envases de vidrio oscuro con tapa con rosca, las muestras fueron enviadas al Laboratorio Regional del Agua – Gobierno Regional de Cajamarca acreditado por INACAL-DA con registro N.º LE-084, la evaluación de los parámetros de campo se realizó en el

laboratorio de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental mediante el multiparámetro Multi 3630 IDS. (calibrado, certificado ver ANEXO IV)

Figura 4

Puntos de monitoreo



Donde:

PM: Punto de monitoreo en función a la ubicación de la muestra tomada.

Tabla 7

Volumen de muestra y reactivo de preservación

Parámetro	N.º de muestras			Volumen	preservante
	Afluyente	Efluente	Total		
Aceites y Grasas	10	40	50	1000 mL	H_2SO_4

Tabla 8

Método de ensayo del parámetro aceites y grasas

Parámetro	método de ensayo
Aceites y grasas	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; OilandGreasel and Silica Get Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Nom-polar Material) by Extraction and Gravimetry

3.1.7. Tratamiento y análisis de datos

Con los resultados obtenidos del Laboratorio Regional del Agua – Gobierno Regional de Cajamarca acreditado por INACAL-DA con registro N.º LE-084 se calculó la eficiencia de remoción de la trampa de grasas. Para el procesamiento de datos se utilizó el software Excel.

El modelo estadístico utilizado fue el análisis de la varianza de un factor (ONE-WAY) o diseño completamente al azar (DCA).

La característica esencial de un diseño completamente al azar es que se realiza un experimento o estudio donde todas las posibles fuentes de variación o de influencia están controladas y sólo hay efecto de un solo factor en estudio, para el cual se consideran al menos 3 niveles o tratamientos, con “ n_i ” repeticiones dentro de cada nivel o tratamiento. (Cervantes y Marques, 2007, p. 4)

El modelo estadístico-matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots$ repeticiones

Y_{ij} = porcentaje de remoción en la ij -ésima unidad experimental

μ =media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento en el porcentaje de remoción

ε_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

Tabla 9.

Estructura de los datos en el ANVA.

Tratamiento o Nivel del factor	Repetición				Totales $\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}$	medias $\bar{Y}_{i.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}}{n_i}$
	1	2	...	n		
1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1n}	$Y_{1.}$	$\bar{Y}_{1.}$
2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2n}	$Y_{2.}$	$\bar{Y}_{2.}$
.
.
.
k	Y_{k1}	Y_{k2}	...	Y_{kn}	$Y_{k.}$	$\bar{Y}_{k.}$
$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij} = Y_{..}$					$\frac{Y_{..}}{\sum_{i=1}^k n_i} = \bar{Y}_{..}$	

Fuente: (Cervantes y Marques, 2007, p. 3)

Tabla 10.

Tabla del análisis de la varianza.

Fuente de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (g.l.)	Cuadrados Medios (C.M.)	F _o
Tratamientos	$SC_{TRATAMIENTOS}$	K - 1	$\frac{SC_{TRATAMIENTOS}}{K - 1}$	$\frac{SC_{TRATAMIENTOS}}{SC_{ERROR}}$
Error	SC_{ERROR}	N - K	$\frac{SC_{ERROR}}{N - K}$	
Total	SC_{TOTAL}	N - 1	—	

Fuente: (Cervantes y Marques, 2007, p. 6)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Concentraciones de aceites grasas del afluyente y efluentes del experimento (mg/L)

De los informes del Laboratorio Regional del Agua (ver ANEXO III), se obtuvo las concentraciones de aceites y grasas (mg/L) en los puntos de muestreo (ver tabla 11)

Tabla 11

Concentración de aceites y grasas (mg/L) obtenidos en los puntos de muestreo

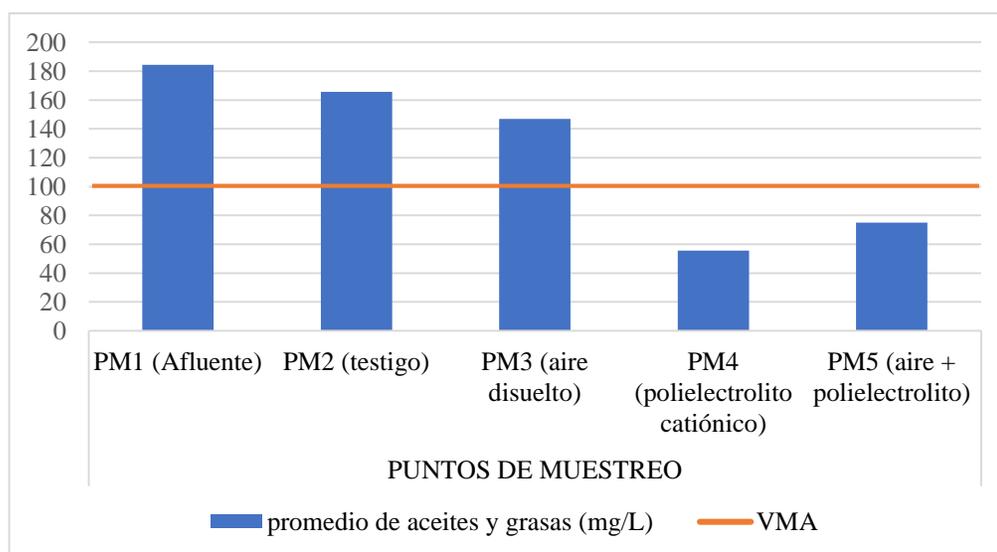
MUESTREOS	PUNTOS DE MUESTREO				
	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
1	217.8	193.09	171.78	68.65	89.6
2	187.91	168.19	151.68	49.65	67.21
3	174.12	157.97	144.91	51.78	71.7
4	198.45	178.5	153.89	63.08	88.67
5	158.95	143.79	131.61	43.12	58.86
6	171.54	151.23	130.49	54.56	73.79
7	179.95	164.14	145.7	45.59	68.16
8	166.89	149.01	131.87	48.16	67.94
9	187.59	169.08	143.56	64.98	79.32
10	201.1	181.26	163.08	67.45	85.98
promedio	184.43	165.626	146.857	55.702	75.123

La figura 5 muestra las concentraciones promedio de aceites y grasas en mg/L por punto de monitoreo, la concentración más elevada se encuentra en el PM1 (efluente de la industria láctea) con un promedio de 184.43 mg/L coincidiendo con Benítez (2021) que indica que un efluente lácteo contiene $298,9 \pm 73$ mg/l. Las disminuciones menores en relación al PM1 está en el PM2 y PM3, y las mayores en el PM4 y PM5; en el PM2 (trampa de grasa testigo) se obtuvo 165.626 mg/L, esto se debe a la composición que tienen estos efluentes lácteos, la cual es difícil de remover grasas presentes sin adicionar algún estímulo, aceptando el argumento de Quico (2018) que un efluente lácteo genera gran cantidad de grasas difíciles de desmenujar sin adición de algún químico o aire; en el PM3 (con adición de aire disuelto) se obtuvo 146.857 mg/L, esto debido a la elevada presión de salida del aire, lo cual causó turbulencias en el agua dificultando la flotación de partículas, aceptando la afirmación de Domínguez y León (2019) quienes mencionan que en el sistema FAD se debe verificar la presión del aire para propiciar la unión de partícula-aire, de lo contrario entorpece la unión; en cambio en el PM4 (con adición del polielectrolito catiónico) se obtuvo la mayor disminución en la concentración 55.702 mg/L, esto se debe a que el polielectrolito catiónico desestabiliza las partículas en suspensión reduciendo las fuerzas de separación entre ellas favoreciendo a la flotación, coincidiendo con Oñate y Chinchilla (2021) quienes mencionan que el polielectrolito catiónico actúa liberando sus iones positivos que desestabilizan y atraen los coloides cargados negativamente (aceites y grasas), neutralizando su carga, ayudando en la sedimentación o flotación; en el caso del PM5 (con adición de polielectrolito y aire en conjunto), se redujo la concentración a 75.123 mg/L, este aumento de concentración en relación al PM4 se dio porque el polielectrolito desestabilizó las partículas formando los flocs, pero por la elevada presión del aire destruyó algunos

floculos formados, aceptando los argumentos de Domínguez y León (2019) y Oñate y Chinchilla (2021) quienes indican que en la coagulación por polielectrolito no se debe alterar las condiciones de mezclado, la presión del aire debe ser la óptima de lo contrario causaría turbulencias destruyendo los flóculos conformados, causando que el agua se reemulsione disminuyendo la remoción.

Figura 5.

Promedio de aceites y grasas en mg/L de los diferentes puntos de muestreo



La tabla 12 muestra las eficiencias de remoción de aceites y grasas, se observa que la trampa de grasa con adición del polielectrolito catiónico (PM4) fue la más eficiente, cuyo valor promedio es de 69.80 %, aproximándose a lo registrado por Leitón (2017) que obtuvo una remoción de 77%; en la trampa con adición del polielectrolito catiónico más el aire disuelto (PM5) se obtuvo 59.27% de eficiencia, inferior a lo registrado por Oñate y Chinchilla (2021) quienes obtuvieron entre 57-89% de eficiencia; en la trampa de grasa con adición de aire disuelto (PM3) se obtuvo 20.37% de eficiencia,

mayor al 6% que obtuvo Domínguez y León (2019) quienes mencionaron que las trampas de grasa más aire disuelto nos es recomendado para efluentes lácteos, ya que remueve en porcentajes bajos; en la trampa de grasa sin estímulo (PM2) se obtuvo 10.20% de eficiencia, discrepando con Chariguamán (2018) quien obtuvo 93.89% de eficiencia, indica que el tratamiento físico (trampas de grasa) es eficiente en la separación de aceites y grasas de la industria láctea

Tabla 12

Eficiencia de remoción de aceites y grasas

Puntos de muestreo	Concentración promedio en mg/L		Porcentaje de remoción %
	EFLUENTE (PM1)	AFLUENTE	
PM2		165.626	10.19573822
PM3	184.43	146.857	20.37249905
PM4		55.702	69.79775525
PM5		75.123	59.26747275

4.2. Comparación con los valores máximos admisibles (VMA)

La tabla 13 muestra la comparación con los valores máximos para descargas al sistema de alcantarillado, el PM1 (efluente lácteo sin tratamiento) no cumple con los VMA, cuyo valor sobrepasa a 100 mg/L; el PM2 (trampa de grasa sin estímulo) sobrepasa los 100 mg/L por lo tanto no cumple, coincidiendo con Chinchilla (2015) que la trampa de grasa como pretratamiento único no logra cumplir con los límites permisibles para descargas, pero discrepando con Tuesta (2021) quien redujo de 201 a 34 mg/L con tratamiento físico cumplió con los VMA, y con Vizcardo (2019) quien usando trampa de grasas logro reducir de 3640 a 14.9 mg/L cumpliendo con los VMA; el PM3 (trampa de grasa con adición de aire disuelto) no cumple con los VMA cuyo valor es mayor a los 100 mg/L; analizado el PM4 (trampa de

grasa con adición del polielectrolito catiónico) si cumple con los VMA, cuyo valor es inferior a los 100 mg/L; el PM5 (trampa de grasa con adición del aire disuelto y el polielectrolito catiónico en conjunto) si cumple con los VMA, cuyo valor es inferior a 100 mg/L, coincidiendo con Oñate y Chinchilla (2021) quien redujo de 46 a 16 mg/L haciendo una eficiencia de 62% cumpliendo con los VMA

Tabla 13

Comparación con los valores máximos admisibles

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	VALOR PROMEDIO POR PUNTO DE MONITOREO	CUMPLE/NO CUMPLE	
Aceites y grasas	mg/L	A y G	100	PM1	184.43	No cumple
				PM2	165.63	No cumple
				PM3	146.9	No cumple
				PM4	55.702	Cumple
				PM5	75.123	Cumple

4.3. Análisis de la varianza para aceites y grasas

La tabla 14, muestra el análisis de la varianza para el parámetro aceites y grasas, se contempla que existe gran diferencia significativa entre F calculado (170.422764) y el F teórico o valor crítico para F (2.57873918), quiere decir que existe una gran variabilidad entre los tratamientos, es decir que los estímulos agregados producen efectos importantes en los aceites y grasas, con un 95% de confiabilidad.

El Coeficiente de variabilidad es menor a 30%, lo que significa que el diseño es controlado, esto indica que los datos de la muestra son relativamente homogéneos, por lo tanto, la media es representativa.

Tabla 14

Análisis de la varianza ANOVA para aceites y grasas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	129485.5383	4	32371.38457	170.422764	1.45022E-26	2.57873918
Error	8547.63922	45	189.9475382			
Total	138033.1775	49				

Coefficiente de variabilidad (CV)

CV= 10.98 %

La tabla 15, muestra la prueba de significación de Tukey al 5% para aceites y grasas, comparando las diferencias muestrales con el $T\alpha$, los valores obtenidos son mayores, indicando que existe diferencia significativa entre todos los tratamientos, la mayor diferencia con el PM1 se encuentra en el PM4, por lo tanto, el polielectrolito catiónico solo, es más eficiente en la separación de aceites y grasas

Tabla 15

Prueba de significación de Tukey al 5% para aceites y grasas

Diferencia poblacional	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
PM1		18.804	37.573	128.73	109.3
PM2			18.769	109.92	90.5
PM3				91.155	71.73
PM4					19.42
PM5					
	Diferencia muestral				

Diferencia honestamente significativa ($T\alpha$) = 17.52

4.4. Parámetros de campo

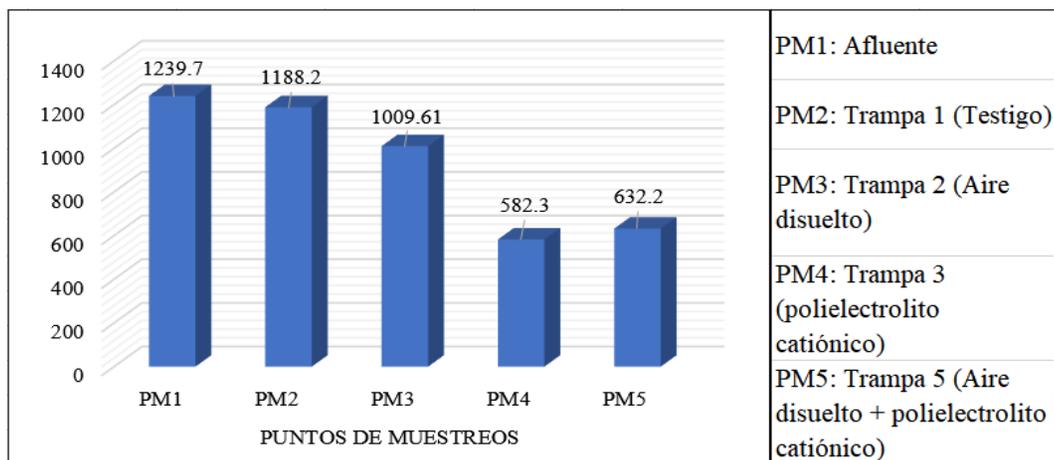
4.4.1. Turbidez (NTU)

Los datos del monitoreo diario de la turbidez se encuentran en el anexo I.

La figura 6 muestra los valores promedio de la turbidez, se observa que la turbidez en las trampas de grasa oscila entre 1239.7 NTU y 582.3 NTU, la concentración más elevada se encuentra en el PM1 (efluente lácteo), y la concentración más baja en el PM4 (adicción del polielectrolito catiónico), esto se debe a la capacidad de coagulación y floculación que tiene el polielectrolito catiónico, generando fácilmente los floculos, removiendo los contaminantes suspendidos (aceites y grasas), coincidiendo con Quico (2018) quien utilizando polielectrolito catiónico obtuvo una eficiencia de remoción de turbidez de 67.145% así como Oñate y Chinchilla (2021) quienes utilizando polielectrolito catiónico obtuvo una eficiencia de 88% en la remoción de la turbidez, asimismo coincidiendo con Chariguamán (2018) que con tratamiento físico redujo solo 8% de turbidez, y con polielectrolito logro reducir un 97% de turbidez.

Figura 6

Promedio de los resultados del parámetro de campo turbidez (NTU)



La tabla 16 muestra el análisis de la varianza para la turbidez, se contempla que existe diferencia significativa entre F calculado (28.6478178) y el F teórico o valor crítico para F (2.57873918), indicando que existe variabilidad entre los tratamientos, es decir que los estímulos agregados producen efectos importantes diferentes en la turbidez, con un 95% de confiabilidad.

El coeficiente de variabilidad es menor al 30%, lo que significa que el diseño es controlado, indicando que los datos de la muestra son relativamente homogéneos, por lo tanto, la media es representativa.

Tabla 16

Análisis de la varianza ANOVA para la turbidez

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	3784984.04	4	946246.0102	28.6478178	7.3111E-12	2.578739184
Error	1486363.49	45	33030.29976			
Total	5271347.53	49				

Coefficiente de variabilidad (CV)

CV= 19.53 %

La tabla 17 muestra la prueba de significación de Tukey al 5% para la turbidez, comparando las diferencias muestrales con el $T\alpha$ calculado (231.03741), se observa que algunos valores son mayores, indicando que existe diferencia significativa entre dos tratamientos. Comparando el PM1 con PM4 y PM5 los valores de diferencia muestral son

657.4 y 607.5 respectivamente; por lo tanto, la mayor diferencia está entre el PM1 y PM4 (con adición de polielectrolito catiónico)

Tabla 17

Prueba de significación de Tukey al 5% para la turbidez

Diferencia poblacional	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
PM1		51.5	230.09	657.4	607.5
PM2			178.59	605.9	556
PM3				427.31	377.41
PM4					49.9
PM5					
	Diferencia muestral				

Diferencia honestamente significativa ($T\alpha$) = 231.037

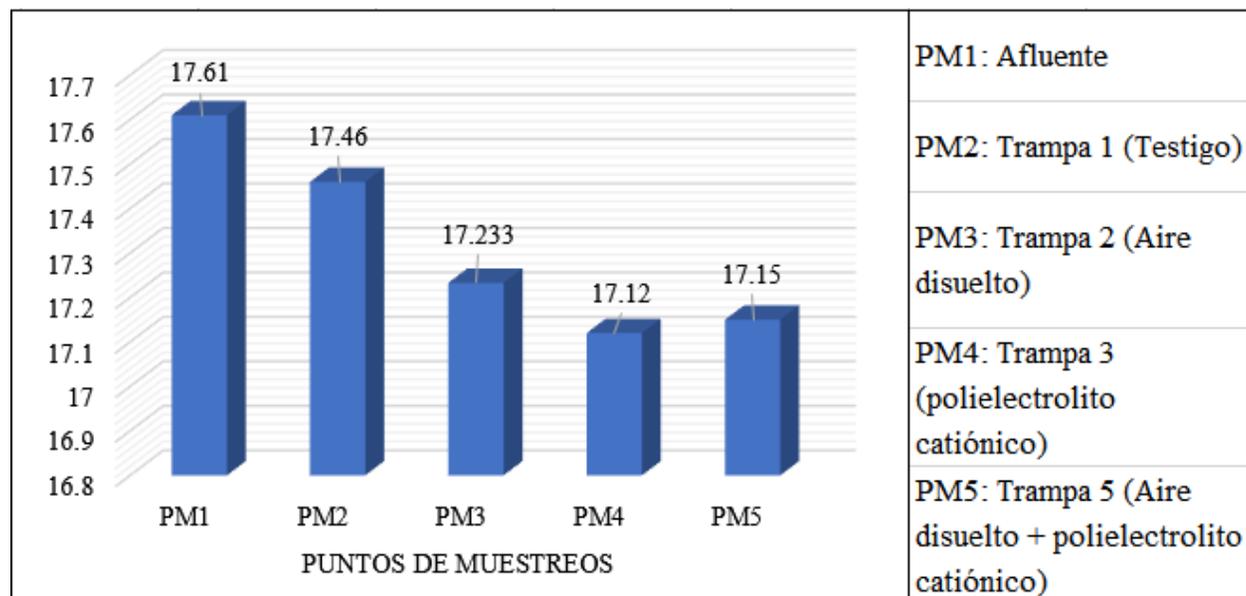
4.4.2. Temperatura

Los datos del monitoreo de la temperatura se encuentran en el anexo I.

La figura 7 muestra los valores promedios de la temperatura en los diferentes puntos de muestreo, se observa que la temperatura en las trampas de grasa oscila entre 17.61 y 17.15, esto se debe a la turbidez del agua relacionada a los contaminantes presentes en el agua como aceites y grasas, sales, lactosa, proteínas entre otros cuyas densidades alteran la densidad del agua, generando pequeñas disminuciones en la temperatura, aceptando los argumentos de Rivadeneyra (2015) quien menciona que la temperatura varía según la densidad o composición del agua residual, en su estudio obtuvo disminución de la temperatura en relación a la concentración de turbidez y a los aceites y grasas.

Figura 7

Promedio de los resultados de parámetro de campo temperatura (°c)



4.4.3. Potencial de hidrógeno (pH)

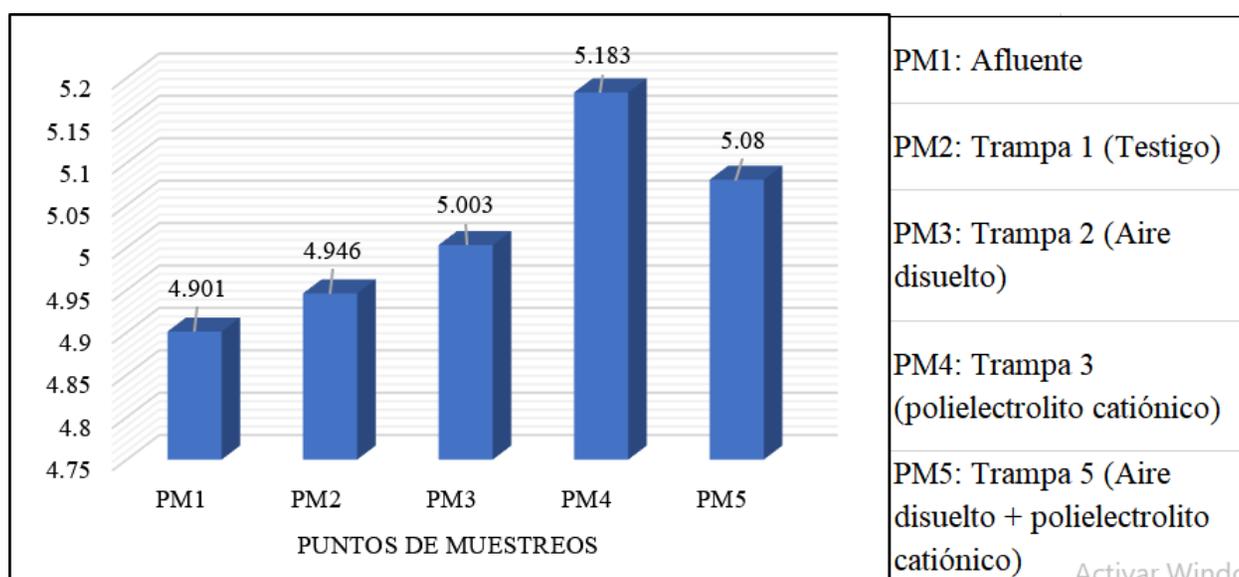
Los datos del monitoreo diario del pH se encuentran en el ANEXO I.

La figura 8 muestra los valores promedio de pH, cuyos valores oscilan entre 4.91 y 5.183 debido a la fermentación de la lactosa que produce ácido láctico, presentando un pH ácido, compartiendo la misma opinión que Osorio y Martínez (2017) quienes indican que el pH del agua residual láctea revela un valor de 3.91, ubicándolo en el espectro ácido; al igual que Cortes (2021) que menciona el agua residual láctea tiene tendencia a volverse ácida rápidamente a causa de la fermentación del azúcar de la leche, produciendo ácido láctico sobre todo en ausencia de oxígeno y la formación simultánea de ácido butírico, descendiendo el pH a 4.5 – 5. Analizando el PM1 y el PM4 se contempla pequeños aumentos de pH, esto se debe a las variaciones de temperatura y a la concentración de la turbidez, coincidiendo con Negri (2005) quien menciona que el pH es

altamente dependiente de la temperatura, por cada °c que disminuye, el pH aumenta en 0.01 unidades, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio, estando de acuerdo con Quico (2018) y Rivadeneyra (2015) quienes obtuvieron aumento en el pH por la disminución de la concentración de la turbidez, pero difiriendo con Chariguamán (2018) quien utilizando trampa de grasa redujo el pH de 7.92 a 3.8.

Figura 8

Promedio de los resultados del parámetro de campo potencial de Hidrógeno (pH)



4.4.4. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

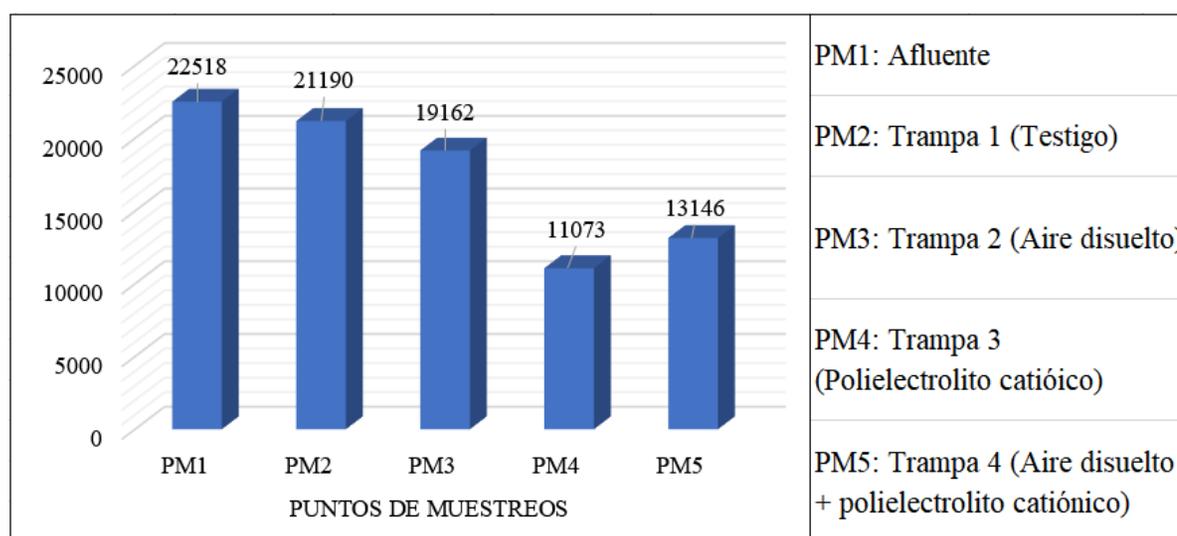
Los datos del monitoreo de la conductividad eléctrica ver el anexo I.

La figura 9 muestra los valores promedio de monitoreo de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), cuyos valores oscilan entre 11073 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 22518 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la mayor variación está entre el PM1 y PM4, esto se debe a la disminución de los sólidos suspendidos y disueltos y la variación del pH y temperatura, ya que al aumentar la temperatura la viscosidad del agua disminuye permitiendo a los iones moverse con más

facilidad, aceptando el argumento de Pillo (2015) que menciona que la conductividad eléctrica tiene una íntima relación con la temperatura, ya que esta determina el movimiento molecular, en su estudio determinó que a menor temperatura menor conductividad.

Figura 9

Promedio de los resultados del parámetro de campo conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



La tabla 18 muestra el análisis de la varianza para la conductividad eléctrica, se contempla que existe diferencia significativa entre F calculado (100.7078) y el F teórico o valor crítico para F (2.57873918), por lo tanto, existe variabilidad entre los tratamientos, es decir que los estímulos agregados producen efectos importantes diferentes en la conductividad eléctrica, con un 95% de confiabilidad. El coeficiente de variabilidad es menor al 30%, lo que significa que el diseño es controlado, indicando que los datos de la muestra son relativamente homogéneos, por lo tanto, la media es representativa.

Tabla 18

Análisis de la varianza ANOVA para la conductividad eléctrica

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	1017885288	4	254471322	100.70789	7.48729E-22	2.578739184
Error	113707170	45	2526826			
Total	1131592458	49				

Coefficiente de variabilidad (CV)

CV= 9.13

La tabla 19 muestra la prueba de significación de Tukey al 5% para la conductividad eléctrica, comparando las diferencias muestrales con el $T\alpha$ calculado (2020.7552), se observa que algunos valores son mayores, indicando que existe diferencia significativa entre dos tratamientos. Comparando el PM1 con PM3, PM4 y PM5 los valores de diferencia muestral son 3356, 11445 y 9372 respectivamente; la mayor diferencia está entre el PM1 y PM4 (con adición de polielectrolito catiónico)

Tabla 19

Prueba de significación de Tukey al 5% para la conductividad eléctrica

Diferencia poblacional	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
PM1		1328	3356	11445	9372
PM2			2028	10117	8044
PM3				8089	6016
PM4					2073
PM5					
	Diferencia muestral				

Diferencia honestamente significativa ($T\alpha$) = 2020.7552

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El estímulo agregado a la trampa de grasa más eficiente en la separación de aceites y grasas resultó ser el polielectrolito catiónico, con una eficiencia de 69.80%; luego el aire disuelto y el polielectrolito catiónico en conjunto, con una eficiencia de 59.27%; seguido del aire disuelto, con una eficiencia de 20.37%. Por último, la trampa de grasa sin ningún estímulo, con una eficiencia de 10.20%.
- El efluente de la industria láctea tiene una concentración promedio de 184.43 mg/L, y en los efluentes de las trampas (sin estímulo, con aire disuelto, con polielectrolito catiónico y con aire disuelto y polielectrolito catiónico en conjunto) se obtuvo unas concentraciones promedio de 165.63 mg/L, 146.9mg/L, 55.702 mg/L y 75.123mg/L respectivamente.
- Comparando los resultados de remoción de aceites y grasas con los valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado (aceites y grasas 100 mg/L), se obtuvo: 165.63 mg/L en la trampa de grasa sin estímulo por lo tanto no cumple, 146.9 mg/L en la trampa de grasa más aire disuelto por lo tanto no cumple, 55.702 mg/L en la

trampa de grasa más el polielectrolito catiónico por lo tanto si cumple y 75.123 en la trampa de grasa más aire disuelto y polielectrolito catiónico en conjunto por lo tanto si cumple

- El comportamiento de la turbidez, temperatura, pH y conductividad eléctrica en las trampas de grasa, están estrechamente relacionados entre sí y a la remoción de aceites y grasas y sólidos en suspensión. La turbidez en un rango de 1239.7 – 582.3 NTU, La temperatura en un rango de 17.61 – 17.12 °c, el pH en un rango de 4.901 – 5.183 y la conductividad eléctrica en un rango de 22518 – 11073 $\mu\text{S/cm}$

5.2. Recomendaciones

- La trampa de grasa con adición de aire disuelto y polielectrolito catiónico se debe construir con una o dos cámaras más de separación, para obtener mejores resultados de eficiencia.
- Al adicionar aire, analizar a profundidad la presión de salida del aire, para evitar turbulencias y así no disminuir la eficiencia.
- A mayor tiempo de retención hidráulica, mejores resultados de eficiencia.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Acosta, Y. L. (2006). *Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación*. ICIDCA, XL(2), 10-17. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120664002.pdf>
- Arango Ruíz, Á., & Garcés Giraldo, L. F. (16 de 11 de 2007). *Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea*. Producción + limpia, 25. [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/526/1/PL_V2N2_23-30_electrocoagulaci% c3% b3n.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/526/1/PL_V2N2_23-30_electrocoagulaci%c3%b3n.pdf)
- Benítez, M. G. (2021). *Diseño de un sistema de tratamiento de efluentes producidos por una empresa procesadora de productos lácteos*. [Informe final, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/26717/1/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20EFLUENTES%20PRODUCIDOS%20POR%20UNA%20EMPRESA%20PROCESADORA%20DE%20PRODUCTOS%20LACTEOS%20MICHAEL%20BENITEZ%20300621.pdf>
- Bulla Trujillo, L. M., & Torres Nova, E. N. (2019). *Desarrollo de una Propuesta para un Sistema de Tratamiento del Agua Residual de la Empresa de Lácteos IBEL*. [tesis de

- grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia . <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7611/1/6142356-2019-2-IQ.pdf>
- Cervantes Sandoval, A., & Marques Dos Santos, M. J. (2007). *Diseño de Experimentos. Curso Práctico*. México. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/ecocuan/ecocuan_dis_manual.pdf
- Chariguamán Coello, L. A. (2018). *Diseño de un Sistema de Tratamiento para las Aguas Residuales Generadas en la Planta Procesadora Lácteos Oriente del Ecuador Ubicada en la Provincia de Pastaza*. [tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional, Riobamba, Ecuador . <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8650/1/96T00452.pdf>
- Chinchilla Paniagua, M. (2015). *Relación de parámetros de diseño de trampas de grasas (Desengrasadores) versus su eficiencia, en las aguas residuales comerciales* [tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional, Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0503_MT.pdf
- Cortes Viveros, G. (2021). *Formulación de una alternativa para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la industria láctea "Kizgo" del municipio de Silva - Cauca*. [tesis de grado, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca]. Repositorio Institucional, Popayán, Colombia. <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/bitstream/handle/123456789/611/T%20IA-P%20187%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- de Vargas, L. (2007). *Flotación*. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/ocho.pdf>

- Domínguez Fernández, J. P., & León Zúñiga, C. R. (2019). *Elaboración de un modelo físico a escala de laboratorio y suguía metodológica para el ensayo de separación de grasas y aceites, de la materia de Hidrosanitaria de la Universidad del Azuay*. [tesis de grado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional, Cuenca, Ecuador.
<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9527>
- Fluence. (2018). *DAF Flotación de Aire Disuelto*. https://www.fluencecorp.com/wp-content/uploads/2020/09/14092020_DAF_SPA_web.pdf
- Gandarillas Prieto, L., Sánchez Moya, T., & Serrano Viedma, R. (Julio de 2009). *Estación depuradora de aguas residuales de una industria láctea*. Escuela de Negocios, 8.
[file:///C:/Users/kelyl/Downloads/componente36162%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/kelyl/Downloads/componente36162%20(1).pdf)
- Lazo Pinto, A. G., & Vilca Gutierrez, Y. E. (2020). *Tratamiento de efluentes en la industria láctea C.A.L. El Pedregal, para obtener aglomerados*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa]. Repositorio Institucional, Arequipa, Perú.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11304/IQviguye%26lapiaga.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Leitón Agüero, L. M. (2017). *Proceso de coagulación-floculación de aguas residuales de sodas-comedor del Tecnológico de Costa Rica, Sede Central*. [informe de grado, Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional, Cartago, Costa Rica .
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7393/Trabajofinaldegraduaci%C3%B3n.LauraLeit%C3%B3nAguero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Madero, G. A. (2021). *Características de las Trampas de grasas*. Ecodena México.
<https://ecodena.com.mx/caracteristicas-de-las-trampa-de-grasas/>

- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS- 2000*. Bogotá. https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=16483
- Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000*. Bogotá.
https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_e_.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA*.
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-valores-maximos-decreto-supremo-n-010-2019-vivienda-1748339-3/>
- Negri, L. M. (2005). El pH y la Acidez de la Leche. En *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad* (pág. 3). INTA. <https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
- Nieve Contreras, G. A. (2019). *Optimización de trampas de grasas y aceites con operación continua por efecto del calor en condiciones de laboratorio*. [Informe Final, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional, Tingo Maria, Perú.
<https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epirn/OPTIMIZACION%20DE%20TRAMPA%20DE%20GRASAS%20Y%20ACEITES%20CON%20OPERACION%20CONTINUA%20POR%20EFECTO%20DEL%20CALOR%20%20EN%20CONDICIONES%20DE%20LABORATORIO.pdf>

NORMA OS. 090. (s.f.). *Plantas de tratamiento de aguas residuales*.

https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.090.pdf

Obeid Manjarres, K. R., & Ramírez Castro, A. J. (2018). *Diseño de una trampa de grasas en la planta de tratamiento de aguas residuales e una planta planficadora ubicada en el departamento del Atlántico*. [tesis de grado, Universidad de san Buenaventura].

Repositorio Institucional, Catagena, Colombia.

http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/6224/1/Dise%C3%B1o%20de%20trampa%20de%20grasas_Katherine%20Obeid%20M_2018.pdf

Oñate Barraza, H. C., & Chinchilla Calderón, M. A. (2021). *Polielectrolito catiónico como coagulante empleado para remover aceites y grasas de aguas residuales de una industria láctea*. *Tecnura*, 25(69), 120-130. <https://www.redalyc.org/journal/2570/257070003005/>

Orellana, J. A. (2005). *Unidad Temática N° 6 Tratamiento de las Aguas*.

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf

Osorio Cisneros, A. C., & Martínez Castro, L. A. (2017). *Desarrollo de una Propuesta de Aprovechamiento de los Residuos Grasos Lácteos Provenientes de la Empresa Levelma S.A.S*. [tesis de grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional, Bogotá, Colombia.

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6565/1/6121905-2017-2-IQ.pdf>

Pérez de la Cruz, F. J., & Urrea Mallebrera, M. A. (2016). *Abastecimiento de Aguas.*

[Ohttps://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6019/mod_resource/content/1/Tema_06_COAGULACION_Y_FLOCULACION.pdf](https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6019/mod_resource/content/1/Tema_06_COAGULACION_Y_FLOCULACION.pdf)

Pillo Santamaría, V. H. (2015). *Desacidificación de Lactosuero ácido Mediante Electrodiálisis.*

[tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Institucional.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10513>

Quico Ahumada, J. R. (2018). *Tratamiento de Efluentes en la Industria Láctea C.A.L el*

Pedregal, para obtener Aglomerados [tesis de grado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional, Arequipa. chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/13407/IQquahjr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rivadeneira Machasilla, Á. Y. (2015). *Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales en la planta procesadora de lácteos asociación unión libre.* [tesis de grado, Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional, Riobamba, Ecuador.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4099/1/96T00283%20UDCTFC.pdf>

Rodríguez Hernández, N. V. (2009). *Evaluación de una Planta de Tratamiento de Aguas*

Residuales de una Industria Láctea. [tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional].

Repositorio Institucional, Durango, México.

<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13037/1/Tesis%20Nadia%20V.%20Rodriguez%20Hdz..pdf>

- Romero Rojas, J. A. (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y principios de diseño* (Tercera edición ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
https://www.academia.edu/41246680/Tratamiento_de_Aguas_Residuales_Romero_Rojas
- Ruíz Pérez, A. (2005). *Determinación de Coagulante y Floculante, y su Dosis Óptima para el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales mediante, Floculación y Sedimentación*. [tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Andina].
Repositorio Institucional.
http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42424/989_ARMANDO%20RUIZ%20PEREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez Quiroz, J. I. (2011). *El uso de trampas de grasa para disminuir la carga contaminante de grasas y aceites emitida a la red municipal de drenaje*. [tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Institucional, México, México.
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/25082/1/EL%20USO%20DE%20TRAMPAS%20DE%20GRASA%20PARA%20DISMINUIR%20LA%20CARGA%20CONTAMINANTE.pdf>
- Santamaría Freire, E., Álvarez Calvache, F., Santamaría Díaz, E., & Zamora Carrillo, M. (2015). *Caracterización de los parámetros de calidad del agua para disminuir la contaminación durante el procesamiento de lácteos*. *Agroindustrial Science*, 1(5), 19.
C:/Users/user/Downloads/Dialnet-
CaracterizacionDeLosParametrosDeCalidadDelAguaPara-6583477.pdf
- SoleChem. (2022). *Polielectrolito*. 2.
<https://www.solechem.com/es/u/polielectrolito/#:~:text=polielectrolitos%3B%20Se%20p>

ueden%20agrupar%20en,i%C3%B3nicos%20no%20contienen%20carga%20el%C3%A9ctrica.

Taípe Toctaguano, C. M. (2016). *Diseño de Alternativas Sostenibles para el Tratamiento de Efluentes Industriales Láctea (Mulaló)*. [tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional, Latacunga, Ecuador.

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3556/1/T-UTC-00793.pdf>

Tuesta Ramos, J. C. (2021). *Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de Moyobamba*. [tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional, Moyobamba, Perú.

<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/4189/ING.%20SANITARIA%20-%20Julio%20C%C3%A9sar%20Tuesta%20Ramos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valencia Denicia, E., & Ramírez Castillo, M. L. (2009). *La industria de la leche y la contaminación del agua*. [Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Elementos: Ciencia y cultura, 16(73), 27-31. <https://www.redalyc.org/pdf/294/29411996004.pdf>

Vizcardo Delgado, Y. P. (2019). *Desarrollo de un programa integral de disminución de valores máximos admisibles en aguas residuales de establecimientos de comida en un centro comercial de Lima*. [tesis de maestría, Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional, Arequipa, Perú.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10647/UPvideyp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO I. Resultados de los parámetros de campo.

PARAMETRO	FECHA	PUNTOS DE MUESTREO				
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	05/09/2022	4.96	4.98	4.99	5.07	5.06
	06/09/2022	5.31	5.38	5.5	5.66	5.6
	07/09/2022	4.95	5.01	5.11	5.28	5.24
	08/09/2022	4.85	4.87	4.91	4.96	4.94
	09/09/2022	4.71	4.74	4.8	5.02	4.97
	12/09/2022	4.84	4.91	5.02	5.04	5.04
	13/09/2022	4.98	5.04	5.09	5.45	5.12
	14/09/2022	4.8	4.85	4.87	4.93	4.87
	15/09/2022	4.82	4.82	4.85	5.3	4.95
	16/09/2022	4.79	4.86	4.89	5.12	5.01
TEMPERATURA (°c)	05/09/2022	15.5	15.6	15.6	15.5	15.5
	06/09/2022	15.4	15.6	15.03	15.1	15.2
	07/09/2022	17.1	16.8	16.5	16.4	16.5
	08/09/2022	18.4	17.4	17.3	17.2	17.2
	09/09/2022	17.6	17.5	17	16.7	16.7
	12/09/2022	18.8	18.8	18.6	18.6	18.5
	13/09/2022	17.9	17.9	17.8	17.6	17.7
	14/09/2022	18.5	18.2	18.1	18	17.9
	15/09/2022	18.5	18.4	18.1	18	18.1
	16/09/2022	18.4	18.4	18.3	18.1	18.2
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (µS/cm)	05/09/2022	23600	22400	21900	12350	14200
	06/09/2022	22200	21200	20010	11790	13120
	07/09/2022	23400	21800	20220	11160	15970
	08/09/2022	23300	22200	21800	11420	13420
	09/09/2022	21460	20000	14920	10760	12580
	12/09/2022	20690	19650	16150	11010	12720
	13/09/2022	22860	20760	16230	10990	11230
	14/09/2022	21900	19300	17340	10010	10990
	15/09/2022	23100	22600	21600	10010	12360
	16/09/2022	22670	21990	21450	11230	14870
TURBIDEZ (NTU)	05/09/2022	1234	1152	1103	502	535
	06/09/2022	1289	1135	1068	672	709
	07/09/2022	1143	1123	1089	591	676
	08/09/2022	1212	1187	998	633	679
	09/09/2022	1319	1289	1165	570	597
	12/09/2022	998	967	936	478	521
	13/09/2022	1213	1198	1156	568	597
	14/09/2022	1345	1311	1284	664	724

15/09/2022	1279	1201	18.1	599	645
16/09/2022	1365	1319	1279	546	639

ANEXO II. Panel fotográfico de la construcción, funcionamiento y análisis.

Construcción de la planta de tratamiento



Funcionamiento de la planta de tratamiento.





Recolección y etiquetado de muestras.







ANEXO III. Informes emitidos por el Laboratorio Regional del Agua

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA		GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA		INACAL	
		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084		 Registro N° LE - 084	
INFORME DE ENSAYO N° IE 0922574					
DATOS DEL CLIENTE					
Razon Social/Nombre	JHON LOZANO DIAZ				
Dirección	Jr. San Isidro 325 - Celendin				
Persona de contacto	JHON LOZANO DIAZ	Correo electrónico	-		
DATOS DE LA MUESTRA					
Fecha del Muestreo	05.09.22	Hora de Muestreo	9:18 a 9:45		
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-		
Procedimiento de Muestreo	-				
Tipo de Muestreo	Puntual				
Número de puntos de muestreo	05				
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos				
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación				
Referencia de la Muestra:	EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIÓNICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022.				
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	SC-793	Cadena de Custodia	CC - 574 - 22		
Fecha y Hora de Recepción	05.09.22	14:50	Inicio de Ensayo	12.09.22	09:30
Reporte Resultado	14.09.22	15:00			
 Edder Neyra Jaico Responsable de Laboratorio CIP: 147028					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA					
Cajamarca, 14 de septiembre de 2022					
Página: 1 de 2					
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe 599900 anexo 1140					



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922574

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-
Código Laboratorio			0922574-01	0922574-02	0922574-03	0922574-04	0922574-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	217.8	193.9	171.78	68.65	89.6	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 14 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922575

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico :

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **06.09.22** Hora de Muestreo **8:54 a 9:16**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 575 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **06.09.22 14:49** Inicio de Ensayo **14.09.22 15:00**
Reporte Resultado **15.09.22 12:40**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 15 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922575

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-
Código Laboratorio			0922575-01	0922575-02	0922575-03	0922575-04	0922575-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Celendín	Celendín	Celendín	Celendín	Celendín	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	187.91	168.19	151.68	49.65	67.21	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditación emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 15 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922577

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico :

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **07.09.22** Hora de Muestreo **9:05 a 9:35**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 577 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **07.09.22 14:55** Inicio de Ensayo **14.09.22 15:10**
Reporte Resultado **16.09.22 12:40**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 16 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922577

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-
Código Laboratorio			0922577-01	0922577-02	0922577-03	0922577-04	0922577-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	174.12	157.97	144.91	51.78	71.7	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM, Oil and Greasel and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM, Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

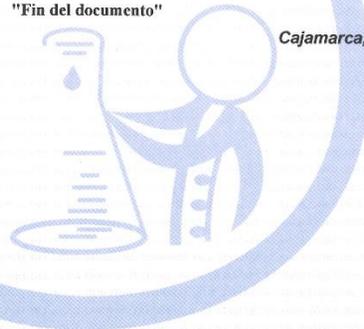
NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 16 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922582

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico :

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **08.09.22** Hora de Muestreo **9:15 a 9:40**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 582 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **08.09.22 13:00** Inicio de Ensayo **16.09.22 09:30**
Reporte Resultado **19.09.22 16:40**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 29 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922582

ENSAYOS			QUÍMICOS				
Código de la Muestra	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-	
Código Laboratorio	0922582-01	0922582-02	0922582-03	0922582-04	0922582-05	-	
Matriz	Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-	
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-	
Localización de la Muestra	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	198.45	178.5	153.89	63.08	88.67

Leyenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Greases and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será valido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 29 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922586

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendín**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico :

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **09.09.22** Hora de Muestreo **8:35 a 9:17**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 586 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **09.09.22 13:00** Inicio de Ensayo **16.09.22 09:30**
Reporte Resultado **20.09.22 17:00**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 21 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922586

ENSAYOS			QUÍMICOS				
Código de la Muestra	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-	
Código Laboratorio	0922586-01	0922586-02	0922586-03	0922586-04	0922586-05	-	
Matriz	Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-	
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-	
Localización de la Muestra	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	158.95	143.79	131.61	43.12	58.86

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 21 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922592

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico :

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **12.09.22** Hora de Muestreo **9:22 a 9:55**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquimicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 592 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **12.09.22 14:47** Inicio de Ensayo **19.09.22 09:40**
Reporte Resultado **21.09.22 17:00**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 29 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922592

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-
Código Laboratorio			0922592-01	0922592-02	0922592-03	0922592-04	0922592-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	171.54	151.23	130.49	54.56	73.79	-

Legenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 29 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922595

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico **-**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **13.09.22** Hora de Muestreo **8:50 a 9:24**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 595 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **13.09.22 14:30** Inicio de Ensayo **22.09.22 09:15**
Reporte Resultado **22.09.22 16:00**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 22 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922595

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-
Código Laboratorio			0922595-01	0922595-02	0922595-03	0922595-04	0922595-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	179.95	164.15	145.7	45.59	68.16	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM, Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM, Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 22 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922599

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico **-**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **14.09.22** Hora de Muestreo **9:03 a 9:37**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIÓNICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 599 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **14.09.22 14:30** Inicio de Ensayo **23.09.22 09:15**
Reporte Resultado **23.09.22 16:30**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 23 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922599

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra			PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-
Código Laboratorio			0922599-01	0922599-02	0922599-03	0922599-04	0922599-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Celendín	Celendín	Celendín	Celendín	Celendín	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	166.89	149.01	131.87	48.16	67.94	-

Legenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 23 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922603

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico **-**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **15.09.22** Hora de Muestreo **8:05 a 8:48**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIÓNICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 603 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **15.09.22 14:50** Inicio de Ensayo **23.09.22 09:30**
Reporte Resultado **26.09.22 17:00**


Edder Neyra Jáico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 26 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922603

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-		
Código Laboratorio	0922603-01	0922603-02	0922603-03	0922603-04	0922603-05	-		
Matriz	Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-		
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-		
Localización de la Muestra	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	187.59	169.08	143.56	64.98	79.32	-

Leyenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 26 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Página: 2 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922606

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JHON LOZANO DIAZ**
Dirección **Jr. San Isidro 325 - Celendin**
Persona de contacto **JHON LOZANO DIAZ** Correo electrónico **-**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **16.09.22** Hora de Muestreo **9:01 a 9:53**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° **-**
Procedimiento de Muestreo **-**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **05**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **EFICIENCIA DEL AIRE DISUELTO Y/O POLIELECTROLITO CATIONICO, EN LA SEPARACIÓN DE ACEITES Y GRASAS DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA LÁCTEA, CELENDÍN, 2022**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC-793** Cadena de Custodia **CC - 606 - 22**
Fecha y Hora de Recepción **16.09.22 16:52** Inicio de Ensayo **27.09.22 09:15**
Reporte Resultado **27.09.22 17:10**


Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 27 de septiembre de 2022

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0922606

ENSAYOS			QUÍMICOS				
Código de la Muestra	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	-	
Código Laboratorio	0922606-01	0922606-02	0922606-03	0922606-04	0922606-05	-	
Matriz	Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-	
Descripción	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-	
Localización de la Muestra	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	Celendin	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Aceites y Grasas	mg/L	1.7000	201.1	181.26	163.08	67.45	85.98

Legenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B, 2010: n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
 (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
 ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 27 de Septiembre de 2022



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

ANEXO IV. Certificado de calibración del instrumento Multi 3630 IDS

	
<p>xylem Analytics Germany GmbH r.-Karl-Slevogt-Str. 1, 82362 Weilheim, Germany el +49.881.1830, Fax +49.881.183.420 ifo XAG@xyleminc.com www.xyleminc.com</p>	
<p>Manufacturer's Test Certificate Hersteller-Prüfzertifikat</p>	
Product / Produkt :	IDS pH combined electrode / IDS pH-Einstabmesskette
Model / Modell :	SenTix® 940-3
Serial No. / Serien-Nr. :	C190508017
<p>The above named digital pH electrode with integrated temperature sensor and measuring electronics has been tested and is complying with the demanded specifications.</p>	<p>Die oben genannte digitale pH-Messkette mit integriertem Temperaturfühler und Messelektronik wurde geprüft und entspricht den geforderten Spezifikationen.</p>
<p>Asymmetry at 25°C : $\geq -15 \text{ mV} \leq +15 \text{ mV}$</p>	<p>Asymmetrie bei 25°C : $\geq -15 \text{ mV} \leq +15 \text{ mV}$</p>
<p>Slope at 25°C (Buffers pH 7 and 4) : $\leq -57,4 \text{ mV/pH} \geq -59,8 \text{ mV/pH}$</p>	<p>Steilheit bei 25°C (Puffer pH 7 und 4) : $\leq -57,4 \text{ mV/pH} \geq -59,8 \text{ mV/pH}$</p>
<p>Testing of the pH function is done by using standard buffer solutions which are composed according to DIN standard 19266.</p>	<p>Die Überprüfung der pH-Funktion erfolgt anhand von Standardpufferlösungen mit der Zusammensetzung nach DIN 19266.</p>
<p>Accuracy of temperature sensor : $\leq 0,2 \text{ K}$</p>	<p>Genauigkeit des Temperaturfühlers : $\leq 0,2 \text{ K}$</p>
<p>Testing of the temperature sensor is performed by comparative measurement to a reference system which is regularly calibrated by the German Calibration Service DKD providing traceability to national standards.</p>	<p>Die Überprüfung des Temperaturfühlers erfolgt durch Vergleichsmessung mit einem Referenzsystem, das regelmäßig durch den Deutschen Kalibrierdienst DKD kalibriert wird und damit auf nationale Normale rückführbar ist.</p>
<p>Accuracy of the measuring electronics :</p>	<p>Genauigkeit der Messelektronik :</p>
<p>pH measurement : $\leq 0,004 \text{ pH} \pm 1 \text{ digit}$</p>	<p>pH-Messung : $\leq 0,004 \text{ pH} \pm 1 \text{ Digit}$</p>
<p>voltage measurement : $\leq 0,2 \text{ mV} \pm 1 \text{ digit} \text{ (} -1200,0 \dots +1200,0 \text{ mV)}$</p>	<p>Spannungsmessung : $\leq 0,2 \text{ mV} \pm 1 \text{ Digit} \text{ (} -1200,0 \dots +1200,0 \text{ mV)}$</p>
<p>temperature measurement : $\leq 0,1 \text{ K} \pm 1 \text{ digit}$</p>	<p>Temperaturmessung : $\leq 0,1 \text{ K} \pm 1 \text{ Digit}$</p>
<p>The test equipment utilized for testing the measuring electronics has been calibrated within the past 12 months by means of a high precision digital multimeter, which itself is annually calibrated in a laboratory accredited to the national German Calibration Service DKD (calibration label 10271 DKD-K-01901). hereby traceability to national and international standards is provided.</p>	<p>Die zur Prüfung der Messelektronik eingesetzten Prüfmittel wurden innerhalb der letzten 12 Monate anhand eines hochpräzisen Digital-Multimeters kalibriert, das seinerseits jährlich in einem Labor des Deutschen Kalibrierdienstes DKD kalibriert wird (Kalibrierzeichen 10271 DKD-K-01901). Damit ist der Anschluss an nationale und internationale Normale gewährleistet.</p>
<p>Weilheim, 28-10-2022 Xylem Analytics Germany GmbH A. Strauß QMB</p>	
<p>- This document has been generated using electronic data processing and is valid without signature - - Dieses Dokument wurde mittels EDV erstellt und gilt ohne Unterschrift - cert-phs05 QM/Str 06/2019</p>	