

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**



TESIS

**“EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA
BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE
OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR DEL
DISTRITO DE PAUCARÁ”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
GESTIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

**Bach. CCENTE ROJAS, ANAIS ESTHEFANY
Bach. HUAYLLANI CONDOR, INGRID NIKOL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

**HUANCAVELICA - PERÚ
2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los tres días (03) del mes de diciembre del año 2021, siendo las dieciséis horas (4:00 p.m.), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: Dra. Teresa Jesús Gonzales Huamán (Presidenta), Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo (Secretario), Dr. Fernando Martín Toribio Román (Asesor), designados con Resolución de Decano N° 255-2021-FCI-UNH, de fecha 28 de setiembre del 2021, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **“EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR DEL DISTRITO DE PAUCARA”**, presentado por las Bachilleres **Anais Esthefany CCENTE ROJAS y Ingrid Nikol HUAYLLANI CONDOR**, a fin de optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas 16:54.; se comunicó a las sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Anais Esthefany CCENTE ROJAS

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

Ingrid Nikol HUAYLLANI CONDOR

APROBADO POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidenta

Secretario

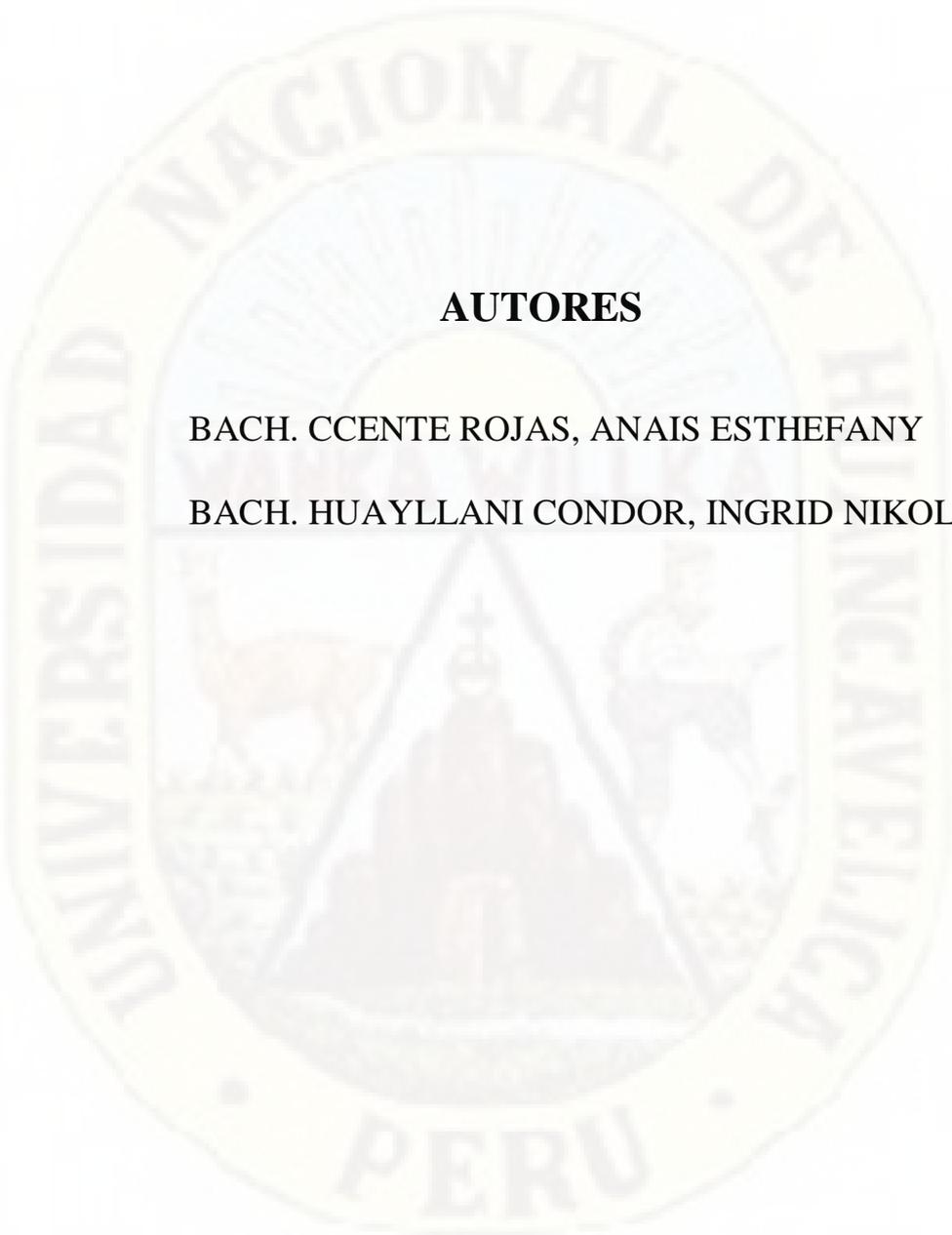
Asesor

Vº Bº Decano



TÍTULO

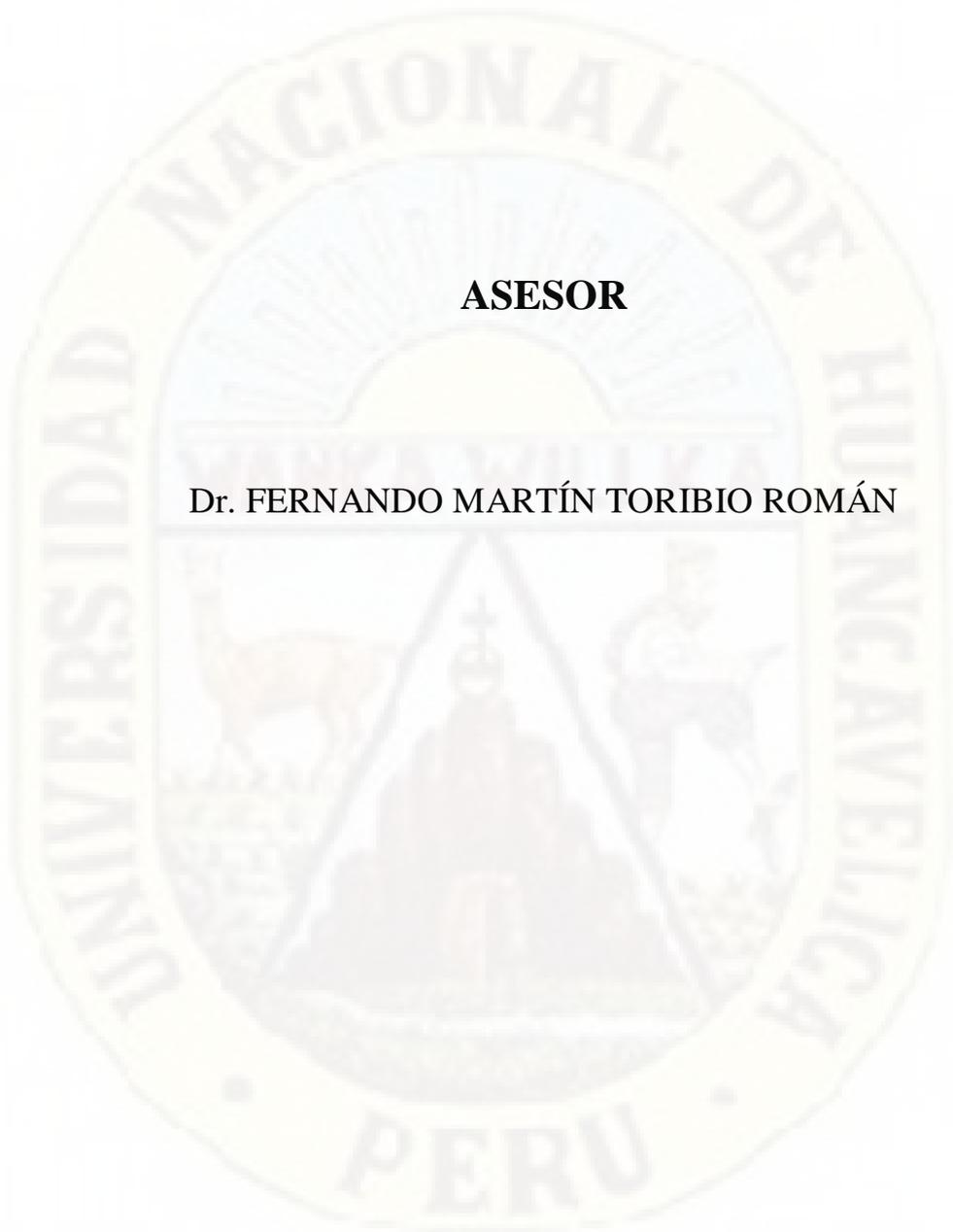
**“EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA
BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO
EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DE FILTRO PERCOLADOR DEL DISTRITO DE PAUCARÁ”**



AUTORES

BACH. CCENTE ROJAS, ANAIS ESTHEFANY

BACH. HUAYLLANI CONDOR, INGRID NIKOL



ASESOR

Dr. FERNANDO MARTÍN TORIBIO ROMÁN

DEDICATORIA

DE: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

Dedicado a Dios, quien es mi norte espiritual, presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar sin desfallecer, a mis queridos padres Franco Ccente y Aede Rojas por inculcar en mi sus conocimientos, valores y virtudes, por fortalecer mi corazón, por ser los pilares más importantes en mi vida y por el apoyo constante e incondicional, a mis hermanos Alvaro y Alison quienes son mi mayor inspiración para seguir adelante, a toda mi familia por estar presente apoyándome en cada etapa del proceso universitario, y sobre todo a ese ser de luz que hace que mis días sean maravillosos.

DE: INGRID NIKOL HUAYLLANI CONDOR

A Dios que me guía y me da fuerza en los momentos más difíciles, a mis padres Clotilde y Nicolás; mis hermanos Heliot y Paul que siempre me brindaron su apoyo incondicionalmente durante todos estos años para lograr mis metas. A mis abuelos Margarita y Donato por sus consejos y palabras de aliento para ser una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTO

Expresar nuestra gratitud a Dios, que con su bendición nos permitió desarrollar la investigación guiándonos, estando siempre presente, y orientándonos para seguir adelante.

A nuestros padres a quien debemos la gratitud entera por el sacrificio y apoyo incondicional que nos brindan siempre.

A nuestro asesor **Dr. Toribio Román, Fernando Martín**; por el apoyo y tiempo invertido que hicieron posible el desarrollo y culminación de esta investigación.

Al **M. Sc. Raúl Francisco Quincho Pérez**, por las enseñanzas, dedicación, paciencia y compromiso constante, la cual nos orientó a culminar de manera satisfactoria la investigación.

Al **Ing. Marco Antonio Curasma Matamoros**, por su valiosa y sincera amistad, por el apoyo y los consejos que nos brindó para encaminar la investigación de manera desinteresada.

A nuestra amiga la **Ing. Karen Sandoval Condori** por la orientación y consejos para la ejecución de la investigación.

A nuestros jurados.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	ii
AUTORES.....	iii
ASESOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE APÉNDICE	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Justificación.....	5
1.5. Limitaciones	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Internacional	7
2.1.2. Nacional.....	11
2.1.3. Local.....	17
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación	20
2.2.1. Principio de funcionamiento de los lechos bacterianos	20
2.2.2. Teorías de la doble película	22

2.3.	Bases Conceptuales.....	25
2.3.1.	Remoción de la DBO ₅ y DQO	25
2.3.2.	Ecuación para la determinación de eficiencia DBO - DQO	26
2.3.3.	Aguas residuales	26
2.3.4.	Clasificación de las Aguas residuales	26
2.3.5.	Características físicas del agua residual	27
2.3.6.	Características químicas del agua residual	29
2.3.7.	Características biológicas del agua residual	32
2.3.8.	Tratamiento de agua residual.....	33
2.3.9.	Importancia del tratamiento y reusó de las aguas residuales	34
2.3.10.	Niveles de tratamiento de agua residual	35
2.3.10.1.	Pretratamiento o tratamiento preliminar	36
2.3.10.2.	Tratamiento primario:.....	38
2.3.10.3.	Tratamiento secundario	39
2.3.10.4.	Tratamiento terciario	42
2.3.11.	Clasificación de los procesos biológicos	43
2.3.12.	Sistema de agua residual de Paucará.....	49
2.4.	Definición de términos.....	51
2.5.	Hipótesis.....	53
2.5.1.	Hipótesis General.....	53
2.5.2.	Hipótesis específicas	53
2.6.	Variables	53
2.6.1.	Variable 1	53
2.6.2.	Variable 2	54
2.7.	Operacionalización de variables	55
CAPÍTULO III.....		56
MARCO METODOLÓGICO		56
3.1.	Ámbito temporal y espacial.....	56
3.1.1.	Ámbito temporal	56
3.1.2.	Ámbito espacial	56
3.2.	Tipo de investigación.....	57
3.3.	Nivel de investigación.....	58
3.3.1.	Métodos de investigación.....	59
3.4.	Diseño de investigación	59

3.5.	Población, muestra y muestreo	60
3.5.1.	Población	60
3.5.2.	Muestra.....	61
3.5.3.	Muestreo	62
3.6.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos	62
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos	62
3.6.2.	Instrumentos	63
3.6.3.	Procedimiento de recolección de datos	64
3.7.1.	Técnica de análisis de datos.....	80
3.7.2.	Técnica de procesamiento de datos	80
CAPÍTULO IV		81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		81
4.1.	Presentación de resultados	81
4.1.	Prueba de Hipótesis	103
4.2.	Discusión de resultados.....	127
CONCLUSIONES		133
RECOMENDACIONES		134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		135
APÉNDICE		139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Porcentajes de remoción	25
Tabla 2 Eficiencia de remoción	25
Tabla 3 Principales procesos de tratamiento biológico	43
Tabla 4 Operacionalización de variables.....	55
Tabla 5 Cantidad de muestras por parámetro.	61
Tabla 6 Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales	62
Tabla 7 Ubicación de los puntos de monitoreo	66
Tabla 8 Frecuencia de monitoreo de agua residual.....	67
Tabla 10 Conservación y preservación de muestras	68
Tabla 10 Elección del volumen de muestra.....	76
Tabla 11 Concentración de la DBO ₅ para hallar la eficiencia de remoción.....	82
Tabla 12 Resultando de eficiencia de remoción de la DBO ₅	83
Tabla 13 Concentración de la DQO para hallar la eficiencia de remoción.....	85
Tabla 14 Resultando de eficiencia de remoción de la DQO	85
Tabla 15 Concentración máxima, mínima y promedio de la DBO ₅ en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay	88
Tabla 16 Resultado de DQO en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay	91
Tabla 17 Resultado de pH en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay.....	94
Tabla 18 valores de pH en el afluente y efluente de la PTAR – Ayamachay	95
Tabla 19 Resultado de temperatura en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay	97
Tabla 20 Valores resumidos de la temperatura.....	98
Tabla 21 Prueba de normalidad para la eficiencia de remoción de la DBO ₅	103
Tabla 22 Prueba paramétrica de proporción para la eficiencia de remoción DBO ₅	105
Tabla 23 Prueba de normalidad para la eficiencia de remoción de la DQO	107
Tabla 24 Prueba paramétrica de proporción para la eficiencia de remoción DQO ..	109
Tabla 25 Prueba de normalidad para comparar concentración de la DBO ₅ en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM	111
Tabla 26 Prueba paramétrica T –Student para comparar concentración de la DBO ₅ en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	113
Tabla 27 Prueba de normalidad para comparar concentración de la DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM	115
Tabla 28 Prueba paramétrica T –Student para comparar concentración de la DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	117

Tabla 29 Prueba de normalidad para comparar el valor del pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM	119
Tabla 30 Prueba paramétrica T –Student para comparar el valor del pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM	121
Tabla 31 Prueba de normalidad para comparar el valor de la temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM	123
Tabla 32 Prueba paramétrica T –Student para comparar el valor de la temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	125
Tabla 33 Matriz de consistencia	140
Tabla 34 Resultados de la DBO ₅ en el sistema de medición DBO BD 600.....	142
Tabla 35 Resultados de la DQO	143
Tabla 36 Resultados de pH.....	144
Tabla 37 Resultados de temperatura	145
Tabla 38 Base de datos del sistema de medición DBO BD 600.....	146
Tabla 39 Cuaderno de campo del 22/06/21	164
Tabla 40 Cuaderno de campo del 15/06/21	165
Tabla 41 Cadena de Custodia para el parámetro de la DBO de la semana 5	166
Tabla 42 Cadena de Custodia para el parámetro de la DBO de la semana 6	167
Tabla 43 Cadena de Custodia para la DQO del Laboratorio Pacific Control 01/06/21.....	168
Tabla 44 Cadena de Custodia para la DQO del Laboratorio Pacific Control 08/06/21.....	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de la sección transversal de una biopelícula.....	21
Figura 2	Resistencia de la película a la transferencia de materia entre dos líquidos inmiscibles.....	23
Figura 3	Perfil de concentraciones del componente absorbido A	24
Figura 4	Esquema de filtro percolador.....	41
Figura 5	Corte y detalles del filtro percolador	41
Figura 6	Proceso aeróbico	44
Figura 7	Proceso aeróbico	46
Figura 8	Diagrama del proceso de oxidación anaeróbica	46
Figura 9	Transformación natural anaeróbica	48
Figura 10	Ubicación de la PTAR Paucará	49
Figura 11	Diagrama de PTAR de Ayamachay – Paucará.....	50
Figura 12	Ámbito espacial del proyecto de investigación	57
Figura 13	Componentes de la PTAR de Ayamachay	65
Figura 14	Ubicación de los puntos de muestreo.....	66
Figura 15	Ámbito espacial del proyecto de investigación	66
Figura 16	Materiales para monitoreo de la DBO ₅	69
Figura 17	Muestreo en el afluente de la PTAR	70
Figura 18	Materiales para monitoreo de la DQO	71
Figura 19	Muestreo en el efluente de la PTAR	72
Figura 20	Medición de pH y temperatura en el punto P1 – Afluente P2 - Efluente..	73
Figura 21	Sistema de medición DBO BD 600 (Lovibond Water Testing)	73
Figura 22	Inhibidor de nitrificación (aliltiourea/ ATU), Hidróxido de potasio (KOH)	75
Figura 23	Área de secado par los materiales, a 50 °C	75
Figura 24	200 ml de muestras de agua residual (3 afluente, 3 efluente).	76
Figura 25	Adición de Inhibidor de nitrificación y agitador magnético	77
Figura 26	Adición de hidróxido de potasio en los estuches, sensores de DBO	77
Figura 27	Programación de medición, sistema puesto en incubadora de CO ₂	78
Figura 28	Eficiencia de remoción DBO ₅ en la PTAR de Paucará	84
Figura 29	Eficiencia de remoción DQO en la PTAR de Paucará.....	87
Figura 30	Comportamiento la DBO ₅ en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.....	90
Figura 31	Comportamiento la DQO en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.....	93
Figura 32	Comportamiento del pH en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.....	96

Figura 33 Comportamiento de la temperatura en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.....	99
Figura 34 Contrastación de hipótesis para la eficiencia de remoción de la DBO ₅ ..	106
Figura 35 Contrastación de hipótesis para la eficiencia de remoción de la DQO ...	110
Figura 36 Contrastación de hipótesis para comparar concentración de la DBO ₅ en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	114
Figura 37 Contrastación de hipótesis para comparar concentración de la DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	118
Figura 38 Contrastación de hipótesis para comparar el valor de pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	122
Figura 39 Contrastación de hipótesis para comparar el valor de la temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.....	126
Figura 40 Informe de ensayo N° 210004810/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR	170
Figura 41 Informe de ensayo N° 210004811/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR	171
Figura 42 Informe de ensayo N° 210004994/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR	172
Figura 43 Informe de ensayo N° 210004995/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR	173
Figura 44 Informe de ensayo N° 210005303/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR	174
Figura 45 Informe de ensayo N° 210005304/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR	175
Figura 46 Informe de ensayo N° 210005492/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR	176
Figura 47 Informe de ensayo N° 210005493/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR	177
Figura 48 Informe de ensayo N° 210005796/2021 de la DQO y DBO ₅ en el afluente de la PTAR	178
Figura 49 Informe de ensayo N° 210005797/2021 de la DQO y DBO ₅ en el afluente de la PTAR	179
Figura 50 Aceptación para la Ejecución de tesis en la Municipalidad Distrital de Paucará.....	180
Figura 51 Certificado del equipo de Medición Lovibond de la Universidad Nacional de Huancavelica.....	181
Figura 52 Vista panorámica de la PTAR de Ayamachay	182
Figura 53 Vista panorámica del filtro percolador de la PTAR DE Ayamachay	182
Figura 54 Monitoreo de parámetros en el afluente de la PTAR DE Ayamachay ...	183
Figura 55 Monitoreo de parámetros en el efluente de la PTAR DE Ayamachay ...	183

Figura 56 Etiquetado de muestras	184
Figura 57 Rellenado de cuaderno de campo	184
Figura 58 Asegurando las muestras de la PTAR de Ayamachay	185
Figura 59 Sedimentador de la PTAR de Ayamachay	185
Figura 60 Materiales para muestreo de agua residual.....	186
Figura 61 Materiales de Laboratorio	186
Figura 62 Área de secado para materiales de Laboratorio	187
Figura 63 Preparación de soluciones para la adición a las muestras de agua	187
Figura 64 Preparación de las muestras de agua.....	188
Figura 65 Adición de nitrificante a la muestra de agua residual	188
Figura 66 Adición del agitador magnético a las muestras de agua	189
Figura 67 Adición de los estuches con solución de hidróxido de potasio	189
Figura 68 Equipo de medición de DBO BD 600.....	190
Figura 69 Colocación de los sensores de medición en cada muestra	190
Figura 70 Visualización de los valores momentáneos del sistema de medición DBO BD 600	191
Figura 71 Instalación del sistema de medición DBO BD 600 en la incubadora de CO ₂	191
Figura 72 Lectura de resultados del sistema DBO BD 600 en la incubadora de CO ₂	192
Figura 73 Medición de parámetros de campo en el afluente de la PTAR	193
Figura 74 Medición de parámetros de campo en el Efluente de la PTAR.....	193
Figura 75 Conservación de muestras para el parámetro de la DQO	194

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice 1 Matriz de consistencia	139
Apéndice 2 Ficha de resultados de la Demanda Bioquímica de oxígeno en el sistema de medición DBO BD 600	142
Apéndice 3 Ficha de resultados de la Demanda Química de oxígeno	143
Apéndice 4 Ficha de resultados de pH y temperatura.....	144
Apéndice 5 Base de datos del sistema de medición DBO BD 600.....	146
Apéndice 6 Cuaderno de campo	164
Apéndice 7 Cadena de custodia	166
Apéndice 8 Informe de ensayo de la DQO de laboratorio Pacific Control.....	170
Apéndice 9 Autorizaciones y solicitudes	180
Apéndice 10 Panel fotográfico	182



RESUMEN

Esta investigación estuvo encaminada en determinar la eficiencia de remoción de la DBO₅ y DQO en la PTAR con un sistema biológico de filtro percolador como tratamiento secundario en el distrito de Paucará-Huancavelica, como objetivo específico determinar las concentración de la DBO₅ y DQO en el efluente para compararlos con los LMP del D.S. N°003-2010 – MINAM, la investigación es de tipo aplicada, con nivel descriptivo y diseño no experimental, para el muestreo se ubicó 2 puntos P1-Afluente y P2-Efluente, extrayendo 42 muestras para la DBO₅ (21 en el P1 y 21 en el P2), para la DQO se mandó analizar 10 muestras a un laboratorio acreditado (5 en el P1 y 5 en el P2), evaluando también el pH y temperatura, las muestras de la DBO₅ se analizaron en el sistema de medición DBO-BD-600, para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, la prueba de hipótesis de proporción y el estadígrafo de T – Student,. Los resultados obtenidos de eficiencia de remoción de en la PTAR de filtro percolador fueron: DBO₅ fue 51.34% , DQO fue 51.05%, comparando con los LMP en el efluente, la concentración de la DBO₅ fue 72 mg/l y la DQO 165mg/l, el pH en el punto P1 fue 7.2 y en el P2 fue 7.3, en el parámetro de la temperatura el valor en el P1 fue 11.3 °C y en el P2 fue 11.8°C. Concluyendo que la eficiencia de remoción de la DBO₅ y DQO es mayor a 50%, y los resultados de concentración comparados con los LMP en el efluente están por debajo de los limites siendo adecuado para su vertimiento en el cuerpo receptor de agua.

Palabras claves: afluente, efluente, eficiencia, concentración, filtro percolador, DBO, DQO, remoción.

ABSTRACT

This research was aimed at determining the removal efficiency of BOD₅ and COD in the WWTP with a biological trickling filter system as secondary treatment in Paucara district -Huancavelica, and as a specific objective to determine the concentration of BOD₅ and COD in the effluent to compare them with the LMP of the DS N ° 003-2010 - MINAM, the research is of an applied type, with a descriptive level and non-experimental design, for the sampling, 2 points were located P1-Tributary and P2-Effluent, extracting 42 samples for BOD₅ (21 in P1 and 21 in P2), for the COD, 10 samples were sent to an accredited laboratory (5 in P1 and 5 in P2), also evaluating the pH and temperature, the BOD₅ samples were analyzed in the BOD measurement system -BD-600, for the hypothesis test, the Shapiro Wilk normality test, the proportion hypothesis test and the T-Student statistic were used. The obtained removal efficiency results in the trickling filter WWTP were: BOD₅ was 51.34%, COD was 51.05%, comparing with the LMP in the effluent, the BOD₅ concentration was 72 mg / l and the COD 165mg / l, pH at point P1 was 7.2 and at P2 was 7.3, the temperature parameter the value at P1 was 11.3 ° C and at P2 was 11.8 ° C. Concluding that the removal efficiency of BOD₅ and COD is greater than 50%, and the concentration results compared with the LMP in the effluent are below the limits, being adequate for its discharge into the receiving river.

Keywords: Tributary, effluent, efficiency, concentration, trickling filter, BOD, COD, removal. This research was aimed at determining the removal

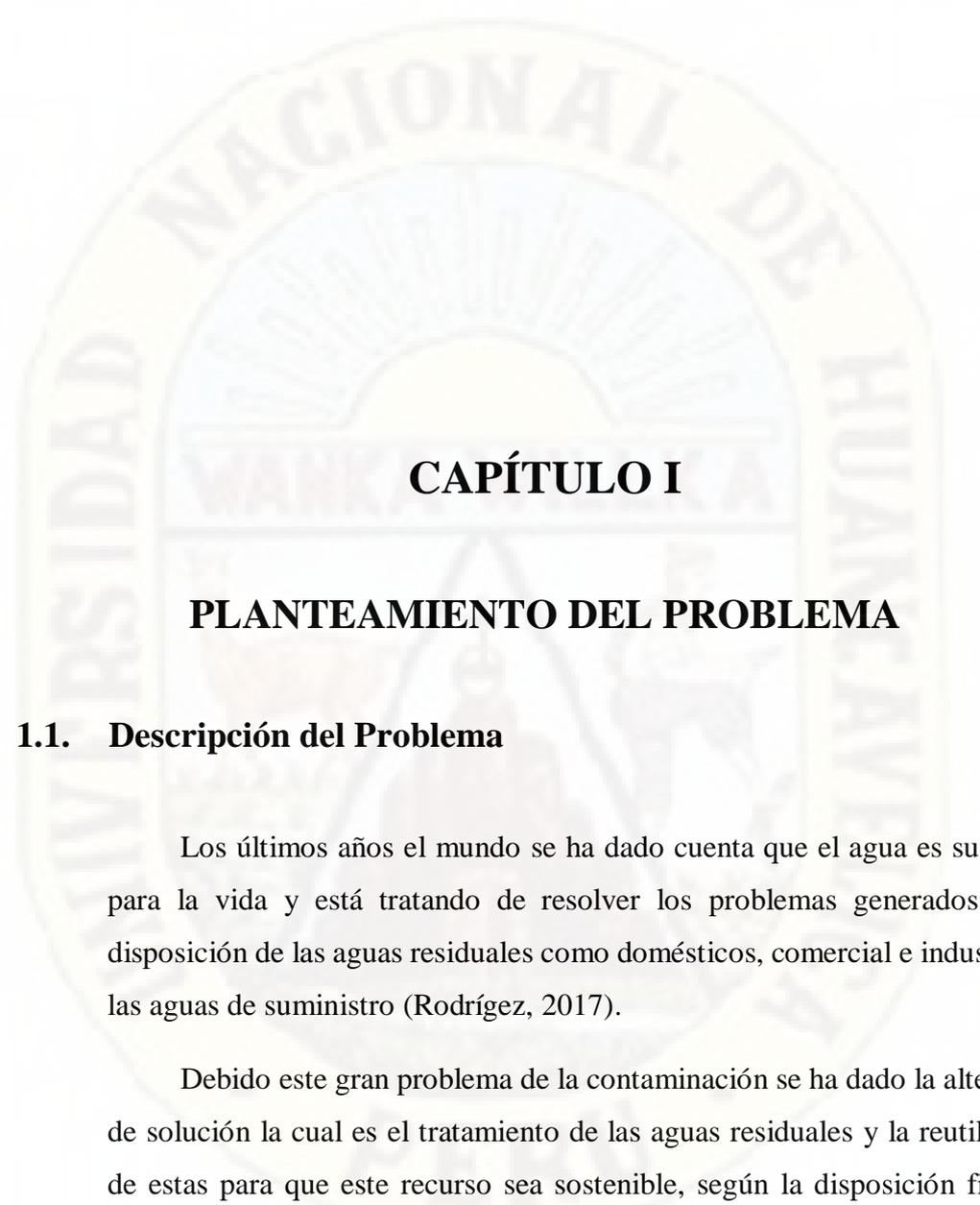
INTRODUCCIÓN

En la actualidad se encuentran plantas de tratamiento de aguas residuales en malas condiciones y deficientes esto viene generando descargas de aguas que no cumplen con las normativas respectivas las cuales dañan a los cuerpos de agua alterando la calidad del ecosistema y afectando la salud pública, esto a causa del desconocimiento en cuanto a la operación, mantenimiento y al desinterés por parte de las autoridades políticas.

Es muy importante que el tratamiento de aguas residuales sea dispuesto de forma segura al ambiente para evitar alteraciones que la deterioren a largo plazo. Existen alternativas en cada proceso de acuerdo a la calidad de agua que se desee obtener y para determinarlo es necesario tener resultados de las concentraciones de las aguas residuales en función al D.S. 003-2010-MINAM.

La investigación denominada Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del distrito de Paucará, la planta de tratamiento de aguas residuales tiene un efluente que converge hacia un cuerpo de agua denominado Horno Huaycco, para determinar la eficiencia de la PTAR y ver si el punto de vertimiento cumple con los Límites Máximos Permisibles las investigadoras plantearon realizar muestreos de agua residual en dos puntos (P1 - afluente y P2 - efluente), obteniendo los valores y concentraciones del pH, T°, DQO y DBO5, los resultados ayudaran a determinar si los procesos de PTAR ayudan a reducir las concentraciones de los diferentes parámetros. En el capítulo I se planteó como problema principal de investigación, ¿Cuál es la eficiencia de remoción de DBO5 y DQO en la planta de tratamiento de agua residuales de filtro percolador del distrito de Paucará?, y como objetivo general se planteo determinar la eficiencia de remoción de DBO5 y DQO, los objetivos específicos fueron el de determinar las concentraciones en el efluente de la PTAR para ser comparadas con los LMP del D.S. 003-2010-MINAM.

En el capítulo II se encuentran enmarcados los antecedentes en el ámbito internacional, nacional y local, las bases teorías en la que se sostiene la investigación. En el Capítulo III se encuentra la metodología de investigación, los materiales empleados para la ejecución de la investigación, el procedimiento paso a paso, donde se detalla los parámetros que fueron analizados, la cantidad de muestras colectadas, las técnicas y equipos aplicados para determinar el porcentaje de eficiencia de remoción y las concentraciones en el efluente para su comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP) en de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. En el capítulo IV se muestra los resultados obtenidos durante la ejecución de la investigación, determinando si la PTAR de Ayamachay cumple con una eficacia de remoción de 50% mínimo, de acuerdo a su tipología de tratamiento secundario según NTP. O.S 090 del RNE y SINIA, y las concentraciones de cada parámetro los cuales fueron comparados con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, realizando el análisis estadístico y las discusiones respectivas con otras investigaciones, finalizando con la presentación de las conclusiones y recomendaciones que se alcanzó en la investigación.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Los últimos años el mundo se ha dado cuenta que el agua es sustancial para la vida y está tratando de resolver los problemas generados por la disposición de las aguas residuales como domésticos, comercial e industrial de las aguas de suministro (Rodríguez, 2017).

Debido este gran problema de la contaminación se ha dado la alternativa de solución la cual es el tratamiento de las aguas residuales y la reutilización de estas para que este recurso sea sostenible, según la disposición final del afluente se diseñarán las plantas de tratamiento de aguas residuales para lograr el cumplimiento de Límites Máximos Permisibles para el vertimiento a un cuerpo natural. (SUNASS, 2018)

De acuerdo a esto también es necesario los tratamientos de agua residuales, estos tratamientos deben ser apropiados para el objetivo, debe contar con una eficiencia, ser de bajo costo y ser amigable con el ambiente. Por

esto es importante las investigaciones que busquen el estudio e implementaciones de tecnologías innovadoras para mejorar la técnica, lo económico y ambiental y así puedan adaptarse al contexto de las regiones (Arango, 2018).

Según el estudio realizado por la SUNASS en el año 2018, se dio a conocer que el 70% de las aguas residuales no cuentan con ningún tratamiento; en el Perú existen 143 plantas de tratamiento de aguas residuales, solo el 14% cumplen con la normativa vigente para el completo funcionamiento de estas, según el plan nacional de saneamiento 2006-2015 (Larios, González, & Morales, 2015).

La situación presente y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú, de acuerdo al estudio presentado por la Autoridad Nacional de Agua ANA precisa además que: según datos del 2009, de 786 millones de metros cúbicos (MMC) de Aguas Residuales Domésticas (ARD), 511 MMC se encontraban sin Tratamiento, de las cuales corresponden a Lima y Callao 325 MMC. De un total de 143 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTAR), solo el 4.9% (7 plantas) estaba manipulando en niveles óptimos (Larios, Gonzalez, & Morales, 2015).

La deficiencia en la remoción de contaminantes de las plantas de tratamiento de aguas residuales afecta a la vida acuática como la alteración y extinción de especies, a la vez afecta a la salud humana generando impactos significativos. A nivel mundial, el 15% de los pacientes adstringen contagios durante la hospitalización, debido a la gestión y el tratamiento inadecuado de las aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas esto genera consecuencia que muchas personas se contaminen con sustancias que afectan a la salud (Organización Mundial de la Salud, 2014).

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales en su gran mayoría no cuentan con un monitoreo, esto es de importancia para ver las condiciones físicas, químicas y biológicas del efluente. El cual tiene que cumplir con la normatividad vigente para poder minimizar la contaminación del cuerpo

hídrico, así mismo es muy valioso para ver la eficiencia de remoción de contaminantes de las plantas de tratamiento. (Pardo, 2019).

Los contaminantes orgánicos son los más comunes en las aguas residuales, estos generan la disminución del oxígeno, producto de la degradación biológica de compuestos. Entre estos tenemos a la DBO₅ y la DQO principales indicadores de calidad de agua, en caso de la DBO₅ es un indicador de la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Su incremento provoca la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua, creando condiciones de “anoxia” que dañan a las comunidades biológicas de los ecosistemas acuáticos. (Amarildo, 2011)

En la región de Huancavelica debido a la pandemia que se vive en la actualidad no viene realizándose las fiscalizaciones correspondientes a las plantas de tratamiento de aguas residuales por parte de las autoridades concernientes a este ámbito como la SUNASS, los entes locales arrinconan y abandonan este problema sin tomar prioridad, en la región son escasos los distritos que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales y si cuentan con estos la mayoría no están en funcionamiento o tienen un mal funcionamiento, lo cual lleva a que el nivel de contaminación sea elevado en las fuentes de agua, produciendo alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, ocasionando extinción y malformaciones en las especies. En los últimos años el distrito de Paucara conto con dos plantas adicionales que utilizaron otro sistema de tratamiento, de la cual ninguna de ellas está en funcionamiento debido a un inadecuado diseño y a la falta de interés de las autoridades para operar y mantener estas plantas de tratamiento, encontrándose en la actualidad en colapso y abandono

La planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en el sector de Ayamachay es la única en funcionamiento, se encontró en pésimas condiciones de mantenimiento y operación, su efluente descarga al riachuelo denominado Horno Huaycco, la municipalidad distrital de Paucara como ente encargado de la administración realizan los monitoreos de calidad de agua residual de manera escasa, no tienen a la fecha información actualizado, las partes del sistema se

encuentran deterioradas, no cuentan con los equipos necesarios para realizar el adecuado mantenimiento y operación del sistema, debido a estos inconvenientes se desconoce si el sistema de tratamiento es eficiente.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la eficiencia de remoción de DBO₅ y DQO en la planta de tratamiento de agua residuales de filtro percolador del distrito de Paucará?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de DBO₅ en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?
- ¿Cuál es la concentración de DQO en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?
- ¿Cuál es el valor de pH en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?
- ¿Cuál es el valor de la Temperatura en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de remoción de la DBO₅ y DQO en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar y comparar la concentración de la DBO₅ del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.
- Determinar y comparar la concentración de la DQO del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.
- Determinar y comparar los valores de pH del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.
- Determinar y comparar los valores de temperatura del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.

1.4. Justificación

Conveniencia: el trabajo de investigación buscara mejorar la adecuada disposición de agua residual al cuerpo receptor realizando la determinación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de tipo filtro percolador y a la vez verificaremos si estos valores se encuentran dentro de los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM con la finalidad de que el medio acuático no sea alterado.

Implicancia practica: las aguas residuales es una de los principales factores que afectan los ecosistemas, el adecuado funcionamiento de un sistema de

tratamientos de agua residual es fundamental para evitar la alteración de cuerpos naturales y contaminarlas, mediante la investigación se determinara la eficiencia de remoción de DBO₅ y DQO de la PTAR y así poder comprobar si el tratamiento tipo filtro percolador es el adecuado para la remoción de los contaminantes.

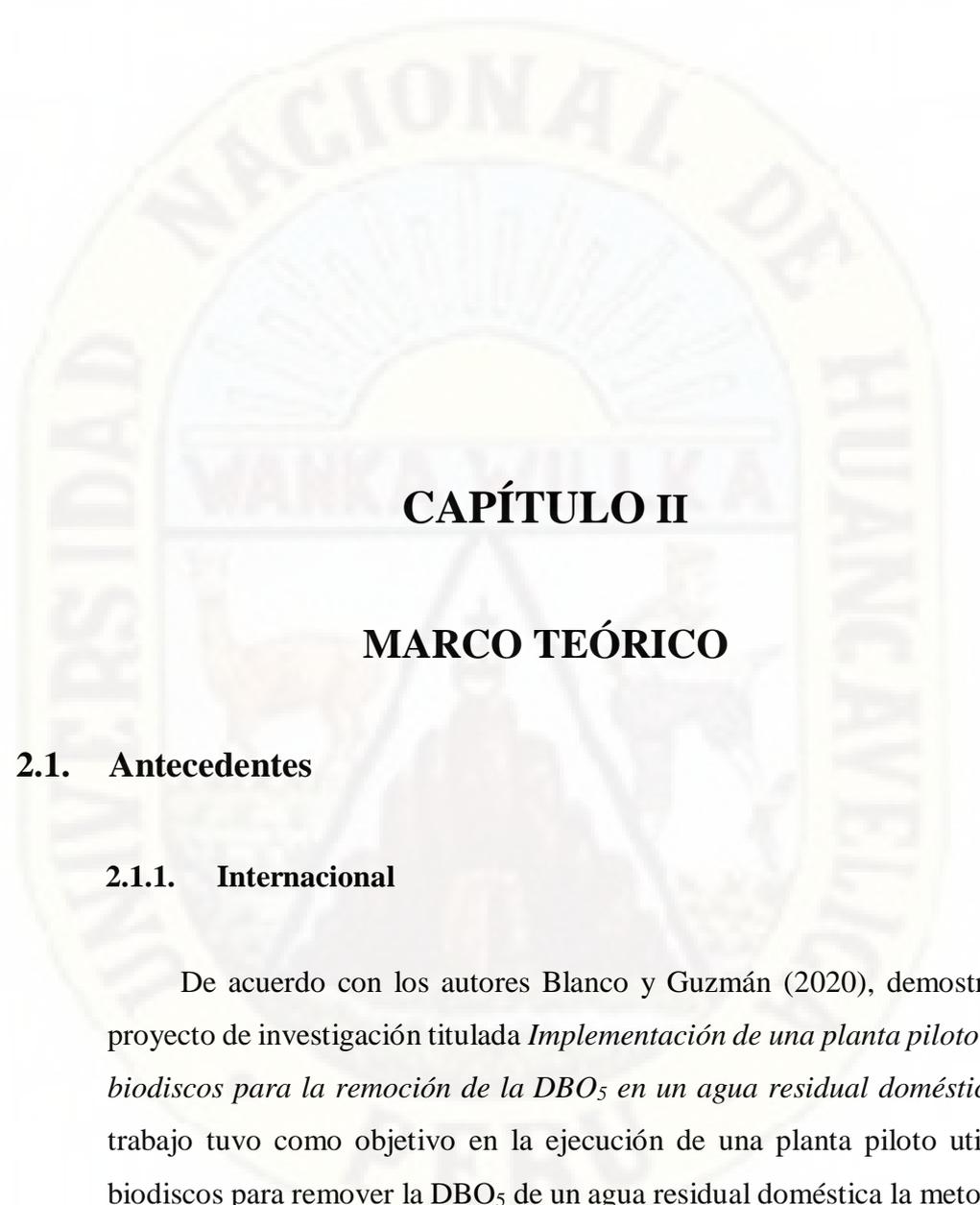
Valor teórico: los resultados de esta investigación serán de mucha utilidad para que las autoridades locales para la toma de decisiones en el mejoramiento del diseño, la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de tipo filtro percolador del distrito de Paucara.

Relevancia social: contribuir a reducir los impactos negativos en el vertimiento o descargas de agua residual a los cuerpos receptores minimizando los impactos ambientales, la degradación de ecosistemas y principalmente mejorando la calidad de vida de los pobladores mejorando las actividades agrícolas y de pastoreo.

1.5. Limitaciones

La limitación que hubo en el desarrollo de la investigación que se tenía previsto recolectar 21 muestras en el afluente y efluente del parámetro de la DQO, pero el equipo para procesar las muestras en la Universidad Nacional de Huancavelica se encuentra incompleto, por tal motivo se dispuso a analizar en un laboratorio acreditado por INACAL solo 5 muestras en el afluente y efluente.

Otra limitación fue que el punto de vertimiento (efluente de la PTAR de Paucará) para recolectar las muestras se encuentra difícilmente accesible y riesgosa, representando una dificultad al momento de realizar el muestreo.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

De acuerdo con los autores Blanco y Guzmán (2020), demostraron el proyecto de investigación titulada *Implementación de una planta piloto usando biodiscos para la remoción de la DBO₅ en un agua residual doméstica*. Este trabajo tuvo como objetivo en la ejecución de una planta piloto utilizando biodiscos para remover la DBO₅ de un agua residual doméstica la metodología aplicada de la investigación fue experimental, el proyecto tiene como principal función la remoción de DBO₅, en el cual se dieron 4 ensayos en la planta piloto empleando los biodiscos con 6 procesos de operación durante su realización, para su tratamiento del agua residual doméstica derivada de una EDAR, instaurando parámetros como diferentes alturas de espejo de agua, y la transmisión de velocidades necesarias para giración del eje de soporte de los

discos que están sumergidos, como resultado se obtuvo la remoción de DBO₅ el primer proceso obtuvo 79.52% , el segundo 73.73%, el tercero 52.22%, el cuarto 70.1% el quinto con 86.2% y el sexto con 75.45% , dando una eficiencia promedio un 72.87% y así cumpliendo con los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce según las normas del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria concluyendo que es efectiva la aplicación de biodiscos en la remoción de la DBO₅.

Según Cercado y Zande (2019), elaboraron el trabajo de investigación titulada *Evaluación del comportamiento de la DBO₅ y DQO en el agua residual doméstica usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con Lecho de Zeolita* tuvo como objetivo efectuar un sistema de tratamiento de agua residual doméstica utilizando como material filtrante la zeolita (Piedra Volcánica). Se realizó el acomodamiento de la Planta piloto, para analizar el estudio de la evaluación del comportamiento de la DBO₅ y DQO en el agua residual doméstica utilizando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita, en el estudio de la concentración y remoción de DBO₅, DQO y Oxígeno, se logró resultados que cumplieron con los límites de descarga al sistema de alcantarillado público ya así mismo como límites de descarga a un cuerpo de agua dulce del (TULAS) Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Medio Ambiente. Los resultados fueron que el método manipulado como lecho filtrante la zeolita es factible y económico para precisar el comportamiento de la remoción de contaminantes orgánicos y agentes patógenos de aguas residuales domésticas, se concluye que la remoción DBO₅, DQO y nitrógeno se obtuvo por arriba del 80% de eficacia, conjuntamente de lo fácil que es el mantenimiento y operación.

Cuadrado y Cuartas (2019) elaboraron la tesis titulada *Evaluación experimental de la eficiencia de remoción de materia orgánica en un reactor de lodos activados a escala piloto, alimentado con agua residual artificial, a partir de un aumento de presión en el sistema*, el proyecto estuvo alimentado con agua residual sintética con la finalidad de controlar dichas características

al ingreso del reactor, tiene como objetivo determinar la eficiencia del reactor, se realizó el monitoreo in situ, luego se midieron la presión entre 3,5 y 8 psi, para establecer la solubilidad del oxígeno en la mezcla del agua, se tuvo el tiempo de retención hidráulico (3,4 y 6 horas), simultáneamente se evaluaron las variables de DBO₅, DQO y los SSV, y para así identificar la remoción final de la materia orgánica en el reactor. En cuanto a los resultados obtenidos fue la eficiencia de mayor remoción del 91.09% para el DQO y 96.66% para el DBO₅ con una aplicación de presión 8 psi, un THR de 4 horas, un OD de 4.7mg/L, con un pH entre 6.5-7.8 y con una temperatura media de 28.65 °C, Concluyendo que a mayor presión se facilitan excelentes porcentajes de remoción y en cuanto al tiempo de retención no influyen significativamente en la eficiencia del proceso.

Vargas y Turca (2016), Presentaron el trabajo de investigación titulado *Comportamiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica en un biorreactor de Lecho Móvil alimentado con agua residual doméstica, con la variación del volumen del Lecho*. Esta investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica en un biorreactor de lecho móvil, mantenido con agua residual doméstica, mediante la diferenciación del volumen del lecho y así determinar datos sobre este tipo de tratamiento, por lo cual se examinaron variables como el volumen de soportes plásticos y la eficiencia de remoción de materia orgánica. En cuanto a la metodología se llevó en tres partes: primero se hizo la implementación de un biorreactor de lodos activados convencional y un biorreactor alterno de un medio móvil. Segundo se ejecutó la supervisión del procedimiento del reactor de lodos activados convencional y biorreactor de lecho móvil con la diferenciación del espesor de soportes plásticos (80%, 70% y 60%, espesor con relación al reactor). Tercero se continuó con los exámenes y correlación de las variables. En esta fase se examinaron los datos del biorreactor de lecho móvil con el funcionamiento del 80, 70 y 60 % del espesor en soportes plásticos y con dichos porcentajes de lecho móvil se lograron llegar a cambiar la concentración de biomasa y las eficiencias de remoción de materia orgánica.

Los resultados fueron que el reactor de lecho móvil con los diferentes porcentajes de soportes plásticos implementados (80%, 70% y 60%) expusieron ascendentes eficiencias de remoción de materia orgánica en términos de la DQO. En conclusión, no preexistieron diferenciaciones formidables en el pH conservando un promedio de 6.5 -7.5, por otro lado, se redujo la materia orgánica en términos DQO entre 77% y 88% demostrando la permanencia del sistema, así mismo por tal motivo el porcentaje de 60 o 70 % del medio móvil se puede implementar dando buenos resultados, minimizando costos de implementación y operación de las plantas y así considerar una alternativa técnicamente factible para su optimización.

Gálvez (2013), elaboró la tesis titulada *Eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual de San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez* en la cual nos dieron a conocer el estudio de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de San Lucas Sacatepéquez se dio la evaluación del análisis de la calidad de agua en la época de estiaje, la metodología utilizada es de tipo descriptiva debido a la caracterización de las aguas residuales de la PTAR del municipio de San Lucas Sacatepéquez, se realizó los muestreos de calidad de agua de la PTAR, estos muestreos se ejecutaron los ese de enero febrero marzo y abril, el caudal que se aporta de 84375 l/día, para el muestreo se siguió el anual para el Manejo de Aguas Residuales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Los resultados fueron en cuanto a la DBO₅ su mayor eficiencia se tuvo en el mes de febrero con 50.02% y su menor en abril con 20.96%, por su parte a la DQO el mes con alto índice de eficiencia fue febrero con un 48.74% y en abril fue 15.20% siendo el menos eficiente. En cuanto a la temperatura están desde 18°C a 25°C y en el pH de 7 a 7.7 Concretizando la eficiencia de la PTAR no es la apropiada para la cantidad de componente que recibe, esto se debe a que los parámetros de la DBO₅, DQO, fósforo y nitrógeno no alcanzan a ser removidos de un modo eficiente por la planta de tratamiento.

2.1.2. Nacional

Muñoz y Vasquez (2020) presentaron la investigación titulada *Estudio de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas con humedales artificiales de cinco especies de macrófitas* tuvo como objetivo experimentar la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domesticas con humedales artificiales de cinco especies de macrofitas: *Juncus sp. (junco)*, *Phragmites australis (carrizo)*, *Typha dominguensis (totora)*, *Chrysopogon zizanioides (vetiver)*, *Cyperus papyrus (papiro)* se estudiaron los porcentajes de remoción de los parámetros e DBO₅ , DQO, Solidos Totales en Suspensión y coliformes termotolerantes dando resultados de remoción: *Juncus sp.* 74.13% a 81.67%, *Phragmites australis* 67% a 89.5%, *Typha dominguensis* 93.57% a 96.77%, *Chrysopogon zizanioides* 88.09% a 91% y *Cyperus papyrus* 50.8%, por esta razón se llega a la conclusión de que la especie con mayor remoción de contaminantes es la *Typha dominguensis*.

El autor Quispe (2019), ejecutó la investigación *Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la reducción de la demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno en Celendín – Cajamarca* teniendo como objetivo fundamental poder determinar el grado de eficiencia de la PTAR, en la reducción de DQO y DBO₅ en Celendín, el propósitos específicos que planteo fue determinar la concentración de DQO y DBO₅ en el afluente y efluente de la PTAR comparando los resultados con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM. El trabajo plasmado fue de tipo descriptivo mediante el análisis de muestras. Los resultados obtenidos fueron que en el afluente presentó una concentración de DQO con un valor máximo 563.3 mgO₂/l y un mínimo de 423.1 mgO₂/l, siendo el promedio 495.13 mgO₂/l y en efluente un valor máximo de 174.9 mgO₂/l, un mínimo de 131.2 mgO₂/l, y el promedio de 149.63 mgO₂/l. Los resultados de la concentración de DBO₅ afluente un valor máximo de 342.5 mgO₂/l, un mínimo de 201.8 mgO₂/l, y un promedio de 245.95 mgO₂/l; el efluente con un valor máximo de 45.0 mgO₂/l, un mínimo de 37.5 mgO₂/l y un valor promedio de 41.03 mgO₂/l. la investigación concluyo que

los procesos de tratamiento en esta PTAR son eficientes en la reducción de la DBO₅ cumpliendo con una eficiencia del 83.32 %, pero en la reducción de la DQO con solo un 69.78 % no cumpliendo con las bases de diseño de la PTAR, este resultado se encuentran por debajo de los LMP teniendo una concentración de 149.63 mgO₂/l para DQO y 41.03 mgO₂/l para DBO₅ cumpliendo con los estándares establecidos en el D.S N° 003-2010-MINAM.

Fernández y Soria (2019), presentaron este proyecto de investigación titulado *Eficiencia de la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de la provincia de Jaén*. Para optar el grado de bachiller. Lo cual tuvo como objetivo de evaluar la remoción de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) y la Demanda Química del Oxígeno (DQO). La metodología que se empleo fue de tipo aplicada con un diseño de investigación experimental, por ello se tomaron 5 muestras en el afluente y efluente con una contenido de 500 ml cada frasco. Los resultados fueron en cuanto al mayor porcentaje de remocion de DBO₅ un 31.72% y en DQO un 26.18 % ,en cuanto a la relación de DBO₅ /DQO fue de 0.69 lo que indica que el crecimiento de la materia orgánica es menos apta de ser consumida por los microorganismos, indicando una deficiente biodegradabilidad. En conclusion la planta de tratamiento de agua residual realiza un trabajo de purificación es defectuoso, por la abundancia de caudal lo que nos muestra que hay un eminente crecimiento poblacional debido a esto no cumplen con los parámetros de calidad establecidos de acuerdo al DS N° 004-2017-MINAM tanto en DBO₅ y DQO.

Rodríguez (2019). en su proyecto titulado *Evaluación de la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas, sector Las Lomas, Moyobamba, 2015 – 2016*, se valoró la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de contaminantes del agua residual doméstica, donde este sistema tiene estos procesos: primero de un sedimentador y en segundo el filtro biológico, este sistema manipuló con

un caudal de 42.43 ml/seg en promedio y se muestrearon a los 40, 55, 71 y 91 días de tratamiento donde se establecieron el porcentaje de eficiencia del sistema de filtro biológico. Resulto que en la DBO₅ tuvo mayor eficiencia con 85.40 %, se ejecutó a los 40 días de tratamiento, con concentraciones de 685 mg/L en el afluente y 100 mg/L en el efluente, en cuanto a la DQO lo superior en eficiencia se proporcionó a los 40 días con 82.36 %, con concentraciones de 1100 mg/L en el afluente y 194 mg/L en el efluente y en los SST la mayor eficiencia con 81.27 % se obtuvo a los 40 días, con concentraciones de 785 mg/L en el afluente y 147 mg/L en el efluente, y se logró a los 91 días detectar los coliformes termotolerantes con concentraciones de 6180 UFC/100 mL en el afluente y 484 UFC/100 ml en el efluente con una eficiencia de 97.17%, la temperatura no tuvo variaciones se encontró entre 26.6°C y un pH entre 6.70-7.20. En conclusión, estos resultados nos muestran que el sistema manejado es eficiente, minimizando la concentración de los contaminantes y cumpliendo con los LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas como se indica en el D.S N° 003-2010-MINAM.

Núñez (2019), presentó el proyecto para optar el grado de Doctor en Ciencias titulada *Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba – Cajamarca. Alternativas para mejorar su tratamiento* tuvo como objetivo determinar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cajabamba, determinando los parámetros de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas y coliformes termotolerantes. La metodología residió en identificar los puntos de muestreo, el primero se situó en el ingreso de la Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y el segundo punto se ubicó a la salida de los efluentes, en el cual se adquirieron las 6 muestras de agua residual, de las cuales tres fueron tomadas en temporada de lluvias y tres muestras en temporada de estiaje que luego realizaron los análisis comparativos entre ambos. Se consiguió los resultados que la PTAR no es eficiente en la remoción de sólidos suspendidos totales lo cual fue 50%, en cuanto a la materia orgánica: DBO₅ y DQO sus

valores fueron de 23,20% y 27,63% respectivamente, en aceites y grasa se obtuvo 82,20%, en coniformes totales fue 65,62%, en temperatura de 15-26°C y un pH de una escala de 7.03-7.93; se concluye que la PTAR no es eficiente debido a valores que se encuentran por debajo de los aceptables para este tipo de tratamiento según la Norma Técnica de Edificación OS.090 (2006).

Achircana y Mestas (2019), desempeñaron su tesis denominada *Evaluación de la eficiencia de un reactor combinado Rafa-Fafa en el tratamiento de aguas residuales municipales en la localidad de Espinar – Cusco*, para desarrollar este proyecto se instaló un Calentador de agua, un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente, se debe tener en cuenta la temperatura, tiempo de residencia hidráulico y altura de lecho de filtro, los parámetros que se analizaron para la eficiencia de remoción fueron DBO, DQO, y SST. Tenemos como resultado que con los valores de 7.12 de pH, 20 °C de T°, y unas 34 horas de TRH y una altura de 4 metros de lecho filtrante se obtuvo un 53 mg/lt de DBO₅, 56 mg/lt de DQO, y 53 mg/lt de SST, y así teniendo una remoción de 83% en DBO₅, 82% en DQO y 85% en SST y cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles.

Blas (2018), en su trabajo titulado *Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia – departamento de Huánuco*, lo cual tuvo como objetivo determinar y mejorar la eficiencia del tanque séptico y filtro biológico a condición de la dificultad de funcionamiento parcial de estos, debido a esto se realizó el funcionamiento del sistema con la construcción de un tratamiento preliminar y también se hizo la mejora del filtro percolador, la limpieza y mantenimiento. En esta investigación se analizaron los componentes de sólidos Totales en Suspensión y Demanda Bioquímica de Oxígeno en cuanto a la eficiencia de remoción de la PTAR de la localidad de Jivia, estos se llevaron al Laboratorio de la UNASAM, donde se determinó la caracterización del agua residual. Logrando resultados prósperos en cuanto a

la remoción de las concentraciones de la materia orgánica de 241 mg/l a 98 mg/l de DBO₅ en el cual el primer tratamiento (tanque séptico) se dio una eficiencia de 87.6% por la actividad microbiana, y en el tratamiento secundario (filtro percolador) se obtuvo una eficiencia de remoción de 40.7% y 312 mg/l a 31 mg/l de SST en el efluente, cumpliendo con los límites máximos permisibles para vertimiento de plantas de tratamiento de agua residual. Consecuentemente la configuración del método de tratamiento marcha efectivamente y remueve los parámetros detallados, debido a esto se puede implementar este tipo de sistemas de tratamiento de AR para las zonas rurales en el departamento de Huánuco.

Medina (2018), presentó el proyecto denominado *Evaluación y rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de estabilización del sector 'Río Seco', distrito de La Joya, provincia de Arequipa*. tuvo como objetivo evaluar parámetros operacionales para determinar la eficacia de la PTAR, y también evaluar físicamente la PTAR y rediseñar dicha infraestructura, tiene 2 puntos de muestreo están ubicados en la entrada y salida de la PTAR estos serán monitoreados, estas muestras se llevaron al laboratorio Metcalf & Eddy para ser analizadas obteniendo los valores promedios en: pH afluente 8.05 y efluente 7.67, Aceites y grasas afluente 205 mg/L y efluente 33 mg/L, DBO₅ afluente 730 mg/L y efluente 247.51 mg/L, DQO afluente 2490 mg/L y efluente 1170 mg/L, y en cuanto a la remoción en aceites y grasas tubo 83.9% ,DBO₅ un 66.1%,DQO un 53%, se concluye que La PTAR “Río Seco” no cuenta con las condiciones físicas ni con las condiciones operacionales, el efluente de la PTAR “Río Seco” excede los Límites máximos permisibles para plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (DS 003-2010-MINAM).

Espinoza (2017), desarrolló la tesis titulada *Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual domestica de Santiago de Chuco empleando un*

biofiltro de piedra pómez, el trabajo tuvo como objetivo minimizar los parámetros de DBO, DQO y STD mediante el biofiltro de piedra pómez y la aplicación de microorganismos eficientes de tipo EM, La metodología de investigación de este proyecto es de tipo experimental, se empleó 10 L de agua residual para el tratamiento la retención hidráulica existió diferentes tiempos en el biofiltro 3, 5 y 7 días y la concentraciones de ME fueron de 10, 15 y 25 ml por un litro de agua residual, en la determinación de los parámetros de DBO y DQO se usó el método de Winkler y para el parámetro de STD se realizó con el instrumento analítico Ultrameter II . Se obtuvo los resultados de la minimización de las concentraciones que logro un 53.75% en eficiencia del biofiltro de todos los parámetros medidos, en todo caso el tiempo de hidráulico es poco significativo para el biofiltro y de la concentración de los EM en las dosis empleadas.

Martinez (2016), presentó esta investigación titulada *Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendín*. Teniendo un objetivo de determinar la eficiencia en la remoción de la DBO₅, DQO y SST en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendín así mismo se verifique con los Límites Máximos Permisibles(LMP). En el cual se aplicó el método analítico, cabe destacar que se fijaron las variables que se estimaron de gran interés para el estudio del agua residual del sistema de tratamiento por lo consiguiente nos dará a conocer las circunstancias fisicoquímicas del agua que se tratará en la planta. Las muestras que se tomaron fueron en el afluente y efluente estos se analizaron en el Laboratorio Regional de Cajamarca, como resultado se dieron las concentraciones de DBO₅, DQO, SST, PH y T°, Así mismo se llevaron a otros tres laboratorios más para su comprobación las cuales son: Laboratorio Acreditado Servicios Analíticos Generales (SAG); Laboratorio Nkap y el Laboratorio de Química de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Cajamarca. Consiguiendo los

resultados en promedio para cada parámetro: DBO₅ se obtuvo una concentración de 572.00 mg/L en el afluente, y 48.58 mg/L en el efluente; para la DQO, 1207.25 mg/L en el afluente, y 107.50 mg/L en el efluente; en cuanto los SST 253.81 mg/L en el afluente, y 42.64 mg/L en el efluente; el pH de 8.08 en el afluente, y 6.80 en el efluente; y la temperatura de 16.25 °C en el afluente y 17 °C en el efluente. Concluyendo que los resultados del efluente se compararon con los LMP de efluentes de PTAR para vertidos a cuerpos de agua (D.S. N° 003-2010-MINAM) y se obtuvo que se encuentran dentro de estos, lo que nos mostraría una alta eficacia a futuro del rendimiento de la planta, logrando una eficiencia de remoción de un: 91.5 % de DBO₅, 91 % de DQO y 83.2 % de SST.

Cornejo (2015), formuló el trabajo de investigación titulada *Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO₅ de agua residual domestica mediante la utilización de un biofiltro de piedra pómez*, tuvo como objetivo determinar la reducción de DBO₅ en el agua residual doméstica, se elaboró un sistema de biofiltración en la cual se utilizaron los hongos de espécimen de levadura llamada *Saccharomyces cerevisiae*, estas están adheridas a la piedra pómez. Se inició con la preparación de la adaptación del hongo con una solución azucarada, se tomaron las muestras las cuales como parámetro se analizaron el oxígeno disuelto, el pH, sólidos totales, en lo cual tuvo resultados de eficiencia de remoción promedio de DBO₅ 73.79%, pH 34.55%, ST 85.64%, estos resultaron se obtuvieron en los ensayos 5 días continuos por cada mes. En definitiva, el sistema de biofiltración se demostró que es eficientemente para la disminución de DBO₅.

2.1.3. Local

Ancalle y Ledesma (2020) desarrollaron la investigación titulada *Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta*

de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica tiene como objetivo la determinación de la concentración de los parámetros aceites y grasas, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos totales en suspensión, en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Yauli, tuvo un método investigación descriptivo con un diseño experimental transversal descriptivo y de tipo básica, durante el proceso se realizó 8 muestras en cada punto entrada y salía de la planta, se desarrolló de acuerdo al protocolo de monitoreo de la calidad para efluentes de PTAR (R.M. 273-2013-VIVIENDA), luego se llevó a analizar las muestras al laboratorio. Los resultados fueron la T° máxima de 21.6 °C y la mínima 19°C, la concentración de DBO en el efluente 670.57mg/L lo que este parámetro no cumple con los LMP de acuerdo a D.S. N°003-2010 –MINAM, el porcentaje de remoción de la planta de tratamiento de aguas residuales es de 3.98%, los demás parámetros si cumplen con los LMP, en cuanto a la DQO tiene un 8.2% de remoción, aceites y grasas es de 40.61%, coliformes termotolerantes es de 44.48% y solidos solubles totas es de 73.15%. Y así concluyendo la mayoría de los parámetros cumple con los límites máximos permisibles de acuerdo con el D.S. N°003-2010 –MINAM, en el cual la DBO es el único parámetro que no cumple la PTAR de Yauli.

Curasma y Sandoval (2019), presentaron la investigación titulada *Evaluación de la eficiencia de un sistema integrado de biopelícula y fitorremediación con Nasturtium Officinale (Berro) para el tratamiento de agua residual municipal en Huancavelica*, para optar el título profesional, se evaluó la eficacia de eliminación de contaminantes orgánicos de un sistema integrado de biopelícula y fitorremediación para el tratamiento de agua residual municipal en la localidad de Huancavelica, se instaló una planta piloto compuesto por un sedimentador, filtro biológico y un proceso de fitorremediación con *Nasturtium officinale* (berro), el tiempo de retención

hidráulica del sistema fue de 5.5 horas con un caudal de 0.011 l/s, se ejecutaron la estimación del correcto funcionamiento de los procesos del sistema a través de los parámetros de control. Resultando el pH de 7.57 y la T° de 12.07 °C, luego se midió el DBO₅ logrando valores enormes en el efluente de 131 ppm y valores minúsculos de 45 ppm y se consiguió una eficiencia de remoción de 44.8%, para DQO coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli la remoción fue de 66.67%, 94.59%, 81.22% y 72.12% respectivamente. De lo que se concluye que los parámetros de la DBO₅ y DQO cumplen con los LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas municipales en cuanto a los demás parámetros ensayados no cumplen con la normativa.

Mendoza (2019), realizó la investigación *Eficiencia de remoción de la materia orgánica de aguas residuales mediante el tratamiento de dos humedales artificiales en la estación experimental agraria Callqui – Huancavelica*, tuvo como objetivo determinar la eficiencia de remoción de la materia orgánica de aguas residuales mediante el tratamiento de dos humedales artificiales con aireación artificial. Tuvo una metodología de investigación aplicada con un nivel de investigación explicativo, las muestras que se analizaron en el afluente y en los humedales, los parámetros analizados son PH, T°, DBO₅, DQO. Los resultados de los análisis de eficiencia de remoción de la DBO₅ el humedal con aireación artificial se tuvo valores mínimos de 0.28 %, máximo de 0.31% y la media de 0.30 %, la eficiencia de remoción para el humedal tradicional se tuvo valores mínimos de 0.23%, máximo de 0.30% y la media de 0.27 %. En la Demanda Química de Oxígeno se obtuvieron para el humedal con aireación artificial, medio filtrante sintético se tuvo valores mínimos de 0.21 %, máximo de 0.31% y la media de 0.25%, la eficiencia de remoción para el humedal tradicional se tuvo valor mínimo de 0.21 %, máximo de 0.28% y la media de 0.24 %, en cuanto al pH se dio el valor mínimo 7.12, la media 7.53 y el máximo de 8.12 en el humedal artificial en cambio se obtuvo un pH de mínimo 7.28, la media 7.66 y el máximo 8.1 en el humedal

tradicional, en la temperatura del humedal artificial el mínimo valor 12.2°C, el medio 14.8 °C y el máximo 16.5°C , en el humedal tradicional la temperatura resultó el mínimo 13.1 °C , el medio de 14.8 °C y el máximo 16.7 °C. En conclusión, la eficiencia de remoción de la materia orgánica de aguas residuales mediante el tratamiento de dos humedales artificiales con aireación artificial medio filtrante sintético es elocuentemente superior con relación a su variante tradicional ejecutados en la Estación Experimental Agraria Callqui – Huancavelica.

Castro (2018), presentó la investigación titulada *Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica*, con el objetivo de la remoción de la materia orgánica, este sistema está diseñado en escala piloto el tiempo de retención hidráulico e de 14 horas con un caudal de circulación de 35ml/min. Se obtuvo como resultado en Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 33.66% con una mínima de remoción y una máxima 76.90% en una condición de 10°C y 19°C, la cantidad de sólidos suspendidos totales redujo de 524.34mg/L a 365.04mg/L, logrando una eficacia de remoción de sólidos suspendidos totales de 30.28%, en el punto A (ingreso de agua) resulto con una temperatura promedio de 14.7°C y en el punto B(salida del agua) un promedio de 14.8 °C, en el pH del punto A tuvo un promedio de 7.38 y en el punto B de 7.61 de pH. Para concluir el tratamiento primario reactor UASB es eficiente en cuanto a remoción de materia orgánica debido a que se optimizo el diseño para un THR de 14 horas.

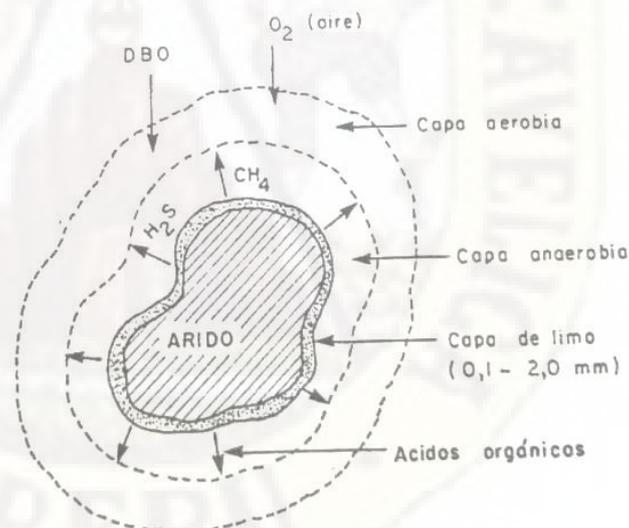
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Principio de funcionamiento de los lechos bacterianos

Cuando se habla del principio de funcionamiento de los lechos bacterianos es lo que se viene a ser designado también como los filtros

percoladores, filtros bacterianos y biofiltros, lo cual consiste en hacer caer el agua a tratar previamente decantada en forma de lluvia sobre una masa de materia de gran superficie específica y sumamente permeable, y esto sirve de soporte a los microorganismos depuradores adheridos al sistema, los cuales forman una biopelícula biológica cuyo espesor oscila entre 0.1 y 2 mm. Es así que la materia orgánica presente en el agua residual es degradada por esta población de microorganismos adherido al medio de soporte como se visualiza en la figura, donde la MO es absorbida sobre una biopelícula en donde los microorganismos aeróbicos degradan las capas externas es así que cumpliendo esta función los microorganismos crecen aumenta el espesor de las película entrando en un proceso de anaerobiosis en la parte profunda estableciendo un medio aerobio cerca de la superficie de este entorno (Trapote , 2011).

Figura 1
Esquema de la sección trasversal de una biopelícula



Fuente: Trapote (2011)

En este principio se origina también una fase anaeróbica con separación de gases y la ruptura de la película disipando la capacidad de adherencia al medio ingresando los microorganismos en la fase endógena, es así que en este medio se desunen las películas, las cuales son expulsada por el agua y son

conducidas a la decantación secundarias donde se forman sedimentos y se inicia con el crecimiento de una nueva capa.

Para realizar el proceso de oxidación la película biológica necesita de una oxigenación continua que es tomada del aire que circula por el medio de manera natural. Esta biopelícula contiene bacterias aerobias y anaeróbicas, hongos algas y protozoos (Trapote , 2011).

2.2.2. Teorías de la doble película

Se puntualiza como la transmisión de materia entre fases líquidas y gaseosas siendo un modelo ventajoso debido que viene acompañado químicos, bioquímicos y biológicos mediante las moléculas de un gas son intercambiadas en la interface gas líquido. La transformación de materia de un terminante soluto de una fase a otra, contiene el transporte desde el inicio de una fase hasta el área límite o interface, y entonces desde la interface hasta el inicio del segundo fluido. La teoría de la película se asienta en la idea de que, en la franja de contacto entre dos fases se forma una película de fluido o capa límite de transferencia de materia (Pauline, 1998).

De acuerdo al describir la transferencia de materia hacia y a través de la interface a partir de principios básicos se tiene cierta dificultad describir la transferencia de materia, se desarrollaron varios modelos simples que intentan interpretar del modo más correcta y precisa la hidrodinámica real en las cercanías de la interfase (Izquierdo & Izquierdo, 2004).

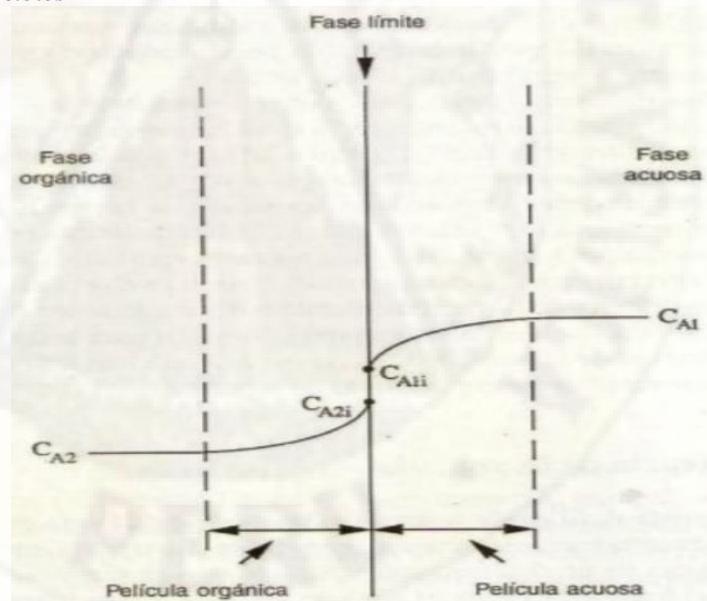
i. Modelo de la doble película estancada o de Lewis-Whitman:

Se basa en un modelo físico, se considerará que tanto en el gas como en el líquido existe una película laminar o sea existen dos capas, gaseosa y líquida

en la cual en la interface se transfiere el gas por difusión molecular. Al proyectar el modelo de la doble película hay que tener presente que la interface es existente pero que las películas son imaginarias y sus espesores desconocidos (Izquierdo & Izquierdo, 2004).

Según se comentó que en esta teoría se supone que la turbulencia está fuera de la interface y que existe una capa laminar en cada uno de los fluidos gas y agua. Fuera de la capa laminar, los remolinos turbulentos completan la acción causada por el movimiento al azar de las moléculas y firmeza a la transferencia se hace cada vez menor. Para interdifusión equimolecular el gradiente de concentración es, por consiguiente, lineal junto a la superficie y se va haciendo gradualmente en el proceso (Izquierdo & Izquierdo, 2004).

Figura 2
Resistencia de la película a la transferencia de materia entre dos líquidos inmiscibles



Fuente: Pauline (1998)

Donde la ecuación general para la transferencia de materia es:

$$N_A = k_L [C_{A1} - C_{A2}]$$

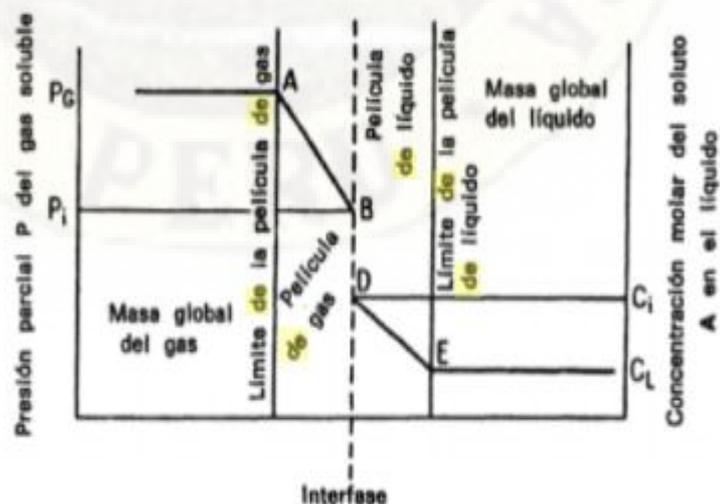
- N_A , es la velocidad molar de difusión por área.

- $[C_{A1} - C_{A2}]$, diferencia de concentraciones molares en A.
- K_L , es aquí el coeficiente de transferencia de la película de líquido, que puede expresarse en $\frac{K \text{ moles}}{s} * m^2$ ($Kmol/m^3$).
- Para disoluciones diluidas:

$$k_L = \frac{D_L}{z_L}$$
- D_L , difusividad en la fase líquida.
- z_L , espesor de la película líquida en la que tiene lugar la difusión.

La dirección de la transferencia de materia mediante la interfase, no depende de la diferencia de concentraciones, sino de las relaciones en equilibrio. Por ejemplo, para una mezcla de amoníaco o clorhídrico en el aire, en equilibrio con una solución acuosa, la concentración dentro del agua es preferente que en la presencia en el aire. Entonces se encuentra una gradiente de concentración muy grande a través de la interfase: este factor no es el que contrala la transferencia de materia, debido a que en la interfase no existe resistencia si no se mantiene en equilibrio. El factor que controla será la velocidad de difusión a travez de las dos películas donde se considera que existe la resistencia.

Figura 3
Perfil de concentraciones del componente absorbido A



Fuente: Coulson y Richardson (2003)

En la figura 3 se puede apreciar la variación de la concentración de una sustancia a través de las dos fases líquidas y gaseosa, P_G representa la presión parcial de la masa de la fase gaseosa y P_f la presión parcial de la interfase. CL es la concentración global en la fase líquida y CF la concentración en la interfase. Y así como se venía diciendo las contracciones que existen en la interfase están en equilibrio, de las cuales la resistencia a la transferencia está localizada en las películas delgadas ubicadas a cada lado de la misma. (Coulson & Richardson, 2003)

2.3. Bases Conceptuales

2.3.1. Remoción de la DBO_5 y DQO

La remoción de la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno se darán depende a los niveles de tratamiento de las aguas residuales.

Tabla 1
Porcentajes de remoción

Proceso de tratamiento	Remoción %		Remoción (ciclos \log_{10})	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helminos
Sedimentación primaria	25 – 30	40 – 70	0 - 1	0 - 1
Lodos activados	70 – 95	70 – 95	0 – 2	0 - 1
Filtros percoladores	60 – 90	70 – 90	0 – 2	0 - 1
Lagunas aireadas	80 – 90	(c)	1 – 2	0 - 1
Zanjas de oxidación	70 – 95	80 – 95	1 – 2	0 - 1
Lagunas de estabilización	70 - 85	(c)	1 – 6	1 - 4

Fuente: (NTP. OS.090 RNE, 2006), Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 2
Eficiencia de remoción

Unidad de tratamiento:	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje	
Filtros percoladores	DBO	DQO
Media tasa, roca	50-80%	50-80%
Alta tasa, roca	65-80%	60-80%
Supertasa, plástico	65-85%	65-85%

Fuente: Romero (2016), Diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales

2.3.2. Ecuación para la determinación de eficiencia DBO - DQO

El rendimiento o la eficiencia se pueden expresar en porcentaje (es lo más común) o en absolutos (si se trata de verificar un valor determinado valor). (Trapote , 2011)

$$r(\%) = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

En donde:

S₀: Afluente

S: Efluente

r (%): porcentaje de rendimiento o eficiencia

2.3.3. Aguas residuales

De acuerdo con Romero (2016), las aguas residuales son aquellas aguas usadas que han sido afectadas en su calidad y contienen sólidos que se introducen y son vertidas en las cloacas siendo transportados a través de los sistemas de alcantarillado y necesitan de un tratamiento previo antes de una disposición final.

Para el OEFA (2014), las aguas residuales vienen a ser aquellas aguas de las cuales sus características originales presentan alteraciones que fueron provocadas por las diferentes actividades humanas y para su adecuada disposición antes del reusó, antes de poder ser vertida en el cuerpo receptor o ser descargadas en los sistemas de alcantarillado necesitan de un tratamiento previo.

2.3.4. Clasificación de las Aguas residuales

Para el OEFA (2014), las aguas residuales se clasifican en:

Aguas residuales industriales: se refiere a aquellas aguas las cuales son el efecto de desarrolló de los procesos productivos, incluyéndose

las diferentes actividades derivados de la actividad minera, agrícola, energética agroindustrial, y demás actividades.

Aguas residuales domesticas: refiere a aquellas aguas que son de origen residencial y comercial, las cuales tienen diferentes contaminantes como los desechos fisiológicos cuyos resultados son de las distintas actividades humanas que deben tener un previo tratamiento para su adecuada disposición.

Aguas residuales municipales: son aquellas aguas residuales de fuente domestica que son combinadas con aguas de drenaje pluvial o las aguas de tipo industrial que deben ser previamente tratadas para ser aceptadas en los regímenes de alcantarillado de tipo mezclado.

Para (Ramalho, 2000) las principales fuentes de aguas residuales se clasifica en 4, las aguas domesticas o urbanas, las aguas residuales de tipo industrial, la escorrentía de usos agrícolas y las aguas pluviales, la contaminación por los diferentes usos agrícolas y las aguas. Estas están incluyendo una gran importancia, las cuales arrastran un gran cantidad fertilizantes y pesticidas produciendo una eutrofización rápida de las fuentes de aguas o caudales receptoras.

2.3.5. Características físicas del agua residual

Sólidos totales. En las unidades de tratamiento los sólidos totales es el principal que afecta a estos, la cantidad de lodo que genera la PTAR se denomina sólidos totales. Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, para su eliminación, oxidación biológica o coagulación y sedimentación. Los sólidos suspendidos forman la discrepancia entre los sólidos totales de la muestra no filtrada y los

sólidos e la muestra filtrada. En la experiencia los sólidos disueltos son aquellos con tamaño menor a 1.2 μm y los suspendidos los que tienen mayor tamaño de 1.2 μm tamaño nominal de poros correspondiente a los filtros de fibra de vidrio usados para hacer la separación (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

Turbidez. Es la apariencia de materiales suspendidos en una concentración de agua, primordialmente, barro, arcilla, sedimentos y materia orgánica. La radiación solar penetra el agua y es atraída por las plantas acuáticas a través de la fotosíntesis, la profundidad a la que penetra depende de la turbiedad del agua. Cuando se produce un incremento del material suspendido el agua generando más turbidez y así impidiendo la penetración de la luz (Wagner, 1993).

temperatura. Por lo frecuente es un parámetro muy significativo en las aguas residuales por su consecuencia sobre las características del agua y el procedimiento de la disposición final, estas son más importantes en cuanto a calidad que las aguas de abastecimiento, es así que la temperatura afecta y perturba la vida acuática y varía las concentraciones de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacteriana, es así que la tasa de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en aguas frías por el cambio en la viscosidad del agua y los tiempos de retención disminuyen a mayor temperatura es así que la temperatura óptima para la actividad bacteriana es de 25°C a 35°C (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

Conductividad. La conductividad es una magnitud de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para transportar la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la existencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. Las soluciones

que contienen la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala (Zanabria, 2006).

Es la medida de la cabida de una sustancia o material para dejar circular libremente la corriente eléctrica. En el caso del agua, permite establecer el comprendido de sales cuya disolución genera iones positivos o negativos capaces de trasladar la corriente eléctrica. Las unidades son siemens por metro en el sistema de medición (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2015).

pH. Es la medida de la concentración del ion de hidrogeno en el agua, la cual esta mencionada en logaritmo negativo de la concentración molar del ion de hidrogeno, es así que aguas en concentraciones adversas al ion de hidrogeno son muy complejas de tratar biológicamente, provocan variaciones en la biota de las fuentes receptoras y son forzosos para los microorganismos, las aguas con pH menor a 6 en tratamientos biológicos benefician en el crecimiento de hongos sobre las baterías, a pH bajo el poder bactericida del cloro es mayor predominando el HOCL, a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal no iónica NH₃ es toxica pero amovible mediante arrastre de aire, es así que el pH adecuado para lograr el tratamiento y lograr la biológica en los procesos es de 6.5 a 8.5 (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

2.3.6. Características químicas del agua residual

Demanda bioquímica de oxigeno DBO. es la cantidad de oxigeno que los microorganismos requieren para realizar el proceso de oxidación de la materia orgánica biodegradable la cual está en condiciones aeróbicas.

Se refiere a la cantidad necesaria para logra oxidar el material carbonáceo biodegradable. En condiciones normales de laboratorio esta demanda se halla a 20°C a 5 días de incubación y se conoce como DBO₅ expresada en mg/l. este parámetro es fundamental para medir la calidad de agua residuales y superficiales determinado la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua y diseñar unidades de tratamiento biológico, evaluando la eficiencia de los procesos de tratamiento y fijar las cargas permisibles en los cuerpos receptores (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno gastado por la acción metabólica de microorganismos, en una etapa de cinco días, a 20°C, a causa de la suma de las concentraciones solubles y en suspensión. (Sánchez, 2011).

Cuando hay una gran cantidad de DBO en el cuerpo receptor, las bacterias y otros microorganismos cuentan con una rica fuente de alimentos, lo que produce que se reproduzcan con mucha rapidez. Las cantidades, cada vez aumentan de bacterias, consumen el oxígeno del agua. Si la DBO del efluente cada vez aumenta y así se eleva demasiado, o el cuerpo receptor no es capaz de diluirla hasta alcanzar un nivel o valor seguro, la cantidad de oxígeno disuelto se reduce en un nivel muy bajo de tal forma que los peces y otros organismos acuáticos mueren asfixiados. (Marín & Oses, 2013)

Demanda química de oxígeno DQO. esta se usa para poder medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general el dicromato de potasio en un medio ácido y a alta temperatura, para la oxidación de

ciertos compuestos orgánicos resistentes se requiere la ayuda de un catalizador como el sulfato de plata, la DQO es eficiente como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales de tipo industriales y de tipo municipales toxicas a la vida biológica y se puede realizar en solo tres horas (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

La DQO es muy importante para los balances de masa en el tratamiento de aguas residuales, el contenido del DQO se subdivide en fracciones útiles para el estudio y realizar el proyecto de diseño de las técnicas de tratamiento. La determinación de la DQO soluble y suspendida es muy útil es muy necesario tener cuidado con la DQO falsa determinada por el permanganato, debido a que este método mide únicamente una parte de la materia orgánica y se debe usar única mente con relación a la planificación del análisis de la DBO. (Lopez, Buitron, García, & Cervantes, 2017)

Aceites y grasas. se consideran a los compuestos de hidrogeno, carbono y oxígeno, las cuales flotan a causa del agua residual, haciendo un recubrimiento de la superficie en la que se encuentran en contacto causando problemas de operación y mantenimiento, disminuyendo la actividad biológica ya que son difíciles de degradar, los aceites y grasas de origen animal y vegetal son continuamente biodegradables. pero en cargas altas representa un problema latente en plantas de tratamiento de tipología biológica. Los aceites u grasas de origen mineral por lo general no son biodegradables y requieren de un pre tratamiento para ser removidos antes de entrar a un tratamiento bilógico (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

Para poder diferenciar entre grasa y aceites se debe referenciar el estado físico en el que se encuentra el lípido, así como sólida o líquida.

Los lípidos se caracterizan por:

- ✓ Solubilidad: son solubles en disolventes orgánicos e insolubles en agua (son moléculas hidrófobas), al ser inmiscibles en agua, van a persistir en su superficie dando parte a la aparición de natas y espumas, estos se eliminan en el pretratamiento de las aguas residuales.
- ✓ Tensión superficial: los aceites tienen una baja tensión superficial.
- ✓ Densidad: los aceites tienen una densidad menor que el agua (1g/l), teniendo unos valores comprendidos entre 0.92 a 0.964 g/l.
- ✓ Biodegradabilidad: Es nula, sin embargo, son atacados por los ácidos minerales proporcionando a la separación de sus compuestos (glicerina y ácido graso) (Lopez & Martin, 2015)

2.3.7. Características biológicas del agua residual

Las aguas residuales poseen un gran parte constituidos por una diversidad de organismos vivos de alta volumen metabólico, se calculan en ensayos para organismos indicadores como el NMP y conteo total de bacterias. De los microorganismos en el tratamiento de aguas residuales las bacterias establecen parte del conjunto más importante, manipulan sustrato en solución, son heterótrofos o autótrofos, aerobias, anaerobias o facultativas (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

En el conjunto de bacterias que son más concurridas en el agua residual de los desechos humanos, están como los Coliformes, y dentro de este está el Echerichia y Aerobacter con aspecto de 2×10^{11} organismos por persona por día, el aspecto de Coliformes en el agua es un indicador de contaminación. En esa misma línea, la Escherichia coli de principio fecal únicamente está dentro del grupo de los Coliformes, siendo este el organismo indicador por excelencia de contaminación fecal.

Coliformes totales. Son bacterias gram negativas concernientes a las familias de las Enterobacteriaceae. En apenas 48 horas tienen una gran capacidad para alterar la lactosa. Existen varios géneros, los más destacados son: Escherichia, enterobacter, klebsiella y citrobacter. (Lopez & Martin, 2015)

Coliformes termotolerantes. Pueden existir los organismos patógenos en el agua residual, generalmente son muy pocos y dificultosos de aislar e identificar, por este conocimiento como organismo indicador de contaminación se opta utilizar a los coliformes, en otras palabras, como parámetro de la existencia de organismos productores de enfermedad.

Entre 10^9 y 4×10^{11} coliformes el hombre arroja diariamente en sus excrementos, por tanto, se utiliza como una norma de control sanitario por su gran presencia al detectarse con facilidad.

Las bacterias coliformes son bacilos gram-negativos, aeróbicos y facultativos anaeróbicos, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa con producción de gas en un 48 ± 3 h a 35 o 37 °C. Los más representativos de la contaminación fecal son el Escherichia, especie E. coli, el grupo de coliformes totales, el grupo coli-aerogenes, incluye los géneros Escherichia y Aerobacter.. (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016).

Coliformes fecales se conocen también como termotolerantes debido a que aguantan altas temperaturas. Son un sub grupo de los coliformes totales, su primordial representante es la Escherichia coli, enterobacteria de origen fecal llega a las aguas residuales mediante las evacuaciones. (Lopez & Martin, 2015)

2.3.8. Tratamiento de agua residual

Consiste en apresurar o acrecentar los procesos de autodepuración de los caudales receptores, forzándolos a un tiempo y espacio mínimos, con el objetivo de generar un efluente que logre ser descargado sin perjudicar el ambiente. Este puede constituir un serio de procesos, mecanismos e instalaciones, que realizan la exclusión del contaminante para que los efluentes tratados no destruyan principalmente la calidad de las masas receptoras (Trapote , 2011).

Entre los objetivos del tratamiento de las aguas residuales se tiene los siguientes:

1. Minimizar la carga orgánica: demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) o demanda química de oxígeno (DQO) de los efluentes.
2. Con fin de impedir la infiltración en el subsuelo que contamine las aguas subterráneas se tiene remover o reducir los nutrientes: N, P y así evitar el desarrolló apresurado de las algas que podrían causar problemas de eutrofización en las aguas receptoras.
3. Remover o inactivar a los organismos patógenos, incluyendo las formas parasitarias (huevos de helmintos, quistes de protozoarios, etc) (Lazcano, 2016).

Según el SINIA (2015) nos da a conocer que los sistemas de tratamiento de aguas residuales son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se manejan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un grado tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reusó.

2.3.9. Importancia del tratamiento y reusó de las aguas residuales

Las aguas residuales municipales, previo a su reúso o disposición final, requieren el tratamiento apropiado, con la finalidad de proteger el ambiente y la salud de la población. En el enfoque de los Municipios Ecoeficientes, se trata de diseñar una excelente combinación de elecciones tecnológicas, que permitan el tratamiento de las aguas contaminadas, minimizando el uso de recursos aprovechables, con el mayor beneficio ambiental y al menor costo económico (SINIA, 2015).

En la selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, la ecoeficiencia busca integrar unidades que en conjunto permitan alcanzar los objetivos del tratamiento, pero basado en los siguientes criterios:

- ✓ Menor área de terreno empleado.
- ✓ Reducir el empleo de energía eléctrica.
- ✓ Reducir el uso de químicos u otros insumos que impliquen consumo de recursos y por lo tanto mayor costo.
- ✓ Reducir la generación de lodos resultantes del proceso de tratamiento.
- ✓ Promover la generación de biogás como subproducto del tratamiento.
- ✓ Reusó de las aguas residuales tratadas.

El resultado de un sistema ecoeficiente de tratamiento de desagües es finalmente aquel que priorice los máximos beneficios que se pueda obtener con dicho sistema (SINIA, 2015).

2.3.10. Niveles de tratamiento de agua residual

La elección del sistema de tratamiento se da en función de la finalidad que se proporcionará al efluente. Existen un gran número de operaciones y procesos disponibles para el tratamiento de las aguas residuales, lo cuales han sido para fines prácticos fueron clasificados como: preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado. A continuación, se describe las consideraciones que caracteriza cada nivel (SINIA, 2015).

2.3.10.1. Pretratamiento o tratamiento preliminar

Las unidades de tratamiento en este proceso son de canales con rejas gruesas y finas, desarenadores, y en casos específicos se utilizan tamices. Tiene la finalidad de facilitar el tratamiento posterior, se caracteriza por la retención de los sólidos gruesos y sólidos finos con la densidad mayor al agua y arenas. Son muy importantes para prevenir los problemas con el paso de la arena, basura, plásticos, etc., hacia los demás procesos del tratamiento pero algunas veces estas unidades no se toman en cuenta en el diseño de plantas de tratamiento. (SINIA, 2015).

Según Trapote (2011) tiene la finalidad de separar del agua residual las materias groseras, que por su naturaleza o su tamaño podrían causar dificultades de operación y/o mantenimiento en las unidades de tratamiento. Entre estos tenemos de los grandes sólidos, materias flotantes de gran tamaño, gravas, arenas y sólidos de pequeño tamaño, aceites, grasas y flotantes de pequeño tamaño.

Las operaciones que comprenden generalmente el pretratamiento son:

a) Desbaste

Consiste en la eliminación por interceptación o separación del agua residual de los sólidos de tamaño grande o mediano que podrían dañar o bloquear la corriente del agua afectando a las demás unidades.

El proceso consta de hacer pasar el agua a través de unas rejas, siendo la separación entre los barrotes el factor determinante de eficacia de un desbaste, según el tamaño de separación se clasifica en:

- ✓ Desbaste fino, con un paso libre entre rejas inferior a 15 mm.
- ✓ Desbaste medio, con un paso libre entre rejas de 15 a 50 mm.
- ✓ Desbaste grueso, con un paso libre entre rejas de 50 a 100 mm.

b) Desarenado

Esta unidad tiene finalidad de extraer del agua residual las arenas, gravas, partículas más o menos grandes de materias minerales y otros elementos y otros elementos, que no sean de origen orgánico con una velocidad de sedimentación superior a la de la materia en suspensión, con el fin fundamental de resguardar los dispositivos mecánicos contra la abrasión y desgaste, y así mismo de evitar o reducir la acumulación de materias pesadas en las conducciones, principalmente en los codos y cambios de dirección.

Los desarenadores se diseñan regularmente de diámetro superior a 0.2 mm para eliminar partículas.

Se utilizan mayormente tres tipos de desarenadores:

- ✓ De flujo horizontal, en los que el agua fluye por un canal de sección trapezoidal con una velocidad que fluctúa entre 0.25 y 0.4 m/s. es recomendado estos desarenadores para poblaciones pequeñas.
- ✓ Aireados, se crea un flujo en espiral a través del tanque, con una velocidad helicoidal regulada por el caudal de aire abastecido.
- ✓ De vórtice, en los que la eliminación de las arenas se causa por la acción de las fuerzas gravitacionales (la fuerza centrífuga y las velocidades inducidas), introduciendo aire en un cuerpo cilíndrico cerrado y formando un vórtice.

c) Desengrasado:

Tiene como objetivo eliminar las grasas, espumas y demás materias flotantes sólidas más ligeras que el agua. Este proceso se efectúa mediante un deflector de superficie que detiene los elementos que van flotando en el agua residual, y que se quitan por rebose (Trapote, 2011).

Pueden considerarse dos sistemas de desengrasados:

- ✓ Eliminación de grasas en la operación de desarenado.
- ✓ Eliminación de grasas en una operación separada.

2.3.10.2. Tratamiento primario:

El proceso consiste en la remoción del material en suspensión, excepto material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua. Este tiene una remoción de 60 a 70% de quitar los sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno) orgánica sedimentable presente en el agua residual. En las zonas rurales casi siempre se diseña la unidad del tanque séptico con disposición final por infiltración como tratamiento primario. Y en las zonas o localidades de mediano tamaño se considera como un mejor sistema de tratamiento el tanque Imhoff (SINIA, 2015).

De acuerdo con Trapote (2011) consiste en separar del agua residual en una parte de los sólidos en suspensión (insolubles), que sean sedimentables por gravedad, y los elementos coloidales y solubles, son generalmente formados por la industria y además son inhibidores de la metabolización biológica.

El tratamiento primario no cuenta con mucha remoción en la eliminación de materia orgánica, no obstante, disminuye parte de la DBO suspendida se puede decir los que están asociadas a los sólidos en suspensión.

Las operaciones más frecuentes son:

- ✓ Decantación o sedimentación
- ✓ Flotación
- ✓ Tratamiento físico-químico

En cuanto a los rendimientos la reducción oscila entre 50 y el 70 % aproximadamente de sólidos en suspensión, mientras en la remoción de DBO es de un 25 a un 40% (Trapote , 2011).

2.3.10.3. Tratamiento secundario

El fundamento del tratamiento secundario es la introducción de procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción de entre el 50% y el 95% de la DBO₅. Los sistemas más empleados son:

- ✓ Biofiltros o filtración biológica, filtros percoladores, filtros rotatorios o biodiscos.
- ✓ Lodos activados, entre los que se encuentran los convencionales y los de aireación extendida.
- ✓ Lagunas de estabilización de los tipos facultativas y aireadas. (SINIA, 2015).

Trapote (2011) nos da a conocer que el objetivo es la eliminación de la mayor parte de la materia orgánica coloidal. De este tratamiento biológico se tiene estas unidades:

- ✓ Fangos activos
- ✓ Lechos bacterianos
- ✓ Biodisco y biocilindros
- ✓ Estanques de estabilización
- ✓ Lagunas aireadas
- ✓ Lechos de turba
- ✓ Filtros verdes

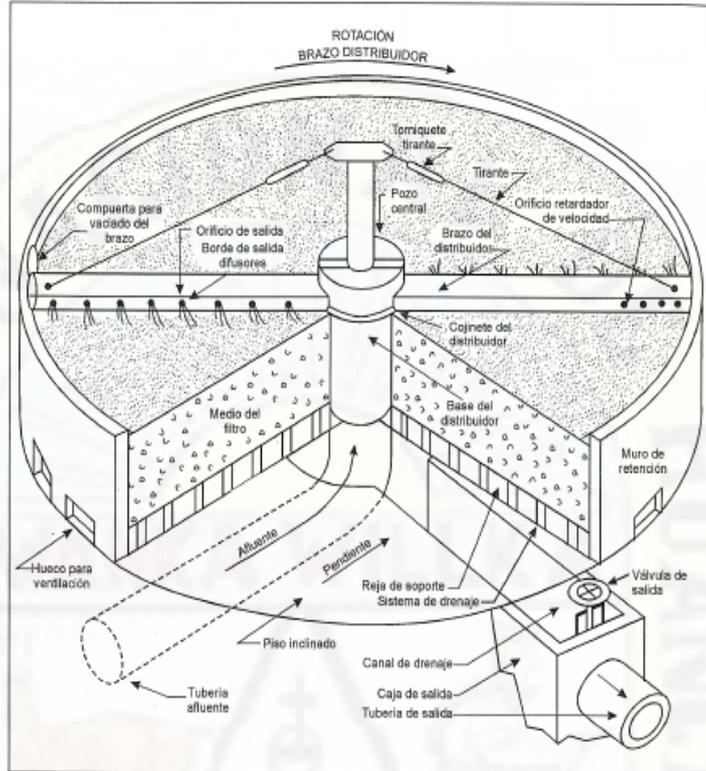
En cuanto al rendimiento de este proceso, la minimización de los sólidos en suspensión esta entre un 80 y 95%, y la remoción de la DBO_5 entre un 85 y el 95%.

Filtro Percolador:

Es usado para el tratamiento de aguas residuales este proceso es muy común. Este proceso tiene la finalidad de poner en contacto aguas residuales con la biomasa adherida a un medio de soporte fijo. Tiene como objetivo reducir la carga orgánica existente en las aguas domesticas o industriales. Fundamenta en un lecho de piedras, u otro medio natural o sintético, sobre el cual se aplican las aguas residuales con el consecuente desarrollo de microorganismos, lamas o películas microbiales sobre el lecho. (Romero, 2016)

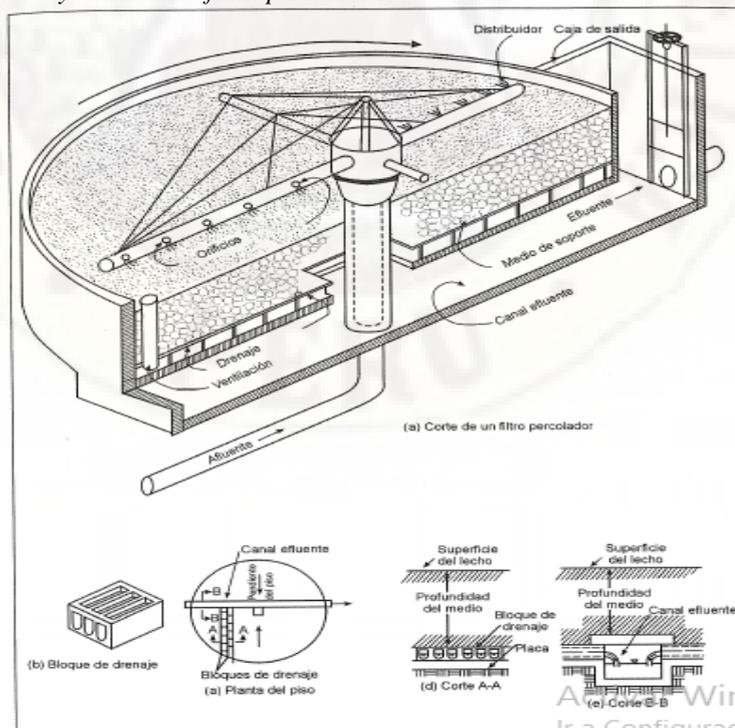
En un filtro percolador, las aguas residuales se riegan sobre el lecho filtrante y se dejan percolar. El lecho del filtro percolador consiste en un medio altamente permeable, al cual se adhieren los microorganismos y a través del cual el residuo liquido se infiltra. Constantemente el medio es de piedra de tamaño cambiante entre 2.5 y 10cm, la profundidad variable según el diseño, generalmente 1 a 2.5 m, en promedio 1.8m. el filtro es usualmente circular, con distribuidor rotatorio superficial del agua. También se usan filtros percoladores rectangulares, con sistemas de aplicación del agua mediante tuberías y tuberías fijas. Cada filtro tiene un sistema de drenaje inferior para recoger el agua residual tratada y los sólidos biológicos que se desprenden del medio. (Romero, 2016)

Figura 4
Esquema de filtro percolador



Fuente: (Romero, 2016)

Figura 5
Corte y detalles del filtro percolador



Fuente: (Romero, 2016)

2.3.10.4. Tratamiento terciario

El tratamiento de nivel terciario tiene como objetivo lograr fundamentalmente la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo. Usualmente, la finalidad del tratamiento de nivel terciario es evitar ocasione la eutrofización o crecimiento generalizado de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación, ya que ello desencadena el consumo de oxígeno disuelto con los consecuentes impactos sobre la vida acuática del cuerpo de agua receptor. El uso del efluente de plantas de tratamiento de nivel terciario puede aplicarse al riego de áreas agrícolas, la crianza de peces y otras actividades productivas (SINIA, 2015).

. Los procesos más usados son la precipitación química de nutrientes, procesos de filtración, destilación, flotación, ósmosis inversa, entre otros. El efluente del tratamiento terciario también puede tener algunos usos especiales, como la recarga de acuíferos, agua para uso industrial, etc. (SINIA, 2015).

Según Trapote (2011), el tratamiento terciario tiene como objetivo mejorar la eliminación de la DBO_5 y SS. Así mismo adapta la calidad del efluente según las normas establecidas para así su posterior uso también reduce la eliminación de nutrientes para evitar los problemas de eutrofización, por lo que también suelen llamarse tratamientos complementarios, de afino o avanzados.

Los procesos más utilizados son:

- ✓ Filtración
- ✓ Nitrificación
- ✓ Adsorción sobre carbón activado
- ✓ Intercambio iónico
- ✓ Ósmosis inversa

Los niveles de rendimiento que alcanza el tratamiento terciario es de 95-96% en la eliminación sólidos suspendidos y de 95-98% en la de la DBO_5 (Trapote, 2011).

2.3.11. Clasificación de los procesos biológicos

Mediante la actividad biológica se da la remoción de contaminantes en el tratamiento biológico. Se aprovecha para remover primordialmente las sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas, mediante la actividad biológica, el proceso se da cuando se convierten en gases que dispersan en la atmósfera y en biomasa extraíble mediante a sedimentación. También se usa para remover nitrógeno y fósforo del agua residual. (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016)

Existen tres principales procesos biológicos los cuales tenemos:

Tabla 3

Principales procesos de tratamiento biológico

Tipo	Crecimiento	Proceso	Uso principal
Anerobios	Suspendido	Lodos activados -convencional -mezcla completa -aireación escalonada -estabilización y contacto -oxígeno puro -tasa alta -aireación prolongada -proceso Krauss -Zanjon de oxidación Lagunas aireas Digestión aerobia Lagunas aerobias	Remoción de DBO y nitrificación Remoción de DBO y nitrificación Remoción de DBO-estabilización Remoción de DBO y nitrificación
	Adherido	Filtros percoladores -tasa baja -tasa alta Torres biológicas Unidades rotatorias de contacto biológico Reactores de lecho fijo	Remoción de DBO y nitrificación Remoción de DBO y nitrificación Remoción de DBO y nitrificación Remoción de DBO y nitrificación
Anóxicos	Suspendido	Bardenpho	Remoción de DBO, N y P
	Adherido	Desnitrificación Desnitrificación	Remoción de nitrógeno Remoción de nitrógeno
Anaeróbicos	Suspendido	Digestión anaeróbica Anaeróbico de contacto	Remoción de DBO-estabilización Remoción de DBO

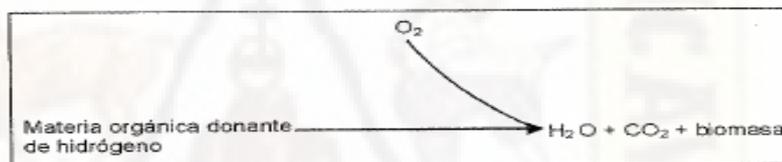
Hídrico	Lagunas anaeróbicas Manto de lodo-flujo Ascensional(PAMLA) o UASB	Remoción de DBO- estabilizacion Remoción de DBO y SS
Adherido	Filtro anaeróbico	Remoción de DBO- estabilizacion
	Lecho expandido	Remoción de DBO- estabilizacion

Fuente: Romero (2016), Diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

- 1) **Proceso Aerobio:** Es un proceso de respiración de oxígeno, es el único aceptador final de electrones el oxígeno libre; el oxígeno es muy minimizado y el carbono es oxidado, al igual que la materia orgánica o inorgánica. Todos los organismos que usan oxígeno libre como aceptador de electrones son aerobios. (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016)

Figura 6

Proceso aeróbico



Fuente: Romero (2016).

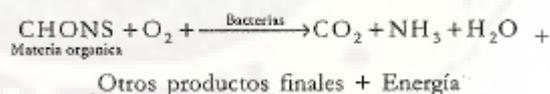
Comúnmente, las bacterias son los organismos más significativos en el tratamiento aerobio de las aguas residuales ya que son muy excelentes oxidadores de materia orgánica y crecen bien en las aguas residuales, son muy competentes de formar una capa floculenta gelatinosa de buenas características para la remoción de la materia orgánica. Tanto como en los procesos de filtros percoladores y de lodos activados son comunes: Zooglea, ramigera, Pseudomonas, Flavobacterium y Alcaligenes. (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016)

En las reacciones metabólicas, los mecanismos reacción para la oxidación el sustrato y la disminución del oxígeno se conocen como sistemas de transporte de electrones, los cuales suministran las trayectorias para

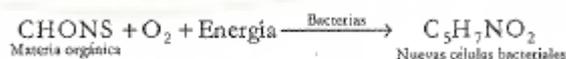
producción de energía y transformación en enlaces energéticos de fosfato o ATP (adenosina trifosfato). En la oxidación biológica aerobia, el O₂ libre es fundamental para los organismos aerobios como agente para la oxidación de compuestos orgánicos en CO₂. La oxidación biológica aerobia o respiración aerobia está compuesta por las reacciones de oxidación biológica en las cuales el oxígeno molecular es el aceptador final de electrones; este es el proceso por el cual trasladan electrones del donante oxidable al oxígeno molecular para lograr la energía requerida para el desarrollo de los organismos aeróbicos. El oxígeno molecular libre es adherido al sustrato, materia orgánica, sucediendo la oxidación o mineralización del residuo. La reacción es muy eficiente porque libera grandes cantidades de energía; esta energía es acumulada preferentemente en la biomasa sintetizada y los residuos de dicho catabolismo son compuestos estables de bajo contenido energético.

El proceso aeróbico se elabora para obtener la energía necesaria para la síntesis de tejido celular nuevo, en ausencia de materia orgánica el tejido celular se respirará endógenamente y se cambiará en productos gaseosos y en energía para mantenimiento. Las tres reacciones esenciales: catabolismo, anabolismo y autólisis ocurren simultáneamente y suelen describirse así:

- ✓ Catabolismo (oxidación o descomposición)



- ✓ Anabolismos (síntesis o asimilación)



- ✓ Autólisis (respiración endógena o auto oxidación)

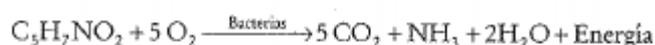
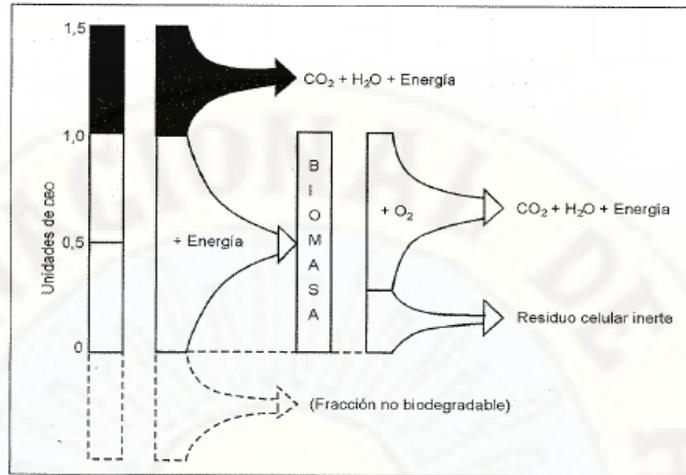


Figura 7
Proceso aeróbico

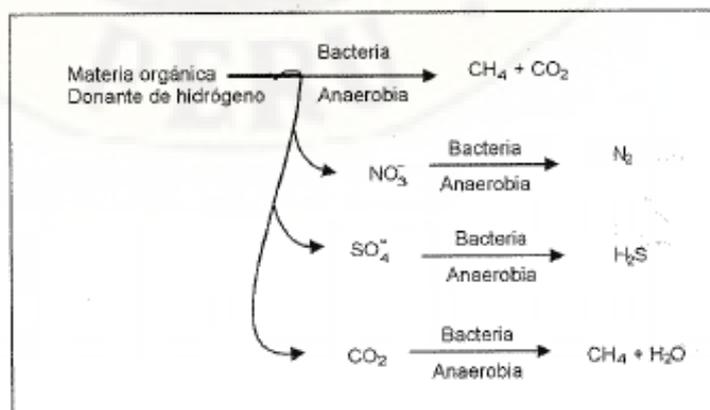


Fuente: Romero (2016)

- 2) **Procesos Anaerobios:** También llamado proceso de fermentación lo precisó Pasteur como la vida sin aire. Es la descomposición u oxidación de compuestos orgánicos, en ausencia de oxígeno libre, para obtener la energía requerida para el crecimiento y mantenimiento de los organismos anaeróbicos. El proceso anaeróbico es menos eficiente en producción de energía que el aeróbico proveniente de sustancia descompuestas aún permanece en los productos finales orgánicos reducidos como metano, generando una cantidad de biomasa mucho menor que la producida en el proceso aeróbico (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016). Como se muestra en la figura:

Figura 8

Diagrama del proceso de oxidación anaeróbica



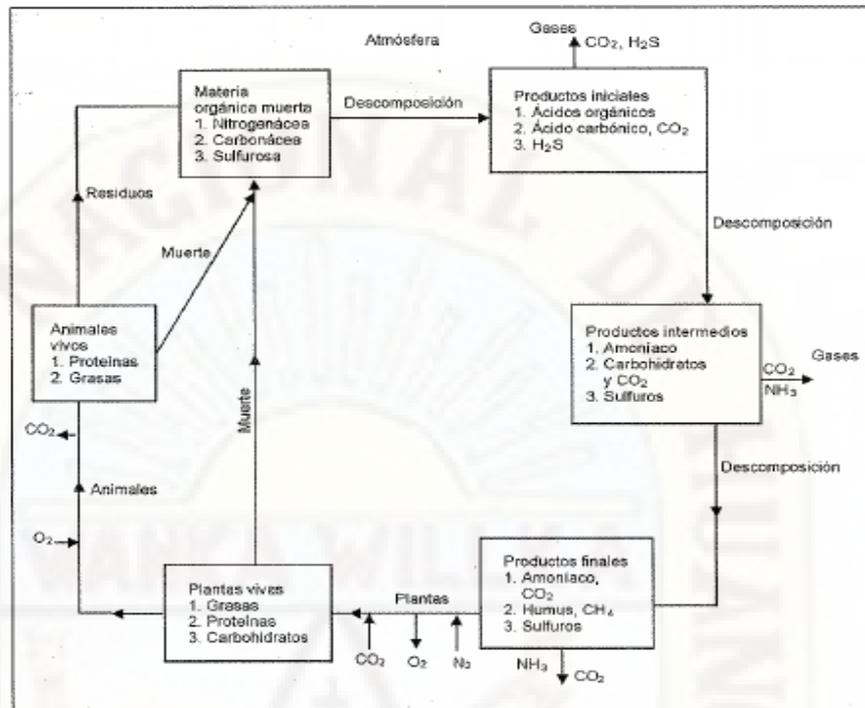
Fuente: Romero (2016)

El uso de los sulfatos y del CO_2 como aceptadores de electrones requiere situaciones estrictamente anaeróbicas, es decir, ausencia de oxígeno y nitratos. Los carbohidratos contienen oxígeno que puede utilizar como aceptador de los electrones; una porción es reducida en aldehídos, cetonas y alcoholes. Usualmente, la desintegración anaerobia es viable con todos los compuestos orgánicos que contienen oxígeno en sus moléculas. En el tratamiento anaerobio se consigue considerar, por tanto, que ocurren los métodos primordiales de la descomposición anaerobia, es decir, desnitrificación de nitratos, respiración de sulfatos, hidrólisis y fermentación acetogénica y metanogénica. El proceso microbial es muy complicado y está completado por múltiples reacciones paralelas y en serie, interdependientes entre sí. En su forma más elemental, se logra discurrir el proceso anaerobio de descomposición de la materia orgánica completado por dos etapas fermentación de ácidos y fermentación de metano, que ocurren simultáneamente.

En la fermentación acida, los compuestos orgánicos de organización compleja (proteínas, grasas, carbohidratos), son primero hidrolizados en bloques moleculares más pequeñas y sometidos a biooxidación para convertirlos en ácidos orgánicos de cadena corta, especialmente ácido acético, propiónico y butírico, hidrogeno y CO_2 . (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016)

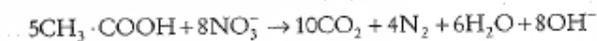
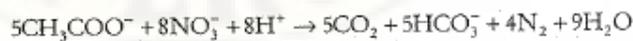
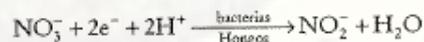
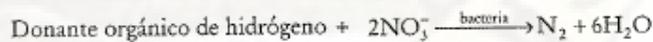
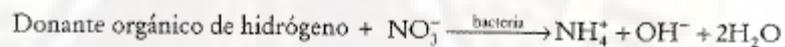
En la fermentación metanogénica, los microorganismos metanogénicos, en situaciones estrictamente anaerobias, convierten los productos de la fermentación acida en CO_2 y CH_4 especialmente. El metano no puede ser utilizado por las bacterias en ambientes anaerobias.

Figura 9
Transformación natural anaeróbica

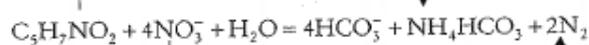


Fuente: Romero (2016)

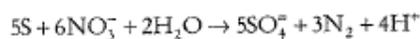
- 3) **Procesos Anoxicos:** La fermentación anóxica o proceso e respiración de nitrato está determinada como el conjunto de reacciones de disminución del nitrato o nitrito en las cuales estos manejan como aceptadores de electrones, en ausencia de oxígeno libre.



Mineralización del N orgánico



Reducción del N del nitrato



El proceso también llamado como es nitrificación anaerobia, pero como vías importantes de transformación bioquímica no son anaeróbicas si no una alteración de las vías aerobias, se ha considerado más adecuado designarlo proceso anoxico. La única diferencia entre respiración aerobia y la anoxica radica en el encima que cataliza la transferencia final e electrones. (Romero, Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño, 2016)

2.3.12. Sistema de agua residual de Paucará

El distrito de Paucara cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales la cual está localizada en el lugar denominado Ayamachay, esta planta de tratamiento tiene diferentes procesos coordinados para así tener una descarga que este dentro de los límites máximos permisibles, la planta de tratamiento descarga a una fuente de agua que es un riachuelo con nombre de Horno Huaycco,

Figura 10

Ubicación de la PTAR Paucará

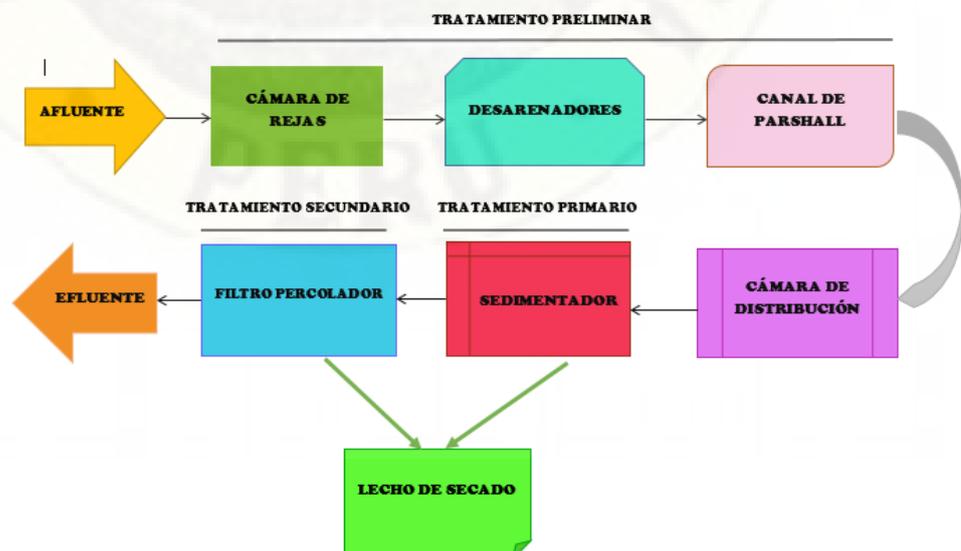


cuenta con los procesos siguientes:

- ✓ **Cámara de rejas:** Son de rejas de limpieza manual, la cual es utilizada para instalaciones pequeñas.

- ✓ **Desarenadores:** Son de flujo horizontal es el tipo más utilizado, este dependerá mucho de la velocidad de caída de las partículas en suspensión.
- ✓ **Canal de parshall:** Este canal cuenta con tres partes importantes la entrada la garganta y la salida
- ✓ **Cámara de distribución:** Este proceso cumple con la homogénea distribución para el tratamiento primario.
- ✓ **Tratamiento primario:** Tiene el proceso de los sedimentadores el cual es fundamental para una mejor eliminación de partículas en suspensión que se da por el efecto de la gravedad tenemos dos sedimentadores.
- ✓ **Tratamiento secundario:** Cuenta con un filtro percolador el cual es fundamental para la remoción de materia orgánica, tiene un medio fijo la cual se adhieren los microorganismos cuenta con una distribución de goteo para su dispersión homogénea y no tenga zonas muerta.
- ✓ **Lecho de secado:** Este proceso se da la eliminación de volumen de los lodos que generan los tratamientos primarios y secundarios, en cual se utiliza la deshidratación de estos lodos.

Figura 11
 Diagrama de PTAR de Ayamachay – Paucará



2.4. Definición de términos

- a) **Afluente:** Es el agua u otro tipo de líquido que desemboca en un tratamiento o proceso de tratamiento.
- b) **Agua residual:** Es el agua que pasado por un proceso y ha sido contaminado por material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.
- c) **Análisis:** Es el examen de una sustancia para identificar sus propiedades y componentes que lo caracteriza.
- d) **Calidad de agua:** Es aquella que cumple con todos los reglamentos y normas de acuerdo a su clasificación de su uso: recreativo, riego o consumo humano.
- e) **Eficiencia de Tratamiento:** Se expresa en porcentajes, es la relación del sustrato inicial y el sustrato final, en el tratamiento de agua residuales
- f) **Efluente:** Es el líquido que sale de un sistema de tratamiento.
- g) **Eutrofización:** Es un proceso que se puede dar de forma natural, pero que puede estar también provocado por la acción del hombre, mediante vertidos ricos en fósforo y nitrógeno. Estos compuestos se encuentran, principalmente, en las excretas y los detergentes, aunque también puede haber contribución de la escorrentía agrícola. Estos compuestos estimulan el crecimiento desmedido de microflora que puede causar problemas al alterar los caracteres organolépticos y dificultar los tratamientos, restringiendo, así, la utilización de estas aguas.
- h) **Límites Máximos Permisibles (LMP).** Refiere a la medida de concentración o el grado de elementos de sustancias, parámetros físicos químicos y biológicos las cuales se miden o caracterizan en el afluente o el punto de emisión a un cuerpo receptor, si son excedidos pueden causar daños a la salud, alterar el bienestar humano y del ambiente.
- i) **Monitoreo de calidad del agua.** Es el proceso el cual permite poder obtener el resultado de la medición de la calidad de agua con la finalidad de realizar el

seguimiento respectivo sobre la exposición de los contaminantes a los usos de agua y el control de las fuentes contaminadas.

- j) **Muestreo de agua.** Hace referencia a la herramienta de monitoreo en la cual su función es la de extraer una parte del cuerpo de agua con la finalidad de poder determinar las características y las condiciones en las que se encuentra.
- k) **Nutrientes:** Son importantes para el crecimiento para el medio acuático y el suelo, pero se debe tener cuidado porque estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada, en caso del uso en el suelo se debe tener en cuenta que el exceso puede provocar la contaminación del agua subterránea.
- l) **Oxígeno disuelto (OD).** Es la cantidad de oxígeno solubilizado en un cuerpo acuoso, su adecuada concentración es importante para asegurar la supervivencia de organismos con vida acuática, una baja concentración de oxígeno disuelto es un indicador de que existe una carga orgánica alta.
- m) **pH.** Es el logaritmo de base 10 con un signo negativo el cual se encarga de ver la concentración de los iones de hidrógeno y se ve expresada en moles por litro. Empleada para poder expresar la intensidad de alcalinidad o acidez de una solución.
- n) **Remoción:** Es la minimización, eliminación o sustracción de una sustancia que se encuentra como un elemento no deseado en algún medio ya sea en agua, aire o suelo.
- o) **temperatura.** Es una magnitud referida a las nociones de calor y frío, es así que un objeto caliente teniendo una energía sensible tendrá una temperatura mayor, en temas de descarga aquellas que presentan temperaturas altas causan daños a la flora y fauna, en las aguas receptoras.
- p) **Vertimiento de aguas residuales tratadas.** Son las descargas de agua residual que se vierte en un cuerpo natural y son preliminarmente tratadas para cumplir límites máximos permisibles y otorgarle un uso o finalidad.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

La eficiencia de remoción de DBO_5 y DQO en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará es igual a 50%.

2.5.2. Hipótesis específicas

- ✓ La concentración de la DBO_5 en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.
- ✓ La concentración de la DQO en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los valores de temperatura en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los valores de pH en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.

2.6. Variables

2.6.1. Variable 1

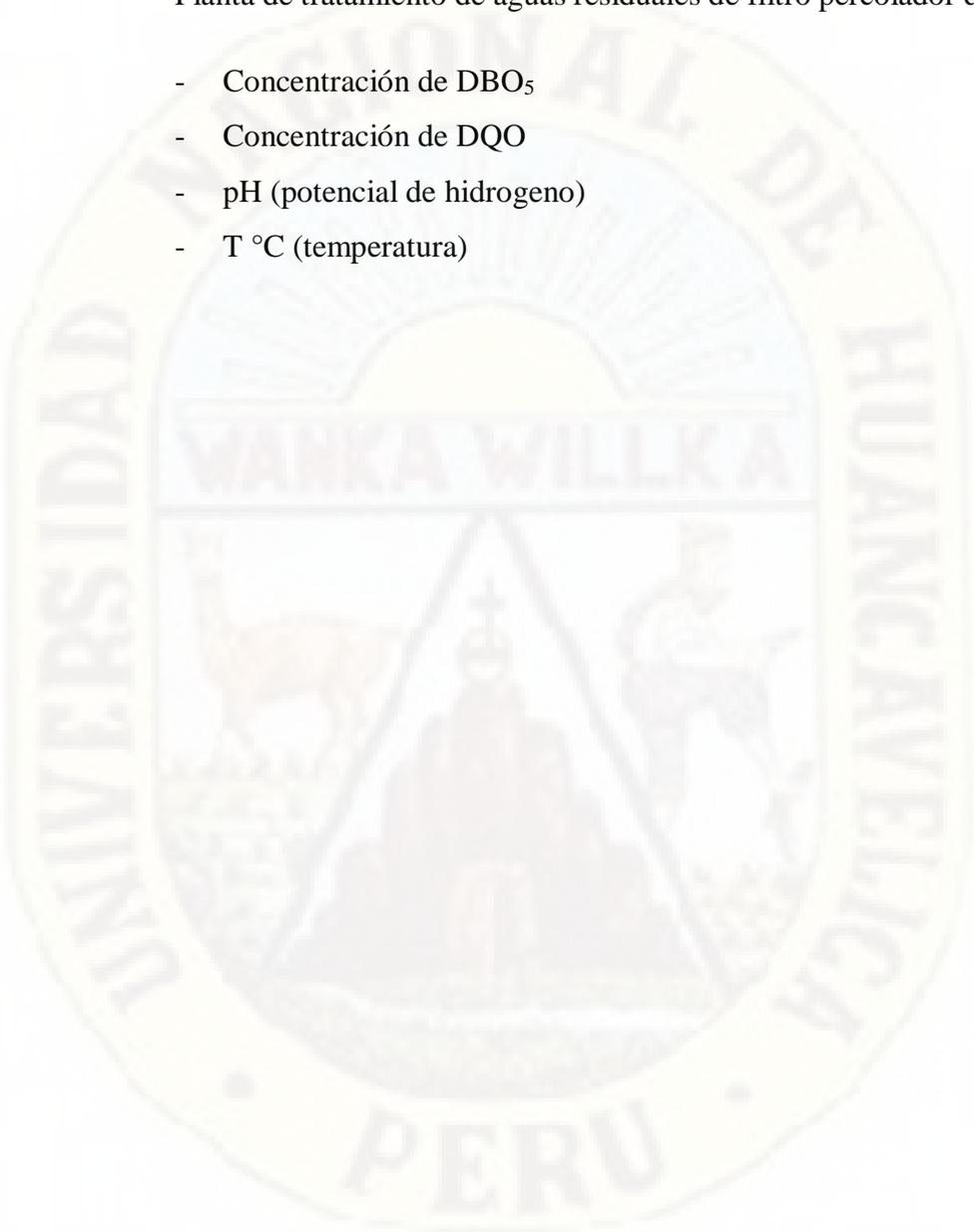
Eficiencia de remoción de DBO_5 y DQO

- % de remoción de DBO_5
- % de remoción de DQO

2.6.2. Variable 2

Planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador de Paucará

- Concentración de DBO_5
- Concentración de DQO
- pH (potencial de hidrogeno)
- T °C (temperatura)

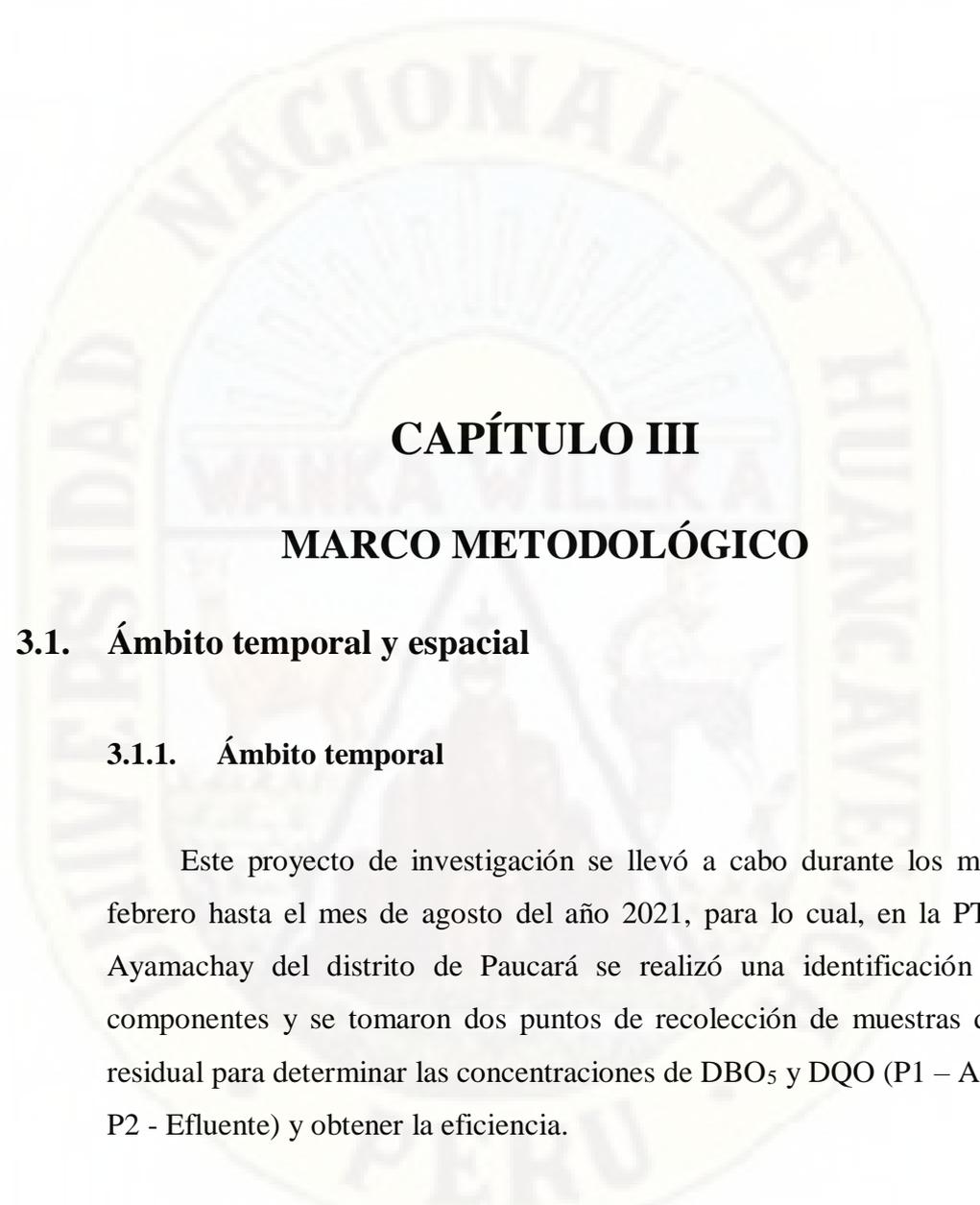


2.7. Operacionalización de variables

Tabla 4

Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Und.
Variable 1 Eficiencia de remoción de DBO ₅ y DQO en una PTAR de filtro percolador.	Es la relación entre un ingreso del sulfato y un egreso del mismo; entre una entrada y una salida de la planta de tratamiento de agua residual para ver la efectividad de la eliminación del DBO ₅ que consiste en la materia orgánica biodegradable que existe en el agua residual, y de la DQO que es la cantidad de oxígeno consumida por los cuerpos reductores presentes en el agua residual, sin intervención de los organismos vivos (Trapote , 2011).	Se llevó a cabo el muestreo de los dos parámetros que son la DBO ₅ y de la DQO en la entrada de la planta y en la salida, la cual se analizara en el laboratorio y se hallara la eficiencia de la remoción	Eficiente tratamiento si es $\geq 50\%$ de remoción según NT OS. 090 del RNE y Romero.	➤ % de remoción de DBO ₅	Ecuación para la determinación de eficiencia para DBO ₅ y DQO (Trapote , 2011)	% remoción de DBO ₅
			Deficiente tratamiento Si es $< 50\%$ de remoción según NT OS. 090 del RNE y Romero.	➤ % de remoción de DQO		% remoción de DQO
Variable 2 Planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador de Paucará	Es un sistema de procesos que están diseñados para el tratamiento de aguas recogidas en las aglomeraciones procedentes de los vertidos de la actividad humana. Y se clasifican de acuerdo a su función del grado de depuración en: Pretratamiento Tratamiento primario Tratamiento secundario Tratamiento terciario (Trapote , 2011).	La PTAR está en operación la cual cuenta con los procesos de: Tratamiento preliminar: cámara de rejillas, desarenador, canal parshall, homogenización de caudales. Tratamiento primario: sedimentadores Tratamiento secundario: filtro biológico. Tratamiento de lecho de secado.	Concentración de DBO ₅ , DQO, pH y Temperatura, tomados en el afluente y efluente de la PTAR de filtro percolador.	➤ Concentración de DBO ₅	sistema de medición BD 600 LoviBond	de DBO mg/l
			➤ Concentración de DQO	Análisis laboratorio acreditado	en mg/l	
			➤ pH		Iones de hidrogeno	
			➤ Temperatura		°C	



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ámbito temporal y espacial

3.1.1. Ámbito temporal

Este proyecto de investigación se llevó a cabo durante los meses de febrero hasta el mes de agosto del año 2021, para lo cual, en la PTAR de Ayamachay del distrito de Paucará se realizó una identificación de los componentes y se tomaron dos puntos de recolección de muestras de agua residual para determinar las concentraciones de DBO₅ y DQO (P1 – Afluente, P2 - Efluente) y obtener la eficiencia.

3.1.2. Ámbito espacial

La investigación se ubica en el departamento de Huancavelica, provincia de Acobamba, para obtener la eficiencia de remoción de DBO₅ y DQO, La PTAR de filtro percolador se encuentra a 2.5 km de distancia del distrito de

Paucará, en las siguientes coordenadas UTM. 534357.68 m E y 8590947.86 m S a 3723 m.s.n.m.

Ubicación política de la PTAR de Ayamachay:

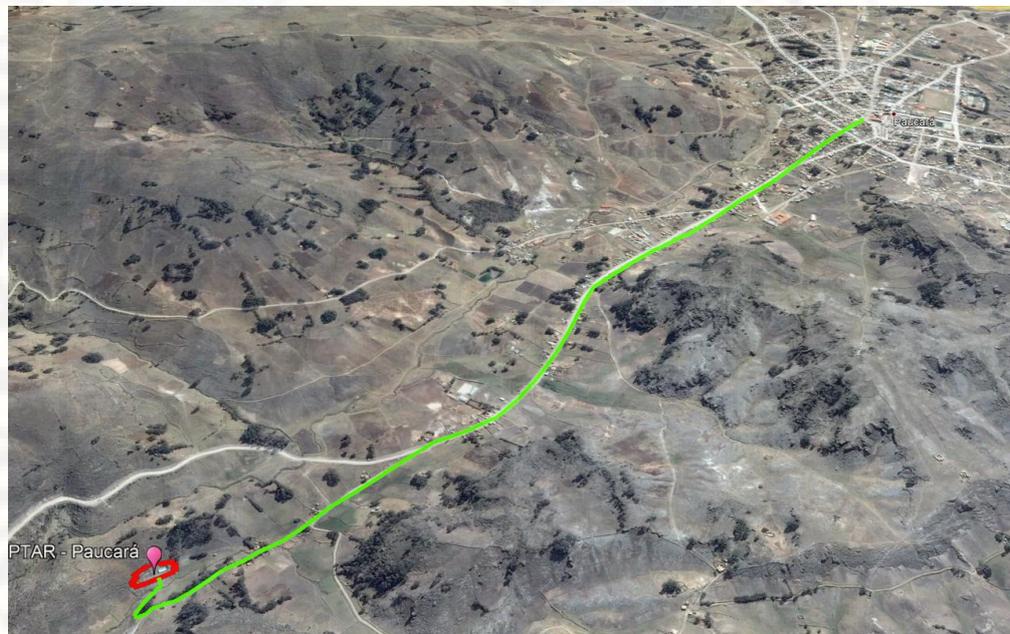
Departamento : Huancavelica

Provincia : Acobamba

Distrito : Paucará

Figura 12

Ámbito espacial del proyecto de investigación



Fuente: Google Earth.

3.2. Tipo de investigación

Según Valderrama (2015), la investigación aplicada se sustenta en los fundamentos de la investigación de tipo teórica o básica, se encarga de aplicar las diferentes teorías existentes mediante normas o procedimientos tecnológicos teniendo la finalidad de controlar situaciones o procesos de la realidad. Este tipo de investigación busca el conocimiento para hacer, actuar, construir, evaluar, contribuir y modificar de manera inmediata en una realidad.

Para Tamayo (2004), este tipo de investigación es aquella que se encuentra vinculada al tipo de investigación pura, puesto que esta depende de los descubrimientos teóricos y verifica la teoría con la realidad, este tipo de investigación es aplicada a los problemas que se encuentran en circunstancias y características que son concretas destinadas a la aplicación de manera inmediata basándose en soluciones teóricas.

El tipo de investigación empleada en el proyecto fue de tipo aplicada, teniendo como principio determinar las concentraciones de DBO₅ y DQO en el afluente y efluente de la PTAR de Paucará, para obtener la eficiencia a partir de una ecuación, teniendo en cuenta que la PTAR funciona con tratamiento secundario, constituye un sistema de tipo biológico (filtro percolador), verificando si el proceso de tratamiento cumple con la eficiencia adecuada en el tratamiento de las aguas residuales según lo estipulado en la NT OS. 090 del RNE y Romero, para su disposición final al cuerpo receptor.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, la cual consiste en poder describir los diferentes fenómenos o situaciones detallando en cómo se presentan, este nivel busca medir o recoger información de manera independiente conjunta sobre las variables sin indicar como se relacionan estas especificando sus propiedades y características de cualquier fenómeno (Hernández et al., 2014).

Para Ñaupas et al. (2014), es un nivel de investigación cuyo objetivo fundamental es lograr recuperar datos e información sobre las características, propiedades aspectos, dimensiones o de los diferentes procesos naturales y sociales, esta investigación también puede ser conocida como una investigación diagnóstica o de levantamiento de datos para probar una

hipótesis o responder preguntas en relación a la situación, puede servir para realizar investigaciones de tipos explicativas.

Para la ejecución del proyecto se tomó en cuenta el nivel descriptivo, verificando que las aguas residuales del distrito de Paucará cumplan el tratamiento adecuado en una PTAR de tipología biológica, recolectando datos de las concentraciones de DBO₅ y DQO en el afluente y efluente, para calcular su eficiencia, verificando si es óptimo el sistema para verter sus aguas y evitar la contaminación de los cuerpos receptores del efluente, utilizando metodología cuantitativa en el análisis de los resultados.

3.3.1. Métodos de investigación.

Método científico: es el procedimiento que se emplea para lograr descubrir las condiciones de sucesos determinados y explicarlos y establecer relaciones de los fenómenos, tienen un raciocinio inflexible, verificable con la observación de manera empírica, tomando una serie de pasos para comprobar las hipótesis y verificar hechos o fenómenos aplicando la lógica a la circunstancia, (Tamayo, 2004).

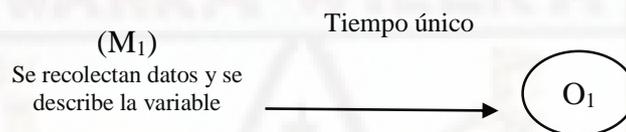
Método deductivo: este método consiste en plantear la hipótesis de una investigación para deducir mediante un proceso de leyes, teorías y conocimientos la verdad o falsedad de un determinado fenómeno o hecho de la investigación a través de 4 pasos la observación, el planteamiento de hipótesis, la deducción de consecuencias contrastables y la verificación (Ñaupas et al., 2004).

3.4. Diseño de investigación

La investigación es de diseño no experimental ya que la investigación que se realiza es sin manipular deliberadamente variables, es decir no se varia

en forma intencional la variable. Y según su clasificación pertenece a un diseño transversal, ya que se realizó el muestreo del afluente y efluente en cada punto según el cronograma para determinar sus concentraciones y verificar la eficiencia del funcionamiento de la PTAR en un determinado tiempo, con un total de 21 muestras realizada para verificar las concentraciones de DBO₅ y 5 muestras para las concentraciones de la DQO.

desde el punto de vista de Hernández et al. (2014), tienen por objeto indagar la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de las variables, el procedimiento consiste en ubicar una o más variables en un grupo, contexto, situación, fenómenos, y proporcionar su descripción dadas en un tiempo único.



M: Muestra de agua residual en P1 y P2

O: observación de la muestra

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

Desde el punto de vista de Ñaupas et al. (2014), es el conjunto de hechos, objetos, eventos los cuales se van a estudiar a través de diferentes técnicas lo cual ayuda a definir un adecuado muestreo.

La población en la investigación estuvo conformada por el agua residual producida en el distrito de Paucará, que tiene un caudal aproximado de 95 l/s según la información brindada por la Municipalidad Distrital de Paucará, las cuales contiene una cantidad considerable de carga orgánica para ser tratada en la PTAR.

En la investigación se emplearon las muestras no probabilísticas, para esto se determinará dos puntos de muestreo (P1-Afluente, P2-Efluente), en el

punto de ingreso de agua residual al sistema de tratamiento y otro a la salida de agua residual posterior al tratamiento en el punto de vertimiento al cuerpo receptor, para realizar el muestreo se tomará en cuenta los siguientes protocolos:

- ✓ Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) Resolución Ministerial N° 273-2013 Vivienda.
- ✓ Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016 ANA).

3.5.2. Muestra

De acuerdo con de Hernández et al. (2014), manifiesta que las muestras no probabilistas también denominadas muestras dirigidas, indica que la elección de los elementos no dependerán de la probabilidad sino de las causas que guardan relación con las características de la investigación, es así que la elección de las muestras dependerán y estarán a criterio de los investigadores.

La muestra de la investigación está conformada por 2 puntos de monitoreo dentro de la PTAR de Ayamachay (P1 - Afluente, P2 – Efluente).

Tabla 5
Cantidad de muestras por parámetro.

Parámetro	Cantidad de muestra	N° de muestras	
		Afluente	Efluente
DBO ₅	1000 ml	21 muestras (en sistema de DBO BD 600)	21 muestras (en sistema de DBO BD 600)
		1 muestra (Laboratorio acreditado)	1 muestra (Laboratorio acreditado)
DQO	500 ml	5 muestras (Laboratorio acreditado)	5 muestras (Laboratorio acreditado)
pH	1000 ml	21 muestras (multiparametro)	21 muestras (multiparametro)
temperatura	100 ml	21 muestras (multiparametro)	21 muestras (multiparametro)

3.5.3. Muestreo

De acuerdo con Salgado (2018), el muestreo no probabilístico de tipo intencional o de juicio, implica que el investigador selecciona las muestras que le convengan apropiadas, teniendo en cuenta el conocimiento que tiene sobre la población, siendo que la muestra depende del criterio de manera subjetiva de quien es encargado de seleccionar la muestra.

Para realizar el análisis de los parámetros y obtener su porcentaje de remoción se tomaron las muestras en 2 puntos (P1 - Afluente, P2 – Efluente), para el parámetro de la DBO₅ se tomó 1000 ml de agua residual en el punto P1 y P2, utilizando frascos de plásticos de 1 litro, siguiendo minuciosamente los protocolos de monitoreo de ANA (Resolución Jefatural N° 010-2016 ANA) y MVCS (Resolución Ministerial N° 273-2013, Vivienda), con 3 muestras por semana durante mes y medio según el cronograma establecido, obteniendo un total de 21 resultados de muestras en cada punto, para el parámetro de la DQO Se tomó 500 ml de agua residual en el punto P1 y P2, siguiendo las instrucciones del laboratorio acreditado por INACAL, los parámetros de campo pH y temperatura análisis in situ se tomó 1000 ml y 100 ml respectivamente, para determinar la confiabilidad de los análisis se envió una muestra de cada punto al laboratorio acreditado por INACAL.

Tabla 6

Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

Parámetros de monitoreo	Unidad	LMP
DBO ₅	mg/l	100
DQO	mg/l	200
pH	unidad	6.5-8.5
temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales).

3.6. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Para el desarrollo del proyecto de investigación se emplearon las siguientes técnicas de recopilación de información:

Técnica de observación: la cual consistió en verificar el funcionamiento de PTAR de Ayamachay evaluando el estado de los procesos y unidades que conforman el sistema realizar un diagnóstico descriptivo de las condiciones en la que se encuentra la planta, la cual ayudo a determinar la eficiencia de remoción de los parámetros en estudio.

La técnica del muestreo. ubicado los puntos de muestreo de la PTAR de Ayamachay (P1 - Afluente, P2 – Efluente) para recolectar muestras siguiendo minuciosamente los protocolos de monitoreo de agua residual, de la cual se extrajeron la cadena de custodia, etiquetados etc. el parámetro de la DBO5 se trabajó en el laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica y DQO que fue realizado por un laboratorio acreditado en la ciudad de Lima.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos en la observación fueron las fotografías ejecutando las actividades de muestreo y trabajos en laboratorio, levantamiento de información descriptiva y fichas para determinar el estado situacional de la PTAR tienen una confiabilidad de un 95%, estos formatos adaptados de los protocolos y utilizados en la investigación y los antecedentes (ver apéndice 3,4,6 y7).

En la técnica de muestreo se empleó como instrumento las fichas de parámetros de campo, la cadena de custodia, las etiquetas, etc. Los cuales fueron acondicionados, según los parámetros que determinamos en la investigación tomando como referencia y adaptando del Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) Resolución

Ministerial N° 273-2013 Vivienda, Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016 ANA) verificar (apéndice 9), para obtener los resultado de muestreo se utilizó el Sistema de medición DBO BD 600 equipo implementado en laboratorio de microbiología, utilizando el manual de uso se preparó las muestras en laboratorio, registrando las lecturas digitales y en fotografías, ver certificado de calibración (apéndice 9).

3.6.3. Procedimiento de recolección de datos

✓ Permiso para la intervención y recopilación de información de la entidad:

Para el desarrollo de la investigación se realizó una visita adelantada, donde se obtuvo un permiso previo en coordinación con la entidad pública encargado de la administración de la PTAR- Ayamachay (Municipalidad Distrital de Paucará), ver (apéndice 9). Se pudo observar que no se realizan estudio de calidad de agua residual municipal de manera periódica, los entes fiscalizadores no realizan la verificación respectiva para ver la calidad de agua vertida en el cuerpo receptor.

✓ Identificación de la PTAR de Ayamachay operación y puntos de moni:

Se identificó el área de estudio, verificando cada componente del sistema de la PTAR con un diagnóstico de manera descriptiva para ver el estado actual en el que opera la planta.

Planta de tratamiento de agua residual – Ayamachay

Tratamiento preliminar:

Las cribas o cámara rejas: son de limpieza manual, cuenta con un aliviadero o canal de by pass, no existe un drenaje para almacenar el material cribado, se encuentra rodeado por material excedente (malezas, residuos sólidos), herramientas para la operación y mantenimiento inadecuadas y en mal estado, la planta opera un caudal de 95 l/s y el flujo es continuo.

Desarenador de flujo horizontal de limpieza manual: este componente tiene adicionado con un borde libre ya que en épocas de avenida el caudal del agua supera el diseño y rebasa el componente, los dos canales de desarenado funcionan de forma paralela, no existen compuertas para el mantenimiento.

Repartidor de caudal de tipo parshall: no existe el mecanismo de registro de caudal, no existe compuertas manuales para el mantenimiento.

Tratamiento primario:

Sedimentación primaria de tipo rectangular de 2 tolvas la cual se encuentra sin mantenimiento alrededor, funcionan de manera paralelamente

Tratamiento secundario

Filtro percolador con un lecho de grava, el sistema de distribución no garantiza la repartición uniforme dejando zonas muertas, ya que la distribución con tuberías de PVC se encuentra obstruidas y dañadas.

Figura 13

Componentes de la PTAR de Ayamachay



Para iniciar con la recolección de muestras de agua residual se realizó la ubicación de los puntos de muestro mediante un GPS – Etrex 20 en coordenadas UTM y en el sistema WGS84, la ubicación del P1 – afluente, es después de la caja de recolección de agua residual y antes del proceso de cribado, la ubicación del punto P2 – efluente es posterior al tratamiento secundario en el punto de vertimiento fuera de la PTAR como se muestra en la siguiente figura.

Figura 14
Ubicación de los puntos de muestreo



Tabla 7
Ubicación de los puntos de monitoreo

Descripción	Puntos de muestreo	
	Coordenadas UTM	
P1 – Afluente	534352.00 m E	8590957.00 m S
P2 – Efluente	534333.00 m E	8590889.00 m S

Figura 15
Ámbito espacial del proyecto de investigación



✓ Monitoreo de parámetros de estudio

Para realizar el monitoreo de agua residual se tuvo en cuenta el siguiente cronograma, para la DBO₅ las muestras fueron extraídas 3 veces continuas cada 7 días, durante un periodo de 7 semanas, para el parámetro de DQO las muestras fueron realizadas 1 vez cada 7 días, durante 5 semanas y los parámetros de campo paralelos a estos, los trabajos para el análisis de la DBO₅ se realizó en el laboratorio de la universidad durante 7 semanas, teniendo el permiso y coordinación previa del encargado de laboratorio y las muestras para la DQO fueron llevadas a un laboratorio acreditado.

Tabla 8
Frecuencia de monitoreo de agua residual

Frecuencia de monitoreo de agua residual			
Descripción	Marzo	Junio	Julio
Monitoreo de la DBO ₅	x	x	x
Monitoreo de la DQO		x	x
Parámetros de campo	x	x	x
Determinación de la DBO ₅	x	x	x
Análisis de la DBO ₅ en laboratorio Pacific Control			x
Análisis de la DQO en laboratorio Pacific Control		x	x

Para el monitoreo de agua residual se tomó el Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas

residuales domésticas o municipales de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) Resolución Ministerial N° 273-2013 Vivienda y Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016 ANA), se tomó en cuenta lo siguiente.

Tabla 9
Conservación y preservación de muestras

Conservación y preservación de muestra de agua				
Parámetro	Tipo de recipiente	Condiciones de preservación y almacenamiento	Tiempo Máximo de almacenamiento R. J. N° 010-2016 ANA	Tiempo Máximo de almacenamiento o R. M. N° 273-2013 Vivienda
Químico – Físico				
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferiblemente in situ	24 horas	15 min
temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferiblemente in situ	Inmediatamente.	15 min
Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras. Congelar por debajo de -18°C.	24 horas.	48 horas.
	Plástico	Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras	1 mes (6 meses si > 50 mg/l)	
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio.	Acidificar a pH 1 – 2 con H_2SO_4	6 meses	28 días.
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C	6 meses	

Fuente: Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales de la Oficina de Medio Ambiente (OMA) y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) Resolución Ministerial N° 273-2013 Vivienda y Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016 ANA)

✓ **Monitoreo para la DBO₅**

Las muestras de agua para la DBO₅ fueron recogidas los días lunes, martes y miércoles a partir del 17 de mayo del 2021 hasta el 30 de junio del 2021 con un total de 42 muestras, 21 del afluente y 21 del efluente.

Materiales

Los materiales usados cada semana fueron:

- 6 frascos de plástico de 1000 ml.
- Jarra con medidor.
- Cooler de almacenamiento.
- Gel pack y hielo para refrigeración.
- Etiquetas para cada muestra.
- Indumentaria de protección para monitoreo.
- Cadena de custodia.

Figura 16

Materiales para monitoreo de la DBO₅



Metodología

- Antes de recolectar la muestra el frasco debe ser enjuagado mínimo 3 veces con el agua a ser analizada, sin tocar la superficie interna del frasco tanto en punto P1 - Afluente y P2 – Efluente, para el parámetro de la DBO₅, el frasco de 1000 ml debe ser llenado de manera lenta y al tope a fin de evitar la formación de burbujas.

- Se realiza el etiquetado, el registro de datos de campo y el llenado de la cadena de custodia (ver apéndice 6), se procede a conservar las muestras.

Figura 17
Muestreo en el afluente de la PTAR



Monitoreo para la DQO

Las muestras de agua para la DQO fueron recogidas martes de cada semana a partir del 1 de julio del 2021 hasta el 29 de junio del 2021 con un total de 10 muestras, 5 del afluente y 5 del efluente para el análisis respectivo en la ciudad de lima, las muestras se recogieron teniendo en cuenta las indicaciones del laboratorio Pacific Control.

Materiales

- 2 frascos de plástico de 500 ml.
- Caja de tecnopor para el almacenamiento.
- Gel pack para refrigeración.
- Indumentaria de protección para monitoreo.
- Cadena de custodia.
- Preservante ácido sulfúrico H_2SO_4

Figura 18

Materiales para monitoreo de la DQO



Metodología

- Antes de recolectar la muestra el frasco debe ser enjuagado mínimo 3 veces con el agua a ser analizada, sin tocar la superficie interna del frasco tanto en punto P1 - Afluente y P2 – Efluente, para el parámetro de la DQO el frasco debe considerar un espacio de 1% de su capacidad para adicionar 10 gotas del preservante (ácido sulfúrico H_2SO_4).
- Se realiza el registro de datos de campo y el llenado de la cadena de custodia emitidos por el laboratorio (ver apéndice 7), se procede a conservar las muestras para ser enviadas el mismo día al laboratorio de Pacific Control.

Figura 19

Muestreo en el efluente de la PTAR



Monitoreo para el pH y temperatura

Las muestras de agua para pH y temperatura fueron recogidas los días lunes, martes y miércoles a partir del 17 de mayo del 2021 hasta el 30 de junio del 2021 con un total de 42 muestras, 21 del afluente y 21 del efluente.

Materiales

- Multiparámetro o pH – meter
- Jarra para recolectar muestra
- Solucio buffer para calibrar el equipo
- Indumentaria de protección para monitoreo.
- Registro de parámetros de campo

Metodología

- Se procedió a calibrar el equipo con las soluciones buffer para tener exactitud y precisión.
- Para análisis estos parámetros in situ se extrajo 50 ml de agua residual del punto P1 - Afluente y P2 – Efluente, posterior se procedió a registrar en las hojas de campo.

Figura 20

Medición de pH y temperatura en el punto P1 – Afluente P2 - Efluente



✓ **Determinación de la DBO₅**

El proceso de medición para la DBO₅ se realizó a partir del 19 de mayo del 2021 hasta el 30 de junio del 2021, cada muestra fue trasladada según los criterios de conservación, estas fueron evaluadas en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de Huancavelica con el sistema de medición DBO DB 600 (ver apéndice 5), para el procedimiento se tuvo en cuenta el manual de instrucciones del equipo.

Figura 21

Sistema de medición DBO BD 600 (Lovibond Water Testing)



Materiales y equipos

- 6 frascos con muestras de agua residual (P1 afluente – P2 efluente).
- Pipetas esterilizadas.
- Vasos de precipitado.
- Probetas graduadas
- Goteros
- Agua destilada.
- Espátula.
- Escobillón.
- Sistema de medición DBO BD 600 de 6 posiciones.
- Papel absorbente y paños.
- Inhibidor de nitrificación (aliltiourea/ ATU)
- Hidróxido de potasio (KOH)
- Materiales de desinfección e indumentaria para trabajos en laboratorio.
- Balanza analítica

Metodología

Posterior a la recolección de muestras debidamente etiquetadas y conservadas, se trasladó hacia laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica donde se realizó los siguiente:

- Preparación de las soluciones procediendo a pesar cada proporción en la balanza analítica: Inhibidor de nitrificación (aliltiourea/ ATU) 0.05 gr diluir en 50 ml de agua y el Hidróxido de potasio (KOH) 1.45 gr diluir en 250 ml de agua, almacenando cada uno en frascos de vidrios.

Figura 22

Inhibidor de nitrificación (alitiourea/ ATU), Hidróxido de potasio (KOH)



- Se procedió con la limpieza de cada material utilizado, al terminar se enjuago con agua destilada para eliminación de impurezas y fue llevado a la zona de secado a 50° C durante 20 minutos aproximadamente.

Figura 23

Área de secado par los materiales, a 50 °C



- Para preparar el volumen de muestra se utilizó el cuadro de intervalos dada por el manual de instrucciones del Sistema de medición DBO BD 600, puesto a que se obtuvo como antecedente un rango de valores del intervalo de medida de la BDO₅ en el

estudio de calidad de efluente realizado por la ATM de la PTAR de Ayamachay.

Tabla 10

Elección del volumen de muestra

Intervalo de medida DBO mg/l	Volumen de la muestra en ml	Dosificación inhibidor de nitrificación ATU
0 – 40	428	10 gotas
0 – 80	360	10 gotas
0 – 200	244	5 gotas
0 – 400	157	5 gotas
0 – 800	94	3 gotas
0 – 2000	56	3 gotas
0 – 4000	21.7	1 gotas

Fuente: manual de instrucciones del Sistema de medición DBO BD 600.

- se preparó 244 ml de agua residual del P1- Afluente y P2 – Efluente en vasos de precipitado, para mayor exactitud se enrazó el agua residual en probetas graduadas, procediendo a colocar en cada frasco de vidrio ámbar del Sistema de medición DBO BD 600 de 6 posiciones, etiquetando respectivamente (3 muestras del afluente, 3 muestras del efluente).

Figura 24

200 ml de muestras de agua residual (3 afluente, 3 efluente).



- Posterior se procedió a añadir 5 gotas del Inhibidor de nitrificación (alitiourea/ ATU) a cada frasco sin salpicar el

interior, inmediatamente se coloca las varillas agitadoras magnéticas.

Figura 25

Adición de Inhibidor de nitrificación y agitador magnético



procediendo a colocar los estuches a cada frasco añadiendo gotas de Hidróxido de potasio (KOH) en cada depósito de CO₂ sin salpicar los bordes e interior de estos dispositivos, posterior se enroscan los sensores para DBO o cabezales en cada frasco.

Figura 26

Adición de hidróxido de potasio en los estuches, sensores de DBO



- Colocar las muestras preparadas y rotuladas al aparato de base para DBO con soporte para frascos, introducir el sistema conectado a la fuente de alimentación de la incubadora de CO₂ a 20°C, en el menú principal del sistema se inicia serie la serie de medición, donde se visualiza la posición del frasco, el rango de medición (0 – 200 mg/l), el volumen de la muestra (244 ml/ 5 gt. de inhibidor de nitrificación), la duración de medición (5 días) y el intervalo de medición estándar el cual registra un total de 39 datos hasta el 5to día para generar la curva de DBO (ver apéndice 10), los datos registrados en el sistema son almacenados en una memoria y están disponibles para su visualización en hojas de cálculo, para determinar la confiabilidad y validar los resultados, se procedió al envío una muestra de este parámetro en los dos puntos al laboratorio Pacific Control.

Figura 27

Programación de medición, sistema puesto en incubadora de CO₂



✓ **Determinación de la DQO.**

El análisis para determinar la concentración de la DQO se realizó por medio del laboratorio “Pacific Control” acreditado por INACAL, siguiendo estrictamente los procedimientos proporcionados por la entidad, las

muestras se extrajeron los días martes de cada semana, a partir del 01 de junio del 2021 hasta el 29 de junio del 2021.

Metodología

- Posterior a recoger las muestras del P1 Afluente – P2 Efluente, siguiendo el protocolo establecido, se rellenó la cadena de custodio, se colocaron los frascos en el cooler refrigerando las muestras con gel packs, procediendo a embalar la caja con cinta film para ser enviado hacia el laboratorio.
- Reporte de resultados emitidos por el laboratorio (ver apéndice 8)
-

✓ Eficiencia de remoción de la DBO₅ y DQO.

Obtenida las concentraciones de cada parámetro, la eficiencia de remoción se determinó teniendo en cuenta los valores en el afluente y efluente de la PTAR con la siguiente formula:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{DBO_5 \text{ Afluente} - DBO_5 \text{ Efluente}}{DBO_5 \text{ Afluente}} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{DQO \text{ Afluente} - DQO \text{ Efluente}}{DQO \text{ Afluente}} \times 100$$

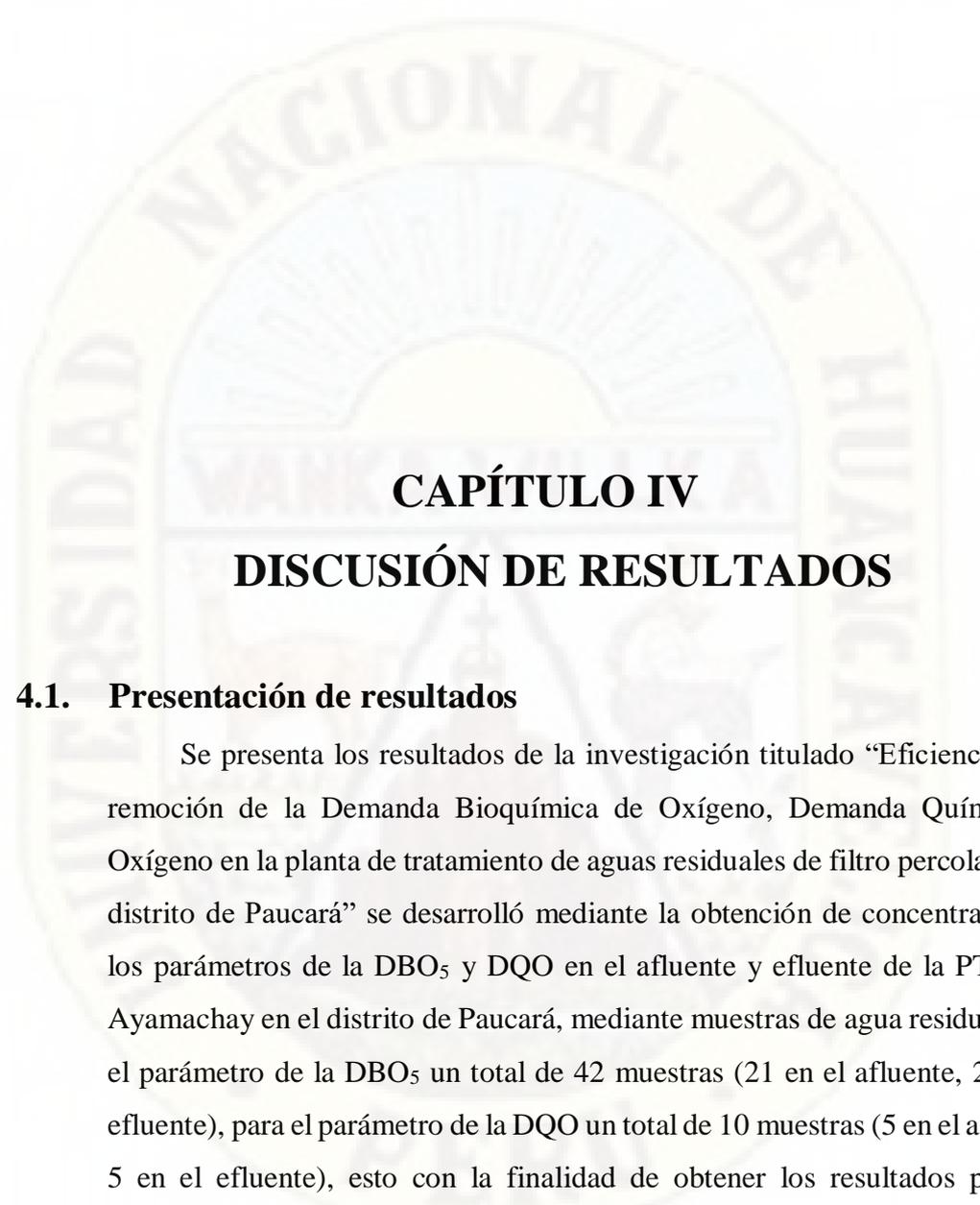
3.7. Técnicas y procesamiento de análisis de datos

3.7.1. Técnica de análisis de datos

Culminada la investigación y obtenido los datos del P1 Afluente – P2 Efluente de la PTAR de Ayamachay del distrito de Paucará, de los parámetros de DBO₅ y DQO y toda la información adquirida, el procesamiento de datos se realizó de diferentes formas acorde al tipo de información o dato con las que contamos de manera explícita y coherente, detallando los procedimientos por los cuales pasaran los datos e información desde la recopilación, procedimiento y análisis. La información que obtuvimos son en campo, laboratorio y gabinete para su análisis estadístico descriptiva e inferencial.

3.7.2. Técnica de procesamiento de datos

El procesamiento de información adquirida se realizó mediante los software SPSS V.25 donde se realizó la prueba de normalidad y se aplicó el estadígrafo de proporciones para evaluar el porcentaje de remoción de la PTAR y el estadígrafo de T – Student, para evaluar las concentraciones en el afluente de la PTAR, trabajando con un nivel de confianza al 95 % y un nivel de significancia de 5%, también se utilizó el programas de Microsoft Office Excel 2019 para el manejo de la base de datos.



CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Se presenta los resultados de la investigación titulado “Eficiencia en la remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del distrito de Paucará” se desarrolló mediante la obtención de concentración de los parámetros de la DBO_5 y DQO en el afluente y efluente de la PTAR de Ayamachay en el distrito de Paucará, mediante muestras de agua residual, para el parámetro de la DBO_5 un total de 42 muestras (21 en el afluente, 21 en el efluente), para el parámetro de la DQO un total de 10 muestras (5 en el afluente, 5 en el efluente), esto con la finalidad de obtener los resultados para los objetivos planteados, el principal, determinar la eficiencia de remoción de la PTAR de filtro percolador con la ecuación de eficiencia de remoción y los específicos verificando si las concentraciones en el punto de descarga al cuerpo receptor cumplen con los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.

4.1.1. Eficiencia de remoción de la DBO₅ y DQO en la PTAR de filtro percolador de Paucará

➤ Eficiencia de remoción de la DBO₅ en la PTAR de filtro percolador de Paucará

La eficiencia de remoción de la PTAR se expresa en el porcentaje de eliminación de contaminante que realiza el proceso de filtro percolador como tratamiento secundario, la tabla muestra el reporte de los resultados obtenidos del parámetro de DBO₅ analizados en el sistema de medición DBO BD 600, los muestreos en el punto P1 y P2 se realizaron 3 veces (lunes, martes y miércoles), cada 7 días durante un periodo de 7 semanas, los trabajos de laboratorio se realizaron cada miércoles, obteniendo valores diferentes en cada medición, el porcentaje de remoción fue sacada a partir de los valores arrojados en el P1 y P2 mediante la ecuación de eficiencia de remoción.

Tabla 11

Concentración de la DBO₅ para hallar la eficiencia de remoción

Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el sistema de medición DBO BD 600					
Fecha de monitoreo	Fecha de medición	Código	P1 Afluente (mg/l)	P2 Efluente (mg/l)	Eficiencia de remoción (%)
17/05/2021		M-1	142 mg/l	66 mg/l	53.5 %
18/05/2021	24.05.2021	M-2	153 mg/l	75 mg/l	51.0 %
19/05/2021		M-3	149 mg/l	69 mg/l	53.7 %
24/05/2021		M-4	138 mg/l	59 mg/l	57.2 %
25/05/2021	31/05/2021	M-5	162 mg/l	73 mg/l	54.9 %
26/05/2021		M-6	140 mg/l	67 mg/l	52.1 %
31/05/2021		M-7	146 mg/l	77 mg/l	47.3 %
01/06/2021	07/06/2021	M-8	156 mg/l	80 mg/l	48.7 %
02/06/2021		M-9	143 mg/l	75 mg/l	47.6 %
07/06/2021		M-10	152 mg/l	78 mg/l	48.7 %
08/06/2021	14/06/2021	M-11	137 mg/l	68 mg/l	50.4 %
09/06/2021		M-12	139 mg/l	64 mg/l	54.0 %
14/06/2021		M-13	153 mg/l	71 mg/l	53.6 %
15/06/2021	21/06/2021	M-14	139 mg/l	71 mg/l	48.9 %
16/06/2021		M-15	144 mg/l	75 mg/l	47.9 %
21/06/2021		M-16	148 mg/l	70 mg/l	52.7%
22/06/2021	29/06/2021	M-17	163 mg/l	81 mg/l	50.3%
23/06/2021		M-18	154 mg/l	76 mg/l	50.6%
28/06/2021		M-19	147 mg/l	73 mg/l	50.3%
29/06/2021	07/07/2021	M-20	144 mg/l	71 mg/l	50.7%
30/06/2021		M-21	141 mg/l	62 mg/l	56.0%

Aplicando la ecuación de la eficiencia con las concentraciones de la DBO₅ obtenidas en el afluente y efluente, se obtuvieron 21 datos de porcentaje de remoción.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{DBO_5 \text{ Afluente} - DBO_5 \text{ Efluente}}{DBO_5 \text{ Afluente}} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{147 \text{ mg/l} - 72 \text{ mg/l}}{147 \text{ mg/l}} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 51.43 \%$$

Tabla 12

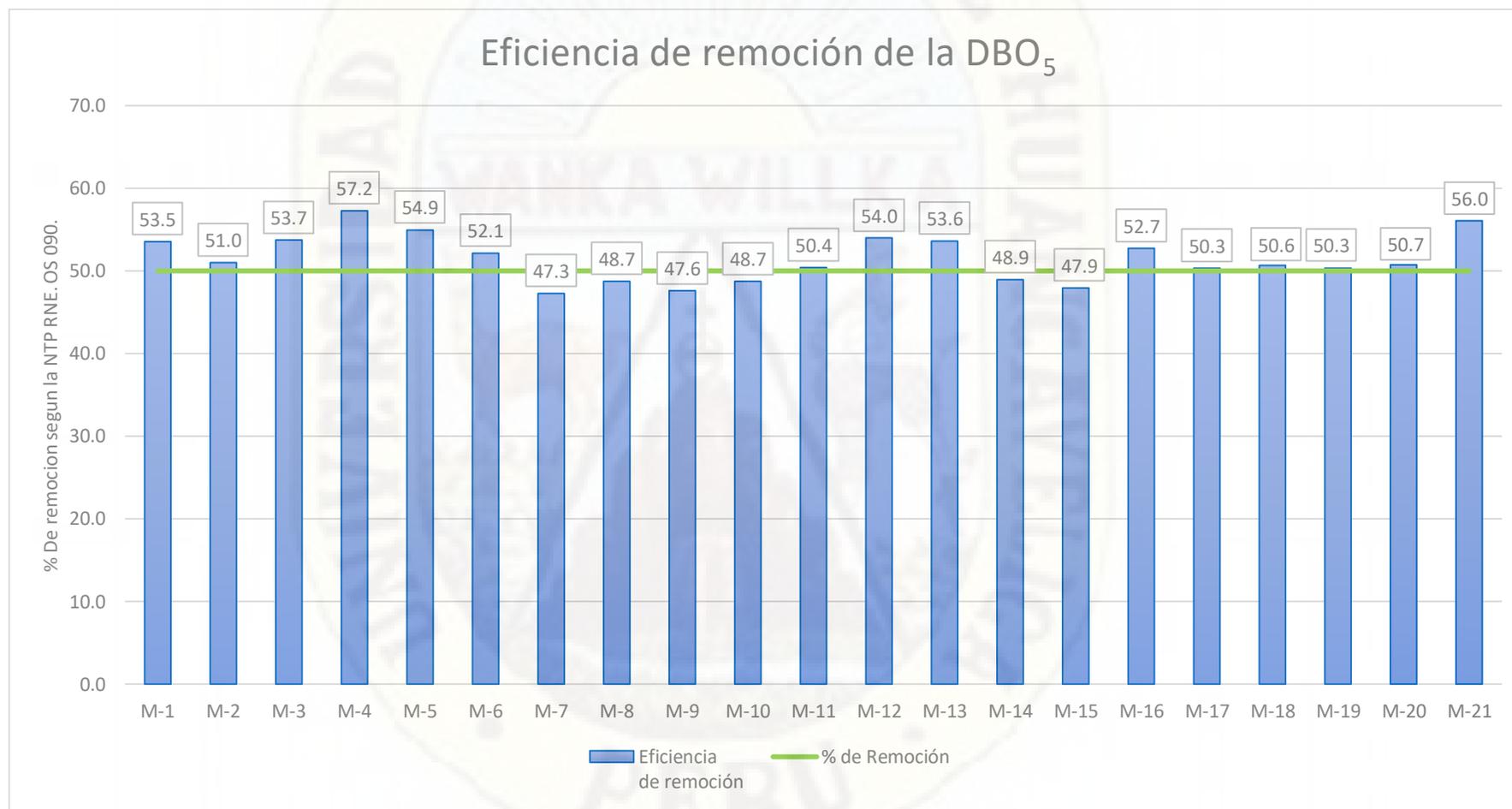
Resultando de eficiencia de remoción de la DBO₅

Eficiencia de remoción de la DBO ₅					
	Afluente (21 muestras)	Efluente (21 muestras)	Eficiencia	NTP. OS. 090	
DBO₅	163 mg/l	81 mg/l	57.2%		
max.					
DBO₅	137 mg/l	59 mg/l	47.3%	50% min	Cumple
min.					
Media	147 mg/l	72 mg/l	51.43%		

De los valores procesados, la remoción mínima que la PTAR de filtro percolador debe de cumplir para un tratamiento adecuado según la NTP. OS. 090 RNE. es 50%, el porcentaje más alto de remoción de la DBO₅ es 57.2%, el porcentaje mínimo de remoción de la DBO₅ fue 47.3%, el porcentaje promedio de remoción de la DBO₅ en la PTAR del filtro percolador es de 51.43% superando el 50 % de remoción mínimo que debe de cumplir el filtro percolador, siendo eficiente para remover DBO₅. En la figura se muestra la eficiencia de remoción obtenida en cada muestreo de agua residual de las cuales 16 muestras de 21 superan el 50 % de remoción.

Figura 28

Eficiencia de remoción DBO₅ en la PTAR de Paucará



➤ **Eficiencia de remoción de la DQO en la PTAR de filtro percolador de Paucará**

La tabla muestra el reporte de resultados obtenidos del parámetro de la DQO los cuales fueron analizados en un laboratorio acreditado por INACAL, las muestras fueron tomadas 1 vez a la semana durante 5 semanas, obteniendo un total de 5 concentraciones en el afluente y 5 concentraciones en el efluente, el porcentaje de remoción fue sacada a partir de los valores arrojados en el P1 y P2 mediante la ecuación de eficiencia de remoción.

Tabla 13

Concentración de la DQO para hallar la eficiencia de remoción

Resultados de la Demanda Química de Oxígeno					
Fecha de monitoreo	Fecha de medición	Código	P1 Afluente	P2 Efluente	Eficiencia de remoción
01/06/2021	04/06/2021	M-1	270 mg/l	133 mg/l	50.7 %
08/06/2021	15/06/2021	M-2	490 mg/l	227 mg/l	53.7 %
15/06/2021	22/06/2021	M-3	256 mg/l	127 mg/l	50.4 %
22/06/2021	25/06/2021	M-4	345 mg/l	166 mg/l	51.9 %
29/06/2021	05/07/2021	M-5	318 mg/l	155 mg/l	51.3 %

Aplicando la ecuación de la eficiencia con las concentraciones de la DQO obtenidas en el afluente y efluente mediante la ecuación de eficiencia de remoción:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{DQO \text{ Afluente} - DQO \text{ Efluente}}{DQO \text{ Afluente}} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{147 \text{ mg/l} - 72 \text{ mg/l}}{147 \text{ mg/l}} \times 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = 51.59 \%$$

Tabla 14

Resultando de eficiencia de remoción de la DQO

Eficiencia de remoción de la DBO₅				NTP. OS. 090	
	Afluente (5 muestras)	Efluente (5 muestras)	Eficiencia		
DQO max.	490 mg/l	227 mg/l	53.7%		
DQO min.	256 mg/l	133 mg/l	50.4%	50% min	Cumple
Media	336 mg/l	161 mg/l	51.59%		

Procesando las concentraciones de la DQO en el afluente y efluente, mediante la ecuación de eficiencia de remoción, se obtuvieron 5 datos de porcentaje de remoción siendo 50% la remoción mínima que la PTAR de filtro percolador debe de cumplir para un tratamiento adecuado según Romero, en su libro diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales. el valor más alto de remoción de la DQO es 53.7%, el valor mínimo de remoción de la DQO fue 50.4%, el % promedio de remoción de la DQO en la PTAR del filtro percolador es de 51.59% superando el 50 % de remoción mínimo. En la figura se muestra la eficiencia de remoción obtenida en cada muestreo de agua residual de las cuales los 5 valores de porcentaje de eficiencia de remoción de la DQO son superiores a 50%.

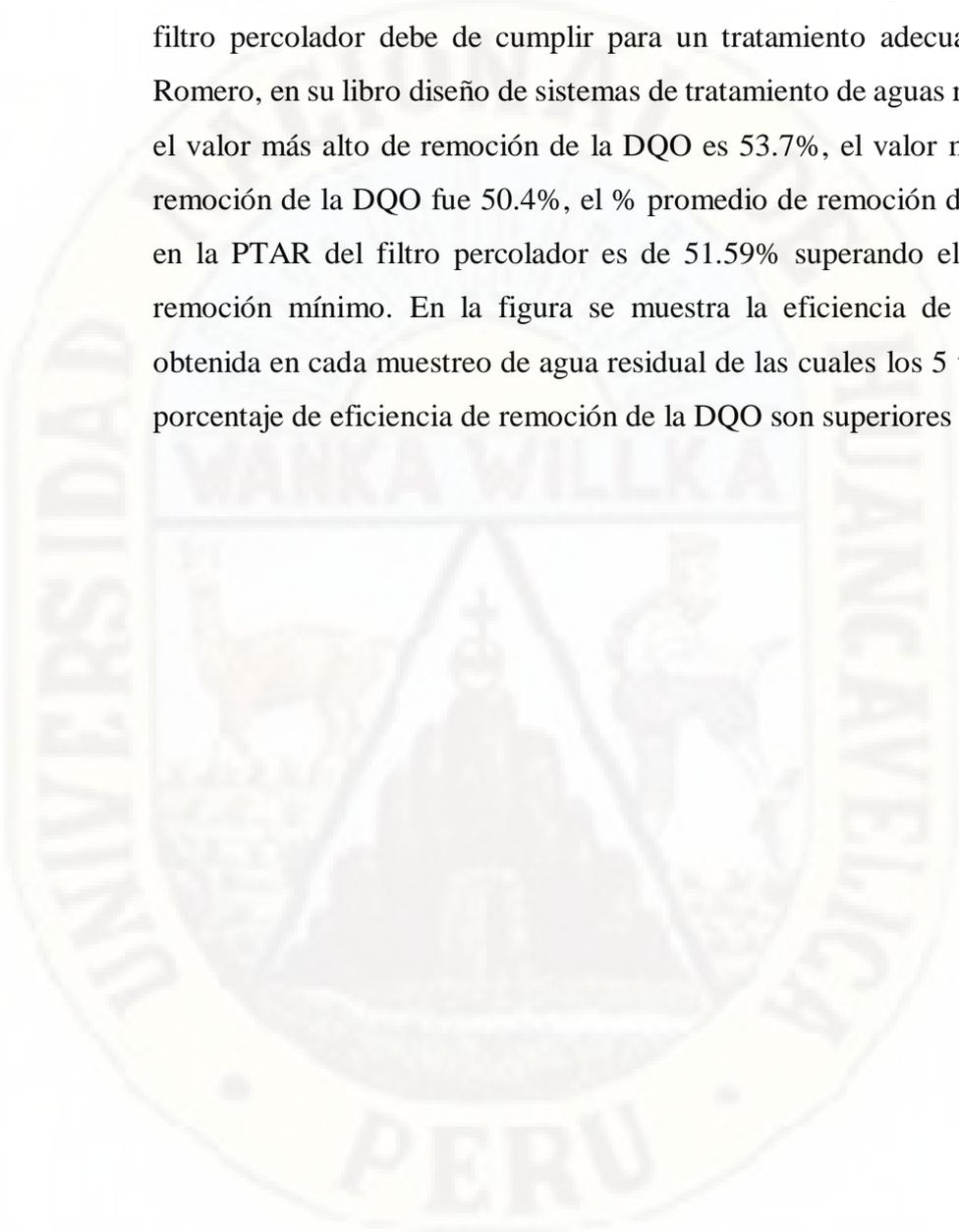
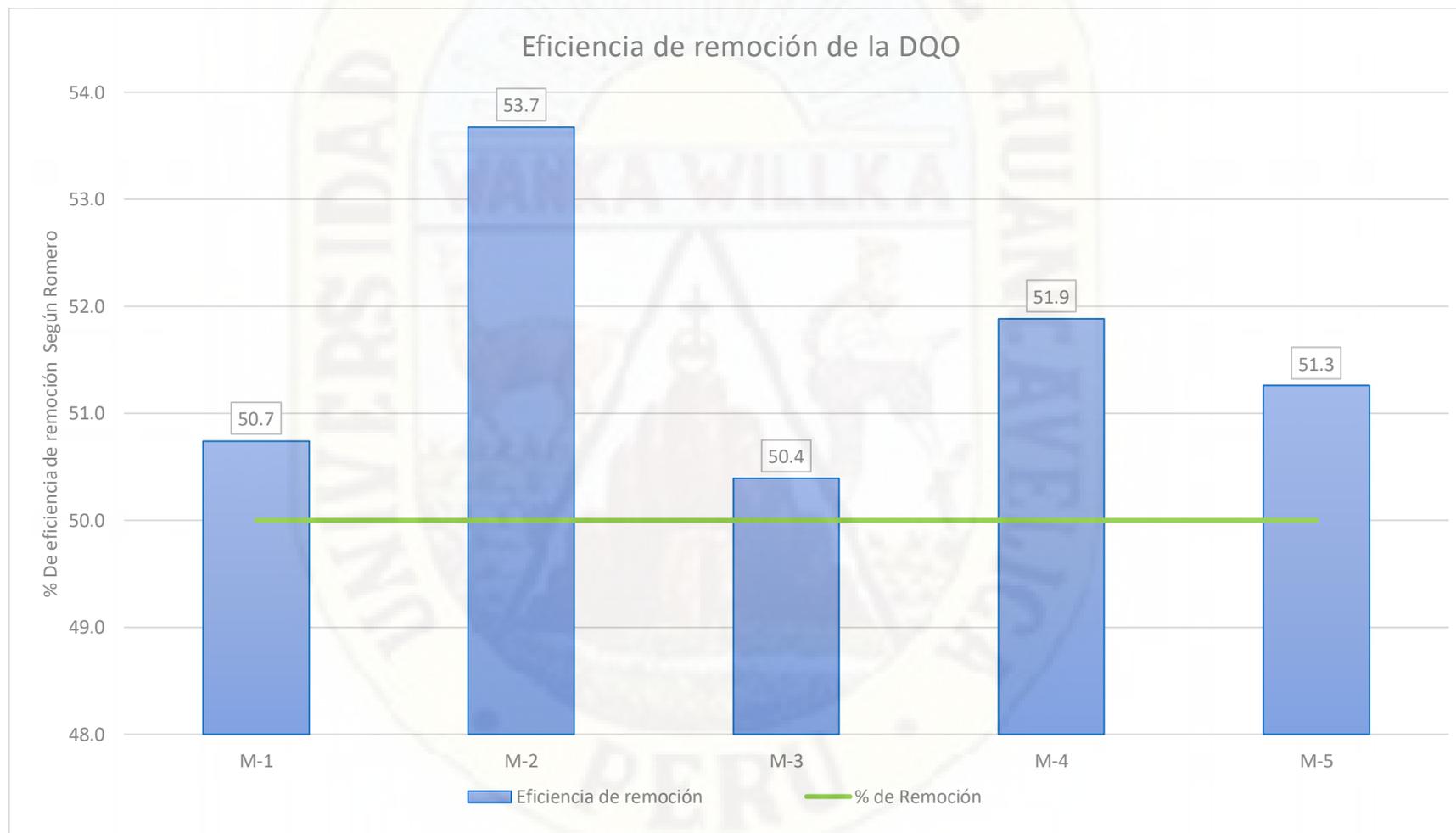


Figura 29

Eficiencia de remoción DQO en la PTAR de Paucará



4.1.2. Concentración de la DBO₅ en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM

El reporte de la evaluación de las concentraciones de DBO₅ en el afluente y efluente de la PTAR de Ayamachay muestra variaciones en cada resultado arrojado, el grafico muestra el lapso de tiempo en el que fue determinada cada muestra 3 muestras cada 7 días durante 7 semanas, con 21 muestras en el afluente y 21 muestras en el efluente, las concentraciones de este parámetro nos indica la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos para poder degradar la materia orgánica, presente en el agua residual, la medición se desarrolló mediante el sistema de medición de DBO BD 600 implementado por la Universidad Nacional de Huancavelica se determinó el parámetro al 5 día, con la técnica de análisis ME – 98 Examination of the water and wastewater (ver apéndice 5), el valor de concentración máxima en el afluente P1 fue de 163 mg/l, la concentración máxima en el punto de descarga al cuerpo receptor P2 fue 81 mg/l, el valor de concentración mínima en el afluente P1 fue de 137 mg/l, la concentración mínima en el efluente P2 fue de 59 mg/, el promedio de remoción del afluente es de 147 mg/l y el promedio de remoción del efluente fue 72mg/l, para verificar la validación de resultados se envió 2 muestras a laboratorio Pacific Control arrojando como resultado el afluente 143mg/l y el efluente 70 mg/l (ver apéndice 2).

Tabla 15

Concentración máxima, mínima y promedio de la DBO₅ en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay

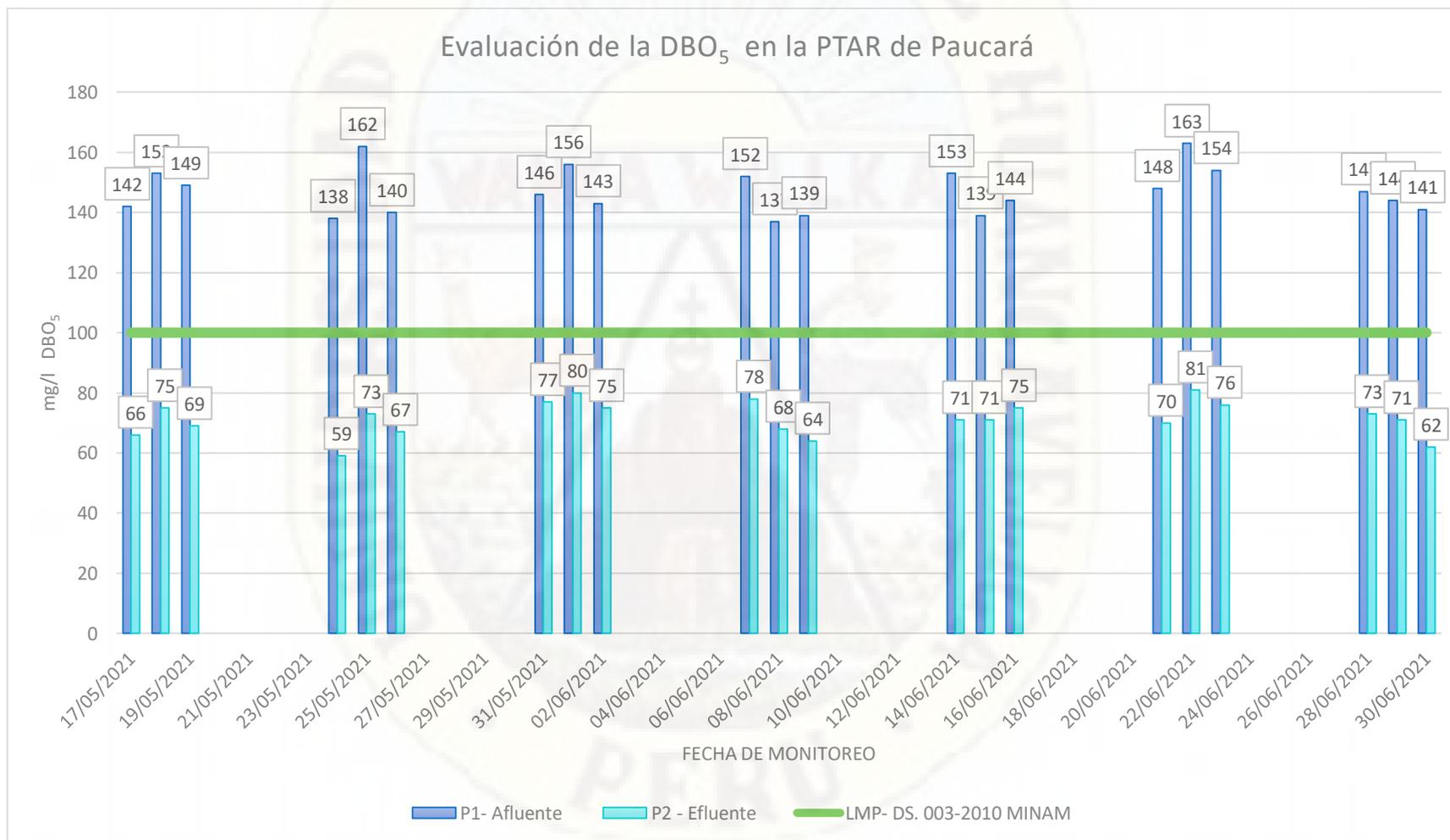
	P1 - Afluente	P2 - Efluente	Técnica de análisis	LMP DS. N° 003-2010-MINAM	
DBO₅ max.	163 mg/l	81 mg/l	ME – 98 Examination of the wáter and	100 mg/l	Cumple
DBO₅ min.	137 mg/l	59 mg/l	and		
Media	147 mg/l	72 mg/l	wastewater		

Las concentraciones de DBO_5 comparadas con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 003-2010-MINAM.en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de Ayamachay - Paucará se encuentra por debajo de estos valores siendo el máximo valor según el decreto supremo 100 mg/l por lo que la descarga al cuerpo receptor cumple con los valores establecidos para disponer el efluente al cuerpo receptor. La figura muestra las concentraciones de la DBO_5 y la remoción del filtro percolador en el afluente comparando estos valores con la concentración con los LMP establecida (100 mg/l).



Figura 30

Comportamiento la DBO₅ en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.



4.1.3. concentración de la DQO en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.

La tabla muestra el reporte de los resultados obtenidos del parámetro de la DQO realizados por el laboratorio Pacific Control de la ciudad de Lima, acreditada por INACAL, el muestreo fue realizado una vez durante 5 semanas, siendo el punto P1 – afluente (entrada de agua residual a la planta de tratamiento) y P2 – efluente (punto de descarga al cuerpo receptor – riachuelo Horno Huaycco), se analizaron 10 muestras, 5 en el punto P1 y 5 muestras en el punto P2, las concentraciones de este parámetro nos indica la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos. Informe de Ensayo N° 210004810/2021, N° 210004811/2021, N° 210004994/2021, N° 210004995/2021, N° 210005303/2021, N° 210005304/2021, N° 210005492/2021, N° 210005493/2021, N° 210005796/2021, N° 210005797/2021 (ver apéndice 8), el porcentaje de remoción se determinó a partir de los valores arrojados en el P1 y P2, la técnica de análisis empleada por el laboratorio fue por Colorimetric Method, el valor de concentración mínima en el afluente es de 256 mg/l y el valor de concentración mínima en el efluente 133 mg/l, el valor de concentración máximo en el afluente es 490 mg/l y el valor de concentración máximo en el efluente es de 227 mg/l, la concentración promedio en el P1 – afluente fue de 336 mg/l y la concentración promedio en el P2 – efluente fue de 161 mg/l.

Tabla 16
Resultado de DQO en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay

	P1 - Afluente	P2 - Efluente	Técnica de análisis	LMP DS. N° 003-2010-MINAM	
DQO max.	490 mg/l	227 mg/l			
DQO min.	256 mg/l	133 mg/l	Colorimetric Method	200 mg/l	Cumple
Media	336 mg/l	161 mg/l			

Según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM los límites máximos permisibles la concentración de la DQO no debe pasar los 200 mg/l por lo cual las concentraciones del efluente cumplen excepto la muestra n° 2 que nos da un valor de 227 mg/l, la descarga al cuerpo receptor cumple con los valores establecidos para disponer el efluente al cuerpo receptor, la figura muestra la disminución de la concentración de la DQO en el filtro percolador, comparando estos valores con los LMP.

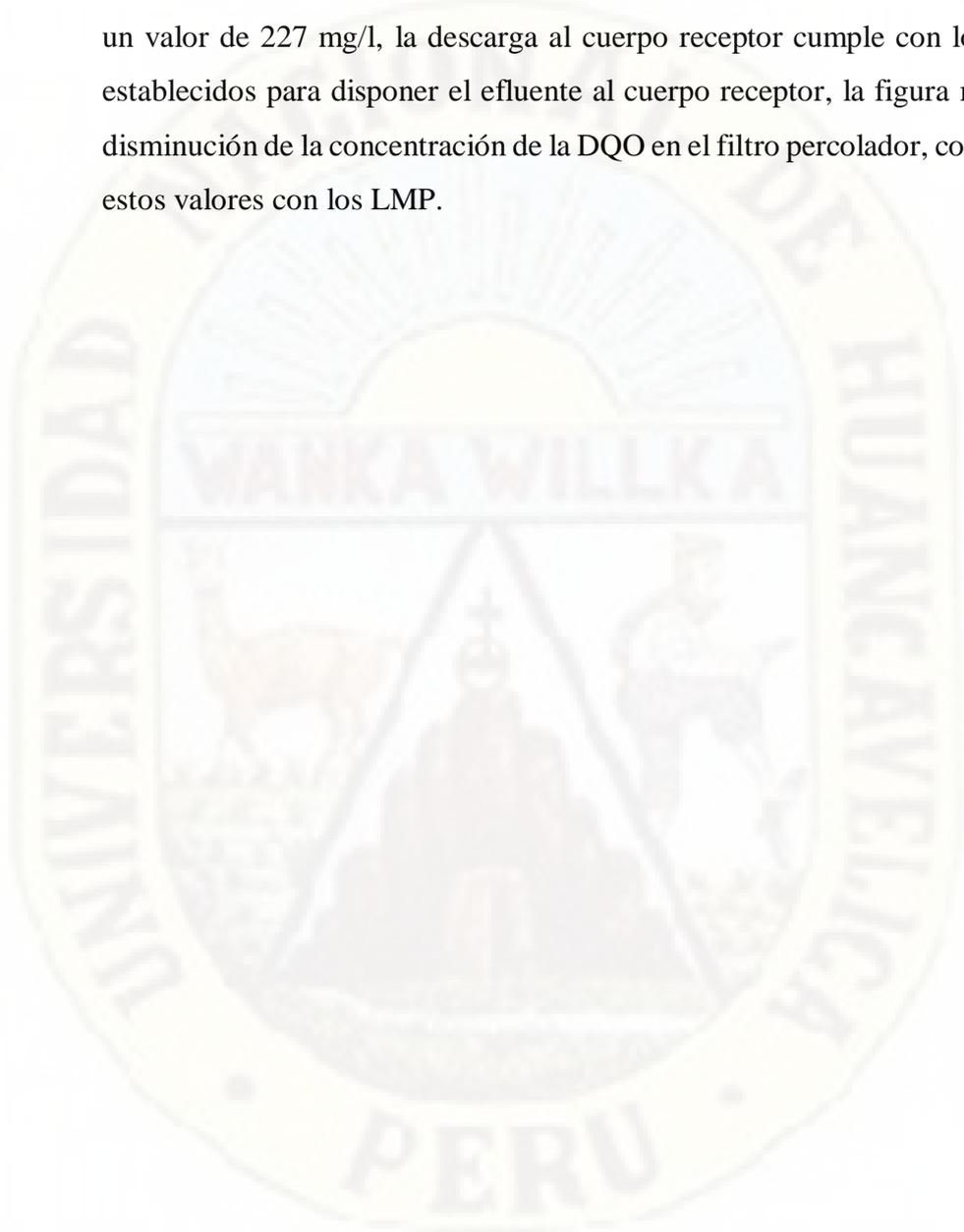
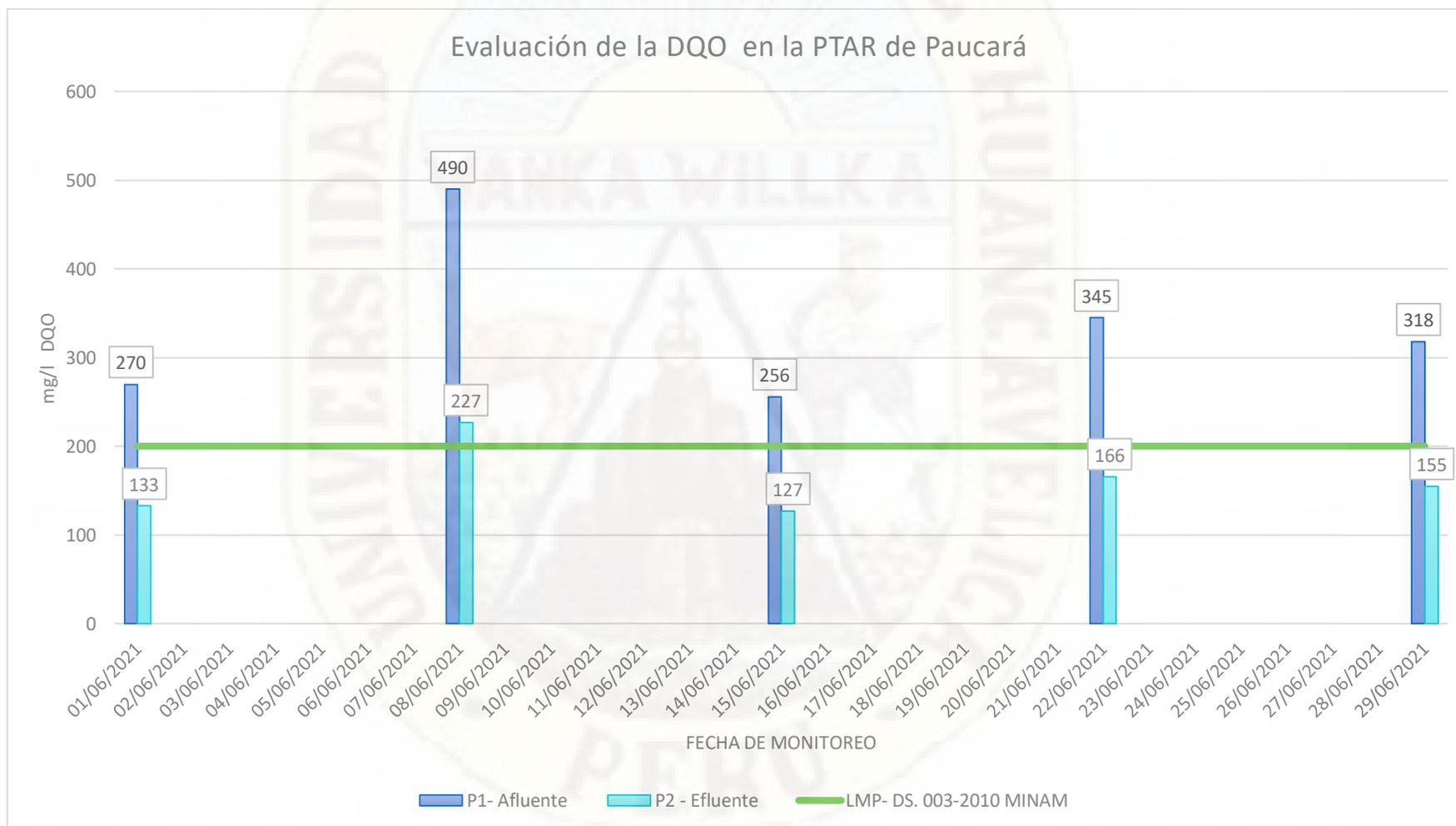


Figura 31

Comportamiento la DQO en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.



4.1.4. Valores de pH en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.

La tabla muestra el reporte del parámetro de pH obtenidos en el análisis de agua residual de la PTAR, siendo el punto P1 – afluente (entrada de agua residual a la planta de tratamiento) y P2 – efluente (punto de descarga al cuerpo receptor – riachuelo Horno Huaycco), se obtuvo un total de 42 valores, 21 muestras en el punto P1 y 21 muestras en el punto P2.

Tabla 17

Resultado de pH en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay

Resultados de pH en la PTAR de filtro percolador de Paucará				
Fecha de monitoreo	Hora de muestreo	Código	P1- Afluente	P2 - Efluente
17/05/2021	3:15 p. m.	M-1	6.9	7.9
18/05/2021	12:40 p. m.	M-2	7.3	7.2
19/05/2021	9:07 a. m.	M-3	7.2	7.9
24/05/2021	4:17 p. m.	M-4	7.5	7.3
25/05/2021	1:15 p. m.	M-5	7.1	6.9
26/05/2021	8:36 a. m.	M-6	7.2	7.1
31/05/2021	3:32 p. m.	M-7	7.3	7.2
01/06/2021	12:40 p. m.	M-8	7.4	7.1
02/06/2021	9:07 a. m.	M-9	7.5	7.3
07/06/2021	4:17 p. m.	M-10	7.4	7.2
08/06/2021	12:15 p. m.	M-11	7.1	7.5
09/06/2021	9:36 a. m.	M-12	6.9	7.7
14/06/2021	3:15 p. m.	M-13	7.1	6.9
15/06/2021	12:40 p. m.	M-14	7.3	7.2
16/06/2021	9:07 a. m.	M-15	7.0	6.9
21/06/2021	4:17 p. m.	M-16	7.4	7.1
22/06/2021	1:19 p. m.	M-17	7.3	7.2
23/06/2021	8:36 a. m.	M-18	7.4	7.2
28/06/2021	3:15 p. m.	M-19	7.2	7.1
29/06/2021	12:40 p. m.	M-20	7.5	7.4
30/06/2021	8:37 a. m.	M-21	7.3	7.2

Los resultados obtenidos nos muestran que el pH del afluente es mayor al pH del efluente esto puede darse por los procesos que se somete al agua residual, según estos resultados están dentro del rango óptimo de 6.5 y 7.9 de acuerdo al manual del sistema de medición DBO BD 600 Lovibond, por lo cual

se obtendrá los resultados óptimos de la DBO₅, este parámetro es necesario debido a que pueda alterar la DBO₅.

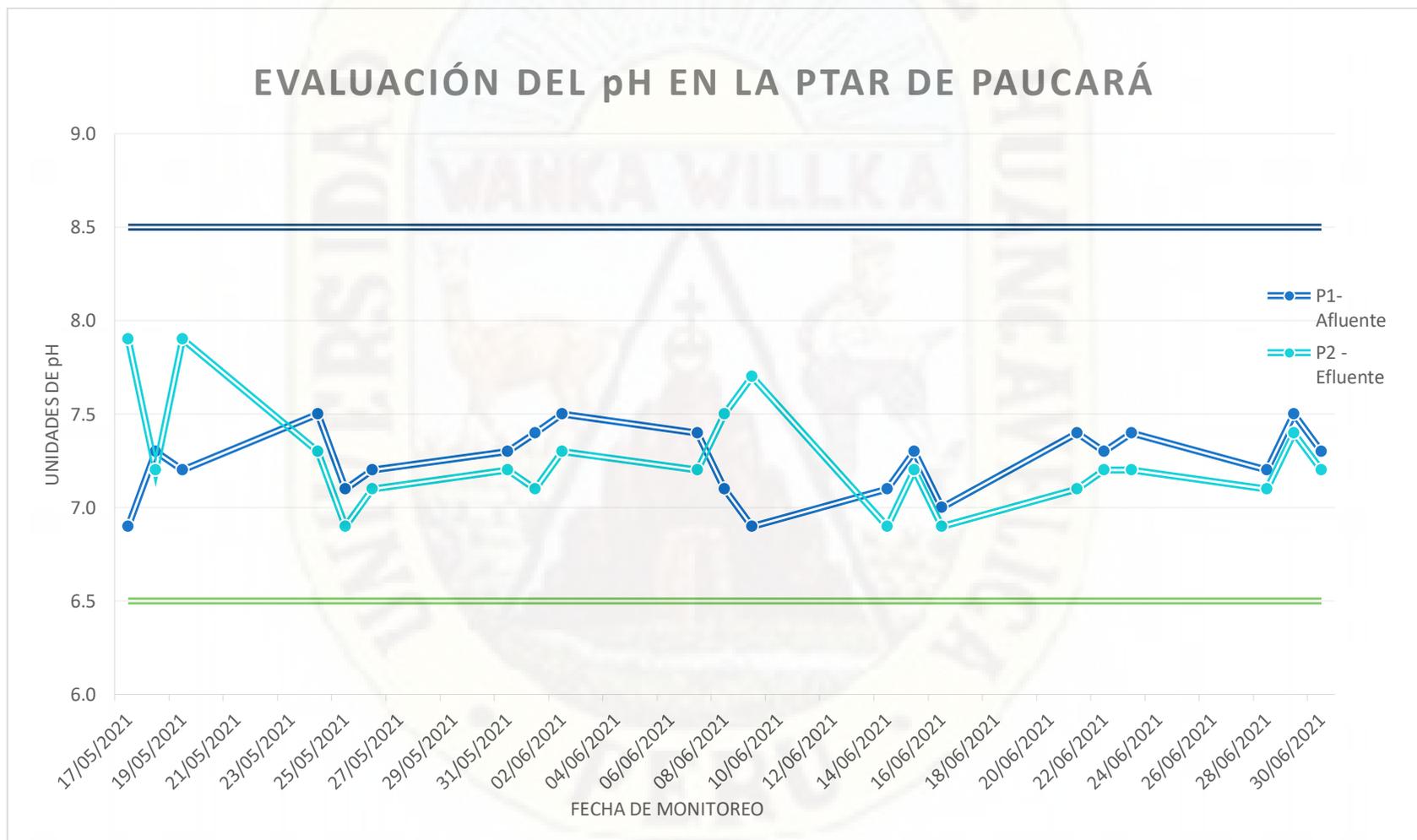
Tabla 18
valores de pH en el afluente y efluente de la PTAR – Ayamachay

pH	Afluente	Efluente	LMP DS. N° 003-2010-MINAM	
Valores máx	7.5	7.9		
Valores mín	6.9	6.9	6.5 - 8.5	Cumple
Media	7.2	7.1		

En la tabla se puede apreciar que los valores del pH cumplen con los límites máximos permisibles según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM los resultados están dentro del rango 6.5 y 8.5, el valor máximo del pH en el afluente es 7.9 y del efluente 7.4, el valor mínimo del pH coincidió en el afluente y efluente que reflejo un 6.9, la media en el afluente fue de 7.2 y en el efluente es de 7.3.

Figura 32

Comportamiento del pH en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM.



4.1.5. Valores de pH del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.

La tabla muestra el reporte del parámetro de la temperatura obtenidos en el análisis de agua residual de la PTAR, siendo el punto P1 – afluente (entrada de agua residual a la planta de tratamiento) y P2 – efluente (punto de descarga al cuerpo receptor – riachuelo Horno Huaycco), se obtuvo un total de 42 valores, 21 muestras en el punto P1 y 21 muestras en el punto P2.

Tabla 19
Resultado de temperatura en el afluente y efluente de la PTAR - Ayamachay

Resultados de temperatura en la PTAR de filtro percolador de Paucará				
Fecha de monitoreo	Hora de muestreo	Código	P1- Afluente (Unidades)	P2 – Efluente (Unidades)
17/05/2021	3:15 p. m.	M-1	11.7 °C	12.5°C
18/05/2021	12:40 p. m.	M-2	12.2°C	12.9°C
19/05/2021	9:07 a. m.	M-3	11.5°C	11.9°C
24/05/2021	4:17 p. m.	M-4	12.7°C	13.2°C
25/05/2021	1:15 p. m.	M-5	12.8°C	13.2°C
26/05/2021	8:36 a. m.	M-6	11.8°C	12.5°C
31/05/2021	3:32 p. m.	M-7	10.6°C	10.9°C
01/06/2021	12:40 p. m.	M-8	11.7°C	11.9°C
02/06/2021	9:07 a. m.	M-9	10.9°C	11.3°C
07/06/2021	4:17 p. m.	M-10	11.1°C	11.7°C
08/06/2021	12:15 p. m.	M-11	12.1°C	12.4°C
09/06/2021	9:36 a. m.	M-12	11.5°C	11.8°C
14/06/2021	3:15 p. m.	M-13	11.1°C	11.5°C
15/06/2021	12:40 p. m.	M-14	10.7°C	11.2°C
16/06/2021	9:07 a. m.	M-15	10.9°C	11.4°C
21/06/2021	4:17 p. m.	M-16	10.4°C	10.8°C
22/06/2021	1:19 p. m.	M-17	10.7°C	11.3°C
23/06/2021	8:36 a. m.	M-18	10.6°C	11.1°C
28/06/2021	3:15 p. m.	M-19	11.4°C	11.7°C
29/06/2021	12:40 p. m.	M-20	11.2°C	11.6°C
30/06/2021	8:37 a. m.	M-21	10.9°C	11.4°C

En la tabla se puede apreciar que la temperatura del efluente es mayor que el afluente esto es debido a que el agua residual que llega a la planta de tratamiento tiene un determinado tiempo de retención hidráulica y esto hace

que eleve su temperatura del efluente un factor también es la hora que se tomó la muestra porque durante el día se eleva y disminuye la temperatura.

Tabla 20

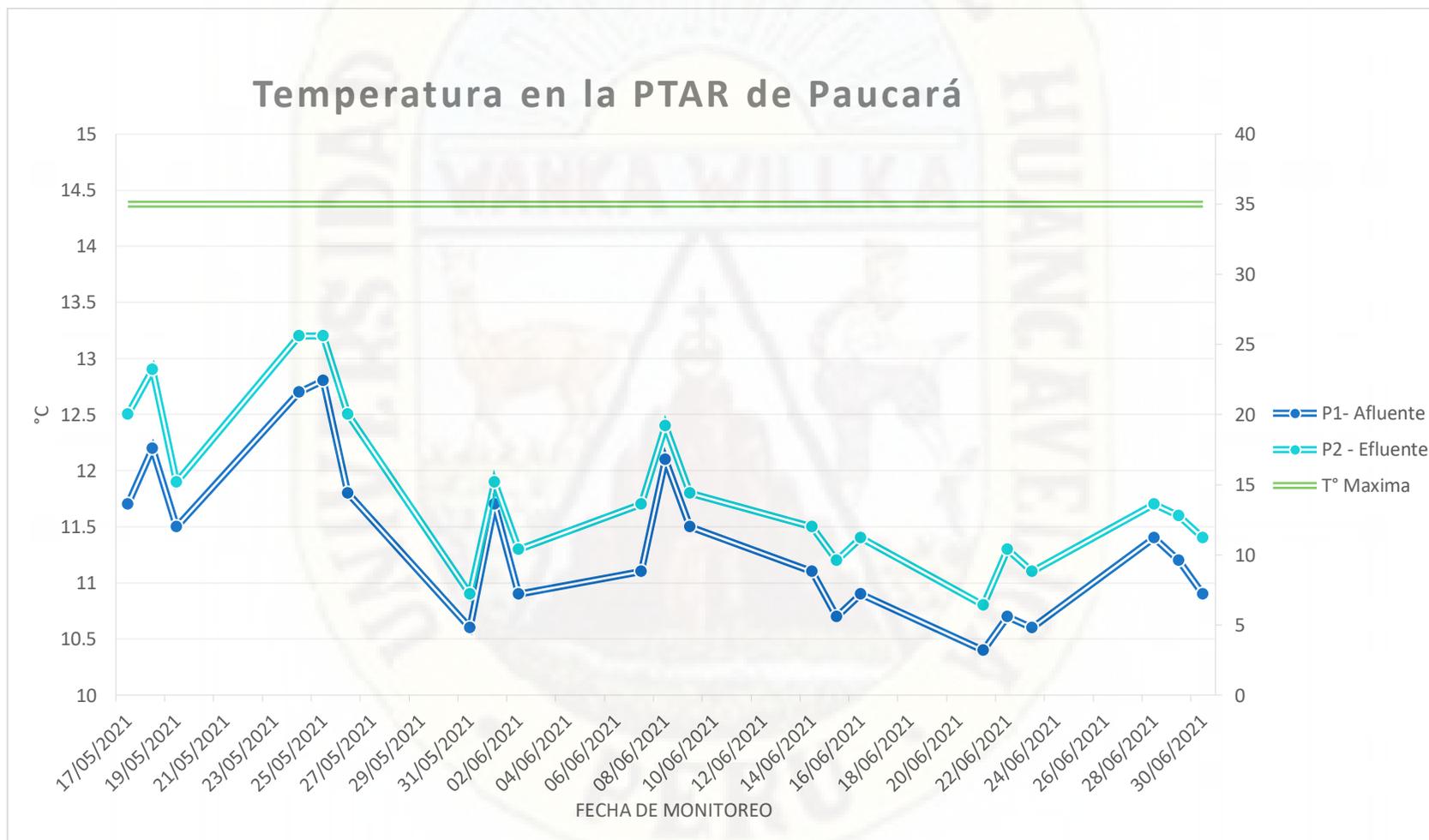
Valores resumidos de la temperatura

temperatura	Afluente	Efluente	LMP DS. N° 003-2010-MINAM	
Valores máx	12.8 °C	13.2°C		
Valores mín	10.4°C	10.8°C	< 35 °C	Cumple
Media	11.3°C	11.8°C		

Como se muestra tenemos que en afluente una T° max. de 12.8 °C y una T° min. de 10.4°C y un valor medio de 11.3 °C, en el efluente obtuvimos T° max. de 13.2 °C y una T° min. de 10.8°C y una media de 11. 8°C. Por lo que los valores del efluente son menores a 35°C en consecuencia no superan los límites máximos permisibles para los efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Figura 33

Comportamiento de la temperatura en función a los LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM



4.1. Prueba de Hipótesis

4.1.1. Prueba de normalidad al objetivo general del parámetro DBO₅

Tabla 21

Prueba de normalidad para la eficiencia de remoción de la DBO₅

Eficiencia de remoción - DBO ₅	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.94	21	0.217

Para determinar si los datos obtenidos en la investigación presentan una distribución normal, se realizó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro - Wilk ya que la cantidad de muestras procesadas es menor a 50 datos (21 datos del porcentaje de remoción del efluente), en la teoría para determinar la normalidad de datos el P valor debe ser mayor a 0.05, como se muestra en la tabla, los resultados arrojados muestran que el nivel de significancia es superior a 0.05, por tanto se determina que los datos presentan una distribución normal y se debe aplicar una prueba paramétrica para una muestra.

Prueba de hipótesis del parámetro DBO₅

Se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

a) Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo a la investigación.

- Formulación de hipótesis estadística de la DBO₅

Ha: La eficiencia de remoción de DBO₅ en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucarará es mayor a 50%.

$$\mathbf{H_a: \mu \geq 50 \%}$$

Según la NT OS. 090 del RNE la remoción mínima que debe cumplir una PTAR con filtro percolador

Ho: La eficiencia de remoción de DBO₅ en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará es menor a 50%.

Ho: $\mu < 50 \%$

Según la NT OS. 090 del RNE y SINIA

b) Seleccionar un nivel de significancia o riesgo α .

El nivel de significancia asignada para trabajar la investigación es de 5%, es decir que $\alpha = 0.05$ lo que indica que el riesgo de error de la investigación no debe superar ese valor y el grado de confianza de la investigación es de 95%, es decir $1 - \alpha = 0.95$.

c) Seleccionar el estadígrafo de prueba adecuada.

Según los resultados del test de normalidad la investigación presenta una distribución normal de datos, por lo que se aplicará una prueba paramétrica para una muestra, el estadístico elegido es la “**prueba de hipótesis de proporciones**”, para analizar si los porcentajes de remoción difieren significativamente, ya que queremos contrastar las diferencias de remoción de la PTAR (P1- Afluente y P2 - Efluente), entonces se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

- Si “Z valor” es > 0.05 , Se acepta Ho y se rechaza Ha.
- Si “Z valor” es < 0.05 , Se rechaza Ho y se acepta Ha.

d) Establecer la región crítica.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada la Ha sea mayor ($>$), indica que la cola está orientada hacia la derecha y cuando Ha sea menor ($<$), indica que

la cola va orientada hacia la izquierda, el nivel de confianza es de 95% con un rango de error $\alpha = 0.05$. En este caso tendrá una cola hacia la izquierda.

e) prueba estadística seleccionada.

Para utilizar el estadígrafo de proporciones se realiza el siguiente procedimiento:

Estadígrafo de proporciones para una muestra

$$Z_c = \frac{\bar{P} - P_o}{\sqrt{\frac{P_o (1 - p_o)}{n}}}$$

Z_c : valor de prueba estimada

\bar{P} : proporción de la muestra de los cuales, 15 valores de 21 resultados superan el 50% de remoción.

$$\bar{P} = \frac{15}{21} = 0.714$$

P_o : proporción teórica la remoción debe ser mayor a 50%

$$P_o > 0.5$$

n : la cantidad de la muestra conformada por 21 valores de remoción

$$Z_c = \frac{0.714 - 0.5}{\sqrt{\frac{0.5 (1 - 0.5)}{21}}}$$

$$Z_c = 1.961$$

α : significancia de 0.05 con un 95% de confianza

Tabla 22 Prueba paramétrica de proporción para la eficiencia de remoción DBO_5

Proporción para una muestra					
Eficiencia de remoción	Proporción $\frac{\bar{P}_o}{P_o}$	95% intervalo de confianza $\alpha: 0.05$	Z_c Valor	Sig. bilateral (Z valor)	Z t tabulado
- DBO_5	0.714		1.961	0.001	1.64

De la tabla, se puede observar que los 21 porcentajes de eficiencia de remoción procesados mediante la prueba estadística de proporción, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo la significancia bilateral Z valor = 0.001

y es menor ($<$) al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, se obtuvo un valor Z_c calculado de 1.961, de un total de 21 valores 15 presentaron una eficiencia mayor a 50 % indicando que el porcentaje de remoción de DBO_5 en el filtro percolador resulta eficiente.

Para realizar la contrastación del resultado estadístico de la prueba paramétrica de proporción se indica lo siguiente:

- Z_c valor $<$ Z_t tabulado, se acepta H_0
- Z_c valor $>$ Z_t tabulado, se rechaza H_0

$$Z_c = 1.961$$

$$Z_t = 1.64 \quad \text{Valor crítico o tabulado con un 95\% de confianza}$$

Figura 34

Contrastación de hipótesis para la eficiencia de remoción de la DBO_5

Contrastación de hipótesis para % de remoción DBO_5



En la figura se demuestra la contratación de la prueba de hipótesis obtenida por el estadístico de proporción en la cual el Z_c valor es mayor al Z_t tabulado.

f) Decisión estadística

De acuerdo a los cálculos del estadígrafo de la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), ya que el Z_c valor de la prueba paramétrica del estadístico de proporción, obtuvo un valor $Z_c = 1.961$ lo cual indica que supera la región crítica que rechaza la H_0 , el Z_c valor es mayor al Z_t tabulado $Z_t = 1.64$ rechazando la H_0 y aceptando la H_a , por lo tanto se puede afirmar que la remoción de DBO_5 en la PTAR de filtro percolador de Paucará supera el 50% de eficiencia indagados Según la NT OS. 090 del RNE.

4.1.2. Prueba de normalidad al objetivo general del parámetro DQO

Tabla 23

Prueba de normalidad para la eficiencia de remoción de la DQO

Shapiro – Wilk			
Eficiencia de remoción - DQO	Estadístico	gl	Sig.
	0.915	5	0.501

Para determinar si los datos obtenidos en la investigación presentan una distribución normal, se realizó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro - Wilk ya que la cantidad de muestras procesadas es menor a 50 datos (5 datos del porcentaje de remoción del efluente), en la teoría para determinar la normalidad de datos el P valor debe ser mayor a 0.05; como se muestra en la tabla, los resultados arrojados muestran que el nivel de significancia es superior a 0.05, por tanto se determina que los datos presentan una distribución normal y se debe aplicar una prueba paramétrica para una muestra.

Prueba de hipótesis del parámetro DQO

Se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

- a) Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo a la investigación.
 - **Formulación de hipótesis estadística de la DQO**

Ha: la eficiencia de remoción de DQO en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará es mayor a 50%.

$$\mathbf{Ha: } \mu \geq 50 \%$$

Según Romero, diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales

Ho: La eficiencia de remoción de DQO en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará es menor a 50%.

$$\mathbf{Ho: } \mu < 50 \%$$

Según Romero, diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales

b) Seleccionar un nivel de significancia o riesgo α .

El nivel de significancia asignada para trabajar la investigación es de 5%, es decir que $\alpha = 0.05$ lo que indica que el riesgo de error de la investigación no debe superar ese valor y el grado de confianza de la investigación es de 95%, es decir $1 - \alpha = 0.95$.

c) Seleccionar el estadígrafo de prueba adecuada.

Según los resultados del test de normalidad la investigación presenta una distribución normal de datos, por lo que se aplicará una prueba paramétrica para una muestra, el estadístico elegido es la “**prueba de hipótesis de proporciones**”, para analizar si los porcentajes de remoción difieren significativamente, ya que queremos contrastar las diferencias de remoción de la PTAR (P1- Afluente y P2 - Efluente), entonces se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

- Si “Z valor” es > 0.05 , Se acepta H_0 y se rechaza H_a .
- Si “Z valor” es < 0.05 , Se rechaza H_0 y se acepta H_a .

d) Establecer la región crítica.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada la H_a sea mayor ($>$), indica que la cola está orientada hacia la derecha y cuando H_a sea menor ($<$), indica que la cola va orientada hacia la izquierda, el nivel de confianza es de 95% con un rango de error $\alpha = 0.05$. En este caso tendrá una cola hacia la derecha.

e) prueba estadística seleccionada.

Para utilizar el estadígrafo de proporciones se realiza el siguiente procedimiento:

Estadígrafo de proporciones para una muestra

$$Z_c = \frac{\bar{P} - P_o}{\sqrt{\frac{P_o (1 - p_o)}{n}}}$$

Z_c : valor de prueba estimada

\bar{P} : proporción de la muestra de los cuales, 5 valores de 5 resultados superan el 50% de remoción.

$$\bar{P} = \frac{5}{5} = 0.1$$

P_o : proporción teórica la remoción debe ser mayor a 50%

$$P_o > 0.5$$

n : la cantidad de la muestra conformada por 21 valores de remoción

$$Z_c = \frac{1 - 0.5}{\sqrt{\frac{0.5 (1 - 0.5)}{5}}}$$

$$Z_c = 2.236$$

α : significancia de 0.05 con un 95% de confianza

Tabla 24

Prueba paramétrica de proporción para la eficiencia de remoción DQO

Proporción para una muestra					
Eficiencia de remoción - DQO	Proporción \bar{P}_o	95% intervalo de confianza $\alpha: 0.05$	Z_c Valor	Sig. bilateral (Z valor)	Zt tabulado
	1		2.236	0.000	1.64

De la tabla, se puede observar que los 5 porcentajes de eficiencia de remoción procesados mediante la prueba estadística de proporción, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo la significancia bilateral Z valor = 0.001 y es menor (<) al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, se obtuvo un valor Z_c de 2.236, la proporción de muestras fue de un total de 5 valores 5 presentaron una eficiencia mayor a 50 % indicando que el porcentaje de remoción de DBO_5 en el filtro percolador es eficiente.

Para realizar la contrastación del resultado estadístico de la prueba paramétrica de proporción se indica lo siguiente:

- Z_c valor < Z_t tabulado, se acepta H_0
- Z_c valor > Z_t tabulado, se rechaza H_0

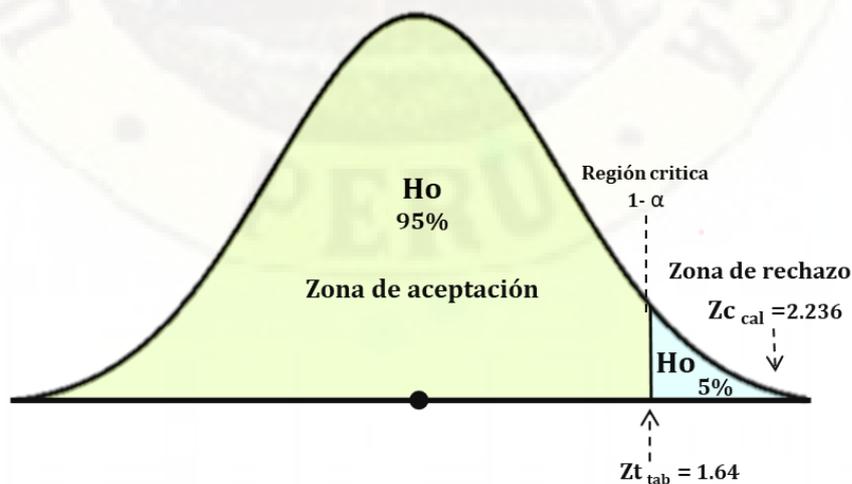
$$Z_c = 2.236$$

$$Z_t = 1.64 \quad \text{Valor crítico o tabulado con un 95\% de confianza}$$

Figura 35

Contrastación de hipótesis para la eficiencia de remoción de la DQO

Contrastación de hipótesis para % de remoción DQO



En la figura se demuestra la contratación de la prueba de hipótesis obtenida por el estadístico de proporción en la cual el Z_p valor es mayor al Z_c tabulado.

f) Decisión estadística

De acuerdo a los cálculos del estadígrafo de la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), ya que el Z_c valor de la prueba paramétrica del estadístico de proporción, obtuvo un valor $Z_c = 2.236$ lo cual indica que supera la región crítica que rechaza la H_0 , el Z_c valor es mayor al Z_t tabulado $Z_t = 1.64$ rechazando la H_0 y aceptando la H_a , por lo tanto se puede afirmar que la remoción de DQO en la PTAR de filtro percolador de Paucará supera el 50% de eficiencia indagados Según la NT OS. 090 del RNE y SINIA.

4.1.3. Prueba de normalidad al objetivo específico para comparar DBO_5 en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 25

Prueba de normalidad para comparar concentración de la DBO_5 en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Concentración - DBO_5 Efluente	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.99	21	0.846

Para determinar si los datos obtenidos en la investigación presentan una distribución normal, se realizó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro - Wilk ya que la cantidad de muestras procesadas es menor a 50 datos (21 datos de concentración de la DBO_5 en el efluente), en la teoría para determinar la normalidad de datos el P valor debe ser mayor a 0.05; como se muestra en la tabla, los resultados arrojados muestran que el nivel de

significancia es superior a 0.05, por tanto se determina que los datos presentan una distribución normal y se debe aplicar una prueba paramétrica para una muestra.

Prueba de hipótesis para comparar DBO₅ en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

a) formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo a la investigación.

- **Formulación de hipótesis estadística de la concentración de la DBO₅**

Ha: los resultados de concentración de la DBO₅ en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

$$\mathbf{Ha: } \mu \leq 100 \text{ mg/l}$$

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Ho: los resultados de concentración de la DBO₅ en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará no cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

$$\mathbf{Ho: } \mu > 100 \text{ mg/l}$$

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

b) Seleccionar un nivel de significancia o riesgo α .

El nivel de significancia asignada para trabajar la investigación es de 5%, es decir que $\alpha = 0.05$ lo que indica que el riesgo de error de la investigación no debe superar ese valor y el grado de confianza de la investigación es de 95%, es decir $1 - \alpha = 0.95$.

c) Seleccionar el estadígrafo de prueba adecuada.

Según los resultados del test de normalidad la investigación presenta una distribución normal de datos, por lo que se aplicará una prueba paramétrica para una muestra, el estadístico elegido es el “T de Student”, ya que queremos contrastar las concentraciones de la DBO₅ (P2 - Efluente) y los datos son menores a 30, entonces se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

- Si “P valor” es > 0.05 , Se acepta Ho y se rechaza Ha.
- Si “P valor” es < 0.05 , Se rechaza Ho y se acepta Ha.

d) Establecer la región crítica.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada la Ha sea mayor ($>$), indica que la cola está orientada hacia la derecha y cuando Ha sea menor ($<$), indica que la cola va orientada hacia la izquierda, el nivel de confianza es de 95% con un rango de error $\alpha = 0.05$. En este caso tendrá una cola hacia la izquierda.

e) prueba estadística seleccionada.

Los resultados de la prueba T – Student nos arroja los siguiente:

Tabla 26

Prueba paramétrica T –Student para comparar concentración de la DBO₅ en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Concentración - DBO ₅	T - Student para una muestra						
	Media	Desviación Estándar	95% intervalo de confianza de la diferencia		T Valor	gl	Sig. bilateral (P valor)
			Inferior	Superior			
	71.62	5.861	68.95	74.29	- 56.00	20	0.000

De la tabla, se puede observar que las 21 concentraciones de la DBO₅ en el afluente procesados mediante la prueba paramétrica T – Student, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo la significancia bilateral P valor = 0.000

y es menor ($<$) al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde se menciona que la concentración de la DBO_5 en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

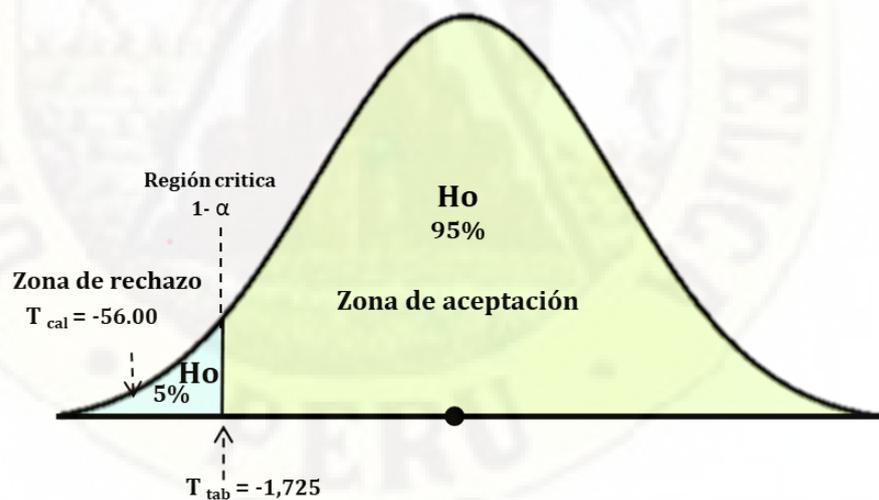
Para realizar la contrastación del resultado estadístico de la prueba paramétrica T Student se indica lo siguiente:

- T valor $<$ T tabulado, se acepta H_0
- T valor $>$ T tabulado, se rechaza H_0

Figura 36

Contrastación de hipótesis para comparar concentración de la DBO_5 en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Contrastación de hipótesis para DBO_5 con los LMP



En la figura se demuestra la contratación de la prueba de hipótesis obtenida por el estadístico T - Student en la cual el T valor es mayor al T tabulado de la tabla de T -Student.

f) Decisión estadística

De acuerdo a los cálculos del estadígrafo de la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), ya que el P valor de la prueba paramétrica del estadístico de T - Student, obtuvo un valor $P = 0.000$ lo cual indica que se encuentra en la región crítica que rechaza la H_0 , en el contraste de hipótesis se obtuvo que el T valor = - 56.00 siendo este valor mayor al T tabulado de la tabla de T – Student $T_{tab} = - 1,725$ cayendo estos valores en la región de rechazo indicando que el T valor es mayor al T tabulado rechazando la H_0 y aceptando la H_a , por lo tanto se puede afirmar que la concentración de DBO_5 en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM ya que los valores son inferiores a 100 mg/l.

4.1.4. Prueba de normalidad al objetivo específico para comparar DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Tabla 27

Prueba de normalidad para comparar concentración de la DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Shapiro - Wilk			
Concentración – DQO Efluente	Estadístico	gl	Sig.
	0.961	5	0.812

Para determinar si los datos obtenidos en la investigación presentan una distribución normal, se realizó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro - Wilk ya que la cantidad de muestras procesadas es menor a 50 datos (5 datos concentración en el efluente), en la teoría para determinar la normalidad de datos el P valor debe ser mayor a 0.05; como se muestra en la tabla, los resultados arrojados muestran que el nivel de significancia es superior a 0.05, por tanto se determina que los datos presentan una distribución normal y se debe aplicar una prueba paramétrica para una muestra.

Prueba de hipótesis para comparar DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

- a) Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo a la investigación.
 - **Formulación de hipótesis estadística de la DQO**

Ha: los resultados de concentración de la DQO en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

$$\mathbf{Ha: } \mu \leq 200 \text{ mg/l}$$

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Ho: los resultados de concentración de la DQO en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará no cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

$$\mathbf{Ho: } \mu > 200 \text{ mg/l}$$

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

- b) Seleccionar un nivel de significancia o riesgo α .

El nivel de significancia asignada para trabajar la investigación es de 5%, es decir que $\alpha = 0.05$ lo que indica que el riesgo de error de la investigación no debe superar ese valor y el grado de confianza de la investigación es de 95%, es decir $1 - \alpha = 0.95$.

- c) Seleccionar el estadígrafo de prueba adecuada.

Según los resultados del test de normalidad la investigación presenta una distribución normal de datos, por lo que se aplicará una prueba paramétrica para una muestra, el estadístico elegido es el “T de Student”, ya que queremos

contrastar las concentraciones de la DQO (P2 - Efluente) los datos son menores a 30, entonces se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

- Si “P valor” es > 0.05 , Se acepta H_0 y se rechaza H_a .
- Si “P valor” es < 0.05 , Se rechaza H_0 y se acepta H_a .

d) Establecer la región crítica.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada la H_a sea mayor ($>$), indica que la cola está orientada hacia la derecha y cuando H_a sea menor ($<$), indica que la cola va orientada hacia la izquierda, el nivel de confianza es de 95% con un rango de error $\alpha = 0.05$. En este caso tendrá una cola hacia la izquierda.

e) prueba estadística seleccionada.

Los resultados de la prueba T – Student nos arroja los siguiente:

Tabla 28

Prueba paramétrica T – Student para comparar concentración de la DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Concentración - DQO	T - Student para una muestra						
	Media	Desviación Estándar	95% intervalo de confianza de la diferencia		T Valor	g l	Sig. bilatera l (P valor)
			Inferior	Superior			
	163.60	41.362	112.24	214.96	-8.884	4	0.001

De la tabla, se puede observar que los 5 porcentajes de eficiencia de remoción procesados mediante la prueba paramétrica T – Student, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo la significancia bilateral P valor = 0.001 y es menor ($<$) al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde se menciona que la

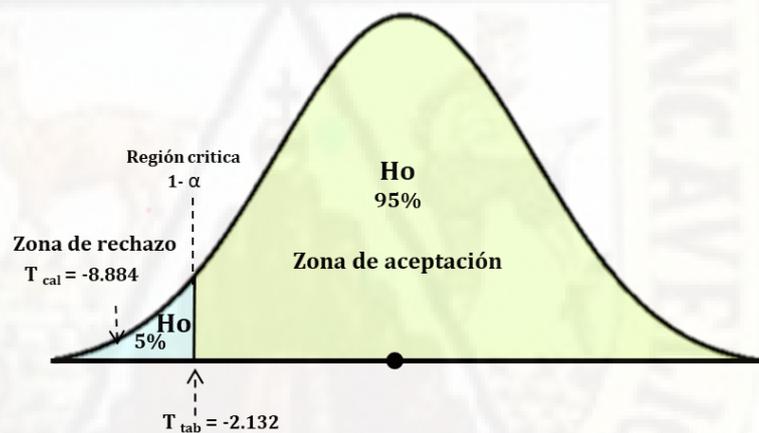
concentración de la DQO en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Para realizar la contrastación del resultado estadístico de la prueba paramétrica T Student se indica lo siguiente:

- T valor < T tabulado, se acepta Ho
- T valor > T tabulado, se rechaza Ho

Figura 37 Contrastación de hipótesis para comparar concentración de la DQO en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Contrastación de hipótesis para DQO con los LMP



En la figura se demuestra la contratación de la prueba de hipótesis obtenida por el estadístico T - Student en la cual el T valor es mayor al T tabulado de la tabla de T -Student.

f) Decisión estadística

De acuerdo a los cálculos del estadígrafo de la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alterna (Ha), ya que el P valor de la prueba paramétrica del estadístico de T - Student, obtuvo un valor $P = 0.001$ lo cual indica que se encuentra en la región crítica que rechaza la Ho, en el contraste de hipótesis se obtuvo que el T valor = -8.884 siendo este valor mayor al T tabulado de la tabla de T - Student $T_{tab} = 2.132$ cayendo estos

valores en la región de rechazo indicando que el T valor es mayor al T tabulado rechazando la H_0 y aceptando la H_a , lo tanto se puede afirmar que la concentración de DQO5 en el afluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM ya que los valores son inferiores a 200 mg/l.

4.1.5. Prueba de normalidad al objetivo específico para comparar pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Tabla 29

Prueba de normalidad para comparar el valor del pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

pH - Efluente	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.935	21	0.170

Para determinar si los datos obtenidos en la investigación presentan una distribución normal, se realizó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro - Wilk ya que la cantidad de muestras procesadas es menor a 50 datos (21 datos de pH en el efluente), en la teoría para determinar la normalidad de datos el P valor debe ser mayor a 0.05; como se muestra en la tabla, los resultados arrojados muestran que el nivel de significancia es superior a 0.05, por tanto se determina que los datos presentan una distribución normal y se debe aplicar una prueba paramétrica para una muestra.

Prueba de hipótesis para comparar pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

- a) Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo a la investigación.
 - **Formulación de hipótesis estadística del pH**

Ha: los resultados de pH en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Ha: $\mu \leq 8.5$ und de pH

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Ho: los resultados de pH en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará no cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Ho: $\mu > 8.5$ und de pH

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

b) Seleccionar un nivel de significancia o riesgo α .

El nivel de significancia asignada para trabajar la investigación es de 5%, es decir que $\alpha = 0.05$ lo que indica que el riesgo de error de la investigación no debe superar ese valor y el grado de confianza de la investigación es de 95%, es decir $1 - \alpha = 0.95$.

c) Seleccionar el estadígrafo de prueba adecuada.

Según los resultados del test de normalidad la investigación presenta una distribución normal de datos, por lo que se aplicará una prueba paramétrica para una muestra, el estadístico elegido es el “T de Student”, ya que queremos contrastar los valores de pH (P2 - Efluente) los datos son menores a 30, entonces se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

- Si “P valor” es > 0.05 , Se acepta H_0 y se rechaza H_a .
- Si “P valor” es < 0.05 , Se rechaza H_0 y se acepta H_a .

d) Establecer la región crítica.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada la H_a sea mayor ($>$), indica que la cola está orientada hacia la derecha y cuando H_a sea menor ($<$), indica que la cola va orientada hacia la izquierda, el nivel de confianza es de 95% con un rango de error $\alpha = 0.05$. En este caso tendrá una cola hacia la izquierda.

e) prueba estadística seleccionada.

Los resultados de la prueba T – Student nos arroja los siguiente

Tabla 30

Prueba paramétrica T – Student para comparar el valor del pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

pH – Efluente	T - Student para una muestra						
	Media	Desviación Estándar	95% intervalo de confianza de la diferencia		T Valor	gl	Sig. bilateral (P valor)
			Inferior	Superior			
	7.124	0.137	7.123	7.061	-23.7	20	0.001

De la tabla, se puede observar que los 21 datos de pH procesados mediante la prueba paramétrica T – Student, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo la significancia bilateral P valor = 0.001 y es menor ($<$) al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde se menciona que los valores de pH en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

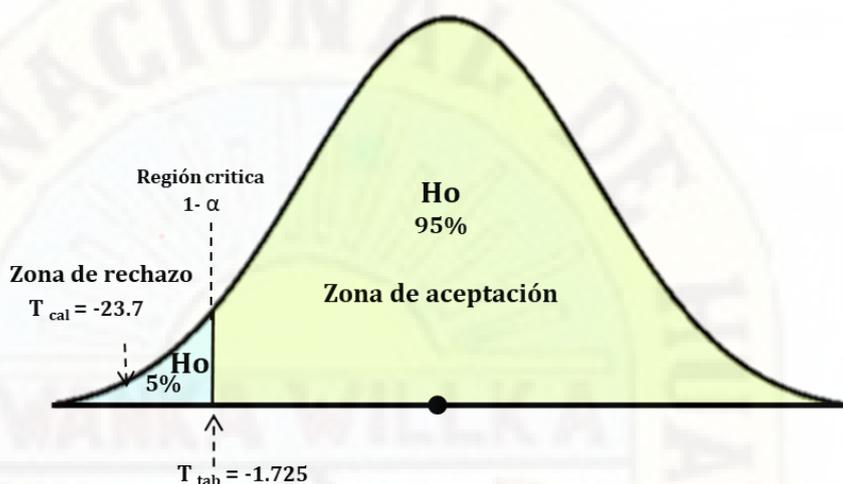
Para realizar la contrastación del resultado estadístico de la prueba paramétrica T Student se indica lo siguiente:

- T valor $<$ T tabulado, se acepta H_0
- T valor $>$ T tabulado, se rechaza H_0

Figura 38

Contrastación de hipótesis para comparar el valor de pH en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Contrastación de hipótesis para pH con los LMP



En la figura se demuestra la contrastación de la prueba de hipótesis obtenida por el estadístico T - Student en la cual el T valor es mayor al T tabulado de la tabla de T -Student.

f) Decisión estadística

De acuerdo a los cálculos del estadígrafo de la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), ya que el P valor de la prueba paramétrica del estadístico de T - Student, obtuvo un valor $P = 0.001$ lo cual indica que se encuentra en la región crítica que rechaza la H_0 , en el contraste de hipótesis se obtuvo que el T valor = -23.7 siendo este valor mayor al T tabulado de la tabla de T - Student $T_{tab} = -1.725$ cayendo estos valores en la región de rechazo indicando que el T valor es mayor al T tabulado rechazando la H_0 y aceptando la H_a , lo tanto se puede afirmar que los valores de pH en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM ya que los valores son inferiores a 8.5 unidades de pH.

4.1.6. Prueba de normalidad al objetivo específico para comparar temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Tabla 31

Prueba de normalidad para comparar el valor de la temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Temperatura - Efluente	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
	0.926	21	0.116

Para determinar si los datos obtenidos en la investigación presentan una distribución normal, se realizó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro - Wilk ya que la cantidad de muestras procesadas es menor a 50 datos (21 datos de temperatura en el efluente), en la teoría para determinar la normalidad de datos el P valor debe ser mayor a 0.05; como se muestra en la tabla, los resultados arrojados muestran que el nivel de significancia es superior a 0.05, por tanto se determina que los datos presentan una distribución normal y se debe aplicar una prueba paramétrica para una muestra.

Prueba de hipótesis para comparar temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

- a) Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo a la investigación.
 - **Formulación de hipótesis estadística de la temperatura**

Ha: los resultados de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

$$\mathbf{Ha: } \mu \leq 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

Ho: los resultados de temperatura en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará no cumple con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

$$\mathbf{Ho:} \mu > 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Según los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

b) Seleccionar un nivel de significancia o riesgo α .

El nivel de significancia asignada para trabajar la investigación es de 5%, es decir que $\alpha = 0.05$ lo que indica que el riesgo de error de la investigación no debe superar ese valor y el grado de confianza de la investigación es de 95%, es decir $1 - \alpha = 0.95$.

c) Seleccionar el estadígrafo de prueba adecuada.

Según los resultados del test de normalidad la investigación presenta una distribución normal de datos, por lo que se aplicará una prueba paramétrica para una muestra, el estadístico elegido es el “T de Student”, ya que queremos contrastar los valores de temperatura (P2 - Efluente) los datos son menores a 30, entonces se tendrá en cuenta el siguiente criterio:

- Si “P valor” es > 0.05 , Se acepta H_0 y se rechaza H_a .
- Si “P valor” es < 0.05 , Se rechaza H_0 y se acepta H_a .

d) Establecer la región crítica.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada la H_a sea mayor ($>$), indica que la cola está orientada hacia la derecha y cuando H_a sea menor ($<$), indica que la cola va orientada hacia la izquierda, el nivel de confianza es de 95% con un rango de error $\alpha = 0.05$. En este caso tendrá una cola hacia la izquierda.

e) prueba estadística seleccionada.

Los resultados de la prueba T – Student nos arroja los siguiente:

Tabla 32

Prueba paramétrica T – Student para comparar el valor de la temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

temperatura – Efluente	Media	Desviación Estándar	95% intervalo de confianza de la diferencia		T Valor	gl	Sig. bilateral (P valor)
			Inferior	Superior			
	11.819	0.711	11.49	12.14	-46.16	20	0.001

De la tabla, se puede observar que los los 21 datos de temperatura procesados mediante la prueba paramétrica T – Student, con un nivel de confianza del 95%, se obtuvo la significancia bilateral P valor = 0.001 y es menor ($<$) al nivel de significancia de 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde se menciona que los valores de temperatura en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM.

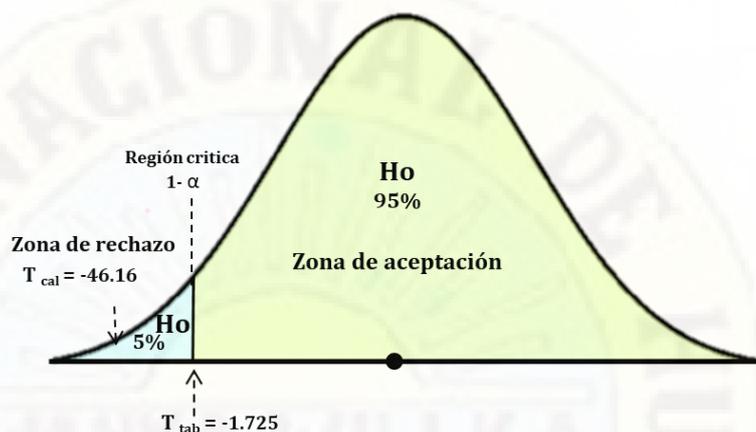
Para realizar la contrastación del resultado estadístico de la prueba paramétrica T Student se indica lo siguiente:

- T valor $<$ T tabulado, se acepta H_0
- T valor $>$ T tabulado, se rechaza H_0

Figura 39

Contrastación de hipótesis para comparar el valor de la temperatura en el efluente con los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM

Contrastación de hipótesis para Temperatura con los LMP



En la figura se demuestra la contratación de la prueba de hipótesis obtenida por el estadístico T - Student en la cual el T valor es mayor al T tabulado de la tabla de T -Student.

f) Decisión estadística

De acuerdo a los cálculos del estadígrafo de la prueba de hipótesis se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), ya que el P valor de la prueba paramétrica del estadístico de T - Student, obtuvo un valor $P = 0.001$ lo cual indica que se encuentra en la región crítica que rechaza la H_0 , en el contraste de hipótesis se obtuvo que el T valor = -46.16 siendo este valor mayor al T tabulado de la tabla de T – Student $T_{tab} = -1.725$ cayendo estos valores en la región de rechazo indicando que el T valor es mayor al T tabulado rechazando la H_0 y aceptando la H_a , lo tanto se puede afirmar que los valores de temperatura en el efluente no supera los LMP del DS. N° 003-2010-MINAM ya que los valores son inferiores a 35 °C.

4.2. Discusión de resultados

- ✓ Los resultados obtenidos para el objetivo principal en el parámetro de la DBO₅ en la Planta de tratamiento de agua residual domestica de Ayamachay ubicado en el distrito de Paucará nos permitió determinar la eficiencia de remoción en un sistema con tratamiento secundario, realizando un análisis de 42 muestras para este parámetro, 21 en el afluente y 21 en el efluente, a fin de determinar si la planta es eficaz en su tratamiento para su vertimiento en el cuerpo receptor, según el SINIA y NT. OS. 090 del RNE la eficiencia de remoción mínima en sistemas con tratamiento secundario es 50%. La PTAR de Ayamachay con sistema de filtro percolador tiene un porcentaje de eficiencia de remoción de 51.43% siendo eficiente; en comparación con Blanco y Guzmán (2020), implementaron una planta piloto de biodiscos como tratamiento secundario para agua residual doméstica, obtuvieron una remoción de DBO₅ de 72.87% cumpliendo con los límites para su descarga a un cuerpo de agua y resultando efectivo los biodiscos con un porcentaje de remoción mayor. Al igual que Cercado y Zande (2019) que evaluaron la concentración de DBO₅ en un humedal artificial de flujo subsuperficial como tratamiento secundario usando zeolita como lecho, el resultado de eficiencia remoción fue superior al 80 % llegando a la conclusión que el método utilizado con zeolita es eficiente para la remoción de contaminantes, También Quispe (2019), manifiesta que la eficiencia de una PTAR en Celendín para reducir la concentración de DBO₅ obtuvo como resultado que el sistema tiene una eficiencia de 83.32% en este parámetro, a diferencia de Fernández y Soria (2019) que determinaron la eficiencia en la PTAR de Jaén donde la remoción de la DBO₅ fue de 31.72% contando esta PTAR con falencias en la depuración de agua residual y no cumpliendo con la eficiencia mínima de tratamiento. En contraste con Achircana y Mestas (2019) evaluaron la eficiencia de un reactor combinado en una PTAR de Espinar donde la remoción de la DBO₅ fue de 85% cumpliendo con los porcentajes de

remoción mínimos de un sistema de tratamiento secundario, De igual modo Curasma y Sandoval (2019), evaluaron la eficiencia de remoción mediante la construcción de una planta piloto de biopelícula con Berro como tratamiento secundario para agua residual de tipo municipal, obteniendo que la remoción en el parámetro de DBO_5 es de 44.8% no cumpliendo con el porcentaje mínimo de remoción según el SINIA y NT. OS. 090 del RNE, al igual que Mendoza (2019) evaluó la eficiencia de remoción en 2 humedales artificiales, la remoción en el humedal artificial con aireación es de 0.30%, la eficiencia de remoción en el humedal tradicional es de 0.27% determinando que ninguno de estos dos sistemas como tratamiento secundario en aguas residuales cumple el porcentaje mínimo de remoción.

- ✓ Los resultados obtenidos para el parámetro de la DQO en la Planta de tratamiento de agua residual doméstica de Ayamachay nos permitió determinar la eficiencia de remoción en el sistema con filtro percolador, calculando el porcentaje de remoción de los resultados obtenidos del laboratorio acreditado Pacific Control, con 10 muestras analizadas del parámetro, 5 en afluente y 5 en el efluente, determinando si el sistema de filtro percolador es eficiente en la remoción de la DQO para su vertimiento en el cuerpo receptor, según el SINIA y NT. OS. 090 del RNE la eficiencia de remoción mínima en sistemas con tratamiento secundario es 50%. La PTAR de Ayamachay con sistema de filtro percolador tiene un porcentaje de eficiencia de remoción de la DQO de 51.59%, que en comparación con Cuadrado y Cuartas (2019), evaluaron la eficiencia de remoción de materia orgánica en un reactor de lodos activados en agua residual artificial obteniendo un porcentaje de remoción de 91.09% concluyendo de que el sistema proporciona excelentes porcentajes de remoción. al igual que Vargas y Turca (2016) en la evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica con un sistema de biorreactor de lecho móvil como tratamiento secundario, el cual estuvo alimentado por agua residual doméstica obteniendo una remoción de 77% a 88% afirmando que la

implementación de lecho móvil para el tratamiento de agua residual domestica da excelentes resultados, También Núñez (2019) evaluó la eficiencia de remoción en una PTAR en Cajamarca, obteniendo como resultado que el porcentaje de remoción en el parámetro de la DQO fue de 27.63% demostrando que el tratamiento que se aplica en las aguas residuales municipales es deficiente ya que se encuentran por debajo de los valores aceptables según la Norma Técnica de Edificación OS.090, en comparación con Rodríguez (2019) que determinó la eficiencia de un sistema de filtro biológico como tratamiento secundario obteniendo como resultado que la eficiencia de remoción del parámetro de la DQO es de 82.36% demostrando que el sistema de filtro biológico es eficiente para el tratamiento de aguas residuales, Del mismo modo Curasma y Sandoval (2019), evaluaron la eficiencia de remoción mediante la construcción de una planta piloto de biopelícula con Berro como tratamiento secundario para agua residual de tipo municipal, obteniendo como resultado que la remoción de la DQO es de 67% cumpliendo con el porcentaje mínimo de remoción resultando eficiente la implementación del sistema para la remoción del parámetro de DQO. Al igual que Castro (2018) evaluó la remoción de materia orgánica en un reactor UASB para agua residuales de tipo municipal obtenido la remoción de DQO máxima de 76.90% determinando que la oficina de remoción del reactor es óptimo para la remoción de materia orgánica.

- ✓ Con respecto a los objetivos específicos, los resultados de concentración de la DBO₅ en el efluente de la PTAR de Ayamachay en comparación con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM que para este parámetro el valor máximo es de 100 mg/l. en la PTAR la concentración de la DBO₅ presento un valor promedio de 72 mg/l, afirmando que el efluente cumple los LMP para el vertimiento de agua residual al cuerpo receptor (riachuelo de Horno Huaycco). De igual manera Quispe (2019) en la eficiencia de una PTAR en Celendín para reducir la

concentración de DBO_5 obtuvo como resultado que la concentración en el efluente de la PTAR fue de 41.03 mg/l cumpliendo con los Límites establecidos según el D.S N° 003-2010-MINAM. También Rodríguez (2019) que realizó la evaluación de eficiencia de un sistema de filtro biológico en Moyobamba como tratamiento secundario obtuvo una concentración de 100 mg/l de la DBO_5 en el efluente de la PTAR, cumpliendo con los límites establecidos, de igual modo Martínez (2016), que obtuvo la eficiencia de remoción de la DBO de la PTAR de Celendín, donde el valor de la concentración en el efluente de la PTAR fue 48.58 mg/l cumpliendo con los LMP requeridos para vertimientos a cuerpos de agua.

- ✓ En la planta de tratamiento de aguas residuales de Ayamachay del distrito de Paucará se analizó la DQO con 5 muestras en cada punto de muestreo (afluente y efluente) las cuales dieron resultado que serán comparadas con los límites máximos permisibles según el D.S.003_2010_MINAM que el dicho parámetro no debe superar los 200 mg/L de acuerdo a los objetivos específicos planteados, el tratamiento es secundario de tipo filtro percolador el cual nos da un resultado promedio de 161 mg/L de modo que está dentro de los LMP, al igual que nos menciona el investigador Quispe (2019) en la eficiencia de la planta de tratamiento de proceso biológico con laguna facultativa en Celendín, resultado la DQO con una concentración de 149.63 mg/l, en el que resulta siendo menor concentración que los LMP según D.S N° 003-2010-MINAM teniendo una mejor remoción. De forma semejante que Rodríguez (2019) que evaluó la eficiencia del filtro biológico de la PTAR del sector de Lomas, en él se obtuvo una concentración de DQO efluente 194 mg/L cumpliendo con los LMP. También como Achircana y Mestas (2019) con la evaluación de eficiencia de un reactor combinado en Espinar, con un reactor anaeróbico de flujo ascendente y un filtro anaeróbico de flujo ascendente, resultando con un 56 mg/l de DQO siendo menor a los LMP. En cambio el investigador Medina (2018) evaluó las lagunas de estabilización de la PTAR de Rio Seco en el cual resulto la DQO en efluente una concentración

de 1170 mg/L el cual supera los límites máximos permisibles según el DS 003-2010-MINAM, siendo ineficiente en la remoción de este parámetro, Así mismo los autores Ancalle y Ledesma (2020) que caracterizaron el agua residual de la PTAR el distrito de Yauli obteniendo como resultado que las concentraciones de DQO están entre 97 mg/L a 168mg/L siendo estos menores que los límites máximos permisibles.

- ✓ En la investigación que se dio en el distrito de Paucara de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ayamachay se analizó el parámetro del pH como control, el cual es importante para el análisis de DBO_5 , dio como resultado que se encuentra entre 6.9-7.9 las cuales también se compararon con los límites máximos permisibles según el D.S. 003_2010_ MINAM en cual nos dice que debe estar dentro de este rango 6.5-8.5 de pH, en este caso se cumple con estos estándares. Coincidiendo con las investigaciones de Vargas y Turca (2016) quien obtuvo la eficiencia de remoción de materia orgánica con un biorreactor de Lecho Móvil alimentado por agua residual doméstica, en el cual se aplicaron un diferentes tipos de espesor de soportes plásticos obteniendo diferenciaciones formidables en el pH conservando un promedio de 6.5 -7.5, Así mismo Núñez (2019) quien evaluó el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca en el que también dio alternativas de mejora las cuales de resultaron entre 7.03-7.93, También Achircana y Mestas (2019) quien aplico un reactor combinado en el tratamiento de aguas residuales quien obtuvo valores de 7.12 de pH que está dentro de los LMP, de igual forma el investigador Medina (2018) quien utilizo lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales en la ciudad La Joya obtuvo valores de 8.05 en el afluente y 7.67 en el efluente. El autor Castro (2018) trabajo con un reactor anaeróbico de manto de lodos obteniendo un promedio de 7.38 pH en punto A y 7.61 en el punto B.

- ✓ Se realizó como parámetro de control en la planta tratamiento de filtro percolador de aguas residuales de Ayamachay la temperatura en el que se analizó el punto P1 – afluente (entrada de agua residual a la planta de

tratamiento) y P2 –efluente (punto de descarga al cuerpo receptor – riachuelo Horno Huaycco) presento los valores de 11.4°C y 11.8°C los cuales están dentro de los límites máximos permisibles el que indica que debe ser menor de 35°C para los efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual según el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. En el cual Cuadrado y Cuartas (2019) en la eficiencia de remoción materia orgánica con un reactor de lodos activados en el tratamiento agua residual artificial en el lugar de Villavicencio se obtiene una temperatura media de 28.65°C, este es mayor debido a que el lugar de ejecución es más cálido y el tipo de tratamiento en un reactor de lodos activados funciona con temperaturas altas. Así mismo Gálvez (2013) en la eficiencia de PTAR de San Lucas Sacatepéquez resulto la temperatura desde 18°C a 25°C la variaciones de temperatura se da por las al lugar y altitud, De igual manera con el autor Quispe (2019) que determino la eficiencia de planta de tratamiento de aguas residuales de Celendín con un proceso biológico de laguna facultativa, la T° nos da como resultado 13°C en el afluente y 14°C en el efluente que se encuentra dentro de los LMP según D.S N° 003-2010-MINAM. Asi mismo Rodriguez (2019) que evaluó la eficiencia el filtro biológico en el tratamiento de aguas residuales en Lomas, Moyobamaba en el cual tuvo un resultado promedio de 26°C que cumple con los LMP, también los autores de Ancalle y Ledesma (2020) realizaron la caracterización de aguas de la PTAR de Yauli que obtuvieron un T° max de 21.6° y min 19°C quienes está dentro de los límites máximos permisible, Curasma y Sandoval (2019) emplearon un sistema integrado biopelícula y fitorremediación en el tratamiento de aguas residuales se obtuvo un resultado de T° de 12.7°C, siendo similar a nuestro resultado porque tiene las mismas características el lugar con el de Paucará. del mismo modo Mendoza (2019) quien aplicando humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en cual resultaron con valor min de 12.2°C y valor max 16.7°C y así teniendo un valor medio de 14.8°C, por lo cual es muy importante la temperatura para el desarrollo de la actividad microbiana y así mismo para la eficiencia de remoción.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se alcanzó en la presente investigación fueron las siguientes:

- ✓ La planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador de Paucara, obtuvo un porcentaje de eficiencia de remoción de la DBO₅ de 51.34% y un porcentaje de eficiencia de remoción de la DQO de 51.59%, superando la remoción mínima estipulada en la NTP. OS 090 del RNE y Romero.
- ✓ La concentración del parámetro de la DBO₅ en el efluente de la PTAR de filtro percolador presentó una concentración promedio de 72 mg/l cumpliendo con el valor máximo de 100 mg/l de los LMP establecidos según el D.S N° 003-2010-MINAM.
- ✓ La concentración del parámetro de la DQO en el efluente de la PTAR de filtro percolador presentó una concentración promedio de 165 mg/l cumpliendo con el valor máximo de 200 mg/l de los LMP establecidos según el D.S N° 003-2010-MINAM.
- ✓ El valor del potencial de hidrógeno que se obtuvo en el efluente de la PTAR de filtro percolador presentó un valor promedio de 7.3 unidades de pH cumpliendo con el valor entre 6.5 y 8.5 unidades de pH de los LMP establecidos según el D.S N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Para la temperatura se obtuvo el valor medio de 11.8°C lo cual cumple los límites máximos permisibles de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que es menor de 35°C.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Paucará a través del área encargada de la administración de la PTAR (ATM), realice evaluaciones de calidad de agua residual de manera continua para determinar su calidad.
- ✓ Se recomienda que los administradores de la planta de tratamiento de aguas residuales de Paucara tomen más interés y capaciten al personal de operación en cada unidad del sistema de tratamiento de manera constante, y brinden las herramientas y los EPP adecuadas para el mantenimiento respectivos.
- ✓ Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Paucará a través del área encargada de la administración de la PTAR (ATM), deben de modificar el diseño de la PTAR para tratar el caudal de agua residual en épocas de avenida, ya que actualmente se encuentra una solución provisional improvisada.
- ✓ Se recomienda realizar el mantenimiento a cada unidad, cambio de lecho filtrante, y cambiar de accesorios de cada componente de la planta puesto que a largo plazo se presentar deterioro del sistema y menor eficiencia por el incremento de caudal con mayor carga orgánica, ya que el crecimiento de la población aumenta y el sistema se encuentra deteriorado.
- ✓ Que los futuros investigadores tomen como antecedente para mejorar la tecnología, el diseño, la operación y el mantenimiento, entre otras características que aporten a la población y su calidad de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achircana, P., & Mestas, A. (2019). *Evaluación de la eficiencia de un reactor combinado Raza-Fafa en el tratamiento de aguas residuales municipales en la localidad de Espinar – Cusco*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Amarildo, E. (2011). *Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.
- Ancalle, C., & Ledesma, W. (2020). *Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli – Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Arango, A. (2018). *Crisis Mundial del Agua*. Corporación Universitaria Lasallista.
- Blanco, G., & Guzmán, P. (2020). *Implementación de una planta piloto usando biodiscos para la remoción de la DBO₅ en un agua residual doméstica*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Blas, A. (2018). *Determinación y mejoramiento de la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia – departamento de Huánuco*. Huaraz: Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”.
- Castro, J. (2018). *Evaluación de la remoción de materia orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de aguas residuales del camal municipal de Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Cercado, J., & Zande, J. (2019). *Evaluación del comportamiento de la DBO y DQO en el agua residual doméstica usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con Lecho de Zeolita*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocaferte de Guayaquil.
- Cornejo, D. (2015). *Determinación de la eficiencia de remoción de la DBO de agua residual doméstica mediante la utilización de un biofiltro de piedra pómez*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Coulson, J., & Richardson, J. (2003). *Ingeniería Química Operaciones Básicas*. España: Editorial Reverte S.A.
- Cuadrado, J. P., & Cuartas, C. H. (2019). *Evaluación experimental de la eficiencia de remoción de materia orgánica en un reactor de lodo activados a escala piloto, alimentado con agua residual artificial, a partir de un aumento de presión en el sistema*. Villavicencio: Universidad Santo Tomás.

- Curasma , M., & Sandoval, E. (2019). *Evaluación de la eficiencia de un sistema integrado de biopelícula y fitorremediación con Nasturtium Officinale (Berro) para el tratamiento de agua residual municipal en Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Espinoza, A. (2017). *Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual doméstica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Galvez, C. (2013). *Eficiencia de la planta de tratamiento de agua residual de San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Hernández , R., Fernández, C., & Baptista , M. (2014). *Metodología de la investigación* . México D.F.: McGRAW-HILL.
- Izquierdo, J., & Izquierdo, M. (2004). *Cinética de las reacciones químicas*. Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.
- Larios, F., Gonzalez, C., & Morales, Y. (2015). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Lazcano, C. (2016). *Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Lopez, C., Buitron, G., García, H., & Cervantes, F. (2017). *Tratamiento biológico de las aguas residuales: principios, modelación y diseño*. IWA Publishing.
- Lopez, S., & Martin, S. (2015). *Depuración de aguas residuales*. España: Editorial Elearning S.L.
- Marín , A., & Osés, M. (2013). *Manual de procedimientos*. Jalisco: Comisión estatal del agua de Jalisco.
- Martinez, M. (2016). *Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendín*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Medina, M. (2018). *Evaluación y rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de estabilización del sector 'Río Seco', distrito de La Joya, provincia de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Mendoza, J. (2019). *Eficiencia de remoción de la materia orgánica de aguas residuales mediante el tratamiento de dos humedales artificiales en la estación experimental agraria Callqui – Huancavelica*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

- Muñoz, K., & Vasquez, M. (2020). *Estudio de la eficiencia del tratamiento d aguas reiduales omesticas con humedales artificals e cinco especies de macrofitas*. Cajamarca: Universidad privada del norte.
- NTP. OS.090 RNE. (Mayo de 23 de 2006). Plantas de tratamiento de aguas residuales. *NORMA OS.090*, págs. 84-104.
- Núñez, M. (2019). *Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba – Cajamarca. Alternativas para mejorar su tratamiento*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ñaupas, H., Mejía , E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación* . Bogotá: Ediciones de la U.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Instrumentos basicos para la fizcalizacion ambiental*. Lima: Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental.
- Organización Mundial de la Salud. (14 de Junio de 2014). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/es/
- Pardo, J. (12 de julio de 2019). *PUCP*. Obtenido de Clima de cambios PUCP: <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/las-aguas-residuales-generan-sustancias-que-danan-el-medio-ambiente/>
- Pauline, D. (1998). *Principios de ingeniería de los bioprocesos*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Quispe, F. (2019). *Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la reducción de la demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno en Celendín – Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca .
- Ramalho, R. (2000). *Tratamiento de aguas residuales* . Barcelona, Buenos Aires, Bogotá, Caracas, México: Editorial Reverté S.A.
- Rodríguez, H. (13 de marzo de 2017). *iagua*. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Rodriguez, N. (2019). *Evaluación de la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas, sector Las Lomas, Moyobamba, 2015 – 2016*. Moyobamaba: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

- Romero, J. (2016). *Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela colombiana de Ingeniería.
- Salgado, C. (2018). *Manual de investigación, teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa 2018*. Lima: Universidad Marcelino Champagnat.
- Sánchez, A. (2011). *Conceptos basicos de gestion ambiental y desarrollo sustentable* . Mexico: S y G editores.
- SINIA. (2015). *Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales parte 2*. LIMA: MINISTERIO DEL AMBIENTE.
- Soria, P., & Fernández, G. (2019). *Eficiencia de la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de la provincia de Jaén*. Chiclayo: Universidad de Lambayeque.
- SUNASS. (2018). *Plantas de tratamiento de aguas residuales en el ambito de operacion de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento*. Lima: Tarea Asociacion Grafica Educativa.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Mexico D.F.: Limusa.
- Trapote , A. (2011). *Depuracion de aguas residuales* . Madrid: Universidad de Alicante .
- Valderrama, S. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* . Lima: San Marcos.
- Vargas, O., & Turca, J. (2016). *Comportamiento de la eficiencia de remoción de materia orgánica en un biorreactor de Lecho Móvil alimentado con agua residual doméstica, con la variación del volumen del Lecho*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Wagner, T. (1993). *Contaminacion, causas y efectos*. Mexico: Ediciones Gernika, S.A.
- Zanabria, D. (2006). *Conductividad en aguas por el metodo electrometrico*. Colombia: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-Ministerio del ambiente, vivineda y desarrollo social.

APÉNDICE

Apéndice 1

Matriz de consistencia



Tabla 33

Matriz de consistencia

Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del distrito de Paucará					
Problema	Objetivo	Hipotesis	Variables e indicadores	Metodología	Técnicas e instrumentos
¿Cuál es la eficiencia de remoción de DBO ₅ y DQO en la planta de tratamiento de agua residuales de filtro percolador del distrito de Paucará?	Determinar la eficiencia de remoción de DBO ₅ y DQO en la planta de tratamiento de agua residual del distrito de filtro percolador del Paucará	La eficiencia de remoción de DBO ₅ y DQO en la planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador del distrito de Paucará es 50%.	Variable 1: Eficiencia de remoción de DBO ₅ y DQO Indicador: -% Remoción DBO ₅ -% Remoción DQO	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Descriptiva Diseño: Longitudinal de tendencia  M: muestra de agua residual en P1-P2 O: observación de la muestra	Técnicas: Las técnicas empleadas en la investigación serán: - Observación - Muestreo Instrumentos: Ecuación para la determinación de eficiencia para DBO ₅ y DQO (Trapote , 2011) sistema de medición DBO BD 600 LoviBond Análisis en laboratorio acreditado
Objetivos específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable 2:	Método general:	
¿Cuál es la concentración de DBO ₅ en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?	Determinar y comparar la concentración de la DBO ₅ del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.	La concentración de la DBO ₅ en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.	Planta de tratamiento de agua residual de filtro percolador de Paucará Indicador: Concentración de DBO ₅ Concentración de DQO	Población: Aguas residuales municipales del distrito de Paucará Muestra:	sistema de medición DBO BD 600 LoviBond Análisis en laboratorio acreditado -Ficha de diagnostico -Fichas de parámetros de campo
¿Cuál es la concentración de DQO en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación	Determinar y comparar la concentración de la DQO del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con	La concentración de la DQO en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple			

con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?	los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.	con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.	pH (potencial de hidrogeno) T °C (temperatura)	2 Puntos de monitoreo de entrada y salida de la PTAR de Paucará	-Fichas de parámetros de campo -Cadena de custodia -Ficha de etiquetado -cuaderno de apuntes
¿Cuál es el valor de pH en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?	Determinar y comparar los valores de pH del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.	Los valores de temperatura en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.		Muestreo: Muestreo no probabilístico intencional	
¿Cuál es el valor de la Temperatura en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, en comparación con los LMP establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM?	Determinar y comparar los valores de temperatura del efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.	Los valores de pH en el efluente de la PTAR de filtro percolador del distrito de Paucará, no cumple con los LMP establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM.			

Apéndice 2

Ficha de resultados de la Demanda Bioquímica de oxígeno en el sistema de medición DBO BD 600

Tabla 34

Resultados de la DBO₅ en el sistema de medición DBO BD 600

Ficha de resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el sistema de medición DBO BD 600 en laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica									
Proyecto:	“EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR DEL DISTRITO DE PAUCARÁ”								
Responsable monitoreo	Ccente Rojas Anais Esthefany Huayllani Condor Ingrid Nikol	Parámetro	DBO ₅	Ficha : N°	001	Altitud:	3710 msnm		
Ubicación de la PTAR:	PTAR de Ayamachay Paucará –Acobamba – Huancavelica	Coordenadas	534357.68 m E 8590947.86 m S		Zona:	18 L			
Fecha de monitoreo	Hora de muestro	Fecha de incubación	Hora de incubación	Fecha de medición	Código	P1 Afluente	P2 Efluente	Eficiencia de remoción	Preservante
17/05/2021	3:15 p. m.				M-1	142	66	53.5	Ninguno
18/05/2021	12:40 p. m.	19/05/2021	1:07 p. m.	24.05.2023	M-2	153	75	51.0	Ninguno
19/05/2021	9:07 a. m.				M-3	149	69	53.7	Ninguno
24/05/2021	4:17 p. m.				M-4	138	59	57.2	Ninguno
25/05/2021	1:15 p. m.	26/05/2021	1:21 p. m.	31/05/2021	M-5	162	73	54.9	Ninguno
26/05/2021	8:36 a. m.				M-6	140	67	52.1	Ninguno
31/05/2021	3:32 p. m.				M-7	146	77	47.3	Ninguno
01/06/2021	12:40 p. m.	02/06/2021	12:59 p. m.	07/06/2021	M-8	156	80	48.7	Ninguno
02/06/2021	9:07 a. m.				M-9	143	75	47.6	Ninguno
07/06/2021	4:17 p. m.				M-10	152	78	48.7	Ninguno
08/06/2021	12:15 p. m.	09/06/2021	1:27 p. m.	14/06/2021	M-11	137	69	49.6	Ninguno
09/06/2021	9:36 a. m.				M-12	139	64	54.0	Ninguno
14/06/2021	3:15 p. m.				M-13	153	71	53.6	Ninguno
15/06/2021	12:40 p. m.	16/06/2021	1:19 p. m.	21/06/2021	M-14	139	71	48.9	Ninguno
16/06/2021	9:07 a. m.				M-15	144	75	47.9	Ninguno
21/06/2021	4:17 p. m.				M-16	148	70	52.7	Ninguno
22/06/2021	1:19 p. m.	23/06/2021	1:32 p. m.	29/06/2021	M-17	163	81	50.3	Ninguno
23/06/2021	8:36 a. m.				M-18	154	78	49.4	Ninguno
28/06/2021	3:15 p. m.				M-19	147	73	50.3	Ninguno
29/06/2021	12:40 p. m.	30/06/2021	1:36 p. m.	07/07/2021	M-20	144	71	50.7	Ninguno
30/06/2021	8:37 a. m.				M-21	141	62	56.0	Ninguno

Apéndice 3

Ficha de resultados de la Demanda Química de oxígeno

Tabla 35
Resultados de la DQO

Ficha de resultados de la Demanda Química de Oxígeno en el laboratorio Pacific Control							
Proyecto:		“EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR DEL DISTRITO DE PAUCARÁ”					
Responsable de monitoreo	Ccente Rojas Anais Esthefany Huayllani Condor Ingrid Nikol	Parámetro	DBO ₅	Ficha : N°	002	Altitud:	3710 msnm
Ubicación de la PTAR:	PTAR de Ayamachay Paucará –Acobamba – Huancavelica			Coordenadas	534357.68 m E 8590947.86 m S	Zona:	18 L
Fecha de monitoreo	Hora de muestreo	Fecha de medición	Código	P1- Afluente	P2 - Efluente	Eficiencia de remoción	Preservante
01/06/2021	11:15	04/06/2021	M-1	270	133	50.7	H ₂ SO ₄
08/06/2021	10:07	15/06/2021	M-2	490	227	53.7	H ₂ SO ₄
15/06/2021	11:09	22/06/2021	M-3	256	127	50.4	H ₂ SO ₄
22/06/2021	10:00	25/06/2021	M-4	345	166	51.9	H ₂ SO ₄
29/06/2021	09:30	05/07/2021	M-5	318	155	51.3	H ₂ SO ₄

Apéndice 4

Ficha de resultados de pH y temperatura

Tabla 36
Resultados de pH

Ficha de resultados de pH en la PTAR de filtro percolador de Paucará					
Proyecto: “EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR DEL DISTRITO DE PAUCARÁ”					
Responsable de monitoreo	Ccente Rojas Anais Esthefany Huayllani Condor Ingrid Nikol	temperatura	Ficha: N° 003	Altitud: 3710 msnm	
Ubicación de la PTAR:	PTAR de Ayamachay Paucará –Acobamba – Huancavelica	Coordenadas	534357.68 m E 8590947.86 m S	Zona: 18 L	
Fecha de monitoreo	Hora de muestreo	Código	P1- Afluente	P2 - Efluente	
17/05/2021	3:15 p. m.	M-1	6.9	7.9	
18/05/2021	12:40 p. m.	M-2	7.3	7.2	
19/05/2021	9:07 a. m.	M-3	7.2	7.9	
24/05/2021	4:17 p. m.	M-4	7.5	7.3	
25/05/2021	1:15 p. m.	M-5	7.1	6.9	
26/05/2021	8:36 a. m.	M-6	7.2	7.1	
31/05/2021	3:32 p. m.	M-7	7.3	7.2	
01/06/2021	12:40 p. m.	M-8	7.4	7.1	
02/06/2021	9:07 a. m.	M-9	7.5	7.3	
07/06/2021	4:17 p. m.	M-10	7.4	7.2	
08/06/2021	12:15 p. m.	M-11	7.1	7.5	
09/06/2021	9:36 a. m.	M-12	6.9	7.7	
14/06/2021	3:15 p. m.	M-13	7.1	6.9	
15/06/2021	12:40 p. m.	M-14	7.3	7.2	
16/06/2021	9:07 a. m.	M-15	7.0	6.9	
21/06/2021	4:17 p. m.	M-16	7.4	7.1	
22/06/2021	1:19 p. m.	M-17	7.3	7.2	
23/06/2021	8:36 a. m.	M-18	7.4	7.2	
28/06/2021	3:15 p. m.	M-19	7.2	7.1	
29/06/2021	12:40 p. m.	M-20	7.5	7.4	
30/06/2021	8:37 a. m.	M-21	7.3	7.2	

Tabla 37
Resultados de temperatura

Ficha de resultados de temperatura en la PTAR de filtro percolador de Paucará				
Proyecto:	“EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR DEL DISTRITO DE PAUCARÁ”			
Responsable de monitoreo	Ccente Rojas Anais Esthefany	temperatura	Ficha: N°	Altitud:
Ubicación de la PTAR:	Huayllani Condor Ingrid Nikol	Coordenadas	003	3710 msnm
	PTAR de Ayamachay Paucará –Acobamba – Huancavelica		534357.68 m E	Zona:
			8590947.86 m S	18 L
Fecha de monitoreo	Hora de muestreo	Código	P1- Afluente	P2 - Efluente
17/05/2021	3:15 p. m.	M-1	11.7	12.5
18/05/2021	12:40 p. m.	M-2	12.2	12.9
19/05/2021	9:07 a. m.	M-3	11.5	11.9
24/05/2021	4:17 p. m.	M-4	12.7	13.2
25/05/2021	1:15 p. m.	M-5	12.8	13.2
26/05/2021	8:36 a. m.	M-6	11.8	12.5
31/05/2021	3:32 p. m.	M-7	10.6	10.9
01/06/2021	12:40 p. m.	M-8	11.7	11.9
02/06/2021	9:07 a. m.	M-9	10.9	11.3
07/06/2021	4:17 p. m.	M-10	11.1	11.7
08/06/2021	12:15 p. m.	M-11	12.1	12.4
09/06/2021	9:36 a. m.	M-12	11.5	11.8
14/06/2021	3:15 p. m.	M-13	11.1	11.5
15/06/2021	12:40 p. m.	M-14	10.7	11.2
16/06/2021	9:07 a. m.	M-15	10.9	11.4
21/06/2021	4:17 p. m.	M-16	10.4	10.8
22/06/2021	1:19 p. m.	M-17	10.7	11.3
23/06/2021	8:36 a. m.	M-18	10.6	11.1
28/06/2021	3:15 p. m.	M-19	11.4	11.7
29/06/2021	12:40 p. m.	M-20	11.2	11.6
30/06/2021	8:37 a. m.	M-21	10.9	11.4

Apéndice 5

Base de datos del sistema de medición DBO BD 600

Tabla 38

Base de datos del sistema de medición DBO BD 600

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 24/05/2021							
Afluyente				Efluyente			
Posición de frasco:	1			Posición de frasco:	2		
ID cabezal:	2018-05-00089			ID cabezal:	2018-05-00083		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	19.5.2021	16:13:00	0	0	19.5.2021	16:13:11	0
1	19.5.2021	17:13:00	3	1	19.5.2021	17:13:11	2
2	19.5.2021	18:13:00	4	2	19.5.2021	18:13:11	6
3	19.5.2021	19:13:00	7	3	19.5.2021	19:13:11	9
4	19.5.2021	20:13:00	10	4	19.5.2021	20:13:11	10
5	19.5.2021	21:13:00	15	5	19.5.2021	21:13:11	13
6	19.5.2021	22:13:00	21	6	19.5.2021	22:13:11	16
7	19.5.2021	23:13:00	25	7	19.5.2021	23:13:11	17
8	20.5.2021	00:13:00	29	8	20.5.2021	00:13:11	19
9	20.5.2021	01:13:00	32	9	20.5.2021	01:13:11	20
10	20.5.2021	02:13:00	36	10	20.5.2021	02:13:11	23
11	20.5.2021	03:13:00	36	11	20.5.2021	03:13:11	24
12	20.5.2021	04:13:00	41	12	20.5.2021	04:13:11	26
13	20.5.2021	05:13:00	45	13	20.5.2021	05:13:11	28
14	20.5.2021	06:13:00	52	14	20.5.2021	06:13:11	29
15	20.5.2021	07:13:00	57	15	20.5.2021	07:13:11	31
16	20.5.2021	08:13:00	61	16	20.5.2021	08:13:11	33
17	20.5.2021	09:13:00	66	17	20.5.2021	09:13:11	35
18	20.5.2021	10:13:00	70	18	20.5.2021	10:13:11	36
19	20.5.2021	11:13:00	73	19	20.5.2021	11:13:11	38
20	20.5.2021	12:13:00	75	20	20.5.2021	12:13:11	40
21	20.5.2021	13:13:00	79	21	20.5.2021	13:13:11	41
22	20.5.2021	14:13:00	81	22	20.5.2021	14:13:11	42
23	20.5.2021	15:13:00	83	23	20.5.2021	15:13:11	43
24	20.5.2021	16:13:00	88	24	20.5.2021	16:13:11	45
25	20.5.2021	18:13:00	91	25	20.5.2021	18:13:11	46
26	20.5.2021	20:13:00	94	26	20.5.2021	20:13:11	48
27	20.5.2021	22:13:00	97	27	20.5.2021	22:13:11	48
28	21.5.2021	00:13:00	101	28	21.5.2021	00:13:11	51
29	21.5.2022	02:13:00	105	29	21.5.2021	02:13:11	52
30	21.5.2021	04:13:00	108	30	21.5.2021	04:13:11	53
31	21.5.2021	06:13:00	114	31	21.5.2021	06:13:11	55
32	21.5.2021	08:13:00	118	32	21.5.2021	08:13:11	56
33	21.5.2021	10:13:00	120	33	21.5.2021	10:13:11	57
34	21.5.2021	12:13:00	123	34	21.5.2021	12:13:11	59
35	21.5.2021	14:13:00	125	35	21.5.2021	14:13:11	61
36	21.5.2021	16:13:00	129	36	21.5.2021	16:13:11	63
37	22.5.2021	16:13:00	133	37	22.5.2021	16:13:11	63
38	23.5.2021	16:13:00	139	38	23.5.2021	16:13:11	64
39	24.5.2021	16:13:00	142	39	24.5.2021	16:13:00	66

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 24/05/2021							
Afluyente				Efluyente			
Posición de frasco:	3			Posición de frasco:	4		
ID cabezal:	2018-05-00082			ID cabezal:	2018-05-00095		

Rango de medición:	0-200 mg/l	Rango de medición:	0-200 mg/l
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.	Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.
Duración de medición:	5 días	Duración de medición:	5 días
Medición en curso:	39/39	Medición en curso:	39/39

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	19.5.2021	16:13:24	0	0	19.5.2021	16:14:01	0
1	19.5.2021	17:13:24	5	1	19.5.2021	17:14:01	1
2	19.5.2021	18:13:24	8	2	19.5.2021	18:14:01	3
3	19.5.2021	19:13:24	12	3	19.5.2021	19:14:01	4
4	19.5.2021	20:13:24	14	4	19.5.2021	20:14:01	5
5	19.5.2021	21:13:24	17	5	19.5.2021	21:14:01	5
6	19.5.2021	22:13:24	23	6	19.5.2021	22:14:01	6
7	19.5.2021	23:13:24	29	7	19.5.2021	23:14:01	7
8	20.5.2021	00:13:24	31	8	20.5.2021	00:14:01	8
9	20.5.2021	01:13:24	31	9	20.5.2021	01:14:01	8
10	20.5.2021	02:13:24	31	10	20.5.2021	02:14:01	9
11	20.5.2021	03:13:24	37	11	20.5.2021	03:14:01	9
12	20.5.2021	04:13:24	40	12	20.5.2021	04:14:01	12
13	20.5.2021	05:13:24	45	13	20.5.2021	05:14:01	12
14	20.5.2021	06:13:24	48	14	20.5.2021	06:14:01	13
15	20.5.2021	07:13:24	50	15	20.5.2021	07:14:01	15
16	20.5.2021	08:13:24	56	16	20.5.2021	08:14:01	16
17	20.5.2021	09:13:24	59	17	20.5.2021	09:14:01	17
18	20.5.2021	10:13:24	60	18	20.5.2021	10:14:01	17
19	20.5.2021	11:13:24	63	19	20.5.2021	11:14:01	18
20	20.5.2021	12:13:24	63	20	20.5.2021	12:14:01	19
21	20.5.2021	13:13:24	64	21	20.5.2021	13:14:01	19
22	20.5.2021	14:13:24	65	22	20.5.2021	14:14:01	19
23	20.5.2021	15:13:24	70	23	20.5.2021	15:14:01	20
24	20.5.2021	16:13:24	76	24	20.5.2021	16:14:01	20
25	20.5.2021	18:13:24	79	25	20.5.2021	18:14:01	23
26	20.5.2021	20:13:24	82	26	20.5.2021	20:14:01	25
27	20.5.2021	22:13:24	83	27	20.5.2021	22:14:01	27
28	21.5.2021	00:13:24	84	28	21.5.2021	00:14:01	27
29	21.5.2021	02:13:24	88	29	21.5.2021	02:14:01	29
30	21.5.2021	04:13:24	93	30	21.5.2021	04:14:01	31
31	21.5.2021	06:13:24	97	31	21.5.2021	06:14:01	35
32	21.5.2021	08:13:24	106	32	21.5.2021	08:14:01	39
33	21.5.2021	10:13:24	113	33	21.5.2021	10:14:01	43
34	21.5.2021	12:13:24	119	34	21.5.2021	12:14:01	48
35	21.5.2021	14:13:24	126	35	21.5.2021	14:14:01	53
36	21.5.2021	16:13:24	131	36	21.5.2021	16:14:01	55
37	22.5.2021	16:13:24	136	37	22.5.2021	16:14:01	69
38	23.5.2021	16:13:24	148	38	23.5.2021	16:14:01	71
39	24.5.2021	16:13:00	153	39	24.5.2021	16:13:00	75

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 24/05/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5	Posición de frasco:	6				
ID cabezal:	2018-05-00096	ID cabezal:	2018-05-00206				
Rango de medición:	0-200 mg/l	Rango de medición:	0-200 mg/l				
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.	Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.				
Duración de medición:	5 días	Duración de medición:	5 días				
Medición en curso:	39/39	Medición en curso:	39/39				

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	19.5.2021	16:13:46	0	0	19.5.2021	16:14:23	0
1	19.5.2021	17:13:46	5	1	19.5.2021	17:14:23	5
2	19.5.2021	18:13:46	9	2	19.5.2021	18:14:23	7
3	19.5.2021	19:13:46	11	3	19.5.2021	19:14:23	9
4	19.5.2021	20:13:46	14	4	19.5.2021	20:14:23	12

5	19.5.2021	21:13:46	17	5	19.5.2021	21:14:23	15
6	19.5.2021	22:13:46	20	6	19.5.2021	22:14:23	16
7	19.5.2021	23:13:46	23	7	19.5.2021	23:14:23	20
8	20.5.2021	00:13:46	24	8	20.5.2021	00:14:23	22
9	20.5.2021	01:13:46	26	9	20.5.2021	01:14:23	23
10	20.5.2021	02:13:46	28	10	20.5.2021	02:14:23	25
11	20.5.2021	03:13:46	31	11	20.5.2021	03:14:23	28
12	20.5.2021	04:13:46	34	12	20.5.2021	04:14:23	29
13	20.5.2021	05:13:46	38	13	20.5.2021	05:14:23	30
14	20.5.2021	06:13:46	41	14	20.5.2021	06:14:23	32
15	20.5.2021	07:13:46	42	15	20.5.2021	07:14:23	33
16	20.5.2021	08:13:46	46	16	20.5.2021	08:14:23	34
17	20.5.2021	09:13:46	48	17	20.5.2021	09:14:23	35
18	20.5.2021	10:13:46	54	18	20.5.2021	10:14:23	35
19	20.5.2021	11:13:46	55	19	20.5.2021	11:14:23	36
20	20.5.2021	12:13:46	56	20	20.5.2021	12:14:23	37
21	20.5.2021	13:13:46	59	21	20.5.2021	13:14:23	38
22	20.5.2021	14:13:46	62	22	20.5.2021	14:14:23	39
23	20.5.2021	15:13:46	63	23	20.5.2021	15:14:23	41
24	20.5.2021	16:13:46	69	24	20.5.2021	16:14:23	42
25	20.5.2021	18:13:46	75	25	20.5.2021	18:14:23	44
26	20.5.2021	20:13:46	82	26	20.5.2021	20:14:23	45
27	20.5.2021	22:13:46	87	27	20.5.2021	22:14:23	46
28	21.5.2021	00:13:46	99	28	21.5.2021	00:14:23	46
29	21.5.2021	02:13:46	99	29	21.5.2021	02:14:23	48
30	21.5.2021	04:13:46	106	30	21.5.2021	04:14:23	49
31	21.5.2021	06:13:46	110	31	21.5.2021	06:14:23	51
32	21.5.2021	08:13:46	115	32	21.5.2021	08:14:23	52
33	21.5.2021	10:13:46	117	33	21.5.2021	10:14:23	53
34	21.5.2021	12:13:46	119	34	21.5.2021	12:14:23	54
35	21.5.2021	14:13:46	122	35	21.5.2021	14:14:23	56
36	21.5.2021	16:13:46	128	36	21.5.2021	16:14:23	59
37	22.5.2021	16:13:46	131	37	22.5.2021	16:14:23	63
38	23.5.2021	16:13:46	138	38	23.5.2021	16:14:23	65
39	24.5.2021	16:13:00	149	39	24.5.2021	16:13:00	69

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 31/05/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	1			Posición de frasco:	2		
ID cabezal:	2018-05-00089			ID cabezal:	2018-05-00083		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	26.5.2021	16:13:00	0	0	26.5.2021	16:13:11	0
1	26.5.2021	17:13:00	2	1	26.5.2021	17:13:11	3
2	26.5.2021	18:13:00	5	2	26.5.2021	18:13:11	7
3	26.5.2021	19:13:00	8	3	26.5.2021	19:13:11	9
4	26.5.2021	20:13:00	10	4	26.5.2021	20:13:11	10
5	26.5.2021	21:13:00	17	5	26.5.2021	21:13:11	13
6	26.5.2021	22:13:00	22	6	26.5.2021	22:13:11	16
7	26.5.2021	23:13:00	29	7	26.5.2021	23:13:11	17
8	27.5.2021	00:13:00	35	8	27.5.2021	00:13:11	19
9	27.5.2021	01:13:00	39	9	27.5.2021	01:13:11	20
10	27.5.2021	02:13:00	41	10	27.5.2021	02:13:11	23
11	27.5.2021	03:13:00	47	11	27.5.2021	03:13:11	24
12	27.5.2021	04:13:00	52	12	27.5.2021	04:13:11	26
13	27.5.2021	05:13:00	55	13	27.5.2021	05:13:11	26
14	27.5.2021	06:13:00	59	14	27.5.2021	06:13:11	27
15	27.5.2021	07:13:00	62	15	27.5.2021	07:13:11	28

16	27.5.2021	08:13:00	65	16	27.5.2021	08:13:11	30
17	27.5.2021	09:13:00	67	17	27.5.2021	09:13:11	30
18	27.5.2021	10:13:00	70	18	27.5.2021	10:13:11	31
19	27.5.2021	11:13:00	73	19	27.5.2021	11:13:11	32
20	27.5.2021	12:13:00	75	20	27.5.2021	12:13:11	33
21	27.5.2021	13:13:00	76	21	27.5.2021	13:13:11	34
22	27.5.2021	14:13:00	79	22	27.5.2021	14:13:11	34
23	27.5.2021	15:13:00	84	23	27.5.2021	15:13:11	35
24	27.5.2021	16:13:00	88	24	27.5.2021	16:13:11	36
25	27.5.2021	18:13:00	91	25	27.5.2021	18:13:11	37
26	27.5.2021	20:13:00	92	26	27.5.2021	20:13:11	39
27	27.5.2021	22:13:00	95	27	27.5.2021	22:13:11	40
28	28.5.2021	00:13:00	98	28	28.5.2021	00:13:11	41
29	28.5.2021	02:13:00	105	29	28.5.2021	02:13:11	42
30	28.5.2021	04:13:00	109	30	28.5.2021	04:13:11	43
31	28.5.2021	06:13:00	115	31	28.5.2021	06:13:11	43
32	28.5.2021	08:13:00	117	32	28.5.2021	08:13:11	44
33	28.5.2021	10:13:00	119	33	28.5.2021	10:13:11	46
34	28.5.2021	12:13:00	121	34	28.5.2021	12:13:11	47
35	28.5.2021	14:13:00	122	35	28.5.2021	14:13:11	48
36	28.5.2021	16:13:00	124	36	28.5.2021	16:13:11	51
37	29.5.2021	16:13:00	125	37	29.5.2021	16:13:11	52
38	30.5.2021	16:13:00	133	38	30.5.2021	16:13:11	55
39	26.5.2021	16:13:00	138	39	31.5.2021	16:13:00	59

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 31/05/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	3			Posición de frasco:	4		
ID cabezal:	2018-05-00082			ID cabezal:	2018-05-00095		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	26.5.2021	16:13:24	0	0	26.5.2021	16:14:01	0
1	26.5.2021	17:13:24	3	1	26.5.2021	17:14:01	1
2	26.5.2021	18:13:24	4	2	26.5.2021	18:14:01	3
3	26.5.2021	19:13:24	6	3	26.5.2021	19:14:01	5
4	26.5.2021	20:13:24	8	4	26.5.2021	20:14:01	7
5	26.5.2021	21:13:24	11	5	26.5.2021	21:14:01	7
6	26.5.2021	22:13:24	17	6	26.5.2021	22:14:01	8
7	26.5.2021	23:13:24	19	7	26.5.2021	23:14:01	8
8	27.5.2021	00:13:24	24	8	27.5.2021	00:14:01	9
9	27.5.2021	01:13:24	29	9	27.5.2021	01:14:01	10
10	27.5.2021	02:13:24	33	10	27.5.2021	02:14:01	11
11	27.5.2021	03:13:24	36	11	27.5.2021	03:14:01	13
12	27.5.2021	04:13:24	40	12	27.5.2021	04:14:01	15
13	27.5.2021	05:13:24	40	13	27.5.2021	05:14:01	16
14	27.5.2021	06:13:24	42	14	27.5.2021	06:14:01	17
15	27.5.2021	07:13:24	46	15	27.5.2021	07:14:01	18
16	27.5.2021	08:13:24	50	16	27.5.2021	08:14:01	18
17	27.5.2021	09:13:24	55	17	27.5.2021	09:14:01	19
18	27.5.2021	10:13:24	58	18	27.5.2021	10:14:01	20
19	27.5.2021	11:13:24	63	19	27.5.2021	11:14:01	21
20	27.5.2021	12:13:24	65	20	27.5.2021	12:14:01	24
21	27.5.2021	13:13:24	68	21	27.5.2021	13:14:01	27
22	27.5.2021	14:13:24	71	22	27.5.2021	14:14:01	30
23	27.5.2021	15:13:24	75	23	27.5.2021	15:14:01	32
24	27.5.2021	16:13:24	79	24	27.5.2021	16:14:01	35
25	27.5.2021	18:13:24	85	25	27.5.2021	18:14:01	37
26	27.5.2021	20:13:24	89	26	27.5.2021	20:14:01	40

27	27.5.2021	22:13:24	91	27	27.5.2021	22:14:01	41
28	28.5.2021	00:13:24	96	28	28.5.2021	00:14:01	42
29	28.5.2021	02:13:24	107	29	28.5.2021	02:14:01	45
30	28.5.2021	04:13:24	113	30	28.5.2021	04:14:01	47
31	28.5.2021	06:13:24	117	31	28.5.2021	06:14:01	50
32	28.5.2021	08:13:24	122	32	28.5.2021	08:14:01	51
33	28.5.2021	10:13:24	127	33	28.5.2021	10:14:01	52
34	28.5.2021	12:13:24	131	34	28.5.2021	12:14:01	55
35	28.5.2021	14:13:24	136	35	28.5.2021	14:14:01	58
36	28.5.2021	16:13:24	142	36	28.5.2021	16:14:01	60
37	29.5.2021	16:13:24	149	37	29.5.2021	16:14:01	69
38	30.5.2021	16:13:24	156	38	30.5.2021	16:14:01	72
39	31.5.2021	16:13:00	162	39	31.5.2021	16:13:00	73

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 31/05/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5			Posición de frasco:	6		
ID cabezal:	2018-05-00096			ID cabezal:	2018-05-00206		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	26.5.2021	16:13:46	0	0	26.5.2021	16:14:23	0
1	26.5.2021	17:13:46	5	1	26.5.2021	17:14:23	2
2	26.5.2021	18:13:46	9	2	26.5.2021	18:14:23	3
3	26.5.2021	19:13:46	11	3	26.5.2021	19:14:23	5
4	26.5.2021	20:13:46	14	4	26.5.2021	20:14:23	9
5	26.5.2021	21:13:46	17	5	26.5.2021	21:14:23	12
6	26.5.2021	22:13:46	20	6	26.5.2021	22:14:23	15
7	26.5.2021	23:13:46	23	7	26.5.2021	23:14:23	18
8	27.5.2021	00:13:46	24	8	27.5.2021	00:14:23	20
9	27.5.2021	01:13:46	26	9	27.5.2021	01:14:23	23
10	27.5.2021	02:13:46	28	10	27.5.2021	02:14:23	24
11	27.5.2021	03:13:46	31	11	27.5.2021	03:14:23	26
12	27.5.2021	04:13:46	34	12	27.5.2021	04:14:23	27
13	27.5.2021	05:13:46	38	13	27.5.2021	05:14:23	27
14	27.5.2021	06:13:46	41	14	27.5.2021	06:14:23	28
15	27.5.2021	07:13:46	42	15	27.5.2021	07:14:23	28
16	27.5.2021	08:13:46	46	16	27.5.2021	08:14:23	30
17	27.5.2021	09:13:46	48	17	27.5.2021	09:14:23	32
18	27.5.2021	10:13:46	54	18	27.5.2021	10:14:23	35
19	27.5.2021	11:13:46	55	19	27.5.2021	11:14:23	38
20	27.5.2021	12:13:46	56	20	27.5.2021	12:14:23	38
21	27.5.2021	13:13:46	59	21	27.5.2021	13:14:23	38
22	27.5.2021	14:13:46	62	22	27.5.2021	14:14:23	39
23	27.5.2021	15:13:46	63	23	27.5.2021	15:14:23	41
24	27.5.2021	16:13:46	69	24	27.5.2021	16:14:23	42
25	27.5.2021	18:13:46	75	25	27.5.2021	18:14:23	44
26	27.5.2021	20:13:46	82	26	27.5.2021	20:14:23	45
27	27.5.2021	22:13:46	87	27	27.5.2021	22:14:23	47
28	28.5.2021	00:13:46	99	28	28.5.2021	00:14:23	48
29	28.5.2021	02:13:46	99	29	28.5.2021	02:14:23	50
30	28.5.2021	04:13:46	106	30	28.5.2021	04:14:23	51
31	28.5.2021	06:13:46	110	31	28.5.2021	06:14:23	53
32	28.5.2021	08:13:46	115	32	28.5.2021	08:14:23	54
33	28.5.2021	10:13:46	117	33	28.5.2021	10:14:23	56
34	28.5.2021	12:13:46	119	34	28.5.2021	12:14:23	57
35	28.5.2021	14:13:46	122	35	28.5.2021	14:14:23	59
36	28.5.2021	16:13:46	128	36	28.5.2021	16:14:23	61
37	29.5.2021	16:13:46	131	37	29.5.2021	16:14:23	63

38	30.5.2021	16:13:46	138	38	30.5.2021	16:14:23	65
39	31.5.2021	16:13:00	140	39	31.5.2021	16:13:00	67

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 07/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	1			Posición de frasco:	2		
ID cabezal:	2018-05-00089			ID cabezal:	2018-05-00083		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	2.6.2021	16:13:00	0	0	2.6.2021	16:13:11	0
1	2.6.2021	17:13:00	2	1	2.6.2021	17:13:11	3
2	2.6.2021	18:13:00	5	2	2.6.2021	18:13:11	7
3	2.6.2021	19:13:00	8	3	2.6.2021	19:13:11	9
4	2.6.2021	20:13:00	10	4	2.6.2021	20:13:11	10
5	2.6.2021	21:13:00	17	5	2.6.2021	21:13:11	13
6	2.6.2021	22:13:00	22	6	2.6.2021	22:13:11	16
7	2.6.2021	23:13:00	29	7	2.6.2021	23:13:11	17
8	3.6.2021	00:13:00	35	8	3.6.2021	00:13:11	19
9	3.6.2021	01:13:00	39	9	3.6.2021	01:13:11	20
10	3.6.2021	02:13:00	41	10	3.6.2021	02:13:11	23
11	3.6.2021	03:13:00	47	11	3.6.2021	03:13:11	24
12	3.6.2021	04:13:00	52	12	3.6.2021	04:13:11	26
13	3.6.2021	05:13:00	55	13	3.6.2021	05:13:11	26
14	3.6.2021	06:13:00	59	14	3.6.2021	06:13:11	26
15	3.6.2021	07:13:00	62	15	3.6.2021	07:13:11	28
16	3.6.2021	08:13:00	65	16	3.6.2021	08:13:11	30
17	3.6.2021	09:13:00	67	17	3.6.2021	09:13:11	30
18	3.6.2021	10:13:00	70	18	3.6.2021	10:13:11	32
19	3.6.2021	11:13:00	73	19	3.6.2021	11:13:11	33
20	3.6.2021	12:13:00	75	20	3.6.2021	12:13:11	35
21	3.6.2021	13:13:00	76	21	3.6.2021	13:13:11	36
22	3.6.2021	14:13:00	79	22	3.6.2021	14:13:11	36
23	3.6.2021	15:13:00	84	23	3.6.2021	15:13:11	37
24	3.6.2021	16:13:00	88	24	3.6.2021	16:13:11	39
25	3.6.2021	18:13:00	91	25	3.6.2021	18:13:11	39
26	3.6.2021	20:13:00	92	26	3.6.2021	20:13:11	41
27	3.6.2021	22:13:00	95	27	3.6.2021	22:13:11	42
28	4.6.2021	00:13:00	98	28	4.6.2021	00:13:11	45
29	4.6.2021	02:13:00	105	29	4.6.2021	02:13:11	47
30	4.6.2021	04:13:00	109	30	4.6.2021	04:13:11	48
31	4.6.2021	06:13:00	115	31	4.6.2021	06:13:11	48
32	4.6.2021	08:13:00	117	32	4.6.2021	08:13:11	49
33	4.6.2021	10:13:00	119	33	4.6.2021	10:13:11	51
34	4.6.2021	12:13:00	121	34	4.6.2021	12:13:11	60
35	4.6.2021	14:13:00	122	35	4.6.2021	14:13:11	62
36	4.6.2021	16:13:00	124	36	4.6.2021	16:13:11	65
37	5.6.2021	16:13:00	125	37	5.6.2021	16:13:11	69
38	6.6.2021	16:13:00	133	38	6.6.2021	16:13:11	69
39	7.6.2022	16:13:00	146	39	7.6.2022	16:13:00	77

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 07/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	3			Posición de frasco:	4		
ID cabezal:	2018-05-00082			ID cabezal:	2018-05-00095		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		

Medición en curso: 39/39				Medición en curso: 39/39			
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	2.6.2021	16:13:24	0	0	2.6.2021	16:14:01	0
1	2.6.2021	17:13:24	5	1	2.6.2021	17:14:01	1
2	2.6.2021	18:13:24	8	2	2.6.2021	18:14:01	3
3	2.6.2021	19:13:24	12	3	2.6.2021	19:14:01	4
4	2.6.2021	20:13:24	14	4	2.6.2021	20:14:01	5
5	2.6.2021	21:13:24	17	5	2.6.2021	21:14:01	5
6	2.6.2021	22:13:24	23	6	2.6.2021	22:14:01	6
7	2.6.2021	23:13:24	29	7	2.6.2021	23:14:01	7
8	3.6.2021	00:13:24	31	8	3.6.2021	00:14:01	8
9	3.6.2021	01:13:24	31	9	3.6.2021	01:14:01	8
10	3.6.2021	02:13:24	31	10	3.6.2021	02:14:01	9
11	3.6.2021	03:13:24	37	11	3.6.2021	03:14:01	9
12	3.6.2021	04:13:24	40	12	3.6.2021	04:14:01	12
13	3.6.2021	05:13:24	45	13	3.6.2021	05:14:01	12
14	3.6.2021	06:13:24	48	14	3.6.2021	06:14:01	13
15	3.6.2021	07:13:24	50	15	3.6.2021	07:14:01	15
16	3.6.2021	08:13:24	56	16	3.6.2021	08:14:01	16
17	3.6.2021	09:13:24	59	17	3.6.2021	09:14:01	17
18	3.6.2021	10:13:24	60	18	3.6.2021	10:14:01	17
19	3.6.2021	11:13:24	63	19	3.6.2021	11:14:01	18
20	3.6.2021	12:13:24	63	20	3.6.2021	12:14:01	19
21	3.6.2021	13:13:24	64	21	3.6.2021	13:14:01	19
22	3.6.2021	14:13:24	65	22	3.6.2021	14:14:01	19
23	3.6.2021	15:13:24	70	23	3.6.2021	15:14:01	20
24	3.6.2021	16:13:24	76	24	3.6.2021	16:14:01	20
25	3.6.2021	18:13:24	79	25	3.6.2021	18:14:01	23
26	3.6.2021	20:13:24	82	26	3.6.2021	20:14:01	25
27	3.6.2021	22:13:24	83	27	3.6.2021	22:14:01	27
28	4.6.2021	00:13:24	84	28	4.6.2021	00:14:01	27
29	4.6.2021	02:13:24	88	29	4.6.2021	02:14:01	29
30	4.6.2021	04:13:24	93	30	4.6.2021	04:14:01	31
31	4.6.2021	06:13:24	97	31	4.6.2021	06:14:01	35
32	4.6.2021	08:13:24	106	32	4.6.2021	08:14:01	39
33	4.6.2021	10:13:24	113	33	4.6.2021	10:14:01	43
34	4.6.2021	12:13:24	119	34	4.6.2021	12:14:01	48
35	4.6.2021	14:13:24	126	35	4.6.2021	14:14:01	53
36	4.6.2021	16:13:24	131	36	4.6.2021	16:14:01	55
37	5.6.2021	16:13:24	136	37	5.6.2021	16:14:01	69
38	6.6.2021	16:13:24	148	38	6.6.2021	16:14:01	76
39	7.6.2021	16:13:00	156	39	7.6.2021	16:13:00	80

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 07/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5	Posición de frasco:	6				
ID cabezal:	2018-05-00096	ID cabezal:	2018-05-00206				
Rango de medición:	0-200 mg/l	Rango de medición:	0-200 mg/l				
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.	Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.				
Duración de medición:	5 días	Duración de medición:	5 días				
Medición en curso:	39/39	Medición en curso:	39/39				

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	2.6.2021	16:13:46	0	0	2.6.2021	16:14:23	0
1	2.6.2021	17:13:46	5	1	2.6.2021	17:14:23	5
2	2.6.2021	18:13:46	9	2	2.6.2021	18:14:23	9
3	2.6.2021	19:13:46	11	3	2.6.2021	19:14:23	12
4	2.6.2021	20:13:46	14	4	2.6.2021	20:14:23	16
5	2.6.2021	21:13:46	17	5	2.6.2021	21:14:23	20
6	2.6.2021	22:13:46	20	6	2.6.2021	22:14:23	22
7	2.6.2021	23:13:46	23	7	2.6.2021	23:14:23	23

8	3.6.2021	00:13:46	24	8	3.6.2021	00:14:23	24
9	3.6.2021	01:13:46	26	9	3.6.2021	01:14:23	24
10	3.6.2021	02:13:46	28	10	3.6.2021	02:14:23	25
11	3.6.2021	03:13:46	31	11	3.6.2021	03:14:23	25
12	3.6.2021	04:13:46	34	12	3.6.2021	04:14:23	26
13	3.6.2021	05:13:46	38	13	3.6.2021	05:14:23	27
14	3.6.2021	06:13:46	41	14	3.6.2021	06:14:23	28
15	3.6.2021	07:13:46	42	15	3.6.2021	07:14:23	29
16	3.6.2021	08:13:46	46	16	3.6.2021	08:14:23	30
17	3.6.2021	09:13:46	48	17	3.6.2021	09:14:23	30
18	3.6.2021	10:13:46	54	18	3.6.2021	10:14:23	31
19	3.6.2021	11:13:46	55	19	3.6.2021	11:14:23	32
20	3.6.2021	12:13:46	56	20	3.6.2021	12:14:23	33
21	3.6.2021	13:13:46	59	21	3.6.2021	13:14:23	33
22	3.6.2021	14:13:46	62	22	3.6.2021	14:14:23	34
23	3.6.2021	15:13:46	63	23	3.6.2021	15:14:23	34
24	3.6.2021	16:13:46	69	24	3.6.2021	16:14:23	34
25	3.6.2021	18:13:46	75	25	3.6.2021	18:14:23	35
26	3.6.2021	20:13:46	82	26	3.6.2021	20:14:23	36
27	3.6.2021	22:13:46	87	27	3.6.2021	22:14:23	38
28	4.6.2021	00:13:46	99	28	4.6.2021	00:14:23	40
29	4.6.2021	02:13:46	99	29	4.6.2021	02:14:23	42
30	4.6.2021	04:13:46	106	30	4.6.2021	04:14:23	43
31	4.6.2021	06:13:46	110	31	4.6.2021	06:14:23	45
32	4.6.2021	08:13:46	115	32	4.6.2021	08:14:23	48
33	4.6.2021	10:13:46	117	33	4.6.2021	10:14:23	51
34	4.6.2021	12:13:46	119	34	4.6.2021	12:14:23	53
35	4.6.2021	14:13:46	122	35	4.6.2021	14:14:23	54
36	4.6.2021	16:13:46	128	36	4.6.2021	16:14:23	58
37	5.6.2021	16:13:46	131	37	5.6.2021	16:14:23	66
38	6.6.2021	16:13:46	138	38	6.6.2021	16:14:23	69
39	7.6.2022	16:13:00	143	39	7.6.2022	16:13:00	75

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 14/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	1			Posición de frasco:	2		
ID cabezal:	2018-05-00089			ID cabezal:	2018-05-00083		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	9.6.2021	16:00:33	0	0	9.6.2021	16:00:44	0
1	9.6.2021	17:00:33	5	1	9.6.2021	17:00:44	1
2	9.6.2021	18:00:33	8	2	9.6.2021	18:00:44	2
3	9.6.2021	19:00:33	11	3	9.6.2021	19:00:44	2
4	9.6.2021	20:00:33	14	4	9.6.2021	20:00:44	4
5	9.6.2021	21:00:33	14	5	9.6.2021	21:00:44	5
6	9.6.2021	22:00:33	15	6	9.6.2021	22:00:44	6
7	9.6.2021	23:00:33	15	7	9.6.2021	23:00:44	7
8	10.6.2021	00:00:33	16	8	10.6.2021	00:00:44	9
9	10.6.2021	01:00:33	17	9	10.6.2021	01:00:44	10
10	10.6.2021	02:00:33	18	10	10.6.2021	02:00:44	10
11	10.6.2021	03:00:33	21	11	10.6.2021	03:00:44	11
12	10.6.2021	04:00:33	23	12	10.6.2021	04:00:44	12
13	10.6.2021	05:00:33	25	13	10.6.2021	05:00:44	13
14	10.6.2021	06:00:33	28	14	10.6.2021	06:00:44	14
15	10.6.2021	07:00:33	30	15	10.6.2021	07:00:44	15
16	10.6.2021	08:00:33	33	16	10.6.2021	08:00:44	16
17	10.6.2021	09:00:33	35	17	10.6.2021	09:00:44	17
18	10.6.2021	10:00:33	37	18	10.6.2021	10:00:44	18

19	10.6.2021	11:00:33	38	19	10.6.2021	11:00:44	19
20	10.6.2021	12:00:33	39	20	10.6.2021	12:00:44	22
21	10.6.2021	13:00:33	40	21	10.6.2021	13:00:44	25
22	10.6.2021	14:00:33	42	22	10.6.2021	14:00:44	27
23	10.6.2021	15:00:33	54	23	10.6.2021	15:00:44	30
24	10.6.2021	16:00:33	62	24	10.6.2021	16:00:44	32
25	10.6.2021	18:00:33	64	25	10.6.2021	18:00:44	35
26	10.6.2021	20:00:33	67	26	10.6.2021	20:00:44	37
27	10.6.2021	22:00:33	71	27	10.6.2021	22:00:44	39
28	11.6.2021	00:00:33	76	28	11.6.2021	00:00:44	42
29	11.6.2021	02:00:33	82	29	11.6.2021	02:00:44	46
30	11.6.2021	04:00:33	88	30	11.6.2021	04:00:44	49
31	11.6.2021	06:00:33	93	31	11.6.2021	06:00:44	52
32	11.6.2021	08:00:33	97	32	11.6.2021	08:00:44	53
33	11.6.2021	10:00:33	105	33	11.6.2021	10:00:44	56
34	11.6.2021	12:00:33	110	34	11.6.2021	12:00:44	59
35	11.6.2021	14:00:33	116	35	11.6.2021	14:00:44	62
36	11.6.2021	16:00:33	122	36	11.6.2021	16:00:44	64
37	12.6.2021	16:00:33	132	37	12.6.2021	16:00:44	69
38	13.6.2021	16:00:33	141	38	13.6.2021	16:00:44	73
39	14.6.2021	16:13:00	152	39	14.6.2021	16:13:00	78

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 14/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	3			Posición de frasco:	4		
ID cabezal:	2018-05-00082			ID cabezal:	2018-05-00095		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	9.6.2021	16:00:50	0	0	9.6.2021	16:14:01	0
1	9.6.2021	17:00:50	5	1	9.6.2021	17:14:01	1
2	9.6.2021	18:00:50	8	2	9.6.2021	18:14:01	3
3	9.6.2021	19:00:50	10	3	9.6.2021	19:14:01	4
4	9.6.2021	20:00:50	15	4	9.6.2021	20:14:01	5
5	9.6.2021	21:00:50	17	5	9.6.2021	21:14:01	5
6	9.6.2021	22:00:50	21	6	9.6.2021	22:14:01	6
7	9.6.2021	23:00:50	23	7	9.6.2021	23:14:01	7
8	10.6.2021	00:00:50	26	8	10.6.2021	00:14:01	8
9	10.6.2021	01:00:50	29	9	10.6.2021	01:14:01	8
10	10.6.2021	02:00:50	32	10	10.6.2021	02:14:01	9
11	10.6.2021	03:00:50	35	11	10.6.2021	03:14:01	10
12	10.6.2021	04:00:50	38	12	10.6.2021	04:14:01	12
13	10.6.2021	05:00:50	41	13	10.6.2021	05:14:01	13
14	10.6.2021	06:00:50	42	14	10.6.2021	06:14:01	14
15	10.6.2021	07:00:50	46	15	10.6.2021	07:14:01	15
16	10.6.2021	08:00:50	48	16	10.6.2021	08:14:01	17
17	10.6.2021	09:00:50	51	17	10.6.2021	09:14:01	18
18	10.6.2021	10:00:50	56	18	10.6.2021	10:14:01	20
19	10.6.2021	11:00:50	58	19	10.6.2021	11:14:01	21
20	10.6.2021	12:00:50	60	20	10.6.2021	12:14:01	22
21	10.6.2021	13:00:50	63	21	10.6.2021	13:14:01	24
22	10.6.2021	14:00:50	65	22	10.6.2021	14:14:01	25
23	10.6.2021	15:00:50	68	23	10.6.2021	15:14:01	27
24	10.6.2021	16:00:50	74	24	10.6.2021	16:14:01	29
25	10.6.2021	18:00:50	76	25	10.6.2021	18:14:01	32
26	10.6.2021	20:00:50	80	26	10.6.2021	20:14:01	36
27	10.6.2021	22:00:50	85	27	10.6.2021	22:14:01	38
28	11.6.2021	00:00:50	89	28	11.6.2021	00:14:01	40
29	11.6.2021	02:00:50	93	29	11.6.2021	02:14:01	43

30	11.6.2021	04:00:50	97	30	11.6.2021	04:14:01	46
31	11.6.2021	06:00:50	103	31	11.6.2021	06:14:01	49
32	11.6.2021	08:00:50	107	32	11.6.2021	08:14:01	51
33	11.6.2021	10:00:50	111	33	11.6.2021	10:14:01	54
34	11.6.2021	12:00:50	116	34	11.6.2021	12:14:01	56
35	11.6.2021	14:00:50	119	35	11.6.2021	14:14:01	57
36	11.6.2021	16:00:50	123	36	11.6.2021	16:14:01	59
37	12.6.2021	16:00:50	128	37	12.6.2021	16:14:01	60
38	13.6.2021	16:00:50	131	38	13.6.2021	16:14:01	62
39	14.6.2021	16:13:00	137	39	14.6.2021	16:13:00	68

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 14/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5			Posición de frasco:	6		
ID cabezal:	2018-05-00096			ID cabezal:	2018-05-00206		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	9.6.2021	16:13:46	0	0	9.6.2021	16:14:23	0
1	9.6.2021	17:13:46	6	1	9.6.2021	17:14:23	5
2	9.6.2021	18:13:46	10	2	9.6.2021	18:14:23	8
3	9.6.2021	19:13:46	12	3	9.6.2021	19:14:23	13
4	9.6.2021	20:13:46	16	4	9.6.2021	20:14:23	15
5	9.6.2021	21:13:46	21	5	9.6.2021	21:14:23	20
6	9.6.2021	22:13:46	23	6	9.6.2021	22:14:23	22
7	9.6.2021	23:13:46	25	7	9.6.2021	23:14:23	23
8	10.6.2021	00:13:46	29	8	10.6.2021	00:14:23	23
9	10.6.2021	01:13:46	30	9	10.6.2021	01:14:23	24
10	10.6.2021	02:13:46	34	10	10.6.2021	02:14:23	25
11	10.6.2021	03:13:46	36	11	10.6.2021	03:14:23	28
12	10.6.2021	04:13:46	38	12	10.6.2021	04:14:23	29
13	10.6.2021	05:13:46	41	13	10.6.2021	05:14:23	30
14	10.6.2021	06:13:46	43	14	10.6.2021	06:14:23	31
15	10.6.2021	07:13:46	46	15	10.6.2021	07:14:23	32
16	10.6.2021	08:13:46	49	16	10.6.2021	08:14:23	33
17	10.6.2021	09:13:46	50	17	10.6.2021	09:14:23	33
18	10.6.2021	10:13:46	52	18	10.6.2021	10:14:23	34
19	10.6.2021	11:13:46	55	19	10.6.2021	11:14:23	34
20	10.6.2021	12:13:46	59	20	10.6.2021	12:14:23	35
21	10.6.2021	13:13:46	64	21	10.6.2021	13:14:23	36
22	10.6.2021	14:13:46	67	22	10.6.2021	14:14:23	36
23	10.6.2021	15:13:46	72	23	10.6.2021	15:14:23	37
24	10.6.2021	16:13:46	76	24	10.6.2021	16:14:23	38
25	10.6.2021	18:13:46	80	25	10.6.2021	18:14:23	39
26	10.6.2021	20:13:46	84	26	10.6.2021	20:14:23	40
27	10.6.2021	22:13:46	87	27	10.6.2021	22:14:23	40
28	11.6.2021	00:13:46	91	28	11.6.2021	00:14:23	41
29	11.6.2021	02:13:46	96	29	11.6.2021	02:14:23	42
30	11.6.2021	04:13:46	99	30	11.6.2021	04:14:23	43
31	11.6.2021	06:13:46	106	31	11.6.2021	06:14:23	44
32	11.6.2021	08:13:46	112	32	11.6.2021	08:14:23	45
33	11.6.2021	10:13:46	118	33	11.6.2021	10:14:23	46
34	11.6.2021	12:13:46	121	34	11.6.2021	12:14:23	47
35	11.6.2021	14:13:46	124	35	11.6.2021	14:14:23	48
36	11.6.2021	16:13:46	126	36	11.6.2021	16:14:23	49
37	12.6.2021	16:13:46	129	37	12.6.2021	16:14:23	58
38	13.6.2021	16:13:46	133	38	13.6.2021	16:14:23	60
39	14.6.2021	16:13:00	139	39	14.6.2021	16:13:00	64

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 21/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	1			Posición de frasco:	2		
ID cabezal:	2018-05-00089			ID cabezal:	2018-05-00083		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	16.6.2021	16:13:00	0	0	16.6.2021	16:13:11	0
1	16.6.2021	17:13:00	2	1	16.6.2021	17:13:11	2
2	16.6.2021	18:13:00	5	2	16.6.2021	18:13:11	7
3	16.6.2021	19:13:00	8	3	16.6.2021	19:13:11	9
4	16.6.2021	20:13:00	10	4	16.6.2021	20:13:11	10
5	16.6.2021	21:13:00	17	5	16.6.2021	21:13:11	13
6	16.6.2021	22:13:00	22	6	16.6.2021	22:13:11	16
7	17.6.2021	23:13:00	29	7	17.6.2021	23:13:11	17
8	17.6.2021	00:13:00	35	8	17.6.2021	00:13:11	19
9	17.6.2021	01:13:00	39	9	17.6.2021	01:13:11	20
10	17.6.2021	02:13:00	41	10	17.6.2021	02:13:11	23
11	17.6.2021	03:13:00	47	11	17.6.2021	03:13:11	24
12	17.6.2021	04:13:00	52	12	17.6.2021	04:13:11	24
13	17.6.2021	05:13:00	55	13	17.6.2021	05:13:11	26
14	17.6.2021	06:13:00	59	14	17.6.2021	06:13:11	27
15	17.6.2021	07:13:00	62	15	17.6.2021	07:13:11	28
16	17.6.2021	08:13:00	65	16	17.6.2021	08:13:11	29
17	17.6.2021	09:13:00	67	17	17.6.2021	09:13:11	30
18	17.6.2021	10:13:00	70	18	17.6.2021	10:13:11	31
19	17.6.2021	11:13:00	73	19	17.6.2021	11:13:11	32
20	17.6.2021	12:13:00	75	20	17.6.2021	12:13:11	34
21	17.6.2021	13:13:00	76	21	17.6.2021	13:13:11	35
22	17.6.2021	14:13:00	79	22	17.6.2021	14:13:11	35
23	17.6.2021	15:13:00	84	23	17.6.2021	15:13:11	36
24	17.6.2021	16:13:00	88	24	17.6.2021	16:13:11	37
25	17.6.2021	18:13:00	91	25	17.6.2021	18:13:11	38
26	17.6.2021	20:13:00	95	26	17.6.2021	20:13:11	39
27	17.6.2021	22:13:00	99	27	17.6.2021	22:13:11	41
28	18.6.2021	00:13:00	104	28	18.6.2021	00:13:11	43
29	18.6.2021	02:13:00	109	29	18.6.2021	02:13:11	45
30	18.6.2021	04:13:00	113	30	18.6.2021	04:13:11	46
31	18.6.2021	06:13:00	117	31	18.6.2021	06:13:11	48
32	18.6.2021	08:13:00	123	32	18.6.2021	08:13:11	50
33	18.6.2021	10:13:00	129	33	18.6.2021	10:13:11	53
34	18.6.2021	12:13:00	132	34	18.6.2021	12:13:11	56
35	18.6.2021	14:13:00	137	35	18.6.2021	14:13:11	57
36	18.6.2021	16:13:00	140	36	18.6.2021	16:13:11	59
37	19.6.2021	16:13:00	145	37	19.6.2021	16:13:11	63
38	20.6.2021	16:13:00	149	38	20.6.2021	16:13:11	68
39	21.6.2021	16:13:00	153	39	21.6.2021	16:13:00	71

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 21/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	3			Posición de frasco:	4		
ID cabezal:	2018-05-00082			ID cabezal:	2018-05-00095		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
-----------------	--------------	-------------	-----------------	-----------------	--------------	-------------	-----------------

0	16.6.2021	16:13:24	0	0	16.6.2021	16:14:01	0
1	16.6.2021	17:13:24	4	1	16.6.2021	17:14:01	1
2	16.6.2021	18:13:24	8	2	16.6.2021	18:14:01	3
3	16.6.2021	19:13:24	13	3	16.6.2021	19:14:01	4
4	16.6.2021	20:13:24	16	4	16.6.2021	20:14:01	5
5	16.6.2021	21:13:24	18	5	16.6.2021	21:14:01	5
6	16.6.2021	22:13:24	23	6	16.6.2021	22:14:01	6
7	17.6.2021	23:13:24	29	7	17.6.2021	23:14:01	7
8	17.6.2021	00:13:24	31	8	17.6.2021	00:14:01	10
9	17.6.2021	01:13:24	31	9	17.6.2021	01:14:01	11
10	17.6.2021	02:13:24	31	10	17.6.2021	02:14:01	13
11	17.6.2021	03:13:24	37	11	17.6.2021	03:14:01	15
12	17.6.2021	04:13:24	40	12	17.6.2021	04:14:01	16
13	17.6.2021	05:13:24	45	13	17.6.2021	05:14:01	17
14	17.6.2021	06:13:24	48	14	17.6.2021	06:14:01	19
15	17.6.2021	07:13:24	50	15	17.6.2021	07:14:01	22
16	17.6.2021	08:13:24	56	16	17.6.2021	08:14:01	24
17	17.6.2021	09:13:24	59	17	17.6.2021	09:14:01	26
18	17.6.2021	10:13:24	60	18	17.6.2021	10:14:01	27
19	17.6.2021	11:13:24	63	19	17.6.2021	11:14:01	29
20	17.6.2021	12:13:24	63	20	17.6.2021	12:14:01	30
21	17.6.2021	13:13:24	64	21	17.6.2021	13:14:01	33
22	17.6.2021	14:13:24	65	22	17.6.2021	14:14:01	36
23	17.6.2021	15:13:24	70	23	17.6.2021	15:14:01	37
24	17.6.2021	16:13:24	89	24	17.6.2021	16:14:01	38
25	17.6.2021	18:13:24	93	25	17.6.2021	18:14:01	40
26	17.6.2021	20:13:24	96	26	17.6.2021	20:14:01	43
27	17.6.2021	22:13:24	99	27	17.6.2021	22:14:01	45
28	18.6.2021	00:13:24	103	28	18.6.2021	00:14:01	46
29	18.6.2021	02:13:24	108	29	18.6.2021	02:14:01	47
30	18.6.2021	04:13:24	111	30	18.6.2021	04:14:01	49
31	18.6.2021	06:13:24	115	31	18.6.2021	06:14:01	50
32	18.6.2021	08:13:24	117	32	18.6.2021	08:14:01	52
33	18.6.2021	10:13:24	120	33	18.6.2021	10:14:01	53
34	18.6.2021	12:13:24	124	34	18.6.2021	12:14:01	54
35	18.6.2021	14:13:24	127	35	18.6.2021	14:14:01	56
36	18.6.2021	16:13:24	129	36	18.6.2021	16:14:01	59
37	19.6.2021	16:13:24	132	37	19.6.2021	16:14:01	63
38	20.6.2021	16:13:24	136	38	20.6.2021	16:14:01	68
39	21.6.2021	16:13:00	139	39	21.6.2021	16:13:00	71

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 21/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5	Posición de frasco:	6				
ID cabezal:	2018-05-00096	ID cabezal:	2018-05-00206				
Rango de medición:	0-200 mg/l	Rango de medición:	0-200 mg/l				
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.	Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.				
Duración de medición:	5 días	Duración de medición:	5 días				
Medición en curso:	39/39	Medición en curso:	39/39				

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	16.6.2021	16:13:46	0	0	16.6.2021	16:14:23	0
1	16.6.2021	17:13:46	5	1	16.6.2021	17:14:23	5
2	16.6.2021	18:13:46	9	2	16.6.2021	18:14:23	9
3	16.6.2021	19:13:46	11	3	16.6.2021	19:14:23	12
4	16.6.2021	20:13:46	14	4	16.6.2021	20:14:23	16
5	16.6.2021	21:13:46	17	5	16.6.2021	21:14:23	20
6	16.6.2021	22:13:46	20	6	16.6.2021	22:14:23	22
7	17.6.2021	23:13:46	23	7	17.6.2021	23:14:23	23
8	17.6.2021	00:13:46	24	8	17.6.2021	00:14:23	24
9	17.6.2021	01:13:46	26	9	17.6.2021	01:14:23	24
10	17.6.2021	02:13:46	28	10	17.6.2021	02:14:23	25

11	17.6.2021	03:13:46	31	11	17.6.2021	03:14:23	28
12	17.6.2021	04:13:46	34	12	17.6.2021	04:14:23	29
13	17.6.2021	05:13:46	38	13	17.6.2021	05:14:23	30
14	17.6.2021	06:13:46	41	14	17.6.2021	06:14:23	32
15	17.6.2021	07:13:46	42	15	17.6.2021	07:14:23	32
16	17.6.2021	08:13:46	46	16	17.6.2021	08:14:23	33
17	17.6.2021	09:13:46	48	17	17.6.2021	09:14:23	33
18	17.6.2021	10:13:46	54	18	17.6.2021	10:14:23	34
19	17.6.2021	11:13:46	55	19	17.6.2021	11:14:23	34
20	17.6.2021	12:13:46	56	20	17.6.2021	12:14:23	34
21	17.6.2021	13:13:46	59	21	17.6.2021	13:14:23	34
22	17.6.2021	14:13:46	62	22	17.6.2021	14:14:23	33
23	17.6.2021	15:13:46	63	23	17.6.2021	15:14:23	33
24	17.6.2021	16:13:46	69	24	17.6.2021	16:14:23	34
25	17.6.2021	18:13:46	75	25	17.6.2021	18:14:23	35
26	17.6.2021	20:13:46	82	26	17.6.2021	20:14:23	35
27	17.6.2021	22:13:46	87	27	17.6.2021	22:14:23	36
28	18.6.2021	00:13:46	99	28	18.6.2021	00:14:23	37
29	18.6.2021	02:13:46	99	29	18.6.2021	02:14:23	37
30	18.6.2021	04:13:46	106	30	18.6.2021	04:14:23	40
31	18.6.2021	06:13:46	110	31	18.6.2021	06:14:23	41
32	18.6.2021	08:13:46	115	32	18.6.2021	08:14:23	42
33	18.6.2021	10:13:46	117	33	18.6.2021	10:14:23	44
34	18.6.2021	12:13:46	119	34	18.6.2021	12:14:23	45
35	18.6.2021	14:13:46	122	35	18.6.2021	14:14:23	46
36	18.6.2021	16:13:46	128	36	18.6.2021	16:14:23	48
37	19.6.2021	16:13:46	131	37	19.6.2021	16:14:23	66
38	20.6.2021	16:13:46	138	38	20.6.2021	16:14:23	69
39	21.6.2021	16:13:00	144	39	21.6.2021	16:13:00	75

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 29/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	1			Posición de frasco:	2		
ID cabezal:	2018-05-00089			ID cabezal:	2018-05-00083		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	23.6.2021	16:47:41	0	0	23.6.2021	16:47:56	0
1	23.6.2021	17:47:41	3	1	23.6.2021	17:47:56	3
2	23.6.2021	18:47:41	5	2	23.6.2021	18:47:56	7
3	23.6.2021	19:47:41	8	3	23.6.2021	19:47:56	9
4	23.6.2021	20:47:41	13	4	23.6.2021	20:47:56	10
5	23.6.2021	21:47:41	17	5	23.6.2021	21:47:56	13
6	23.6.2021	22:47:41	22	6	23.6.2021	22:47:56	16
7	23.6.2021	23:47:41	29	7	23.6.2021	23:47:56	17
8	24.6.2021	00:47:41	35	8	24.6.2021	00:47:56	19
9	24.6.2021	01:47:41	39	9	24.6.2021	01:47:56	20
10	24.6.2021	02:47:41	41	10	24.6.2021	02:47:56	23
11	24.6.2021	03:47:41	47	11	24.6.2021	03:47:56	24
12	24.6.2021	04:47:41	52	12	24.6.2021	04:47:56	26
13	24.6.2021	05:47:41	55	13	24.6.2021	05:47:56	26
14	24.6.2021	06:47:41	59	14	24.6.2021	06:47:56	26
15	24.6.2021	07:47:41	62	15	24.6.2021	07:47:56	28
16	24.6.2021	08:47:41	65	16	24.6.2021	08:47:56	30
17	24.6.2021	09:47:41	67	17	24.6.2021	09:47:56	30
18	24.6.2021	10:47:41	70	18	24.6.2021	10:47:56	32
19	24.6.2021	11:47:41	73	19	24.6.2021	11:47:56	33
20	24.6.2021	12:47:41	75	20	24.6.2021	12:47:56	35
21	24.6.2021	13:47:41	76	21	24.6.2021	13:47:56	36

22	24.6.2021	14:47:41	79	22	24.6.2021	14:47:56	36
23	24.6.2021	15:47:41	84	23	24.6.2021	15:47:56	37
24	24.6.2021	16:47:41	88	24	24.6.2021	16:47:56	38
25	24.6.2021	18:47:41	91	25	24.6.2021	18:47:56	39
26	24.6.2021	20:47:41	92	26	24.6.2021	20:47:56	41
27	24.6.2021	22:47:41	95	27	24.6.2021	22:47:56	43
28	25.6.2021	00:47:41	98	28	25.6.2021	00:47:56	45
29	25.6.2021	02:47:41	105	29	25.6.2021	02:47:56	47
30	25.6.2021	04:47:41	109	30	25.6.2021	04:47:56	48
31	25.6.2021	06:47:41	115	31	25.6.2021	06:47:56	49
32	25.6.2021	08:47:41	117	32	25.6.2021	08:47:56	49
33	25.6.2021	10:47:41	119	33	25.6.2021	10:47:56	51
34	25.6.2021	12:47:41	121	34	25.6.2021	12:47:56	60
35	25.6.2021	14:47:41	122	35	25.6.2021	14:47:56	62
36	25.6.2021	16:47:41	124	36	25.6.2021	16:47:56	65
37	26.6.2021	16:47:41	125	37	26.6.2021	16:47:56	67
38	27.6.2021	16:47:41	133	38	27.6.2021	16:47:56	69
39	28.6.2021	16:47:41	148	39	28.6.2021	16:13:00	70

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 29/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	3			Posición de frasco:	4		
ID cabezal:	2018-05-00082			ID cabezal:	2018-05-00095		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	23.6.2021	16:48:10	0	0	23.6.2021	16:48:23	0
1	23.6.2021	17:48:10	4	1	23.6.2021	17:48:23	2
2	23.6.2021	18:48:10	7	2	23.6.2021	18:48:23	4
3	23.6.2021	19:48:10	9	3	23.6.2021	19:48:23	5
4	23.6.2021	20:48:10	12	4	23.6.2021	20:48:23	6
5	23.6.2021	21:48:10	15	5	23.6.2021	21:48:23	8
6	23.6.2021	22:48:10	17	6	23.6.2021	22:48:23	9
7	23.6.2021	23:48:10	22	7	23.6.2021	23:48:23	10
8	24.6.2021	00:48:10	25	8	24.6.2021	00:48:23	13
9	24.6.2021	01:48:10	31	9	24.6.2021	01:48:23	15
10	24.6.2021	02:48:10	33	10	24.6.2021	02:48:23	18
11	24.6.2021	03:48:10	37	11	24.6.2021	03:48:23	20
12	24.6.2021	04:48:10	40	12	24.6.2021	04:48:23	21
13	24.6.2021	05:48:10	45	13	24.6.2021	05:48:23	22
14	24.6.2021	06:48:10	48	14	24.6.2021	06:48:23	24
15	24.6.2021	07:48:10	50	15	24.6.2021	07:48:23	25
16	24.6.2021	08:48:10	56	16	24.6.2021	08:48:23	26
17	24.6.2021	09:48:10	59	17	24.6.2021	09:48:23	28
18	24.6.2021	10:48:10	60	18	24.6.2021	10:48:23	29
19	24.6.2021	11:48:10	63	19	24.6.2021	11:48:23	30
20	24.6.2021	12:48:10	63	20	24.6.2021	12:48:23	31
21	24.6.2021	13:48:10	64	21	24.6.2021	13:48:23	32
22	24.6.2021	14:48:10	65	22	24.6.2021	14:48:23	33
23	24.6.2021	15:48:10	70	23	24.6.2021	15:48:23	35
24	24.6.2021	16:48:10	76	24	24.6.2021	16:48:23	36
25	24.6.2021	18:48:10	79	25	24.6.2021	18:48:23	37
26	24.6.2021	20:48:10	82	26	24.6.2021	20:48:23	39
27	24.6.2021	22:48:10	83	27	24.6.2021	22:48:23	40
28	25.6.2021	00:48:10	84	28	25.6.2021	00:48:23	41
29	25.6.2021	02:48:10	88	29	25.6.2021	02:48:23	42
30	25.6.2021	04:48:10	93	30	25.6.2021	04:48:23	42
31	25.6.2021	06:48:10	97	31	25.6.2021	06:48:23	42
32	25.6.2021	08:48:10	106	32	25.6.2021	08:48:23	46

33	25.6.2021	10:48:10	113	33	25.6.2021	10:48:23	48
34	25.6.2021	12:48:10	119	34	25.6.2021	12:48:23	53
35	25.6.2021	14:48:10	126	35	25.6.2021	14:48:23	53
36	25.6.2021	16:48:10	131	36	25.6.2021	16:48:23	55
37	26.6.2021	16:48:10	136	37	26.6.2021	16:48:23	69
38	27.6.2021	16:48:10	148	38	27.6.2021	16:48:23	77
39	28.6.2021	16:13:00	163	39	28.6.2021	16:13:00	81

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 29/06/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5			Posición de frasco:	6		
ID cabezal:	2018-05-00096			ID cabezal:	2018-05-00206		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	23.6.2021	16:48:34	0	0	23.6.2021	16:48:42	0
1	23.6.2021	17:48:34	5	1	23.6.2021	17:48:42	5
2	23.6.2021	18:48:34	9	2	23.6.2021	18:48:42	9
3	23.6.2021	19:48:34	11	3	23.6.2021	19:48:42	12
4	23.6.2021	20:48:34	14	4	23.6.2021	20:48:42	16
5	23.6.2021	21:48:34	17	5	23.6.2021	21:48:42	20
6	23.6.2021	22:48:34	20	6	23.6.2021	22:48:42	22
7	23.6.2021	23:48:34	23	7	23.6.2021	23:48:42	23
8	24.6.2021	00:48:34	24	8	24.6.2021	00:48:42	24
9	24.6.2021	01:48:34	26	9	24.6.2021	01:48:42	24
10	24.6.2021	02:48:34	28	10	24.6.2021	02:48:42	25
11	24.6.2021	03:48:34	31	11	24.6.2021	03:48:42	28
12	24.6.2021	04:48:34	34	12	24.6.2021	04:48:42	29
13	24.6.2021	05:48:34	38	13	24.6.2021	05:48:42	30
14	24.6.2021	06:48:34	41	14	24.6.2021	06:48:42	32
15	24.6.2021	07:48:34	42	15	24.6.2021	07:48:42	32
16	24.6.2021	08:48:34	46	16	24.6.2021	08:48:42	33
17	24.6.2021	09:48:34	48	17	24.6.2021	09:48:42	33
18	24.6.2021	10:48:34	54	18	24.6.2021	10:48:42	34
19	24.6.2021	11:48:34	55	19	24.6.2021	11:48:42	34
20	24.6.2021	12:48:34	56	20	24.6.2021	12:48:42	35
21	24.6.2021	13:48:34	59	21	24.6.2021	13:48:42	35
22	24.6.2021	14:48:34	62	22	24.6.2021	14:48:42	36
23	24.6.2021	15:48:34	63	23	24.6.2021	15:48:42	37
24	24.6.2021	16:48:34	69	24	24.6.2021	16:48:42	39
25	24.6.2021	18:48:34	75	25	24.6.2021	18:48:42	40
26	24.6.2021	20:48:34	82	26	24.6.2021	20:48:42	42
27	24.6.2021	22:48:34	87	27	24.6.2021	22:48:42	43
28	25.6.2021	00:48:34	99	28	25.6.2021	00:48:42	44
29	25.6.2021	02:48:34	99	29	25.6.2021	02:48:42	45
30	25.6.2021	04:48:34	106	30	25.6.2021	04:48:42	45
31	25.6.2021	06:48:34	110	31	25.6.2021	06:48:42	46
32	25.6.2021	08:48:34	115	32	25.6.2021	08:48:42	47
33	25.6.2021	10:48:34	117	33	25.6.2021	10:48:42	48
34	25.6.2021	12:48:34	119	34	25.6.2021	12:48:42	53
35	25.6.2021	14:48:34	122	35	25.6.2021	14:48:42	58
36	25.6.2021	16:48:34	128	36	25.6.2021	16:48:42	61
37	26.6.2021	16:48:34	131	37	26.6.2021	16:48:42	69
38	27.6.2021	16:48:34	144	38	27.6.2021	16:48:42	71
39	28.6.2021	16:13:00	154	39	28.6.2021	16:13:00	76

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 07/07/2021

Afluente				Efluente			
----------	--	--	--	----------	--	--	--

Posición de frasco:	1	Posición de frasco:	2
ID cabezal:	2018-05-00089	ID cabezal:	2018-05-00083
Rango de medición:	0-200 mg/l	Rango de medición:	0-200 mg/l
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.	Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.
Duración de medición:	5 días	Duración de medición:	5 días
Medición en curso:	39/39	Medición en curso:	39/39

Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	29.6.2021	20:59:26	0	0	29.6.2021	20:59:43	0
1	29.6.2021	21:59:26	4	1	29.6.2021	21:59:43	3
2	29.6.2021	22:59:26	6	2	29.6.2021	22:59:43	7
3	29.6.2021	23:59:26	9	3	29.6.2021	23:59:43	9
4	30.6.2021	00:59:26	11	4	30.6.2021	00:59:43	10
5	30.6.2021	01:59:26	19	5	30.6.2021	01:59:43	13
6	30.6.2021	02:59:26	22	6	30.6.2021	02:59:43	16
7	30.6.2021	03:59:26	29	7	30.6.2021	03:59:43	17
8	30.6.2021	04:59:26	35	8	30.6.2021	04:59:43	19
9	30.6.2021	05:59:26	39	9	30.6.2021	05:59:43	20
10	30.6.2021	06:59:26	41	10	30.6.2021	06:59:43	23
11	30.6.2021	07:59:26	47	11	30.6.2021	07:59:43	24
12	30.6.2021	08:59:26	52	12	30.6.2021	08:59:43	26
13	30.6.2021	09:59:26	55	13	30.6.2021	09:59:43	26
14	30.6.2021	10:59:26	59	14	30.6.2021	10:59:43	26
15	30.6.2021	11:59:26	62	15	30.6.2021	11:59:43	28
16	30.6.2021	12:59:26	65	16	30.6.2021	12:59:43	30
17	30.6.2021	13:59:26	67	17	30.6.2021	13:59:43	31
18	30.6.2021	14:59:26	70	18	30.6.2021	14:59:43	32
19	30.6.2021	15:59:26	73	19	30.6.2021	15:59:43	33
20	30.6.2021	16:59:26	75	20	30.6.2021	16:59:43	35
21	30.6.2021	17:59:26	76	21	30.6.2021	17:59:43	36
22	30.6.2021	18:59:26	79	22	30.6.2021	18:59:43	36
23	30.6.2021	19:59:26	84	23	30.6.2021	19:59:43	37
24	30.6.2021	20:59:26	88	24	30.6.2021	20:59:43	39
25	30.6.2021	22:59:26	91	25	30.6.2021	22:59:43	39
26	1.7.2021	00:59:26	92	26	1.7.2021	00:59:43	41
27	1.7.2021	02:59:26	95	27	1.7.2021	02:59:43	42
28	1.7.2021	04:59:26	98	28	1.7.2021	04:59:43	45
29	1.7.2021	06:59:26	106	29	1.7.2021	06:59:43	47
30	1.7.2021	08:59:26	109	30	1.7.2021	08:59:43	48
31	1.7.2021	10:59:26	116	31	1.7.2021	10:59:43	49
32	1.7.2021	12:59:26	119	32	1.7.2021	12:59:43	51
33	1.7.2021	14:59:26	123	33	1.7.2021	14:59:43	56
34	1.7.2021	16:59:26	126	34	1.7.2021	16:59:43	60
35	1.7.2021	18:59:26	131	35	1.7.2021	18:59:43	62
36	1.7.2021	20:59:26	136	36	1.7.2021	20:59:43	65
37	2.7.2021	20:59:26	138	37	2.7.2021	20:59:43	67
38	3.7.2021	20:59:26	140	38	3.7.2021	20:59:43	70
39	4.7.2021	20:59:26	147	39	4.7.2021	20:59:43	73

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 07/07/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	3	Posición de frasco:	4				
ID cabezal:	2018-05-00082	ID cabezal:	2018-05-00095				
Rango de medición:	0-200 mg/l	Rango de medición:	0-200 mg/l				
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.	Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.				
Duración de medición:	5 días	Duración de medición:	5 días				
Medición en curso:	39/39	Medición en curso:	39/39				
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	29.6.2021	20:59:50	0	0	29.6.2021	20:59:58	0
1	29.6.2021	21:59:50	5	1	29.6.2021	21:59:58	1
2	29.6.2021	22:59:50	7	2	29.6.2021	22:59:58	3

3	29.6.2021	23:59:50	9	3	29.6.2021	23:59:58	4
4	30.6.2021	00:59:50	10	4	30.6.2021	00:59:58	5
5	30.6.2021	01:59:50	13	5	30.6.2021	01:59:58	5
6	30.6.2021	02:59:50	15	6	30.6.2021	02:59:58	6
7	30.6.2021	03:59:50	20	7	30.6.2021	03:59:58	7
8	30.6.2021	04:59:50	21	8	30.6.2021	04:59:58	8
9	30.6.2021	05:59:50	26	9	30.6.2021	05:59:58	8
10	30.6.2021	06:59:50	28	10	30.6.2021	06:59:58	9
11	30.6.2021	07:59:50	30	11	30.6.2021	07:59:58	9
12	30.6.2021	08:59:50	34	12	30.6.2021	08:59:58	12
13	30.6.2021	09:59:50	36	13	30.6.2021	09:59:58	12
14	30.6.2021	10:59:50	39	14	30.6.2021	10:59:58	13
15	30.6.2021	11:59:50	40	15	30.6.2021	11:59:58	15
16	30.6.2021	12:59:50	45	16	30.6.2021	12:59:58	16
17	30.6.2021	13:59:50	49	17	30.6.2021	13:59:58	17
18	30.6.2021	14:59:50	51	18	30.6.2021	14:59:58	17
19	30.6.2021	15:59:50	55	19	30.6.2021	15:59:58	18
20	30.6.2021	16:59:50	59	20	30.6.2021	16:59:58	19
21	30.6.2021	17:59:50	62	21	30.6.2021	17:59:58	21
22	30.6.2021	18:59:50	65	22	30.6.2021	18:59:58	23
23	30.6.2021	19:59:50	70	23	30.6.2021	19:59:58	25
24	30.6.2021	20:59:50	76	24	30.6.2021	20:59:58	28
25	30.6.2021	22:59:50	79	25	30.6.2021	22:59:58	30
26	1.7.2021	00:59:50	88	26	1.7.2021	00:59:58	33
27	1.7.2021	02:59:50	91	27	1.7.2021	02:59:58	35
28	1.7.2021	04:59:50	96	28	1.7.2021	04:59:58	38
29	1.7.2021	06:59:50	99	29	1.7.2021	06:59:58	40
30	1.7.2021	08:59:50	106	30	1.7.2021	08:59:58	43
31	1.7.2021	10:59:50	109	31	1.7.2021	10:59:58	45
32	1.7.2021	12:59:50	114	32	1.7.2021	12:59:58	47
33	1.7.2021	14:59:50	120	33	1.7.2021	14:59:58	48
34	1.7.2021	16:59:50	128	34	1.7.2021	16:59:58	50
35	1.7.2021	18:59:50	132	35	1.7.2021	18:59:58	51
36	1.7.2021	20:59:50	135	36	1.7.2021	20:59:58	56
37	2.7.2021	20:59:50	138	37	2.7.2021	20:59:58	60
38	3.7.2021	20:59:50	141	38	3.7.2021	20:59:58	65
39	4.7.2021	20:59:50	144	39	4.7.2021	20:59:58	71

Base de datos registrada en el sistema de medición DBO DB 600 – 07/07/2021

Afluente				Efluente			
Posición de frasco:	5			Posición de frasco:	6		
ID cabezal:	2018-05-00096			ID cabezal:	2018-05-00206		
Rango de medición:	0-200 mg/l			Rango de medición:	0-200 mg/l		
Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.			Volumen muestra/ATH:	244 ml / 5 gt.		
Duración de medición:	5 días			Duración de medición:	5 días		
Medición en curso:	39/39			Medición en curso:	39/39		
Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l	Medición	Fecha	Hora	DBO mg/l
0	29.6.2021	21:00:09	0	0	29.6.2021	21:00:19	0
1	29.6.2021	22:00:09	6	1	29.6.2021	22:00:19	5
2	29.6.2021	23:00:09	10	2	29.6.2021	23:00:19	9
3	29.6.2021	00:00:09	13	3	29.6.2021	00:00:19	12
4	30.6.2021	01:00:09	18	4	30.6.2021	01:00:19	16
5	30.6.2021	02:00:09	21	5	30.6.2021	02:00:19	20
6	30.6.2021	03:00:09	26	6	30.6.2021	03:00:19	22
7	30.6.2021	04:00:09	29	7	30.6.2021	04:00:19	23
8	30.6.2021	05:00:09	32	8	30.6.2021	05:00:19	24
9	30.6.2021	06:00:09	36	9	30.6.2021	06:00:19	24
10	30.6.2021	07:00:09	38	10	30.6.2021	07:00:19	25
11	30.6.2021	08:00:09	40	11	30.6.2021	08:00:19	28
12	30.6.2021	09:00:09	40	12	30.6.2021	09:00:19	29
13	30.6.2021	10:00:09	43	13	30.6.2021	10:00:19	30

14	30.6.2021	11:00:09	46	14	30.6.2021	11:00:19	32
15	30.6.2021	12:00:09	47	15	30.6.2021	12:00:19	32
16	30.6.2021	13:00:09	49	16	30.6.2021	13:00:19	33
17	30.6.2021	14:00:09	50	17	30.6.2021	14:00:19	33
18	30.6.2021	15:00:09	53	18	30.6.2021	15:00:19	34
19	30.6.2021	16:00:09	54	19	30.6.2021	16:00:19	34
20	30.6.2021	17:00:09	57	20	30.6.2021	17:00:19	34
21	30.6.2021	18:00:09	59	21	30.6.2021	18:00:19	34
22	30.6.2021	19:00:09	62	22	30.6.2021	19:00:19	33
23	30.6.2021	20:00:09	63	23	30.6.2021	20:00:19	33
24	30.6.2021	21:00:09	69	24	30.6.2021	21:00:19	34
25	30.6.2021	23:00:09	75	25	30.6.2021	23:00:19	35
26	1.7.2021	01:00:09	82	26	1.7.2021	01:00:19	35
27	1.7.2021	03:00:09	87	27	1.7.2021	03:00:19	36
28	1.7.2021	05:00:09	99	28	1.7.2021	05:00:19	37
29	1.7.2021	07:00:09	99	29	1.7.2021	07:00:19	37
30	1.7.2021	09:00:09	106	30	1.7.2021	09:00:19	40
31	1.7.2021	11:00:09	110	31	1.7.2021	11:00:19	41
32	1.7.2021	13:00:09	115	32	1.7.2021	13:00:19	42
33	1.7.2021	15:00:09	117	33	1.7.2021	15:00:19	44
34	1.7.2021	17:00:09	119	34	1.7.2021	17:00:19	45
35	1.7.2021	19:00:09	122	35	1.7.2021	19:00:19	46
36	1.7.2021	21:00:09	128	36	1.7.2021	21:00:19	48
37	2.7.2021	21:00:09	131	37	2.7.2021	21:00:19	53
38	3.7.2021	21:00:09	138	38	3.7.2021	21:00:19	57
39	4.7.2021	21:00:09	141	39	4.7.2021	21:00:19	62

Apéndice 6

Cuaderno de campo

Tabla 39
Cuaderno de campo del 22/06/21

Cuaderno de Campo
Proyecto: "EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"

Registro N° 06 Fecha: 22/06/2021 Hora: 09:30 am
 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales: Paucara - Acobamba - Utcubamba
 Coordenadas Norte: 12°44'45.40"S Este: 74°41'1.45"E Altitud: 3724 msnm
 Responsable (Nombres y Apellidos) INGRID NIKOL HUAYLLANI CONDOR

	AFLUENTE	EFLUENTE
Eventuales observaciones al punto de muestreo	Se observo gran cantidad de natas y espuma	Ninguno
Espuma y formación de natas		
Bajo tiempo de retención		
Sobre producción de algas	Ninguno	Ninguno
Corrosion de tuberías		

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	ASPECTOS DEL AGUA			OBSERVACIONES
	OLOR	COLOR	TRANSPARENCIA	
TRATAMIENTO PRELIMINAR	Si presente	Si presente	No presente	Ninguno
TRATAMIENTO PRIMARIO	Si presente	Si presente	No presente	Ninguno
TRATAMIENTO SECUNDARIO	No presente	Si presente	No presente	Ninguno

Tabla 40
Cuaderno de campo del 15/06/21

Cuaderno de Campo
Proyecto: "EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"

Registro N° 05 Fecha: 15/06/2021 Hora: 10:50 am

Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales: Paucara - Areobamba - Huancavelica
Coordenadas Norte: 12°44'45.40" S Este: 74°41'11.86" W Altitud: 5724 msnm

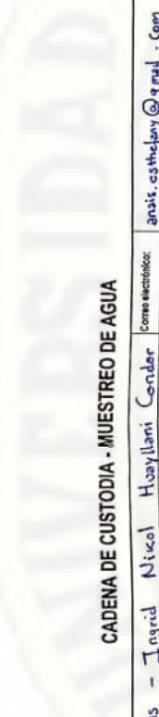
Responsable (Nombres y Apellidos) INGRID NIKOL HUAYLLANA CONDOR

	AFLUENTE	EFLUENTE
Eventuales observaciones al punto de muestreo	Se observo gran cantidad de ratos	NINGUNO
Espuma y formación de natas		
Bajo tiempo de retención		
Sobre producción de algas		
Corrosión de tuberías	NINGUNO	NINGUNO

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	ASPECTOS DEL AGUA			OBSERVACIONES
	OLOR	COLOR	TRANSPARENCIA	
RATAMIENTO PRELIMINAR	si presenta	si presenta	No presenta	NINGUNA
RATAMIENTO PRIMARIO	si presenta	si presenta	No presenta	NINGUNA
RATAMIENTO SECUNDARIO	no presenta	si presenta	no presenta	NINGUNA

Tabla 44

Cadena de Custodia para la DQO del Laboratorio Pacific Control 08/06/21



CADENA DE CUSTODIA - MUESTREO DE AGUA

Cliente Solicitante: Anaís Esthelyn Ccente Rojas - Ingrid Nicol Huayllani Cordero Dirección Cliente / Pasa / Dpto.: Huanacuetica - Huanacuetica - Páucará Procedencia de la muestra / Proyecto: Eficiencia en la Remoción de la DBO ₅ y DQO en la PTAR de Filtro Percolador de Páucará y	Correo electrónico: <u>anaís.esthelyn@gmail.com</u> Teléfono: <u>968620004</u> Fecha de Muestra: <u>08/06/21</u>	CBU: 28 15/ 2021	
ENVIOS SOLICITADOS:			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		DATOS DE ENVIO	
Estación de Muestra Cod. de Laboratorio P ₁ P ₂	Diversificación Afuente Efuente	Hora de Muestreo 10:03 am 10:21 am	Tipo de Muestra (1) AR S AR S
Coordenadas UTM (E-N-W-E) E: 534314.62 m E N: 8540451.61 m S E: 534332.63 m E N: 8540889.84 m S		Zona (T, R, U) (K, L, M) 0 0 0	
Cantidad de Envases 1 X 1 X		Temperatura (°C) pH (unif pH) Conductividad (µS/cm) Cloro Libre (ppm) Cloro Total (ppm)	
		AGENCIA	
		CLIENTE	

Equipos utilizados en el muestreo Nombre del equipo Marca Código interno	Muestreado por: PACIFIC CONTROL CMA SA	CLIENTE <input checked="" type="checkbox"/>	Condiciones de Recepción de Muestra Lab. (E, N, S) Envases adecuados Muestras dentro de tiempo de conservación Condiciones de preservación pH Condiciones de conservación (T*) Carga de equipo Observaciones:
Equipos utilizados en campo Observaciones en campo		Observaciones:	

Responsible del muestreo: Anaís Esthelyn Ccente Rojas	Recepción de LAB:
Fecha: 08/06/21 Hora: 10:32 am	Fecha: _____ Hora: _____

BIC: Banco de campo. BNY: Banco agua. DUP: Duplicado.

PR-13-06-0109L 2020 16 16

Apéndice 8

Informe de ensayo de la DQO de laboratorio Pacific Control

Figura 40

Informe de ensayo N° 210004810/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210004810/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS	RUC: DNI: 70125040
Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAMELICA	CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	01/06/2021-11:15 h
Coordenadas:	18L 534347.62E 8590959.64N
Punto de muestreo:	P1 / AFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	02/06/2021
Código de Laboratorio:	210004810
Fecha de inicio de análisis:	03/06/2021
Fecha de término de análisis:	04/06/2021
Fecha de emisión:	08/06/2021

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	270

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió





Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventures/Partnerships, and Representatives throughout the world



TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Figura 41

Informe de ensayo N° 210004811/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210004811/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCavelica

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARA"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	01/06/2021-11:35 h
Coordenadas:	18L 534332.63E 8590889.86N
Punto de muestreo:	P2 / EFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	02/06/2021
Código de Laboratorio:	210004811
Fecha de inicio de análisis:	03/06/2021
Fecha de término de análisis:	04/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

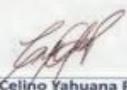
Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	133

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió





Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-05-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CY/CYP

Figura 42

Informe de ensayo N° 210004994/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210004994/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS	RUC: DNI: 70125040
Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAVELICA	CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	08/06/2021-10:07 h
Coordenadas:	18L 534347.62E 8590959.64N
Punto de muestreo:	P1 / AFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	09/06/2021
Código de Laboratorio:	210004994
Fecha de inicio de análisis:	10/06/2021
Fecha de término de análisis:	15/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

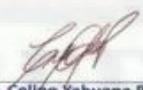
Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	490

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió





Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout on the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYPI/CYP

Figura 43

Informe de ensayo N° 210004995/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210004995/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAVELICA

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	08/06/2021-10:21 h
Coordenadas:	18L 534332.63E 8590889.86N
Punto de muestreo:	P2 / EFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	09/06/2021
Código de Laboratorio:	210004995
Fecha de inicio de análisis:	10/06/2021
Fecha de término de análisis:	15/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	227

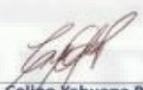
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* = Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC





FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PIR-13-15-01 / V02, 2020.10.10



TIC COUNCIL

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

JE/CY/P/CYP

Figura 44

Informe de ensayo N° 210005303/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210005303/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAMELICA

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PALCARA"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	15/06/2021-11:09 h
Coordenadas:	18L 534347.62mE 8590959.64NmS
Punto de muestreo:	P1 / AFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	16/06/2021
Código de Laboratorio:	210005303
Fecha de inicio de análisis:	17/06/2021
Fecha de término de análisis:	22/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	256

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió





Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los items ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Figura 45

Informe de ensayo N° 210005304/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio Crear Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210005304/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAVELICA

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	*EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ*
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	15/06/2021-11:30 h
Coordenadas:	18L 534332.63mE 8590889.86mS
Punto de muestreo:	P2 / EFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	16/06/2021
Código de Laboratorio:	210005304
Fecha de inicio de análisis:	17/06/2021
Fecha de término de análisis:	22/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

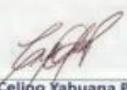
Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	127

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c* = Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC




FIN DE DOCUMENTO

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL, CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítem ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

Figura 46

Informe de ensayo N° 210005492/2021 de la DQO en el afluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Control Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210005492/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAVELICA

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	22/06/2021-10:00 h
Coordenadas:	18L 534347.62mE 8590959.64mS
Punto de muestreo:	P1 / AFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	23/06/2021
Código de Laboratorio:	210005492
Fecha de inicio de análisis:	24/06/2021
Fecha de término de análisis:	25/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	345

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017 Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió





Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10



TIC COUNCIL

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

Figura 47

Informe de ensayo N° 210005493/2021 de la DQO en el efluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210005493/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS	RUC: DNI: 70125040
Domicilio legal: Av los chanclas n°777- HUANGACELICA	CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	01
Presentación:	Frasco de Plastico / Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	22/06/2021-10:20 h
Coordenadas:	18L 534332.63mE 8590889.86mS
Punto de muestreo:	P2 / EFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	23/06/2021
Código de Laboratorio:	210005493
Fecha de inicio de análisis:	24/06/2021
Fecha de término de análisis:	25/06/2021
Fecha de emisión:	27/06/2021

Página 1 de 1

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	166

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



Quim. Celino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC




FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request. Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout as the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYPCYP

Figura 48

Informe de ensayo N° 210005796/2021 de la DQO y DBO₅ en el afluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE-074

INFORME DE ENSAYO N° 210005796/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCAVELICA

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal

Número de Muestras: 02

Presentación: Frascos de Plastico / Una (01) unidad de 1L y Una (01) unidad de 500 mL

Procedencia: EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ

Condición de la muestra: Refrigerada

Muestreado por: El cliente

Procedimiento de muestreo: No Aplica

Plan de muestreo: No Aplica

Fecha y hora de muestreo: 29/06/2021-09:30 h

Coordenadas: 18L 534347.62mE 8590959.64mS

Punto de muestreo: P1 / AFLUENTE

Fecha de recepción de la muestra: 30/06/2021

Código de Laboratorio: 210005796

Fecha de inicio de análisis: 30/06/2021

Fecha de término de análisis: 05/07/2021

Fecha de emisión: 06/07/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	143
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	318

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL, CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10



TIC COUNCIL
TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.

Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

Figura 49

Informe de ensayo N° 210005797/2021 de la DQO y DBO₅ en el afluente de la PTAR



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 210005797/2021

Razón social: ANAIS ESTHEFANY CCENTE ROJAS

RUC: DNI: 70125040

Domicilio legal: Av los chancas n°777- HUANCavelica

CMA: CMA2815/2021

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	02
Presentación:	Frascos de Plastico / Una (01) unidad de 1L y Una (01) unidad de 500 mL
Procedencia:	"EFICIENCIA EN LA REMOCIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE PAUCARÁ"
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	29/06/2021-09:30 h
Coordenadas:	18L 534332.63mE 8590889.86mS
Punto de muestreo:	P2 / EFLUENTE
Fecha de recepción de la muestra:	30/06/2021
Código de Laboratorio:	210005797
Fecha de inicio de análisis:	30/06/2021
Fecha de término de análisis:	05/07/2021
Fecha de emisión:	06/07/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5	mg /L	70
Demanda Química de Oxígeno	10	mg/L	155

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

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd.Ed.2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.2017 Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Observaciones
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

Apéndice 9

Autorizaciones, validación de instrumentos y certificado de instrumentos

Figura 50

Aceptación para la Ejecución de tesis en la Municipalidad Distrital de Paucará


MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARÁ
GERENCIA MUNICIPAL
"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Paucará, lunes 17 de mayo del 2021

CARTA N° 030-2021/GM/GPRH/GLP

SEÑOR:
Ing. PAUL HERBER MAYHUA MENDOZA
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

ASUNTO : ACEPTACION DE TESIS
De mi especial Consideración;

Por medio del presente expreso mi saludo cordial y a la vez del presente documento, comunico a usted la aceptación de los estudiantes HUAYLLANI CONDOR INGRID NIKOL Y CCENTE ROJAS ANAIS ESTHEFANY, con código de matrícula numero 2014161018 Y 2014161038 Egresadas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Facultad de Ciencias Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica, para que desarrolle sus TESIS en el Área de Técnica Municipal de la Municipalidad Distrital de Paucará, las que iniciara a partir de 18 de mayo al 30 de julio del 2021; en el horario de 8:00 am a 12:30 pm, realizaran la elaboración de Tesis sobre "EFICIENCIA EN LA REMOCION DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DE FILTRO PERCOLADOR".

Para tal efecto la Ing. ROSA SEDANO ESCOBAR, será la persona quien le facilite todas las informaciones y permiso en la planta de tratamiento de agua residual. Finalmente comunicarle que la dirección del centro donde se realizara el Tesis fue aceptada por la Área Técnica Municipal de la Municipalidad Distrital de Paucará, con RUC N° 20175954661, Ubicado en la plaza principal del Distrito de Paucará – Acobamba - Huancavelica.

Agradezco su atención prestada y del mismo modo reitero mis saludos cordiales.

Atentamente.


GOBIERNO LOCAL DE PAUCARÁ
ACOBAMBA - HUANCVELICA
ING. GABRIEL PAURAMOS HINOJOSA
GERENTE MUNICIPAL

Figura 51

Certificado del equipo de Medición Lovibond de la Universidad Nacional de Huancavelica

Lovibond® Water Testing
Tintometer® Group



Certificate of Compliance

Instrument **BD 600**

Serial No. 0418/001521

Calibration The instrument is calibrated according to the procedures which are part of our QM documentation. passed

Measurement Function QC-Test passed

General Inspection No visual flaws, burrs or loose parts/fastenings (not applicable for returned instruments) passed

Release Date: 26th April 2018

Technician Wysella

Quality Manager: Diego Fierro



The Tintometer GmbH is ISO 9001 certified - Reg. No. 5394
Tintometer GmbH, Lovibond® Water Testing
P.O. Box 410384, 44273 Dortmund, Germany
Certificate FB 7 5-60M



Apéndice 10

Panel fotográfico

Figura 52

Vista panorámica de la PTAR de Ayamachay

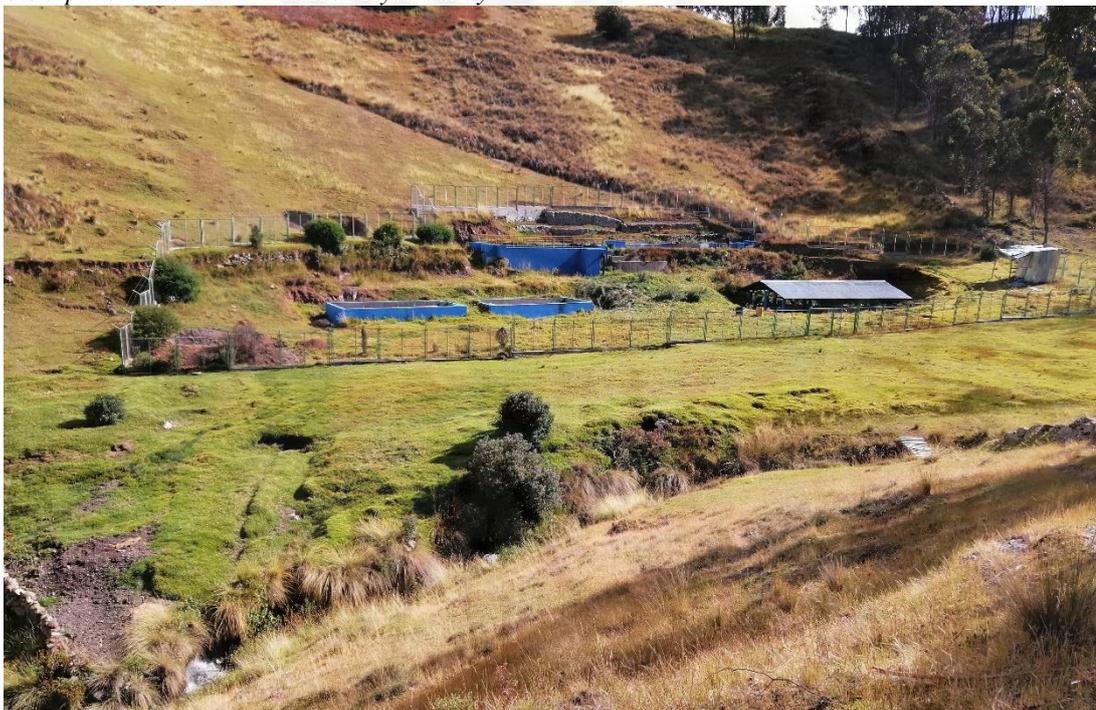


Figura 53

Vista panorámica del filtro percolador de la PTAR DE Ayamachay



Figura 54

Monitoreo de parámetros en el afluente de la PTAR DE Ayamachay

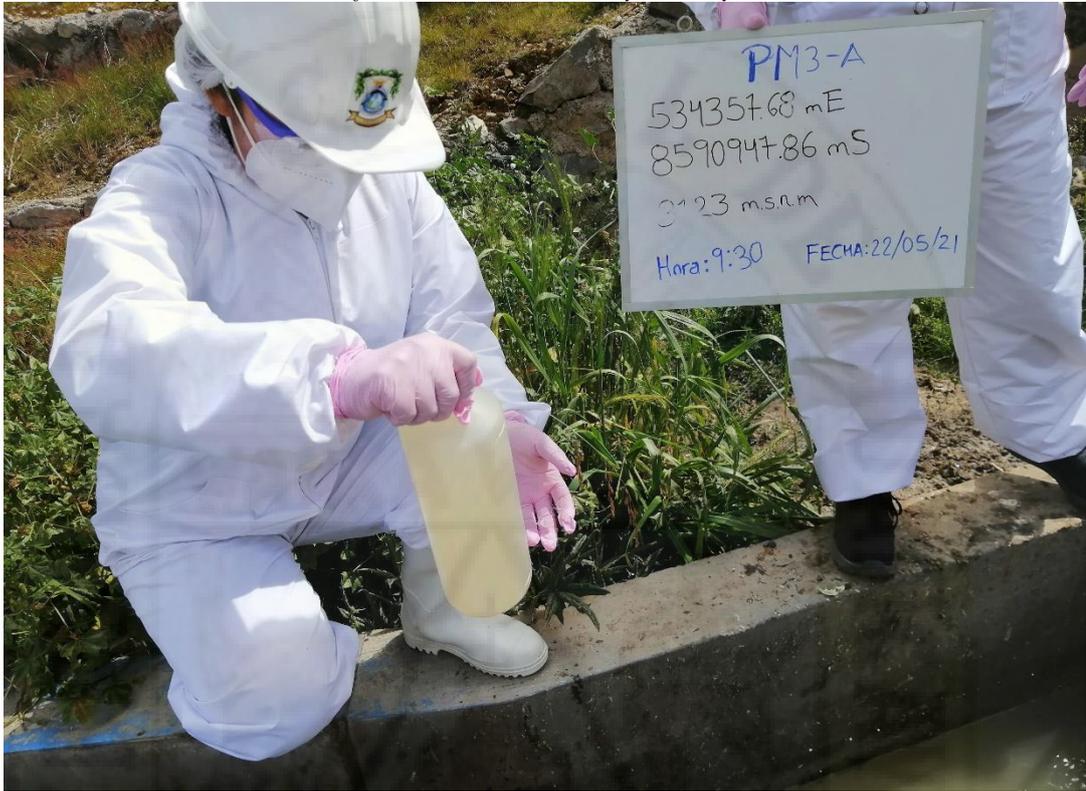


Figura 55

Monitoreo de parámetros en el efluente de la PTAR DE Ayamachay



Figura 56
Etiquetado de muestras



Figura 57
Rellenado de cuaderno de campo



Figura 58
Asegurando las muestras de la PTAR de Ayamachay



Figura 59
Sedimentador de la PTAR de Ayamachay



Figura 60
Materiales para muestreo de agua residual



Figura 61
Materiales de Laboratorio



Figura 62
Área de secado para materiales de Laboratorio



Figura 63
Preparación de soluciones para la adición a las muestras de agua



Figura 64
Preparación de las muestras de agua



Figura 65
Adición de nitrificante a la muestra de agua residual

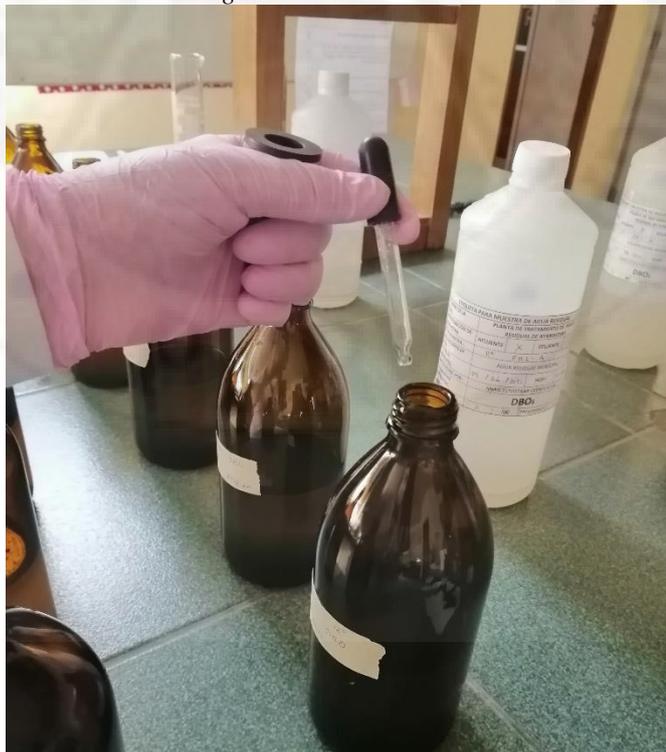


Figura 66
Adición del agitador magnético a las muestras de agua

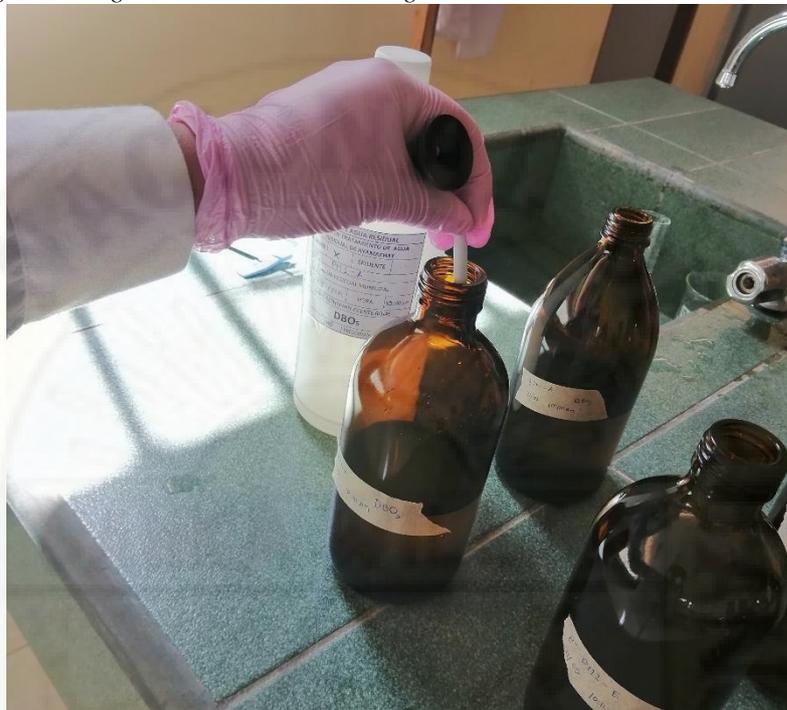


Figura 67
Adición de los estuches con solución de hidróxido de potasio

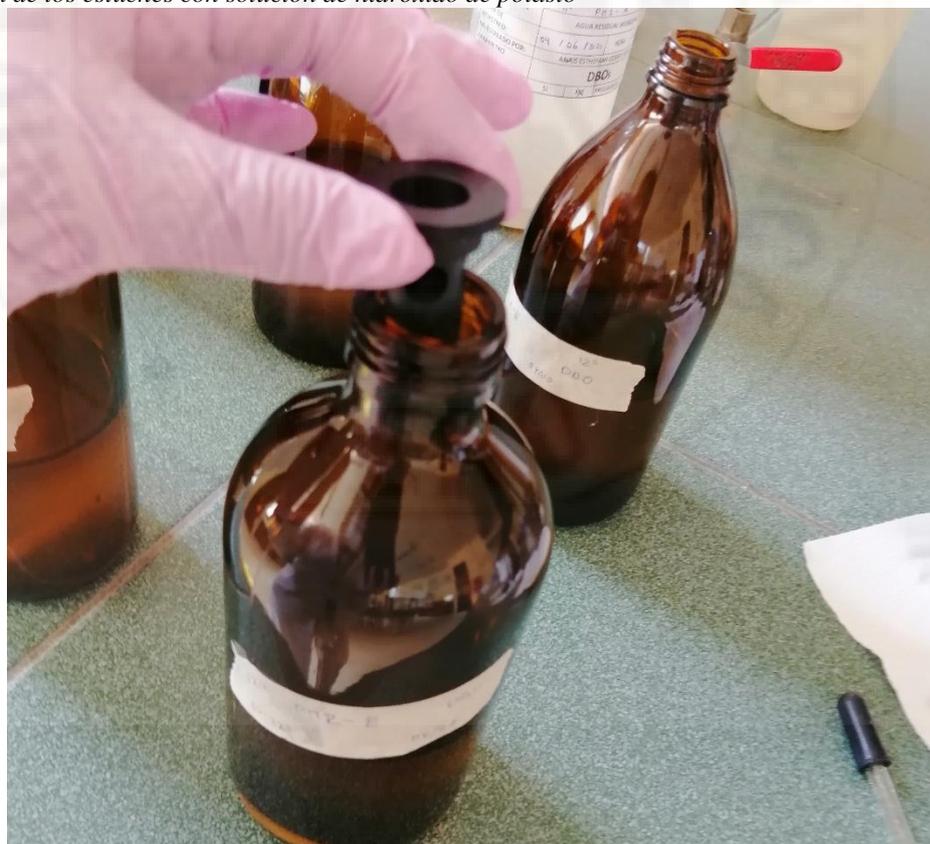


Figura 68
Equipo de medición de DBO BD 600.



Figura 69
Colocación de los sensores de medición en cada muestra



Figura 70

Visualización de los valores momentáneos del sistema de medición DBO BD 600

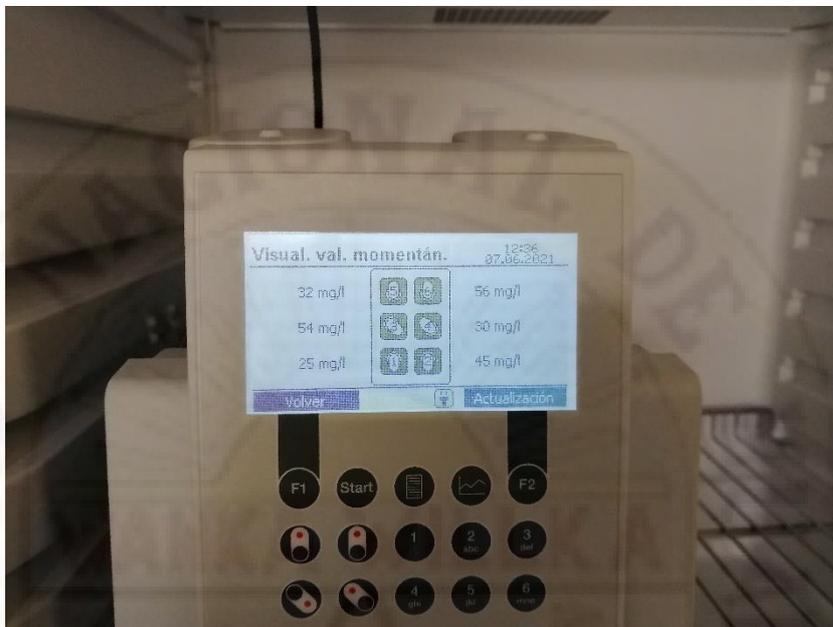


Figura 71

Instalación del sistema de medición DBO BD 600 en la incubadora de CO₂



Figura 72
Lectura de resultados del sistema DBO BD 600 en la incubadora de CO₂



Figura 73
Medición de parámetros de campo en el afluente de la PTAR



Figura 74
Medición de parámetros de campo en el Efluente de la PTAR



Figura 75
Conservación de muestras para el parámetro de la DQO

