

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO**

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**INFLUENCIA DE LA CARGA ORGANICA EN FUNCION DE LA DBO
EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, PROVENIENTES DE
FILTROS PERCOLADORES, CON DIFERENTE CARGA
HIDRAULICA Y CARGA ORGANICA DE LAS AGUAS
RESIDUALES PARA CLIMAS ANDINOS – 2019**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA SANITARIA

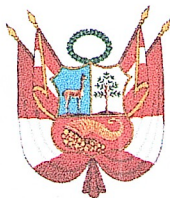
Tesista: Br. MALENNY BENYTHA TOLEDO RAFAELE

Asesor: Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA

Huaraz - Perú

2023





ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el auditorium de la FCAM-UNASAM, para la Ceremonia de Sustentación de la Tesis, que presenta La señorita Bachiller: **MALENNY BENYTHA, TOLEDO RAFAELE**.

Tesis Titulada: **“INFLUENCIA DE LA CARGA ORGANICA EN FUNCION DE LA DBO EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, PROVENIENTES DE FILTROS PERCOLADORES, CON DIFERENTE CARGA HIDRAULICA Y CARGA ORGANICA DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA CLIMAS ANDINOS – 2019”**

En seguida, después de haber atendida la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas lo declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condiciones de ser **APROBADO** por el Consejo de Facultad y recibir el Título Profesional de:

INGENIERO SANITARIO

De conformidad con el Art. 113° numeral 113.9 del reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario – Rector N° 432-2016-UNASAM del 28-12-2016).

Huaraz, 20 de Julio del 2023.

Msc. Carlos Borrromeo Poma Villafuerte
Presidente

Dr. Kiko Félix Depaz Celi
Primer Miembro

Dra. Judith Isabel Flores Albornoz
Segundo Miembro

Ing. Nino Franklin Araujo Jamanca
Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

“Influencia de la carga orgánica en función de la DBO en sedimentadores secundarios, provenientes de filtros percoladores, con diferente carga hidráulica y carga orgánica de las aguas residuales para climas andinos – 2019”

Presentado por: Toledo Rafael Malenny Benytha

con DNI N°: 48199046

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Sanitario

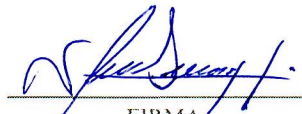
Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : ...16%... de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
			<input checked="" type="radio"/>
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 23/06/2023


FIRMA
Apellidos y Nombres: Nino Franklin Araujo Jamanca
DNI N°: 43848700

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**borrador Corregido junio 2023 MTRV1.d
ocx**

RECUENTO DE PALABRAS

37075 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

206 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jun 23, 2023 11:52 AM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

196079 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.1MB

FECHA DEL INFORME

Jun 23, 2023 11:55 AM GMT-5**● 16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Nino Franklin Araujo Jamanca, docente de la Escuela Profesional de Ingeniera Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, y siendo asesor de la **Br. Toledo Rafaela Malenny Benytha** quien presentó la tesis titulada **“INFLUENCIA DE LA CARGA ORGÁNICA EN FUNCIÓN DE LA DBO EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, PROVENIENTES DE FILTROS PERCOLADORES, CON DIFERENTE CARGA HIDRÁULICA Y CARGA ORGÁNICA DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA CLIMAS ANDINOS - 2019”**, presentado en 226 folios, para la obtención del título profesional de Ingeniera Sanitaria declaro lo siguiente:

- Se menciono todas las fuentes empleadas en el trabajo de Investigación identificando correctamente todas las citas textuales o de paráfrasis provenientes de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No se utilizo ninguna otra fuente distinta a aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- El trabajo fue revisado electrónicamente en el programa anti plagios cumpliendo con el grado de similitud exigida por la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y de la evaluación de la originalidad se tiene un porcentaje del 16% de similitud.

Huaraz, 21 de Julio del 2023.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huaraz

Ing° Nino Franklin Araujo Jamanca
INGENIERO SANITARIO
REG CIP N° 109309

ING. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA
DNI: 43848700

Asesor de Tesis



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Malenny Benytha Toledo Rafaele, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, declaro que le trabajo académico titulado “INFLUENCIA DE LA CARGA ORGÁNICA EN FUNCIÓN DE LA DBO EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, PROVENIENTES DE FILTROS PERCOLADORES, CON DIFERENTE CARGA HIDRÁULICA Y CARGA ORGÁNICA DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA CLIMAS ANDINOS - 2019” presentado en 226 folios, para la obtención del título profesional de Ingeniera Sanitaria, es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de Investigación identificando correctamente todas las citas textuales o de paráfrasis provenientes de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta a aquellas expresadas y señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Huaraz, 21 de Julio del 2023.



MALENNY BENYTHA TOLEDO RAFAELE

DNI: 48199046



DEDICATORIA

A Dios Padre, por ser mi guía y cuidarme ante las adversidades.

A mis queridos padres: Hernán Toledo Espinoza y Nancy Rafaele Quispe, por toda la dedicación, esfuerzo y apoyo incondicional durante toda mi formación, por creer y confiar en mí, por guiarme por el buen camino y apoyarme en mis caídas, ustedes son mi mayor inspiración y mi ejemplo de superación.

A mi Hermana y Hermano por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis amigos y personas que estimo por su ayuda en cada obstáculo

Malenny Benytha Toledo Rafaele

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme dado salud y sabiduría para culminar este proyecto, también a mis padres y hermanos que me apoyaron moral y económicamente para alcanzar mis anheladas metas.

A la escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente, al Ing. Nino Franklin Araujo Jamanca y a mis formadores ingenieros de gran experiencia quienes se han esforzado por transmitirme sus conocimientos, logrando así culminar el desarrollo de mi tesis con éxito.



INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CONTENIDOS	iii
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE GRAFICOS	vii
INDICE DE IMÁGENES	xi
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE ESQUEMAS.....	xiii
INDICE DE ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Hipótesis	2
1.3. Variables.....	3
II. MARCO TEORICO.....	14
2.1. Antecedentes.....	14
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.3. Definición de Términos Básicos.....	31
III.MARCO METODOLOGICO.....	33
3.1. Tipo de Investigación.....	33
3.2. Diseño de Investigación	34

3.3. Métodos o Técnicas.....	37
3.4. Población y Muestra.....	56
3.5. Instrumentos Validados de Recolección de Datos.....	59
3.6. Plan de Procesamiento y Análisis Estadístico de la Información.....	63
IV. RESULTADOS	68
4.1. Resultados de la Caracterización	68
4.2. Resultados de la Investigación	69
4.3. Contratación de la Hipótesis	127
V. DISCUSIÓN	141
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
6.1. Conclusiones	147
6.2. Recomendaciones	149
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
ANEXOS	
ANEXO N° 01: Calculo y/o diseño de cada unidad de sedimentador secundario.....	
ANEXO N° 02: Recolección de datos de cada indicador.....	
ANEXO N° 03: Estudio estadístico	
ANEXO N° 04: Panel fotográfico: etapa de implementación de las unidades de análisis.....	
ANEXO N° 05: Panel fotográfico: toma de muestra análisis de laboratorio de cada indicador.....	
ANEXO N° 06: Plano del diseño optimo del sedimentador secundario.....	

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias.....	21
Tabla N° 02: Contaminantes de importancia en aguas residuales.....	22
Tabla N° 03: Composición típica de las aguas residuales domesticas..	23
Tabla N° 04: LMP en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas.....	23
Tabla N° 05: Materiales y Equipos.....	47
Tabla N° 06: Caracterización del agua residual	68
Tabla N° 07: Información del factor UA.....	127
Tabla N° 08: Componentes de la varianza UA.....	128
Tabla N° 09: Información del Factor CH.....	128
Tabla N° 10: Componentes de la varianza CH.....	129
Tabla N° 11: Evaluación de remoción de Carga Orgánica en función DBO5 según las Unidades de Análisis.....	130
Tabla N° 12: Coeficientes según Cargas Orgánicas.....	131
Tabla N° 13: Evaluación de la influencia de las unidades de análisis en la remoción de Carga Orgánica.....	132
Tabla N° 14: Evaluación de remoción Carga Orgánica en función de DBO5 según las Cargas Hidráulicas Superficiales de los Sedimentadores Secundarios.....	134
Tabla N° 15: Coeficientes según las Cargas Hidráulicas.....	135
Tabla N° 16: Evaluación de la influencia de la Carga Hidráulica según los tipos de sedimentadores secundarios en la remoción de Carga Orgánica.....	136

Tabla N° 17: Información Estadística del factor CH.....	177
Tabla N° 18: Componentes de la varianza estadística CH.....	177
Tabla N° 19: Pruebas de efectos fijos CH.....	178
Tabla N° 20: Resumen del modelo.....	178
Tabla N° 21: Coeficientes.....	179
Tabla N° 22: Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes.....	180
Tabla N° 23: Comparaciones por parejas de Bonferroni: Tipo de Sedimentador Secundario – CH.....	182
Tabla N° 24: Información Estadística del factor UA.....	183
Tabla N° 25: Componentes de la varianza estadística UA.....	183
Tabla N° 26: Pruebas de efectos fijos UA.....	184
Tabla N° 27: Resumen del modelo UA.....	184
Tabla N° 28: Coeficientes UA.....	185
Tabla N° 29: Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes UA.....	186
Tabla N° 30: Comparaciones múltiples de Bonferroni entre las Unidades de Análisis.....	187

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01: Esquema de Soporte y Capa Biológica.....	24
Gráfico N° 02: Sedimentador Secundario, vista en Planta.....	25
Gráfico N° 03: Sedimentador Secundario, vista en Perfil.....	26
Gráfico N° 04: Fases de la Investigación.....	37
Gráfico N° 05: Sedimentadores Secundarios.....	38
Gráfico N° 06: Diseño de Investigación Experimental.....	44
Gráfico N° 07: Valores de Caudal (Q) en sedimentadores secundario.	70
Gráfico N° 08: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente...	71
Gráfico N° 09: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	72
Gráfico N° 10: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	74
Gráfico N° 11: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	75
Gráfico N° 12: Valores de PH en Sedimentadores Secundarios	77
Gráfico N° 13: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación del PH y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	78
Gráfico N° 14: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación del PH y en la Remoción de Carga orgánica (CO) del efluente.....	79

Gráfico N° 15: Valores de la Temperatura (T°) en Sedimentadores Secundarios.....	81
Gráfico N° 16: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	82
Gráfico N° 17: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción Carga Orgánica (CO) del efluente	83
Gráfico N° 18: Valores de Turbiedad en Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 01 (UA-01).....	85
Gráfico N° 19: Valores de Turbiedad en Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 02 (UA-02).....	86
Gráfico N° 20: Valores de Turbiedad en Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 03 (UA-03).....	87
Gráfico N° 21: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	88
Gráfico N° 22: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	89
Gráfico N° 23: Valores de Remoción (%) de Turbiedad en los Sedimentadores Secundarios.....	91
Gráfico N° 24: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	92
Gráfico N° 25: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Remoción de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	93

Gráfico N° 26: Valores de Solidos Suspendidos Totales (SST) en Sedimentadores Secundarios	95
Gráfico N° 27: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de los Solidos Suspendidos Totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	96
Gráfico N° 28: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación de los sólidos suspendidos totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	97
Gráfico N° 29: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (%SST).....	99
Gráfico N° 30: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (%SST).....	100
Gráfico N° 31: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	101
Gráfico N° 32: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	102
Gráfico N° 33: Valores de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 01 (UA-01)	103
Gráfico N° 34: Valores de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 02 (UA-02).....	104
Gráfico N° 35: Valores de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 03 (UA-03).....	105
Gráfico N° 36: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	106

Gráfico N° 37: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	107
Gráfico N° 38: Valores de Remoción (%) de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios.....	109
Gráfico N° 39: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	110
Gráfico N° 40: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Remoción de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	111
Gráfico N° 41: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de la DBO5	113
Gráfico N° 42: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de la DBO5	114
Gráfico N° 43: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de la DBO5.....	115
Gráfico N° 44: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de la DBO5.....	116
Gráfico N° 45: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del PH y en la Remoción de la DBO5.....	117
Gráfico N° 46: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la variación del PH y en la Remoción de la DBO5.....	118
Gráfico N° 47: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de DBO5...	119
Gráfico N° 48: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de DBO5.....	120

Gráfico N° 49: Valores de Carga Orgánica (CO) en Sedimentadores Secundarios	121
Gráfico N° 50: Valores de Remoción de la Carga Orgánica (CO) en los Sedimentadores Secundarios	123
Gráfico N° 51: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente	124
Gráfico N° 52: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente.....	125

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Diseño del sedimentador secundario tipo 01.....	156
Imagen N° 02: Diseño del sedimentador secundario tipo 02.....	157
Imagen N° 03: Diseño del sedimentador secundario tipo 03.....	158

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Diseño del sedimentador Secundario.....	43
Cuadro N° 02: Unidades de Investigación.....	45
Cuadro N° 03: Instrumentos de los Indicadores Evaluados.....	50
Cuadro N° 04: Calendario de Muestreo de Campo.....	55
Cuadro N° 05: Calendario de Muestreo de Laboratorio (DBO, SST)....	56
Cuadro N° 06: Muestra de Agua residual.....	58
Cuadro N° 07: Tratamiento de las Unidades de Análisis.....	65
Cuadro N° 08: Tipos de Sedimentadores Secundarios.....	65
Cuadro N° 09: Variación de Caudal (Q) según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO).....	73

Cuadro N° 10: Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)	76
Cuadro N° 11: Variación del PH según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO).....	80
Cuadro N° 12: Variación de Temperatura (T°) según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO).....	84
Cuadro N° 13: Variación de Turbiedad según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO).....	90
Cuadro N° 14: Variación del % de Remoción de Turbiedad según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO).....	94
Cuadro N° 15: Variación de los Solidos Suspendidos Totales (SST) según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO).....	98
Cuadro N° 16: Variación de DBO5 según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)	108
Cuadro N° 17: Variación del % de Remoción de DBO5 según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO).....	112
Cuadro N° 18: Variación de la Carga Orgánica (CO) según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO).....	122
Cuadro N° 19: Variación del % de Remoción de Carga Orgánica (CO) según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis.....	126
Cuadro N° 20: Cálculos del diseño de sedimentadores secundarios...	155
Cuadro N° 21: Diseño del sedimentador secundario tipo 01.....	156
Cuadro N° 22: Diseño del sedimentador secundario tipo 02.....	157
Cuadro N° 23: Diseño del sedimentador secundario tipo 03.....	158
Cuadro N° 24: Recolección de Datos de Ingreso	159
Cuadro N° 25: Recolección de Datos de Salida	165
Cuadro N° 26: Resumen de Variación de Datos.....	171

INDICE DE ESQUEMAS

Esquema N° 01: Operacionalización de Variable.....	11
Esquema N° 02: Método Cuasiexperimental con preprueba y postprueba ...	35
Esquema N° 03: Método Cuasiexperimental con postprueba	36
Esquema N° 04: Diseño y Condiciones Hidráulicas de los Sedimentadores Secundarios...	69
Esquema N° 05: Residuos Condicionales para la remoción de Carga Orgánica (CO)...	181
Esquema N° 06: Residuos Condicionales para la remoción de Carga Orgánica (CO) - UA...	186

INDICE DE ABREVIATURAS

- VI - 01 Variable Independiente N° 01
- VI - 02 Variable Independiente N° 02
- VD - 01 Variable Dependiente N° 01
- DQO Demanda Química de Oxígeno
- DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno
- DBO 5 Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días
- PH Potencial de Hidrogeno
- CO 2 Dióxido de Carbono
- SST Solidos Suspendidos Totales
- SS Solidos Suspendidos
- CO Carga Orgánica
- Kg DBO 5/dia Kilogramos de DBO 5 al dia
- Kg/d Kilogramo por día
- T° Temperatura
- m2 Metro cuadrado
- m3 Metro cubico

• m ³ /m ² /d	Metro cubico por metro cuadrado por dia
• cm/seg	Centímetro sobre segundo
• mg/L	Miligramo por litro
• L/s	Litros por Segundo
• °C	Grados Centígrados
• TRH	Tiempo de Retención Hidráulica
• UNT	Unidad nefelométrica de turbidez
• Hr	Horas
• NMP	Número más probable
• D 1 y 2	Oxígeno Disuelto preparado en muestra 1 y 2
• B 1 y 2	Oxígeno Disuelto en Blanco en muestra 1 y 2
• CEPIS	Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ambiental
• RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones
• DHS	Filtro percolador Flujo ascendente
• PTAR	Planta de Tratamiento de agua residual
• LMP	Límite Máximo Permisible
• VS	Velocidad de Sedimentación
• CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
• OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización ambiental
• G	Grupo de análisis
• O1,2,3	Pre-Prueba 1, 2 y 3
• O4,5,6	Pre-Prueba 4, 5 y 6
• X 1,2,3	Post Prueba 1, 2, 3
• OPS	Organización Panamericana de la Salud
• V	Volumen de Sedimentación
• Vol	Volumen del Sedimentador Secundario
• Q	Caudal
• Qf	Caudal de Funcionamiento
• A	Área del Sedimentador
• A 1	Área del Sedimentador N° 01

- L Largo del Sedimentador Secundario
- H Profundidad del Sedimentador Secundario
- B Ancho del Sedimentador Secundario
- VH Velocidad Horizontal
- Vh 1 Velocidad Horizontal del Sedimentador N° 01
- CH Carga Hidráulica
- CHS Carga Hidráulica Superficial
- S - 1,2,3,4,5,6,7,8,9 Sedimentador Secundario N° 1,2,3,4,5,6,7,8,9
- DIGESA Dirección general de salud ambiental e inocuidad alimentaria
- SEM Semana
- N° Numero
- KPa Kilo pascal
- fem Fuerza electromotriz

RESUMEN

El objetivo del estudio es determinar cómo la carga orgánica, medida por el DBO, afecta en las salidas de los sedimentadores secundarios que provienen de los filtros percoladores, énfasis en los climas andinos. Se examinarán varias condiciones de carga hidráulica y orgánica para las cargas de agua residual. Se evaluaron 09 unidades de sedimentadores secundarios, los cuales se agruparon según el tipo de unidad de análisis N° 01 y N° 02 y N° 03, considerando para cada uno de ellos, 03 tipos de diseños de sedimentadores secundarios según las variaciones de las Cargas Hidráulicas a emplear los cuales son el tipo N° 1, N° 2 y N° 3, con el propósito de lograr la obtención de mayor cantidad de remoción de carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios y evaluar las condiciones adecuadas para el desarrollo de la actividad biológica.

La investigación está estructurada por 5 fases, el primero es Ejecución, Diseño e implementación (09 sedimentadores secundarios), el segundo es identificación y toma de muestras, el tercero es Técnica e Instrumento, la cuarta es Organización de Datos y el quinto es Análisis e interpretación de Datos, para el cual se empleó el modelo estadístico de Efectos Mixtos.

Con los datos obtenidos, se ha evaluado la influencia de la Unidad de Análisis y la carga hidráulica en remoción máxima de carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios, señalando que los mejores resultados obtenidos, se desarrollaron en un tratamiento aplicando la combinación la unidad de análisis N° 02 y el diseño de sedimentador tipo 01 con CHS de 2.398m³/m².d, logrando de esta manera que el tren de tratamiento basado en un tanque Imhoff, con filtro de carbón activado obtenga mayor adaptabilidad en climas andinos. En la presente investigación se generó remoción de Carga Orgánica en efluente de los sedimentadores secundarios superior al 70% al trabajar con valores promedios de caudal en 0.0065 l/s, TRH en 2 horas, Ph en 7.59, Temperatura en 16.8°C, dando remociones de turbiedad del 18.36% al 19.23%, de Sólidos Suspendidos Totales de 25.92% al 36.05% y DBO5 de 68.88% al 70.17%.

La presente investigación aportara conocimientos del comportamiento de parámetros para diseñar sedimentadores secundarios a escala real, para climas alto andinos.

Palabras claves: carga orgánica, DBO5, sedimentador Secundario, Unidades de análisis, Tipo de sedimentador, Filtros biológicos.



ABSTRACT

The objective of the study is to determine how the organic load, measured by the BOD, affects the outputs of the secondary settlers that come from the percolators. Emphasis on Andean climates, various hydraulic and organic load conditions for residual water loads will be examined. 09 units of secondary settlers were evaluated, which were grouped according to the type of analysis unit No. 01 and No. 02 and No. 03, considering for each one of them, 03 types of secondary settler designs according to the variations of the Hydraulic Loads to be used, which are type No. 1, No. 2 and No. 3, with the purpose of obtaining the of greater quantity of removal of organic load in the effluents of the secondary sedimentation tanks and to evaluate the adequate conditions for the development of the biological activity.

The investigation is structured by 5 phases, the first is Execution, Design and Implementation (09 secondary settlers), the second is identification and sampling, the third is Technique and Instrument, the fourth is Data Organization and the fifth is Analysis and Data interpretation, for which the Mixed Effects statistical model was used.

With the data obtained, the influence of the Analysis Unit and the hydraulic load on the maximum removal of organic load in the effluents of the secondary settlers has been evaluated, indicating that the best results obtained were developed in a treatment applying the combination of the unit of analysis N° 02 and the design of settler type 01 with CHS of 2,398 m³/m².d, achieving in this way that the treatment train based on an Imhoff tank, with activated carbon filter obtains greater adaptability in Andean climates. In the present investigation, more than 70% removal of Organic Load in effluent from secondary settlers was generated by working with average flow values of 0.0065 l/s, TRH in 2 hours, Ph in 7.59, Temperature in 16.8°C, giving removals of turbidity from 18.36% to 19.23%, Total Suspended Solids from 25.92% to 36.05% and BOD₅ from 68.88% to 70.17%.

The present investigation will contribute knowledge of the behavior of parameters to design secondary settlers on a real scale, for high Andean climates.

Keywords: organic load, BOD5, Secondary settler, Units of analysis, Type of settler, Biological filter



I. INTRODUCCIÓN

La investigación presentada es denominada: “INFLUENCIA DE LA CARGA ORGANICA EN FUNCION DE LA DBO EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, PROVENIENTES DE FILTROS PERCOLADORES, CON DIFERENTE CARGA HIDRAULICA Y CARGA ORGANICA DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA CLIMAS ANDINOS – 2019”; es un análisis de estudio donde se busca evaluar la influencia en las diferentes cargas orgánicas y cargas hidráulicas en el tratamiento de aguas residuales empleando sedimentadores secundarios.

Se dará un enfoque al comportamiento que presentan los sedimentadores situados en climas andinos, considerando dos puntos importantes. Primero se analiza la influencia que generarían las cargas orgánicas provenientes de filtros percoladores en el afluente de los sedimentadores secundarios, ya que para este estudio se tomaron 3 tipos de afluentes (2 unidades de filtros con carbón activado y 1 unidad de filtro con grava). Como segundo punto, se evalúa la influencia que ejercen las diferentes cargas hidráulicas aplicadas a los sedimentadores secundarios, en este caso también se analizaron 03 tipo de diseños hidráulicos (diseños cortos, medianos y largos). Todo ello para tener en cuenta la influencia que generarían las cargas hidráulicas diseñadas y los diferentes tipos de afluentes en los sedimentadores secundarios con el fin de tener registros del comportamiento del sedimentador secundario y poder darle las condiciones óptimas para un eficiente tratamiento en climas andinos.

La actual tesis se divide en siete capítulos que abordan los objetivos, hipótesis y variables. Además, se desarrolla un marco teórico, antecedentes, los fundamentos teóricos del tema y las definiciones de los términos fundamentales.

Asimismo, se incluye una metodología que detalla el tipo de investigación realizada, el diseño utilizado, el método o técnica utilizada, población y muestra, las herramientas válidas de recolección de datos y la estrategia de procesamiento y análisis estadístico de la información.

Los resultados obtenidos se presentan junto con su análisis e interpretación, seguido de la discusión de los mismos. Las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas se incluyen al final.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar la influencia de la carga orgánica en función de la DBO en diferentes sedimentadores secundarios, provenientes de filtros percoladores, con diferente carga hidráulica y carga orgánica de las aguas residuales para climas Andinos – 2019

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia de la carga orgánica en el afluente de los Sedimentadores secundarios provenientes de filtros percoladores.
- b) Determinar la influencia que ejercen las diferentes cargas hidráulicas en los sedimentadores secundarios.
- c) Construir las Unidades del Sedimentador Secundario para el tratamiento de las aguas residuales en climas andinos.
- d) Proponer el diseño óptimo del sedimentador secundario para el tratamiento de las aguas residuales en climas andinos.

1.2. Hipótesis

La mayor parte del material orgánico, sólido y contaminante que está presente en las aguas residuales suele recuperarse mediante plantas de tratamiento de agua, lo que permite descargarlas adecuadamente en las fuentes receptoras de agua. En ese contexto, se evaluó la influencia de cargas orgánicas e hidráulicas sobre sedimentadores secundarios en la actual investigación.

1.2.1. Hipótesis general

Las diferentes cargas hidráulicas y cargas orgánicas provenientes de filtros percoladores si influyen en el tratamiento de las aguas residuales empleando sedimentadores secundarios para climas Andinos – 2019.

1.2.2. Hipótesis específicas

- a) La aplicación de las diferentes cargas orgánicas provenientes de filtros percoladores, en los afluentes de los Sedimentadores secundarios si influyen en el tratamiento de aguas residuales de su efluente, para climas Andinos – 2019.
- b) La aplicación de las diferentes cargas hidráulicas en los sedimentadores secundarios si influyen en el tratamiento de las aguas residuales, para climas Andinos – 2019.
- c) La Construcción de las Unidades del Sedimentador Secundario si influyen en el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos.
- d) El diseño óptimo del sedimentador secundario si influye en el tratamiento de las aguas residuales en climas andinos.

1.3. Variables

1.3.1. Variable independiente 01 (VI – 01).

La variable independiente 01 dentro de la investigación vienen a ser las Aguas Residuales con diferentes Cargas Orgánica provenientes de filtros percoladores. La carga orgánica extraída del agua restante es descompuesta por la población microbiana que se adhirió a la membrana del filtro y que, cuando se expone al aire, consume oxígeno y nutrientes. (Reyes, 2009)

1.3.1.1. Definición conceptual

La carga orgánica presente en el agua residual, que se puede cuantificar mediante la demanda química de oxígeno (DQO) o la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es descompuesta por microorganismos que se adhieren al medio filtrante del filtro percolador. Al pasar el agua residual a través del filtro y entrar en contacto con el aire, los nutrientes y el oxígeno se difunden hacia la biopelícula y son consumidos por la población microbiana, lo que da lugar a la generación de algunos subproductos y CO₂. **(Reyes, 2009).**

1.3.1.2. Definición operacional

Se evaluará la carga orgánica en los filtrospercoladores de grava y carbón vegetal, según los tipos de filtros. (Gutiérrez, 2014). A medida que el agua residual atraviesa el filtro y entra en contacto con el aire, los nutrientes y el oxígeno se difunden hacia una biopelícula donde son aprovechados por la población microbiana.

Este proceso conlleva a la formación de productos de desecho y CO₂, lo cual contribuye al aumento de la población microbiana. Cuando esta población entra en contacto con el agua residual, se encarga de consumir la materia orgánica y el oxígeno, llevando un cabo así el proceso de degradación. (Delgado, 2018).

1.3.1.3. Definición de dimensiones

La dimensión son las condiciones físico-químicas y biológicas en el afluente de los sedimentadores secundarios., ya que, si la carga orgánica aumenta, la proporción de alimento disponible para los microorganismos también lo hará, lo que resultará en un crecimiento más rápido de la población bacteriana en el sistema. (Rincón, 2019)

1.3.1.4. Indicadores

- **Potencial de Hidrógeno:** Se recomienda mantener un rango de pH entre 7.5 y 9.5, ya que se considera óptimo para los procesos biológicos necesarios, especialmente el crecimiento bacteriano. (Barrera, 2018)
- **Temperatura:** Durante el período de demostración, la temperatura se mantuvo constante, con un promedio de 23,39°C en la entrada del filtro y 23,64°C en la salida. Estos valores indican que la temperatura es adecuada para el desarrollo de la actividad microbiana (Barrera,2018)
- **Turbiedad:** La turbiedad se mide en una muestra de agua después de un período de sedimentación de 24 horas, según lo establecido por las normas. (RNE, OS 020).
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).** Los filtros son más eficientes en la remoción de DBO cuando se utilizan en situaciones donde no se requiere una alta eficiencia en esta remoción, según lo establecido por el RAS en el año 2000. (RAS, 2000).

• **Carga Orgánica:** considera la cantidad en peso de los contaminantes removidos en un periodo determinado medidos en Kg DBO/día. (Ortega, 2016). La actividad biológica es impulsada por microorganismos que, en condiciones aeróbicas, promueven la degradación de la materia orgánica, lo que resulta en una reducción de sus propiedades contaminantes. Esto ocurre a través del intercambio de oxígeno entre el aire y el agua (Raffo, 2014)

• **Sólidos suspendidos totales (SST):** Los sólidos suspendidos consisten principalmente en materia orgánica y representan una parte significativa de los contaminantes presentes en el agua residual. Estos sólidos incluyen desechos humanos, residuos de alimentos, papel, trapos y células biológicas, que se agrupan formando una masa de sólidos suspendidos en el agua. Incluso las partículas de materiales inertes pueden adsorber sustancias orgánicas en su superficie (Valdez, 2003)

1.3.2. Variable independiente 02 (VI – 02):

La variable independiente 02 vendrá a ser los Sedimentadores Secundarios con diferentes cargas hidráulicas. Los cuales consideran en su diseño el área superficial y la profundidad, que garantice la distribución uniforme del agua a través de la entrada y salida de las pantallas. (Marquez, 2016).

1.3.2.1. Definición conceptual

Los cuales consideran en su diseño el área superficial y la profundidad, cuyo fin es asegurar una distribución uniforme del agua en toda la unidad y evitar la formación de áreas inactivas, para eso es necesario que las pantallas de entrada y salida cumplan con este propósito. (Marquez, 2016).

1.3.2.2. Definición operacional

Examinar el impacto de los factores de diseño que emergen el desempeño de los Sedimentadores Secundarios (Zarate, 1995)

1.3.2.3. Definición de dimensiones

La dimensión se refiere a las diversas condiciones hidráulicas aplicadas a los Sedimentadores Secundarios. Un aspecto relevante en el diseño de estos tanques es asegurar un espacio adecuado para el almacenamiento de los lodos, ya que esto reduce la profundidad disponible para cualquier sedimentación adicional (Dodane, 2014)

1.3.2.4. Indicadores

- **Área de Sedimentadores Secundarios (m²).** La selección de una forma particular para una planta dada depende del área disponible. La mayoría de los sedimentadores secundarios usados en la actualidad son de forma rectangular y de construcción en hormigón armado. (Rodríguez, 2015).

- **Volumen de Sedimentadores Secundarios:** Es el caudal producido en un determinado tiempo, de acuerdo con el CEPIS en el diseño metodológico de sedimentadores convencionales se utilizan caudales constantes. (Guerrero, 2018).

- **Carga Hidráulica Superficial:** en las unidades de sedimentación, se aprecia una gran influencia en la disminución del tiempo de retención al presentarse espacios

mueertos, los cuales repercuten en la carga hidráulica superficial descrita como el volumen de agua que pasa sobre la superficie horizontal del sedimentador en un determinado tiempo (m^3/m^2*d). (Trejo, 2001)

- **Velocidad Horizontal:** la velocidad horizontal en sedimentadores se recomienda que debe ser menor a 0.55 cm/seg (Guerrero, 2018)

- **Tiempo de Retención Hidráulica:** El tiempo de retención en sedimentadores se recomienda que debe ser de 2 horas. (RNE, OS 090).

- **Caudal.** El diseño requiere tener en cuenta tanto el caudal como la concentración de materia orgánica, expresados en litros o metros cúbicos por segundo y en miligramos de Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5) por litro respectivamente. (Moscoso, 2011)

1.3.3. Variable dependiente 01 (VD – 01):

La variable dependiente se refiere a las cargas orgánicas en función de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en el efluente de los Sedimentadores Secundarios, los cuales remueven los sólidos en suspensión y reducen la carga orgánica. (Cuba, 2019)

1.3.3.1. Definición conceptual

Los Sedimentadores Secundarios eliminan los sólidos en suspensión y reducen la carga orgánica. (Cuba, 2019).

1.3.3.2. Definición operacional

Se analiza la influencia de la carga orgánica y patógena en los Sedimentadores Secundarios y filtros. (Cuba, 2019).

A medida que aumenta la cantidad de materia orgánica en una muestra de agua, los microorganismos requieren más oxígeno para degradarla. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) se utiliza como medida del oxígeno necesario para la oxidación de la materia orgánica biodegradable.

La actividad biológica generada por los microorganismos en condiciones aeróbicas provoca la pérdida de las propiedades contaminantes de la materia orgánica, ya que se produce un intercambio de oxígeno entre el aire y el agua. Los contaminantes orgánicos resultan en una disminución del oxígeno debido a la degradación biológica de los compuestos. (Raffo, 2014).

1.3.3.3. Definición de dimensiones

La dimensión son las condiciones físico-químicas y biológicas en el efluente de los sedimentadores Secundarios, que llegan a la salida sin alterar el contenido del sedimentador, minimizando las corrientes de salida y limitando las cargas de desbordamiento en el vertedero. (Galeano, 2016).

1.3.3.4. Indicadores

- **Potencial de Hidrógeno.** Los microorganismos que degradan los materiales orgánicos de las aguas residuales funcionan mejor en un rango de pH cercano a neutro, con una tolerancia aproximada entre pH 6 y pH 9 (Valdez, 2003)

- **Temperatura.** Las variaciones estacionales en las condiciones meteorológicas pueden afectar la eficiencia de los Sedimentadores Secundarios, y en épocas secas, la pérdida de agua por evaporación podría aumentar la concentración de sólidos. (Dodane, 2014).

- **Turbiedad.** Se refiere a la medición de turbiedad en una muestra de agua después de un período de sedimentación de 24 horas. (RNE, OS 020).

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).** La DBO se utiliza como medida de la cantidad de oxígeno requerida para la oxidación de la materia orgánica biodegradable (Raffo, 2014).

- **Carga Orgánica:** considera la cantidad en peso de los contaminantes removidos en un periodo determinado medidos en Kg DBO/día. (Ortega, 2016).

La actividad biológica generada por los microorganismos en condiciones aeróbicas provoca que la materia orgánica pierda sus propiedades contaminantes, ya que ocurre un intercambio de oxígeno entre el aire y el agua. (Raffo, 2014).

- **Sólidos suspendidos totales (SST).** Es el proceso de separación parcial de partículas sólidas suspendidas en un líquido menos denso mediante sedimentación por gravedad (Rodríguez, 2015)

Esquema N° 01: Operacionalización de Variables.

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Tipo de Variable
VARIABLE I. 01 (VI - 01): Aguas Residuales con diferentes Cargas Orgánica provenientes de filtros percoladores.	La carga orgánica disuelta en el agua residual es degradada por la población microbiana adherida al empaque del filtro que, en contacto con el aire, los nutrientes y el oxígeno son consumidos por la población microbiana. (Reyes, 2009)	Se evaluará la carga orgánica en los filtros percoladores de grava y carbón vegetal, según los tipos de filtros. (Gutiérrez, 2014) . La población microbiana en contacto con el agua residual consume la materia orgánica y el oxígeno, llevándose a cabo el proceso de degradación en los filtros. (Delgado, 2018)	Condiciones Físico – Químicas y Biológicas en el afluente	Potencial de Hidrógeno	Unidad	Numérica Continua
				Temperatura,	°C	Numérica Continua
				Turbiedad	UNT	Numérica Continua
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	Numérica Continua
				Carga Orgánica (CO)	Kg DBO5/d	Numérica Continua
				Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	Numérica Continua

<p>VARIABLE I. 02 (VI - 02):</p> <p>Sedimentadores Secundarios con diferentes Cargas Hidráulicas.</p>	<p>Los sedimentadores consideran en su diseño el área superficial y la profundidad, para que las pantallas de entrada y salida garanticen la distribución uniforme del agua en toda la unidad evitando la formación de espacios muertos. (Marquez, 2016).</p>	<p>Analizar el efecto de los parámetros de diseño que influyen en el funcionamiento de los Sedimentadores Secundarios. (Zarate, 1995)</p>	<p>Condiciones Hidráulicas</p>	<p>Área de los sedimentadores secundarios</p>	<p>m²</p>	<p>Numérica Continua</p>
				<p>Volumen de los sedimentadores secundarios</p>	<p>m³</p>	<p>Numérica Continua</p>
				<p>Carga Hidráulica Superficial</p>	<p>m³/ m² * d</p>	<p>Numérica Continua</p>
				<p>Velocidad Horizontal</p>	<p>cm/s</p>	<p>Numérica Continua</p>
				<p>Caudal</p>	<p>L/s</p>	<p>Numérica Continua</p>
				<p>Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)</p>	<p>Horas</p>	<p>Numérica Continua</p>



Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Tipo de Variable
VARIABLE D. 01 (VD - 01): Cargas orgánicas en función de la DBO en el efluente de los Sedimentadores Secundarios.	Debido a la naturaleza orgánica de las partículas en el efluente del sedimentador secundario, el aporte a la calidad del agua no es solo en términos del incremento de la concentración de sólidos suspendidos sino también implica un incremento en la DBO. (Contreras, 2010)	La DBO mide la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica. A mayor cantidad de materia orgánica, mayor cantidad de oxígeno necesitan los microorganismos para degradar. La actividad biológica es provocada por los microorganismos que en condiciones aeróbicas genera que la materia orgánica pierda sus propiedades contaminantes existiendo el intercambio del oxígeno del aire con el agua. (Raffo, 2014).	Condiciones Físico – Químicas y Biológicas en el efluente	Potencial de Hidrógeno	Unidad	Numérica Continua
				Temperatura	°C	Numérica Continua
				Turbiedad,	UNT	Numérica Continua
				Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	Numérica Continua
				Carga Orgánica (CO)	Kg DBO5/d	Numérica Continua
				Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	Numérica Continua

Fuente: Elaboración Propia



II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Debido a que los procesos conocidos necesitan altos costos y energía, ha habido una búsqueda reciente de tratamientos naturales para eliminar los contaminantes del agua residual, costos y energía, ha habido una búsqueda reciente de tratamientos naturales para eliminar los contaminantes del agua residual. En ese contexto se plantearán tratamientos factibles y sostenibles para climas andinos.

2.1.1. Antecedente Internacional

En un estudio realizado en Costa Rica por Centeno E. (2017), *Evaluación de una planta piloto para el tratamiento de aguas residuales ordinarias por medio de un filtro percolador con relleno de esponjas colgantes de flujo descendente (DHS) como pos tratamiento de un efluente de sedimentador primario, Costa Rica.*

Se evaluó el agua residual de una planta piloto para el tratamiento de aguas residuales ordinarias. La planta usó un filtro percolador con relleno de puntas colapsables de flujo descendente (DHS) como sustituto del tratamiento de las aguas residuales que venían que provenían de un sedimentador primario. El sistema de tratamiento incluía un sedimentador secundario (SS) que estaba situado debajo del DHS, cuyo sistema fue monitoreado por más de un año en los puntos de entrada y salida, variando el tiempo de retención hidráulica y evaluando la efectividad de remoción de materia orgánica en términos de DBO, DQO y SST.

Sin embargo, se falla un incumplimiento del 25% del tiempo en cuanto al parámetro de SST. Se sospecha que el sistema experimentó problemas a nivel del sedimentador secundario, lo cual afectó a un arrastre de lodos que afectó los resultados de SST en el efluente final.

Nota: En el estudio se debió considerar que al emplear sedimentadores secundarios su mantenimiento debió ser constante, esto debido a lo que generaba en el proceso anterior, la cantidad de lodos.

La Investigación por Barrera, L. (2018) en la *Evaluación técnica del desempeño del filtro biológico de la Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá*, en la cual, se explica que el sistema de tratamiento de aguas residuales en estudio se desarrolla utilizando procesos aerobios y anaerobios, y se le aplica un tratamiento primario mediante sedimentación en un tanque séptico antes de verterse en una fuente de agua superficial. Se llevó a cabo un análisis de las características fisicoquímicas del agua residual tratada por este sistema de tratamiento secundario, evaluando parámetros como Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Volátiles, DBO5, DQO y presencia de equipos, con el objetivo de determinar la calidad del agua tratada y la eficiencia del sistema. La evaluación de la calidad del agua que a través del filtro biológico reveló el nivel de eficiencia de la depuración según los resultados obtenidos. A pesar de las fallas, principalmente debido a la falta de mantenimiento a lo largo de su vida útil, el sistema logra remover parte de los sólidos totales, presentando un promedio de 439 mg/L en comparación con el límite establecido de 500 mg/L. Los resultados de las pruebas de campo arrojaron un promedio de 82,4 mg/L para DBO5, 35 mg/L para sólidos suspendidos y 100 mg/L para DQO.

Considerando que el sistema de percolación corresponde a un filtro de baja tasa, la eficiencia de remoción de DBO5 se estima en un 16.95%, lo cual se encuentra por debajo del rango recomendado de eficiencia de remoción para este parámetro, que es del 80% al 90%. 35 mg/L para sólidos suspendidos y 100 mg/L para DQO.

Considerando que el sistema de percolación corresponde a un filtro de baja tasa, la eficiencia de remoción de DBO5 se estima en un 16.95%, lo cual se encuentra por debajo del rango recomendado de eficiencia de remoción para este parámetro, que es del 80% al 90%. 35 mg/L para sólidos suspendidos y 100 mg/L para DQO. Considerando que el sistema de percolación corresponde a un filtro de baja tasa, la eficiencia de remoción de DBO5 se estima en un 16.95%, lo cual se encuentra por debajo del rango recomendado de eficiencia de remoción para este parámetro, que es del 80% al 90%.

Nota: El estudio investigado se desarrolló sin considerar la unidad del sedimentador secundario, con el cual podría mejorarse la calidad del efluente del tratamiento.

El estudio para evaluar el impacto de la carga hidráulica en la eficiencia de remoción de contaminantes evaluar los decantadores primarios y secundarios de las instalaciones de depuración de aguas residuales, es el artículo de investigación de Jover, M. (2015) sobre el *Estudio sobre los rendimientos de las decantaciones con aguas residuales con diferentes concentraciones de contaminación, España*, el cual nos menciona que su investigación se centró en el funcionamiento de los decantadores, profundizando estudios de experimentación con una planta piloto. Considero como variables y parámetros de evaluación el tiempo de retención, los sólidos en suspensión y el DBO.

El tratamiento del agua residual paso por un tratamiento primario, luego en un tratamiento biológico y de sedimentación secundaria. Se obtuvieron rango de operatividad de Temperatura que oscilan entre los 25.5° C y 27° C, los del tiempo están entre los 2.5 Hr a 6 Hr Y las cargas hidráulicas superficiales oscilan entre los 0.5 – 1.1 m3/m2*d. Con respecto a la remoción de los sólidos en suspensión se obtuvieron valores del 47% al 54%, y la remoción de DBO oscila entre los 83% al 88%.

Un mecanismo para tratar las aguas residuales domésticos en climas andinos son los Filtros, por ello Jiménez, M.N (2016) realizó la investigación de la *Evaluación de un Filtro Artesanal del Efluente de una Lavadora de Autos a Base de Bagazo de Caña de Maíz, Aserrín, Ceniza de Carbón Vegetal Y Grava, Ecuador*, en el experimento de desarrollo de un filtro durante un período de treinta días, con resultados obtenidos dos veces por semana, los cuales fueron analizados en un laboratorio especializado.

El filtro utilizado en el experimento fue una estructura metálica con recipientes de plástico, y se emplearon materiales como bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava, debido a su disponibilidad y bajo costo en la zona. El filtro artesanal reducir el nivel de contaminación de ciertos parámetros. Sin embargo, es importante mencionar que la disminución de la DBO y la DQO se logra mediante la aplicación de una cantidad adecuada de oxígeno necesaria para que los microorganismos degraden la materia orgánica biodegradable, lo cual se considera en un tratamiento secundario. En cuanto a los sólidos totales suspendidos, se obtuvieron excelentes resultados, ya que su valor se redujo significativamente y se mantuvo dentro de los límites establecidos gracias a la implementación del filtro con materiales orgánicos.

Nota: El estudio investigado se desarrolló sin considerar la unidad del sedimentador secundario, con el cual podría mejorarse el tratamiento final.

En el artículo de investigación de Gutiérrez, N. (2014) sobre la *Eficiencia de Remoción de Dbo5 y SS en Sedimentador y Lecho Filtrante para el Tratamiento de Aguas Residuales del Beneficio de Café, Colombia*, se construyó un prototipo a escala de laboratorio compuesto por un sedimentador y un filtro dispuesto en serie. Se realizaron tratamientos en muestras de aguas residuales de lavado de

café para evaluar las eficiencias de remoción de DBO5 y Sólidos Suspendidos (SS). Se produjo un diseño experimental que excederá como factores el tipo de filtro, el tipo de sedimentador y el tiempo de retención hidráulica, y como variable la remoción expresada en porcentaje. Los resultados mostraron eficiencias de remoción de sólidos suspendidos superiores al 95% y remoción de DBO5 cercana al 20%.

Antecedente Nacional

Los Filtros empleados en el sistema de tratamiento, son de manera complementaria para obtener mayor remoción de materia orgánica ya que según la investigación de Meza, A. (2018) en la *Propuesta de Implementación de Filtro Intermitente de Arena para El Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas en la Central Termoeléctrica Am Power. Lima, Perú*, se utilizará un Filtro Intermitente de Arena para tratar los efluentes domésticos y cumplir con el Estándar de Calidad Ambiental aplicable al reusó en riego de áreas verdes y carreteras.

Los resultados de la investigación mostraron que el filtro de temperatura removedor de contaminantes como DBO5, Sólidos Suspendidos, Nitrógeno Total, Fósforo Total y Coliformes Fecales, obteniendo un efluente adecuado para el reusó en riego. Se planteó que el 60% del efluente tratado sería utilizado en el riego de áreas verdes y carreteras de acceso.

Nota: El estudio investigado se desarrolló sin considerar la unidad del sedimentador secundario, con el cual podría mejorar la calidad del efluente empleado en riego.

En la investigación de Cuba, A. R (2019) en la *Evaluación de la Remoción de Carga Orgánica y Patógena en los Sedimentadores y Filtros Verticales de la PTAR del Distrito de José Domingo*

Choquehuanca, Juliaca, Perú, se evaluó la eficiencia de remoción de carga orgánica y patógena en sedimentadores y filtros verticales de una planta de tratamiento de aguas residuales. Los resultados mostraron diferentes eficiencias de remoción para cada componente evaluado, como carga orgánica y patógena, en los sedimentadores y filtros verticales.

Se recopilaron datos in situ, como la temperatura ambiental, la temperatura y el pH en cada punto de prueba. Estos datos permitieron concluir que la remoción promedio de carga orgánica en el Sedimentador 01 fue del 10.29%, en el Sedimentador 02 fue del 16.92%, en el filtro vertical 01 fue del 28.82%, en el filtro vertical 02 fue del -7.88%, y en el filtro vertical 03 fue del 11,88%. En cuanto a la remoción de la carga patógena, se descubrió una remoción del -34.76% en el Sedimentador 01, del 34.34% en el Sedimentador 02, del 63.58% en el filtro vertical 01, del 82.58% en el filtro vertical 02, y del 35,20% en el filtro vertical 03.

Nota: El estudio investigado se desarrolló sin considerar la unidad del sedimentador secundario, con el cual podría mejorar la calidad del efluente.

2.1.2. Antecedente Regional

A nivel regional no hay evidencias de investigaciones sobre Carga Orgánica y Carga Hidráulica en los sedimentadores secundarios.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se originan a partir de diversas fuentes, como residencias, industrias, infiltraciones y caudales adicionales, así como las aguas pluviales.

Estas aguas requieren un tratamiento previo antes de ser reutilizadas, vertidas en cuerpos de agua o descargadas en sistemas de alcantarillado. Las aguas residuales se caracterizan por sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que incluyen diferentes constituyentes y proceden de diversas fuentes. (Gálvez, 2005).

Es necesario realizar un tratamiento previo a las aguas residuales antes de reutilizarlas, verterlas en cuerpos de agua naturales o liberarlas en el sistema de alcantarillado. Por esta razón, las aguas residuales se pueden clasificar en diferentes categorías:

- **domésticas:** consisten principalmente en residuos generados por los seres humanos que se descargan a través de las instalaciones sanitarias y llegan a las redes de alcantarillado (Gálvez, 2005).
- **Industriales:** presentan características específicas que varían según el tipo de industria. (Gálvez, 2005).
- **Infiltración y caudal adicionales:** provienen de diversas fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas pluviales, y se descargan al sistema de alcantarillado (Gálvez, 2005).
- **Pluviales:** son aquellas generadas por la lluvia, que depositan grandes volúmenes de agua en el suelo (Gálvez, 2005).

2.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. La siguiente tabla muestra las propiedades físicas principales del agua residual, así como sus componentes químicos y biológicos más relevantes y su origen.

Es importante tener en cuenta que muchos de los parámetros presentes en la tabla están interrelacionados.

Por ejemplo, la temperatura, una propiedad física, influye tanto en la actividad biológica como en la cantidad de gases disueltos en el agua residual.

Tabla 01: Características físicas, químicas y biológicas del agua residual y sus procedencias

Características	Procedencia
Color	Aguas residuales domésticas e industriales, degradación natural de materia orgánica.
Olor	Agua residual en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Aguas residuales, domésticas e industriales
Turbiedad	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Materia orgánica	Aguas residuales domésticas y comerciales
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial
bacterias	Aguas residuales domésticas

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1997)

a) Características Físicas

Las propiedades físicas más significativas del agua residual incluyen el nivel total de sólidos, que abarca la materia en suspensión, sedimentable, coloidal y disuelta. También se consideran características físicas importantes el aroma, la temperatura, la

densidad, el color y la turbidez (Cabrera2011)

b) Características Químicas

Las propiedades químicas del agua residual se refieren principalmente al contenido de materia orgánica e inorgánica, así como a la presencia de gases en el agua residual (Cabrera, 2011)

c) Características Biológicas

Las propiedades biológicas del agua residual desempeñan un papel fundamental en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano. Además, las bacterias y otros microorganismos tienen un papel activo y esencial en la detección y deterioro de la materia orgánica, tanto en el entorno natural como en las plantas de tratamiento de aguas residuales. (Cabrera, 2011)

Tabla 02: Contaminantes de importancia en aguas residuales

Contaminantes	Parámetros típicos de medida	Impacto ambiental
Materia Orgánica Biodegradable	DBO	Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables
Materia suspendida	SST	Causa turbiedad en el agua, deposita lodos
Iones hidrogeno	pH	Riesgo potencial para organismos
Energía térmica	Temperatura	Reduce la concentración de saturación de oxígeno en el agua, acelera el crecimiento de organismos.

Fuente: (Romero, 1999)

Tabla 03: Composición típica de las aguas residuales domesticas

Parámetro	Magnitud
Solidos Suspendidos Totales	220 mg/L
DBO	220 mg/L

Fuente: (Romero, 1999)

Tabla 04: LMP en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas

PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUA
Aceites y Grasas	mg/l	20
Colifórmes Termo tolerantes	NMP/100ml	10
Demanda Bioquímica de Oxigeno	mg/l	100
Demanda Química de Oxigeno	mg/l	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/l	150
Temperatura	° C	< 35

Fuente: MINAM, 2010.

2.2.3. TRATAMIENTO PRIMARIOS

Se trata de un proceso físico básico que se enfoca en separar los componentes sólidos presentes en el agua. Este tipo de tratamiento permite eliminar aproximadamente el 60% de los sólidos suspendidos

y el 30% de la materia orgánica.

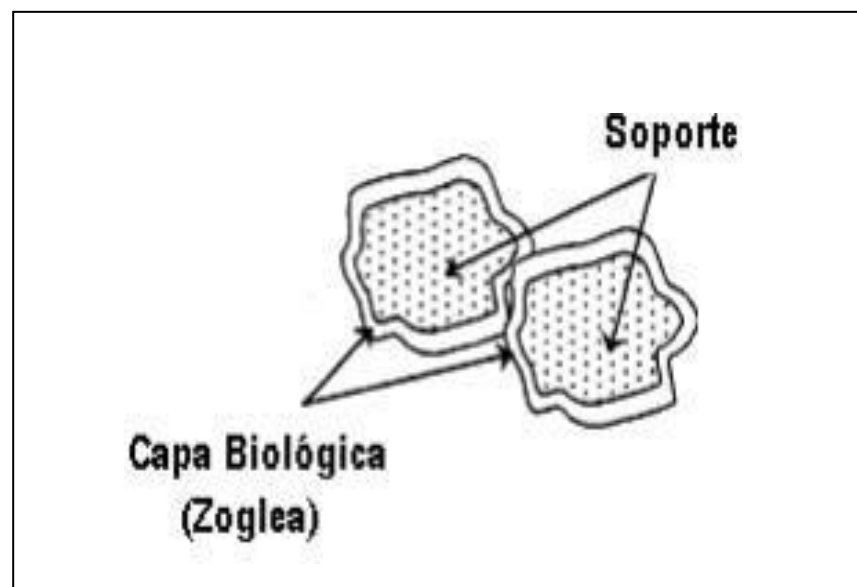
Entre algunos de los elementos a estudiar dentro del tratamiento primario se encuentra a Tanques Sépticos, Imhoff y Sedimentadores Dortmund. (Pérez, Villegas, 2004)

a) Filtro Percolador Biológico

Este dispositivo facilita el contacto entre las aguas residuales tratadas en etapa primaria y cultivos biológicos adheridos a materiales como basalto, granito, carbón, piedra volcánica u otros tipos de piedra. Este proceso logra una eficiencia de eliminación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del 60 al 70 por ciento. (Gálvez, 2005)

En lo que respecta a la eliminación de sólidos suspendidos en los filtros percoladores, se establece que se logra en rangos de 80 al 90 por ciento. (Barrera, 2018)

Grafico 01: Esquema de Soporte y Capa Biológica



Fuente: (Gálvez, 2005)

2.2.4. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario de las aguas residuales se centra principalmente en la eliminación de sólidos en suspensión y compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo también se incluye la eliminación como parte del tratamiento secundario (Gálvez, 2005)

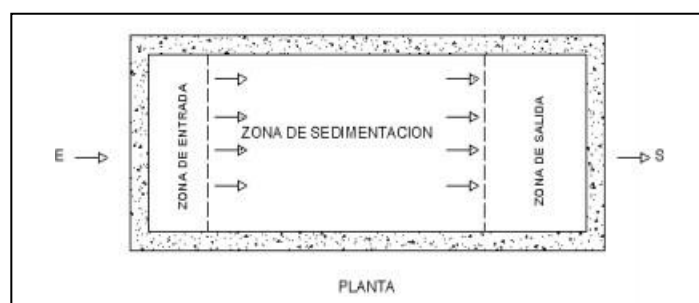
A) SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Los tanques de sedimentación secundarios suelen ser de forma circular, aunque también se han construido en formas rectangulares, cuadradas, hexagonales y octogonales. (Galeano, 2016)

En estudios donde se consideran factores como el tipo de filtro, el tipo de sedimentador y el tiempo de retención hidráulica, los resultados de pantallas eficientes de eliminación de sólidos suspendidos superiores al 95% y eliminación de DBO5 cercana al 20%. (Gutiérrez, Valencia y Aragón, 2014)

La profundidad óptima de un tanque de sedimentación secundaria depende de varias variables. Aumentar la profundidad puede mejorar la eficiencia, pero un tanque menos profundo puede operar con la misma eficiencia si se mantiene una capa de lodo poco profunda. (Balvín, 2020)

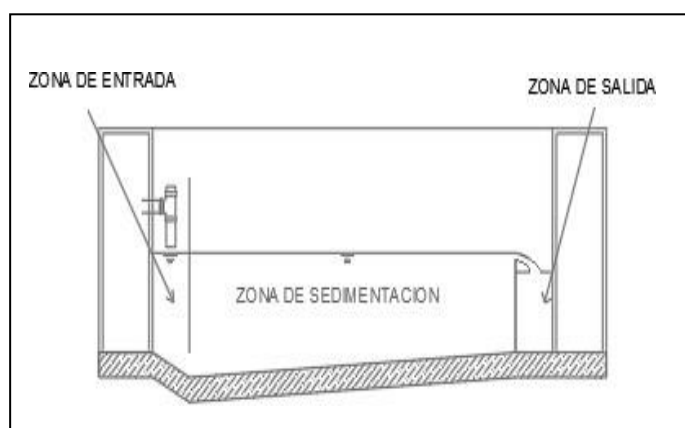
Gráfico 02: Sedimentador Secundario, vista en planta.



Fuente: (Ortega, 2016)

Los sólidos suspendidos son una parte de las aguas residuales y están compuestos tanto por material orgánico como inorgánico que no se sedimenta fácilmente. aproximadamente el 75% de los sólidos suspendidos son de origen orgánico. Cuando los niveles de sólidos suspendidos son altos, se incrementa la turbidez, ya que esto depende del tamaño y distribución de las partículas involucradas, lo cual indica la contaminación del vertido. (Jiménez,2006)

Grafico 03: Sedimentador Secundario, vista de Perfil



Fuente: Elaboración Propia

B) FUNCIÓN DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO

La sedimentación es un proceso mediante el cual las partículas más densas que el agua se separan gracias a la influencia de la gravedad. Este proceso es ampliamente utilizado y fundamental en el tratamiento de aguas residuales. (Metcalf y Eddy, 1995).

En el tratamiento de las aguas residuales, los sedimentadores secundarios cumplen las funciones de Clarificación, Espesamiento y Almacenamiento de Lodos. (Henao, 2021).

C) TIPOS DE SEDIMENTACIÓN

Se cuenta con 4 tipos de sedimentación:

- **La sedimentación discreta:** las partículas mantienen su individualidad y no cambian de tamaño o densidad durante su descenso. Sedimentan con poca o ninguna interacción entre ellas y están asociados con la remoción de arena. (Zarate, 1995).
- **La sedimentación floculenta:** las partículas se aglomeran y sedimentan a mayor velocidad debido a un cambio constante en la gravedad. Este tipo de sedimentación describe la sedimentación de materiales orgánicos e inorgánicos presentes en el agua residual doméstica. (Zarate, 1995).
- **La sedimentación zonal:** en este tipo, la sedimentación se produce como una masa unitaria con una interfaz distinta durante su descenso. Este tipo de sedimentación se observa en los lodos activos biológicos y los lodos químicos concentrados. (Zarate, 1995).
- **La sedimentación por compresión:** en este tipo, influye el peso de las partículas que se van añadiendo constantemente a la estructura. Está asociada con la sedimentación de sólidos suspendidos y biopelículas. (Zarate, 1995).

2.2.5. CONDICIONES FISICOQUIMICAS Y BIOLÓGICAS EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS

Las condiciones fisicoquímicas y biológicas en los sedimentadores secundarios de aguas residuales son las siguientes:

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Es el parámetro más utilizado para medir la contaminación orgánica en aguas residuales. Se relaciona con el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos durante la oxidación de la materia orgánica. Se utiliza para determinar la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar la materia orgánica presente, dimensionar las instalaciones de tratamiento, medir la eficacia de los procesos de tratamiento y controlar los vertidos. (Cabrera, 2011)

- **Carga Orgánica**

Se expresa como la velocidad a la que se suministra al sistema la materia orgánica disuelta. Altas cargas orgánicas pueden resultar en una menor concentración de sustrato en el efluente del tratamiento. (Reyes, 2009)

- **Materia Orgánica**

Los compuestos orgánicos generalmente están formados por combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, y en algunos casos también contienen nitrógeno. aproximadamente el 75% de los sólidos en suspensión en un agua residual con concentración media son de origen orgánico (Rodríguez, 2015)

- **Potencial de Hidrogeno (Ph)**

El valor del pH se encuentra en un rango de 6,5 a 8,5 para diferentes procesos de tratamiento y para mantener la vida biológica (Romero, 1999).

- **Temperatura**

Es una medida relacionada con el calor, y se puede medir con un termómetro. Representa el grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera (Fuentes, 2019)

- **Turbiedad**

La turbiedad es una medida de la claridad de una muestra de agua después de un período de 24 horas de sedimentación. (RNE, OS 020).

- **Sólidos Suspendidos Totales**

Son partículas sólidas que permanecerán en suspensión en el agua, ya sea como coloides o debido al movimiento del agua (Metcalf Y Eddy, 1995).

2.2.6. CONDICIONES HIDRAULICAS EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS

- **Área de Sedimentadores Secundarios**

El cálculo del área del sedimentador se basa en la superficie mínima necesaria para evitar la pérdida de sólidos en el efluente, evitando la sobrecarga del sedimentador en la zona de clarificación y en la zona de espesado del lodo. (Henao, 2021).

- **Volumen de sedimentadores secundarios**

Es el caudal producido en un tiempo determinado, y para el diseño de un sedimentador convencional se trabaja con caudales constantes según la metodología aplicada por CEPIS (Guerrero, 2018).

- **Carga hidráulica superficial**

La carga hidráulica se define como el gasto aplicado por unidad de

superficie.

En el sistema decimal, las unidades habituales son metros cúbicos de agua aplicados por metro cuadrado de superficie del medio de soporte por día ($m^3/m^2 \cdot d$). (CONAGUA, 2015).

En esta investigación, se mantiene el caudal constante para variar la carga hidráulica y se ajusta el área de los sedimentadores secundarios, obteniendo tres tipos de sedimentadores secundarios (corto, medio y largo).

• **Velocidad horizontal**

Es importante conocer la velocidad de sedimentación zonal de los lodos activados para el diseño de los decantadores secundarios.

Se utiliza la velocidad de sedimentación zonal (VS) que representa el flujo de sólidos sedimentados en el decantador (Henao, 2021).

• **Caudal**

Es el volumen de agua que fluye por unidad de tiempo. El caudal es la cantidad de flujo que circula a través de una sección o conducto en un intervalo de tiempo determinado (Fuente, 2019)

• **Tiempo de retención hidráulica**

El tiempo de retención hidráulica (TRH) es el período en el que el agua residual permanece en el sistema, quedando un contacto adecuado entre la materia orgánica disuelta y los microorganismos presentes.

En los sistemas convencionales, el TRH generalmente oscila entre 3 y 10 horas, mientras que en los sistemas de aireación extendidos puede variar entre 12 y 36 horas (Metcalf Y Eddy, 1995).

2.3. Definición de Términos básicos

- **Afluente:** Es el líquido que ingresa a una unidad o ubicación específica, como el agua que llega al sedimentador secundario (CEPIS, 2005)
- **Aguas residuales:** Son aguas cuyas características originales han sido alteradas debido a actividades humanas, y que requieren un tratamiento previo para su reutilización o descarga en cuerpos de agua natural, debido a su calidad. (OEFA, 2014)
- **Agua residual domestica:** Es el agua procedente de usos domésticos, comerciales e institucionales, que contiene desechos fisiológicos y otros residuos generados por actividades humanas (RNE – OS.090, 2006)
- **Carga Orgánica:** Se expresa mediante la cantidad de impurezas eliminadas en un período específico, y se analiza en kg DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) por día (Ortega, 2016)
- **Carga Hidráulica:** Es la velocidad de flujo de un volumen determinado de agua, expresado en m³/día. (Ortega, 2016).
- **Carga Hidráulica Superficial:** Se refiere al volumen de agua que atraviesa la superficie horizontal del sedimentador en un determinado período de tiempo (m³/m²*d). (Trejo, 2001)
- **Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.):** Es la cantidad de oxígeno utilizada en la oxidación bioquímica de la materia orgánica, en un tiempo y temperatura específicos. Depende de la disponibilidad de materia orgánica como alimento para los microorganismos y de la cantidad de oxígeno consumida durante la oxidación. (CEPIS, 2005)
- **Efluente:** Se refiere al líquido que sale de una unidad o ubicación específica, como el agua que sale del sedimentador secundario (CEPIS,

2005)

- **PH:** Es un parámetro que mide la concentración de iones de hidrógeno presentes en el agua. (CEPIS, 2005)
- **Sedimentador secundario:** Es el proceso de separación de la biomasa en suspensión producida durante el tratamiento biológico. Proporciona una mayor clarificación al efluente al retener partículas pequeñas que todavía son sedimentables o que se han formado en procesos anteriores, con una eliminación de DBO del 25 al 40 por ciento. (Gálvez, 2005)
- **Sólidos suspendidos:** Son materiales sólidos que permanecen como residuos después de la evaporación y el secado a una temperatura de 105 °C. (Jiménez, 2006)
- **Temperatura:** Es un parámetro que afecta la actividad microbiana y la viscosidad del agua. Varía ligeramente con las condiciones climáticas. (Arroba & Ávila 2015)
- **Tratamiento Secundario:** Es un nivel de tratamiento que permite la eliminación de materia orgánica biodegradable y sólidos en suspensión (RNE – OS.090, 2006.)

III. MARCO METODOLOGICO

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de estudio de la investigación según la finalidad es Aplicada ya que busca resolver problemas prácticos mediante el estudio científico. (Hernández, 2014). Su objetivo es encontrar conocimientos que puedan ser aplicados para abordar los problemas relacionados con el tratamiento de aguas residuales en climas andinos.

Según el enfoque de investigación: se utiliza un enfoque cuantitativo. Esto implica la recolección de datos para probar hipótesis mediante cuantificación numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer patrones de comportamiento y probar teorías.. (Hernández, 2014)

Según el proceso del enfoque cuantitativo de la investigación: es cuantitativo-deductivo, lo que implica plantear el problema de investigación, definir el objetivo y la pregunta de investigación. Se busca responder a qué se quiere hacer y qué se quiere saber. (Hernández, 2014)

Según el alcance de la investigación: es correlacional, ya que busca establecer la relación o grado de asociación entre dos o más variables en una muestra o contexto específico. (Hernández, 2014)

según el nivel de desarrollo de la investigación: es explicativo, ya que se centra en encontrar las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. El objetivo es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, así como la relación entre variables. (Hernández, 2014)

según la base de obtención de datos es prospectivo, lo que significa que el estudio se inició antes de los hechos estudiados y los datos se recopilan a medida que se obtienen. (Monjaras, 2019)

Según la base de la dimensión temporal es Transversal, lo que implica comparar características o situaciones en diferentes sujetos en un momento específico, compartiendo la misma temporalidad. (Monjaras, 2019)

Según el grado del tipo de diseño de la investigación: es Experimental, los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o brotes (variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (variables dependientes) en una situación de control. (Hernández, 2014)

Según la tipología del diseño experimental: la investigación es cuasiexperimental. En este tipo de diseño, se manipula deliberadamente al menos una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. Sin embargo, difieren de los experimentos "puros" en el grado de seguridad sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasiexperimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos, sino que los grupos ya están formados antes del experimento. (Hernández, 2014)

3.2. Diseño de Investigación

En los diseños cuasiexperimentales, los sujetos no son asignados al azar a los grupos ni emparejados; los grupos ya estaban formados antes del experimento y son grupos intactos.

El diseño de investigación experimental muestra tres unidades de análisis correspondientes a efluentes de filtros de carbón activado y grava: tanque séptico, tanque Inhoff y tanque Dormunt.

Según Hernández (2014), el diseño de la investigación cuasiexperimental se realiza con preprueba y postprueba. Los esquemas más sencillos para este diseño son los siguientes:

- a) Para la variación de carga orgánica en los efluentes de los Sedimentadores secundarios con afluentes provenientes de filtros percoladores con diferentes cargas orgánicas.

Esquema 02: Método Cuasiexperimental con preprueba y postprueba

G ₁ :	O ₁ ,	X ₁ ;	O ₂
G ₂ :	O ₃ ,	X ₁ ,	O ₄
G ₃ :	O ₅ ,	X ₁ ;	O ₆

G ₁ :	O ₁ ,	X ₂ ;	O ₂
G ₂ :	O ₃ ,	X ₂ ,	O ₄
G ₃ :	O ₅ ,	X ₂ ;	O ₆

G ₁ :	O ₁ ,	X ₃ ;	O ₂
G ₂ :	O ₃ ,	X ₃ ,	O ₄
G ₃ :	O ₅ ,	X ₃ ;	O ₆

Fuente: (Hernández, 2014)

Donde:

G: Grupos de análisis

O₁, 2, 3: Preprueba

X: Estimulos iguales

O₂, 4, 6: Postprueba

- b) Para la influencia que ejercen las diferentes cargas hidráulicas aplicadas a los sedimentadores secundarios en la remoción de carga orgánica.

Esquema 03: Método Cuasiexperimental con postprueba

G ₁ :	O ₁ ,	X ₁ ;	O ₂ O ₃
G ₁ :	O ₁ ,	X ₂ ,	O ₄
G ₁ :	O ₁ ,	X ₃ ;	

G ₂ :	O ₂ ,	X ₁ ;	O ₃ O ₄
G ₂ :	O ₂ ,	X ₂ ,	O ₅
G ₂ :	O ₂ ,	X ₃ ;	

G ₃ :	O ₃ ,	X ₁ ;	O ₄ O ₅
G ₃ :	O ₃ ,	X ₂ ,	O ₆
G ₃ :	O ₃ ,	X ₃ ;	

Fuente: (Hernández, 2014)

Donde:

G: Grupos de análisis

O1: Preprueba

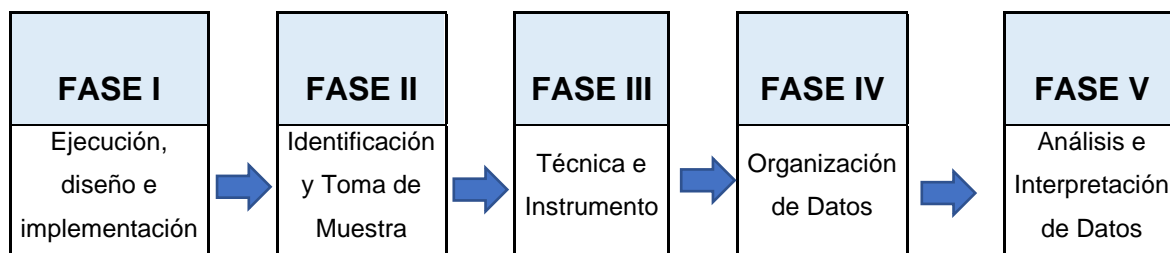
X1, 2, 3: Estimulos diferentes

O2, 3,4: Postprueba

3.3. Métodos o Técnicas

La metodología que se empleó en la presente investigación consta de cinco fases.

Grafico N° 04: Fases de la Investigación



3.3.1. Fase I: Ejecución, Diseño e Implementación

a) Proceso de Ejecución de las unidades piloto

- ✓ **Medición y replanteo de unidades:** La ejecución de las obras se inició con un levantamiento del terreno, medición y disposición de las unidades.
- ✓ **Excavación de zanja:** Luego del replanteo de las unidades, se inició la excavación manual de trincheras, encontrando rocas de gran tamaño que requirieron el uso de dinamita para su remoción para evitar demoras en los trabajos respectivos.
- ✓ **Movimiento de tierras:** Luego de las excavaciones, se realizó un movimiento de tierra a un área adyacente para que sirva de protección contra posibles deslizamientos durante la temporada de lluvias.
- ✓ **Componente estructural:** Las unidades de sedimentación secundaria se construyeron con ladrillos y se recubrieron con hormigón para aumentar la estabilidad y la consistencia.

- ✓ **Parte estructural:** Correspondiente a la parte estructural, las unidades de los sedimentadores secundarios fueron elaborados con ladrillo y revestidos con concreto para una mayor firmeza y consistencia.
- ✓ **Revestimiento de concreto:** Antes del revestimiento, se incorporaron accesorios de pantalla en las unidades de sedimentación secundaria para garantizar su correcta sujeción durante el proceso de revestimiento.
- ✓ **Instalaciones hidráulicas:** Paralelamente se instalaron las conexiones de entrada y salida de las unidades de sedimentación secundaria, realizándose pruebas hidráulicas en cada junta con diferentes pendientes y direcciones.
- ✓ **Trabajo final:** Una vez verificadas todas las unidades mediante pruebas hidráulicas, se pintó su exterior y se inició la adecuación de las unidades de sedimentación secundaria.

Grafico N° 05: Sedimentadores Secundarios



Fuente: Elaboración Propia

b) Metodología de Sedimentadores Secundarios

La metodología aplicada es de la CEPIS/OPS.

Para el diseño de la unidad de sedimentación convencional se consideraron caudales constantes.

➤ ZONA DE SEDIMENTACIÓN

- **Volumen del sedimentador (V):** $0,0475 \text{ m}^3$, Calculamos el caudal (Q) para los 3 tipos de diseño de sedimentador.

$$V = Q \times T_0$$

$$Q = \frac{V}{T_0}$$

Donde:

V = Volumen del sedimentador (m^3)

Q = Caudal (m^3/s)

T_0 = Tiempo de retención (s)

$$Q_1 = \frac{0.0475 \text{ m}^3 \times 1 \text{ h} \times 1000 \text{ Lt}}{2 \text{ h} \times 3600 \text{ s} \times 1 \text{ m}^3} = 0.00659 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 6.597 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

- **Área del sedimentador (A):** deberá cumplir con la siguiente relación del recuadro, para los 3 tipos de diseño de sedimentador.

$$L = 6 \times H \quad (1)$$

$$5 < \frac{L}{H} < 25 \quad (2)$$

$$2 < \frac{L}{B} < 5 \quad (3)$$

Donde:

L = Largo (m)

H = Profundidad (m)

B = Ancho (m)

A = Área (m²)

Área m2 (A1)	
Largo	1.08 m
Profundidad	0.20 m
Ancho	0.22 m

De ecuación (1):

$$L = 6 \times H = 6 \times 0.20 = 1.20 \text{ m}$$

Para variar el largo de los sedimentadores optamos por variaciones en menor rango de la medida original, en este caso se tomará el valor de largo de 1.08 m.

De ecuación (2):

$$5 < \frac{L}{H} < 20 = 5 < \frac{1.08}{0.20} < 20 = 5 < 5.4 < 20 \Rightarrow \text{cumple}$$

De ecuación (3):

$$3 < \frac{L}{B} < 6 = 3 < \frac{1.08}{0.22} < 6 = 3 < 4.9 < 6 \Rightarrow \text{cumple}$$

- **Velocidad horizontal (VH):** Se recomienda que la velocidad horizontal o de arrastre debe ser menor a 0,55 cm/s.

$$V_H = \frac{Q}{BH}$$

Donde:

VH = Velocidad

horizontal Q = Caudal
(m³)

B = Ancho (m)

H = Profundidad (m)

$$V_{h1} = \frac{6.597 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}}{0.22 \text{ m} \times 0.20 \text{ m}} = 1.49932 \times 10^{-4} \frac{m}{s} \times 100 \frac{cm}{m} = 0.0149 \text{ cm/s}$$

- **Tiempo de Retención Hidráulica:** Se recomienda utilizar un valor dentro del rango de 2 - 6 horas (**CEPIS**). Para el experimento se eligió un tiempo de retención de 2 horas para los tanques de sedimentación secundarios.
- **Carga Hidráulica Superficial:** Descrita como el volumen de agua que pasa sobre la superficie horizontal del sedimentador en un determinado tiempo (m³/m²*d). (**Trejo, 2001**). Para el experimento se calcula con la siguiente formula:

$$CH = \frac{Vol}{A \times T} = \frac{m^3}{m^2 \times d}$$

Donde:

CH = Carga hidráulica (m³/m² x d)

Vol = Volumen (m³)

A = Área (m²)

T = Tiempo (Hr)

La influencia de la Carga Hidráulica Superficial se evaluará variando las medidas en el diseño según el tipo de sedimentador secundario, en proporción directa a los volúmenes respectivos.

- **Carga Orgánica:** Representa la masa de contaminantes por unidad de tiempo descargada por una corriente de aguas residuales. Comúnmente se expresa en kg/d (Rosa, 1998). En este caso, la carga orgánica se evaluará en base al análisis de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), considerando la masa de contaminantes por unidad de tiempo expresada en kg DBO5/d. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CO = DBO5 \frac{mg}{L} \times Q \frac{L}{s}$$

$$CO = DBO5 \frac{mg}{L} \times Q \frac{L}{s} \times 0.0864 = \frac{Kg \text{ DBO5}}{d}$$

Donde:

CO = Carga Orgánica (Kg DBO5/d)

DBO 5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)

Q = Cauda (L/s)

La influencia de la Carga Orgánica se comprobará con la eficiencia de remoción del contaminante (CO), en los efluentes de los sedimentadores secundarios, teniendo en cuenta que el resultado estará condicionado por el tratamiento primario y no con variaciones de la carga hidráulica.

c) Diseño de Sedimentadores Secundarios

Caudal de Diseño: 0.0049 l/s



Cuadro N° 01: DISEÑO DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO

CARACTERISTICAS	Tipos de Diseño del sedimentador		
	Corto	Mediano	Largo
L: Largo (m)	1.08	1.14	1.2
B: Ancho (m)	0.22	0.24	0.25
H: Profundidad (m)	0.20	0.20	0.20
TRH: Tiempo de Retención Hidráulico (Hr)	2.00007	2.00006	2.02511
Qf: Caudal de funcionamiento (L/s)	0.00659	0.00759	0.00833
V: Volumen (m3)	0.0475	0.0547	0.06
A: Área del sedimentador (m2)	0.24	0.27	0.30
CHS: Carga Hidráulica Superficial m3/(d*m2)	2.398	2.399	2.4
VH: Velocidad Horizontal (cm/s)	0.0149	0.0158	0.0166

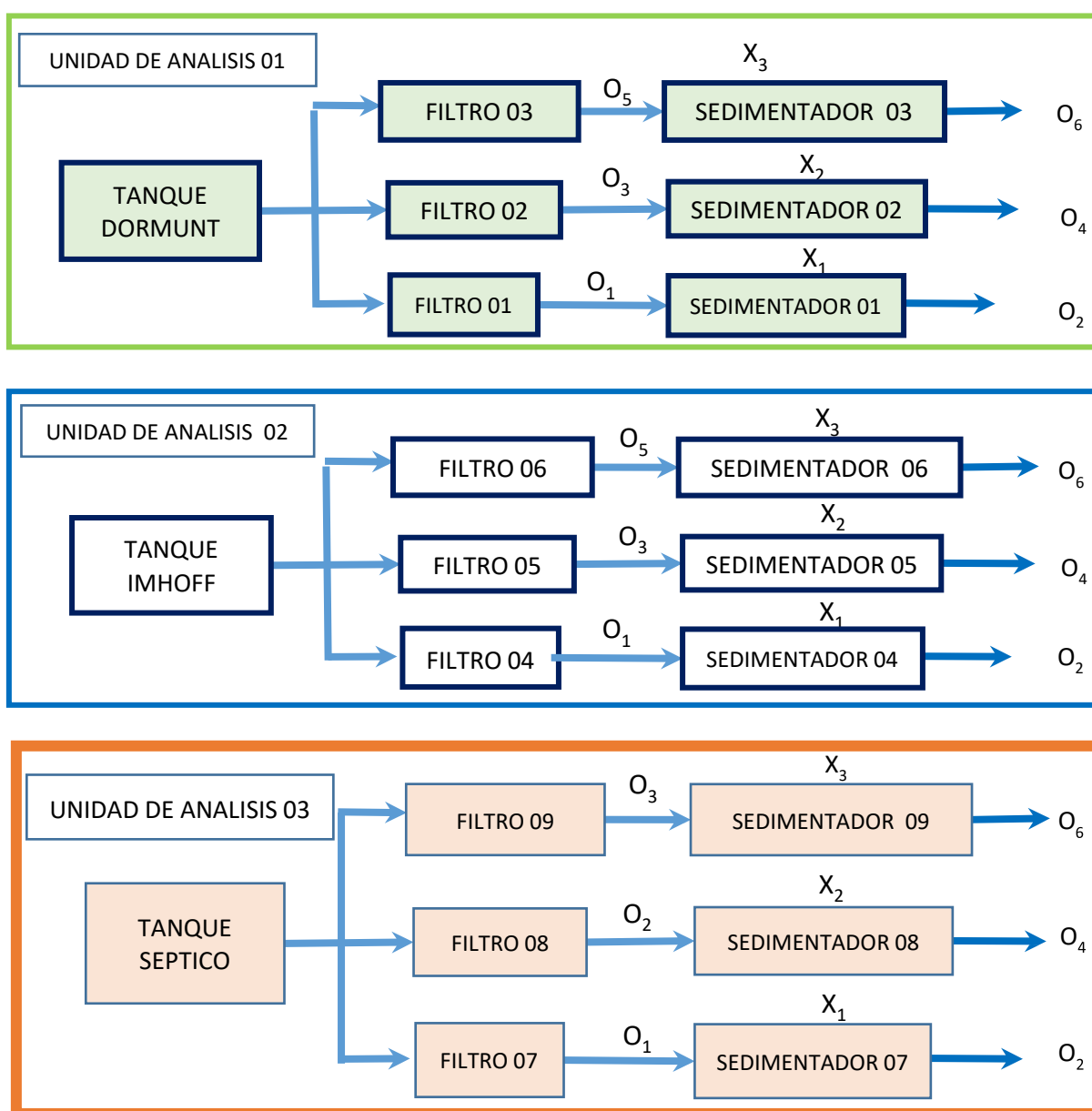
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Fase II: Identificación y toma de muestra

a) Esquema de prototipos

Se elaboraron 09 unidades de sedimentadores secundarios provenientes de 03 tratamientos primarios diferentes, según las diferentes unidades de análisis.

Gráfico N° 06: Diseño de investigación experimental



Fuente: Elaborado propia.

La unidad de análisis N° 01 y N° 02, consideran tratamiento con carbón vegetal y la Unidad de Análisis N° 03 considera el tratamiento con grava. Así mismo Los sedimentadores secundarios se diferencian en tres tipos según su diseño: corto, medio y largo.

El monitoreo se realizó considerando la RM 273-2013 VIVIENDA que indica que los puntos de monitoreo serán dos: en la entrada y en la salida del sedimentador, considerando de no tomar las muestras cerca de la superficie o del fondo, para evitar partículas grandes, sedimentos o material flotante acumulado en el punto de muestreo.

Cuadro N° 02: Unidades de Investigación

TRATAMIENTO PRIMARIO		TRATAMIENTO SECUNDARIO				
UNIDAD	MEDIO FILTRANTE	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	UNIDAD	TIPOS		
SEDIMENTADOR DORTMUND	CARBON VEGETAL		S-1	TIPO 1	CORTO	UNIDAD DE ANALISIS N. 0 1
			S-2	TIPO 2	MEDIO	
			S-3	TIPO 3	LARGO	
TANQUE IMHOFF	CARBON VEGETAL		S-4	TIPO 1	CORTO	UNIDAD DE ANALISIS N. 0 2
			S-5	TIPO 2	MEDIO	
			S-6	TIPO 3	LARGO	
TANQUE SEPTICO	GRAVA		S-7	TIPO 1	CORTO	UNIDAD DE ANALISIS N. 0 3
			S-8	TIPO 2	MEDIO	
		S-9	TIPO 3	LARGO		

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetros Analizados

Los parámetros se analizaron en el ingreso y la salida de los sedimentadores secundarios. Se tomaron medidas en nueve puntos a la entrada y nueve puntos a la salida para los siguientes parámetros: caudal de agua residual (m³/d), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (mg/l), sólidos suspendidos totales (SST) (mg/l), potencial de hidrógeno (pH), carga orgánica (Kg DBO₅/d), temperatura (°C) y turbidez (UNT).

Se recolectaron muestras en puntos específicos para el afluente y se midieron los mismos parámetros en el efluente: pH, temperatura (°C), turbidez (UNT), DBO (mg/l), SST (mg/l) y carga orgánica (Kg DBO₅/d).

c) Método de análisis

Los instrumentos empleados según las técnicas de recolección están estandarizados y se han adaptado con los equipos calibrados, arrojándonos datos confiables para los siguientes métodos:

- El método estándar SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test, para el análisis de la Demanda bioquímica de oxígeno. El análisis de la DBO₅, se realizó en el laboratorio del Centro de Investigación TuyuRuri.
- El método estándar SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2540 D, 23rd Ed. 2017, para el análisis de Sólidos Suspendidos Totales, secados a 103 – 105°C.

- El método estándar SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, método del valor de PH, método electrométrico, para el análisis de Potencial de Hidrógeno.
- El método estándar SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2550 B, 23rd Ed. 2017, para el análisis de Temperatura de laboratorio y de campo.

d) Materiales y Equipos

Tabla N° 05: Materiales y Equipos

Materiales	Equipos	Indumentaria
Vasos descartables	cronometro	Guardapolvo
Frascos de plástico de 1 litro	Ph metro con registro de temperatura	Guantes quirúrgicos
Pisceta con agua destilada	Cámara fotográfica	lentes
Solución amortiguadora de Ph	Incubadora / Estufa	maskarillas
Vasos Winkler	Balanza Analítica	lapicero
Papel De Filtro	deseCADador	
Filtro de fibra	Medidor de oxigeno	

3.3.3. Fase III: Técnica e Instrumento

El análisis de DBO5 y sólidos suspendidos totales (SST) se realizó en el laboratorio del Centro Experimental Tuyururi, el cual fue equipado y utilizado por un grupo de tesis para diversas investigaciones.

Técnica de muestreo

La técnica que se empleó fue a la entrada y salida de las 03 unidades de análisis de sedimentadores secundarios, mediante mediciones puntuales con el multiparámetro estandarizado y calibrado, y con muestreos puntuales; evaluando variaciones en las características del agua residual, durante el periodo de monitoreo propuesto por el investigador de 4 meses.

Muestreo Estratificado

Esta técnica de muestreo es adecuada cuando la población ya se encuentra dividida en grupos, ya que refleja con mayor precisión las características de la población y permite realizar comparaciones entre los estratos formados (Cantoni, 2009). En este estudio, hay tres grupos de tratamiento y tres tipos de diseños de tanques de sedimentación secundaria.

Pruebas estandarizadas

Actualmente, existe una gran variedad de pruebas desarrolladas por diferentes investigadores para medir diversas variables. Estas pruebas tienen sus propios procedimientos de aplicación, codificación e interpretación, y están disponibles en diversas fuentes secundarias y terciarias, así como en centros de investigación (Hernández, 2014).

Instrumentos

La información recopilada está en función a las variables identificadas en la investigación, empleando 03 fases.

• Fase Pre Campo

La recopilación de la información básica se obtuvo de los proyectos de investigación relacionadas con el tema en mención.

• Fase Campo y Laboratorio

El trabajo de campo se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones descritas en el protocolo de vigilancia de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales (DIGESA,2007)

A. Fase de Campo

Los parámetros de campo se midieron in situ utilizando equipos calibrados.

Medición del caudal: Para la medición de caudal se utilizó el método volumétrico, que generalmente se utiliza para caudales pequeños.

B. Fase de Laboratorio

Los parámetros evaluados se analizaron utilizando métodos estandarizados y equipos calibrados. Las muestras fueron colectadas en botellas de polietileno esterilizadas de 100 ml y transportadas al laboratorio del Centro Experimental Ecológico Tuyu Ruri, ubicado en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, Ancash. Los análisis se realizaron bajo la guía y supervisión de analistas capacitados del Laboratorio de Calidad Ambiental de la universidad.

• Fase de Gabinete

Los registros de datos se procesaron en hojas de cálculo de Excel, y los datos de laboratorio se procesaron en una plantilla de Excel para determinar la calidad de las aguas residuales del tanque de sedimentación secundario.

El agua residual se evaluó con base en parámetros físicos y biológicos, y los resultados de laboratorio se compararon con los resultados de fondo.

- **Carga orgánica (CO):** se elaboraron los cálculos respectivos para obtener la carga orgánica al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios.
- **Carga Hidráulica (CH):** se elaboraron los cálculos respectivos para obtener la carga hidráulica, empleando variaciones en las dimensiones de los sedimentadores secundarios.
- **Velocidad horizontal (Vh):** se elaboraron los cálculos respectivos para obtener la velocidad horizontal de cada tipo de diseño del sedimentador secundario.

Los instrumentos de los indicadores a evaluar corresponden a los variables independientes y dependientes, estudiados en la presente investigación.

Cuadro N° 03: Instrumentos de los Indicadores Evaluados

INDICADORES EVALUADOS				
Variable Independiente	Indicadores	Técnica	Instrumento	Descripción
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 5210B, 22a Edición.	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 23rd 2017. Método de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD). Prueba de DBO de 5 días.

VARIABLE 01 (VI -01): Aguas residuales con diferentes cargas orgánicas provenientes de filtros percoladores.	Solidos suspendidos totales (SST)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 2540D, 22a edición.	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método de solidos suspendidos totales, secados 103 - 105 °C
	Potencial de Hidrógeno (Ph)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 22a Edición	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método del Valor de PH -Método electrométrico
	Temperatura (T°)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 2550B.	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método de Temperatura de laboratorio y de campo.
	Turbiedad (UNT)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 4400- H+ B, 22a Edición	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método de turbidez - Método nefelométrica
	Carga Orgánica (CO)	Medición Indirecta - calculo	Método Volumétrico (Kg/d)	Método que consiste en el cálculo una medición indirecta de carga orgánica. (rosa, 1998).

	Área de los sedimentadores secundarios (m2)	Método de Observación	Condiciones Geométricas (MANUAL CEPIS)	Método que consiste en determinar las dimensiones de la unidad de tratamiento, CEPIS
	Volumen de los sedimentadores secundarios (m3)	Medición Indirecta - calculo	Método Volumétrico	Método que consiste en el cálculo una medición indirecta de volumen de la unidad de tratamiento, CEPIS

VARIABLE 02 (VI - 02): Sedimentadores Secundarios con diferentes Cargas Hidráulicas.	Carga Hidráulica Superficial (CHS)	Medición Indirecta - calculo	Método Volumétrico (m ³ /m ² *d).	Método que consiste en el cálculo una medición indirecta de carga hidráulica superficial. (Trejo, 2001)
	Velocidad Horizontal (VH)	Medición Indirecta - calculo	Método Volumétrico	Método que consiste en el cálculo una medición indirecta de velocidad horizontal, CEPIS
	Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)	Medición Indirecta - calculo	Método Volumétrico	Método que consiste en Calcular el tiempo de retención hidráulica mediante cronómetros y/o calculadora, Norma OS. 090, CEPIS
	Caudal (Q)	Método de Observación	Método Volumétrico	Método que consiste en tomar una muestra de agua en un recipiente graduado de determinado volumen, midiendo el tiempo de llenado, CEPIS
Variable Dependiente	Indicadores	Técnica	Instrumento	Descripción
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 5210 B, 22a Edición.	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 23rd 2017. Método de Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD). Prueba de DBO de 5 días.

VARIABLE 01 (VD-01): Cargas orgánicas en función de la DBO en el efluente de los Sedimentadores Secundarios	Solidos suspendidos totales (SST)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 2540D, 22a edición. Sólidos.	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método de solidos suspendidos totales, secados 103 - 105 °C
	Potencial de Hidrógeno (Ph)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 4500-H+ B, 22a Edición	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método del Valor de PH - Método electrométrico
	Temperatura(T°)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 2550 B.	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método de Temperatura de laboratorio y de campo
	Turbiedad(UNT)	Prueba estandarizada	SMEWW- APHA- AWWA-WEF Parte 4400-H+ B, 22a Edición	Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales, Edición 22rd 2017. Método de turbidez - Método nefelométrica
	Carga Orgánica (CO)	Medición Indirecta - calculo	Método Volumétrico(Kg/d)	Método que consiste en el cálculo una medición indirecta de carga orgánica. (rosa, 1998).

Fuente: APHA "American public Health Association"

3.3.4. Fase IV: Organización de Datos

El registro de los datos de campo y laboratorio se realizaron con el uso de fichas, según el cronograma de muestreo de 16 semanas.

Para la recopilación de la información de temperatura y Ph, se realizó diariamente por 16 semanas exceptuando los días feriados. Con respecto a los datos de DBO Y SST, se realizaron una vez por semana.

Una vez tomado los datos, se procesaron en tablas en Excel, cuadros y gráficos, evaluando su confiabilidad y realizando análisis de influencia de cada indicador en los sedimentadores secundario.

La organización y tabulación de datos se realizaron siguiendo los siguientes pasos;

✓ **Toma de muestra en los Sedimentadores Secundarios:**

Se realizaron la toma de muestras a la entrada y salida de los sedimentadores secundarios y se midieron respectivamente el parámetro de campo.

✓ **Rotulación de muestras:**

Se rotularon 18 envases de muestras, rotulándose los 09 sedimentadores secundarios tanto al ingreso y salida.

✓ **Medición de Parámetros:**

Se realizaron las mediciones de campo con respecto a caudal, Temperatura, turbiedad y Ph, de cada unidad, asimismo realizaron las mediciones en el laboratorio de los análisis de DBO5 Y SST.

✓ **Cálculo de Datos:**

Se realizaron cálculos en gabinete con respecto a la carga orgánica, velocidad horizontal y carga hidráulica.

✓ **Mantenimiento de Equipos de Laboratorio:**

Luego de cada muestreo y su determinado análisis, se realizaron mantenimientos a los equipos empleados y el lavado de los materiales usados.

a) Cronograma de Monitoreo

Se empleó un cronograma de monitoreo, el cual tuvo una duración de 4 meses (16 semanas).

Cuadro N° 04: CALENDARIO DE MUESTREO DE CAMPO
(Temperatura, Turbiedad, Ph)

FRECUENCIA DE MUESTRO DE PARAMETROS (TEMPERATURA, PH)								
MUESTREO	SEM 01	SEM 02	SEM 03	SEM 04	SEM 05	SEM 06	SEM 07	SEM 08
DIAS	29-09-19	06-10-19	13-10-19	20-10-19	27-10-19	03-11-19	10-11-19	17-11-19
	30-09-19	07-10-19	14-10-19	21-10-19	28-10-19	04-11-19	11-11-19	18-11-19
	01-10-19	08-10-19	15-10-19	22-10-19	29-10-19	05-11-19	12-11-19	19-11-19
	02-10-19	09-10-19	16-10-19	23-10-19	30-10-19	06-11-19	13-11-19	20-11-19
	03-10-19	10-10-19	17-10-19	24-10-19	31-10-19	07-11-19	14-11-19	21-11-19
	04-10-19	11-10-19	18-10-19	25-10-19	01-11-19	08-11-19	15-11-19	22-11-19

MUESTREO	SEM 09	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
DIAS	24-11-19	30-11-19	06-12-19	12-12-19	18-12-19	24-12-19	30-12-19	05-01-20
	25-11-19	01-12-19	07-12-19	13-12-19	19-12-19	25-12-19	31-12-19	06-01-20
	26-11-19	02-12-19	08-12-19	14-12-19	20-12-19	26-12-19	01-01-20	07-01-20
	27-11-19	03-12-19	09-12-19	15-12-19	21-12-19	27-12-19	02-01-20	08-01-20
	28-11-19	04-12-19	10-12-19	16-12-19	22-12-19	28-12-19	03-01-20	09-01-20
	29-11-19	05-12-19	11-12-19	17-12-19	23-12-19	29-12-19	04-01-20	10-01-20

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N° 05: CALENDARIO DE MUESTREO DE LABORATORIO
(DBO, SST)**

FRECUENCIA DE MUESTRO DE PARAMETROS (DBO Y SST)					
MUESTREO	Sem	Dias	MUESTREO	Sem	Dias
	SEMANA 01	28-09-19		SEMANA 09	23-11-19
	SEMANA 02	05-10-19		SEMANA 10	30-11-19
	SEMANA 03	12-10-19		SEMANA 11	07-12-19
	SEMANA 04	19-10-19		SEMANA 12	14-12-19
	SEMANA 05	26-10-19		SEMANA 13	21-12-19
	SEMANA 06	31-10-19		SEMANA 14	28-12-19
	SEMANA 07	09-11-19		SEMANA 15	04-01-20
	SEMANA 08	16-11-19		SEMANA 16	11-01-20

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5. Fase V: Análisis e Interpretación de Datos

En esta fase los datos obtenidos del sedimentador secundario fueron analizados y procesado por el método de Modelo de Efectos Mixto, ya que se cuenta con una variable fija considerando el tratamiento y una variable aleatoria al momento de la toma de muestras.

3.4. Población y Muestra

La población y muestra analizadas en este estudio de investigación consisten en las aguas residuales domésticas tratadas provenientes de la población andina cercana al Centro Experimental Ecológico Tuyu Ruri, ubicado en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash, Perú.

3.4.1. Población

La población de este se refiere a las aguas residuales medidas en metros cúbicos (m^3) que son vertidas al prototipo y tratadas en los sedimentadores secundarios dentro de la jurisdicción del Centro Experimental Ecológico Tuyu Ruri, en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, Perú.

3.4.2. Muestra

La muestra consiste en las aguas residuales provenientes de los filtros percoladores y las aguas residuales a la salida de los sedimentadores secundarios en el Centro Experimental Ecológico Tuyu Ruri.

3.4.3. Muestro

Se extrajo un enfoque de prueba probabilística, en cual las unidades de análisis se encuentran encapsuladas en lugares físicos específicos, diferenciando entre las unidades de análisis.

Además, se empleó un muestreo estratificado para comparar los resultados entre segmentos, grupos o nichos de la población, tal como se plantea en el problema de investigación. (Hernández, 2014).

Para la parte experimental de este estudio, se requirió un total de 25 litros de muestra. Se tomaron muestras semanalmente durante 4 meses en la entrada y salida de los sedimentadores secundarios. El esquema de muestra se detalla en el Capítulo III.

Según CEPIS (2005), se utilizaron las fórmulas (a) y (b) para calcular la cantidad de agua residual necesaria en los diferentes sedimentadores secundarios. Por lo tanto, la cantidad de agua residual requerida para las 16 semanas de investigación osciló alrededor de los $7,78 m^3$.

$$V = Q \times T_0$$

Formula (a)

$$L = 6 \times H \quad (1)$$

$$5 < \frac{L}{H} < 25 \quad (2)$$

$$2 < \frac{L}{B} < 5 \quad (3)$$

Formula (b)

Donde:

V = Volumen del sedimentador (m³)

Q = Caudal (m³/s)

T₀ = Tiempo de retención (s)

L = Largo (m)

H = Profundidad (m)

B = Ancho (m)

A = Área (m²)

Cuadro N° 06: MUESTRA DE AGUA RESIDUAL

MUESTRA DE AGUA RESIDUAL EN SEDIMENTADORES SECUNDARIOS				
TIPO DEL DISEÑO	MUESTRA			
	Por Unidad (m ³)	N. Unidades	Total por día (m ³)	Total en 16 semanas (m ³)
Sedimentador Secundario Tipo I	0.0475	3	0.1425	2.28
Sedimentador Secundario Tipo II	0.0547	3	0.1641	2.62
Sedimentador Secundario Tipo III	0.06	3	0.18	2.88
TOTAL (m³)			0.4866	7.78

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Instrumentos Validados de Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó utilizando instrumentos validados que se seleccionaron en función de las variables identificadas en este estudio. Los parámetros de campo se evalúan in situ utilizando equipos calibrados. Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro Experimental de Tuyururi mediante la aplicación de métodos estandarizados y el uso de equipos calibrados. Los análisis fueron supervisados por analistas capacitados del laboratorio de Calidad Ambiental de la universidad.

3.5.1. Pruebas estandarizadas

Cuando se utiliza una prueba estandarizada como instrumento de medición, es importante seleccionar una prueba desarrollada o adaptada por investigadores en un contexto similar al estudio, que sea válida y confiable.

Si escogemos una prueba diseñada en otro contexto, es necesario adaptarla y aplicarla mediante pruebas piloto para calcular su validez y confiabilidad, así como ajustarla a las condiciones de nuestra investigación. El instrumento o prueba debe demostrar que es válido y confiable para el contexto en el cual se va a aplicar. (Hernández, 2014).

3.5.2. Métodos estandarizados

Los instrumentos empleados según las técnicas de recolección, están estandarizados y se han adaptado con los equipos calibrados, arrojándonos datos confiables para los siguientes métodos.

a) Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 5210 B, (Análisis de la DBO5)

Descripción

La DBO5 es una medida del oxígeno disuelto consumido por microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica. La determinación de la DBO5 es importante en el tratamiento de aguas residuales y en la gestión de la calidad del agua, ya que se utiliza aproximada para estimar la cantidad de oxígeno requerida para estabilizar biológicamente la materia orgánica.

Procedimiento:

La muestra se vació a frascos Winkler de DBO de 300 ml hasta llenarlos por completo. Se llena otro frasco de 300 ml con agua de disolución, el cual se reacomoda como blanco.

Se sellan los frascos con sus tapas correspondientes. Se mide el contenido de oxígeno disuelto en uno de los frascos de muestra preparado (D1) y en el blanco (B1) utilizando un medidor de oxígeno disuelto previamente calibrado. Luego, los frascos se incuban a 20 °C durante 5 días, tras lo cual se registran las lecturas de oxígeno disuelto en la muestra (D2) y en el blanco (B2).

Materiales y equipos: Botellas winkler y agua destilada.

b) Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 2540 D, (Análisis de la SST)

Descripción

Se filtra una muestra bien mezclada a través de un filtro estándar, y el residuo retenido en el filtro se seca hasta obtener un peso constante a una temperatura de 103-105 °C. El aumento de peso del filtro representa los sólidos totales en suspensión.

Procedimiento:

Se prepara el equipo de filtración, se realiza el vacío y se coloca el papel filtro previamente pesado en el embudo. Se humedece el papel con una pequeña cantidad de agua destilada para ajustarlo. Se mide 100 ml de la muestra bien mezclada y se pasa a través del papel filtro, aspirando lentamente el agua. Se enjuaga dos veces con volúmenes de 10 ml de agua destilada, permitiendo que el filtro se drene por completo.

Luego se retira cuidadosamente el filtro del aparato y se seca en una estufa a 103-105 °C durante una hora. Después se enfría en un desecador para equilibrar la temperatura y se pesa hasta obtener un peso constante.

Materiales y equipos: Filtro de fibra de vidrio 47 mm de diámetro, agua destilada, estufa y desecador.

c) Método Electrométrico: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Parte 4500-H+B, (Análisis del Ph)

Descripción

El principio básico de la medición electrométrica del pH es determinar la actividad de los iones de hidrógeno mediante una medición potenciométrica con un electrodo de hidrógeno estándar y un electrodo de referencia.

Procedimiento:

El electrodo de hidrógeno consta de un electrodo de platino en el que se hace burbujear gas hidrógeno a una presión de 101 kPa. Debido a las dificultades de uso y el riesgo de envenenamiento del electrodoméstico de hidrógeno, es más común utilizar un electrodoméstico de vidrio.

La fuerza electromotriz (fem) en el sistema de electrodos de vidrio varia de manera lineal con el pH. El pH de la muestra se determina mediante extrapolación.

**d) Método de laboratorio y campo: SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Parte 2550 B, (Análisis de la Temperatura)**

Descripción

Se recomienda evitar el uso de termómetros de mercurio siempre que sea posible para evitar la liberación de mercurio en el medio ambiente en caso de rotura. Para evitar roturas durante las operaciones de campo, se utiliza un termómetro con una carcasa de metal.

Procedimiento:

La temperatura se puede medir utilizando un termómetro de vidrio o electrónico con lectura digital o digital. El dispositivo debe ser capaz de distinguir cambios de temperatura de 0,1 °C o menos y equilibrarse rápidamente (tener una capacidad térmica mínima).

e) Método Volumétrico (Calculo de Caudal)

Descripción

Para la medición del caudal se empleó el método volumétrico el cual se emplea por lo general para caudales pequeños.

Procedimiento:

Se requiere de un recipiente para recolectar el agua y un cronómetro para medir el tiempo. El caudal se calcula dividiendo el volumen de agua recolectada en el recipiente entre el tiempo que tarda en recolectarse dicho volumen.

$$Q = V / T$$

Donde:**Q:** caudal lt/s**V:** volumen en m³**T:** tiempo en segundos

Para la toma de muestras, se tuvieron en cuenta las especificaciones para la ubicación de los puntos de prueba, la falta y conservación, el transporte y el envío de las muestras al laboratorio, tal como se detalla en el protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos.

3.6. Plan de Procesamiento y Análisis Estadístico de la Información

3.6.1. Plan de Procesamiento

El procesamiento de la toma de datos siguió los siguientes pasos:

a) Organizar

Se recopiló la información relevante sobre los sedimentadores secundarios, excluyendo la carga hidráulica superficial, velocidad horizontal, tiempo de retención hidráulica, área y volumen. Se realizaron los preparativos de demostración y se calibraron los equipos necesarios para el análisis. Se estableció un protocolo de control y se tomaron muestras en la entrada y salida de cada sedimentador secundario.

Los datos de campo y laboratorio se registraron utilizando fichas, siguiendo un cronograma de prueba diario durante 16 semanas, excepto los días feriados. Se recopilaron datos como temperatura, turbidez, caudal y pH en los sedimentadores secundarios.

Además, se realizó análisis de DBO y SST una vez por semana durante el mismo período, recopilando información sobre la carga orgánica.

b) Depurar

Se tomaron muestras iniciales como referencia para comprender el comportamiento de los sedimentadores secundarios en función de sus indicadores. Se realizaron dos mediciones en cada punto de prueba para asegurar la precisión de los valores obtenidos.

c) Resumir

Se generaron informes y resúmenes de los datos de campo y laboratorios procesados utilizando Excel. Estos resúmenes permitieron evaluar el comportamiento de cada indicador en los sedimentadores secundarios. Para analizar la probabilidad de error y la correlación de los datos, se obtuvo el software estadístico Minitab 19. Se procesaron los datos de entrada y salida de cada sedimentador secundario.

d) Someter a análisis las preguntas formuladas

Se formularon 02 preguntas de investigación, las cuales se analizaron según:

- ✓ ¿Qué influencia tiene la aplicación de cargas orgánicas provenientes de filtros percoladores, en el afluente de los Sedimentadores secundarios para el tratamiento de las aguas residuales de sus efluentes?, para ello se analizó el comportamiento de 3 tipos diferentes de tratamientos, los cuales para la siguiente investigación se denominaron como unidades de análisis (01. 02 y 03).

Cuadro N° 07: Tratamiento de las Unidades de Análisis

Unidad	Diferentes tratamientos		Evaluación
Unidad de análisis 01	Tanque Dormunt	Filtro de Carbón Activado	Sedimentadores Secundarios
unidad de análisis 02	Tanque Imhoff	Filtro de Carbón Activado	
unidad de análisis 03	Tanque Séptico	Filtro de Grava	

Fuente: elaboración propia

La carga orgánica resultante de los diferentes tratamientos ingresara a los sedimentadores secundarios, para evaluar de qué manera influyen en el tratamiento del agua residual, analizando los parámetros de carga orgánica y SST. en la salida del sedimentador secundario.

- ✓ ¿Qué influencia ejerce la aplicación de diferentes cargas hidráulicas a los Sedimentadores Secundarios, en el tratamiento de las aguas residuales? Para ello se cuenta con 3 tipos diferentes de diseño de sedimentador secundario, a los cuales, para la siguiente investigación los denominamos como diseño Corto, Mediano y Largo.

Cuadro N° 08: Tipos de Sedimentadores Secundarios

Sedimentadores Secundarios	
Tipos de diseño	Tipo N° 1: corto
	Tipo N° 2: mediano
	Tipo N° 3: largo

Fuente: elaboración propia

3.6.2. Análisis Estadístico de datos recolectados

La presente investigación cuenta con datos cuantitativos, por lo que en el test estadístico se empleó el programa Excel y el software MINITAB 19, que evaluó la probabilidad de error en los datos analizados en el ingreso y salidas de cada sedimentador secundario. La investigación aumentó los datos cuantitativos y se aplicaron pruebas estadísticas utilizando Excel y el software Minitab 19, analizando el Modelo de Efectos Mixtos, ya que se cuenta con una variable fija considerando el tratamiento y una variable aleatoria al momento de la toma de muestras, donde se obtuvieron datos que corroboran la influencia de las diferentes cargas orgánicas, en los afluentes de los sedimentadores secundarios y de las Cargas Hidráulicas aplicadas a la probabilidad de error.

El modelo de efectos mixtos se empleó en dos estudios estadístico:

- a) En los datos de aplicación de las diferentes Cargas Orgánicas en las Unidad de Análisis de los sedimentadores secundarios, el cual consistió en obtener los términos aleatorios y la evidencia suficiente para determinar cuál de las 03 Unidades de Análisis tienen un mayor efecto estadístico en la Remoción de Carga Orgánica (en función de la DBO) en los efluentes de los sedimentadores secundarios.
- b) En los datos de aplicación de las diferentes Cargas hidráulicas en cada tipo de diseño de sedimentador secundario, en el cual se procesó los datos para obtener la evidencia suficiente y concluir que Carga Hidráulica obtiene una mayor remoción de Carga Orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios.

El estudio estadístico de modelos de efectos mixtos se complementó con el método de Bonferroni, el cual se enfoca en una comparación múltiple de los datos de las agrupaciones realizadas a las unidades de análisis y a las cargas hidráulicas entre sí, evaluando independientemente los resultados obtenidos en la remoción de la carga orgánica de los efluentes de los sedimentadores secundarios.

Construcción de Gráficos y tablas de los resultados:

Estos gráficos y tablas se elaboraron con los resultados obtenidos en laboratorio para poder determinar que unidad de análisis y con qué carga hidráulica se obtendría una mayor remoción de carga orgánica en los sedimentadores secundarios.

Elaboración del Informe Final:

En la etapa final, se obtuvo el informe final de la investigación con los datos obtenidos y los parámetros analizados detallando los resultados alcanzados, las conclusiones concretadas en base a las hipótesis planteadas y las recomendaciones convenientes.

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos mediante los parámetros de los resultados son analizados en cada objetivo de la investigación, como la Carga Orgánica y a la Carga Hidráulica, la caracterización del afluente del prototipo y la influencia ejercida en cada uno de los parámetros, analizando así el mejor tratamiento para el agua residual empleando sedimentadores secundarios en climas andinos.

En el monitoreo de campo, se analizaron los parámetros de turbiedad, Temperatura, Caudal, Ph, Solidos Suspendidos Totales y DBO5 en las 16 semanas que duro el periodo de investigación.

A continuación, se presentan los resultados de acuerdo con los objetivos específicos planteados en esta investigación teniendo en cuenta, que se evaluará la influencia de cargas orgánicas pertenecientes a las Unidades de Análisis, en la remoción de carga orgánica basada en la DBO en los diferentes sedimentadores secundarios. También se evaluará la carga hidráulica según el tipo de diseño del sedimentador secundario según el efluente de los sedimentadores secundarios de la remoción de carga orgánica.

4.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

Resultados de la caracterización del agua residual al ingreso del prototipo experimental.

Tabla N° 06: Caracterización del agua residual

Parámetro	unidad	Método	Cantidad	Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l DBO	APHA 5210 B	81	Laboratorio Calidad Ambiental -UNASAM
Solidos Suspendidos Totales	mg/l SST	APHA 2540 D	23.2	Laboratorio Calidad Ambiental - UNASAM

Fuente: Elaborado por los alumnos del curso de Residuos Líquidos I de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria – UNASAM

4.2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.2.1. Diseño y condiciones hidráulicas de los sedimentadores secundarios

Esquema N° 04: Diseño y Condiciones Hidráulicas de los Sedimentadores Secundarios

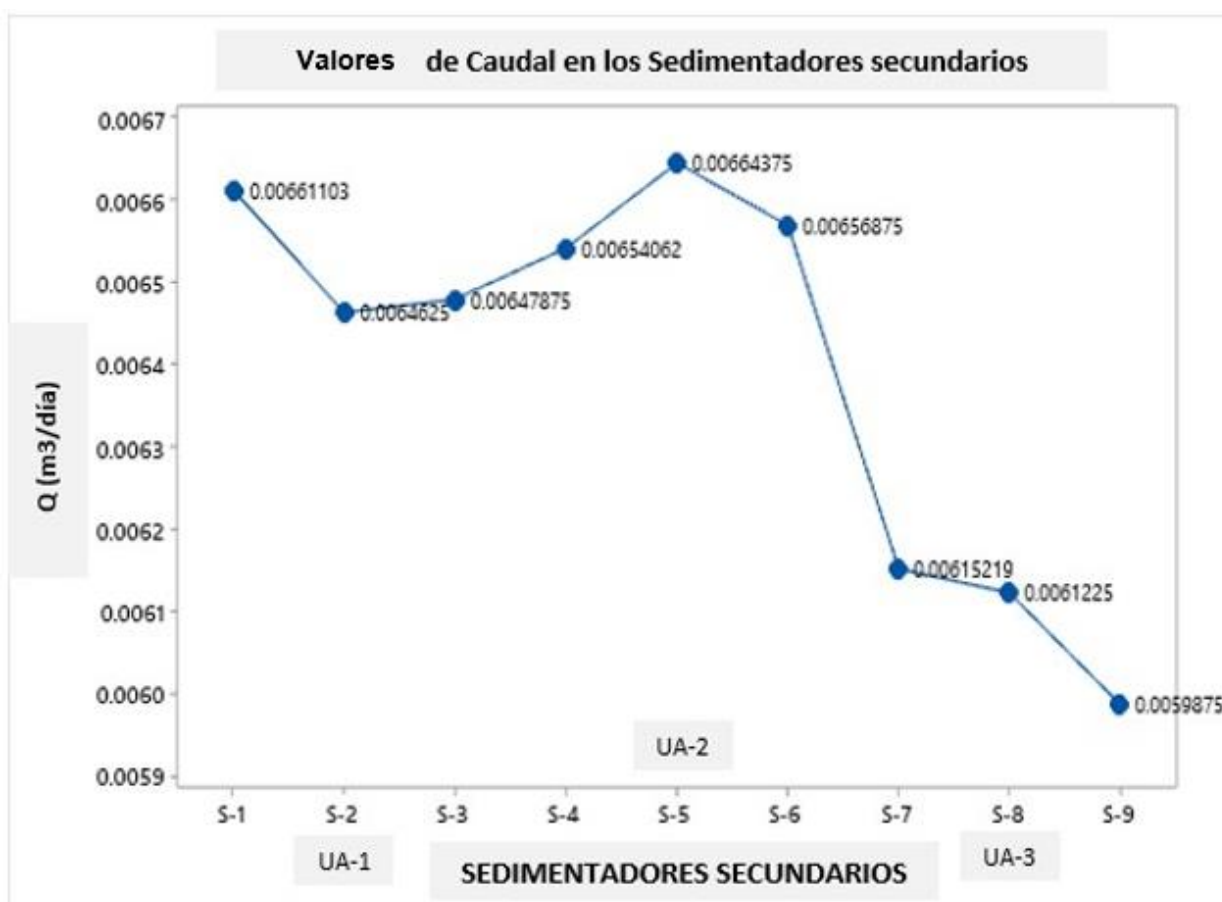
Unidad de Análisis	Diseño Sed. Sec.	Sedimentador Secundario	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Profundidad (m)	Volumen (m ³)	Caudal (L/s)	Tiempo de Retención Hidráulico (Hr)	Carga Hidráulica Superficial m ³ /(d*m ²)
UA-1	Corto	S-1	1.08	0.22	0.24	0.20	0.0475	0.00659	2.00007	2.398
	Mediano	S-2	1.14	0.24	0.27	0.20	0.0547	0.00759	2.00006	2.399
	Largo	S-3	1.20	0.25	0.30	0.20	0.0600	0.00833	2.02511	2.400
UA-2	Corto	S-4	1.08	0.22	0.24	0.20	0.0475	0.00659	2.00007	2.398
	Mediano	S-5	1.14	0.24	0.27	0.20	0.0547	0.00759	2.00006	2.399
	Largo	S-6	1.20	0.25	0.30	0.20	0.0600	0.00833	2.02511	2.400
UA-3	Corto	S-7	1.08	0.22	0.24	0.20	0.0475	0.00659	2.00007	2.398
	Mediano	S-8	1.14	0.24	0.27	0.20	0.0547	0.00759	2.00006	2.399
	Largo	S-9	1.20	0.25	0.30	0.20	0.0600	0.00833	2.02511	2.400

Fuente: Elaboración propia

En el Esquema N° 04 se observa el diseño de 3 tipos de sedimentadores secundarios: tipo 1 (sed.01, sed.04 y sed.07), tipo 2 (sed.02, sed.05 y sed.08) y tipo 3 (sed.03, sed.06 y sed.09).

4.2.2. Resultados del Caudal

4.2.2.1. Valores de Caudal (Q) en los Sedimentadores Secundarios

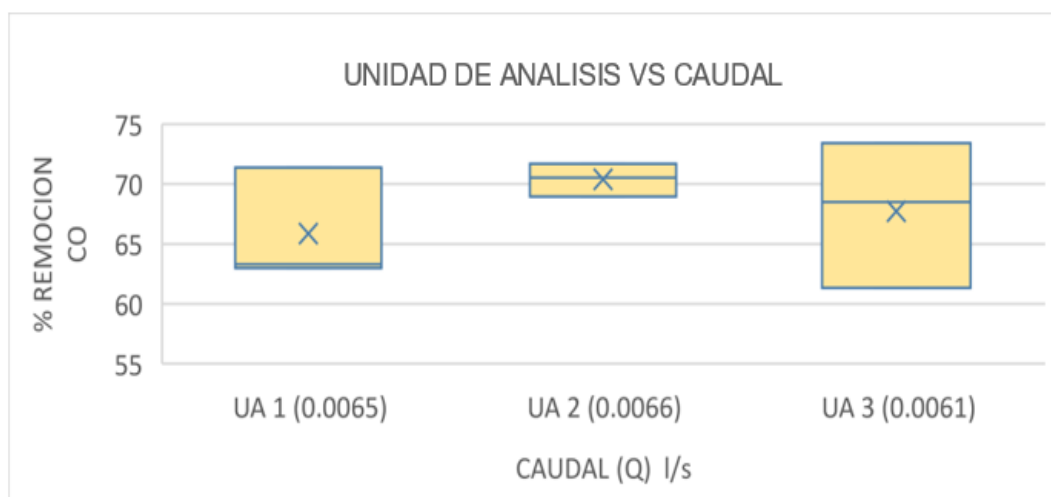
Grafico N° 07: Valores de Caudal (Q) en Sedimentadores Secundarios

Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 07 se observa los valores de caudal en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de media de 0.0066, 0.0064, 0.0064, 0.0065, 0.0066, 0.0066, 0.0065, 0.0061, 0.0061, y 0.0059 l/s para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9 respectivamente. Además, se observa que la mayor producción de caudal se genera en el sedimentador secundario N°5 y el caudal con menor frecuencia es en el sedimentador secundario N° 9.

4.2.2.2. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación del Caudal

Grafico N° 08: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

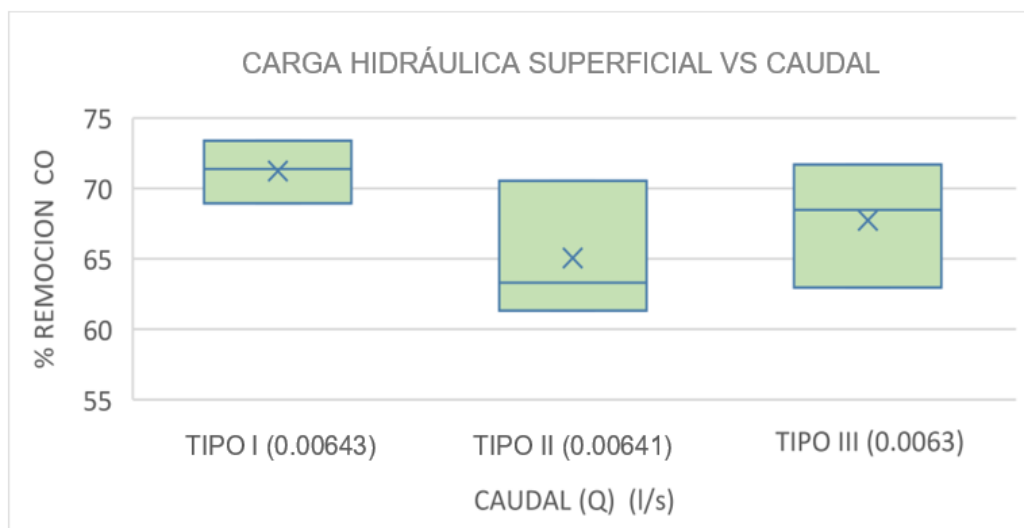


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 08 se observa que la Unidad de Análisis N° 2 tiene la mayor producción de caudal con un valor promedio de 0.0066 l/s, dando una remoción de Carga Orgánica del 71% en el efluente del sedimentador Secundario.

Al evaluar la producción del caudal según las unidades de análisis, la relación entre el Q y el % de remoción de CO es directamente proporcional, ya que al emplear menor producción de Q menor será el tratamiento en la remoción de CO.

Grafico N° 09: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 09 se observa que la mayor producción de caudal lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 1, con una Carga Hidráulica superficial de $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, obteniendo valores de Q promedio de 0.00643 l/s con una remoción de CO del 71% en el efluente del sedimentador Secundario.

Al evaluar la producción de caudal según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y el Q es inversamente proporcional ya que a menores valores de caudal mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

A caudales promedios de 0.006 l/s , la relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional ya que al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.2.3. Resumen de la Variación del Caudal

Cuadro N° 09: Variación de Caudal (Q) según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO)

CAUDAL					
U.A.	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II (N° 2,5,8)	SED TIPO III (N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	0.00661103	0.0064625	0.00647875	l/s	0.0065
Unidad de análisis 2	0.00654062	0.00664375	0.00656875	l/s	0.0066
Unidad de análisis 3	0.00615219	0.0061225	0.0059875	l/s	0.0061
PROMEDIO	0.00643	0.00641	0.0063		

Fuente: Elaboración propia

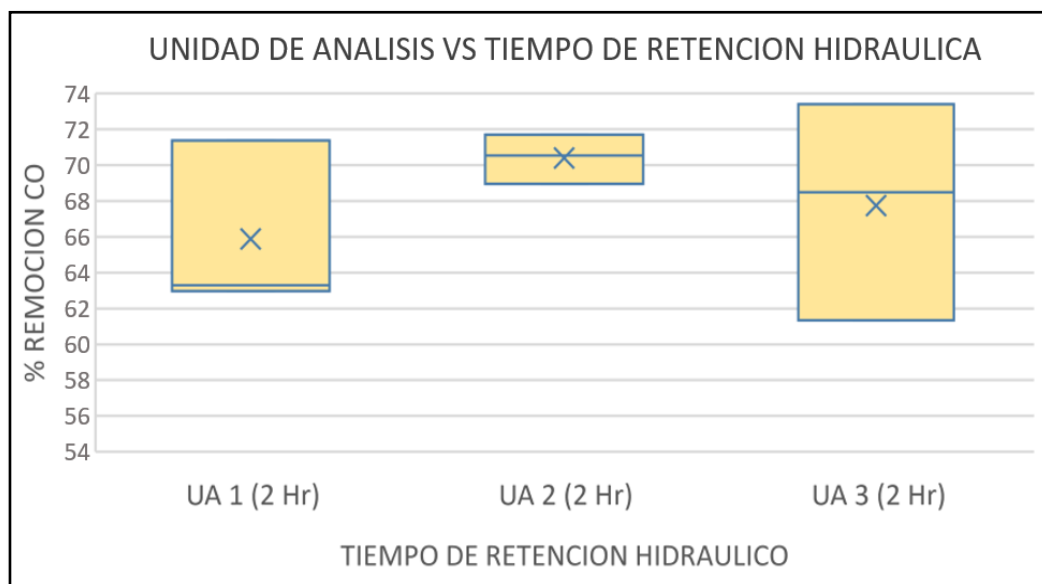
En el cuadro N° 09, Se observa la variación del Caudal promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se obtiene una mayor producción de caudal en la combinación de la unidad de análisis N° 2 con el Sedimentador tipo 2 obteniendo un caudal de 0.00664 l/s y un menor valor de caudal en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 3, obteniendo un caudal de 0.00598 l/s.

Obteniéndose de esta manera, que existe un mayor desarrollo del caudal al emplear un tratamiento basado en la Unidad de Análisis 2 aplicando el diseño de sedimentador secundario Tipo 2.

4.2.3. Resultados del Tiempo de Retención Hidráulica

4.2.3.1. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)

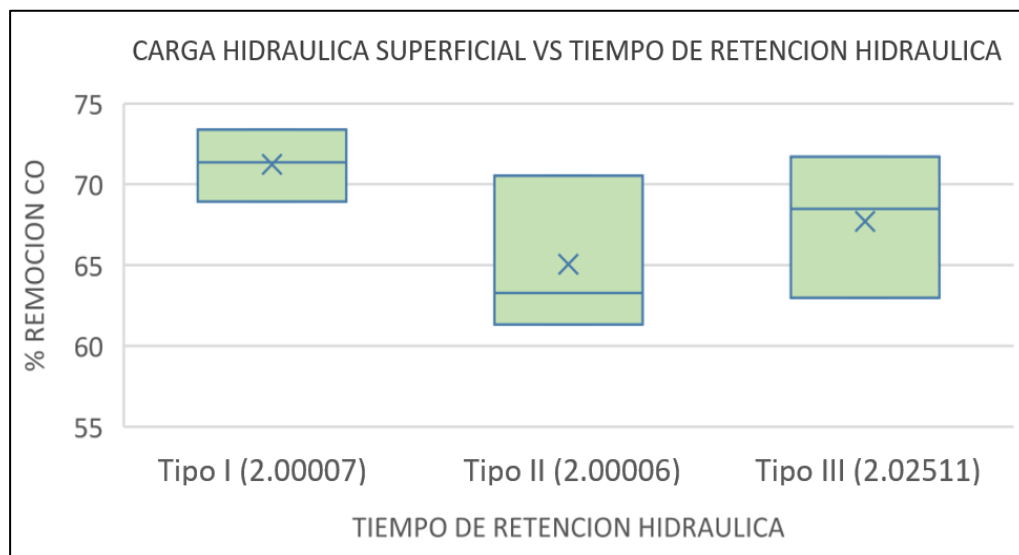
Gráfico N° 10: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 10 se observa que las 03 Unidades de Análisis se desarrollan en un Tiempo de Retención Hidráulica de 2 Hr., siendo la Unidad de Análisis N° 2 la que genera una mayor remoción de CO con el 71%.

Grafico N° 11: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 11 se observa que el mejor resultado lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 1, empleando una Carga Hidráulica superficial de $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$, desarrollándose en TRH promedio de 2.00007 Hr y con una remoción de CO del 71% en el efluente del sedimentador Secundario.

Al evaluar el comportamiento del Tiempo de Retención Hidráulica según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y el TRH es directamente proporcional, ya que al aplicar mayor TRH mayor será las dimensiones del tipo de diseño de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

A TRH promedio de 2 horas, la relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que al emplear mayores dimensiones del tipo de diseño de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.3.2. Resumen de la variación del Tiempo de Retención Hidráulico.

Cuadro N° 10: Variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) según el tipo desedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)

TRH					
U.A.	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPOIII (N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	2.00007	2.00006	2.02511	Hr	2.0084
Unidad de análisis 2	2.00007	2.00006	2.02511	Hr	2.0084
Unidad de análisis 3	2.00007	2.00006	2.02511	Hr	2.0084
PROMEDIO	2.00007	2.00006	2.02511		

Fuente: Elaboración propia

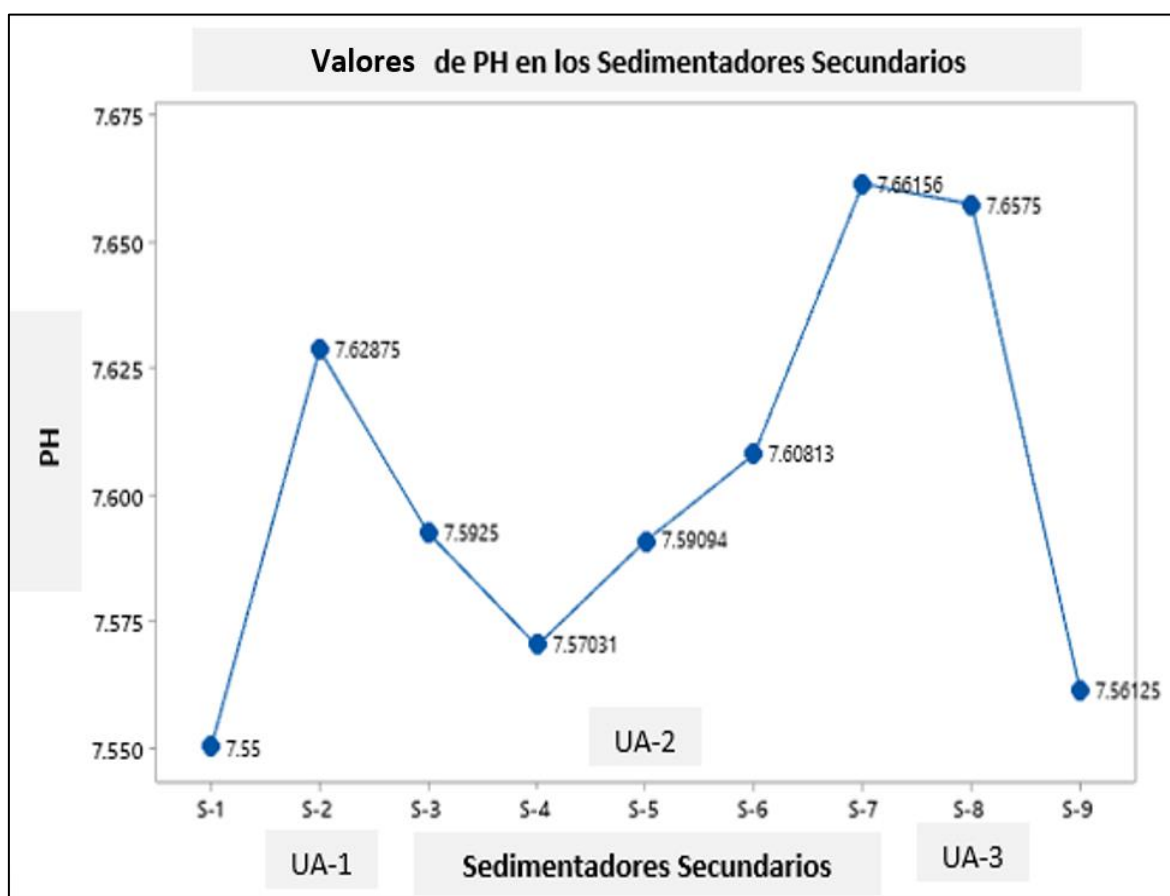
En el cuadro N°10 se observa la variación del Tiempo de Retención Hidráulica promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se requiere emplear mayor valor de tiempo de retención hidráulico en la combinación de la unidad de análisis N° 03 con el sedimentador tipo 3 obteniendo tiempos promedios de 2.02511 hr. y emplear un menor valor de tiempo de retención hidráulico en la combinación de la unidad de análisis N° 01 con el sedimentador tipo 2 obteniendo tiempos promedios de 2.00006 hr.

Obteniéndose de esta manera, que se requiere emplear mayores valores del tiempo de retención hidráulico al emplear un tratamiento basado en la unidad de análisis N° 3 aplicando el diseño del sedimentador secundario tipo 3.

4.2.4. Resultados de PH

4.2.4.1. Valores de PH en los Sedimentadores Secundarios

Grafico N° 12: Valores de PH en Sedimentadores Secundarios

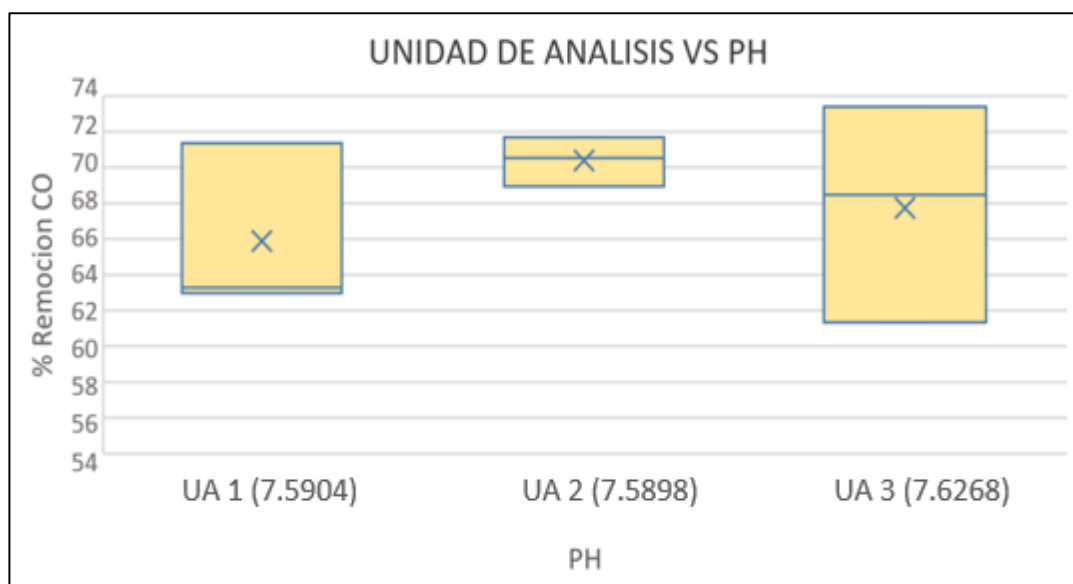


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 12 se observa los valores de PH en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de media de 7.55, 7.63, 7.59, 7.57, 7.59, 7.61, 7.66, 7.65 y 7.56 para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9 respectivamente. Además, se observa una mayor actividad de PH en el sedimentador secundario N° 07 y una menor actividad en el sedimentador secundario N° 01.

4.2.4.2. Influencia de la unidad de Análisis (UA) y la carga Hidráulica (CH) en la variación del PH

Grafico N° 13: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación del PH y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

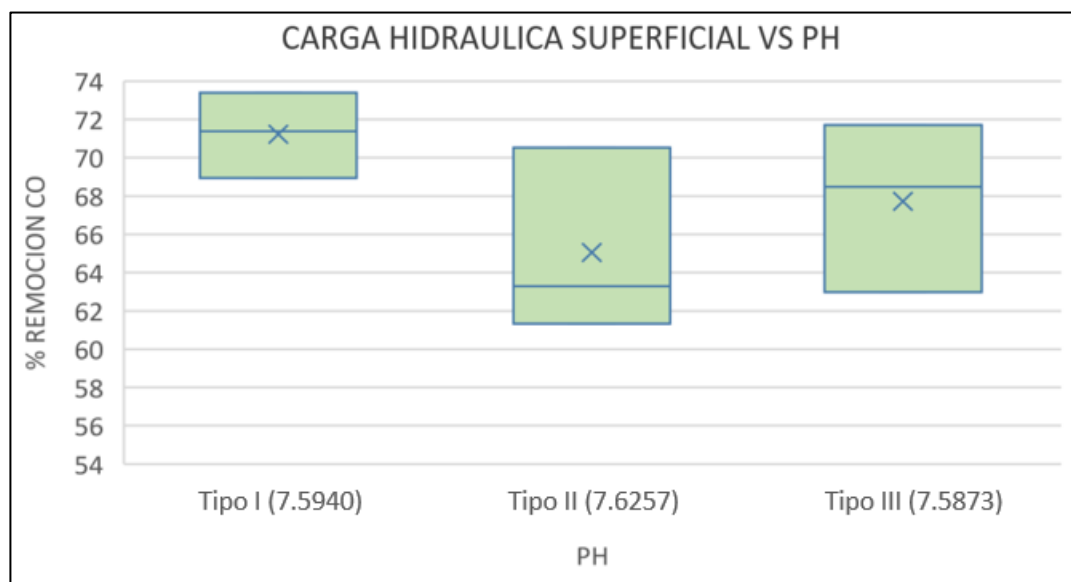


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 13 se observa que la Unidad de Análisis N° 3 tiene un mayor comportamiento de PH con un valor promedio de 7.6268, dando una remoción de Carga Orgánica del 68.5% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar el comportamiento del PH según las Unidades de Análisis, la relación entre el PH y el % de Remoción de CO es inversamente proporcional, ya que a mayor actividad de PH menor será la actividad microbiológica en el tratamiento de remoción de CO.

Grafico N° 14: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación del PH y en la Remoción de Carga orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 14 se observa el comportamiento de PH, viendo que el diseño del sedimentador tipo 2, con una Carga Hidráulica Superficial de 2.399 m³/m²*d, obtiene valores de PH promedio de 7.6257 con una remoción de CO del 65 % en el efluente del sedimentador secundario,

Al evaluar el comportamiento del Ph según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y el PH es inversamente proporcional ya que a menores valores de PH, mayor será las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.4.3. Resumen de la Variación del PH

Cuadro N° 11: Variación del PH según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)

PH				
U.A.	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III(N° 3,6,9)	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	7.5500	7.6288	7.5925	7.5904
Unidad de análisis 2	7.5703	7.5909	7.6081	7.5898
Unidad de análisis 3	7.6616	7.6675	7.5613	7.6268
PROMEDIO	7.5940	7.6257	7.5873	

Fuente: Elaboración propia

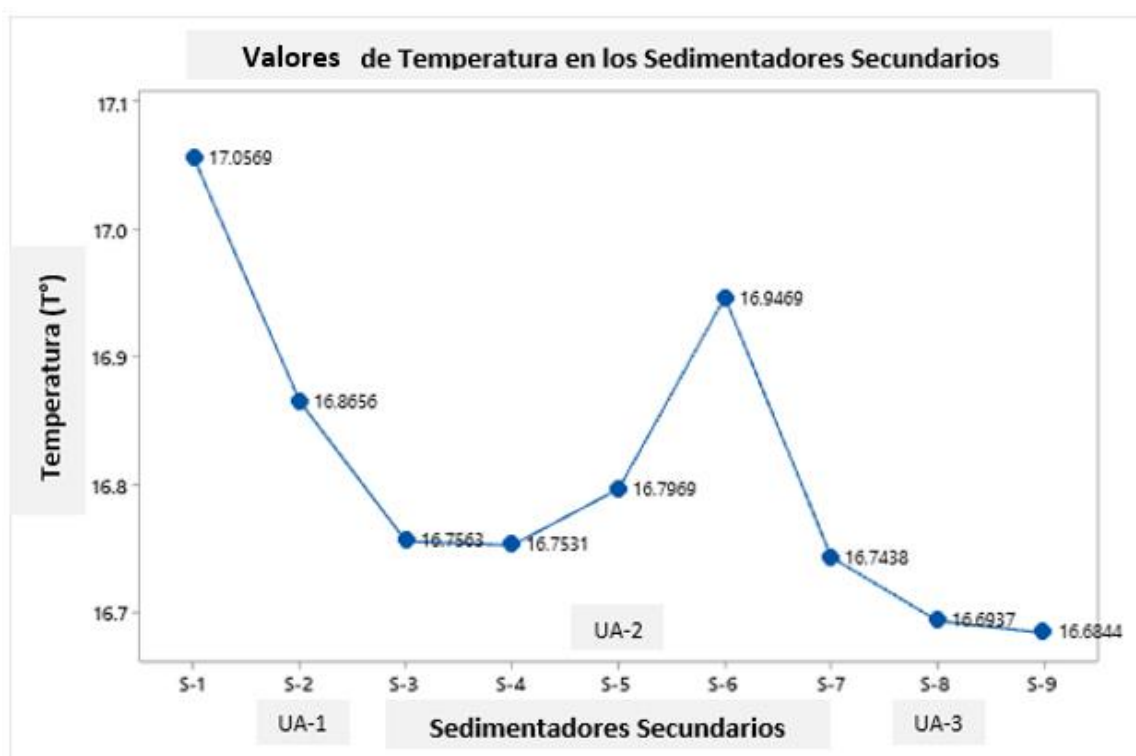
En el cuadro N° 11 se observa la variación del PH promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se obtiene mayor actividad de PH en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el sedimentador tipo 2 obteniendo un valor de PH de 7.6675 y una menor actividad de PH en la combinación de la unidad de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo1, obteniendo un valor de PH de 7.55.

Obteniéndose de esta manera, que existe un mayor comportamiento del PH al emplear un tratamiento basado en la Unidad de Análisis 3 aplicando el diseño de sedimentador secundario tipo 2.

4.2.5. Resultados de la Temperatura

4.2.5.1. Valores de Temperatura (T°) en los Sedimentadores Secundarios

Gráfico N° 15: Valores de la Temperatura (T°) en Sedimentadores Secundarios

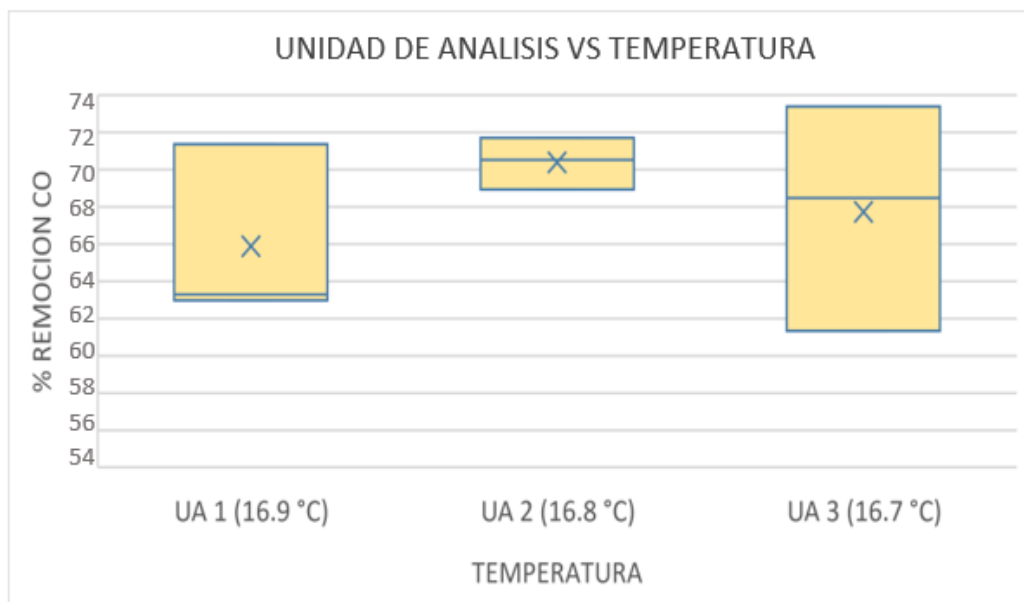


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 15 se observa los valores de Temperatura en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de media de 17, 16.8, 16.7, 16.7, 16.7, 16.9, 16.7, 16.6 y 16.6 °C para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9 respectivamente. Además, se observa un mayor desarrollo de Temperatura en el sedimentador secundario N° 01 y un menor desarrollo en el sedimentador secundario N° 09.

4.2.5.2. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la carga Hidráulica (CH) en la variación de Temperatura

Grafico N° 16: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

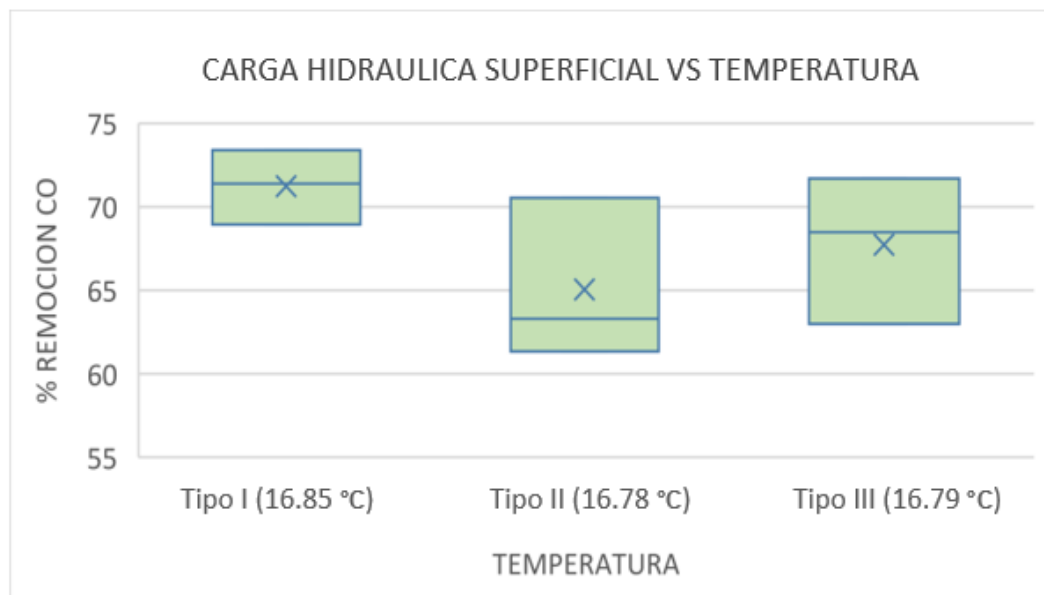


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 16 se observa que la Unidad de Análisis N° 1 tiene un mayor desarrollo de Temperatura con un valor promedio de 16.9 °C, dando una remoción de carga orgánica del 66 % en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar el desarrollo de la Temperatura según las unidades de análisis, la relación entre la T° y el % de remoción de CO es inversamente proporcional, ya que al desarrollarme menor temperatura mayor será el tratamiento en la remoción de CO.

Grafico N° 17: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°17 se observa que el mayor desarrollo de temperatura se dio en el diseño del sedimentador tipo 1, con una CHS de 2.398 $m^3/m^2 \cdot d$, obteniendo valores de T° promedio de 16.85 °C con una remoción de CO del 72% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la producción de caudal según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y la T° es inversamente proporcional ya que a menores valores de Temperatura mayor será las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.5.3. Resumen de la Variación de Temperatura

Cuadro N° 12: Variación de Temperatura (T°) según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO)

TEMPERATURA					
U.A	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III(N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	17.06	16.87	16.75	° C	16.89
Unidad de análisis 2	16.75	16.80	16.95	° C	16.83
Unidad de análisis 3	16.74	16.69	16.68	° C	16.70
PROMEDIO	16.85	16.78	16.79		

Fuente: Elaboración propia

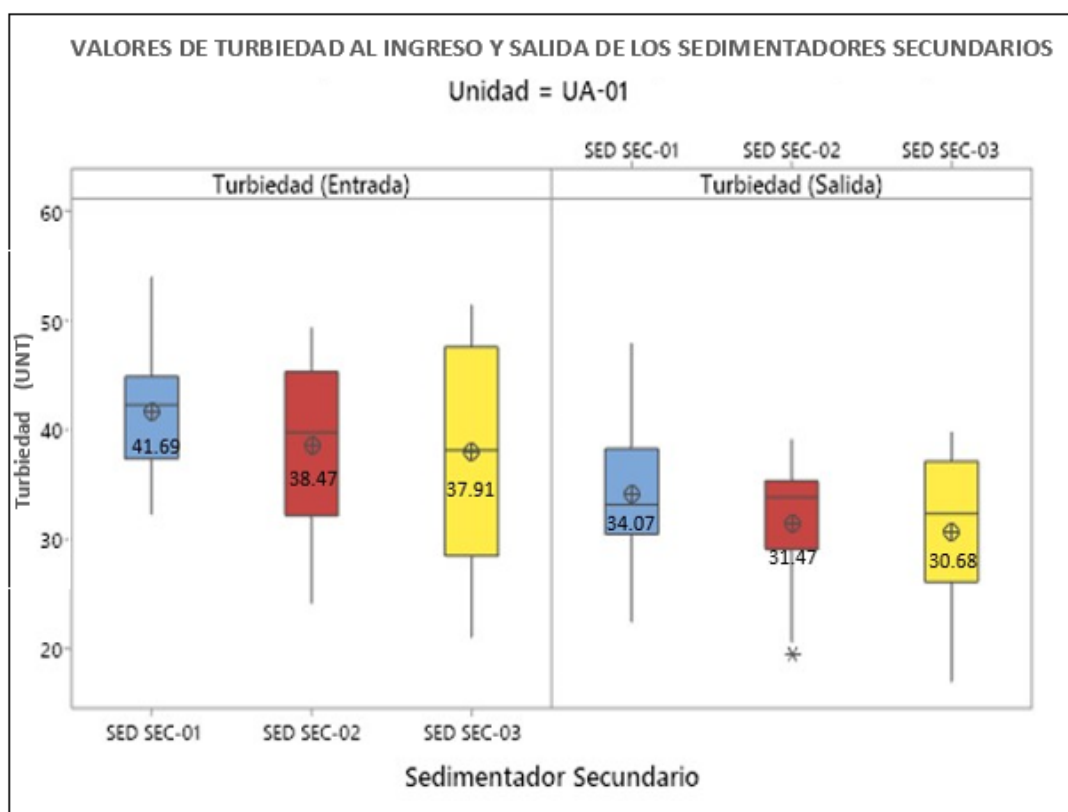
En el cuadro N° 12 se observa la variación de la Temperatura promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, de los cuales se obtiene mayor valor de temperatura en la combinación de la unidad de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo 1, obteniendo un valor de temperatura de 17.06 °C y un menor valor de temperatura en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 3, obteniendo un valor de temperatura de 16.68 °C.

Obteniéndose de esta manera, que existe valores altos de Temperatura al emplear un tratamiento basado en la Unidad de Análisis 1 aplicando el diseño de sedimentador secundario Tipo 1.

4.2.6. Resultados de la Turbiedad

4.2.6.1. Valores de Turbiedad(UNT) en los Sedimentadores Secundarios

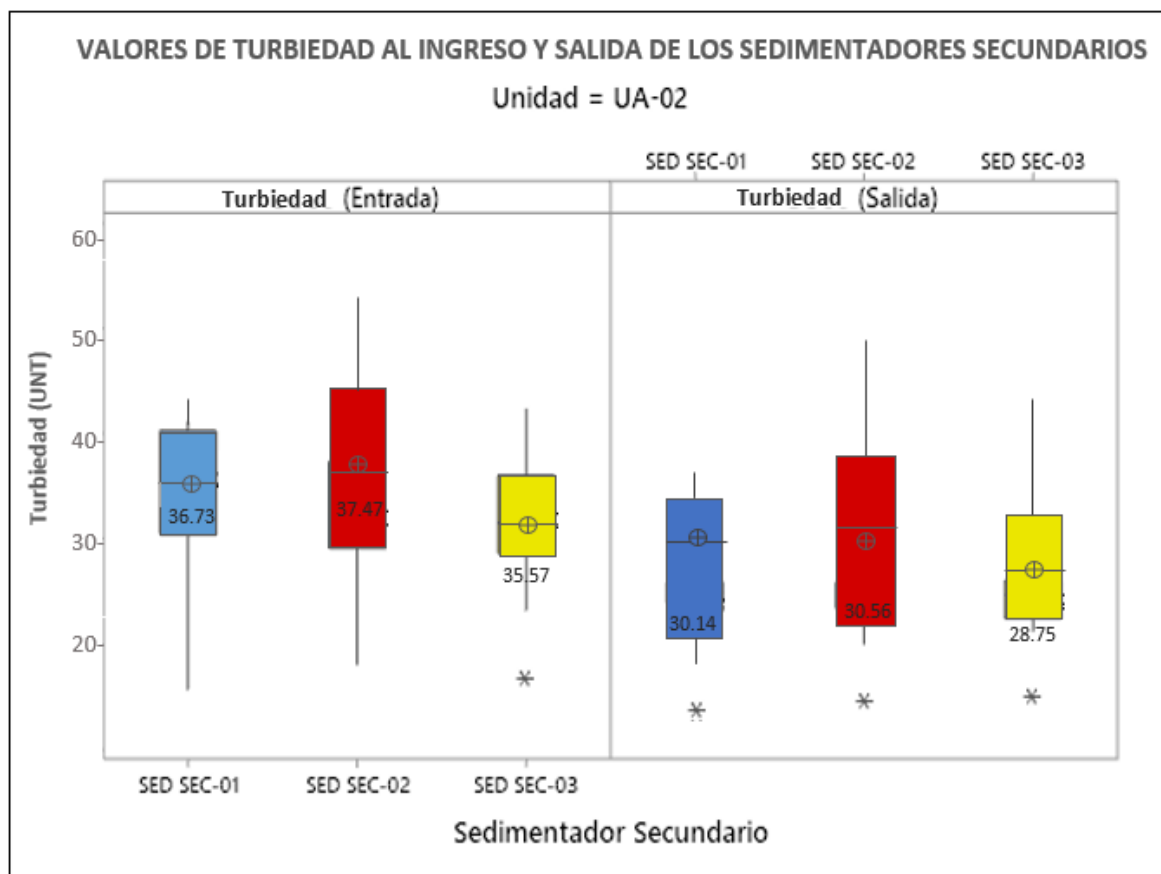
Grafico N° 18: Valores de Turbiedad en Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 01 (UA-01)



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 18 se observa la influencia de la Unidad de Análisis N° 01 en la variación de los valores de la turbiedad al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios, agrupados según el tipo de diseño del sedimentador, siendo el diseño de sedimentador del tipo N° 03, el que contiene menores concentraciones de Turbiedad de 30.68 UNT y el diseño de sedimentador del tipo N° 01, el que contiene concentraciones mayores de Turbiedad de 34.07 UNT en la salida del sedimentador.

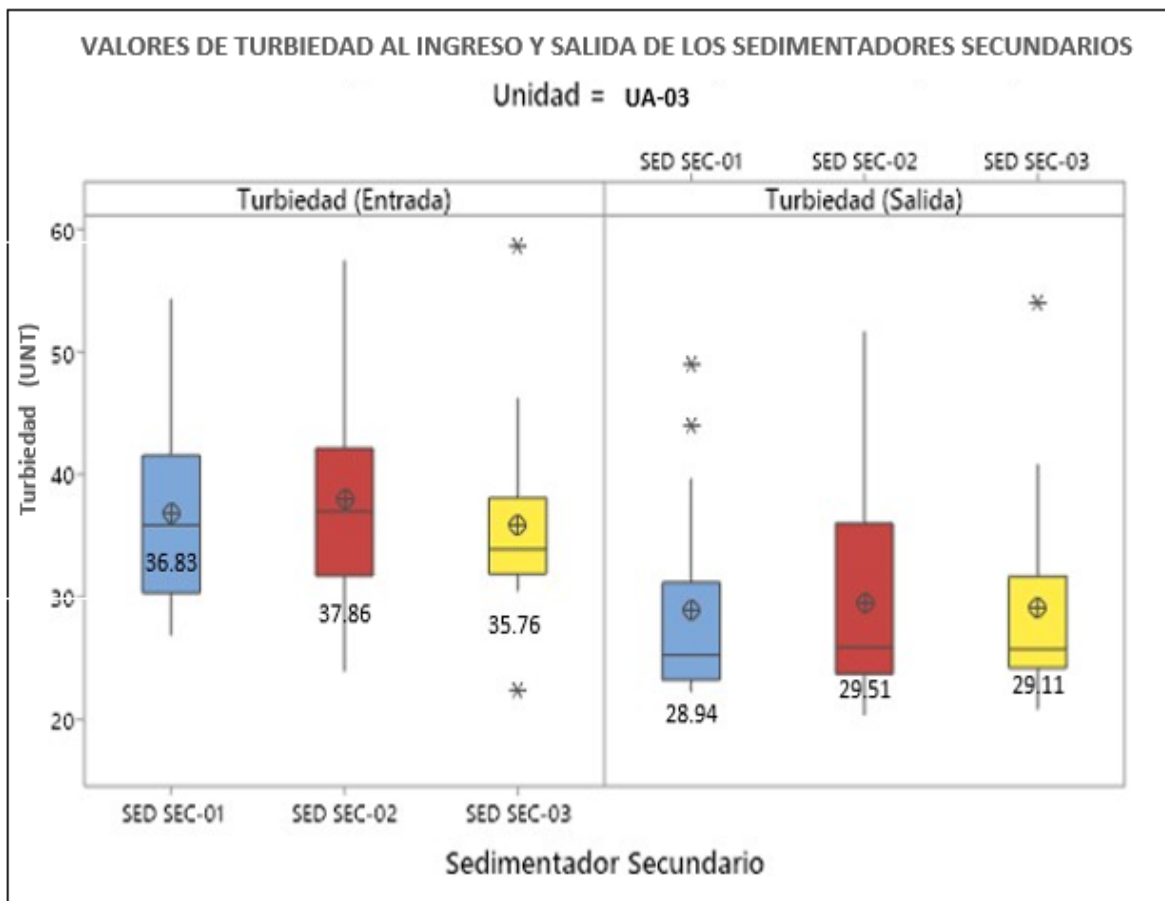
Grafico N°19: Valores de Turbiedad en Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 02 (UA-02)



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 19 se observa la influencia de la Unidad de Análisis N° 02 en la variación de los valores de la turbiedad al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios, agrupados según el tipo de diseño del sedimentador, siendo el diseño de sedimentador del tipo N° 03, la que contiene concentraciones menores de Turbiedad de 28.75 UNT y el diseño de sedimentador del tipo N° 02, el que contiene concentraciones mayores de Turbiedad de 30.56 UNT en la salida del sedimentador.

Grafico N° 20: Valores de Turbiedad en Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 03 (UA-03)

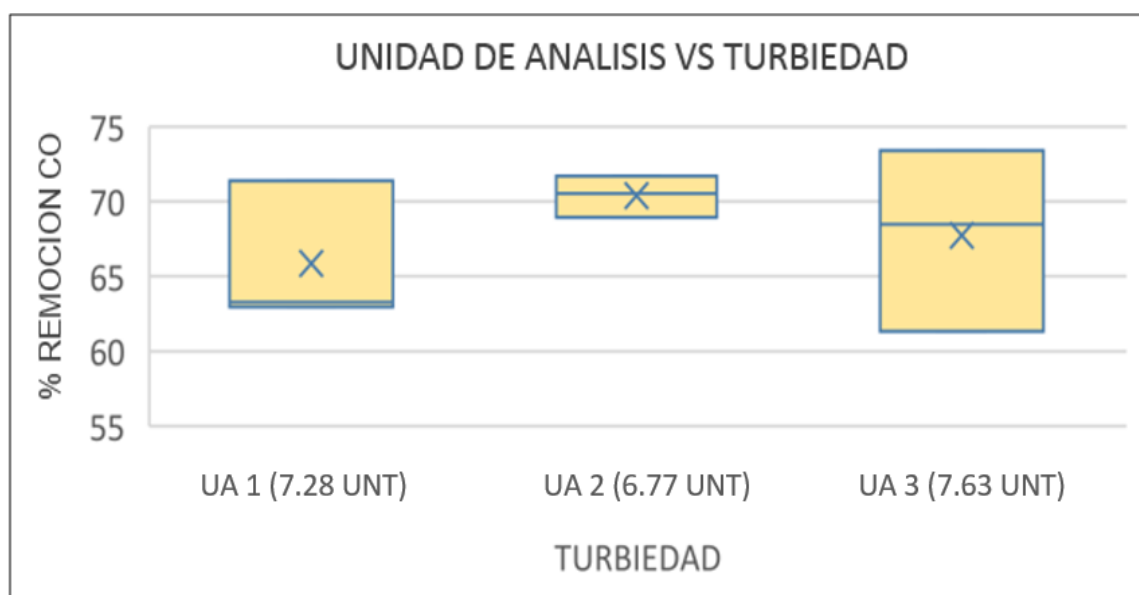


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 20 se observa la influencia de la Unidad de Análisis N° 03 en la variación de los valores de la turbiedad al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios, agrupados según el tipo de diseño del sedimentador, siendo el diseño de sedimentador del tipo N° 01, la que contiene concentraciones menores de Turbiedad de 28.94 UNT y el diseño de sedimentador del tipo N° 02, la que contiene concentraciones mayores de Turbiedad de 29.51 UNT en la salida del sedimentador.

4.2.6.2. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación de Turbiedad

Grafico N° 21: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

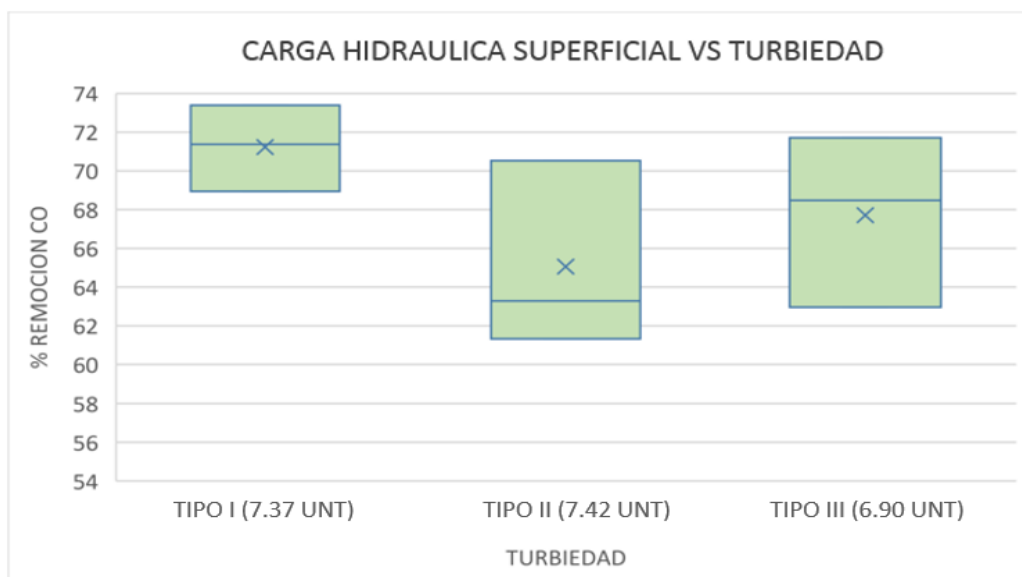


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 21 se observa que la Unidad de Análisis N° 3 tiene una mayor concentración de turbiedad con un valor promedio de 7.63 UNT, dando una remoción de carga orgánica del 69% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar los valores de turbiedad según las unidades de análisis, la relación entre la turbiedad y el % de remoción de CO es inversamente proporcional, ya que a mayores valores de Turbiedad menor será el tratamiento en la remoción de CO.

Grafico N° 22: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 22 se observa que la mayor concentración de turbiedad lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 2, con una Carga Hidráulica Superficial de 2.399 m³/m²*d, obteniendo valores de Turbiedad promedio de 7.42 UNT con una remoción de CO del 65% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la concentración de turbiedad según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y la turbiedad es inversamente proporcional, ya que, a menores valores de Turbiedad, mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.6.3. Resumen de la Variación de Turbiedad

Cuadro N° 13: Variación de Turbiedad según el tipo desedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO)

TURBIEDAD					
U.A	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III(N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	7.62	7.00	7.23	UNT	7.28
Unidad de análisis 2	6.59	6.91	6.82	UNT	6.77
Unidad de análisis 3	7.89	8.35	6.65	UNT	7.63
PROMEDIO	7.37	7.42	6.90		

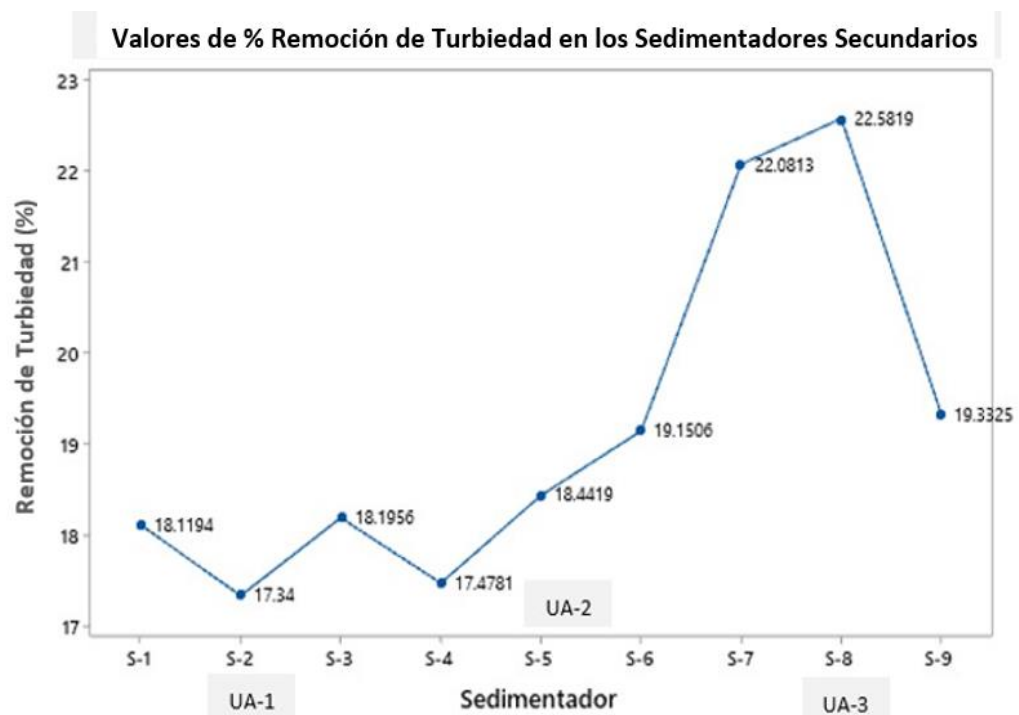
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 13 se observa la variación de la Turbiedad promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, de los cuales se obtiene mayor concentración de turbiedad en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor de turbiedad de 8.35 UNT y una menor concentración de turbiedad en la combinación de la unidad de análisis N° 2 con el Sedimentador tipo 1, obteniendo un valor de turbiedad de 6.59 UNT.

Obteniéndose de esta manera, que existe una menor concentración de turbiedad al emplear un tratamiento basado en la Unidad de Análisis 2 aplicando el diseño de sedimentador secundario Tipo 1.

4.2.6.4. Valores de Remoción (%) de Turbiedad en los Sedimentadores Secundarios

Grafico N° 23: Valores de Remoción (%) de Turbiedad en los Sedimentadores Secundarios.

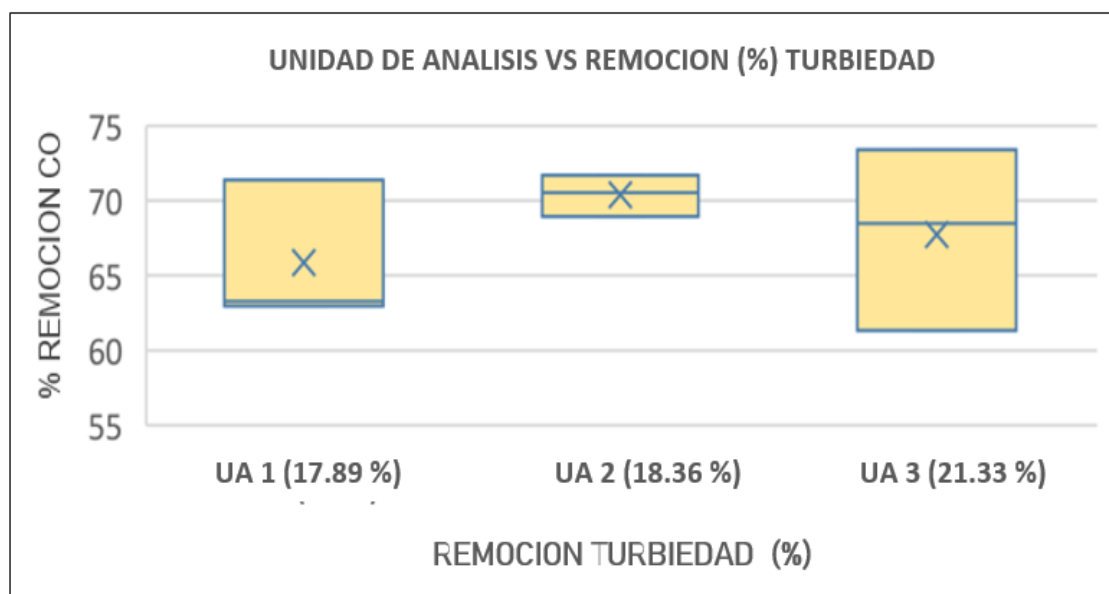


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 23, se muestra los valores de Remoción de Turbiedad (%) en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de remoción de 18.12%, 17.34%, 18.19%, 17.48%, 18.44%, 19.15%, 22.08%, 22.58% y 19.33% para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9 respectivamente, logrando observar que los valores de remoción de turbiedad se encuentran en un rango del 16% al 23%. Defiriéndose así que el mayor % de remoción de Turbiedad se genera en el sedimentador secundario N° 08 y el de menor remoción se genera en el sedimentador secundario N° 02.

4.2.6.5. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Remoción de Turbiedad

Grafico N° 24: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

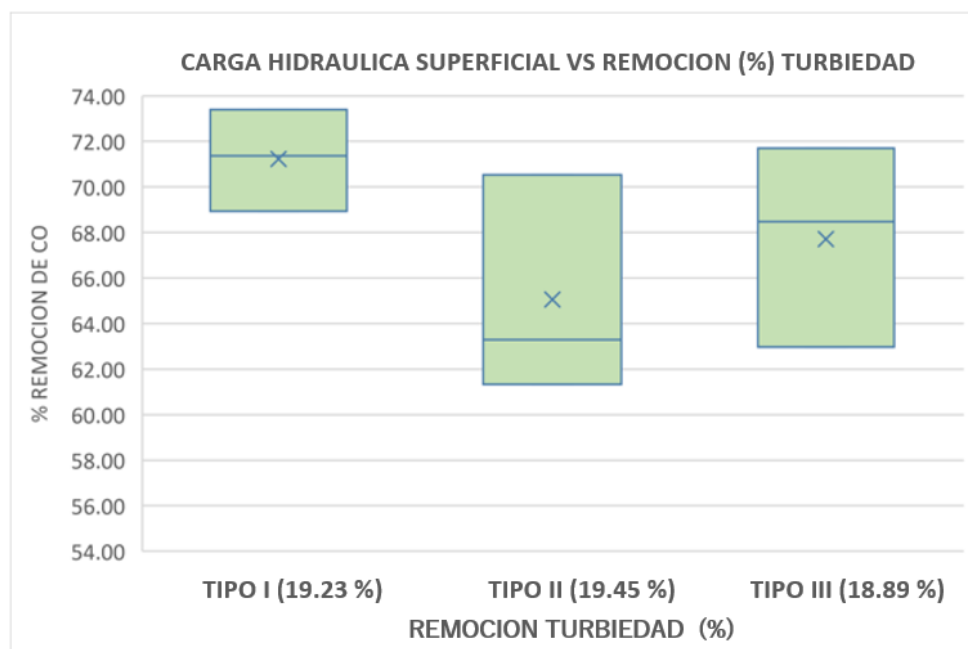


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 24 se observa que la Unidad de Análisis N° 3 tiene la mayor % de Remoción de Turbiedad con un valor promedio del 21.33%, dando una remoción de Carga Orgánica del 68% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la Remoción de Turbiedad según las unidades de Análisis, la relación entre el % de Remoción Turbiedad y el % de remoción de CO es directamente proporcional, ya que al obtener mayores valores de remoción de Turbiedad mayor será la remoción de CO.

Grafico N° 25: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Remoción de Turbiedad y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 25 se observa que el diseño del sedimentador tipo 2, con una CHS de 2.399 m³/m²*d, obtiene el mayor % de Remoción de Turbiedad promedio con un valor del 19.45% dando una remoción de CO del 63% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la Remoción de turbiedad según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y la Remoción de turbiedad es inversamente proporcional, ya que, a menor Remoción de Turbiedad, mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.6.6. Resumen de Variación del % Remoción de Turbiedad

Cuadro N° 14: Variación del % de Remoción de Turbiedad según el tipo de sedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO)

% REMOCION DE TURBIEDAD					
U.A	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III(N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	18.12	17.34	18.20	UNT	17.89
Unidad de análisis 2	17.48	18.44	19.15	UNT	18.36
Unidad de análisis 3	22.08	22.58	19.33	UNT	21.33
PROMEDIO	19.23	19.45	18.89		

Fuente: Elaboración propia

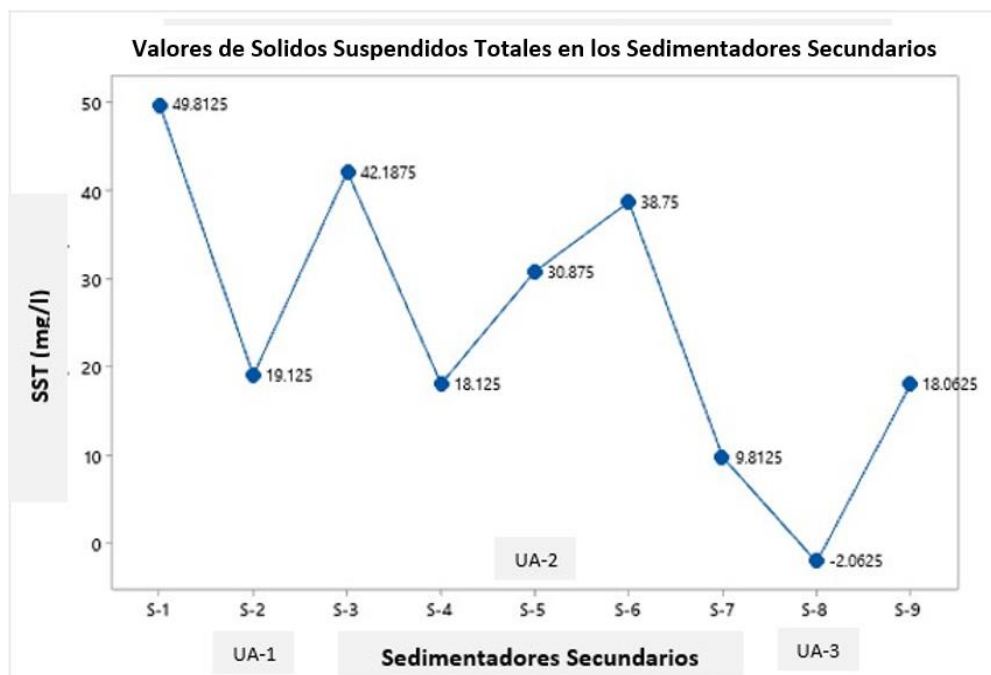
En el cuadro N° 14 se observa la variación del % de remoción de Turbiedad promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, de los cuales se obtiene mayor remoción de Turbiedad en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2 obteniendo un valor de remoción de turbiedad del 22.58 % y una menor remoción de turbiedad en la combinación de la unidad de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor de remoción de turbiedad del 17.34 %.

Obteniéndose de esta manera, que existe una mejor remoción de la turbiedad al emplear un tratamiento basado en la unidad de análisis N° 3 aplicando el diseño del Sedimentador Secundario tipo 2.

4.2.7. Resultados de los Solidos Suspendidos Totales

4.2.7.1. Valores de los Solidos Suspendidos Totales (SST) en los Sedimentadores Secundarios

Grafico N° 26: Valores de los Solidos Suspendidos Totales (SST) en Sedimentadores Secundarios



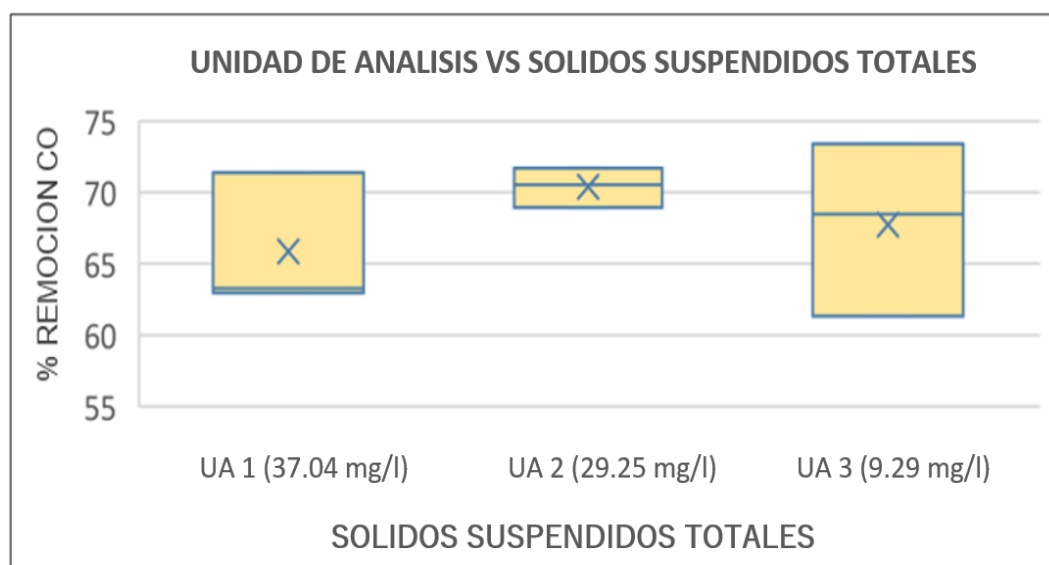
Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 26 se observa los valores de los Solidos Suspendidos Totales en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de media de 49.81, 19.13, 42.19, 18.13, 30.88, 38.75, 9.81, 0.00, 18.06 mg/l para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9 respectivamente. Además, se observa que la mayor concentración de Solidos Suspendidos Totales se genera en el sedimentador secundario N° 01 y una menor concentración de Solidos Suspendidos Totales en el sedimentador secundario N° 08.

Cabe recalcar que como el sedimentador S-8 tiene una concentración de SST de -2.06 mg/l, este valor se considerara "0.00" para este estudio.

4.2.7.2. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación de los Sólidos Suspendidos Totales

Grafico N°27: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

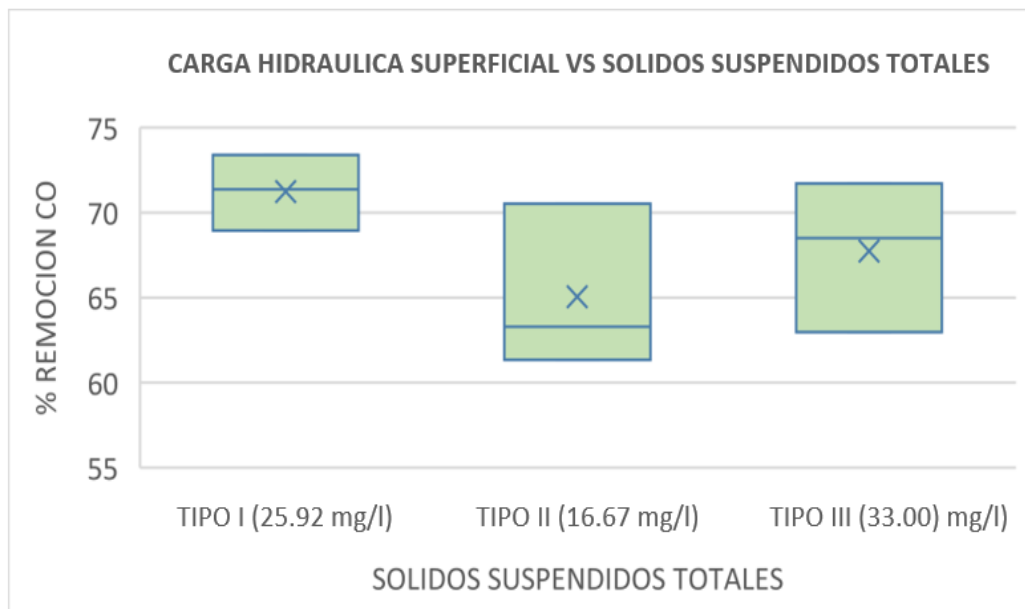


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 27 se observa que la Unidad de Análisis N° 2 tiene una mayor concentración de sólidos suspendidos totales con un valor promedio de 29.25 mg/l, dando una remoción de carga orgánica del 71% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar los valores de sólidos suspendidos totales según las unidades de análisis, la relación entre los sólidos suspendidos totales y el % de remoción de CO es inversamente proporcional, ya que a mayores concentraciones de sólidos suspendidos totales menor será el tratamiento en la remoción de CO.

Grafico N° 28: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación de los sólidos suspendidos totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 28 se observa que la mayor concentración de sólidos suspendidos totales lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 3, con una Carga Hidráulica Superficial de $2.40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, obteniendo valores de sólidos suspendidos totales promedio de 33 mg/l con una remoción de carga orgánica del 68% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la concentración de los sólidos suspendidos totales según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y los sólidos suspendidos totales es directamente proporcional, ya que, a mayores valores de sólidos suspendidos totales, mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.7.3. Resumen de la Variación de los Sólidos Suspendidos Totales

Cuadro N° 15: Variación de los Solidos Suspendidos Totales (SST) según el tipo desedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES					
U.A	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III (N°3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	49.81	19.12	42.19	Mg/l	37.04
Unidad de análisis 2	18.13	30.88	38.75	Mg/l	29.25
Unidad de análisis 3	9.81	0	18.06	Mg/l	9.29
PROMEDIO	25.92	16.67	33.00		

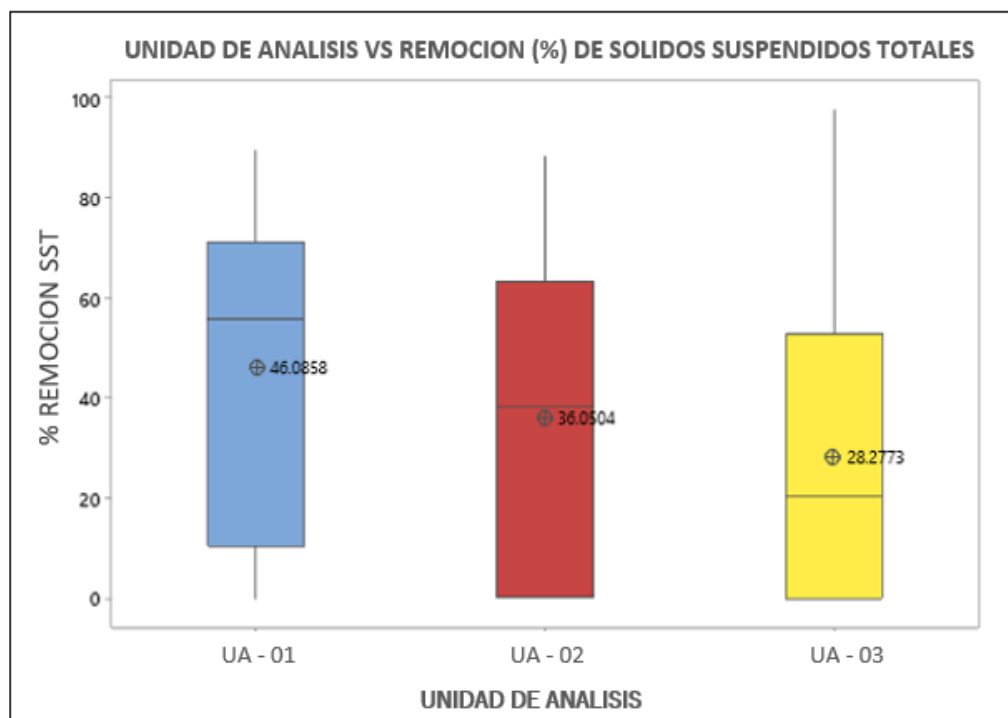
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 15 se observa la variación de los Solidos Suspendidos Totales promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se obtiene mayor concentración de solidos suspendidos totales en la combinación de la unidad de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo 1 obteniendo un valor de 49.81 mg/l y una menor concentración de solidos suspendidos totales en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor de 0 mg/l.

Obteniéndose de esta manera, que existe una mayor concentración de los sólidos suspendidos totales al emplear un tratamiento basado en la Unidad de Análisis N° 1 aplicando el diseño del sedimentador Secundario tipo 1.

4.2.7.4. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Remoción de Sólidos Suspendido Totales

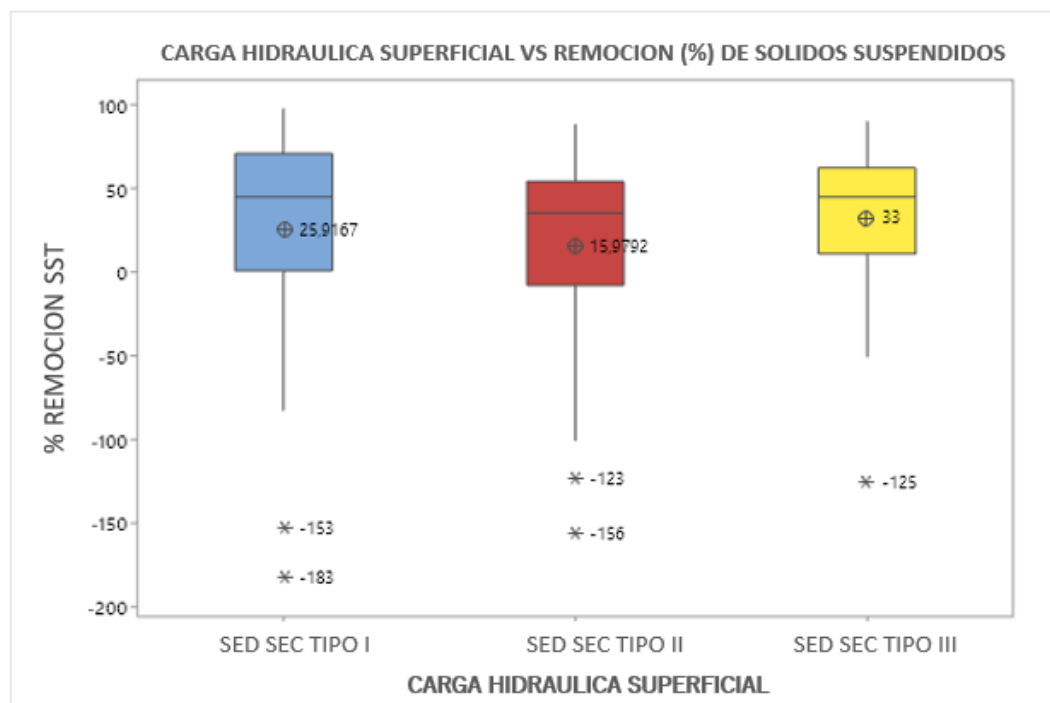
Grafico N° 29: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de los Sólidos Suspendidos Totales (%SST)



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 29, se muestra el % de remoción de los Sólidos Suspendidos Totales según la unidad de análisis, logrando observar que los valores de remoción se encuentran en un rango del 28 al 46% de Remoción de Sólidos Suspendidos Totales. Defiriéndose así que el mayor % de remoción de SST se origina en la Unidad de Análisis UA-01, con un 46% y el de menor remoción se origina en la Unidad de Análisis UA-03 con un 28.27%.

Grafico N° 30: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (%SST)

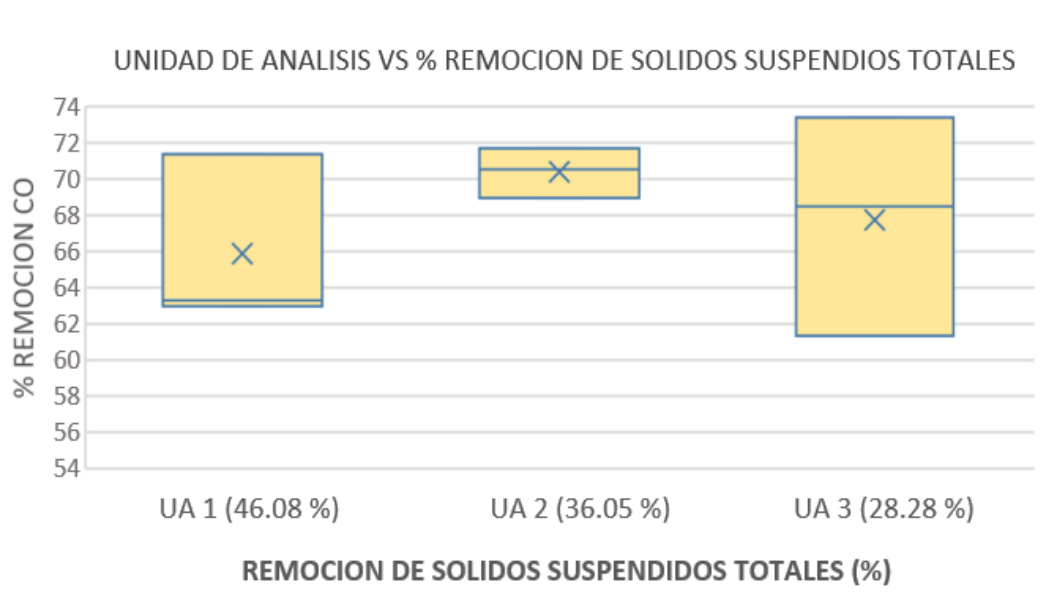


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 30, se muestra el % de remoción de los Solidos Suspendidos Totales según la carga hidráulica superficial, logrando observar que los valores de remoción se encuentran en un rango del 16 al 33% de Remoción de Solidos Suspendidos Totales. Defiriéndose así que el mayor % de remoción de SST se desarrolla en el diseño del Sedimentador de tipo 3, con una carga Hidráulica superficial de 2.40 m³/m²*d obteniendo una remoción de SST del 33.00% y el de menor remoción se desarrolla en el diseño del Sedimentador de tipo 2 con una carga Hidráulica superficial de 2.399 m³/m²*d obteniendo una remoción de SST del 15.98%

4.2.7.5. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación de Remoción de Carga Orgánica

Grafico N° 31: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

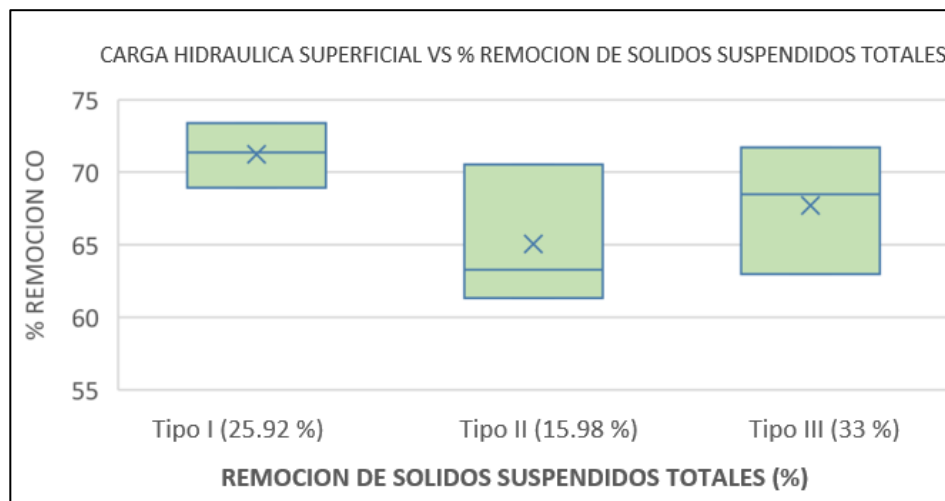


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 31 se observa que la Unidad de Análisis N° 1 tiene la mayor % de Remoción de Solidos suspendidos totales con un valor promedio del 46.08%, dando una remoción de Carga Orgánica del 66% en el efluente del sedimentador secundario y la Unidad de Análisis N° 2 tiene una remoción de carga orgánica del 70%.

Al evaluar la Remoción de Solidos suspendidos totales según las unidades de Análisis, la relación entre el % de Remoción Turbiedad y el % de remoción de CO es inversamente proporcional, ya que al obtener mayores valores de remoción de Solidos suspendidos totales menor será la remoción de CO.

Grafico N° 32: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la Remoción de los Solidos Suspendidos Totales (SST) y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 32 se observa que el diseño del sedimentador tipo 3, con una CHS de 2.4 m³/m²*d, obtiene el mayor % de Remoción de Solidos suspendidos totales promedio con un valor del 33% dando una remoción de CO del 67% en el efluente del sedimentador secundario, y el diseño de sedimentador tipo 1 obtiene una remoción de carga orgánica del 72%

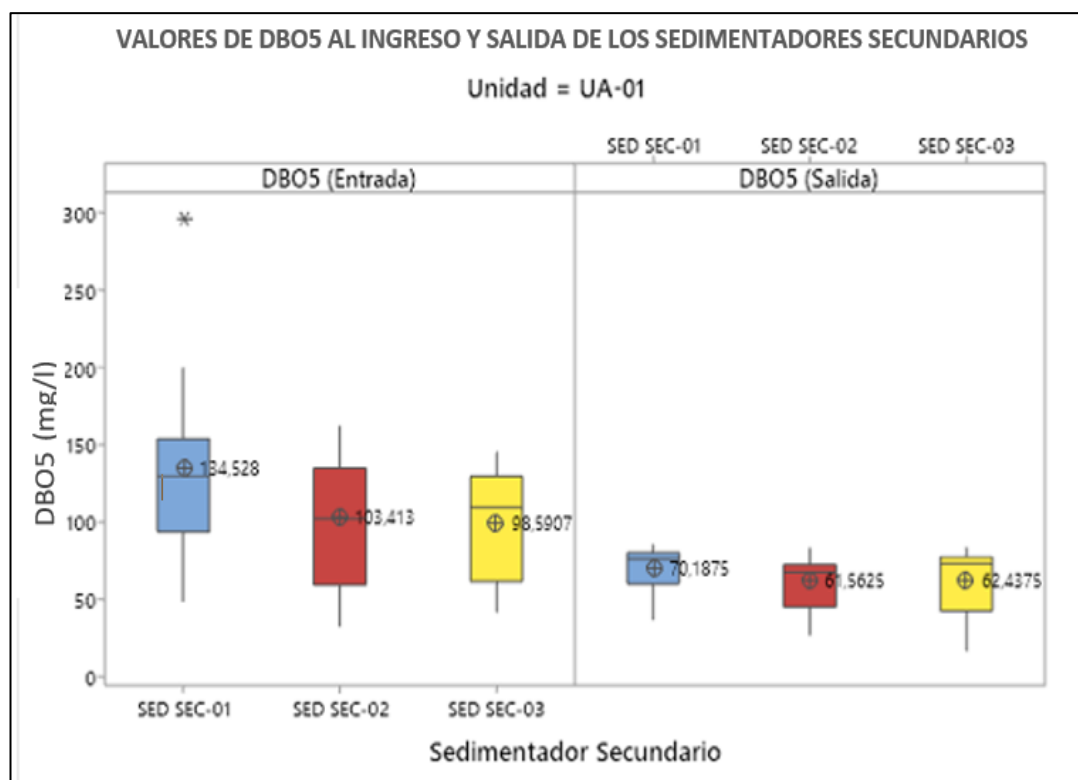
Al evaluar la Remoción de Solidos suspendidos totales según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y la Remoción de Solidos suspendidos totales es directamente proporcional, ya que, a menor Remoción de Solidos suspendidos totales, menor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.8. Resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

4.2.8.1. Valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en los Sedimentadores Secundarios

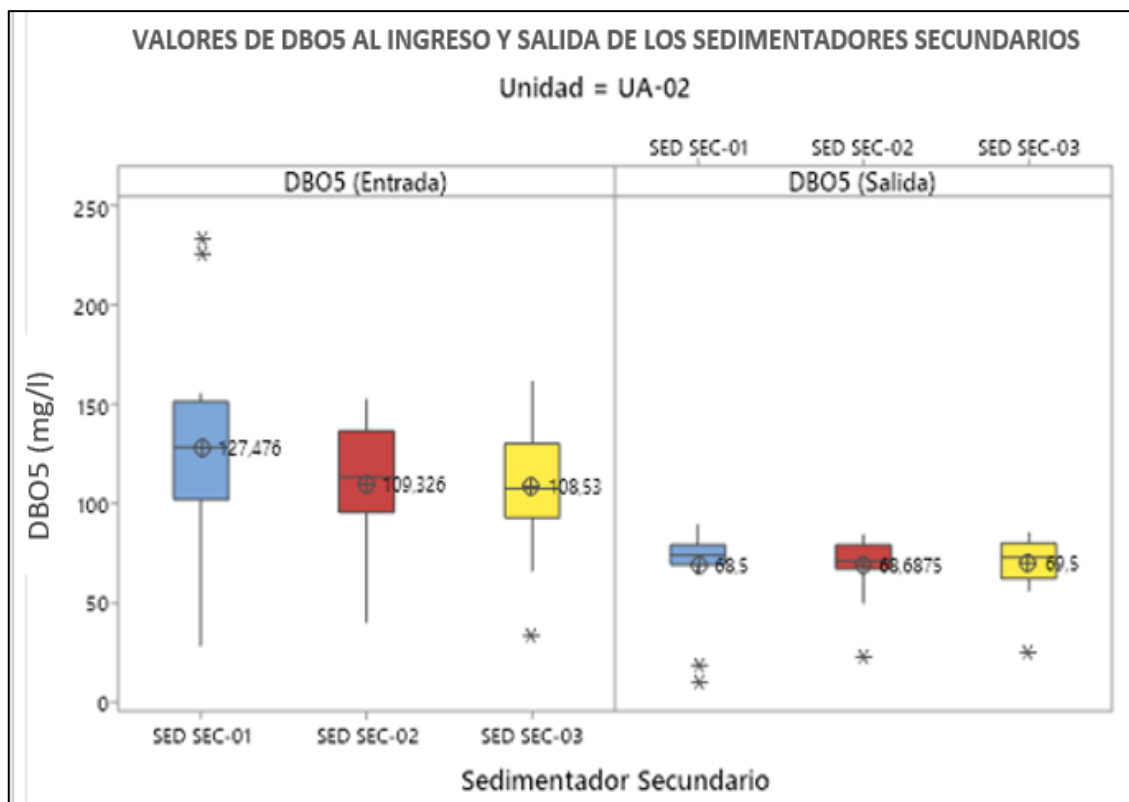
Gráfico N° 33: Valores de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 01 (UA-01)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 33 se observa la influencia de la unidad de análisis N° 01 en la variación de los valores de DBO5 al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios, agrupados según el tipo de diseño del sedimentador, siendo el diseño del sedimentador del tipo N° 02, la que contiene concentraciones menores de DBO5 de 61.56 mg/l y el diseño de sedimentador del tipo N° 01, la que contiene concentraciones mayores de DBO5 de 70.18 mg/l en la salida del sedimentador.

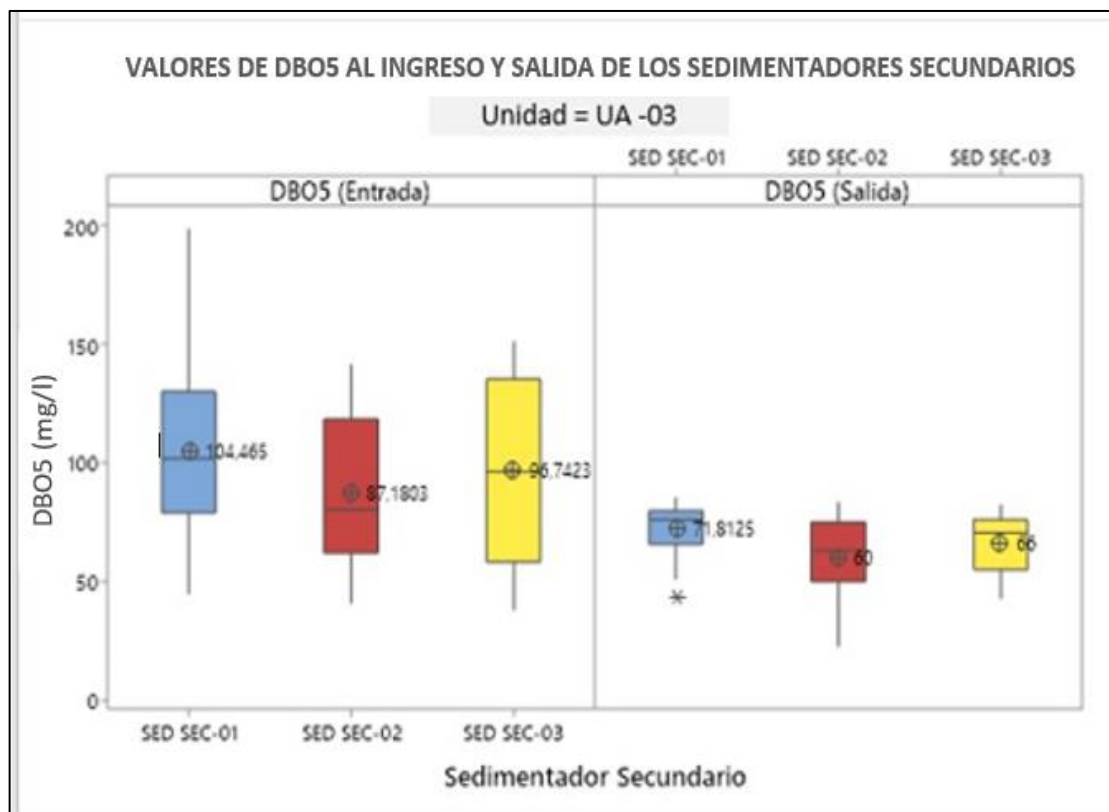
Grafico N° 34: Valores de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios Secundarios según la Unidad de Análisis 02 (UA-02)



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°34 se observa la influencia de la unidad de análisis N° 02 en la variación de los valores de DBO5 al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios, agrupados según el tipo diseño del sedimentador, siendo el diseño del sedimentador del tipo N° 01, la que contiene concentraciones menores de DBO5 de 68.5 mg/l y el diseño de sedimentador del tipo N° 03, la que contiene concentraciones mayores de DBO5 de 69.5 mg/l en la salida del sedimentador.

Grafico N° 35: Valores de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios según la Unidad de Análisis 03 (UA-03)

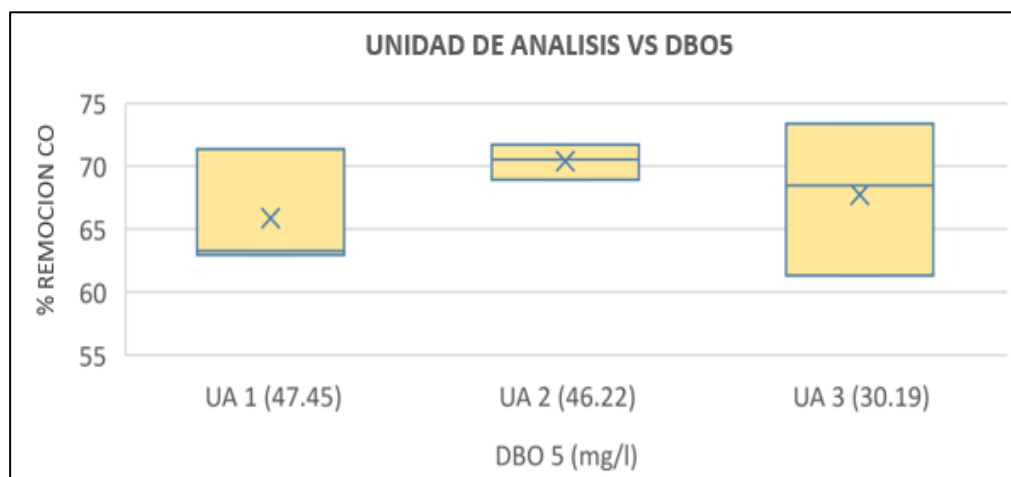


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°35 se observa la influencia de la unidad de análisis N° 03 en la variación de los valores de DBO5 al ingreso y salida de los sedimentadores secundarios, agrupados según el tipo diseño del sedimentador, siendo el diseño del sedimentador del tipo N° 02, la que contiene concentraciones menores de DBO5 de 60.0 mg/l y el diseño de sedimentador del tipo N° 01, la que contiene concentraciones mayores de DBO5 de 71.81 mg/l en la salida del sedimentador.

4.2.8.2. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación de DBO5

Grafico N°36: Influencia de la Unidad de Análisis en la Variación de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

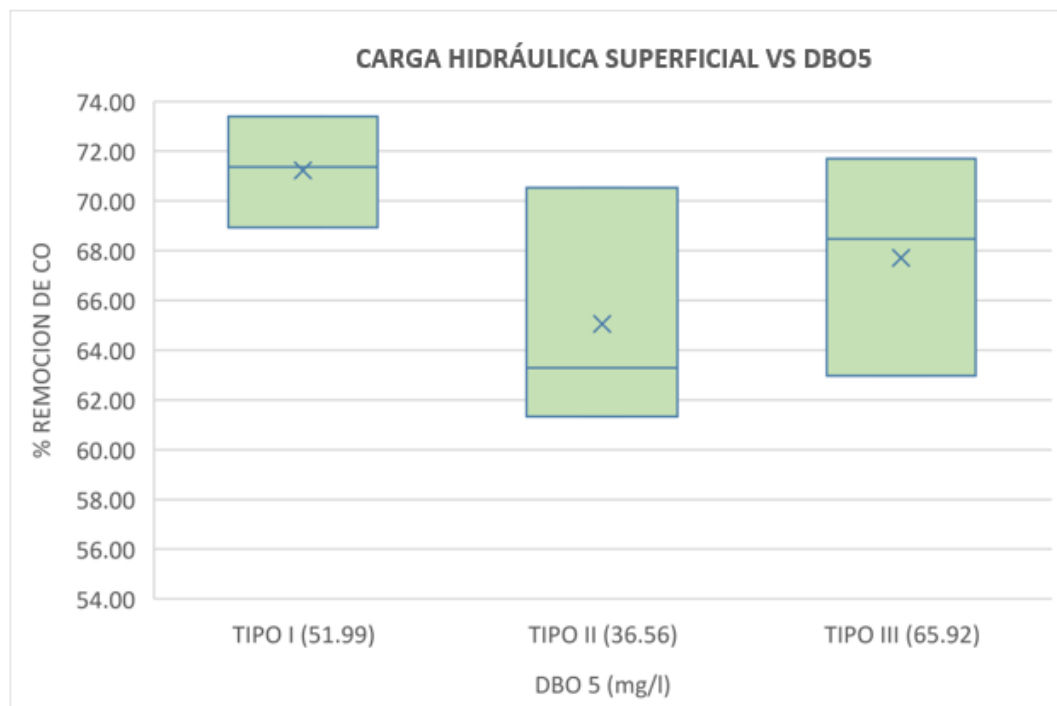


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 36 se observa que la Unidad de Análisis N° 1 tiene la mayor concentración de DBO5 con un valor promedio de 47.45 mg/l, dando una remoción de Carga Orgánica del 66% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la concentración de DBO5 según las unidades de Análisis, la relación entre la DBO5 y el % remoción de CO es inversamente proporcional, ya que al obtener menores concentraciones de DBO5 mayor será el tratamiento en la remoción de CO.

Grafico N° 37: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Variación de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 37 se observa que la mayor concentración de DBO5 lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 3, con una Carga Hidráulica Superficial de 2.40 m³/m²*d, obteniendo valores de DBO5 promedio de 65.92 mg/l con una remoción de CO del 69% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la concentración de DBO5 según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y la DBO5 es directamente proporcional, ya que a mayores valores de DBO5 mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.8.3. Resumen de Variación de DBO5

Cuadro N° 16: Variación de DBO5 según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)

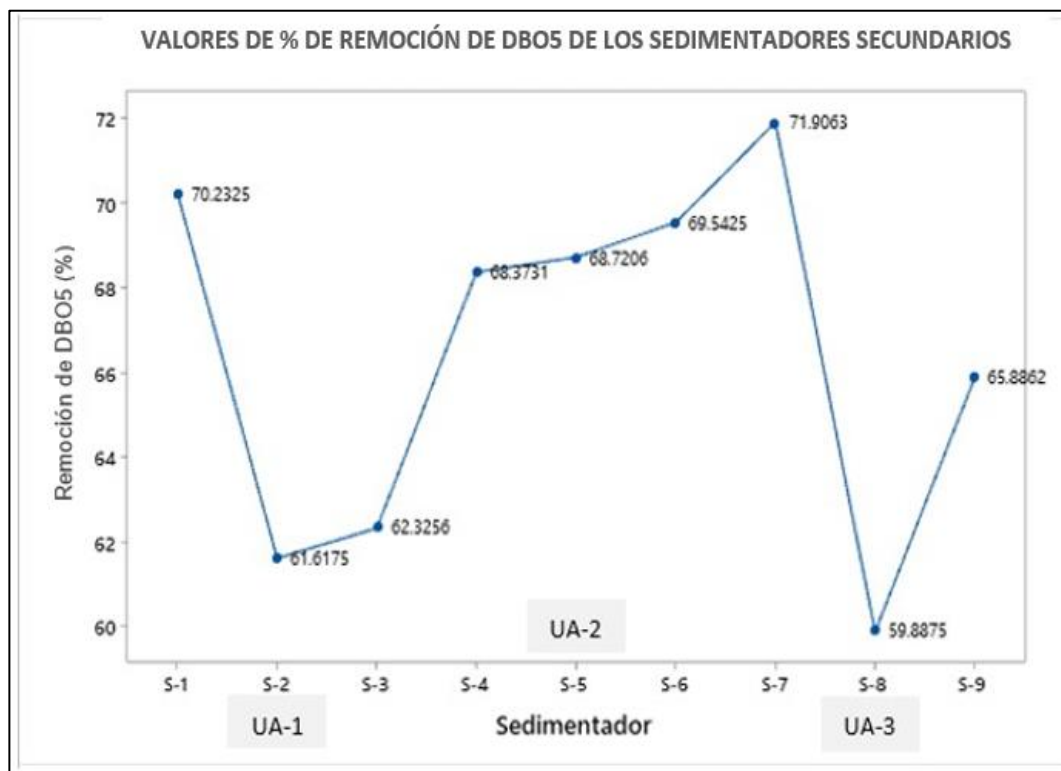
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5)					
U.A.	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III(N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	64.34	41.85	36.15	mg/l	47.45
Unidad de análisis 2	58.98	40.64	39.03	mg/l	46.22
Unidad de análisis 3	32.65	27.18	30.74	mg/l	30.19
PROMEDIO	51.99	36.56	35.31		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 16 se observa la variación de la DBO5 promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, de los cuales se obtiene mayor concentración de DBO5 en la combinación de la unidad de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo 1 obteniendo un valor de DBO5 de 64.34 mg/l y una menor concentración de DBO5 en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor de DBO5 de 27.18 mg/l.

4.2.8.4. Valores de Remoción (%) de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios

Grafico N° 38: Valores de Remoción (%) de DBO5 en los Sedimentadores Secundarios

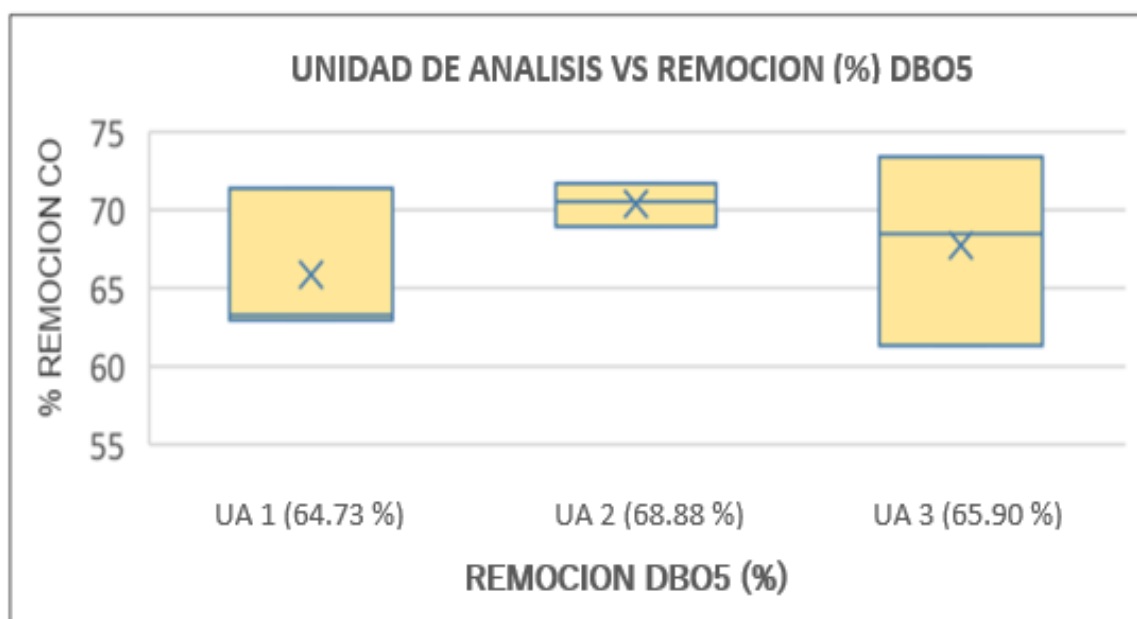


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 38, se muestra los valores de Remoción de la DBO5 (%) en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de remoción de 70.23%, 61.62%, 62.33%, 68.37%, 68.72%, 69.54%, 71.91%, 59.89% y 65.89% para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9 respectivamente, logrando observar que los valores de remoción de DBO5 se encuentran en un rango del 59% al 72%. Defiriéndose así que el mayor % de remoción de DBO5 se encuentra en el Sedimentador Secundario N° 07 y el de menor remoción se encuentra en el Sedimentador Secundario N° 08.

4.2.8.5. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Remoción de DBO5

Grafico N° 39: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

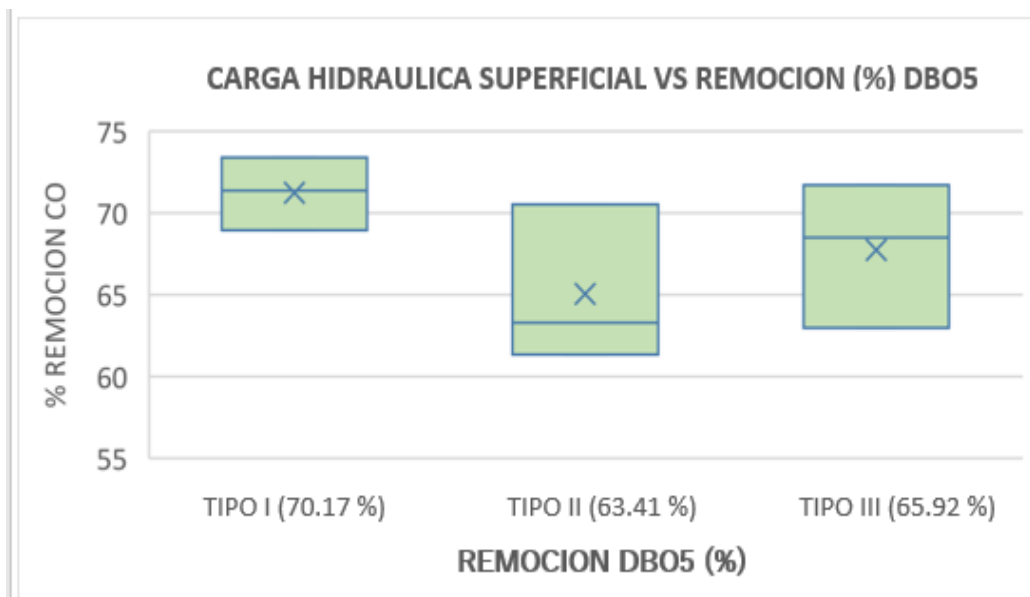


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 39 se observa que la Unidad de Análisis N° 2 tiene mayor % Remoción de DBO5 con un valor promedio del 68.88%, dando una remoción de Carga Orgánica del 71% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la Remoción de DBO5 según las unidades de Análisis, la relación entre el % de Remoción DBO5 y el % de remoción de CO es directamente proporcional, ya que al obtener mayores valores de remoción de DBO5 mayor será la remoción de CO.

Grafico N° 40: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Remoción de DBO5 y en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 40 se observa que el diseño del sedimentador tipo 1, con una Carga Hidráulica Superficial de 2.398 m³/m²*d, obtiene el mayor % de remoción de DBO5 promedio con un valor de 70.17 %, dando una remoción de CO del 71% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la remoción de DBO5 según las cargas hidráulicas superficiales, la relación entre la CHS y la remoción de DBO5 es inversamente proporcional, ya que a mayor remoción de DBO5 menor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de CO

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

4.2.8.6. Resumen en la variación del % de Remoción de DBO5

Cuadro N° 17: Variación del % de Remoción de DBO5 según el tipo desedimentador (CHS) y la Unidad de análisis (CO)

% REMOCION de DBO 5					
U.A.	SED TIPO I(N° 1,4,7)	SED TIPO II(N° 2,5,8)	SED TIPO III(N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	70.23	61.62	62.33	Mg/l	64.73
Unidad de análisis 2	68.37	68.72	69.54	Mg/l	68.88
Unidad de análisis 3	71.91	59.89	65.89	Mg/l	65.90
PROMEDIO	70.17	63.41	65.92		

Fuente: Elaboración propia

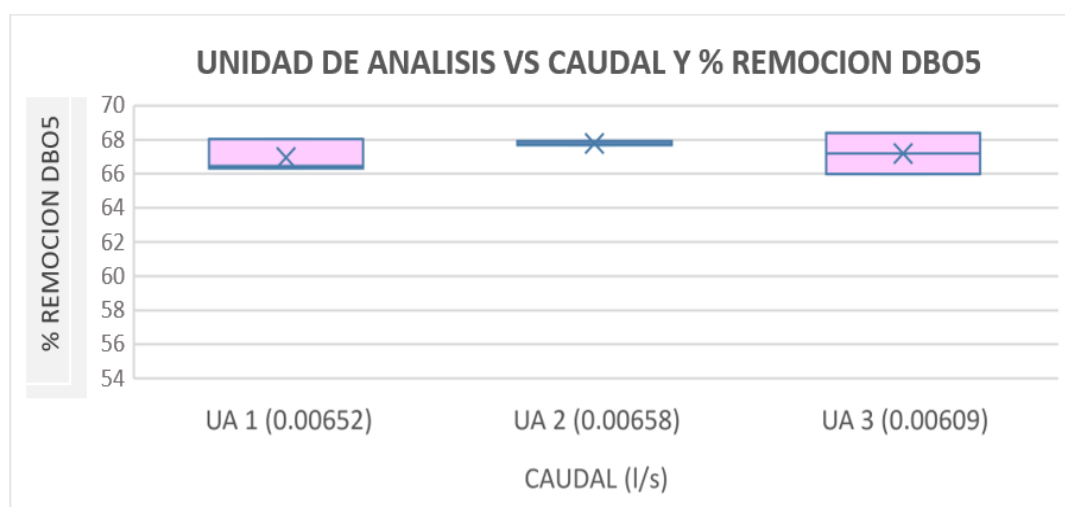
En el cuadro N°17 se observa la variación del % de remoción de la DBO5 promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se obtiene mayor remoción de DBO5 en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 1 obteniendo un valor de remoción de DBO5 del 71.91% y un menor valor de remoción de DBO5 en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor remoción de DBO5 del 59.89%

Obteniéndose de esta manera, que existe una mayor remoción de DBO5 al emplear un tratamiento basado en la Unidad de Análisis 3 aplicando el diseño del sedimentador secundario tipo 1

4.2.8.7. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en los parámetros de Caudal, Temperatura, Ph y TRH para la Remoción de DBO5.

- a) *Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de DBO5*

Grafico N° 41: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de la DBO5

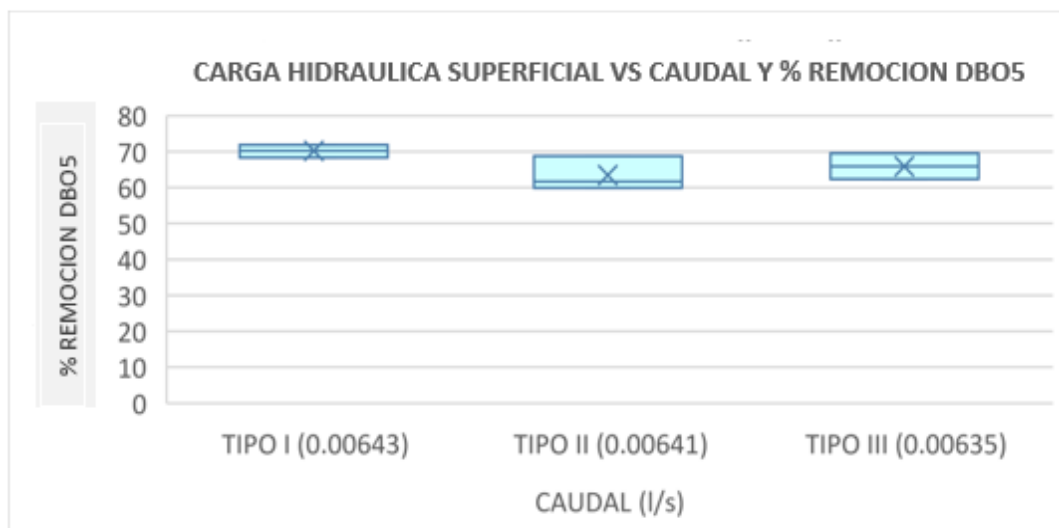


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N°41 se observa que la Unidad de Análisis N° 2 tiene la mayor producción de caudal con un valor promedio de 0.00658l/s con una remoción de DBO5 del 68%

Al evaluar la producción de caudal según las unidades de análisis, la relación entre el Q y el % remoción de DBO5 es directamente proporcional, ya que a menores valores de Q menor será el % de remoción de DBO5.

Grafico N° 42 Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación del Caudal (Q) y en la Remoción de la DBO5



Fuente: Elaboración propia

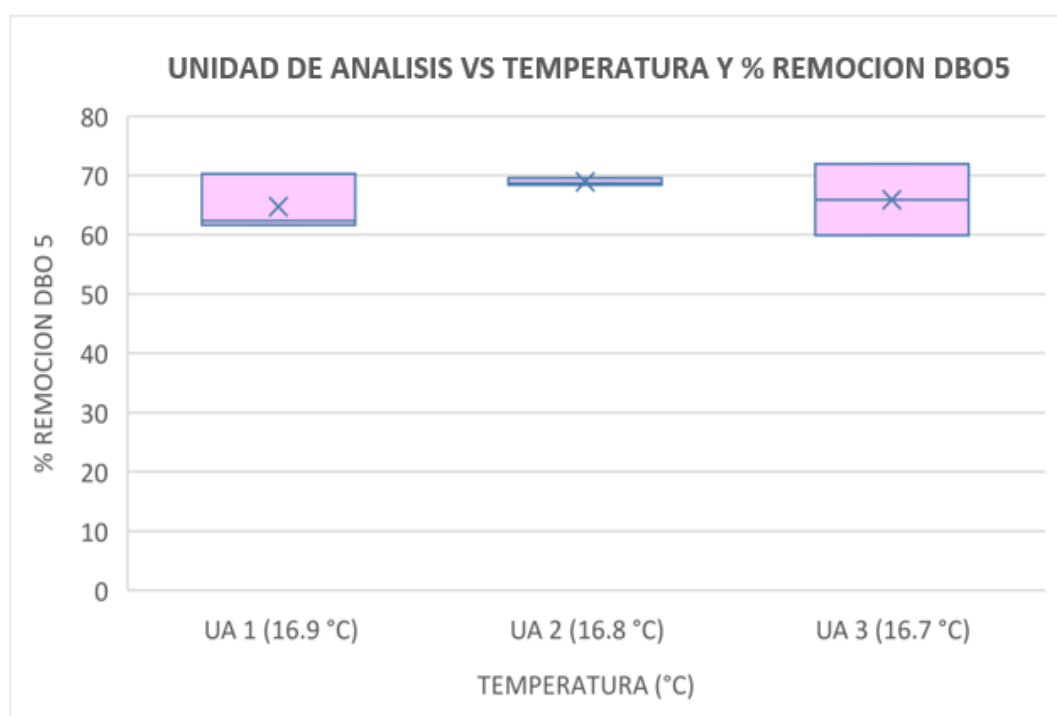
En el gráfico N° 42 se observa que la mayor producción del caudal lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 1, con una Carga Hidráulica Superficial de $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, obteniendo valores de Q promedio de 0.00643 l/s con una remoción de DBO del 70%.

Al evaluar la producción de caudal según las Cargas Hidráulicas Superficiales, la relación entre la CHS y el Q es inversamente proporcional, ya que a menores valores de caudal mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de DBO5.

La relación entre la CHS y la Remoción de DBO5 es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de DBO5.

b) *Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de DBO5*

Grafico N° 43: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de la DBO5

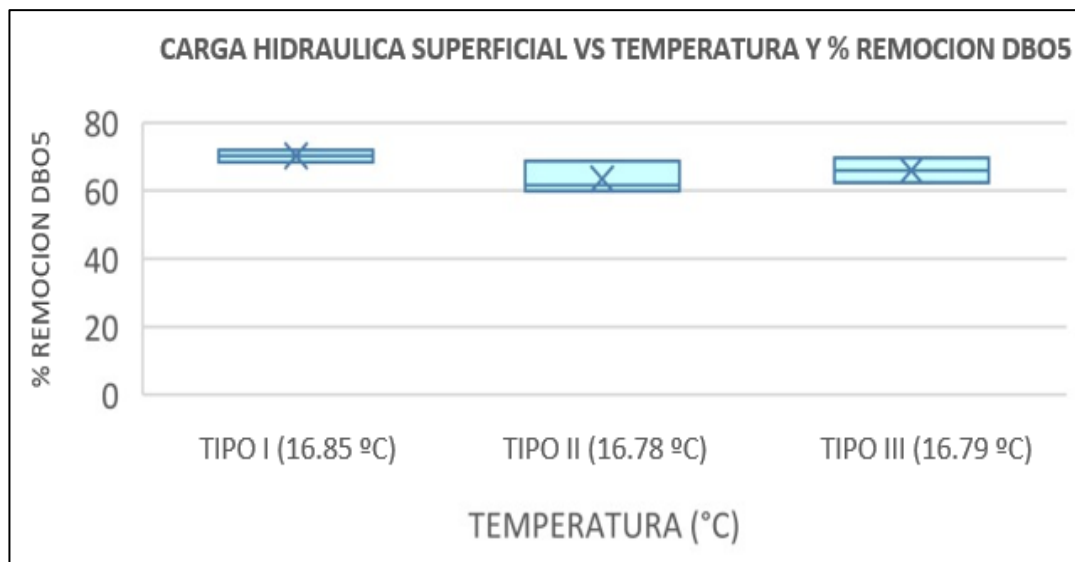


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 43 se observa que la Unidad de Análisis N° 1 tiene mayor desarrollo de Temperatura con un valor promedio de 16.9 °C con una remoción de DBO5 del 64%, y que la Unidad de Análisis N° 2 tiene una remoción de DBO5 del 69%.

Al evaluar el desarrollo de la temperatura según las unidades de análisis, la relación entre la T° y el % remoción de DBO5 es inversamente proporcional, ya que a menores valores de Temperatura mayor será el % de remoción de DBO5.

Grafico N° 44: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la variación de la Temperatura (T°) y en la Remoción de la DBO5



Fuente: Elaboración propia

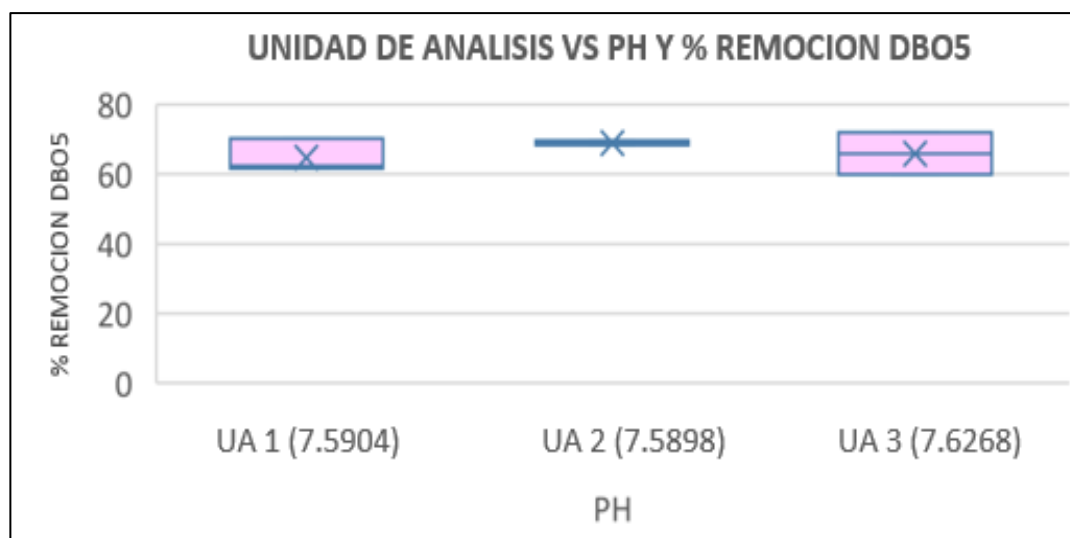
En el gráfico N° 44 se observa que el mayor desarrollo de temperatura lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 1, con una Carga Hidráulica Superficial de $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, obteniendo valores de temperatura promedio de $16.85 \text{ }^{\circ}\text{C}$ con una remoción de DBO5 del 70%.

Al evaluar el desarrollo de la temperatura según las Cargas Hidráulicas Superficiales, la relación entre la CHS y la T° es inversamente proporcional, ya que a menores valores de temperatura mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de DBO5.

La relación entre la CHS y la Remoción de DBO5 es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de DBO5.

c) *Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la variación del PH y en la Remoción de DBO5*

Grafico N° 45: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del PH y en la Remoción de la DBO5

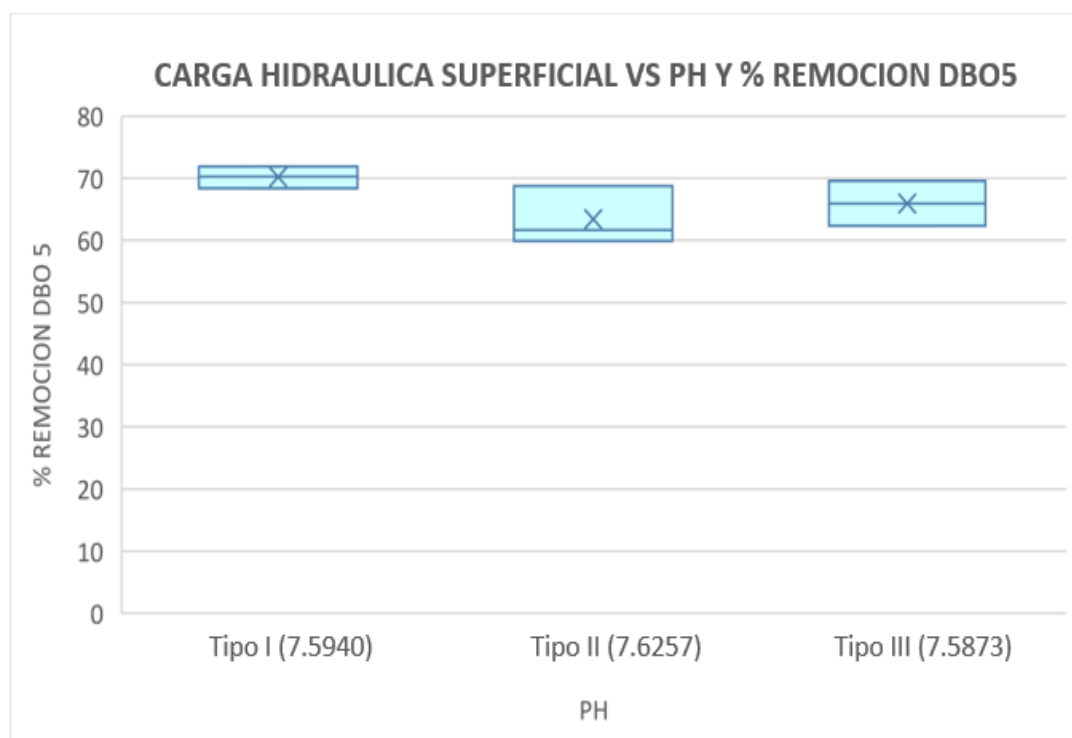


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 45 se observa que la Unidad de Análisis N° 3 tiene mayor comportamiento de PH con un valor promedio de 7.6268 dando una remoción de DBO5 del 67%, y la Unidad de Análisis N° 2 tiene una remoción de DBO5 del 70%.

Al evaluar el comportamiento del PH según las unidades de análisis, la relación entre el PH y el % remoción de DBO5 es inversamente proporcional, ya que a menores valores de PH mayor será el % de remoción de DBO5.

Grafico N°46: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la variación del PH y en la Remoción de la DBO5



Fuente: Elaboración propia

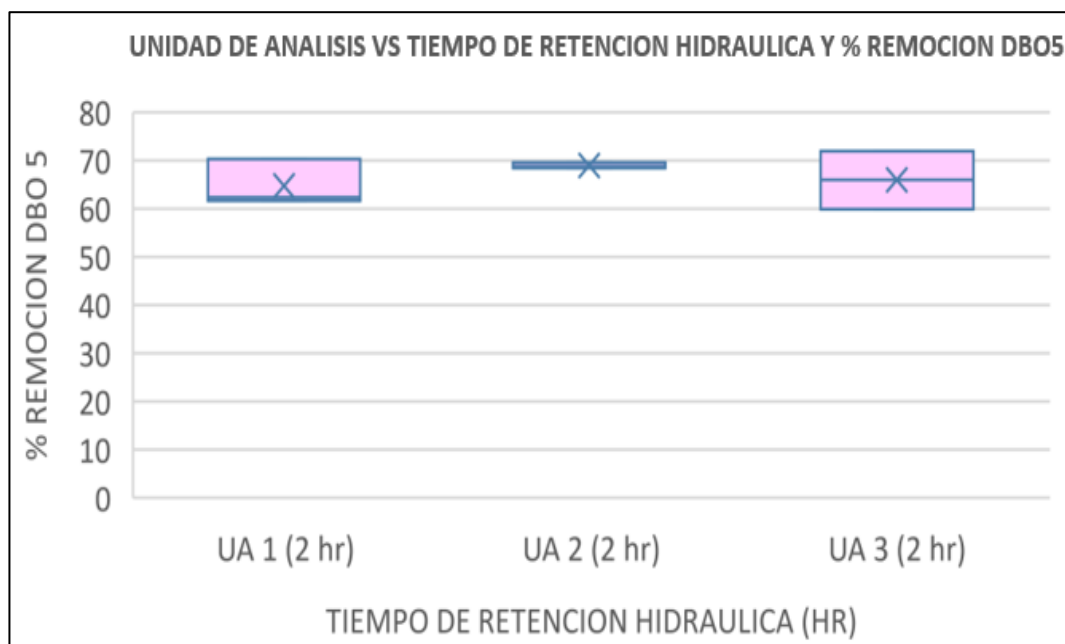
En el grafico N° 46 se observa que el mayor comportamiento de PH lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 2, con una Carga Hidráulica Superficial de 2.399 m³/m²*d, obteniendo valores de PH promedio de 7.6257 con una remoción de DBO5 del 65%.

Al evaluar el comportamiento del PH según las Cargas Hidráulicas Superficiales, la relación entre la CHS y el PH es inversamente proporcional, ya que a menores valores de PH mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de DBO5.

La relación entre la CHS y la Remoción de DBO5 es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de DBO5.

d) *Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de DBO5*

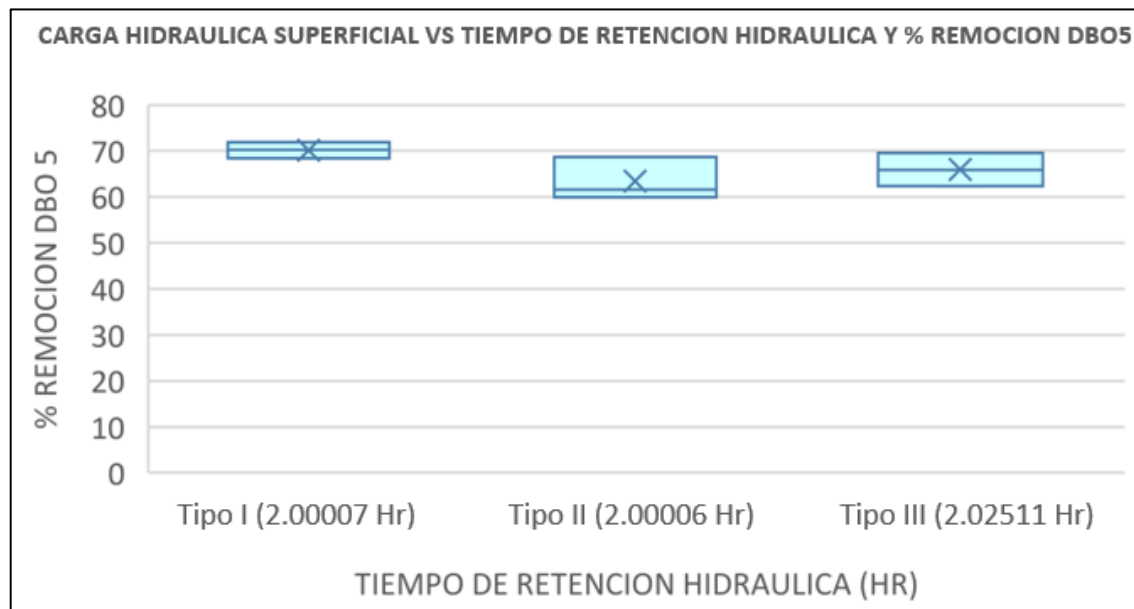
Grafico N° 47: Influencia de la Unidad de Análisis en la variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de DBO5



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 47 se observa que las 03 Unidades de Análisis tienen un desarrollo del Tiempo de Retención Hidráulica con un valor promedio de 2 Horas, siendo la Unidad de Análisis N° 2 la que genera una mayor remoción de DBO5 con un valor del 70%.

Grafico N° 48: Influencia de la Carga Hidráulica Superficial en la variación del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) y en la Remoción de DBO5



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 48 se observa que el mayor comportamiento de Tiempo de Retención Hidráulico lo obtuvo el diseño del sedimentador tipo 3, con una Carga Hidráulica Superficial de 2.400 m³/m²*d, obteniendo valores de TRH promedio de 2.02511 horas con una remoción de DBO5 del 65%.

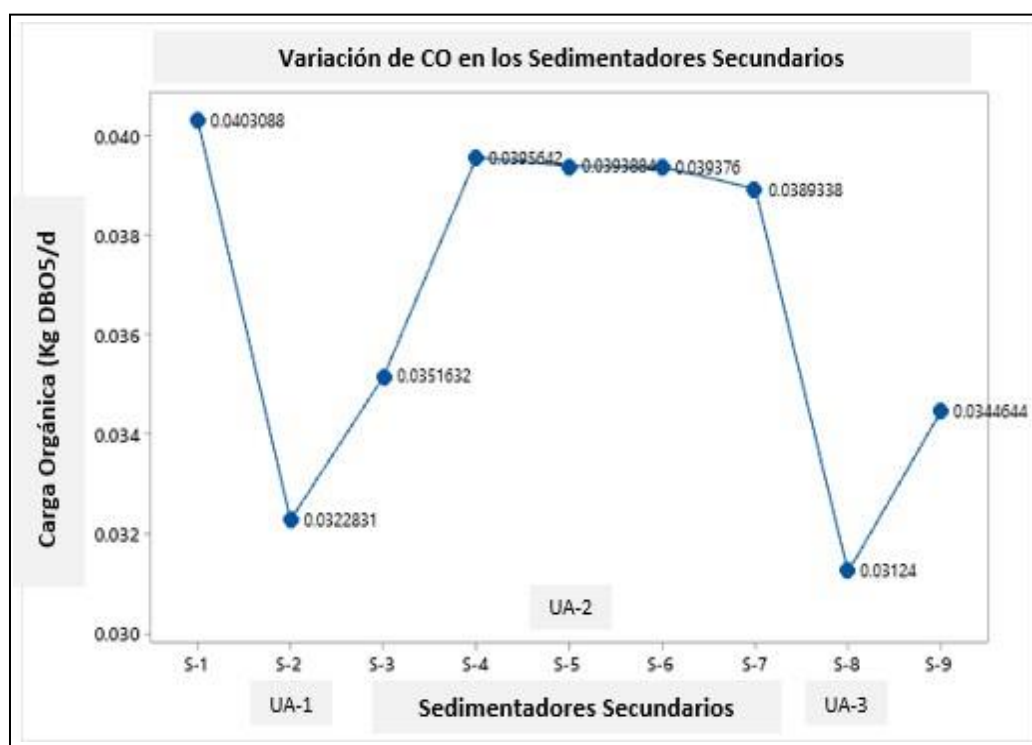
Al evaluar el comportamiento del TRH según las Cargas Hidráulicas Superficiales, la relación entre la CHS y el TRH es directamente proporcional, ya que a mayores valores de tiempo de retención hidráulica mayor serán las dimensiones del tipo de sedimentador a emplear para la remoción de DBO5.

La relación entre la CHS y la Remoción de DBO5 es inversamente proporcional ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de DBO5.

4.2.9. Resultados de la Carga Orgánica

4.2.9.1. Valores de Carga Orgánica (CO) en los Sedimentadores Secundarios

Gráfico N°49: Valores de Carga Orgánica (CO) en Sedimentadores Secundarios



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 49 se observa los valores de la Carga Orgánica en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de media de 0.0403, 0.0323, 0.0352, 0.0306, 0.03939, 0.03938, 0.0389, 0.0312, 0.0345 kgDbo5/d para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8 y S-9, respectivamente. Además, se observa que la mayor concentración de Carga Orgánica se genera en el sedimentador secundario N° 01 y una menor concentración de carga orgánica en el sedimentador secundario N° 08.

4.2.9.2. Resumen de la Variación de la Carga Orgánica

Cuadro N° 18: Variación de la Carga Orgánica (CO) según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis (CO)

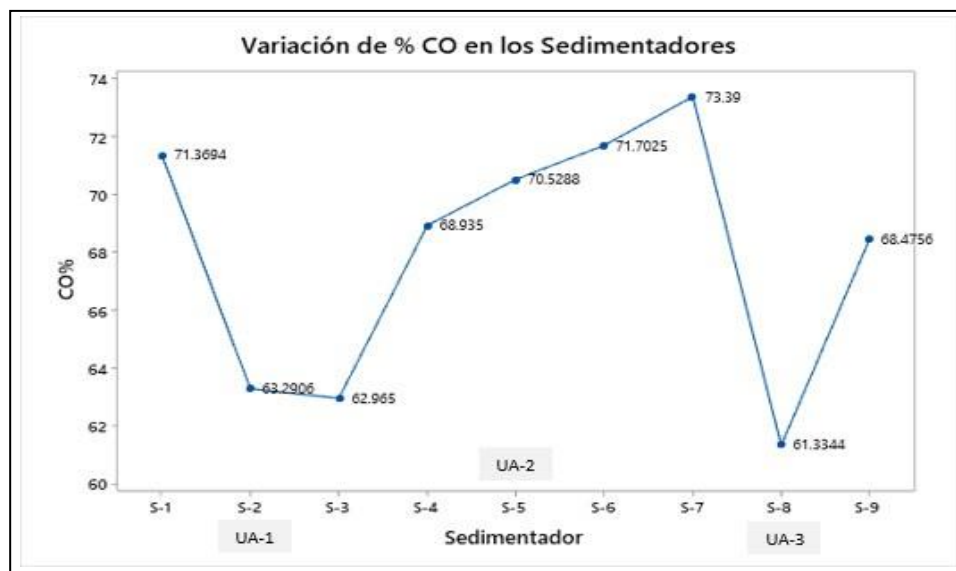
CARGA ORGANICA					
Unidad de análisis (U.A)	SED TIPO I (N° 1,4,7)	SED TIPO II (N° 2,5,8)	SED TIPO III (N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	0.0403	0.0323	0.0352	kgDbo5/d	0.036
Unidad de análisis 2	0.0396	0.03939	0.03938	kgDbo5/d	0.039
Unidad de análisis 3	0.0389	0.0312	0.0345	kgDbo5/d	0.035
PROMEDIO	0.040	0.034	0.036		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°18 se observa la variación de la producción de la Carga Orgánica promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se obtiene una mayor concentración de carga orgánica en la combinación de la unidad de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo 1 obteniendo un valor de carga orgánica de 0.0403 KgDbo5/d y una menor concentración de carga organiza en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor de carga orgánica de 0.0312 KgDbo5/d.

4.2.9.3. Valores de Remoción de Carga Orgánica en los Sedimentadores Secundarios

Grafico N° 50: Valores de Remoción de la Carga Orgánica (CO) en los Sedimentadores Secundarios

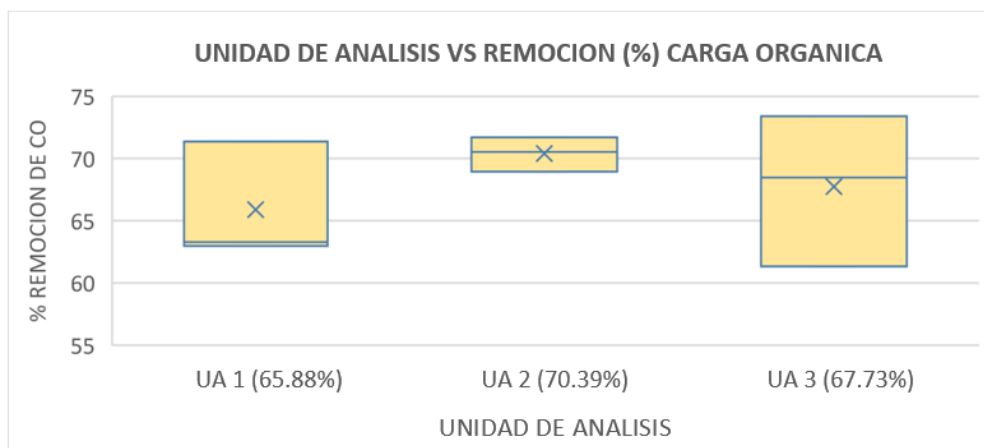


Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 50, se muestra los valores de Remoción de Carga Orgánica (%) en los 09 sedimentadores secundarios, con valores de Remoción de 71.36%, 63.29%, 62.96%, 68.94%, 70.53%, 71.70%, 73.39%, 61.33% y 68.48% para el S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8, S-1 y S-9 respectivamente, logrando observar que los valores de remoción de Carga Orgánica se encuentran en un rango del 61% al 73%. Defiriéndose así que el mayor % de remoción de Carga Orgánica se encuentra en el Sedimentador secundario N° 07 y el de menor remoción se encuentra en el Sedimentador Secundario N° 08.

4.2.9.4. Influencia de la Unidad de Análisis (UA) y la Carga Hidráulica (CH) en la Variación de la Carga Orgánica

Grafico N°51: Influencia de la Unidad de Análisis en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente

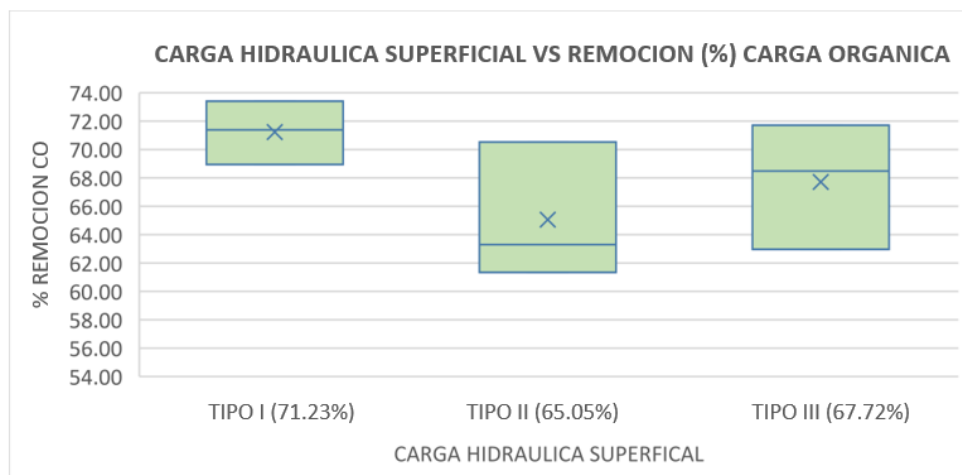


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 51 se observa que la Unidad de Análisis N° 2 tiene mayor % Remoción de Carga Orgánica con un valor promedio del 70.39% en el efluente del sedimentador secundario.

Al evaluar la Remoción de la Carga Orgánica según las unidades de Análisis se difiere que al emplear tratamientos de filtros con un medio filtrante de carbón activado en los afluentes de los sedimentadores secundarios se obtiene una remoción mayor al 50%.

Grafico N° 52 Influencia de la Carga Hidráulica Superficial (CHS) en la Remoción de Carga Orgánica (CO) del efluente



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 52 se observa que el diseño del Sedimentador tipo 1 con una Carga Hidráulica Superficial de 2.398 m³/m²*d, obtiene mayor % de remoción de Carga Orgánica con un valor promedio del 71.23% en el efluente del sedimentador secundario.

La relación entre la CHS y la remoción de CO es inversamente proporcional, ya que, al emplear mayores dimensiones del tipo de sedimentador, menor será la remoción de CO.

Al evaluar la Remoción de la Carga Orgánica según las cargas hidráulicas superficiales se difiere que en los diseños de sedimentadores secundarios de menores dimensiones se producen menores espacios muertos, logran un mayor tratamiento. Además, al aplicar menores dimensiones en las unidades de tratamiento nos apoya a que se requiera menores áreas de influencia al elaborar un tren de tratamiento eficiente.

4.2.9.5. Resumen en la Variación del % Remoción de Carga Orgánica

Cuadro N° 19: Variación del % de Remoción de Carga Orgánica (CO) según el tipo de sedimentador (CHS) y Unidad de análisis

% REMOCION DE CARGA ORGANICA					
U.A.	SED TIPO I (N° 1,4,7)	SED TIPO II (N° 2,5,8)	SED TIPO III (N° 3,6,9)	Und.	PROMEDIO
Unidad de análisis 1	71.37	63.29	62.97	kgDbo5/d	65.88
Unidad de análisis 2	68.94	70.53	71.7	kgDbo5/d	70.39
Unidad de análisis 3	73.39	61.33	68.48	kgDbo5/d	67.73
PROMEDIO	71.23	65.05	67.72		

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 19 se observa la variación del % de remoción de la Carga Orgánica promedio según el tipo del Diseño del sedimentador Secundario y la Unidad de análisis, del cual se obtiene mayor remoción de carga orgánica en la combinación de la unidad de análisis de análisis N° 1 con el Sedimentador tipo 1 obteniendo un valor de remoción de CO del 71.37% y un menor valor de remoción de CO en la combinación de la unidad de análisis N° 3 con el Sedimentador tipo 2, obteniendo un valor de remoción de CO del 61.33%

Obteniéndose de esta manera, que existe una mayor remoción de Carga Orgánica al emplear un tratamiento basado en la unidad de análisis de análisis N° 1 aplicando el diseño del Sedimentador secundario tipo 1.

4.3. CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

4.3.1. Contrastación de la Hipótesis General

Para la contratación de la Hipótesis General se analizará si existe influencia por parte de las diferentes cargas orgánicas (CO-a) provenientes de filtros percoladores en los afluentes de los sedimentadores secundarios y de las Cargas Hidráulicas al aplicarlas en el tratamiento de remoción de la carga orgánica (enfunción de la DBO) en sus efluentes (CO-e), empleando un análisis Estadístico de Modelo de Efectos Mixtos.

Según las Cargas Orgánicas (CO)

Aplicación de las Cargas Orgánicas en cada Unidad de Análisis del sedimentador secundario.

MODELO DE EFECTOS MIXTOS

Modelo de efectos mixtos: CO (%Remoción) versus Q (Variación); DBO5 (%Remoción); Carga Orgánica; Unidad de Análisis

Tabla N° 07: Información del factor UA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Sed Sec	Aleatorio	9	CO-1; CO-2; CO-3; CO-4; CO-5; CO-6; CO-7; CO-8; CO-9
Unidad de Análisis	Fijo	3	UA-01; UA-02; UA-03

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 08: Componentes de la varianza UA

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
Unidad de Análisis - Carga Orgánica	0.000000	0.00%	*	*	*
Error	0.000014	100.00%	0.000002	8.485281	0.000
Total	0.000014				

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se muestra que la Carga Orgánica es el termino aleatorio y el valor de P no es significativa por lo tanto no hay suficiente evidencia para concluir que las distintas cargas orgánicas contribuyen al % de Remoción.

Según las Cargas Hidráulicas (CHS)

Aplicación de las Cargas hidráulicas en cada diseño del tipo de sedimentador secundario.

MODELO DE EFECTOS MIXTOS

Modelo de efectos mixtos: CO (%Remoción) versus Q (Variación); DBO5 (%Remoción); Carga Orgánica; Sedimentador Secundario

Tabla N° 09: Información del Factor CH

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Sedimentadores Secundarios	Aleatorio	9	CO-1; CO-2; CO-3; CO-4; CO-5; CO-6; CO-7; CO-8; CO-9
(Carga Hidráulica Superficial) según elTipo Sedimentador Secundario	Fijo	3	SED SEC-01; SED SEC-02; SED SEC-03

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Componentes de la varianza CH

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
CHS - Sedimentadores Secundarios	0.000000	0.00%	*	*	*
Error	0.000014	100.00%	0.000002	8.485281	0.000
Total	0.000014				

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se muestra que la Carga Hidráulica Superficial es el termino aleatorio y el valor de P no es significativa por lo tanto no hay suficiente evidencia para concluir que las distintas cargas hidráulicas contribuyen al % de Remoción en los Sedimentadores Secundarios.

4.3.2. Contratación de la Hipótesis Especifica N° 01

Para la contratación de la Hipótesis N° 01 se analizará si existe influencia por parte de las diferentes cargas orgánicas (CO-a) provenientes de filtros percoladores en los afluentes de los sedimentadores secundarios al aplicarlas en el tratamiento de remoción de la carga orgánica (en función de la DBO) en sus efluentes (CO-e), empleando un análisis Estadístico de Modelo de Efectos Mixtos.

Hipótesis Nula (Ho): La aplicación de las diferentes cargas orgánicas (Unidad de análisis) provenientes de filtros percoladores, en los afluentes de los Sedimentadores secundarios **No Influye** en el tratamiento de remoción de carga orgánica en el efluente. (Existe una mínima variación)

Hipótesis Alternativa (H_i): La aplicación de las diferentes cargas orgánicas (Unidad de análisis) provenientes de filtros percoladores, en los afluentes de los Sedimentadores secundarios **Influye** en el tratamiento de remoción de carga orgánica en el efluente. (Existe una alta variación)

4.3.2.1. El nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$ Regla de decisión:

P = valor (sig.) < 0.05 rechazar hipótesis nula, aceptar hipótesis alternativa.

P = valor (sig.) > 0.05 aceptar hipótesis nula, rechazar hipótesis alternativa.

4.3.2.2. Prueba de Efectos Mixtos

Tabla N° 11: Evaluación de remoción de Carga Orgánica en función DBO5 según las Unidades de Análisis.

Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p
Q (Variación)	1.00	144.00	2378.15	0.000
DBO5 (% Remoción)	1.00	144.00	793.05	0.000
Unidades de Análisis	2.00	144.00	0.83	0.437

Fuente: Elaboración Propia

Las Unidades de análisis vienen a ser el término de factor fijo y el valor de P (nivel de significancia) del término es mayor a 0.05, por lo que se proceda a aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa, concluyéndose que todas las medias de nivel son iguales lo que significa que las Unidades de Análisis no tiene un efecto estadísticamente en la Remoción de Carga Orgánica en función de la DBO, por lo que al emplear cualquiera de las 3 unidades se cumplirá la función de remoción con variaciones en sus valores y tiempos.

En el caso de la covariable de la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y del Caudal (Q) se concluye que existe una asociación estadísticamente significativa entre la respuesta y los términos de covariable.

Tabla N° 12: Coeficientes según Cargas Orgánicas

Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-0.033791	0.001479	144.00	-22.843147	0.000
Q (Variación)	5.551979	0.113849	144.00	48.766237	0.000
DBO5 (%Remoción)	0.000527	0.000019	144.00	28.161124	0.000
Cargas Orgánicas según las Unidad de Análisis					
UA-01	0.000402	0.000447	144.00	0.899748	0.370
UA-02	-0.000557	0.000445	144.00	-1.250932	0.0213

Fuente: Elaboración propia

Debido a que, de manera general, al estudiar la influencia de las Unidades de análisis en la remoción de la carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios, no existen efectos significativos, se realizó un análisis de las 3 Unidades de Análisis y por opción predeterminada se eliminó una unidad, analizando las unidades que tuvieron la mayor y menor influencia en los resultados. Por lo que se obtuvo que la unidad de análisis N° 02 tiene un valor de P que es menor a 0.05, por lo que se proceda aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que la unidad de análisis N° 02 tiene un efecto estadístico en la Remoción de Carga Orgánica en función de la DBO5

La columna coeficiente muestra la diferencia entre cada media de tipo de unidad de análisis y la media general.

Para el Caudal (Q) se muestra un cambio en la respuesta media de la variación asociado a un cambio de unidad de 5.55, el coeficiente también muestra una relación directa con el termino respuesta. En el casode la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), su coeficiente muestra un cambio en la respuesta media del % Remoción asociado a un cambio de unidad de 0.0005.

4.3.2.3. Método: Bonferroni

Para la evaluación independiente de las Unidades de análisis enla remoción de la carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios, se empleará el método de Bonferroni, que se enfoca en la influencia de los resultados de la agrupación, ya sean iguales o distintas con un Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Comparación entre los Unidades de Análisis en la remoción de Carga Orgánica.

Tabla N° 13: Evaluación de la influencia de las unidades de análisis en la remoción de Carga Orgánica.

Unidad	N	Media	Agrupación *
UA-01	48	0.0361898	A
UA-02	48	0.0371487	A
UA-03	48	0.0369021	A

Fuente: Elaboración propia

(*) Medidas con una letra común, no son significativamente diferenciadas

En la tabla N° 13 se observa que las comparaciones múltiples realizadas entre las unidades de Análisis indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre sí. por lo que al emplear cualquiera de las 3 unidades se cumplirá la función de remoción con variaciones en sus valores y tiempos.

4.3.3. Contratación de la Hipótesis Especifica N° 02

Para la contratación de la Hipótesis N° 02 se analizará la influencia de las diferentes cargas hidráulicas de los Sedimentadores Secundarios en la remoción de la carga orgánica en sus efluentes, aplicando un análisis con el Método de Bonferroni.

Hipótesis Nula (Ho): La aplicación de las diferentes cargas hidráulicas en los sedimentadores secundarios **No Influye** en el tratamiento de remoción de carga orgánica. (Existe una mínima variación)

Hipótesis Alternativa (Hi): La aplicación de las diferentes cargas hidráulicas en los sedimentadores secundarios **Influye** en el tratamiento de remoción de carga orgánica. (Existe una alta variación)

4.3.3.1. El nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Regla de decisión:

P = valor (sig.) < 0.05 rechazar hipótesis nula, aceptar hipótesis alternativa.

P = valor (sig.) > 0.05 aceptar hipótesis nula, rechazar hipótesis alternativa.

4.3.3.2. Prueba de Efectos Mixtos

Tabla N° 14: Evaluación de remoción Carga Orgánica en función de DBO5 según las Cargas Hidráulicas Superficiales de los Sedimentadores Secundarios

Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p
Tipo Sedimentador Secundario	2.00	144.00	2.31	0.103
Q (Variación)	1.00	144.00	2439.44	0.000
DBO5 (% Remoción)	1.00	144.00	783.28	0.000

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 14 se observa que la Carga Hidráulica Superficial según el Tipo de Sedimentador Secundario es el termino de factor fijo y el valor de P (nivel de significancia) alcanzado es mayor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna, concluyéndose que todas las medias de nivel son iguales, lo que significa que la Carga Hidráulica Superficial no tiene un efecto en la remoción de Carga Orgánica, debido a que las variaciones entre los 03 tipos de diseños de los sedimentadores secundarios son mínimas ya que el prototipo se realizó con la menor área de influencia.

Para el caso de la covariable de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y el caudal (Q), se concluye que existe una asociación estadísticamente significativa entre la respuesta y ambos términos, por lo que es la variable de mayor influencia en la remoción de Carga Orgánica empelando Sedimentadores secundarios.

Tabla N° 15: Coeficientes según las Cargas Hidráulicas

Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-0.033503	0.001471	144.00	-22.776632	0.000
Cargas hidráulicas según el Tipo de Sedimentador Secundario					
SED SEC-01	-0.000895	0.000443	144.00	-2.018205	0.045
SED SEC-02	0.000739	0.000445	144.00	1.661031	0.099
Q (%Remoción)	5.549777	0.112365	144.00	49.390643	0.000
DBO5 (%Remoción)	0.000522	0.000019	144.00	27.987113	0.000

Debido a que, de manera general, al estudiar la influencia del tipo de sedimentador secundarios en la remoción de la carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios, no existen efectos significativos, se realizó un análisis de los 3 tipos de sedimentadores secundarios y por opción predeterminada se elimina un tipo de sedimentador, analizando los tipos de sedimentadores que tuvieron la mayor y menor influencia en los resultados.

Por lo que se obtuvo que el tipo de sedimentador secundario N° 1 tiene un valor de P que es menor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que el tipo de sedimentador secundario N° 1 tiene un efecto estadístico en la Remoción de Carga Orgánica en función de la DBO5

La columna coeficiente muestra la diferencia entre cada media de tipo de sedimentador secundario y la media general.

El Sedimentador secundario de tipo 01 está asociada a un % Remoción que es -0.002443 unidades menor que la media general. En el caso del Sedimentador secundario de tipo 02 es de 0.000739 unidades mayor que la media general.

Para el Caudal (Q) muestra un cambio en la respuesta media de la variación asociado a un cambio de unidad de 5.549, el coeficiente también muestra una relación directa con el termino respuesta.

En el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), su coeficiente muestra un cambio en la respuesta mediadel % Remoción asociado a un cambio de unidad de 0.0005.

4.3.3.3. Método: Bonferroni

Para la evaluación independiente de los tipos de sedimentadores secundarios en la remoción de la carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores, se empleará el método de Bonferroni que se enfoca en la influencia de los resultados de la agrupación, ya sean iguales o distintas con un Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Comparación entre la Carga Hidráulica de los 3 tipos de Sedimentadores secundarios con la remoción de Carga Orgánica

Tabla N° 16: Evaluación de la influencia de la Carga Hidráulica según los tipos de sedimentadores secundarios en la remoción de Carga Orgánica

Sedimentador Secundario	N	Media	Agrupación
SED SEC-01	48	0.0374855	A
SED SEC-03	48	0.0369028	A
SED SEC-02	48	0.0358523	A

Fuente: Elaboración propia

(*) Medidas con una letra común, no son significativamente diferenciadas

En la tabla N° 14 se observa que las comparaciones múltiples realizadas por el método de Bonferroni (El más conservador) indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la carga Hidráulica Superficial de los tipos de Sedimentadores Secundarios SEC-01, SEC-02 y SEC-03. Por lo que al emplear cualquiera de los 3 tipos de sedimentadores secundarios se cumplirá la función de remoción con variaciones en sus valores y tiempos.

Además de ello, para tener datos de mayores alcances se recomienda realizar estas pruebas en diseño de sedimentadores de mayor escala para tener una data más precisa de la influenciade lo sedimentadores secundarios en la remoción de Carga Orgánica.

4.3.4. Contratación de la Hipótesis Especifica N° 03

Para la contratación de la Hipótesis N° 03 se analizará si existe influencia al implementar la construcción de las unidades de los sedimentadores secundarios en el tratamiento de las aguas residuales para climas Andinos, empleando un análisis Estadístico de Modelo de Efectos Mixtos y Método Bonferroni.

Hipótesis Nula (Ho): La construcción de las Unidades del Sedimentador Secundario **No influye** en el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos. (Existe una mínima variación)

Hipótesis Alterna (Hi): La construcción de las Unidades del Sedimentador Secundario **influye** en el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos. (Existe una alta variación)

4.3.4.1. El nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Regla de decisión:

$P = \text{valor (sig.)} < 0.05$ rechazar hipótesis nula, aceptar hipótesis alterna.

$P = \text{valor (sig.)} > 0.05$ aceptar hipótesis nula, rechazar hipótesis alterna.

4.3.4.2. Prueba de Efectos Fijos

Según la tabla N° 12, se observa de manera general, que al emplear la construcción de los sedimentadores secundarios en las Unidades de análisis de mayor y menor influencia para el tratamiento de las aguas residuales, la Unidad de Análisis N° 02 empleando un sedimentador secundario en su tren de tratamiento, tiene un valor de P que es menor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que dicha unidad empleando el sedimentador secundario tiene un efecto estadístico en el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos.

4.3.4.3. Metodo Bonferroni

En la tabla N° 13 se observa que las comparaciones múltiples realizadas entre las unidades de Análisis empleando sedimentadores secundarios en su tren de tratamiento indican que la Unidad N° 02 empleando sedimentador secundario genera un mejor tratamiento de las aguas residuales para climas andinos.

4.3.5. Contratación de la Hipótesis Especifica N° 04

Para la contratación de la Hipótesis N° 04 se analizará si existe influencia al emplear el diseño óptimo del sedimentador secundario en el tratamiento de las aguas residuales para climas Andinos, empleando un análisis Estadístico de Modelo de Efectos Mixtos y Método Bonferroni

Hipótesis Nula (Ho): El diseño óptimo del sedimentador secundario **No influye** en el tratamiento de las aguas residuales en climas andinos. (Existe una mínima variación)

Hipótesis Alterna (Hi): El diseño óptimo del sedimentador secundario **Influye** en el tratamiento de las aguas residuales en climas andinos. (Existe una alta variación)

4.3.5.1. El nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Regla de decisión:

$P = \text{valor (sig.)} < 0.05$ rechazar hipótesis nula, aceptar hipótesis alterna.

$P = \text{valor (sig.)} > 0.05$ aceptar hipótesis nula, rechazar hipótesis alterna.

4.3.5.2. Prueba de Efectos Mixtos

Según la tabla N° 15, se observa de manera general, que al emplear el diseño óptimo del sedimentador secundario para el tratamiento de las aguas residuales, el tipo de sedimentador secundario N° 1 empleando condiciones de diseño menores en su tren de tratamiento, tiene un valor de P que es menor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que dicho diseño del sedimentador tipo N° 01 tiene un efecto estadístico en el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos.

4.3.5.3. Metodo Bonferroni

En la tabla N° 16 se observa que las comparaciones múltiples realizadas entre los diferentes diseños de los tipos de Sedimentadores Secundarios, el diseño óptimo lo tiene el tipo de sedimentador secundario N° 01 para el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos.

V. DISCUSION DE RESULTADOS

En la investigación, se discutirá con mayor precisión los datos obtenidos según los Objetivos Específicos, Antecedentes y Bases teóricas resultantes, a fin de vincular con el capítulo previo.

Los sedimentadores secundarios empleados en la presente investigación, tienen valores de tratamiento de Carga Orgánica (CO) que oscilan entre 0.03y 0.04 kg DBO5 /d., como se observa el grafico N° 49 de los resultados. Por lo que, según la investigación de (Centeno, 2017) en la *“Evaluación de una planta piloto para el tratamiento de aguas residuales”*, un sistema presenta su mejor desempeño al trabajar con cargas orgánicas entre 0,60 a 0,80 kgDBO/d., por lo que se puede precisar que al trabajar con menores concentraciones de cargas orgánicas también se cumple con el tratamiento a las aguas residuales domésticas, dependiendo de las condiciones que se le brinde al tratamiento en la curva de adaptación, como lo menciona (Marquez, 2016), ya que, los sedimentadores consideran en su diseño el área superficial y la profundidad para garantizar la distribución uniforme del agua en toda la unidad evitando la formación de espacios muertos.

Los sedimentadores secundarios empleados tienen valores de Carga Hidráulica Superficial (CHS) que oscilan entre 2.398 y 2.400 m³/m²*d., como se observa el Esquema N° 04 de los resultados, los cuales superan los valores de cargas hidráulicas estudiadas por (Jover, 2015) en la investigación sobre *“Estudio sobre los rendimientos de las decantaciones con aguas residuales”* ya que empleo solo un rango de 0.5 y 1.1 m³/m²*d, por lo que se puede mencionar que se trabajó con rangos mayores de lo estipulado por el autor debido a que las unidades trabajan a menores profundidad de 0.20m generando que las cargas hidráulicas sean más altas. Cada vez que las profundidades sean menores, será inversamente proporcional a la carga hidráulica superficial.

La influencia que ejercen las unidades de análisis y las cargas hidráulicas superficiales al evaluar los parámetros en los sedimentadores secundarios son analizados según los objetivos específicos.

- a) Según el Objetivo específico N° 01, la influencia que ejerce la carga orgánica según las unidades de análisis en los sedimentadores secundarios, con respecto a la turbiedad, son mostradas en el resultado del Gráfico N° 24, el cual indica que los sedimentadores secundarios trabajaron con valores promedios de Remoción de turbiedad entre los 17.89 % y 21.33 %, obteniendo que la Unidad de análisis N°02 obtenga un % de remoción de turbiedad del 18.36% logrando el mayor % de remoción de carga orgánica en los efluentes con un valor del 71%.

El gráfico N° 31 nos muestra que los valores de remoción promedio de los Solidos Suspendidos totales (SST) varían entre el 28.28% y 46.08%, siendo la Unidad de Análisis N° 02 la que obtiene un % de remoción de SST del 36.05% dando la mayor remoción de carga orgánica del efluente con un valor del 70%. Comparando el valor de remoción de SST con lo mencionado por (Barrera 2018), en su investigación *de Evaluación técnica del desempeño del filtro biológico*, se observa que se tiene un menor porcentaje de remoción de SST a lo indicado por el autor, obteniendo buenos resultados en la remoción de Carga Orgánica.

En el Grafico 39 se observa que los valores de remoción promedio de la DBO5 oscilan entre 64.73% al 68.88%, siendo la Unidad de Análisis N° 02 la que muestra una remoción de DBO5 del 68.88% dando la mayor remoción de carga orgánica en el efluente con un 71%. Al comparar los valores de remoción del DBO5 con lo indicado por (Galves 2005), se coincide que los valores de remoción están dentro del rango de 60-70%

En el Grafico 51 muestra que los valores de remoción promedio de la carga orgánica (CO) varían entre 65.88% al 70.39%, siendo la Unidad de Análisis N° 02 la que muestra la mayor remoción de CO con un valor del 70.39 %.

Al comparar los resultados de remoción de CO con lo estudiado por (Cuba A 2019) en la *Evaluación de la Remoción de Carga Orgánica y Patógena en los Sedimentadores y Filtros Verticales de la PTAR*, superando el rango de remoción de Carga Orgánica de entre 11 a 28% indicado por el autor.

- b) Según el Objetivo específico N° 02, la influencia que ejercen las cargas Hidráulicas Superficiales en los sedimentadores secundarios, con respecto a la turbiedad, son mostradas en los resultados del Gráfico N° 25 el cual indica que los sedimentadores secundarios trabajaron con valores promedios de Remoción de turbiedad entre los 18.89 % y 19.45 %, obteniendo que el diseño del Sedimentador tipo 1 con una Carga hidráulica superficial de 2.398 m³/m²*d obtenga un % de remoción de turbiedad del 19.23% logrando el mayor % de remoción de carga orgánica en los efluentes con un valor del 71%.

El gráfico N° 32 nos muestra que los valores de remoción promedio de los Solidos Suspendidos totales (SST) varían entre el 15.98% y 33%, siendo el diseño del Sedimentador tipo 1 con una Carga hidráulica superficial de 2.398 m³/m²*d, la que obtiene un % de remoción de SST del 25.92% dando la mayor remoción de carga orgánica en el efluente con un valor del 72%. Al comparar los resultados de remoción de SST con la investigación de (Jover, 2015) en el *Estudio sobre los rendimientos de las decantaciones con aguas residuales con diferentes concentraciones de contaminación* se ve que los valores de remoción de SST oscilan entre los 47% y 54%, de lo cual podemos indicar que se obtuvo menores valores de remoción según los rangos estipulados por el autor, obteniendo un cálculo aproximado de la cantidad de materia orgánica presente en el agua residual.

En el Grafico 40 se observa que los valores de remoción promedio de la DBO5 oscilan entre 63.41% al 70.17%, siendo el diseño del Sedimentador tipo 1 con una Carga hidráulica superficial de 2.398 m³/m²*d la que muestra una remoción de DBO5 del 70.17% dando la mayor remoción de carga orgánica en el efluente con un 71.5%.

Comparando los resultados de remoción de DBO5 con lo mencionado por (Gutiérrez, 2014) en la Eficiencia de Remoción de Dbo5 y SS en Sedimentador y Lecho Filtrante para el Tratamiento de Aguas Residuales se observa que se obtuvo mayor % de remoción de DBO5 al 20% de remoción de DBO5 estipulado por el autor.

En el Grafico 52 muestra que los valores de remoción promedio de la carga orgánica (CO) varían entre 65.05% al 71.23%, siendo el diseño del Sedimentador tipo 1 con una Carga hidráulica superficial de 2.398 m³/m²*d la que muestra la mayor remoción de Carga orgánica en el efluente con un valor del 71.23 %. Al comparar el resultado de remoción de Carga Orgánica con lo indicado por (Cuba, 2019) en la Evaluación de la Remoción de Carga Orgánica y Patógena en los Sedimentadores y Filtros Verticales de la PTAR en el cual se supera el rango de 10-16% indicadas pro el autor.

- c) Los gráficos 8 y 9 se muestra el comportamiento del caudal, en los sedimentadores secundarios, los cuales varían entre 0.0059 y 0.0066 mg/l, dando así que la unidad de Análisis N° 02 trabaja con caudales promedios de 0.0066 mg/l obteniendo una mayor remoción de Carga orgánica en el efluente con valores del 71%, y la carga hidráulica superficial del tipo de sedimentador 1 empleando 2.398 m³/m²*d trabaja con caudales promedios de 0.0064 mg/l, obteniendo una mayor remoción de Carga orgánica con valores del 71% en el efluente.

Se resalta que las diferentes cargas orgánicas que se apliquen en las unidades de análisis, el factor determinante para la mayor producción de caudal será la elección de diseños del sedimentador secundario con cargas hidráulicas menores, ya que serán diseñadas a mayores profundidades.

- d) En el grafico 13 y 14 se nos muestra el comportamiento del Ph, ya que se observa que la unidad de análisis N° 2 trabaja con frecuencias promedios de PH de 7.59 obteniendo una mayor remoción de carga orgánica en el efluente con un valor del 70%, y la carga hidráulica superficial del tipo de sedimentador

1 empleando $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ trabaja con frecuencias de PH promedios de 7.59, obteniendo una mayor remoción de Carga orgánica con valores del 71% en el efluente. Comparando con lo indicado en la normativa del MINAN, los resultados de PH se mantienen dentro del rango estipulado de 6.8 a 8.5 en efluentes de PTAR domésticas. Así mismo según lo mencionado por (Valdez, 2003) en la investigación "Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales", se puede diferir que los microorganismos que degradan los materiales orgánicos de las aguas residuales funcionan mejor cerca de un pH neutro, con un intervalo de tolerancia desde un PH 6 a PH 9 por lo que, según el trabajo de investigación, podemos afirmar que se mantiene dentro del rango establecido.

- e) En el grafico 16 y 17 se nos muestra el comportamiento de la Temperatura, ya que se observa que la unidad de Análisis N° 2 trabaja con frecuencia promedios de temperatura de 16.8°C obteniendo una mayor remoción de carga orgánica en el efluente del 71%, y la carga hidráulica superficial del tipo de sedimentador 1 empleando $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$, trabaja con frecuencias de temperatura promedio de 16.85°C obteniendo una mayor remoción de carga orgánica con valores de 72% en el efluente.

Comparando con lo indicado en la normativa del MINAN se observa que los resultados de Temperatura se mantienen por debajo del rango estipulado de 35°C en efluentes de PTAR domésticas. Así mismo según lo mencionado por (Jover, 2015) en la investigación "*Estudio sobre los rendimientos de las decantaciones con aguas residuales con diferentes concentraciones de contaminación*" se menciona que la Temperatura que empleo oscila entre los 25.5°C y 27°C , de lo cual podemos indicar que se trabajó con rangos menores de lo estipulado por el autor, obteniendo buenos resultados en la remoción de Carga Orgánica.

- f) El grafico 10 y 11 nos muestra los valores del Tiempo de Retención Hidráulica (TRH), ya que se observa que la unidad de análisis N° 2 trabaja con TRH promedios de 2 horas obteniendo una mayor remoción de carga orgánica en

el efluente con un valor del 71% y la carga hidráulica superficial del tipo de sedimentador 1 empleando $2.398 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ trabaja con valores de TRH promedios de 2 horas, obteniendo una mayor remoción de carga orgánica con valores del 71% en el efluente. Comparando los resultados de TRH con lo indicado por (Centeno, 2017) en la investigación *“Evaluación de una planta piloto para el tratamiento de aguas residuales ordinarias por medio de un filtro percolador con relleno de esponjas colgantes de flujo descendente (DHS) como pos tratamiento de un efluente de sedimentador primario”* se puede diferir que el tiempo de retención hidráulica que empleó oscila entre las 2 – 8 hr, de lo cual podemos indicar que se trabajó dentro de los rangos estipulados por el autor.

- g) Según el Objetivo Especifico N° 03, la construcción de las unidades de los sedimentadores secundarios en el tren de tratamiento para las aguas residuales en climas Andinos, nos genera valores mayores al 50% de remoción de contaminantes, aplicando un tren de tratamiento basado en un Tanque Imhoff, filtro de carbón vegetal, y sedimentador secundario, como lo menciona (Jiménez, 2016) en la investigación de la Evaluación de un Filtro Artesanal, en la que empleo como tratamiento un filtro biológico y sedimentador secundario obtenido excelentes resultados al reducir significativamente la remoción de contaminantes.
- h) Según el Objetivo Especifico N° 04, El diseño óptimo del sedimentador secundario para el tratamiento de las aguas residuales en climas andinos, lo tiene el Tipo de sedimentador N° 01 que genera remoción de contaminantes mayores al 50%, considerando condiciones hidráulicas con valores de Ph de 7.59, Temperatura de 16.8°C y tiempos de 2 horas y aplicando valores de diseño con un Area de 0.24 m^2 , de longitud de 1.08 m, ancho de 0.22 m , Profundidad de 0.20 m y velocidad Horizontal de 0.0149 cm/s , que en comparación con lo indicado por (Jover 2015) que empleo dimensiones de sedimentador menores a lo indicado en la presente investigación, se siguen obteniendo buenos resultados de remoción.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En el presente capítulo se mencionarán las conclusiones de la presente investigación, dado lo observado en los resultados de los sedimentadores secundarios.

En este trabajo se evaluó la influencia de la carga orgánica según las unidades de Análisis en el afluente y la influencia de las cargas hidráulicas superficiales en la remoción de carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores secundarios evaluando los parámetros de Caudal, PH, Temperatura, Tiempo de Retención Hidráulica, Turbiedad, Sólidos Suspendedos Totales y DBO5.

- a) Se determinó la influencia de la carga orgánica del afluente según la Unidad de Análisis en la remoción de carga orgánica del efluente de los sedimentadores secundarios, siendo lo más importante en la investigación que la Unidad de Análisis N° 02, obtuvo mejores resultados de tratamiento ya que dicha unidad cuenta con un tren de tratamiento basado en un tanque Imhoff y un filtro de carbón activado, realizándose de esta manera una mejor actividad en los sedimentadores secundarios para reducir las concentraciones de carga orgánica en sus efluentes, haciendo el trabajo de las unidades siguientes de la planta de tratamiento de agua residual piloto; como el de la desinfección, un poco más sencilla de operar. Se manejaron cargas orgánicas (CO) entre los valores de 0.02 y 0.04 Kg DBO/m³*d y con % de remoción mayores del 70.39% en los efluentes de sedimentadores.
- b) Se determinó la influencia de la carga hidráulica superficial en la remoción de carga orgánica del efluente de los sedimentadores secundarios, siendo lo más importante en la investigación que el diseño del sedimentador tipo

1, obtuvo mejores resultados de tratamiento puesto que dicho diseño trabaja con cargas hidráulicas superficiales de 2.398 m³/m².d, ya que al tener un diseño con menores dimensiones, se reducen los espacios muertos logrando una mejor actividad de los microorganismos en los sedimentadores secundarios. Se manejaron % de remoción de carga orgánica en los efluentes de los sedimentadores del 71.23%.

- c) Al implementar la construcción de sedimentadores secundarios en el tren de tratamiento de las aguas residuales para climas andinos se obtuvieron valores mayores al 50% en la remoción de contaminantes, existiendo mayor adaptabilidad en climas andinos al emplear un tratamiento preliminar basado en un tanque Imhoff, con filtro de carbón activado, dando remociones de turbiedad del 18.36% al 19.23%, de Sólidos Suspendedos Totales de 25.92% al 36.05% y DBO₅ de 68.88% al 70.17%.
- d) La propuesta de diseño óptima del sedimentador secundario para el tratamiento de las aguas residuales para climas andinos, consiste en implementar un sedimentador secundario con valores de Área de 0.24 m², de longitud de 1.08 m, de ancho de 0.22 m, de Profundidad de 0.20 m y de velocidad Horizontal de 0.0149 cm/s, ya que este diseño es el que genera mayor remoción de contaminantes al implementarle condiciones hidráulicas de diseño con valores de Ph de 7.59, Temperatura de 16.8°C y tiempos de 2 horas

6.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar un mantenimiento constante de la unidad de recolección de agua residual evitando obstrucciones en el ingreso del agua residual doméstica.

Se recomienda realizar un mantenimiento constante de las unidades de los sedimentadores secundarios, controlando los parámetros de campo de forma constante, ya que, al ser tratamientos aerobios, están riesgo de alterarse los resultados óptimos del tratamiento.

Se recomienda Proponer la implementación de la unidad de sedimentador secundario en el tratamiento de las aguas residuales dementicas en climas andinos considerando el diseño optimo realizado en la presente investigación.

Se recomienda Implementar prototipos de mayor escala, considerando variar las cargasorgánicas y cargas hidráulicas por encima o debajo de los rangos utilizados en la investigación para obtener resultados más diferenciados entre si sobre los diseños hidráulicos a emplear.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arroba, Ávila. (2015). *Evaluación del Desempeño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de un Campus Universitario*. Bogotá. Universidad Santo Tomas, Bogotá.
- Barrera et al. (2018). *Evaluación Técnica del desempeño del Filtro Biológico de la Universidad Tecnológica de Panamá*. Panamá.
- Cabrera, Castro, Méndez. (2011). *Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario, Aguas Lluvias, Y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Área Urbana del Municipio de San Matías, departamento de la Libertad. El Salvador*. Doctorado en Ingenierías, Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Cantoni, N. M. (2009). *Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa*. Volumen 7, Nº 2. Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales.
- Centeno, E. (2017). *Evaluación de una Planta Piloto para el Tratamiento de Aguas Residuales Ordinarias por Medio de un Filtro Percolador con Relleno de Esponjas Colgantes de Flujo Descendente(DHS) como Pos Tratamiento de un Efluente de Sedimentador Primario*. Costa Rica.
- CEPIS. (2005). *Guía Para El Diseño De Desarenadores Y Sedimentadores*. Lima, OPS/CEPIS/05.158 UNATSABAR.
- CEPIS. (2005). *Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización*. Lima, OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR.
- CEPIS (2005). *Tecnologías desarrolladas*. Lima - Perú UNATSABAR.



- CONAGUA. (2016). *Manual de agua potable, Alcantarillado y saneamiento, Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Tratamiento y disposición de lodos.*
- Contreras, J. (2010). *Modelación del Sedimentador Secundario en Planta de Lodos Activados*, Universidad de Chile, Facultad De Ciencias Físicas Y Matemáticas. Chile
- Cuba, A. R. (2019). *Evaluación de la Remoción de Carga Orgánica y Patógena en los Sedimentadores y Filtros Verticales de la PTAR del Distrito de José Domingo Choquehuanca*. Juliaca, Perú.
- Delgado et. al. (2018). *Efecto de la Carga Hidráulica de un Filtro Percolador en el Proceso de Nitrificación*. México.
- Dodane, Bassan. (2014). *Tanques de Sedimentación y Espesamiento*. Londres, capítulo 6.
- Galeano, Rojas. (2016). *Propuesta de Diseño de una Planta De Tratamiento de Agua Residual por Zanjón de Oxidación para el Casco Urbano del Municipio de Velez Santander*. Bogotá D.C. Universidad Católica de Colombia.
- Gálvez, Hernández, Pichinte, (2005). *Diagnóstico del Funcionamiento Actual de Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en el Área Metropolitana De San Salvador Construidas Desde 1990*. San Salvador.
- Guerrero, Salazar, Paredes (2018). *Eficiencia de un sedimentador laminar y convencional para eliminar sólidos*. Lima.
- Gutiérrez – Valencia & Aragón (2014). *Eficiencia de Remoción de Dbo5 y SS en Sedimentador y Lecho Filtrante para el Tratamiento de Aguas Residuales del Beneficio de Café*. Colombia.

- Hernández, Fernández, Baptista (2014). *Metodología de La Investigación*. México, Sexta Edición
- Hernández, et. al (2014). *Selección de la muestra Selección de la muestra en Metodología de la Investigación*. México. 6ª ed., pp. 170- 191.
- Jiménez, B. E (2006). *La Contaminación Ambiental: Causas, Efectos y Tecnología Apropriada*. México, p. 194.
- Jiménez, M. N. (2016). *Evaluación de un Filtro Artesanal del Efluentede una Lavadora de Autos a base de Bagazo de Caña de Maíz, Aserrín, Ceniza de Carbón Vegetal y Grava*. Ecuador.
- Jover, M. (2015). *Estudio sobre los rendimientos de las decantaciones con aguas residuales con diferentes concentraciones de contaminación*. España. Universidad De Alicante. España
- Marquez, B.F. (2016). *Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Módulo II: Revista igua.
- Meza, A. M. (2018). *Propuesta De Implementación De Filtro Intermitente De Arena Para El Tratamiento De Las Aguas Residuales Domésticas En La Central Termoeléctrica Am Power*. Lima, Perú.
- Metcalf, Eddy, (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento, Vertido Y Reutilización*. Volumen 1, 3era edición, Tomo 1.
- Ministerio del Ambiente – MINAM, N° 003-2010.
- Moscoso, J. C. (2011). *Estudio De Opciones De Tratamiento Y Reusó De Aguas Residuales en Lima Metropolitana*, Lima.
- OEFA (2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

- Ortega, M. (2016). *Estudio Hidrodinámico de Los Parámetros de Diseño en Sedimentadores de Flujo Horizontal Empleados en Pequeñas Plantas de Tratamiento de Residuales*. Santa Clara.
- Pérez & Villegas (2004). *Diseño teórico de un reactor híbrido mediante sistemas no convencionales para el tratamiento de las aguas residuales*. México, D. F. Instituto Politécnico Nacional.
- Raffo & Ruiz, (2014). *Caracterización de las Aguas Residuales y la Demanda Bioquímica de Oxígeno*. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial.
- RAS (2000), *Ministerio De Desarrollo Económico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Bogotá - Colombia.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), OS 020
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), OS 090, 2006
- Rincón et. al. (2019). *Filtro Percolador*. Colombia, Universidad De Pamplona, Facultad de Ingenierías Y Arquitectura. Colombia, Obtenido de <https://es.slideshare.net/omarelpapi/trabajo-filtro-percolador>
- Rodríguez, P. (2015). *Modelación Hidrodinámica y Mejoras de Configuración en el Diseño de Sedimentadores – Espesadores*. Oviedo.
- Romero, J. A. (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales – Teoría y Principios de Diseño*.
- Rosa, C. (1998). *Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante*. La Habana, Cuba: CIGEA.

- Trejo, P. V. (2001). *Modelación Física Del Comportamiento Hidráulico En Sedimentador Circular De Flujo Horizontal*. Monterrey, N. L.
- Valdez, Vázquez. (2003). *Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento Y Disposición de Aguas Residuales*, México.
- Zarate, V. (1995). *Estudios de Sedimentación de Lodos Secundarios de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales del Estado de Nuevo León*. Monterrey, N.L.



ANEXOS

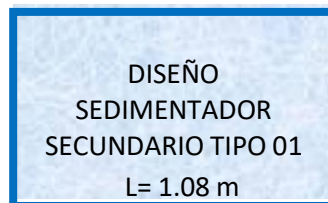
1. Anexo N° 01: Calculo y/o Diseño de cada Unidad de Sedimentador Secundario Cuadro N° 20: Cálculos del diseño de sedimentadores secundarios

	SED SEC-01		SED SEC-02		SED SEC-03	
Q diseño	0.0049	l/s	0.0049	l/s	0.0049	l/s
Qmax	0.017778	m ³ /h	0.017778	m ³ /h	0.017778	m ³ /h
Vasc	0.062876	m/h	0.074828	m/h	0.090542	m/h
At	0.282743	m ²	0.237583	m ²	0.196349	m ²
Dt	0.600000	m	0.550000	m	0.499999	m
Dt	60.000	cm	55.00	cm	50.00	cm
Dc	0.60	m	0.55	m	0.50	m
Ad	0.282743	m ²	0.237583	m ²	0.196350	m ²
tr	2.000000	h	2.000000	h	2.000000	h
V	0.035556	m ³	0.035556	m ³	0.035556	m ³
V	35.555556	l	35.555556	l	35.555556	l
Hrecta	0.13	m	0.15	m	0.18	m
a	50	°	50	°	50	°
a	0.87266463	rad	0.87266463	rad	0.87266463	rad
Htolva	0.36	m	0.33	m	0.30	m
Htotal	0.48	m	0.48	m	0.48	m

Fuente: Elaboración Propia

TIPO DE SEDIMENTADORES SECUNDARIOS

a) DISEÑO SEDIMENTADOR SECUNDARIO TIPO 01



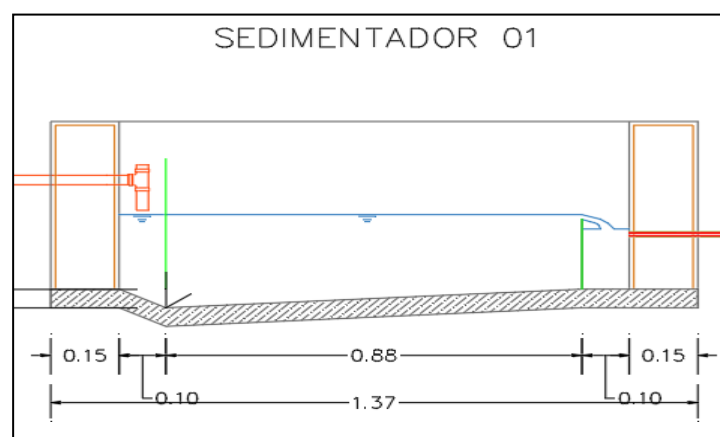
$$a = 0.22$$

Cuadro N° 21: Diseño del sedimentador secundario tipo 01

DISEÑO SEDIMENTADOR SECUNDARIO TIPO 01			
Características	Simb.	Valores	Und.
Largo	L	1.08	m
Ancho	a	0.22	m
Profundidad	P	0.20	m
Tiempo de Retención Hidráulico	TRH	2.00007	Hr
Caudal Funcionamiento	Q f	0.00659	L/s
		6.597×10^{-6}	m ³ /s
Volumen del Sedimentador	Vol	0.0475	m ³
Área del Sedimentador	A	0.24	m ²
Carga Hidráulica Superficial	CHS	2.398	m ³ /m ² *d
Velocidad Horizontal	VH	0.0149	cm/s

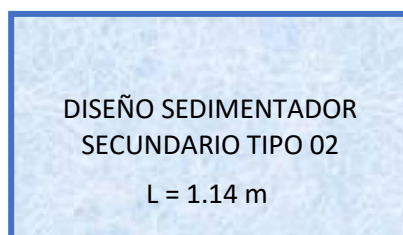
Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 01: Diseño del sedimentador secundario tipo 01



Fuente: Elaboración Propia

b) DISEÑO SEDIMENTADOR SECUNDARIO TIPO 02



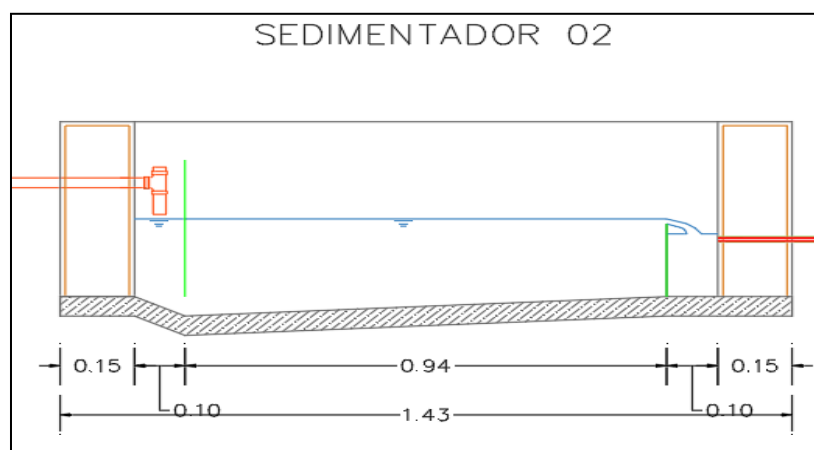
a = 0.24 m

Cuadro N° 22: Diseño del sedimentador secundario tipo 02

DISEÑO SEDIMENTADOR SECUNDARIO TIPO 02			
Características	Simb.	Valores	Und.
Largo	L	1.14	m
Ancho	a	0.24	m
Profundidad	P	0.20	m
Tiempo de Retención Hidráulico	TRH	2.00006	Hr
Caudal Funcionamiento	Q f	0.00759	L/s
		7.597×10^{-6}	m ³ /s
Volumen del Sedimentador	Vol	0.0547	m ³
Área del Sedimentador	A	0.27	m ²
Carga Hidráulica Superficial	CHS	2.399	m ³ /m ² *d
Velocidad Horizontal	VH	0.0158	cm/s

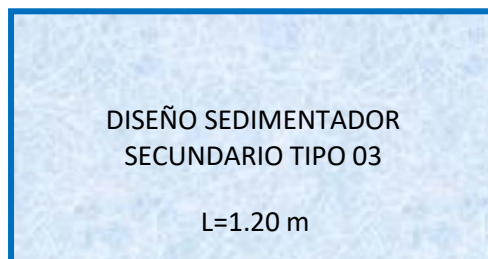
Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 02: Diseño del sedimentador secundario tipo 02



Fuente: Elaboración Propia

c) **DISEÑO SEDIMENTADOR SECUNDARIO TIPO 03**



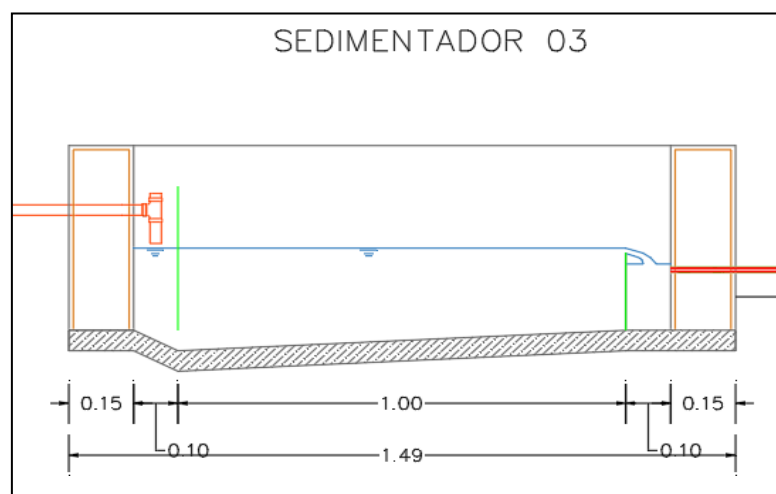
a= 0.25 m

Cuadro N° 23: Diseño del sedimentador secundario tipo 03

DISEÑO SEDIMENTADOR SECUNDARIO TIPO 03			
Características	Simb.	Valores	Und.
Largo	L	1.20	m
Ancho	a	0.25	m
Profundidad	P	0.20	m
Tiempo de Retención Hidráulico	TRH	2.02511	Hr
Caudal Funcionamiento	Q f	0.00833	L/s
		8.33×10^{-6}	m ³ /s
Volumen del Sedimentador	Vol	0.06	m ³
Área del Sedimentador	A	0.30	m ²
Carga Hidráulica Superficial	CHS	2.4	m ³ /m ² *d
Velocidad Horizontal	VH	0.0166	cm/s

Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 03: Diseño del sedimentador secundario tipo 03



Fuente: Elaboración Propia

2. Anexo N° 02: Recolección de datos de cada Indicador

Cuadro N° 24: Recolección de Datos de Ingreso

UNIDADES	BLOQUE 01	FACTOR 01	FACTOR 02	COVARIABLES						VARIABLE	
	SEMANA	CARGA ORGANICA	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	TURBIEDAD	T°	Q (l/seg)	PH	SST (mg/l)	DBO5 (mg/l)	CARGA ORGANICA (kg DBO5 /d)	
1	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	1	CO-1	SED SEC-01	53.87	19.40	0.0125	7.45	12.00	120.80	0.1305
2	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	1	CO-2	SED SEC-02	45.60	19.50	0.0124	7.83	8.00	55.33	0.0593
3	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	1	CO-3	SED SEC-03	43.10	19.00	0.0128	7.32	4.00	103.63	0.1146
4	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	1	CO-4	SED SEC-01	46.50	19.10	0.0132	7.80	16.00	104.30	0.1189
5	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	1	CO-5	SED SEC-02	51.70	19.00	0.0134	7.32	9.33	72.46	0.0839
6	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	1	CO-6	SED SEC-03	42.80	19.40	0.0138	7.42	8.00	66.13	0.0788
7	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	1	CO-7	SED SEC-01	54.20	19.20	0.0117	7.58	7.33	79.13	0.0800
8	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	1	CO-8	SED SEC-02	57.30	19.10	0.0115	7.56	6.00	66.32	0.0659
9	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	1	CO-9	SED SEC-03	58.60	19.50	0.0098	7.34	8.67	56.73	0.0480
10	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	2	CO-1	SED SEC-01	48.50	15.01	0.0117	6.95	22.00	88.76	0.0897
11	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	2	CO-2	SED SEC-02	39.70	16.70	0.0116	6.99	34.00	50.26	0.0504
12	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	2	CO-3	SED SEC-03	40.85	16.80	0.0119	7.01	36.00	50.76	0.0522
13	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	2	CO-4	SED SEC-01	41.20	16.70	0.0123	7.01	30.00	145.49	0.1546
14	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	2	CO-5	SED SEC-02	47.30	16.80	0.0124	7.02	24.00	100.01	0.1071
15	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	2	CO-6	SED SEC-03	39.80	16.80	0.0126	7.03	37.00	108.43	0.1180
16	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	2	CO-7	SED SEC-01	49.70	16.90	0.0105	7.76	41.00	104.26	0.0946
17	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	2	CO-8	SED SEC-02	48.90	16.90	0.0103	7.75	21.00	123.68	0.1101
18	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	2	CO-9	SED SEC-03	46.10	16.70	0.0089	6.98	28.00	137.36	0.1056
19	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	3	CO-1	SED SEC-01	42.10	17.10	0.0043	7.71	22.00	48.93	0.0182

20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	3	CO-2	SED SEC-02	32.50	17.20	0.0043	7.81	34.00	45.70	0.0170
21	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	3	CO-3	SED SEC-03	37.80	17.40	0.0043	7.71	36.00	42.26	0.0157
22	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	3	CO-4	SED SEC-01	37.40	17.20	0.0043	7.66	30.00	40.09	0.0149
23	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	3	CO-5	SED SEC-02	43.10	17.50	0.0043	7.70	24.00	40.33	0.0150
24	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	3	CO-6	SED SEC-03	35.70	17.50	0.0043	7.65	37.00	161.20	0.0599
25	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	3	CO-7	SED SEC-01	42.30	17.80	0.0045	7.79	41.00	65.74	0.0256
26	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	3	CO-8	SED SEC-02	42.30	17.60	0.0045	7.90	21.00	66.04	0.0257
27	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	3	CO-9	SED SEC-03	41.70	17.80	0.0045	7.75	28.00	50.38	0.0196
28	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	4	CO-1	SED SEC-01	36.40	19.70	0.0039	7.00	58.00	185.90	0.0626
29	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	4	CO-2	SED SEC-02	29.40	17.20	0.0032	7.00	30.63	92.39	0.0255
30	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	4	CO-3	SED SEC-03	32.40	16.30	0.0029	7.00	19.44	62.76	0.0157
31	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	4	CO-4	SED SEC-01	33.60	16.50	0.0031	7.00	34.00	104.72	0.0280
32	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	4	CO-5	SED SEC-02	37.60	16.80	0.0038	7.00	32.35	95.09	0.0312
33	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	4	CO-6	SED SEC-03	31.20	16.90	0.0037	7.00	44.00	77.34	0.0247
34	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	4	CO-7	SED SEC-01	38.10	16.10	0.0042	7.00	20.00	86.34	0.0313
35	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	4	CO-8	SED SEC-02	38.60	15.70	0.0041	7.00	16.00	95.17	0.0337
36	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	4	CO-9	SED SEC-03	38.90	15.30	0.0051	7.00	19.50	94.34	0.0416
37	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	5	CO-1	SED SEC-01	33.80	19.20	0.0035	7.00	41.33	151.30	0.0458
38	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	5	CO-2	SED SEC-02	24.20	19.30	0.0021	7.00	33.33	129.85	0.0236
39	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	5	CO-3	SED SEC-03	28.60	19.10	0.0015	7.00	28.00	124.35	0.0161
40	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	5	CO-4	SED SEC-01	29.80	19.20	0.0020	7.00	38.67	150.15	0.0259
41	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	5	CO-5	SED SEC-02	30.80	19.30	0.0034	7.00	38.00	105.72	0.0311
42	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	5	CO-6	SED SEC-03	29.90	19.30	0.0033	7.00	33.00	99.95	0.0285
43	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	5	CO-7	SED SEC-01	35.50	19.20	0.0040	7.00	14.50	53.54	0.0185
44	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	5	CO-8	SED SEC-02	33.90	19.10	0.0039	7.00	14.00	63.75	0.0215
45	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	5	CO-9	SED SEC-03	35.40	19.10	0.0059	7.00	20.00	56.25	0.0287
46	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	6	CO-1	SED SEC-01	40.51	15.01	0.0117	6.95	54.00	140.63	0.1422

47	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	6	CO-2	SED SEC-02	39.80	16.70	0.0116	6.99	31.33	102.13	0.1024
48	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	6	CO-3	SED SEC-03	28.30	16.80	0.0119	7.01	24.00	118.63	0.1220
49	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	6	CO-4	SED SEC-01	32.50	16.70	0.0123	7.01	39.33	113.13	0.1202
50	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	6	CO-5	SED SEC-02	41.60	16.80	0.0124	7.02	37.33	143.63	0.1539
51	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	6	CO-6	SED SEC-03	30.80	16.80	0.0126	7.03	50.00	147.63	0.1607
52	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	6	CO-7	SED SEC-01	39.20	16.70	0.0105	7.76	41.33	131.13	0.1190
53	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	6	CO-8	SED SEC-02	41.50	16.90	0.0103	7.75	26.67	117.63	0.1047
54	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	6	CO-9	SED SEC-03	35.30	16.90	0.0089	6.98	34.67	147.13	0.1131
55	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	7	CO-1	SED SEC-01	43.60	16.90	0.0090	7.86	169.00	199.08	0.1548
56	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	7	CO-2	SED SEC-02	32.80	17.10	0.0110	7.88	52.00	161.41	0.1534
57	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	7	CO-3	SED SEC-03	28.20	16.80	0.0100	7.77	13.33	92.75	0.0801
58	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	7	CO-4	SED SEC-01	40.30	17.10	0.0088	7.71	44.67	143.23	0.1089
59	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	7	CO-5	SED SEC-02	50.70	17.50	0.0089	7.82	58.00	140.58	0.1081
60	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	7	CO-6	SED SEC-03	33.40	17.60	0.0089	7.74	28.00	104.41	0.0803
61	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	7	CO-7	SED SEC-01	42.70	17.40	0.0084	7.91	32.67	197.75	0.1435
62	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	7	CO-8	SED SEC-02	47.80	17.40	0.0083	7.95	24.00	118.55	0.0850
63	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	7	CO-9	SED SEC-03	35.49	17.80	0.0085	7.88	28.00	120.41	0.0884
64	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	8	CO-1	SED SEC-01	32.30	14.60	0.0055	7.81	138.00	128.01	0.0608
65	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	8	CO-2	SED SEC-02	27.60	14.90	0.0057	7.86	64.00	153.01	0.0754
66	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	8	CO-3	SED SEC-03	28.40	15.00	0.0054	7.79	61.00	115.01	0.0537
67	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	8	CO-4	SED SEC-01	31.40	15.10	0.0061	7.71	124.00	101.01	0.0532
68	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	8	CO-5	SED SEC-02	24.60	15.10	0.0060	7.76	57.00	133.01	0.0690
69	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	8	CO-6	SED SEC-03	29.60	15.30	0.0058	7.70	57.00	131.01	0.0657
70	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	8	CO-7	SED SEC-01	36.20	14.50	0.0057	7.86	21.00	132.01	0.0650
71	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	8	CO-8	SED SEC-02	38.70	14.50	0.0054	7.91	19.00	126.51	0.0590
72	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	8	CO-9	SED SEC-03	33.40	15.20	0.0055	7.87	25.00	38.23	0.0182
73	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	9	CO-1	SED SEC-01	45.13	16.50	0.0065	7.40	106.00	153.01	0.0859

74	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	9	CO-2	SED SEC-02	47.21	15.80	0.0063	7.89	75.33	160.51	0.0874
75	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	9	CO-3	SED SEC-03	51.13	15.10	0.0065	7.99	109.33	144.51	0.0812
76	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	9	CO-4	SED SEC-01	42.70	15.10	0.0061	7.89	204.00	144.01	0.0759
77	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	9	CO-5	SED SEC-02	39.80	15.00	0.0063	7.84	56.00	131.51	0.0716
78	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	9	CO-6	SED SEC-03	40.15	14.90	0.0060	7.80	86.00	140.01	0.0726
79	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	9	CO-7	SED SEC-01	38.91	14.40	0.0053	7.82	8.67	100.01	0.0458
80	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	9	CO-8	SED SEC-02	35.73	14.50	0.0055	7.87	13.33	51.01	0.0242
81	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	9	CO-9	SED SEC-03	34.28	14.50	0.0053	7.73	21.33	98.01	0.0449
82	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	10	CO-1	SED SEC-01	40.10	18.30	0.0057	7.51	75.00	65.34	0.0322
83	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	10	CO-2	SED SEC-02	39.50	18.50	0.0056	7.65	61.00	32.96	0.0159
84	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	10	CO-3	SED SEC-03	41.00	18.70	0.0054	7.45	63.00	47.84	0.0223
85	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	10	CO-4	SED SEC-01	35.60	18.60	0.0051	7.31	146.00	28.62	0.0126
86	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	10	CO-5	SED SEC-02	35.70	18.40	0.0052	7.28	60.00	50.69	0.0228
87	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	10	CO-6	SED SEC-03	40.90	18.10	0.0050	7.71	71.00	32.84	0.0142
88	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	10	CO-7	SED SEC-01	34.70	18.30	0.0053	7.48	7.00	45.00	0.0206
89	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	10	CO-8	SED SEC-02	38.20	18.20	0.0053	7.39	15.00	61.36	0.0281
90	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	10	CO-9	SED SEC-03	30.50	18.10	0.0053	7.52	21.00	73.22	0.0335
91	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	11	CO-1	SED SEC-01	43.20	18.90	0.0057	7.51	43.33	112.03	0.0552
92	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	11	CO-2	SED SEC-02	45.28	18.80	0.0053	7.52	47.33	102.03	0.0467
93	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	11	CO-3	SED SEC-03	49.78	18.90	0.0054	7.46	17.33	75.03	0.0350
94	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	11	CO-4	SED SEC-01	38.53	18.70	0.0053	7.28	87.33	151.53	0.0694
95	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	11	CO-5	SED SEC-02	35.46	18.70	0.0056	7.51	63.33	124.03	0.0600
96	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	11	CO-6	SED SEC-03	39.21	18.80	0.0053	7.35	56.00	127.03	0.0582
97	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	11	CO-7	SED SEC-01	30.94	18.90	0.0051	7.53	6.00	125.03	0.0551
98	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	11	CO-8	SED SEC-02	32.18	18.50	0.0053	7.48	16.67	61.28	0.0281
99	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	11	CO-9	SED SEC-03	32.27	18.30	0.0052	7.52	21.33	121.03	0.0544
100	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	12	CO-1	SED SEC-01	34.20	15.70	0.0055	7.90	146.67	153.60	0.0730



101	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	12	CO-2	SED SEC-02	32.00	15.10	0.0053	7.91	38.67	102.21	0.0468
102	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	12	CO-3	SED SEC-03	21.10	15.10	0.0055	7.98	35.33	123.60	0.0587
103	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	12	CO-4	SED SEC-01	35.20	15.10	0.0051	7.96	105.33	155.10	0.0683
104	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	12	CO-5	SED SEC-02	28.50	15.30	0.0052	8.00	84.67	137.60	0.0618
105	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	12	CO-6	SED SEC-03	32.90	15.20	0.0049	8.01	48.67	126.10	0.0534
106	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	12	CO-7	SED SEC-01	26.90	15.00	0.0051	7.96	38.67	126.60	0.0558
107	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	12	CO-8	SED SEC-02	24.00	14.90	0.0050	7.97	25.33	87.52	0.0378
108	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	12	CO-9	SED SEC-03	22.30	14.90	0.0052	7.94	20.00	150.60	0.0677
109	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	13	CO-1	SED SEC-01	46.28	16.20	0.0056	8.03	47.33	70.06	0.0339
110	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	13	CO-2	SED SEC-02	49.23	15.80	0.0058	8.13	18.67	71.56	0.0359
111	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	13	CO-3	SED SEC-03	51.33	15.40	0.0055	8.19	6.67	140.56	0.0668
112	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	13	CO-4	SED SEC-01	37.58	15.90	0.0062	8.04	10.00	92.73	0.0497
113	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	13	CO-5	SED SEC-02	35.46	16.30	0.0061	8.09	10.00	96.06	0.0506
114	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	13	CO-6	SED SEC-03	39.56	16.20	0.0059	8.05	12.67	90.39	0.0461
115	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	13	CO-7	SED SEC-01	30.10	16.60	0.0058	7.60	38.00	143.06	0.0717
116	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	13	CO-8	SED SEC-02	31.50	16.30	0.0055	7.52	26.00	141.06	0.0670
117	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	13	CO-9	SED SEC-03	32.76	16.00	0.0056	7.60	32.67	139.56	0.0675
118	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	14	CO-1	SED SEC-01	44.01	17.40	0.0063	7.92	65.00	108.39	0.0590
119	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	14	CO-2	SED SEC-02	45.23	16.80	0.0060	8.06	43.00	136.14	0.0706
120	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	14	CO-3	SED SEC-03	49.00	16.50	0.0064	8.10	45.00	143.64	0.0794
121	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	14	CO-4	SED SEC-01	39.72	16.50	0.0060	7.99	235.00	233.39	0.1210
122	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	14	CO-5	SED SEC-02	36.64	16.40	0.0058	8.07	90.00	118.89	0.0596
123	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	14	CO-6	SED SEC-03	39.12	16.60	0.0059	8.02	84.00	102.39	0.0522
124	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	14	CO-7	SED SEC-01	30.90	16.60	0.0056	8.10	10.00	78.72	0.0381
125	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	14	CO-8	SED SEC-02	32.00	16.70	0.0052	8.14	10.67	41.06	0.0184
126	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	14	CO-9	SED SEC-03	32.08	16.80	0.0055	8.13	29.33	63.25	0.0301
127	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	15	CO-1	SED SEC-01	42.35	15.20	0.0057	7.60	61.00	130.57	0.0643



128	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	15	CO-2	SED SEC-02	43.45	15.40	0.0053	7.85	100.00	131.07	0.0600
129	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	15	CO-3	SED SEC-03	37.18	15.00	0.0055	7.87	31.00	131.07	0.0623
130	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	15	CO-4	SED SEC-01	38.45	15.40	0.0051	7.84	73.00	226.07	0.0996
131	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	15	CO-5	SED SEC-02	34.83	15.20	0.0052	7.90	133.00	152.07	0.0683
132	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	15	CO-6	SED SEC-03	36.27	15.00	0.0050	7.94	66.00	106.57	0.0460
133	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	15	CO-7	SED SEC-01	29.54	14.90	0.0053	7.97	58.00	102.07	0.0467
134	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	15	CO-8	SED SEC-02	31.62	14.70	0.0049	8.00	56.00	101.15	0.0428
135	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	15	CO-9	SED SEC-03	31.73	14.90	0.0050	7.93	40.00	128.57	0.0555
136	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	16	CO-1	SED SEC-01	40.62	18.80	0.0050	7.78	366.00	296.05	0.1279
137	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	16	CO-2	SED SEC-02	41.94	18.70	0.0055	7.88	70.00	128.05	0.0608
138	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	16	CO-3	SED SEC-03	38.43	18.50	0.0051	7.69	20.00	61.05	0.0269
139	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	16	CO-4	SED SEC-01	36.87	18.40	0.0053	7.88	68.00	106.05	0.0486
140	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	16	CO-5	SED SEC-02	34.69	18.30	0.0052	7.90	117.00	107.55	0.0483
141	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	16	CO-6	SED SEC-03	36.16	18.20	0.0052	8.02	78.00	115.05	0.0517
142	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	16	CO-7	SED SEC-01	29.37	18.80	0.0051	7.72	53.00	101.05	0.0445
143	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	16	CO-8	SED SEC-02	31.45	18.70	0.0052	7.83	31.00	72.80	0.0327
144	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	16	CO-9	SED SEC-03	31.38	18.50	0.0054	7.64	30.00	72.80	0.0340

Fuente: Elaboración Propia



Cuadro N° 25: Recolección de Datos de Salida

UNIDADES	BLOQUE 01	FACTOR 01	FACTOR 02	COVARIABLES					VARIABLE		
	SEMANA	CARGA ORGANICA	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	TURBIEDAD	T°	Q (l/seg)	PH	SST (mg/l)	DBO5 (mg/l)	CARGA ORGANICA(kg DBO5 /d)	
1	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	1	CO-1	SED SEC-01	47.79	18.70	0.0123	7.42	2.00	32.18	0.0342
2	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	1	CO-2	SED SEC-02	39.00	17.80	0.0122	7.33	16.00	40.55	0.0427
3	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	1	CO-3	SED SEC-03	37.40	17.50	0.0127	7.34	2.00	29.42	0.0323
4	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	1	CO-4	SED SEC-01	40.95	17.50	0.0131	7.46	28.00	30.91	0.0350
5	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	1	CO-5	SED SEC-02	49.10	17.40	0.0133	7.50	11.00	34.33	0.0394
6	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	1	CO-6	SED SEC-03	39.60	17.30	0.0132	7.67	4.00	28.94	0.0330
7	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	1	CO-7	SED SEC-01	48.90	17.20	0.0105	7.52	2.00	19.93	0.0181
8	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	1	CO-8	SED SEC-02	51.55	17.30	0.0114	7.46	3.00	45.63	0.0449
9	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	1	CO-9	SED SEC-03	53.95	17.30	0.0092	7.41	4.00	26.90	0.0214
10	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	2	CO-1	SED SEC-01	43.40	16.50	0.0116	7.70	4.00	33.18	0.0333
11	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	2	CO-2	SED SEC-02	34.45	16.40	0.0115	7.72	4.00	32.68	0.0325
12	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	2	CO-3	SED SEC-03	38.63	16.30	0.0118	7.69	6.00	33.51	0.0342
13	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	2	CO-4	SED SEC-01	37.00	16.60	0.0122	7.65	42.00	33.34	0.0351
14	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	2	CO-5	SED SEC-02	40.95	16.70	0.0123	7.71	26.00	33.34	0.0354
15	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	2	CO-6	SED SEC-03	34.65	16.80	0.0125	7.72	11.00	33.68	0.0364
16	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	2	CO-7	SED SEC-01	43.95	16.60	0.0100	7.72	1.00	33.34	0.0288
17	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	2	CO-8	SED SEC-02	43.20	16.50	0.0102	7.62	8.00	30.18	0.0266
18	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	2	CO-9	SED SEC-03	40.75	16.40	0.0088	7.75	11.00	33.01	0.0251
19	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	3	CO-1	SED SEC-01	40.00	16.80	0.0043	7.65	27.50	30.91	0.0115
20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	3	CO-2	SED SEC-02	30.80	16.90	0.0043	7.57	66.67	27.93	0.0104
21	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	3	CO-3	SED SEC-03	33.65	16.80	0.0043	7.49	35.00	35.25	0.0131
22	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	3	CO-4	SED SEC-01	33.60	16.60	0.0043	7.55	45.33	32.82	0.0122

23	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	3	CO-5	SED SEC-02	39.90	16.70	0.0043	7.63	53.33	31.30	0.0116
24	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	3	CO-6	SED SEC-03	32.55	16.90	0.0043	7.67	37.00	31.70	0.0118
25	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	3	CO-7	SED SEC-01	39.55	16.60	0.0045	7.73	27.00	29.87	0.0116
26	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	3	CO-8	SED SEC-02	38.25	16.90	0.0045	7.69	27.65	30.87	0.0120
27	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	3	CO-9	SED SEC-03	40.15	16.80	0.0045	7.75	19.50	28.84	0.0112
28	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	4	CO-1	SED SEC-01	32.95	15.40	0.0037	7.00	15.50	30.91	0.0099
29	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	4	CO-2	SED SEC-02	28.75	15.30	0.0032	7.00	27.00	27.93	0.0077
30	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	4	CO-3	SED SEC-03	31.00	15.40	0.0028	7.00	13.00	35.25	0.0085
31	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	4	CO-4	SED SEC-01	31.00	15.90	0.0032	7.00	28.50	32.82	0.0091
32	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	4	CO-5	SED SEC-02	32.05	15.80	0.0035	7.00	16.50	31.30	0.0095
33	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	4	CO-6	SED SEC-03	29.25	15.90	0.0032	7.00	17.50	31.70	0.0088
34	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	4	CO-7	SED SEC-01	29.60	16.30	0.0041	7.00	21.00	29.87	0.0106
35	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	4	CO-8	SED SEC-02	29.75	15.80	0.0040	7.00	21.50	30.87	0.0107
36	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	4	CO-9	SED SEC-03	32.25	15.80	0.0048	7.00	16.50	28.84	0.0120
37	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	5	CO-1	SED SEC-01	29.05	23.00	0.0031	7.00	23.33	30.64	0.0082
38	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	5	CO-2	SED SEC-02	24.00	20.10	0.0021	7.00	20.00	37.26	0.0068
39	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	5	CO-3	SED SEC-03	26.00	20.00	0.0024	7.00	11.50	31.59	0.0065
40	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	5	CO-4	SED SEC-01	25.35	19.30	0.0021	7.00	34.00	31.11	0.0056
41	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	5	CO-5	SED SEC-02	19.49	18.80	0.0018	7.00	39.00	28.44	0.0044
42	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	5	CO-6	SED SEC-03	17.32	23.40	0.0021	7.00	21.00	29.70	0.0054
43	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	5	CO-7	SED SEC-01	25.51	19.20	0.0037	7.00	14.00	26.24	0.0084
44	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	5	CO-8	SED SEC-02	21.17	18.50	0.0043	7.00	13.50	22.63	0.0084
45	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	5	CO-9	SED SEC-03	26.67	17.90	0.0045	7.00	19.00	28.91	0.0112
46	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	6	CO-1	SED SEC-01	38.06	16.50	0.0116	7.70	28.00	32.18	0.0323
47	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	6	CO-2	SED SEC-02	33.50	16.40	0.0115	7.72	17.50	38.17	0.0379
48	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	6	CO-3	SED SEC-03	26.30	16.30	0.0118	7.69	10.50	29.42	0.0300
49	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	6	CO-4	SED SEC-01	30.95	16.60	0.0122	7.65	27.50	30.91	0.0326



50	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	6	CO-5	SED SEC-02	34.00	16.70	0.0123	7.71	25.00	34.33	0.0365
51	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	6	CO-6	SED SEC-03	26.80	16.80	0.0125	7.72	38.00	28.94	0.0313
52	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	6	CO-7	SED SEC-01	29.30	16.60	0.0100	7.72	56.00	19.93	0.0172
53	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	6	CO-8	SED SEC-02	38.05	16.50	0.0102	7.62	46.00	45.63	0.0402
54	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	6	CO-9	SED SEC-03	27.90	16.40	0.0088	7.75	47.00	26.90	0.0205
55	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	7	CO-1	SED SEC-01	26.30	18.00	0.0074	7.88	60.00	30.88	0.0197
56	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	7	CO-2	SED SEC-02	20.62	17.40	0.0074	7.80	22.67	51.88	0.0332
57	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	7	CO-3	SED SEC-03	17.05	17.40	0.0074	7.68	20.00	40.21	0.0257
58	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	7	CO-4	SED SEC-01	26.83	16.70	0.0074	7.77	44.00	31.77	0.0203
59	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	7	CO-5	SED SEC-02	30.43	16.60	0.0074	7.76	13.33	29.87	0.0191
60	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	7	CO-6	SED SEC-03	25.76	17.00	0.0074	7.81	21.33	32.32	0.0207
61	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	7	CO-7	SED SEC-01	31.70	17.10	0.0057	7.90	18.00	28.88	0.0142
62	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	7	CO-8	SED SEC-02	29.27	17.00	0.0057	7.97	23.50	34.91	0.0172
63	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	7	CO-9	SED SEC-03	29.75	17.10	0.0057	7.82	15.50	33.71	0.0166
64	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	8	CO-1	SED SEC-01	22.50	14.90	0.0052	7.32	48.00	19.07	0.0086
65	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	8	CO-2	SED SEC-02	19.45	14.70	0.0054	7.40	19.00	41.76	0.0195
66	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	8	CO-3	SED SEC-03	18.85	14.90	0.0052	7.58	16.00	22.65	0.0102
67	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	8	CO-4	SED SEC-01	20.41	15.10	0.0059	7.61	57.00	25.42	0.0130
68	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	8	CO-5	SED SEC-02	17.36	15.20	0.0058	7.61	22.00	21.22	0.0106
69	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	8	CO-6	SED SEC-03	20.85	14.50	0.0057	7.33	21.00	19.70	0.0097
70	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	8	CO-7	SED SEC-01	23.65	14.00	0.0056	7.54	12.00	21.52	0.0104
71	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	8	CO-8	SED SEC-02	24.45	15.10	0.0053	7.38	16.00	21.60	0.0099
72	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	8	CO-9	SED SEC-03	21.31	15.20	0.0054	7.27	11.00	21.65	0.0101
73	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	9	CO-1	SED SEC-01	33.78	15.80	0.0063	7.60	35.33	38.30	0.0208
74	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	9	CO-2	SED SEC-02	34.29	15.00	0.0061	7.79	16.00	26.81	0.0141
75	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	9	CO-3	SED SEC-03	37.31	14.90	0.0063	7.81	11.33	24.84	0.0135
76	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	9	CO-4	SED SEC-01	32.71	14.90	0.0059	7.74	70.67	43.81	0.0223

77	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	9	CO-5	SED SEC-02	34.13	15.10	0.0061	7.76	30.67	43.01	0.0227
78	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	9	CO-6	SED SEC-03	33.14	15.10	0.0058	7.72	20.00	27.68	0.0139
79	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	9	CO-7	SED SEC-01	27.82	15.30	0.0051	7.89	6.67	25.84	0.0114
80	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	9	CO-8	SED SEC-02	26.97	15.40	0.0053	7.91	8.00	39.15	0.0179
81	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	9	CO-9	SED SEC-03	26.37	15.10	0.0052	7.84	6.00	24.59	0.0110
82	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	10	CO-1	SED SEC-01	38.30	17.50	0.0055	7.51	30.00	27.08	0.0129
83	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	10	CO-2	SED SEC-02	35.45	17.80	0.0054	7.43	22.00	23.59	0.0110
84	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	10	CO-3	SED SEC-03	39.70	18.10	0.0052	7.51	9.00	27.66	0.0124
85	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	10	CO-4	SED SEC-01	36.05	17.90	0.0050	7.43	46.00	25.73	0.0111
86	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	10	CO-5	SED SEC-02	32.85	18.10	0.0051	7.51	34.00	25.35	0.0112
87	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	10	CO-6	SED SEC-03	36.80	17.80	0.0049	7.45	26.00	24.71	0.0105
88	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	10	CO-7	SED SEC-01	25.02	16.50	0.0052	7.86	12.00	25.46	0.0114
89	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	10	CO-8	SED SEC-02	29.21	16.70	0.0051	7.33	15.00	24.10	0.0106
90	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	10	CO-9	SED SEC-03	22.91	16.90	0.0052	7.45	27.00	28.29	0.0127
91	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	11	CO-1	SED SEC-01	31.76	18.00	0.0055	7.51	24.00	21.97	0.0104
92	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	11	CO-2	SED SEC-02	35.34	18.20	0.0051	7.81	28.00	36.32	0.0160
93	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	11	CO-3	SED SEC-03	35.54	18.10	0.0052	7.63	6.00	21.32	0.0096
94	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	11	CO-4	SED SEC-01	29.07	18.00	0.0051	7.54	21.00	21.62	0.0095
95	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	11	CO-5	SED SEC-02	27.98	17.90	0.0054	7.41	38.00	20.53	0.0096
96	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	11	CO-6	SED SEC-03	28.82	17.90	0.0052	7.35	31.00	23.27	0.0105
97	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	11	CO-7	SED SEC-01	23.33	18.00	0.0050	7.31	17.00	24.40	0.0105
98	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	11	CO-8	SED SEC-02	24.80	18.10	0.0052	7.42	21.00	31.03	0.0139
99	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	11	CO-9	SED SEC-03	24.30	17.90	0.0051	7.81	48.00	29.48	0.0130
100	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	12	CO-1	SED SEC-01	33.30	15.40	0.0054	7.95	19.00	31.85	0.0149
101	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	12	CO-2	SED SEC-02	29.85	15.10	0.0052	7.97	10.00	29.77	0.0134
102	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	12	CO-3	SED SEC-03	20.10	15.20	0.0054	7.95	12.00	31.10	0.0145
103	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	12	CO-4	SED SEC-01	33.80	15.20	0.0050	7.97	25.00	32.45	0.0140



104	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	12	CO-5	SED SEC-02	27.50	15.50	0.0052	7.98	10.00	28.60	0.0128
105	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	12	CO-6	SED SEC-03	31.55	15.50	0.0048	8.00	16.00	35.77	0.0148
106	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	12	CO-7	SED SEC-01	24.05	15.40	0.0050	7.99	11.00	27.61	0.0119
107	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	12	CO-8	SED SEC-02	20.41	15.20	0.0049	7.98	20.00	24.64	0.0104
108	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	12	CO-9	SED SEC-03	20.90	15.20	0.0051	7.95	16.00	32.30	0.0142
109	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	13	CO-1	SED SEC-01	34.29	15.40	0.0054	7.62	16.00	36.57	0.0171
110	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	13	CO-2	SED SEC-02	36.00	15.70	0.0057	7.59	20.00	24.84	0.0122
111	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	13	CO-3	SED SEC-03	36.37	15.60	0.0053	7.63	6.00	36.20	0.0166
112	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	13	CO-4	SED SEC-01	28.60	15.40	0.0061	7.48	12.00	32.84	0.0173
113	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	13	CO-5	SED SEC-02	28.49	15.40	0.0057	7.55	15.00	29.75	0.0147
114	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	13	CO-6	SED SEC-03	28.45	15.50	0.0057	7.69	13.00	35.97	0.0177
115	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	13	CO-7	SED SEC-01	22.69	15.60	0.0056	7.48	9.00	32.53	0.0157
116	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	13	CO-8	SED SEC-02	23.99	15.60	0.0053	7.77	58.00	31.12	0.0143
117	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	13	CO-9	SED SEC-03	25.11	15.40	0.0054	6.65	14.00	34.74	0.0162
118	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	14	CO-1	SED SEC-01	32.17	16.70	0.0058	8.01	118.00	45.46	0.0226
119	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	14	CO-2	SED SEC-02	35.12	16.40	0.0042	7.97	43.00	25.39	0.0092
120	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	14	CO-3	SED SEC-03	35.16	16.50	0.0051	7.91	20.00	27.53	0.0122
121	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	14	CO-4	SED SEC-01	29.36	16.60	0.0052	7.88	84.00	26.65	0.0120
122	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	14	CO-5	SED SEC-02	28.82	16.50	0.0051	7.95	47.00	25.18	0.0111
123	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	14	CO-6	SED SEC-03	28.92	16.50	0.0047	7.94	68.00	25.16	0.0102
124	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	14	CO-7	SED SEC-01	23.16	16.50	0.0046	8.00	25.33	21.09	0.0083
125	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	14	CO-8	SED SEC-02	24.00	16.50	0.0044	8.00	18.00	19.07	0.0073
126	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	14	CO-9	SED SEC-03	24.75	16.70	0.0041	7.97	27.33	24.16	0.0086
127	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	15	CO-1	SED SEC-01	31.30	15.40	0.0055	7.86	72.00	48.14	0.0229
128	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	15	CO-2	SED SEC-02	34.09	15.00	0.0052	7.91	63.00	26.07	0.0117
129	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	15	CO-3	SED SEC-03	28.71	14.80	0.0054	7.96	33.00	28.26	0.0132
130	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	15	CO-4	SED SEC-01	28.53	14.60	0.0050	7.90	115.00	27.76	0.0120

131	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	15	CO-5	SED SEC-02	27.68	14.70	0.0051	7.96	30.00	24.24	0.0107
132	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	15	CO-6	SED SEC-03	27.10	14.70	0.0049	7.92	47.00	25.98	0.0110
133	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	15	CO-7	SED SEC-01	22.45	14.70	0.0052	7.84	3.00	23.58	0.0106
134	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	15	CO-8	SED SEC-02	23.63	14.50	0.0048	7.96	37.00	21.13	0.0088
135	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	15	CO-9	SED SEC-03	24.55	14.70	0.0049	7.92	45.00	27.27	0.0115
136	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	16	CO-1	SED SEC-01	30.13	17.90	0.0049	7.49	104.00	62.38	0.0264
137	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	16	CO-2	SED SEC-02	32.75	18.00	0.0053	7.86	95.00	41.93	0.0192
138	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	16	CO-3	SED SEC-03	29.18	18.00	0.0050	7.75	16.00	36.93	0.0160
139	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	16	CO-4	SED SEC-01	27.65	17.90	0.0053	7.53	67.00	32.07	0.0147
140	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	16	CO-5	SED SEC-02	27.18	18.00	0.0050	7.64	52.00	35.60	0.0154
141	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	16	CO-6	SED SEC-03	26.80	18.10	0.0051	8.00	63.00	30.01	0.0132
142	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	16	CO-7	SED SEC-01	22.33	18.90	0.0050	7.83	28.00	20.99	0.0091
143	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	16	CO-8	SED SEC-02	23.41	18.90	0.0051	7.91	18.00	46.88	0.0207
144	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	16	CO-9	SED SEC-03	24.13	18.80	0.0053	7.81	13.00	27.96	0.0128

Cuadro N° 26: Resumen de Variación de Datos

UNIDADES	BLOQUE 01	FACTOR 01	FACTOR 02	COVARIABLES						VARIABLE	
	SEMANA	CARGA ORGANICA	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	% REMOCION TURBIEDAD	T° PROM.	Q (l/seg) PROM	PH PROM	% REMOCION SST (mg/l)	% REMOCION DBO5 (mg/l)	% REMOCION CO (kg DBO5/d)	
1	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	1	CO-1	SED SEC-01	11.30	19.05	0.0124	7.44	83.33	73.36	73.78
2	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	1	CO-2	SED SEC-02	14.47	18.65	0.0123	7.58	-100.00	26.72	27.90
3	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	1	CO-3	SED SEC-03	13.23	18.25	0.0128	7.33	50.00	71.61	71.84
4	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	1	CO-4	SED SEC-01	11.94	18.30	0.0132	7.63	-75.00	70.36	70.58
5	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	1	CO-5	SED SEC-02	5.03	18.20	0.0134	7.41	-17.86	52.63	52.98
6	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	1	CO-6	SED SEC-03	7.48	18.35	0.0135	7.55	50.00	56.23	58.13
7	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	1	CO-7	SED SEC-01	9.78	18.20	0.0111	7.55	72.73	74.81	77.40
8	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	1	CO-8	SED SEC-02	10.03	18.20	0.0115	7.51	50.00	31.20	31.80
9	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	1	CO-9	SED SEC-03	7.94	18.40	0.0095	7.38	53.85	52.58	55.48
10	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	2	CO-1	SED SEC-01	10.52	15.76	0.0117	7.33	81.82	62.62	62.94
11	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	2	CO-2	SED SEC-02	13.22	16.55	0.0116	7.36	88.24	34.98	35.55
12	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	2	CO-3	SED SEC-03	5.45	16.55	0.0119	7.35	83.33	33.98	34.54
13	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	2	CO-4	SED SEC-01	10.19	16.65	0.0123	7.33	-40.00	77.08	77.27
14	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	2	CO-5	SED SEC-02	13.42	16.75	0.0124	7.37	-8.33	66.66	66.93
15	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	2	CO-6	SED SEC-03	12.94	16.80	0.0126	7.38	70.27	68.94	69.19
16	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	2	CO-7	SED SEC-01	11.57	16.75	0.0103	7.74	97.56	68.02	69.54
17	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	2	CO-8	SED SEC-02	11.66	16.70	0.0103	7.69	61.90	75.60	75.84
18	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	2	CO-9	SED SEC-03	11.61	16.55	0.0089	7.37	60.71	75.97	76.24
19	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	3	CO-1	SED SEC-01	4.99	16.95	0.0043	7.68	-25.00	36.83	36.83
20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	3	CO-2	SED SEC-02	5.23	17.05	0.0043	7.69	-96.08	38.89	38.89

21	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	3	CO-3	SED SEC-03	10.98	17.10	0.0043	7.60	2.78	16.60	16.60
22	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	3	CO-4	SED SEC-01	10.16	16.90	0.0043	7.61	-51.11	18.13	18.13
23	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	3	CO-5	SED SEC-02	7.42	17.10	0.0043	7.67	-122.22	22.39	22.39
24	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	3	CO-6	SED SEC-03	8.82	17.20	0.0043	7.66	0.00	80.34	80.34
25	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	3	CO-7	SED SEC-01	6.50	17.20	0.0045	7.76	34.15	54.57	54.57
26	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	3	CO-8	SED SEC-02	9.57	17.25	0.0045	7.80	-31.65	53.26	53.26
27	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	3	CO-9	SED SEC-03	3.72	17.30	0.0045	7.75	30.36	42.76	42.76
28	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	4	CO-1	SED SEC-01	9.48	17.55	0.0038	7.00	73.28	83.37	84.22
29	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	4	CO-2	SED SEC-02	2.21	16.25	0.0032	7.00	11.84	69.77	69.77
30	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	4	CO-3	SED SEC-03	4.32	15.85	0.0029	7.00	33.14	43.83	45.77
31	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	4	CO-4	SED SEC-01	7.74	16.20	0.0032	7.00	16.18	68.66	67.64
32	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	4	CO-5	SED SEC-02	14.76	16.30	0.0037	7.00	49.00	67.08	69.68
33	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	4	CO-6	SED SEC-03	6.25	16.40	0.0035	7.00	60.23	59.02	64.56
34	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	4	CO-7	SED SEC-01	22.31	16.20	0.0042	7.00	-5.00	65.41	66.23
35	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	4	CO-8	SED SEC-02	22.93	15.75	0.0041	7.00	-34.38	67.57	68.36
36	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	4	CO-9	SED SEC-03	17.10	15.55	0.0050	7.00	15.38	69.43	71.23
37	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	5	CO-1	SED SEC-01	14.05	21.10	0.0033	7.00	43.55	79.75	82.06
38	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	5	CO-2	SED SEC-02	0.83	19.70	0.0021	7.00	40.00	71.31	71.31
39	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	5	CO-3	SED SEC-03	9.09	19.55	0.0020	7.00	58.93	74.60	59.36
40	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	5	CO-4	SED SEC-01	14.93	19.25	0.0021	7.00	12.07	79.28	78.24
41	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	5	CO-5	SED SEC-02	36.72	19.05	0.0026	7.00	-2.63	73.10	85.76
42	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	5	CO-6	SED SEC-03	42.07	21.35	0.0027	7.00	36.36	70.29	81.09
43	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	5	CO-7	SED SEC-01	28.15	19.20	0.0039	7.00	3.45	50.98	54.66
44	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	5	CO-8	SED SEC-02	37.55	18.80	0.0041	7.00	3.57	64.50	60.86
45	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	5	CO-9	SED SEC-03	24.68	18.50	0.0052	7.00	5.00	48.60	60.79

46	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	6	CO-1	SED SEC-01	6.06	15.76	0.0117	7.33	48.15	77.11	77.31
47	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	6	CO-2	SED SEC-02	15.83	16.55	0.0116	7.36	44.15	62.63	62.95
48	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	6	CO-3	SED SEC-03	7.07	16.55	0.0119	7.35	56.25	75.20	75.41
49	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	6	CO-4	SED SEC-01	4.77	16.65	0.0123	7.33	30.08	72.67	72.90
50	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	6	CO-5	SED SEC-02	18.27	16.75	0.0124	7.37	33.04	76.10	76.29
51	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	6	CO-6	SED SEC-03	12.99	16.80	0.0126	7.38	24.00	80.39	80.55
52	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	6	CO-7	SED SEC-01	25.26	16.65	0.0103	7.74	-35.48	84.80	85.53
53	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	6	CO-8	SED SEC-02	8.31	16.70	0.0103	7.69	-72.50	61.21	61.59
54	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	6	CO-9	SED SEC-03	20.96	16.65	0.0089	7.37	-35.58	81.72	81.92
55	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	7	CO-1	SED SEC-01	39.68	17.45	0.0082	7.87	64.50	84.49	87.25
56	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	7	CO-2	SED SEC-02	37.13	17.25	0.0092	7.84	56.41	67.86	78.38
57	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	7	CO-3	SED SEC-03	39.54	17.10	0.0087	7.73	-50.00	56.65	67.92
58	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	7	CO-4	SED SEC-01	33.42	16.90	0.0081	7.74	1.49	77.82	81.35
59	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	7	CO-5	SED SEC-02	39.98	17.05	0.0082	7.79	77.01	78.76	82.34
60	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	7	CO-6	SED SEC-03	22.89	17.30	0.0082	7.78	23.81	69.04	74.26
61	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	7	CO-7	SED SEC-01	25.76	17.25	0.0071	7.91	44.90	85.40	90.09
62	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	7	CO-8	SED SEC-02	38.78	17.20	0.0070	7.96	2.08	70.55	79.78
63	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	7	CO-9	SED SEC-03	16.19	17.45	0.0071	7.85	44.64	72.01	81.23
64	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	8	CO-1	SED SEC-01	30.34	14.75	0.0054	7.57	65.22	85.10	85.92
65	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	8	CO-2	SED SEC-02	29.53	14.80	0.0056	7.63	70.31	72.71	74.14
66	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	8	CO-3	SED SEC-03	33.63	14.95	0.0053	7.69	73.77	80.30	81.03
67	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	8	CO-4	SED SEC-01	35.02	15.10	0.0060	7.66	54.03	74.83	75.66
68	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	8	CO-5	SED SEC-02	29.43	15.15	0.0059	7.69	61.40	84.04	84.57
69	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	8	CO-6	SED SEC-03	29.56	14.90	0.0058	7.52	63.16	84.97	85.23
70	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	8	CO-7	SED SEC-01	34.67	14.25	0.0057	7.70	42.86	83.69	83.98

71	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	8	CO-8	SED SEC-02	36.82	14.80	0.0054	7.65	15.79	82.93	83.25
72	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	8	CO-9	SED SEC-03	36.21	15.20	0.0055	7.57	56.00	43.36	44.39
73	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	9	CO-1	SED SEC-01	25.15	16.15	0.0064	7.50	66.67	74.97	75.74
74	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	9	CO-2	SED SEC-02	27.38	15.40	0.0062	7.84	78.76	83.30	83.83
75	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	9	CO-3	SED SEC-03	27.04	15.00	0.0064	7.90	89.63	82.81	83.34
76	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	9	CO-4	SED SEC-01	23.41	15.00	0.0060	7.82	65.36	69.58	70.58
77	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	9	CO-5	SED SEC-02	14.25	15.05	0.0062	7.80	45.24	67.30	68.33
78	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	9	CO-6	SED SEC-03	17.46	15.00	0.0059	7.76	76.74	80.23	80.89
79	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	9	CO-7	SED SEC-01	28.50	14.85	0.0052	7.86	23.08	74.16	75.13
80	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	9	CO-8	SED SEC-02	24.53	14.95	0.0054	7.89	40.00	23.26	26.05
81	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	9	CO-9	SED SEC-03	23.07	14.80	0.0053	7.79	71.88	74.91	75.38
82	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	10	CO-1	SED SEC-01	4.49	17.90	0.0056	7.51	60.00	58.55	60.01
83	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	10	CO-2	SED SEC-02	10.25	18.15	0.0055	7.54	63.93	28.42	30.98
84	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	10	CO-3	SED SEC-03	3.17	18.40	0.0053	7.48	85.71	42.18	44.32
85	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	10	CO-4	SED SEC-01	-1.26	18.25	0.0051	7.37	68.49	10.11	11.88
86	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	10	CO-5	SED SEC-02	7.98	18.25	0.0052	7.40	43.33	49.99	50.95
87	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	10	CO-6	SED SEC-03	10.02	17.95	0.0050	7.58	63.38	24.74	26.25
88	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	10	CO-7	SED SEC-01	27.91	17.40	0.0053	7.67	-71.43	43.41	44.48
89	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	10	CO-8	SED SEC-02	23.55	17.45	0.0052	7.36	0.00	60.71	62.20
90	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	10	CO-9	SED SEC-03	24.90	17.50	0.0053	7.49	-28.57	61.36	62.09
91	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	11	CO-1	SED SEC-01	26.49	18.45	0.0056	7.51	44.62	80.39	81.07
92	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	11	CO-2	SED SEC-02	21.95	18.50	0.0052	7.67	40.85	64.41	65.75
93	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	11	CO-3	SED SEC-03	28.61	18.50	0.0053	7.55	65.38	71.59	72.64
94	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	11	CO-4	SED SEC-01	24.55	18.35	0.0052	7.41	75.95	85.73	86.27
95	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	11	CO-5	SED SEC-02	21.09	18.30	0.0055	7.46	40.00	83.45	84.04



96	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	11	CO-6	SED SEC-03	26.50	18.35	0.0053	7.35	44.64	81.68	82.02
97	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	11	CO-7	SED SEC-01	24.60	18.45	0.0051	7.42	-183.33	80.48	80.87
98	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	11	CO-8	SED SEC-02	22.93	18.30	0.0053	7.45	-26.00	49.36	50.31
99	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	11	CO-9	SED SEC-03	24.70	18.10	0.0052	7.67	-125.00	75.64	76.11
100	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	12	CO-1	SED SEC-01	2.63	15.55	0.0055	7.93	87.05	79.26	79.64
101	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	12	CO-2	SED SEC-02	6.72	15.10	0.0053	7.94	74.14	70.88	71.43
102	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	12	CO-3	SED SEC-03	4.74	15.15	0.0055	7.97	66.04	74.84	75.30
103	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	12	CO-4	SED SEC-01	3.98	15.15	0.0051	7.97	76.27	79.08	79.49
104	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	12	CO-5	SED SEC-02	3.51	15.40	0.0052	7.99	88.19	79.22	79.22
105	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	12	CO-6	SED SEC-03	4.10	15.35	0.0049	8.01	67.12	71.63	72.21
106	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	12	CO-7	SED SEC-01	10.59	15.20	0.0051	7.98	71.55	78.19	78.62
107	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	12	CO-8	SED SEC-02	14.98	15.05	0.0050	7.98	21.05	71.85	72.41
108	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	12	CO-9	SED SEC-03	6.28	15.05	0.0052	7.95	20.00	78.55	78.96
109	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	13	CO-1	SED SEC-01	25.91	15.80	0.0055	7.83	66.20	47.80	49.66
110	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	13	CO-2	SED SEC-02	26.88	15.75	0.0058	7.86	-7.14	65.29	65.89
111	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	13	CO-3	SED SEC-03	29.15	15.50	0.0054	7.91	10.00	74.24	75.18
112	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	13	CO-4	SED SEC-01	23.90	15.65	0.0062	7.76	-20.00	64.58	65.15
113	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	13	CO-5	SED SEC-02	19.67	15.85	0.0059	7.82	-50.00	69.03	71.06
114	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	13	CO-6	SED SEC-03	28.08	15.85	0.0058	7.87	-2.63	60.21	61.56
115	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	13	CO-7	SED SEC-01	24.63	16.10	0.0057	7.54	76.32	77.26	78.05
116	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	13	CO-8	SED SEC-02	23.84	15.95	0.0054	7.65	-123.08	77.94	78.74
117	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	13	CO-9	SED SEC-03	23.35	15.70	0.0055	7.13	57.14	75.11	76.00
118	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	14	CO-1	SED SEC-01	26.91	17.05	0.0060	7.97	-81.54	58.06	61.70
119	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	14	CO-2	SED SEC-02	22.36	16.60	0.0051	8.02	0.00	81.35	86.95
120	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	14	CO-3	SED SEC-03	28.26	16.50	0.0058	8.01	55.56	80.83	84.67



121	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	14	CO-4	SED SEC-01	26.08	16.55	0.0056	7.94	64.26	88.58	90.10
122	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	14	CO-5	SED SEC-02	21.34	16.45	0.0055	8.01	47.78	78.82	81.38
123	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	14	CO-6	SED SEC-03	26.07	16.55	0.0053	7.98	19.05	75.43	80.43
124	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	14	CO-7	SED SEC-01	25.06	16.55	0.0051	8.05	-153.33	73.20	78.13
125	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	14	CO-8	SED SEC-02	25.00	16.60	0.0048	8.07	-68.75	53.55	60.52
126	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	14	CO-9	SED SEC-03	22.85	16.75	0.0048	8.05	6.82	61.80	71.52
127	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	15	CO-1	SED SEC-01	26.09	15.30	0.0056	7.73	-18.03	63.13	64.43
128	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	15	CO-2	SED SEC-02	21.54	15.20	0.0053	7.88	37.00	80.11	80.49
129	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	15	CO-3	SED SEC-03	22.78	14.90	0.0055	7.92	-6.45	78.44	78.83
130	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	15	CO-4	SED SEC-01	25.80	15.00	0.0051	7.87	-57.53	87.72	87.96
131	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	15	CO-5	SED SEC-02	20.54	14.95	0.0052	7.93	77.44	84.06	84.37
132	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	15	CO-6	SED SEC-03	25.28	14.85	0.0050	7.93	28.79	75.62	76.11
133	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	15	CO-7	SED SEC-01	24.02	14.80	0.0053	7.91	94.83	76.89	77.33
134	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	15	CO-8	SED SEC-02	25.27	14.60	0.0049	7.98	33.93	79.11	79.54
135	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	15	CO-9	SED SEC-03	22.64	14.80	0.0050	7.93	-12.50	78.79	79.21
136	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 01	16	CO-1	SED SEC-01	25.82	18.35	0.0050	7.64	71.58	78.93	79.35
137	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 02	16	CO-2	SED SEC-02	21.91	18.35	0.0054	7.87	-35.71	67.25	68.44
138	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 03	16	CO-3	SED SEC-03	24.07	18.25	0.0051	7.72	20.00	39.51	40.69
139	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 04	16	CO-4	SED SEC-01	25.02	18.15	0.0053	7.71	1.47	69.76	69.76
140	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 05	16	CO-5	SED SEC-02	21.66	18.15	0.0051	7.77	55.56	66.90	68.17
141	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 06	16	CO-6	SED SEC-03	25.90	18.15	0.0052	8.01	19.23	73.92	74.42
142	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 07	16	CO-7	SED SEC-01	23.99	18.85	0.0051	7.78	47.17	79.23	79.63
143	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 08	16	CO-8	SED SEC-02	25.56	18.80	0.0052	7.87	41.94	35.60	36.84
144	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 09	16	CO-9	SED SEC-03	23.12	18.65	0.0054	7.73	56.67	61.59	62.30

Fuente: Elaboración Propia



3. Anexo N° 03: Estudio Estadístico

3.1. Reportes Estadísticos según las Cargas Hidráulicas de los Tipo de Sedimentadores secundarios.

a) MODELO DE EFECTOS MIXTOS

CO (%Remisión) versus Q (Variación); DBO5 (%Remisión); Carga Orgánica; Tipo de Sedimentador Secundario (CH)

Tabla 17: Información Estadística del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Sedimentadores Secundarios	Aleatorio	9	CO-1; CO-2; CO-3; CO-4; CO-5; CO-6; CO-7; CO-8; CO-9
CH - Tipo Sedimentador Secundario	Fijo	3	SED SEC-01; SED SEC-02; SED SEC-03

Fuente: Reporte Estadístico.

Tabla 18: Componentes de la varianza estadística

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
Sedimentadores Secundarios	0.000000	0.00%	*	*	*
Error	0.000014	100.00%	0.000002	8.485281	0.000
Total	0.000014				

Fuente: Reporte Estadístico.

En los resultados se muestra que Carga Orgánica es el termino aleatorio y el valor de P no es significativa por lo tanto no hay suficiente evidencia para concluir que las distintas cargas orgánicas contribuyen al % de Remoción en los Sedimentadores Secundarios.

Tabla 19: Pruebas de efectos fijos

Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p
Tipo Sedimentador Secundario - CH	2.00	144.00	2.31	0.103
Q (%Remoción)	1.00	144.00	2439.44	0.000
DBO5 (%Remoción)	1.00	144.00	783.28	0.000

Fuente: Reporte Estadístico.

El tipo de Sedimentador secundario es el termino de factor fijo y el valor de P del término es mayor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna, se concluye que todas las medias de nivel son iguales lo que significa que el sedimentador secundario no tiene un efecto en el % de Remoción.

Para el caso de la covariables Caudal (Q) y la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) se concluye que existe una asociación estadísticamente significativa entre la respuesta y ambos términos.

Tabla 20: Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	AICc	BIC
0.0037288	95.77%	95.65%	-1186.92	-1166.96

Fuente: Reporte Estadístico.

En los resultados se muestra; la desviación estándar estimada (S) del término error aleatorio es 0.0037. El modelo explica el 95.77% del % de Remoción. Después de ajustar para el número de parámetros del factor fijo incluidos en el modelo, el porcentaje se reduce a 95.65%.

Tabla 21: Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-0.033503	0.001471	144.00	-22.776632	0.000
Sedimentador Secundario					
SED SEC-01	-0.000895	0.000443	144.00	-2.018205	0.045
SED SEC-02	0.000739	0.000445	144.00	1.661031	0.099
Q (Variación)	5.549777	0.112365	144.00	49.390643	0.000
DBO5 (%Remoción)	0.000522	0.000019	144.00	27.987113	0.000

Fuente: Reporte Estadístico.

De los 3 tipos de sedimentadores secundarios, por opción predeterminada se elimina un tipo, analizando los tipos que tuvieron la mayor y menor influencia en los resultados. Por lo que se obtuvo que el tipo de sedimentador secundario 1 tiene un valor de P que es menor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que el tipo de sedimentador secundario 1 tiene un efecto estadístico en la Remoción

La columna coeficiente muestra la diferencia entre cada media de tipo de sedimentador secundario y la media general. El Sedimentador secundario de tipo 01 está asociada a un % Remoción que es -0.002443 unidades menor que la media general. En el caso del Sedimentador secundario de tipo 02 es de 0.000739 unidades mayor que la media general.

Para el Caudal (Q) muestra un cambio en la respuesta media de la variación asociado a un cambio de unidad de 5.549, el coeficiente también muestra una relación directa con el termino respuesta. En el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), su coeficiente muestra un cambio en la respuesta media del % Remoción asociado a un cambio de unidad de 0.0005.

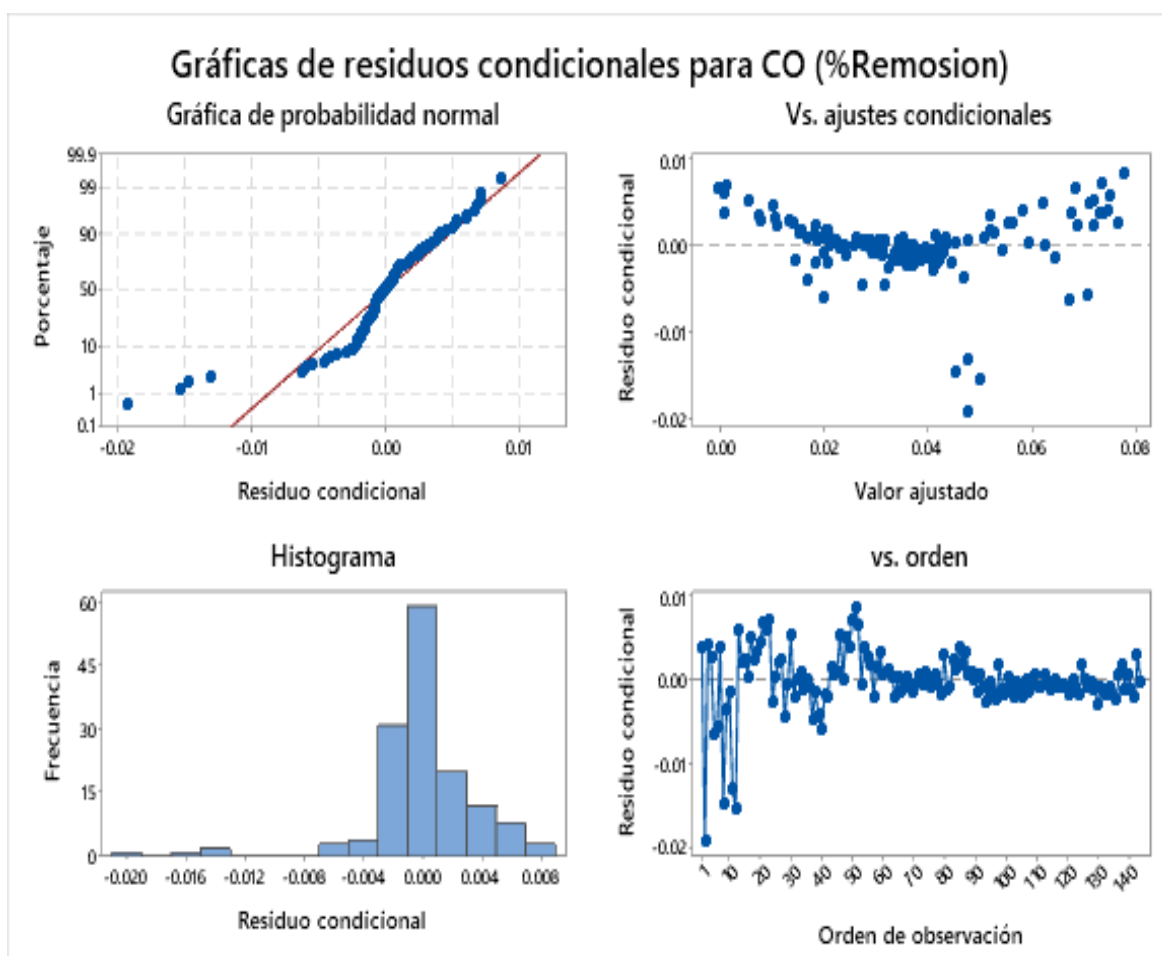
Tabla 22: Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco comunes

Obs	CO			
	(%Remosion)	Ajuste	Resid	Resid est.
2	0.028693	0.047970	-0.019277	-5.405195 R
8	0.030668	0.045342	-0.014675	-4.080907 R
11	0.034927	0.047987	-0.013060	-3.621802 R
12	0.034811	0.050180	-0.015369	-4.282684 R
23	0.008173	0.000960	0.007214	2.003874 R
50	0.081095	0.073845	0.007250	2.002066 R
51	0.086746	0.078095	0.008650	2.393783 R

Fuente: Reporte Estadístico.

Las observaciones de la tabla 06, son observaciones poco comunes, porque tienen residuos estandarizados mayores que 2. Se tiene que revisar los valores de estas respuestas y asegurarse de que los valores de respuesta de esas observaciones sean correctos.

Esquema N° 05: Residuos Condicionales para la remoción de Carga Orgánica (CO)



Fuente: Reporte Estadístico.

Los residuos en la gráfica de probabilidad normal se aproximan a una línea recta lo cual se evidencia con la distribución normal, mientras que los puntos parecen estar dispersos alrededor del 0 en la gráfica de residuos vs ajustes aquí comprobamos el supuesto de independencia. Con estas pruebas se determina que el modelo si cumple con los supuestos de análisis.

b) METODO BONFERRONI

Para la evaluación independiente de las cargas Hidráulicas según el tipo de sedimentador secundario se emplea el método Bonferroni, que esta enfocado en la influencia de los resultados de la agrupación, ya sean iguales o distintas con un Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Comparaciones para CO (%Remoción)

Tabla 23: Comparaciones por parejas de Bonferroni: Tipo de Sedimentador Secundario - CH

Sedimentador Secundario	N	Media	Agrupación
SED SEC-01	48	0.0374855	A
SED SEC-03	48	0.0369028	A
SED SEC-02	48	0.0358523	A

Fuente: Reporte Estadístico.

Las comparaciones múltiples realizadas por el método de Bonferroni (El más conservador) indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre lo Sedimentadores Secundarios SEC-01, SEC-02 y SEC-03.

3.2. Reportes Estadísticos según las Unidades de Análisis

a) MODELO DE EFECTOS MIXTOS

CO (%Remisión) versus Q (Variación); DBO5 (%Remisión); Carga Orgánica; Unidad de Análisis

Tabla 24: Información estadística del factor UA

Factor	Tipo	Niveles Valores
Sed Sec 9	Aleatorio	9 CO-1; CO-2; CO-3; CO-4; CO-5; CO-6; CO-7; CO-8; CO-9
Unidad de Análisis	Fijo	3 UA-01; UA-02; UA-03

Fuente: Reporte Estadístico.

Tabla 25: Componentes de la varianza UA

Fuente	Var	% del total	EE de la var.	Valor Z	Valor p
UA- Carga Orgánica	0.000000	0.00%	*	*	*
Error	0.000014	100.00%	0.000002	8.485281	0.000
Total	0.000014				

Fuente: Reporte Estadístico.

En los resultados se muestra que Carga Orgánica es el termino aleatorio y el valor de P no es significativa por lo tanto no hay suficiente evidencia para concluir que las distintas cargas orgánicas contribuyen al % de Remoción.

Tabla 26: Pruebas de efectos fijos UA

Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p
Q (Variación)	1.00	144.00	2378.15	0.000
DBO5 (%Remoción)	1.00	144.00	793.05	0.000
Unidad de Análisis	2.00	144.00	0.83	0.437

Fuente: Reporte Estadístico

La Unidad de Análisis es el termino de factor fijo y el valor de P del término es mayor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alterna, se concluye que todas las medias de nivel son iguales lo que significa que la unidad de análisis no tiene un efecto en el % de Remoción.

Para el caso de las covariables Caudal (Q) y la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) se concluye que existe una asociación estadísticamente significativa entre la respuesta y los términos de covariable.

Tabla 27: Resumen del modelo UA

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	AICc	BIC
0.0037664	95.68%	95.56%	-1184.04	-1164.07

Fuente: Reporte Estadístico

En los resultados se muestra; la desviación estándar estimada (S) del término error aleatorio es 0.0037. El modelo explica el 95.68% del % de Remoción. Después de ajustar para el número de parámetros del factor fijo incluidos en el modelo, el porcentaje se reduce a 95.56%.

Tabla 28: Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	GL	Valor T	Valor p
Constante	-0.033791	0.001479	144.00	-22.843147	0.000
Q (Variación)	5.551979	0.113849	144.00	48.766237	0.000
DBO5 (%Remoción)	0.000527	0.000019	144.00	28.161124	0.000
Unidad de Análisis					
UA-01	0.000402	0.000447	144.00	0.899748	0.370
UA-02	-0.000557	0.000445	144.00	-1.250932	0.0213

Fuente: Reporte Estadístico

De las 3 Unidades de Análisis, por opción predeterminada se elimina una unidad, analizando las unidades que tuvieron la mayor y menor influencia en los resultados.

Por lo que se obtuvo que la unidad de análisis N° 02 tiene un valor de P que es menor a 0.05, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que la unidad de análisis N° 02 tiene un efecto estadístico en la Remoción.

La columna coeficiente muestra la diferencia entre cada media de tipo de unidad de análisis y la media general. Para el Caudal (Q) muestra un cambio en la respuesta media de la variación asociado aun cambio de unidad de 5.55, el coeficiente también muestra una relación directa con el termino respuesta. En el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), su coeficiente muestra un cambio en la respuesta media del % Remoción asociado a un cambio de unidad de 0.0005.

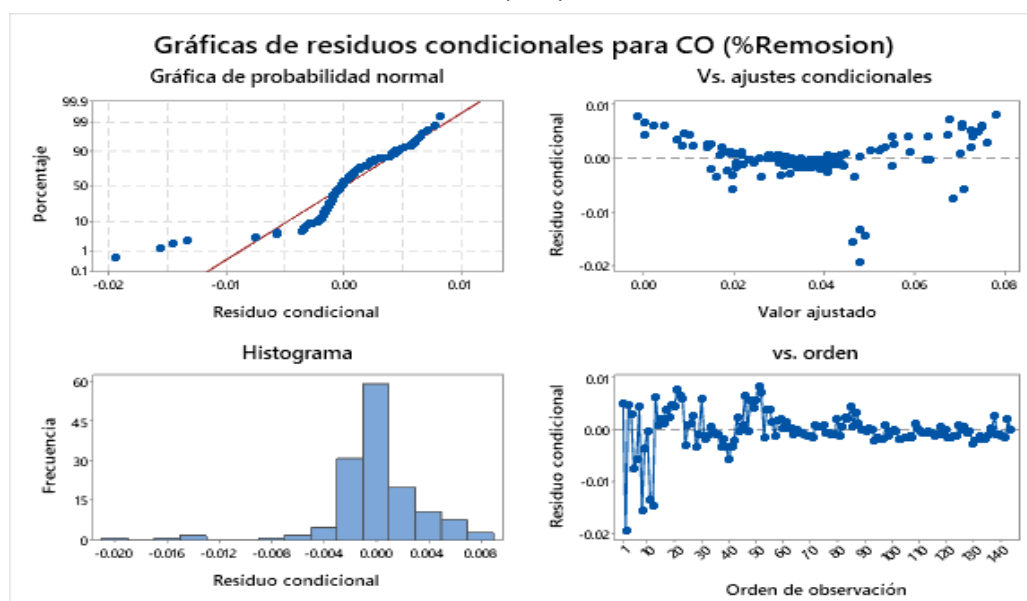
Tabla 29: Ajustes y diagnósticos condicionales para observaciones poco común UA

Obs	CO			
	(%Remoción)	Ajuste	Resid	Resid est.
2	0.028693	0.048158	-0.019464	-5.405584 R
5	0.061132	0.068636	-0.007504	-2.064376 R
8	0.030668	0.046257	-0.015589	-4.307772 R
11	0.034927	0.048206	-0.013279	-3.646935 R
12	0.034811	0.049345	-0.014534	-4.001029 R
21	0.006316	-0.001524	0.007839	2.172023 R
51	0.086746	0.078411	0.008335	2.278350 R

Fuente: Reporte Estadístico

Las observaciones de la tabla 13, son observaciones poco comunes, porque tienen residuos estandarizados mayores que 2. Se tiene que revisar los valores de estas respuestas y asegurarse de que el valor de estas observaciones sea correcto.

Esquema 06: Residuos Condicionales para la remoción de Carga Orgánica (CO) - UA



Fuente: Reporte Estadístico

Los residuos en la gráfica de probabilidad normal se aproximan a una línea recta lo cual se evidencia con la distribución normal, mientras que los puntos parecen estar dispersos alrededor del 0 en la gráfica de residuos vs ajustes aquí comprobamos el supuesto de independencia. Con estas pruebas se determina que el modelo si cumple con los supuestos de análisis.

b) METODO BONFERRONI

Para la evaluación independiente de las cargas Hidráulicas según el tipo de sedimentador secundario se emplea el método Bonferroni, que está enfocado en la influencia de los resultados de la agrupación, ya sean iguales o distintas con un Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Comparaciones para CO (%Remoción)

Tabla 30: Comparaciones múltiples de Bonferroni entre las Unidades de Análisis.

Unidad	N	Media	Agrupación
UA-01	48	0.0361898	A
UA-02	48	0.0371487	A
UA-03	48	0.0369021	A

Fuente: Reporte Estadístico

Las comparaciones múltiples realizadas entre las unidades de Análisis indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

4. Anexo N° 04: Panel Fotográfico: Etapa de Implementación de las unidades de Análisis

A) Medición y replanteo de unidades: La ejecución de los trabajos se iniciaron con un reconocimiento del terreno, medición y replanteo de las unidades.



B) Excavación de zanja: Posterior al replanteo de las unidades, se inició con la excavación de zanja de manera manual, llegando a encontrar con rocas de gran tamaño por lo cual fue necesario emplear dinamita para su eliminación y no retrasar el trabajo respectivo.



C) Movimiento de tierras: Luego de las excavaciones, se realizaron el movimiento de tierras a una parte colindante de la zona de ejecución que posteriormente serviría como protección para posibles derrumbes en la época de lluvia.



D) Parte estructural: Correspondiente a la parte estructural, las unidades de los sedimentadores secundarios fueron elaborados con ladrillo y revestidos con concreto para una mayor firmeza y consistencia.





E) Revestimiento de concreto: Antes del revestimiento, se incluyeron los accesorios de pantallas a los sedimentadores secundarios, para que estos puedan estar fijados al momento del revestimiento.



F) Instalaciones hidráulicas: Se instalaron las conexiones de entrada y salida los sedimentadores secundarios en forma paralela, realizando pruebas hidráulicas en cada empalme con pendiente y diferente dirección.









G) Trabajo final: Una vez comprobadas todas las unidades con sus respectivas pruebas hidráulicas se realizó el pintado exterior de estas y posteriormente a iniciar con la adaptación de los sedimentadores secundarios.



Fuente: Elaboración Propia

5. Anexo N° 05: Panel Fotográfico: Toma de muestra análisis de laboratorio de cada indicador

EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

Balanza Analítica	Phmetro
 <p data-bbox="264 1055 523 1088">Peso de muestras</p>	 <p data-bbox="900 1039 1366 1072">Medición de Ph de las muestras.</p>
Turbidimetro Digital	Desecador
 <p data-bbox="264 1666 740 1756">Marca: EZODO modelo TUB-430 Medición de turbidímetro</p>	 <p data-bbox="900 1700 1238 1733">Desecado de muestras.</p>

Medidor De Oxígeno Disuelto	Medidor Multiparametro
 <p data-bbox="261 965 823 1059"> Marca EZODO PDO-408 Medido oxígeno disuelto y temperatura </p>	 <p data-bbox="898 913 1214 1059"> Marca HANNA - edge Medición de oxígeno disuelto </p>
Destilador	
 <p data-bbox="261 1715 767 1861"> Producción de agua destilada para desinfección de equipos y para el análisis de DBO. </p>	

PH metro y Multiparámetro Portátil



Marca: EZDO modelo 7200



Mediciones de Temperatura, conductividad y Ph



Muestras en los sedimentadores secundarios

Parámetros medibles por muestra	Estufa
 <p data-bbox="263 1048 769 1084">Parámetros: DBO5, DQO, SST, etc</p>	 <p data-bbox="901 882 1203 913">Secado de muestras.</p>
Botellas winkler	
 <p data-bbox="263 1641 647 1673">Para el análisis de la DBO.</p>	

<p>Envases de muestra</p>	<p>Agua destilada</p>
	
<p>Envases de Polietileno debidamente rotulados según los puntos de muestreo.</p>	<p>Con el equipo de destilación.</p>

<p>Crisoles</p>	<p>Papel de filtro</p>
	
<p>Para el análisis de solidos suspendidos totales</p>	<p>Marca: WHATMAN Filtro de fibra de vidrio 47 mm de diámetro</p>

Fuente: Elaboración propia.

TOMA DE MUESTRAS DE LOS INDICADORES

a) Toma de muestra en los Sedimentadores Secundarios: Se realizaron 18 tomas de muestras a la entrada y salida de los sedimentadores secundarios y se midieron respectivamente el parámetro de campo.



Medición de Ph y temperatura de las muestras.



Muestras al ingreso y salida del sedimentador secundario.

b) Rotulación de muestras: Se rotularon 18 envases de muestras.



Se rotularon muestras de los 09 sedimentadores secundarios tanto al ingreso y salida.

c) Medición de Parametros: Se realizaron las mediciones de campo con respecto a Temperatura y Ph, de cada unidad, asimismo realizo las mediciones en el laboratorio de los analisis de DBO5 Y SST.



Medición de Temperatura, Ph y registro de la toma de datos.



Medición de Solidos suspendidos totales



Dilución de muestras de DBO.



Muestras de DBO en la estufa.



Lectura de resultados de DBO5



Registro de resultados de DBO5

d) Mantenimiento de Equipos de Laboratorio: Luego de cada muestreo y su determinado análisis, se realizaron mantenimientos a los equipos empleados y el lavado de los materiales usados.



Mantenimiento del destilador.



Mantenimiento de crisoles.



Limpieza y mantenimiento del laboratorio de Tuyu Ruri.

e) Preparación del Agua Destilada: Se realizó periódicamente el preparado de agua destilada, tanto para el análisis de DBO 5 como para la desinfección de equipos.



Producción de agua destilada



Almacenamiento de agua destilada

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo N° 06: Plano del diseño óptimo del sedimentador secundario

