



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS
UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA
CIUDAD DE AZANGARO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

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

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:

M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1777-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 16 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 15482 presentado por el (la) Bachiller: **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 20 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 10:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790cc.
Archivo
interesado (a)

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Efraín Pacillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1510-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 14288 por el señor (a): **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1183- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 095- 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 095- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1385-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 15182, presentado por el señor (a) **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 531-2023-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 531-2023-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Efraín Parillo Sosa** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, se le asigna como:

ASESOR: Dr. ARNALDO YANA TORRES

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
C.I.P. 47796



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 531-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6611, presentado el o (la) Bachiller **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO – N° 483 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 61 -2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE RIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 61 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTÍCULO TERCERO. DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE ANÁLISIS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	15%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	puc.overheid.nl Fuente de Internet	1%
4	Submitted to RMIT University Trabajo del estudiante	<1%
5	yueyang.gov.cn Fuente de Internet	<1%
6	patents.google.com Fuente de Internet	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios



Título de la Tesis	
EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76371996
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-9566-1670
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01323821
Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Azángaro Coordenadas: Latitud: 14°54'35"S Longitud: 70°11'50"O URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1NehUHH-PZimcBiC1o7HV1erDIKFMbwQ&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>
Librería	





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA, identificado con DNI
Nro. 76371996, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

" EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM
EN LA CIUDAD DE AZANGARO "

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 07 de ENERO del 2025

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A Diosito por haber estado conmigo durante todo este periodo y por brindarme la oportunidad de lograr este objetivo. A mis progenitores, Facunda Primitiva Vilca Mamani y Luis Beltrán Benavente Flores, por ser un soporte fundamental en mi existencia y mantener un constante cuidado en mi bienestar. A mi hermana Nelly Benavente, por depositar siempre su confianza en mí, incentivarme a continuar y enseñarme que, a pesar de las dificultades, todo puede conseguirse.



AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme guía, esperanza y fortaleza cuando necesité levantarme.

Manifiesto mi más sincero agradecimiento a la UANCV, especialmente a la EPISA, por haberme brindado la congruencia de integrarme a su entorno académico.

Agradezco a mi familia por su amor incondicional y ayuda moral, y por depositar su confianza en mi capacidad, aún en los momentos más adversos para mí. Asimismo, extendiendo mi gratitud a todos mis amigos que me acompañaron a lo largo de este largo y difícil camino, su apoyo, confianza, respaldo y cariño han sido inestimables. Todos y cada uno de vosotros habéis contribuido de alguna manera a mi fortaleza y motivación para ser capaz.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CONTENIDO	III
INDICE DE ANEXOS	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema:.....	1
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	5
1.4.1. Justificación técnica.....	5
1.4.2. Justificación social.....	5
1.4.3. Justificación biotica.....	6
1.5. HIPÓTESIS	6



- 1.5.1 Hipótesis General 6
- 1.5.2 hipótesis Especificas..... 6
- 1.6. VARIABLES..... 6
- 1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 7

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

- 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 8
 - 2.1.1. Antecedentes internacionales 8
 - 2.1.2. Antecedentes Nacionales 10
 - 2.1.3. Antecedentes locales 10
- 2.2. BASES TEÓRICAS 11
 - 2.2.1. Aguas servidas..... 11
 - 2.2.2. Características físicas, químicas y biológicas hidrica residual 12
 - 2.2.2.1 Parámetros físicos 13
 - 2.2.2.2 Parámetros químicos 15
 - 2.2.2.3 Parámetros biológicos..... 17
 - 2.2.3. Plantas de depuracion de aguas servidas 19
 - 2.2.3.1 Depuracion preliminar 20
 - 2.2.3.2 Depuracion primario 22
 - 2.2.3.3 Depuracion secundario 24
 - 2.2.3.4 Depuracion terciario 26
 - 2.2.4. Tecnologías para el depuracion de las aguas servidas
empleadas en esta investigación 27

CAPITULO III

PROCEDIMIENTO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACION

- 3.1. Tipo de investigación..... 39
- 3.2. Nivel de investigación..... 39
- 3.3. Diseño de investigación 40
- 3.4. Método de investigación..... 40
- 3.5. Enfoque de la investigación 40
- 3.6. Ámbito de investigación 40
- 3.7. Población y muestra 41



3.8. Técnicas e instrumentos de recogida de información..... 42
 3.9. Procedimiento metodológico 42

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS 50
 4.2.1. Comprobación de la hipótesis general 75
 4.2.2. Comprobación de la hipótesis específicos 75
 4.2.3. hipótesis Específicas 1 75
 4.2.4. hipótesis Específicas 2 76
 4.2.5. hipótesis Específicas 3 76
 CONCLUSIONES..... 79
 Bibliografía..... 81

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 88
 MATRIZ DE CONSISTENCIA..... 88
 ANEXO 2 90
 AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES 90
 ANEXO 3 92
 CERTIFICADO 92
 ANEXO 4 108
 VALIDACION DE INSTRUMENTO DE 108
 INVESTIGACION 108
 ANEXO 5 112
 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE SIMULACION 112
 ANEXO 6 118
 MEMORIA DE CALCULOS..... 118
 ANEXO 7 139
 PANEL FOTOGRAFICO 139
 ANEXO 8 143
 NORMATIVA 143



INDICE DE TABLAS

tabla 1 Operacionalización de variables..... 7

tabla 2 Características, químicas y biológicas hidrica residual y sus procedencias..... 13

tabla 3 Clasificación de microbios 18

tabla 4 Niveles y operaciones de plantas de depuracion de aguas servidas 19

tabla 5 Datos extraídos de la caracterización de aguas servidas..... 50

tabla 6 Resultados de caracterización e ingreso a simulación 52

tabla 7 resultados de obtenidos del modelo según programa biowim- para el proceso de fangos activados. 53

tabla 8 Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones 54

tabla 9 Resultados de caracterización e ingreso a simulación por MBR 56

tabla 10 Resultados de obtenidos del modelo según programa biowim- para el proceso de MBR 57

tabla 11 cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones..... 58

tabla 12 resultados de caracterización e ingreso a simulación por MBBR 60

tabla 13 resultados de obtenidos del modelo según programa BioWim- para el proceso de MBBR 61

tabla 14 Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones 62

tabla 15 Resultados de caracterización e ingreso a simulación por SBR 63

tabla 16 Resultados de obtenidos del modelo según programa biowim- para el proceso de SBR 64

tabla 17 Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones 65



tabla 18 Resultados de caracterización e ingreso a simulación por filtro percolador 67

tabla 19 Resultados de obtenidos del modelo según programa BioWim- para el proceso de filtro percolador 68

tabla 20 Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones 68

INDICE DE FIGURAS

figura 1. Tipos y características de soporte utilizando en el sistema MBBr 29

figura 2 Biorreactores con membrana externa 32

figura 3 Biorreactores con membranas sumergidas 33

figura 4 Ubicación de la zona de estudio 45

figura 5 Programa BioWim 46

figura 6 Ingreso de datos programa BiowiM 47

figura 7 Ingreso de datos 47

figura 8 DImensiones calculados 48

figura 9 Dimensiones calculados 48

figura 10 Programación de tiempo 48

figura 11 Contenido de influente 52

figura 12 Contenido de efluente luego de la simulación en Biowim 54

figura 13 Diagrama de operaciones de fangos activados en BioWim 55

figura 14 Contenido de influente para realizar la simulación 57

figura 15 Contenido de efluente luego de la simulación en BioWim 58

figura 16 Diagrama de operaciones de MBR 59

figura 17 Contenido del influente 60



figura 18	Contenido de efluente luego de la simulación en BioWim	61
figura 19	Diagrama de operaciones en BioWim	62
figura 20	Contenido del influente	64
figura 21	Contenido de efluente luego de la simulación en BioWim	65
figura 22	Diagrama de operaciones de SBR en BioWim.....	66
figura 23	Contenido del influente	67
figura 24	Diagrama de operaciones de filtro percolador en BioWim	69
figura 25	análisis de resultado de la DQO en los 5 tipos de depuracion.....	70
figura 26	Análisis de resultado de dbo5 después de la simulación en los 5 tipos de depuracion	71
figura 27	Análisis de resultados de PH	72
figura 28	Análisis de solidos suspendidos totales en los 5 tipos de depuracion biológicos	73
figura 29	Análisis de costo por mes considerando solo energía eléctrica a utilizar	74



RESUMEN

Esta investigación denominada: «EFICACIA ALCANZADA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTAS DE DEPURACION DE AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS EMPLEANDO EL PROGRAMA BIOWIM EN LA LOCALIDADDE AZÁNGARO», tiene la finalidad principal analizar el conducta de las lagunas facultativas de la localidadde Azángaro mediante el uso del simulador BioWin. Para ello, se realizaron simulaciones con distintas tecnologías de depuracion como fangos activados, MBR, MBBR, SBR y filtros percoladores, con el fin de evaluar su eficacia en la reducción de parámetros como la DBO5, DQO, temperatura, pH y SST). El caudal máximo considerado para las simulaciones fue de 35 L/s, y se siguió un enfoque cuantitativo en el que se analizaron cinco tecnologías diferentes para el depuracion de aguas servidas. Entre los principales resultados logrados en los efluentes simulados se encuentran los siguientes: para el sistema de fangoos activados se logró una eficacia del 81,56% en la reducción de DBO5, 80,06% en DQO y 99,81% en SST. En el caso del sistema MBR, se alcanzaron eficacias del 95,74% en DBO5, 92,12% en DQO y 100% en SST. Para el sistema MBBR, se obtuvo un 97,74% en DBO5, 92,69% en DQO y 99,86% en SST. Los SBR mostraron una eficacia del 82,03% en DBO5, 81,80% en DQO y 99,96% en SST. Por último, en los filtros percolaadores se logró una eficacia del 85,93% para DBO5, 83,81% para DQO y 98,61% para SST.

Palabras Claves: MBR, Fangos activados MBBR, filtros percoladores, Ph, SBR, SST, BioWin simulator



ABSTRACT

This research entitled: "EFFICACY ACHIEVED IN THE SIMULATION OF DOMESTIC SEWAGE PURIFICATION PLANTS USING THE BIOWIM PROGRAM IN THE LOCALITY OF AZANGARO", has the main purpose of analyzing the behavior of the facultative lagoons in the locality of Azángaro through the use of the BioWin simulator. For this purpose, simulations were carried out with different treatment technologies such as activated sludge, MBR, MBBR, SBR and trickling filters, in order to evaluate their efficiency in the reduction of parameters such as BOD5, COD, temperature, pH and TSS.

The maximum flow rate considered for the simulations was 35 L/s, and a quantitative approach was followed in which five different technologies for wastewater treatment were analyzed. Among the main results achieved in the simulated effluents are the following: for the activated sludge system, an efficiency of 81.56% was achieved in the reduction of BOD5, 80.06% in COD and 99.81% in TSS. In the case of the MBR system, efficiencies of 95.74% in BOD5, 92.12% in COD and 100% in TSS were achieved. For the MBBR system, 97.74% was obtained in BOD5, 92.69% in COD and 99.86% in TSS. The SBR showed an efficiency of 82.03% in BOD5, 81.80% in COD and 99.96% in TSS. Finally, the percolation filters showed an efficiency of 85.93% for BOD5, 83.81% for COD and 98.61% for TSS.

Keywords: MBR, MBBR activated sludge, trickling filters, Ph, SBR, TSS, BioWin simulator



INTRODUCCION

La eficacia de las estaciones de depuración de aguas servidas (EDAR) para eliminar contaminantes depende de diversos factores, como el calor del biotico, la actividad de la biota, las condiciones meteorológicas locales y la radiación solar. Estos factores impactan directamente en las operaciones biológicas y pueden limitar su eficacia.

Depuración de aguas servidas, mediante la utilización del simulador BioWin, con el objetivo de obtener los siguientes datos y comparar de forma comparativa la eficacia entre diversas tecnologías de depuración de aguas servidas, de lo que se compone del estudio:

En el Capítulo I, aborda el estudio de la problemática vinculada al manejo de aguas servidas domésticas, presentando el problema principal, sus orígenes, los objetivos propuestos y las hipótesis establecidas para este estudio.

En el Capítulo II se incorpora el marco conceptual y el marco teórico de diversos autores para sustentar los fundamentos teóricos y el cuadro operativo de variables.

En el Capítulo III, sigue los procedimientos metodológicos, que en esta ocasión se han orientado hacia un enfoque descriptivo y cualitativo, la población y el grupo de estudio, así como las técnicas e instrumentos de investigación.

En el Capítulo IV, se muestran los resultados alcanzados y el debate correspondiente sobre las diversas tecnologías evaluadas, evaluando su grado de eficacia y contrastando los descubrimientos con los propósitos del estudio, incluyendo la exégesis de los datos y los diagramas



Culminando, las conclusiones de esta tesis, las restricciones encontradas y la propuesta de futuros proyectos en el manejo de aguas servidas domésticos en la localidad de Azángaro.

En los anexos se incluyen referencias bibliográficas de tesis, artículos científicos y libros relacionados con el depuración de desechos.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema:

El agua es recursos esenciales para los seres humanos u otras formas de vida, y es de gran relevancia para la vida y las actividades humanas (JAIRO, 2002), La contaminación de los recursos hídricos nacionales por desechos municipales es una realidad que se ha agravado en los últimos años, debido al progreso socioeconómico de la nación. Por ello, el gobierno nacional, a través de las entidades territoriales, ha colaborado con los localidades e invertido cuantiosos recursos económicos en el desarrollo socioeconómico y ecológico de las regiones, promoviendo el cuidado principalmente hidrica (Gene, 2013)

El problema más grave es la emisión de desechos domésticos y municipales sin una desinfección y un depuración adecuados por parte de las ciudades. Es esencial tener en cuenta variables fisicoquímicas y biológicas como la DQO, la DBoO, los SS, las grasas y los aceites, así como la temperatura y la conductividad. (OROZCO J, 2005).



La administración de aguas servidas requiere un enfoque holístico que supere la mera remoción de los desechos urbanos. Es vital promover la conciencia pública para disminuir la producción de desechos, incrementar su calidad, elaborar estrategias de saneamiento eficientes y establecer la infraestructura requerida para su ejecución. El agua debe ser el factor clave para robustecer para la mejora hídrica en las localidades. La contaminación de los cuerpos de agua causada por los desechos urbanos representa un reto ecológico a escala nacional que se ha agravado en años recientes. Además, el Ministerio de Medio Ambiente reporta que, a causa de la baja eficacia y el incorrecto funcionamiento de los vertederos, únicamente el 22% de las ciudades del país consiguen manejar de manera correcta sus aguas servidas (Gene, 2013). Para responder a la demanda de una administración más eficiente de los desechos, se sugiere la edificación de instalaciones para los depurados de agua. La simulación mediante programa sofisticado, fundamentado en modelos matemáticos, para conseguir resultados y el diseño y la organización de estas instalaciones.

Uno de los retos más grandes a escala global es el acceso a servicios fundamentales de saneamiento. El aumento de la población ha elevado la necesidad de servicios como agua potable y saneamiento, y se calcula que 2.600 millones de individuos todavía no cuentan con acceso a un saneamiento apropiado. La ausencia de infraestructuras apropiadas (Organización Mundial de la Salud, 2022).

El sistema de saneamiento de las EPS recibe aproximadamente 2.946.877 m³ de desechos diarios, lo que equivale a 142 litros por individuo y día. Sólo se trata el 32% de estos desechos. Se estima que para el año 2024, Perú producirá más de la mitad del volumen de desechos, 4.842.579 m³, en comparación con lo actual



manipulan las 17 entidades prestadoras de servicios (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014)

La degradación biótica por desechos se transformó en un conflicto global, se desarrollaron técnicas para purificar aguas servidas utilizando lagunas. Estas lagunas, que son sustancialmente e lagunas excavadas con poca profundidad, permiten que el agua de una tubería de drenaje quede atraída a la luz solar y al aire. A través de un proceso de consolidación natural, o autodepuración, que involucra acciones físicas, químicas y microbiológicas, logran resultados en situaciones donde es principalmente es muy baja (Fernández, 2018).

Con el incremento de las personas en la ciudad, la presa de Espinar, ePuno, ya no funciona con la misma eficacia que antes. Esto podría hacer que el agua que llega al lago Titicaca no cumpla con las normas establecidas, especialmente por el alto caudal que se está manejando (Asesores Técnicos Asociados, 1997).

En la actualidad, las fuentes de oxidación de la localidad de Azángaro no cumplen con las normas de calidad biótica debido a que emiten vertidos con materia orgánica al río Azángaro. De igual forma, las lagunas emiten compuestos gaseosos y olores debido al mal mantenimiento y mal manejo de las lagunas, impactando al río Azángaro al emitir efluentes con altos niveles de nitrógeno, fósforo y carga orgánica que exceden el límite máximo permitido y los criterios de condición biótica.



1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué eficacia se conseguirá simulando plantas de depuración de desechos domésticos mediante el programa BioWim en la localidad de Azángaro?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Qué cantidades de variables fisicoquímicas y biológicas tendrán los desechos internos de la localidad de Azángaro?
2. ¿De forma que puede describirse la simulación de fangos activos, MBR, SBR MBBR, y filtros percoladores por medio del programa BioWim?
3. ¿Qué niveles de DQO, DBO₅, T Ph y SST se alcanzarán al finalizar la simulación de fangos activos, MBR, SBR MBBR, y filtros percoladores en el programa BioWim?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1. Objetivo general

Evaluar qué tan efectiva resulta la simulación de una planta de depuración de desechos domésticos usando el programa BioWin, aplicada en Azángaro.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Describir detalladamente el contenido de variables fisicoquímicas y biológicas obtenidas a partir de los desechos domésticos de la localidad de Azángaro
2. Explicar la simulación de fangos activos, MBR, SBR MBBR, y filtros percoladores mediante el programa BioWim



3. Contrastar las concentraciones de DBO5, Ph, DQO, SST T que se alcanzarán al finalizar el ejercicio de simulación de fangos activos, MBR SBR, MBBR, y filtros percoladores en el programa BioWin

1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

1.4.1. Justificación técnica.

Desde el aspecto técnico, este estudio es viable porque permite analizar el proceso de depuración de aguas servidas fue modelado a través de un programa avanzado de simulación. Esto facilita la descripción y comprensión de la importancia del depuración a través de reactores biológicos. A partir de los resultados obtenidos, se propone mejorar las estanque de estabilización existentes en el localidad de Azángaro, con la intención de generar información útil para futuras proyecciones, incluso en otros localidades pequeños.

1.4.2. Justificación social.

Este estudio sale por optimizar el manejo de los desechos producidos en las lagunas del localidad de Azángaro, en la misma provincia, ubicada en la región de Puno. La investigación se realizó en este campo con el propósito de potenciar los operaciones biológicos y, simultáneamente, tratar adecuadamente el impacto ecológico causado por la emisión de desechos. Además, busca garantizar el cumplimiento de los obligaciones y las restricciones máximas permisibles



1.4.3. Justificación biotica.

El objetivo de la investigación es diseñar plantas de purificación de desechos para el localidad de Azángaro que acaten con las normas y respeten las restricciones máximas permitidas por la legislación efectivo.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

El rendimiento alcanzada mediante el depuracion de desechos domésticos a través del programa BioWim de Azángaro es adecuada para su vertido al contenedor.

1.5.2 hipótesis Especificas

1. Los datos fisicoquímicos y biológicos obtenidos de los desechos domésticos de la localidadde Azángaro superan el LMP.
2. La simulación de los fangos activos, MBR, SBR, MBBR, y filtros percoladores por medio del programa BioWim se considera ideal.
3. Los niveles de DBO5, Ph, DQO, T y SSsT alcanzados al final de la simulación de fangos activos, MBR, SBR MBBR, y filtros percolaadores en el programa BioWim son propicios para un vertido conveniente.

1.6. VARIABLES

1.6.1 variable dependiente

Determinar las aguas servidas

DQO, DBO5, STT, PH y T



1.6.2 variable independiente

Simulación de una planta de depuración de desechos en la localidad de Azángaro.

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Valoración
Variable independiente		DBO ₅	(Mg/L)
<ul style="list-style-type: none"> • DBO₅ • PH • • SST • T • DQO 	Parámetros físicos, químicos y biológicos	DQO	(Mg/L)
		SST	(MgSST/L)
		PH	(Mg/L)
		T	°C
Variable dependiente Energéticos de las simulaciones en la PTAR	Eficacia depuración	fangos activados -MBR de -MBBR -SBR -Filtros percoladores	VARIOS



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

(varilla et al., 2008) describen en su estudio la expulsión de desechos a través de fangos activados en un laboratorio. El objetivo era probar un medio sintético y un compuesto conocido durante 4 semanas. Establecí periodos de retención de agua de 5, 14, 24 y 36 horas respectivamente, además de un periodo de retención celular de 7 días. Controlé diariamente variables como el pH, T y el OD. Se determinó que, a nivel de laboratorio, el inicio y el funcionamiento del biorreactor para el depuración de desechos con fangos activados.



En su estudio, (Nañunga et al., 2012) analizaron un el proceso de fangos activados sin clarificación primaria, evaluando el rendimiento de un SLAEC a escala piloto. Se enfocaron en el comportamiento de parámetros como la DBO5, la DQO y los SST, con la ayuda de un Panel de Control que permitió monitorear el sistema. Los resultados evidenciaron un incremento del 44 % en la contenido de compuestos biodegradables y una eficacia del 76 % en la deflación de DQO, DBO5, y SST.

(Torres et al., 2011) examinaron en su estudio que, en el localidad de Cali, fue llevada con el fin de demostrar la efectividad de los operaciones secundarios. El estudio mostró una mayor productividad en la reducción de variables como DQO, DBO5 y ST, que superó el 80%, de acuerdo con la normatividad vigente. Además, los sistemas demostraron una rápida adaptación a los cambios operacionales, estableciéndose como una de las mejores elecciones disponibles en el mEercado.

En su estudio,(Manga et al., 2002) presentan un simulador desarrollado para sistemas de fangos activados operados en modo intermitente tipo SBR, enfocado en el análisis de la eliminación de materia orgánico. Este simulador incorpora actualmente el Modelo de Fangos Activados (IWA), lo que permite una evaluación detallada del comportamiento de sistemas batch tanto aeróbicos como anaeróbicos. De esta manera, se ofrece una herramienta útil para la simulación de dichos operaciones.



2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Reyes. W, 2020) se centró en la planta de depuración de aguas servidas domésticas. El estudio consistió en evaluar, ajustar y mejorar la planta mediante la implementación de la tecnología MBBR, adaptando bioportadores a dos tanques ya existentes. Como resultado de esta intervención, se logró alcanzar el 40 % de la capacidad total de depuración, con un caudal diario de 280 m³, cubriendo así las necesidades de la población.

(De la cruz. R, 2019) reporta los estudios y toma de datos realizados en Villa Rica, donde se examinaron los parámetros de flujo del reactor y se estimaron los valores de DBO, DQO, SST y nitrificación. Los resultados obtenidos mostraron un caudal de 17,3 l/s, logrando una notable disminución de las concentraciones de DBO, DQO y SST.

(Espinoza et al., 2018) en su tesis no se refiere a la captación de agua sin un manejo adecuado en la zona, es más, instruye sobre el uso correcto y lógico hídrica. Determina que, DQO disminuyó en un 70%. Este supera los resultados comunicados por Steeinman en 2003, que indicaban una eliminación del 37,6%

2.1.3. Antecedentes locales

Según (Larico, 2017) en su proyecto concluyó que el sistema de fangos activados y los filtros percoladores presentan una eficacia superior en la gestión de desechos en comparación con las lagunas facultativas. En



promedio, los filtros percoladores lograron eliminar el 65% de la (DBO), mientras que los fangos activados lograron el 85%. Las lagunas primarias facultativas depuraron el 49% de la DBO y el 49% de la segunda laguna.

(Valerio E, 2023) en su trabajo señala que en Yunguyo, se realizó un análisis de la eficacia de la wastewater treatment plant (WWTP) a través de influent and effluent samples. The WWTP registró una eficacia de remoción total del 79.66%. El análisis por parámetro mostró una eliminación de 86.27% en el caso de oils and greases, 42.50% en el de thermotolerant coliforms, 85.63% en el BOD5, 85.10% en el COD y 98.80% en el TSS. These hallazgos señalan una separación casi ideal para los sólidos totalmente suspendidos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Aguas servidas

La escorrentía de agua se produce por la combinación de desechos líquidos y sólidos provenientes de viviendas, oficinas, comercios e instituciones, así como de actividades industriales y agrícolas. Además, las precipitaciones también tienen un rol esencial en la generación de aguas negras.

Las aguas negras se pueden clasificar en:

- **Domesticas:** Estas aguas están conformadas principalmente por desechos humanos que circulan a través de las tuberías de drenaje, provenientes de los sistemas hidrosanitarios de las construcciones. Su



origen está en los desechos líquidos generados en viviendas, áreas residenciales, comercios e instituciones. (huanca, 2018)

- **Industriales:** Se generan en operaciones técnicas y presentan desechos derivados de las actividades industriales, los cuales pueden tener un origen agrícola o animal. (huanca, 2018)
- **Municipales o Urbana:** Está formada por aguas domésticas e industriales, y es transportada a través del sistema de drenaje. (huanca, 2018)
- **Infiltración y caudal adicional** Hace alusión al agua que accede al sistema de alcantarillado a causa de imperfecciones en las conexiones de las tuberías, fisuras, arquetas, pozos de registro, entre otros puntos. (huanca, 2018)
- **Pluviales:** Corresponde al agua de atmosférica que se incorpora al sistema de saneamiento desde los hogares, filtrándose por las arquetas o accediendo directamente a los equipos de purificación de aguas negras, lo que genera un aumento en el caudal asignado. (huanca, 2018).

2.2.2. Características físicas, químicas y biológicas hidrica residual

Las aguas negras se definen por sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Es crucial señalar que varios de estos criterios están interconectados. Por ende, una característica la temperatura influye en la actividad vivo y en la contenido de gases disueltos, afectando el



comportamiento de las operaciones biológicas y la solubilidad de estos gases en el agua en las aguas servidas (Metcalf & eddy, 1995)

Tabla 2
Características hídrica residual

Características	Procedencia
Propiedades físicas	
Color	Desechos domésticos e industriales, degradación natural de compuestos orgánicos
Olor	Desechos en degradación, desechos industriales
Sólidos	Suministro de agua, desechos domésticos e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas.
Temperatura	Desechos domésticos e industriales.
Constituyentes químicos	
Orgánicos Cloruros	Aguas servidas domésticas, suministro de agua, infiltración de agua en el suelo
Inorgánicos Nitrógeno	Desechos agrícolas y aguas servidas domésticas
Ph	Aguas servidas domésticas y industriales
Fosforo	Aguas servidas domésticas y industriales

Nota. (Metcalf & eddy, 1995) ingeniería de aguas servidas

2.2.2.1 Parámetros físicos

Uno de los rasgos físicos más relevantes de las aguas servidas es, que incluye material en suspensión, material coloidal y material



disuelto. Otros rasgos físicos de importancia son el aroma, la temperatura, la densidad, el color y la turbidez.

- **Sólidos totales:** Los sólidos se definen el agua sufre un proceso de evaporación entre 104 y 105 °C. Los sólidos que no se evaporan se denominan sólidos sedimentables, y se mide en unidades de mililitros por litro (ml/l), que indican la cantidad aproximada de fango que se puede sedimentar (Metcalf & eddy, 1995)
- **Olores:** Los malos olores provienen de los gases que se emiten durante el proceso de humillación de la materia orgánica. Los desechos de las aguas servidas suelen generar olores desagradables, mientras que los operaciones biológicas aeróbicas no producen olores. Además, los olores indeseables también pueden provenir de las plantas de depuración que no están operando en condiciones óptimas (Metcalf & eddy, 1995).
- **Temperatura:** La temperatura es un factor clave debido a su influencia en la actividad microbiana, la cual afecta la química y el ritmo de las reacciones. Generalmente, las aguas servidas se encuentran a temperatura biotico debido a la mezcla de agua proveniente de los hogares o de diversas industrias, y también suele estar relacionada con cambios estacionales (Metcalf & eddy, 1995).
- **Densidad:** El peso por Unidad de volumen, indicada en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3), relevante de las aguas servidas, ya que es



decisiva en la formación de la densidad en el proceso de precipitación (Metcalf & eddy, 1995).

- **Color:** Este concepto hace referencia a la edad del residuo, la cual puede medirse según su tonalidad, ya que varía el proceso que atraviesa (Metcalf & eddy, 1995)
- **Turbiedad:** La turbidez se define como la calidad de propiedades de difusión solar de la luz en el agua, lo que permite determinar la calidad hidrica vertida. La turbidez se mide mediante el contraste de luz en muestras (Metcalf & eddy, 1995).

2.2.2.2 Parámetros químicos

El estudio de la composición química hidrica servidas se centra en cuatro aspectos fundamentales: (1) el contenido orgánico, (2) la cuantificación de los compuestos orgánicos, (3) los inorgánicos y (4) los gases presentes en las aguas negra. (Metcalf & eddy, 1995)

- **Materia orgánica:** Son compuestos orgánicos que se componen de proteínas, carbohidratos, hidrógeno, oxígeno, grasas y lípidos, e incluyen elementos como nitrógeno, azufre, fósforo e incluso hierro. (Metcalf & eddy, 1995).
- **Demanda bioquímica de oxígeno:** De la contaminación orgánica en desechos comunes, vinculado a la medición de la nivel de aire que absorben los microbios durante el proceso de oxidación bioquímica de compuestos orgánicos (Metcalf & eddy, 1995).



- **DQO:** Se define como la tática utilizado para determinar la cantidad de material orgánico presente en desechos y aguas naturales. En estas pruebas, se utiliza una sustancia química la equivalencia de oxígeno en las sustancias orgánicas (Metcalf & eddy, 1995).
- **Materia inorgánica:** Es crucial tener diversos componentes inorgánicos existentes en aguas negras y naturales para ver y gestionar la calidad hidrica. Tanto cuando el agua interactúa con diversas formaciones geológicas, como cuando se vierten en ella aguas servidas, tratadas o no (Metcalf & eddy, 1995)
- **PH:** Se trata del contenido de iones de hidrógeno, que también es un indicador de calidad relevante para los recursos naturales y servidas. Los cambios en estos criterios pueden determinar la actividad biológica. (Metcalf & eddy, 1995).
- **Alcalinidad:** Se determina mediante una valoración con un ácido normalizado, lo que permite convertir los resultados en términos de carbono cálcico.
- **Nitrógeno:** Es un elemento clave para desarrollar de protistas y plantas, por lo que se reflexiona un nutriente o bioestimulante.
- **Fosforo:** Es crucial para desarrollar algas y otros organismos biológicos.
- **Gases:** Los gases presentes entre ellos estos gases comprenden oxígeno, nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, dióxido de caarbono, amoniaco



y metano, también de desechos provenientes de fuentes de desecho. (Metcalf & eddy, 1995).

- **Oxígeno disuelto:** Este parámetro resulta fundamental para el proceso respiratorio de los microbios aerobios. Cabe señalar que la solubilidad del oxígeno en el agua es limitada, lo que implica que, a medida que la temperatura se incrementa, también lo hace la velocidad de las reacciones bioquímicas que dependen de este gas. (Metcalf & eddy, 1995).

2.2.2.3 Parámetros biológicos

Para comprender las cualidades básicas de las aguas negras, es esencial conocer los siguientes elementos: (1) los grupos de microbios que están en la superficie como en los desechos, así como los que entran en el depuración biológico; (2) los organismos empleados como horarios de contaminación y su categoría; (3) los procedimientos esgrimidos para identificar estos organismos; y (4) los procedimientos utilizados para estimar la toxicidad de los desechos tóxicos. (Eddy & Metcalf, 1995). (Metcalf & eddy, 1995)

- **Microbios:** Comprenden un grupo de bacterias presentes tanto en los desechos naturales como en los desechos hídrica, y se representan en eubacterias, eucariotas y arqueobacterias. Pertenecen principalmente a la familia de las eubacterias, aunque dentro de las eucariotas se encuentran las algas, los hongos y los protozoos (Metcalf & eddy, 1995)



Tabla 3
Clasificación de microbios

Grupo	Estructura celular	caracterización	Miembros representativos
eucariotas	eucariota	Multicelular, con gran diferenciación de células y tejidos.	Plantas (semilla, musgos, helechos). Animales (vertebrados e invertebrados).
		Cenocítico o unicelular o micelial; con una modesta o ninguna. sin distinción de fibras	Protistas (algas, hongos, protozoos).
Eubacterias	Procariota	Similar en Química Celular a los organismos eucariotas.	La mayoría de las bacterias.
Arqueobacterias	Procariota	Química celular particular.	Metanógenos, halófilos, termacidofilos.

Nota. (Metcalf & eddy, 1995)

- **Bacterias:** Se clasifican como eubacterias procariotas unicelulares debido a su morfología.
- **Hongos:** Son protistas multicelulares aerobios, que no realizan fotosíntesis.
- **Algas:** Existen en las aguas escorrentia porque su producción es cuando son favorables, y su presencia influye en la evaluación de la calidad hidrica.

2.4.3 Depuracion de aguas servidas



Es vital que los desechos acumulados en comunidades y localidades acaben vertiéndose en las fuentes. Para determinar qué contaminantes deben eliminarse y en qué cantidad para salvaguardar el medio biótico, análisis exhaustivo de la situación. Establecer una solución de esta naturaleza requiere evaluar los contextos y requisitos locales en cada situación, además de dar a conocer su experiencia en ingeniería, al tiempo que se respetan las últimas normativas y leyes relacionadas con la calidad hídrica (Metcalf & Eddy, 1995).

2.2.3. Plantas de depuración de aguas servidas

Una vez establecido el sistema de saneamiento, es crucial instalar una planta de depuración apropiada. Para elegir el método de depuración más eficaz, hay que tener en cuenta varios factores, como:

- Cumplimiento de las leyes y normativas medioambientales vigentes.
- Dedicación proactiva a la protección del ecosistema y la salubridad pública, incluida la superación de la normativa legal.
- Viabilidad económica, incluida la recuperación de los costes de construcción y explotación.
- Disponibilidad y valor del terreno necesario para la construcción.
- Capacidad técnica para gestionar y mantener el sistema.

Tabla 4
Niveles y operaciones de PTAR

Niveles y operaciones de plantas de depuración de aguas servidas



Preliminar	Predepuración de desechos: En esta fase se evacuan los objetos y materiales de gran tamaño, como traapos, ramas y arena.	Rejas, tamices, desaaarenadores, tanques de homogeneización, trampas de grasa y medidores de caudal.
Primario	Sedimentación: En esta fase, el objetivo es disminuir la cantidad de sólidos orgánicos e inorgánicos que se depositan en la superficie.	Sedimentadores, unidades con inyección de aire, tanques sépticos, sistemas Imhoff y tanques de flotación.
Secundario	Curación biológica: Con este procedimiento se consigue una disminución superior al 80% de la demanda bioquímica de oxígeno soluble (DBO).	Fangos activados, biodiscos, filtros percoladores, humedales y lagunas de estabilización, así como el reactor UASB.
Terciario	Filtración: En esta fase se esgrimen filtros para eliminar las micropartículas, disminuyendo así la contenido de sólidos en suspensión (SS).	Operaciones como coagulación y precipitación, absorción con carbón activado, cloración, destilación, reacción química, extracción mediante solventes, supresión por esfumación, proceso de nitrificación y desnitrificación.

Nota. (RNE, D. S N° 011, 2006)

2.2.3.1 Depuración preliminar

La primera fase de la depuración consiste en eliminar los sólidos gruesos y el material flotante de las aguas negras, que mejora la eficacia y sostenibilidad de las fases de depuración posteriores. Por lo general, los procedimientos de



depuración preliminar incluyen el tamizado, el desarenado y, en menor medida, el desengrasado. Los tamices convencionales utilizados en el depuración de aguas negras están formados por barras paralelas con orificios que van de 5 a 50 milímetros. Cuando los orificios de las rejillas son pequeños (menos de 6 milímetros), puede producirse una expulsión de DBO5 y sólidos en suspensión (Larico, 2017)

- **Cámara de Rejas:**

Los tamices suelen ser el primer paso en las plantas de depuración de desechos. Su principal cometido es conservar todos los desechos que pasan o son arrojados por los inodoros o alcantarillas. Las rejillas protegen de atascos a válvulas, bombas, equipos de ventilación, conductos y otros elementos de la planta. Además ayudan a mejorar la estética para la disminución (Ayala fanola & Gonzales marquez, 2008)

- **Desarenador:**

Son para la eliminación de arena, ceniza y piedras, también llamados arenilla o pequeñas partículas, que se encuentran en los vertidos de agua. La cantidad de arenilla en el vertedero varía y se basa en elementos como el tipo de sistema de desarenado. Los sistemas separados, que sólo recogen desechos domésticos, suelen tener menos arenilla en comparación con los sistemas combinados, que también absorben el agua de los ríos. La arenilla puede dañar la maquinaria por abrasión y causar problemas en los tanques de decantación y digestión. La cantidad de sedimentos de entrada



y salida puede causar obstrucciones o acumulaciones, disminuyendo así la capacidad de depuración de la planta (Ayala fanola & Gonzales marquez, 2008)

- **Desengrasador:**

Son utilizados para las grasas se utilizan principalmente en la gestión de desechos cuando hay un alto contenido de grasas y aceites procedentes de desechos técnicos (Ayala fanola & Gonzales marquez, 2008)

- **Canal Parshall:**

Es fundamental colocar caudalímetros aguas abajo de los desarenadores y tamices, como un Parshall o un Palmer-Bowles. Es obligatorio medir el caudal, a menos que se justifique la omisión por escasez de caudal.

2.2.3.2 Depuración primaria

Se centra en la eliminación o reducción de los sólidos orgánicos e inorgánicos que se depositan en la superficie, así como de la espuma y otros materiales flotantes. Este procedimiento puede eliminar entre el 25% y el 50% de las necesidades bioquímicas de oxígeno (DBO₅), entre el 50% y el 70% de los sólidos en suspensión y el 65% de los aceites y grasas. Normalmente, la primera unidad de depuración incluye unidades de depuración preliminar (tamices, desarenadores y caudalímetros) y decantadores. Los decantadores o clarificadores primarios consisten en recipientes son de forma circular o rectangular, con profundidades de 3 a 5 metros y un tiempo de retención de entre 2 y 3 horas. Los sólidos depositados, también llamados fangos primarios,



se extraen de la superficie mediante rascadores y se agrupan en una tolva central. (Larico, 2017)

- **Tanques Sépticos**

En zonas confinadas o donde la cantidad diaria de desechos es inferior a 20 metros cúbicos (0,23 litros por segundo), la fosa séptica suele ser el principal dispositivo de depuración, a menudo complementado por un sistema de infiltración. El volumen total de la fosa séptica viene determinado por la cantidad diaria de líquidos y sedimentos.

Normalmente de forma rectangular, suelen estar segmentadas en dos o más para favorecer la retención de escorias y objetos, la sedimentación de sólidos y la digestión de la materia orgánica depositada en la superficie. Sin embargo, estas operaciones unitarias no consiguen eliminar adecuadamente la materia orgánica, como la DBO.

- **Tanques Imhoff**

Es una unidad de depuración primaria que proporciona mayor eficacia que la fosa séptica. Este sistema se aplica en comunidades que excede en una fosa séptica. Consiste en un recipiente con dos compartimentos interconectados que promueven la sedimentación, separación de arenas y digestión anaeróbica de sólidos en su parte inferior.

- **Zanjas de Infiltración**



Los desechos del primer depuración en fosas sépticas u otros sistemas siguen requiriendo un depuración adicional antes de su liberación al ecosistema, que todavía contienen una cantidad significativa de compuestos orgánicos y microbios.

2.2.3.3 Depuración secundario

El depuración biológico de desechos que se benefician de la actividad de los microbios presentes en los desechos. Durante su periodo de abastecimiento, estos microbios desarreglan la materia orgánica, convirtiéndola en materia biológica, sustancias inorgánicas o sustancias inertes (huanca, 2018).

Principales métodos de depuración secundario:

- **Con microbios en suspensión:**
 - **Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA):** En estos reactores, el flujo es en modo updraft, y cuentan con un sistema en la parte inferior ala división de gases, líquido y sólidos, sorteando la liberación de material sólido durante el eflujo y facilitando la liberación de gas. Estos dispositivos están protegidos para permitir la cosecha del gas generado en el proceso sin requerir oxígeno (Ayala fanola & Gonzales marquez, 2008)
 - **Lagunas de estabilización:** Las balsas de equilibrio son contenedores trazados para la depuración de desechos a través de mecanismos naturales de relación entre la materia biológica (algas y microbios que requieren oxígeno) y las sustancias orgánicas contenidas en el agua.



- **Fangos Activados convencional:** La materia biológica, constituida en su mayoría por material orgánico vivo y una pequeña proporción de compuestos inorgánicos, se recircula desde la base del segundo clarificador hasta el tanque de ventilación (Ayala fanola & Gonzales marquez, 2008)
- **Con microbios Fijos:**
 - **Biodiscos:** Son sistemas de depuración vivo que emplean discos rotativos recubiertos de materia orgánica. Estos son giratorios aseguran un contacto constante con el agua y el oxígeno del aire, lo cual favorece la asimilación de nutrientes y el proceso de oxigenación. Este procedimiento es asequible y suele aplicarse en instalaciones pequeñas. Tras una desinfección posterior (Ayala fanola & Gonzales marquez, 2008).
 - **Filtros percoladores:** Son unidades de depuración que emplean un lecho filtraante compuesto por materiales rocosos o artificiales de gran volumen. El efluente previamente sedimentado se distribuye sobre esta superficie, donde se desarrolla una capa biológica que retiene los compuestos orgánicos presentes en el agua (Ayala & Gonzales, 2008)
 - **Humedales:** Son zonas húmedas con plantas que sobresalen hidrica, como gramíneas altas, tules y cañas. Esta vegetación ofrece superficies para el crecimiento de capas microbianas, ayuda en la filtración y captura de sustancias contaminantes, favorece la oxigenación hidrica e inhibe la



proliferación de algas al reducir la penetración de la luz solar (Ayala & Gonzales, 2008)

2.2.3.4 Depuración terciario

Se relata a los operaciones que se utilizan con el fin de lograr una excelente pureza tanto en sus patrimonios físicas y químicas como en su estado biológico, mejorando significativamente sus características. Los objetivos específicos del depuración terciario varían según el uso final hidrica tratada. Normalmente, esta fase se emplea para remover compuestos nutritivos como el nitrógeno y el fósforo presentes en agua. Generalmente, no se emplea en la gestión de desechos municipales, a no ser que se pretenda utilizar esta agua tratada en el sector industrial o en la salvaguarda de zonas ecológicamente impresionables (huanca, 2018)

Dentro de los depuraciones terciarios, tenemos:

- Diálisis electrolítica
- Concepción
- Aditivos
- Adsorción
- Microfusión
- Nanofiltración
- Ultrafusión
- Conversión iónica



La necesidad de implantar un depuración terciario se basa en el destino final que se pretende dar al depuración del residuo.

2.2.4. Tecnologías para el depuración de las aguas servidas empleadas en esta investigación

En el ámbito de la gestión de desechos, serie de técnicas físicos, químicos y biológicos para reducir la presencia de sustancias nocivas y permitir la liberación de los depuraciones de desechos, reduciendo así los riesgos tanto para el medio biotico como para la población.

- **Fangos activados**

Se considera un depuración secundario aeróbico cuando se inyecta oxígeno en el reactor a través de difusores de burbujas finas, proporcionando resultados beneficiosos para el depuración de desechos domésticos. (Metcalf & eddy, 1995)

- **Filtros percoladores**

Son unidades de depuración biológico aeróbico empleadas en el depuración secundario de desechos domésticos. Estos filtros están compuestos a través de un soporte filtrante, como material volcánico, grava o polímeros, en el cual los microbios se fijan para desarrollar una capa biológica. A través de este medio se depuran las aguas servidas y los microbios descomponen los compuestos orgánicos. El soporte filtrante mejora la superficie de contacto para el crecimiento de la biomasa



microbiana, posibilitando que los microbios asimilen los compuestos orgánicos del efluente y los desintegren, produciendo un residuo con menos composición orgánica. Es fundamental que el agua residual que se va a procesar en el filtro percolador reciba una depuración preliminar; es decir, se eliminan los sólidos gruesos, la arena, el aceite y la grasa (ATDR, 2013)

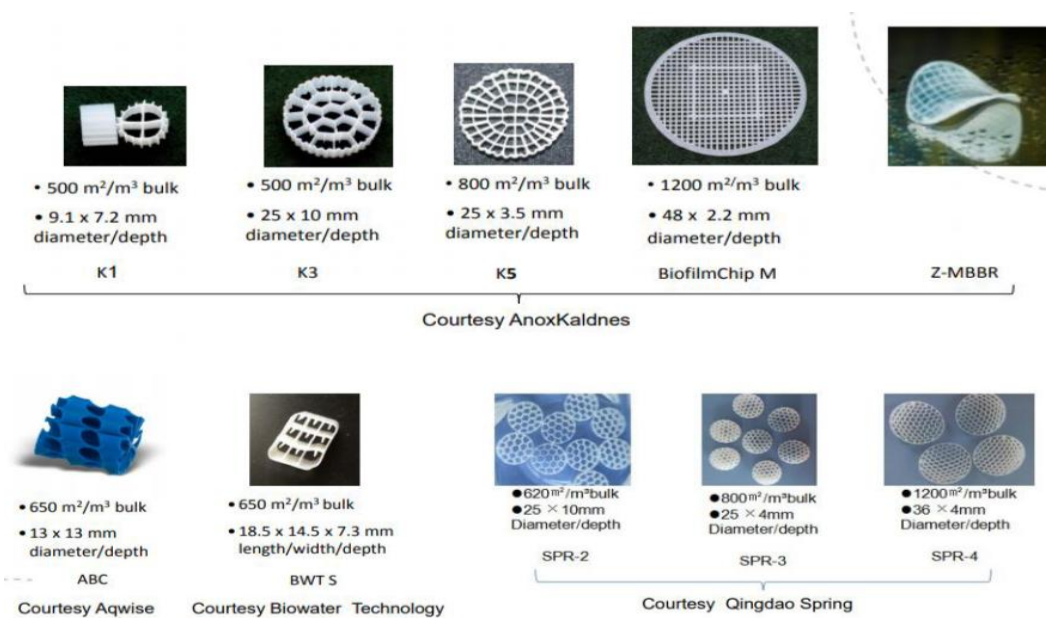
- **Biorreactor de lecho móvil (MBBR)**

Se trata de un procedimiento biológico sencillo en el que se añaden portadores o bio portadores y se fijan los microbios purificadores en el reactor biológico, al que se aporta oxígeno a través de dispersores. Este proceso se utiliza en aguas servidas domésticas e industriales debido a su gran capacidad para eliminar materia orgánica (Metcalf & eddy, 1995).

- **Soportes**

Son diversos compuestos, como polietileno, plástico, poliuretano poroso, carbón pequeño, entre otros, y pueden variar en su configuración, como se puede ver en la imagen, para favorecer la circulación y permeabilidad hídrica que fluye a través de ellos. El carácter y el desplazamiento constante de los soportes favorecen la formación de una biopelícula extremadamente fina y uniformemente mercantilizada, lo que simplifica la transmisión de sustrato y oxígeno a la superficie de la biomasa ligada. También, se reduce la fricción entre los soportes, lo que mejora la eficacia, en particular dentro de los sustratos (Luna fuentes, 2019)

Figura 1.
Tipos y características de soporte



Nota. (Luna fuentes, 2019)

- Biopelículas

La creación y desarrollo de una capa biológica adecuada es un factor esencial en el proceso MBBR, que emplea microbios tanto de la biopelícula como de los flóculos. Se añaden medios en suspensión MBBR para salvaguardar el lento crecimiento de los organismos, incluso con el reducido tiempo de retención característico de estos sistemas. Se cree que la efectividad de la formación de biopelículas en el funcionamiento de los MBBR depende tanto de la composición de la microbiana como del rendimiento de los organismos en la superficie (Luna fuentes, 2019)

- **Biorreactor de membrana (MBR- *membrane biorreactor*)**



Los sistemas de caracterización biológicos con membranas (MBR) fusionan las operaciones biológicas con la tecnología de filtros, generando un sistema de depuración de desechos que emplea filtros para separar sólidos y líquidos en vez del tradicional clarificador secundario de la depuración de fangos activados.

La tecnología MBR se fundamenta en la filtración mediante filtros con diferentes tipos de aperturas, según el tipo de agua y el proceso de depuración aplicado. Ya sean orgánicas o inorgánicas, los filtros actúan como barreras selectivas que facilitan el paso hídrico mientras retienen los sólidos y desechos. La implementación de la tecnología MBR en la depuración de desechos ha permitido la creación de soluciones para la reusabilidad hídrica en áreas urbanas, cultivos, irrigación y otros fines industriales (Cazorla Vinuesa, López Ayala, Zambrano Cardenas, & Ríos García, 2021)

Inicialmente, los filtros se empleaban primordialmente como un depuración de pulido o terciario en los compuestos tradicionales de depuración de aguas negras. Las grandes inversiones y los altos costos operativos, sumados a la falta de comprensión sobre los beneficios que ofrecían los filtros, restringieron su desarrollo. No obstante, la llegada de módulos de membrana más económicos y eficientes, junto con la implementación de normativas más rigurosas para la eliminación de desechos, ha renovado el interés por esta tecnología. (Mendes, 2019)



Con el progreso de filtros de ultrafiltración y microfiltración más eficientes y accesibles, ha surgido un nuevo proceso de depuración biológica hídrica, denominado biorreactor de membrana. (Mendes, 2019)

La membrana (MBR) es una versión de fangos activados para el proceso de desechos, en el que la filtración por membrana sustituye a la segunda decantación para separar los sólidos hídrica limpia. Este procedimiento genera una descarga de alta calidad, usualmente libre de partículas en suspensión y microbios. (Mendes, 2019)

Los MBR constan de dos componentes esenciales: una unidad viva representante de la humillación de la composición orgánica de los desechos (proceso de degradación biológica) y un sistema de filtración que expulsa. La filtración se realiza a través de filtros ultrasónicos (UF), que tienen poros de 0,005 a 0,1 micrómetros, o filtros de microfiltración (MF), que tienen poros de 0,1 a 4 micrómetros (Mendes, 2019)

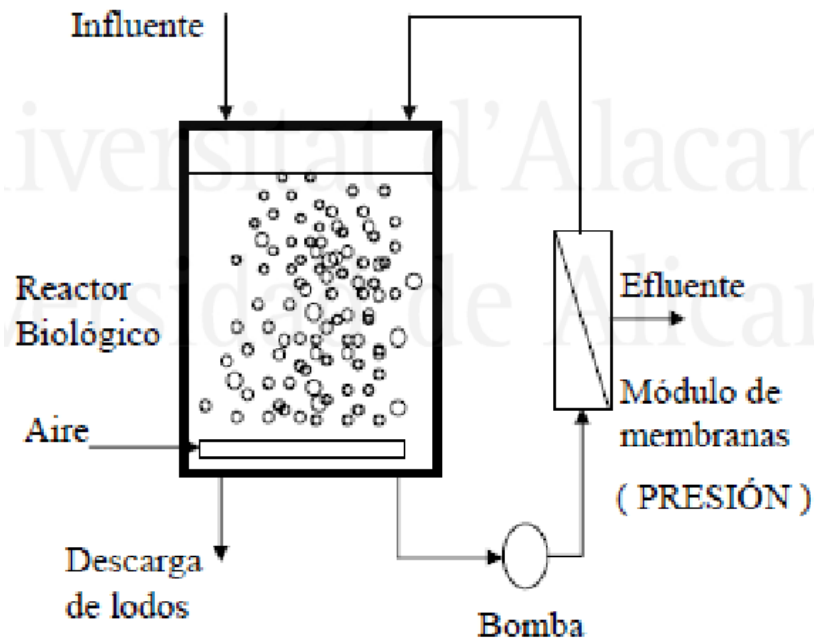
- **Configuración de los MBR**

Pueden ser configurados de dos formas, según la ubicación de los filtros: dentro del reactor de depuración o fuera de él.

- **Biorreactor con membrana externa**

Se caracteriza de dos elementos cruciales: biológica encargada de deshacer la composición orgánica de los desechos (proceso de degradación biológica) y un sistema de filtración que extrae los sólidos hídrica pura. La filtración se realiza mediante filtros ultrasónicos (UF), que tienen poros de 0,005 a 0,1 micrómetros, o poros de 0,1 a 4 micrómetros.

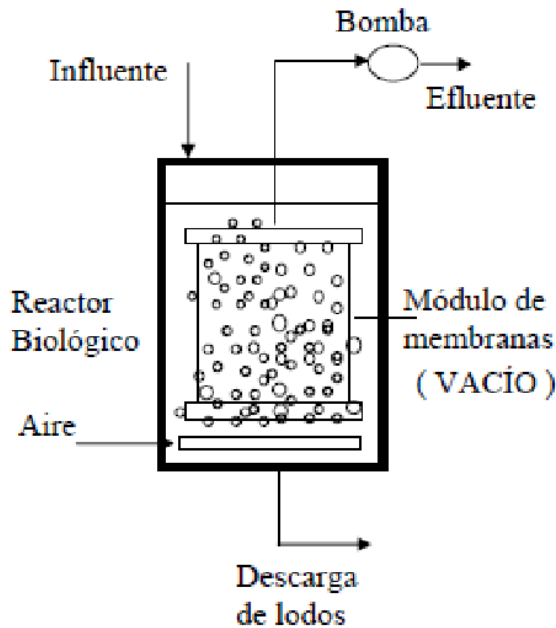
Figura 2
biorreactores con membrana externa



Nota. (Luna fuentes, 2019)

- **Biorreactores con membrana sumergida.** – El sistema de filtración que ejecuta la ausencia física está inmerso en el biológico (Figura 1.6). La torsión que permite el flujo de agua a través del filtrado se obtiene mediante la aplicación de depresión al biorreactor o la generación de denegación en la zona permeable del filtrado (Mendes, 2019)

Figura 3
Biorreactores de membranas sumergidas



Nota. (Luna fuentes, 2019)

La cabeza puede ser parte del biorreactor o encontrarse en un tanque separado. En los sistemas con membrana integrada, generalmente se necesita recircular internamente los fangos. Con el objetivo de estabilizar el contenido de biomasa dentro del biorreactor, aunque algunos sistemas de canal de abeja oxidación no requieren esta recirculación. En diferentes sistemas de membranas, un El segmento de fangos activados se devuelve desde el tanque de membranas al reactor biológico para conservar el proceso de depuración (recirculación externa) por bombeo o gravedad, con el objetivo de regular la reunión máxima de biomasa en el tanque de membranas y preservar el equilibrio en el reactor biológico. (Mendes, 2019)



El método habitual de utilización de membranas consiste en introducirlas en el interior del recipiente de purificación. Aunque la producción de agua pura mínimo en comparación con las membranas externas. El aire que se insufla en el reactor depurador no solo mantiene las bacterias en corriente y suministra oxígeno, también puede evitar la salida del aire la acumulación de impurezas en los filtros. (Mendes, 2019)

- **Reactor biológico secuencial (SBR)**

Los SBR funcionan como depósitos especiales en los que las aguas servidas se combinan con microbios y se les proporciona oxígeno. Este mecanismo integra varias fases de depuración en un solo reactor, lo que supone un ahorro considerable. (Catucuago, 2020)

Un SBR debe contar con las siguientes características: facilidad de acceso y operación, mediante la creación de ciclos como los periodos de decantación, descarga, llenado y oxigenación para la producción de sedimentos de fangos activados. Esto permite la monitorización de variables operativas como el coeficiente de oxígeno disuelto (DQO), pH, temperatura y caudal de aire, con el fin de medir la eficacia del SBR. El sistema de depuración fue diseñado en un biorreactor con una forma rectangular, el depósito mide 117 cm de altura, 24 cm de ancho y 26 cm de largo, y tiene una capacidad de 120 litros. También está equipado con válvulas ubicadas en diferentes niveles del reactor, facilitando la entrada y salida hídrica purificada. (Catucuago, 2020)

2.4.6. Eficacia de una planta de depuración para aguas servidas



La remoción de contaminantes se evalúa analizando las fluctuaciones de los criterios de control, especialmente contrastando los niveles de contaminantes en el sistema de entrada y de salida. La disminución de contaminantes se determina por una formula.:

$$E = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100$$

Donde:

E: eficacia

C: efluente

Co: influente



2.2 DEFINICIÓN Y TÉRMINOS

2.2.1 Aguas servidas

Son fluidos con propiedades o transformadas por la intervención humana, y debido a un depuración alterno antes de ser reutilizados, liberados a un ecosistema natural o vertidos en riego. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental , 2014)

2.2.2 Influyente

Agua o cualquier otro líquido que entre en un depósito, instalación de depuración o método de depuración (NORMA OS. 090, 2009)

2.2.3 efluente

Es un agua subterránea que se infiltra en un río, lago o laguna, favoreciendo el incremento de su flujo. (NORMA OS. 90, 2009)

2.2.4 DBO5

Volumen de oxígeno necesaria para que los microbios establezcan la sustancia orgánica disminuyó determinados periodos de tiempo y temperatura (normalmente 5 días y a 20°C) NORMA OS. 090, 2009.

2.2.5 DQO

Valoración del volumen de Oxígeno forzoso para la degradación química de la material orgánico de los desechos, utilizando permanganato o dicromato potásico como sales inorgánicas (NORMA OS. 90, 2009)

2.2.6 pH



Logaritmo que indica la presencia de iones hidrógeno, mencionada en moles por litro (NORMA OS. 90, 2009)

2.2.7 SST

Materia en suspensión sedimentable, conjunto de sustancias retenidas durante el proceso de filtración con un filtrado preestablecido.

2.2.8 MBBR

Se define como un procedimiento biológico aeróbico, utilizado Orientado al control y depuración de sustancias contaminantes en aguas negras, mediante la degradación de la sustancia que requieren oxígeno (Luna fuentes, 2019)

2.2.9 MBR

Constan de dos componentes principales: el componente biológico encargado orgánico presente en los desechos degradación biológica y el sistema de filtrado, responsable de la separación de sólidos. (Mendes, 2019)

2.2.10 SBR

Son reactores discontinuos secuenciales que operan mediante ciclos de llenado y vaciado, con el objetivo de eliminar nutrientes y compuestos orgánicos de las aguas negras domésticas. Además, variación en la duración de las fases del proceso de depuración y la antigüedad del fango en dichas operaciones. (Catucuago, 2020)

2.2.11 Carrier- Biocarrier



Representan una mezcla innovadora de medios MBBR/IFAS, modificados para lograr propiedades óptimas para la colocación ADECUADA de microbios en biordesechos (Fluence, 2019)

2.2.12 Membrana de microfiltración

Es un filtro que separa partículas de un líquido mediante un proceso de filtración avanzada (Fluence, 2019)

2.2.13 Difusores de Burbuja

elementos de difusión de aire, utilizados prevalentemente para oxigenación en los depuraciones aeróbicas de aguas. (guatemala, 2023)



CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El estudio es del tipo causal comparativa, el cual este método es utilizado por investigadores para concluir entre dos o más variables, de igual forma el análisis estadístico donde el método que se presenta establezca cuidadosamente todos los factores y presentan claramente los resultados. estudio es de enfoque cuantitativo (Hernandez, Fernandez & Baptista, 2014) relacionadas al rendimiento logrado mediante la simulación de una planta depuradora de aguas neegras domésticas en Azángaro, utilizando el programa BioWim.

3.2. Nivel de investigación

Descriptivo: El enfoque descriptivo busca identificar las propiedades, características y atributos de individuos, colectivos, comunidades, procedimientos, elementos o cualquier otro fenómeno objeto de estudio. (Hernández et al, 2014)



3.3. Diseño de investigación

Según el propósito, está vinculada a un diseño no experimental ya que la información se obtuvo directamente del entorno, en este caso del influente de la PTAR de la provincia de Azángaro.

3.4. Método de investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque hipotético-deductivo, al tratarse de un modelo científico en establecer hipótesis y comprobar o rechazar, el cual mezcla el momento empírico y la observación de la realidad; es decir, el rendimiento alcanzado en la simulación de una instalación de depuración de aguas negras domésticas dependió de los datos que cuenta la PTAR.

3.5. Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo y descriptivo, ya que se basa en la recogida y estudio de datos sobre la eficacia obtenida en modelación de sistemas de depuración de desechos domésticos, utilizando el programa BioWim en la localidad de Azángaro.

3.6. Ámbito de investigación

El objetivo, este ligado a un diseño no experimental descriptivo ya que los datos fueron obtenidos directamente del medio biológico, en particular del efluente generado por la PTAR ubicada en la localidad de Azángaro.

Este trabajo investigativo se llevó a cabo en Azángaro, en la región de Puuno. La Empresa Prestadora de Servicios NOR PUNO, como entidad gestora,



reporta un caudal máxiimo de 35 L/s y un caudal medio de 25 L/s respectivamente.

De acuerdo a (Metcalf & eddy, 1995), se utilizará un tipo específico de muestras: muestras compuestas.

- **Compuestas:** donde se toma muestras simples tomadas en el mismo punto, pero en diferente intervalo de tiempo.

3.7. Población y muestra

3.3.1 Población

El lugar de estudio es Azángaro, con 27.705 residentes, que aportan al sistema de (desagüe) alcantarillado.

3.3.2. Muestra

La recolección de la muestra actual se realizó siguiendo las normas estipuladas en el OS 090 sobre Plantas de Depuración de Aguas negras, donde se instituyen los criterios correspondientes: Con el fin de identificar las características de las aguas negras a nivel nacional, se llevarán a cabo cinco programas de medición de muestreo para cada descarga importante. Es necesario determinar el caudal y la temperatura hidrica sobre el terreno. Las medidas se llevarán a cabo varios días a la semana. A partir de los datos recogidos por hora, se crearán muestras compuestas. Todas las muestras deben conservarse según los métodos convencionales de análisis de aguas negras.



3.8. Técnicas e instrumentos de recogida de información

En esta investigación, la técnica observacional será empleada para corroborar los datos alcanzados en la recogida y depuración de datos, junto con el instrumento de recogida, para registrar la custodia de tarjetas, indicando los criterios a evaluar

3.9. Procedimiento metodológico

3.9.1. Procedimiento metodológico para el objetivo específico 1

Detallar la contenido de parámetros fisicoquímicos y biológicos, obtenidas de las aguas servidas domesticas de la localidadde Azángaro

Se utilizaron estrategias de examen documental para simplificar el análisis de los datos alcanzados de la influencia de los estanques de estabilización en la localidad de Azángaro. Dichos datos serán modelados y contrastados mediante el programa BioWin, lo que permitirá considerar futuras tecnologías de depuración de aguas negras.

Asimismo, para la recopilación de la para recolectar los datos requeridos en esta investigación, se llevaron a cabo los pasos siguientes:

- **Puntos de monitoreo**

En primer lugar, se determinó y reconoció la ubicación precisa en los muestreos, utilizando GPS por satélite para registrar las coordenadas UTM, y se colocó un emblema para identificarlos.

- **Parámetros de calidad**



Los criterios que deben tenerse en cuenta se controlan en las aguas servidas (influyente)

- Aceite y grasas
- Coliformes fecales
- DBO5
- DQO
- Ph
- T
- SST
- Caudal max.
- Caudal Prom.

3.8.2. Preparación de materiales y equipos

a) Materiales

- Hojas de registro
- Cadena de custodia
- Papel timbrado
- Cinta adhesiva
- Rotulador indeleble
- Botellas justamente etiquetadas
- Recipientes térmicos (tamaño pequeño y grande) - Aislante u otro agente refrigerante
- Aislante u otro agente refrigerante



- Bolsas acolchadas de poliéster o cualquier otro material protector apropiado – Prenda de algodón u otro envoltorio conveniente
 - Camiseta
 - Agua condensada y/o desionizada
 - Solución tampón de pH
 - Conservantes químicos utilizados en el campo para preservar muestras para la determinación de DQO, aceites y grasas, entre otros.
 - Cuchillo
 - Reloj de pausa
 - Observar
 - Tapones medidores
 - Vaso graduado o probeta graduada de 1 L
 - Papel de aluminio
 - Hilo de nailon de 0,5 a 1 cm de diámetro, lo suficientemente larga para manejar los cubos de muestreo en zonas de control.
- b) Equipos**
- GPS para detección inicial del punto de control
 - medidor de pH con capacidad de registro de la temperatura
 - cámara
- c) Indumentaria de protección**
- Zapatos de seguridad
 - Gafas de seguridad

- Guantes de látex descartables
- Casco
- Mascarilla descartable

3.8.3. Ubicación del punto de monitoreo

Los puntos de monitoreo fueron seleccionados tras una evaluación y análisis de las ubicaciones posibles. Se recogieron muestras tanto en el caudal de entrada como en cada fase del Proceso aplicado al depuración hídrica efluente de la Planta de Depuración de Aguas Servidas (PTAR) del localidad de Azángaro. Las muestras fueron debidamente etiquetadas para su correcta identificación.

Figura 4
ubicación de la zona de estudio



Nota. Google earht

3.8.4. Medición de parámetros en campo y registro de información

Los factores evaluados son el pH, la temperatura y el caudal de agua para evaluar la exactitud de los datos derivados.

- Instrumentos calibrados (pH-metro)
- Determinar el caudal de la fuente y del efluente.
- Documentar las propiedades de los desechos (como sólidos, color, aroma, etc.).

3.8.5. Procedimiento metodológico para el objetivo 2

Explicar la simulación de fangos activados, MBBR, MBR, SBR y filtros percoladores por medio del programa BioWim

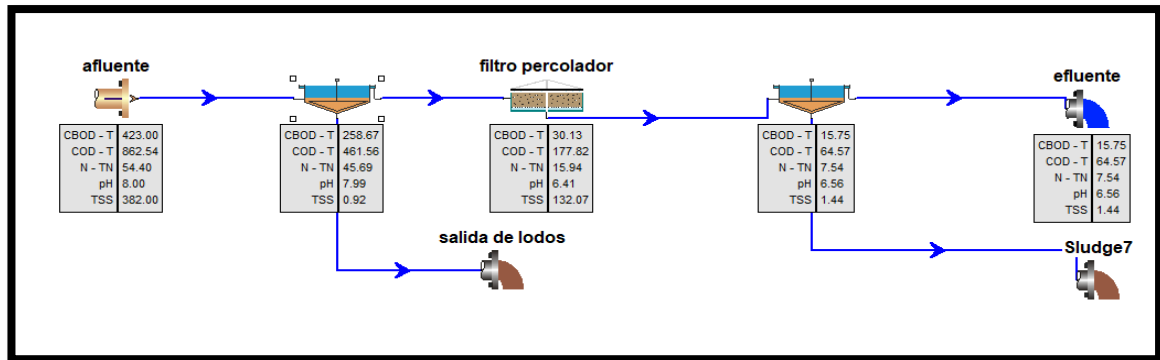
Este programa dispone de una barra de opciones con diversos tipos de depuración.

Figura 5
software BioWim



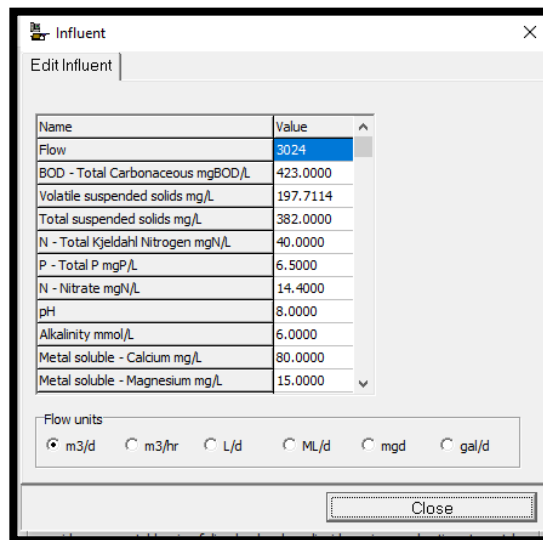
En el que se introduce los depuraciones propuestos inicialmente junto con su correspondiente entrada y salida de agua, depuraciones primarios y su respectiva salida de fangos.

Figura 6
Entrada de datos programa BioWim



De igual manera, se introducen datos de identificación en el caudal de entrada.

Figura 7
Entrada de datos



Además, la información sobre las medidas calculadas obtiene del programa Excel presente en los apéndices y, posteriormente, estos datos se introducen en el programa BioWim.

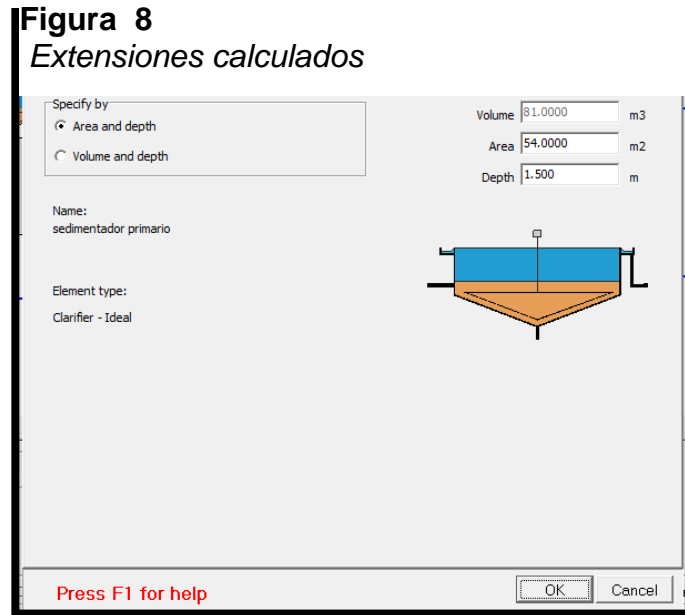
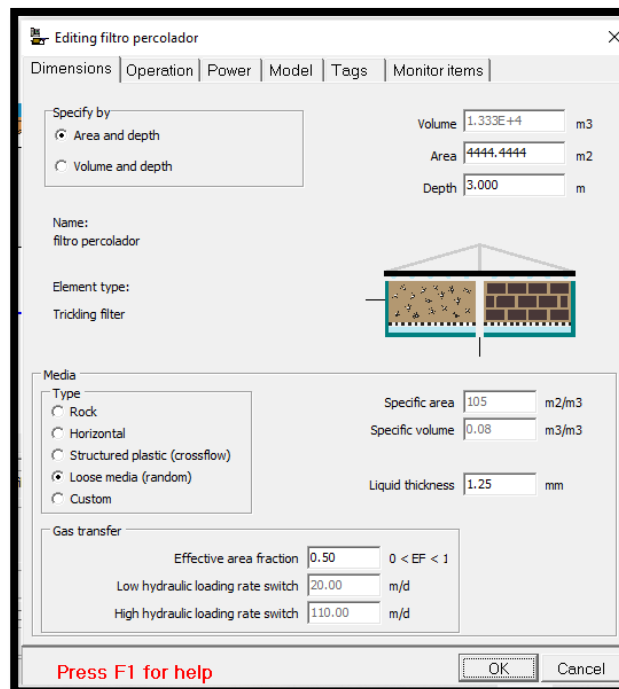


Figura 9
Extensiones calculados



A continuación, programe la simulación durante el tiempo necesario.

Figura 10
Clasificación de tiempo



Dynamic simulation

Options

Simulation start

- Simulate from project start date (jueves, 26 de Setiembre de 2024 12:00 a. m.)
- Continue from domingo, 06 de Octubre de 2024 12:00 a. m.
- Simulate from

Note

Simulate from option will clear the database and clear/clone any series.

Simulation stop

- Simulate for day(s)
- Simulate until

Simulate start conditions

- Seed values
- Current values

Start Cancel



CAPÍTULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultado del objetivo específico N° 01:

Detallar e contenido de parámetros fisicoquímicos y biológicos, obtenidas de las aguas servidas domesticas de la localidadde Azángaro

Los resultados obtenidos de la identificación físicas, químicas y microbiológicas de los desechos procedentes de la depuradora de Azángaro (balsas de consolidación) son los siguientes.

Información sobre la identificación de los desechos del localidad de Azángaro.

Tabla 5
Parametros

Días	D1	D2	D3	D4	D5	Prom.
solidos suspendidos totales	358	383	382	398	379	382
oxígeno disuelto	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PH (medición en campo)	7.7	7.9	8.3	7.5	8.1	7.9
DQO (DQO)	998	1162	1198	1142	1205	1141
temperatura (medición en campo)	16.1	17.3	17.1	18.1	17.8	17.3
nitrógeno total	120.45	132.49	160.32	151.52	162.47	144.45



Demanda						
Bioquímica de	405	423	421	396	470	423
Oxígeno (DBO5)						

Nota. Datos de resultado de muestreo

En la tabla 5 se exhibe los resultados derivados criterios químicos, físicos y microbiológicos en la identificación de los desechos procedentes de la Estación Depuradora de Aguas negras (EDAR) en la provincia de Azángaro. En relación a la Demanda (DBO5), se registraron valores que oscilaron entre 423 mg/L y 334 mg/L. En cuanto (DQO), se registraron valores comprendidos entre 1141 mg/L y 535 mg/L, con una máxima de 18°C y una mínima de 3°C, registradas al mediodía. El oxígeno disuelto se registró en menos de 0,3 mg/L, mientras que el pH osciló entre un máximo de 9,9 y un mínimo de 7,9. Los SST mostraron un valor máximo.

4.1.2. Resultado del objetivo específico N° 02: Explicar la simulación de fangos activados, MBBR, MBR, SBR y filtros percoladores por medio programa BioWim

Seguido de esto explicaremos y detallaremos los procedimientos de modelado utilizando 5 métodos diferentes para un adecuado depuración de los desechos, conforme a la normativa peruana OS 090 y D.S N° 003-2010-MINAN.

PROCESO DE FANGOS ACTIVADOS:

Ahora se observa los siguientes resultados derivados por el programa BioWim, a partir de los datos recogidos en la identificación de las aguas negras:

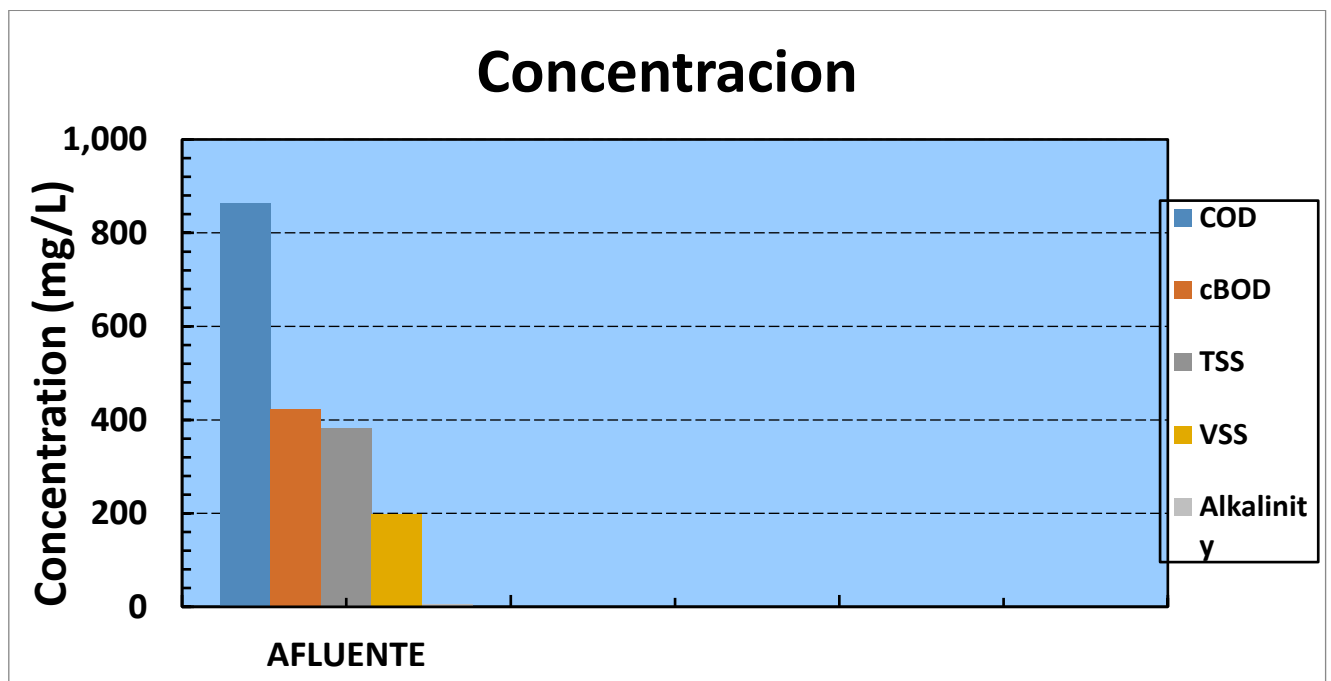
Tabla 6
Resultados de caracterización e entrada a simulación

CONCENTRACION Y TASA DE MASA												
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	26.4	40.0	121
PROMEDIO	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	26.4	40.0	121
Total	3,024.0		2,608		1,145		1,155		598			121

Nota. datos extraídos del Programa BioWim

La tabla 6 presenta la información ingresada en el programa como DQO, T, DBO5, SST, pH, y N, para su adecuada valoración.

Figura 11
contenido de influente





Nota. datos extraídos del Programa BioWim

Nota. El diagrama ilustra la concentración del influente según la caracterización ejecutada en la EDAR de la localidad de Azángaro.

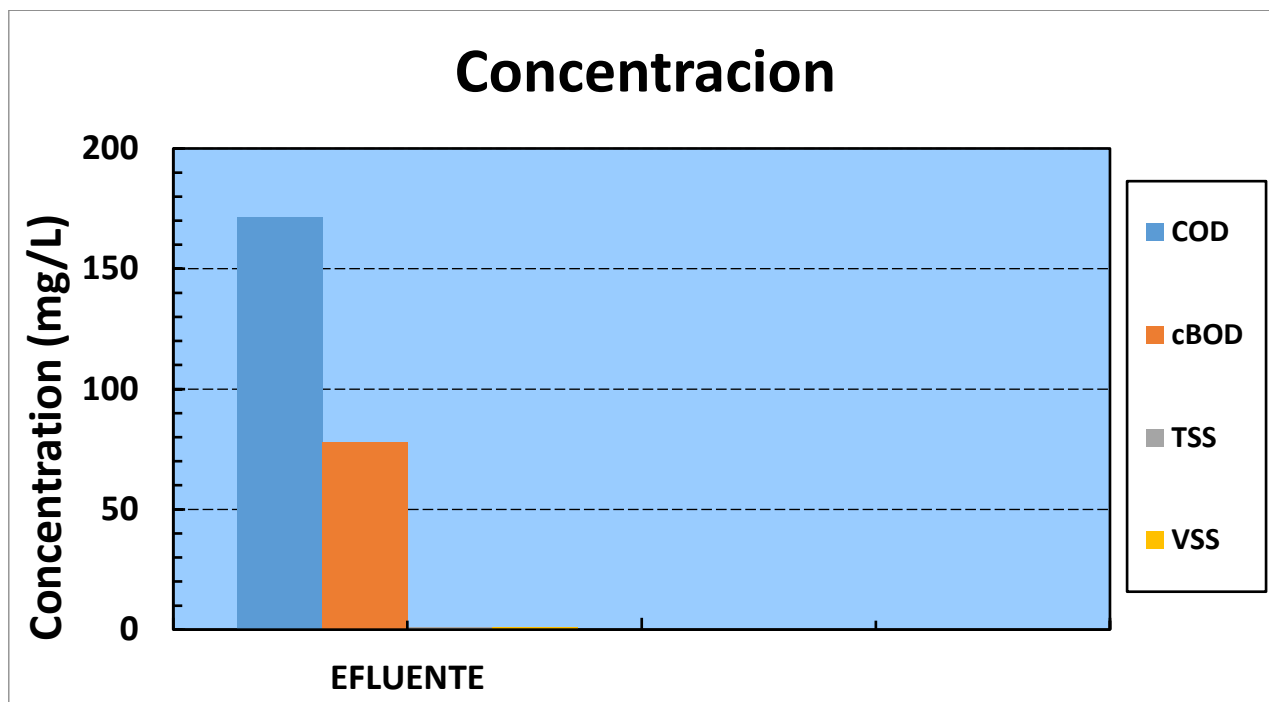
Tabla 7

Resultados del modelo del modelo según programa BioWim- para el proceso de fangos activados.

CONCENTRACION Y TASA DE MASA												
	FLOW	COD	COD	CBOD	CBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	NH ₄ -N	TN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L
EFLUENTE	1,893.3	172	325	78	147	1	2	1	2	19.1	36	34.5
PROMEDIO		172	325	78	147	1	2	1	2	19.1	36	34.5
Total	1,893.3		325		147		2		2		36	

La Tabla 7 presenta la efectividad de una estación de depuración con sistema de fangos activos en Azángaro, mostrando los criterios de DQO, DBO5, SST, SSTV, según el D.S. N° 003-2010-MINAN.

Figura 12
contenido de efluente luego de la simulación en BioWim



Nota. El diagrama ilustra la contenido de desechos según la simulación ejecutada para la localidadde Azángaro.

Tabla 8
Cuadro comparativo de influente, efluente y técnicas

	CONTENIDO Y TASA DE MASA								
	FLO	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	m g/L	kg/d	m g/L	kg/d	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	42	1,279	38	1155	40.0	121
SEDIMENTADOR PRIMARIO	2,419.2	554	1,340	31	752	1	2	31	75
FANGOS ACTIVADOS	2,839.9	625	1,775	33	940	31	892	36.5	104
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1,893.3	172	325	78	147	1	2	20.7	39



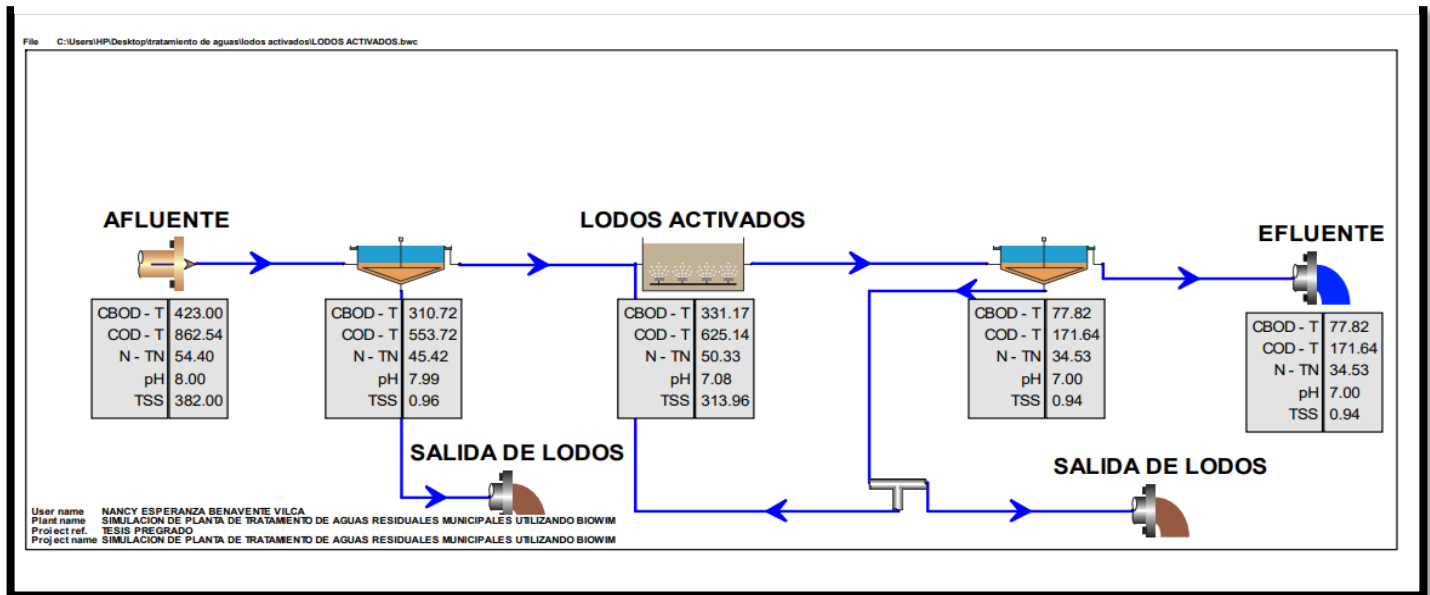
SALIDA DE FANGOS	604.8	2,098	1,269	87	527	1,906	1,153	75.9	46
SALIDA DE FANGOS RECIRCULACION	525.9	1,532	806	83	441	940	494	68.1	36
EFLUENTE	1,893.3	172	325	78	147	1	2	20.7	39

Nota. datos extraídos del Programa BioWim

Según la tabla 6, el caudal máximo de entrada es de 3025 m³/día y el efluente máximo imitado es de 1894,4 m³/día, donde la disminución del caudal es notable debido a la coexistencia de un decantador primario y un decantador secundario. En DBO₅, el caudal de entrada es de 424 mg/l, y los resultados de la fingimiento en DBO₅ son de 79 mg/l. En resumen, los sólidos en suspensión presentan una entrada de 383 mg/l y una salida de 1 mg/l. Asimismo, los criterios evaluados cumplen con la norma peruana D.S. N° 003-2010-MINAN.

Figura 13

Diagrama de operaciones de fangos activados en BioWim





PROCESO DE MBR:

Seguido de esto, se especifican los resultados alcanzados a través del programa BioWim, basados en los datos de identificación de las aguas servidas:

Tabla 9

Resultados de caracterización e entrada a simulación por MBR

	CONCENTRACION Y TASA DE MASA											
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	kg/d	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	80	40.0	121
PROMEDIO	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	80	40.0	121
Total	3,024.0		2,608		1,279		1,155		598	80		121

La tabla 9 presenta la información ingresada en el programa, como DBO5, DQO, T, pH, SST y N, para su adecuada valoración.

Figura 14
contenido de influente para efectuar la simulación

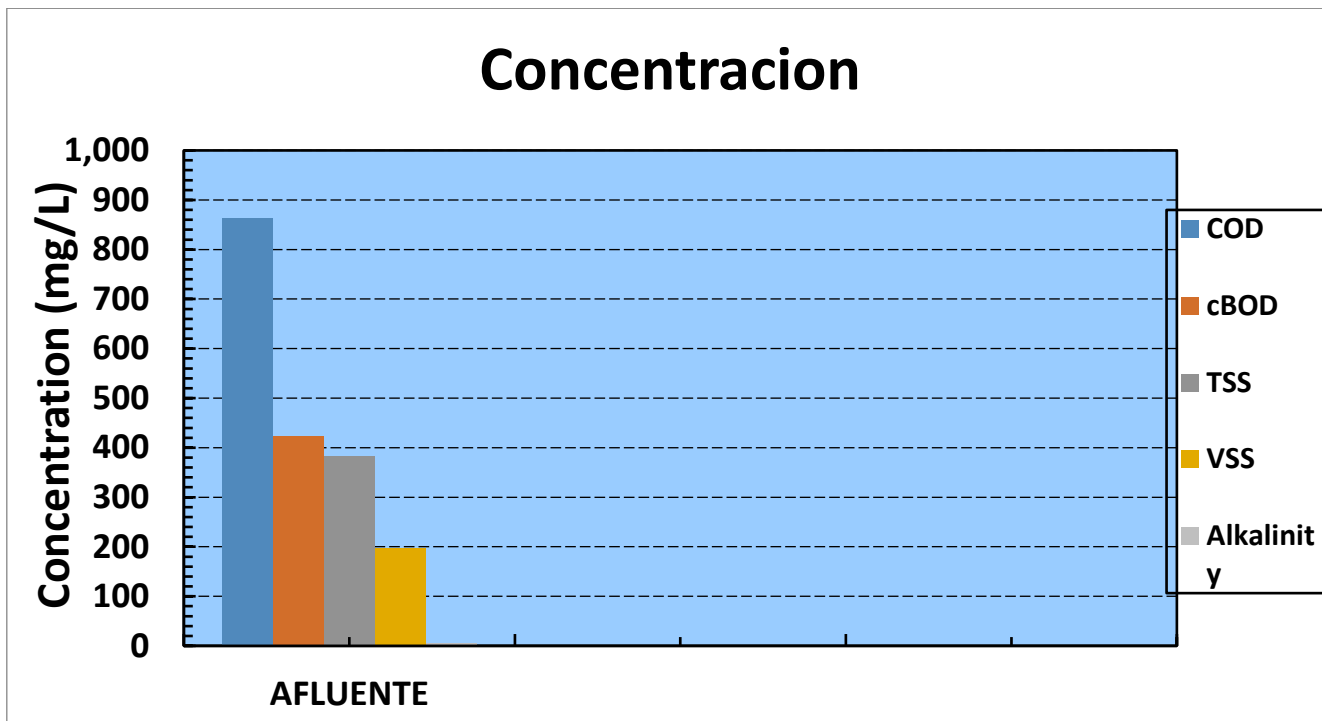


Tabla 10
resultados obtenidos del modelo según programa BioWim- para el proceso de MBR

CONCENTRACION Y TASA DE MASA												
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	NH ₄ -N	TN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L
EFLUENTE	1,568.8	68	107	18	28	0	0	0	0	19.2	30	34.6
PROMEDIO		68	107	18	28	0	0	0	0	19.2	30	34.6
Total	1,568.8		107		28		0		0		30	

Nota. Datos extraídos del programa BioWim

En la 10 presenta la efectividad de una estación de depuración empleando MBR en Azángaro, señalando los parámetros de DQO, SST, DBO5, SSTV, conforme al D.S. N° 003-2010-MINAN.

Figura 15
contenido de efluente luego de la simulación en BioWim

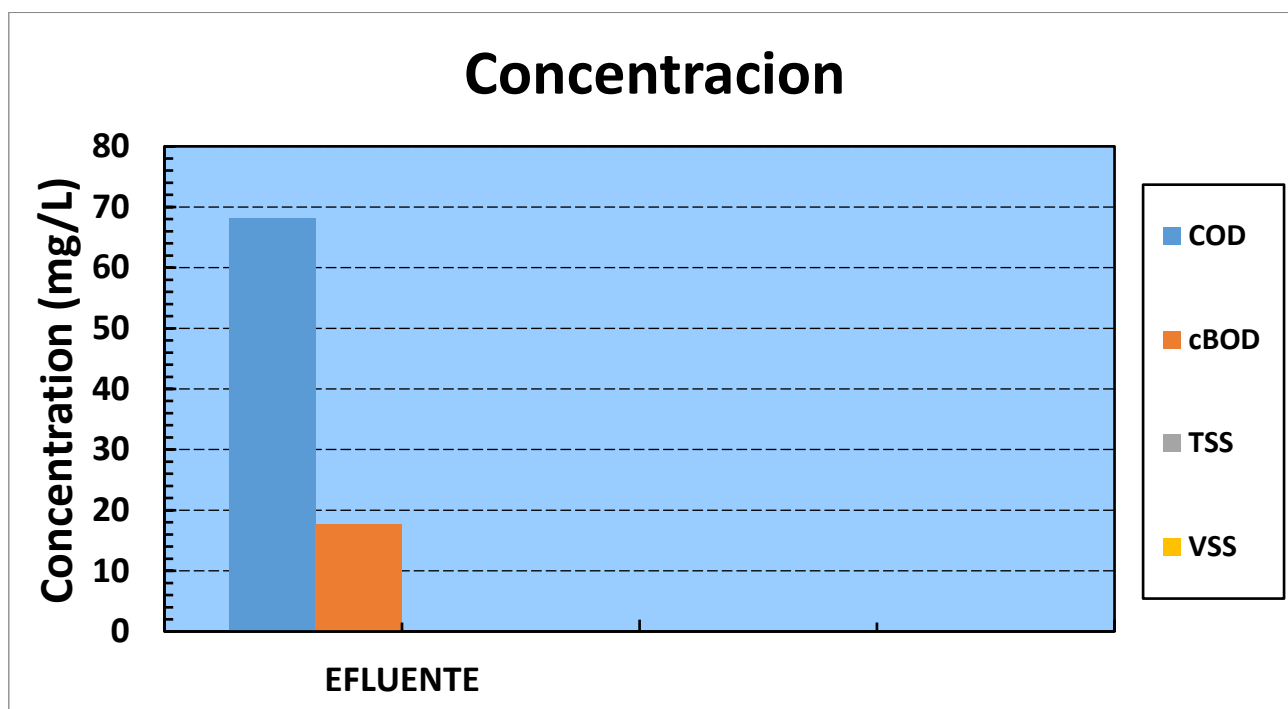


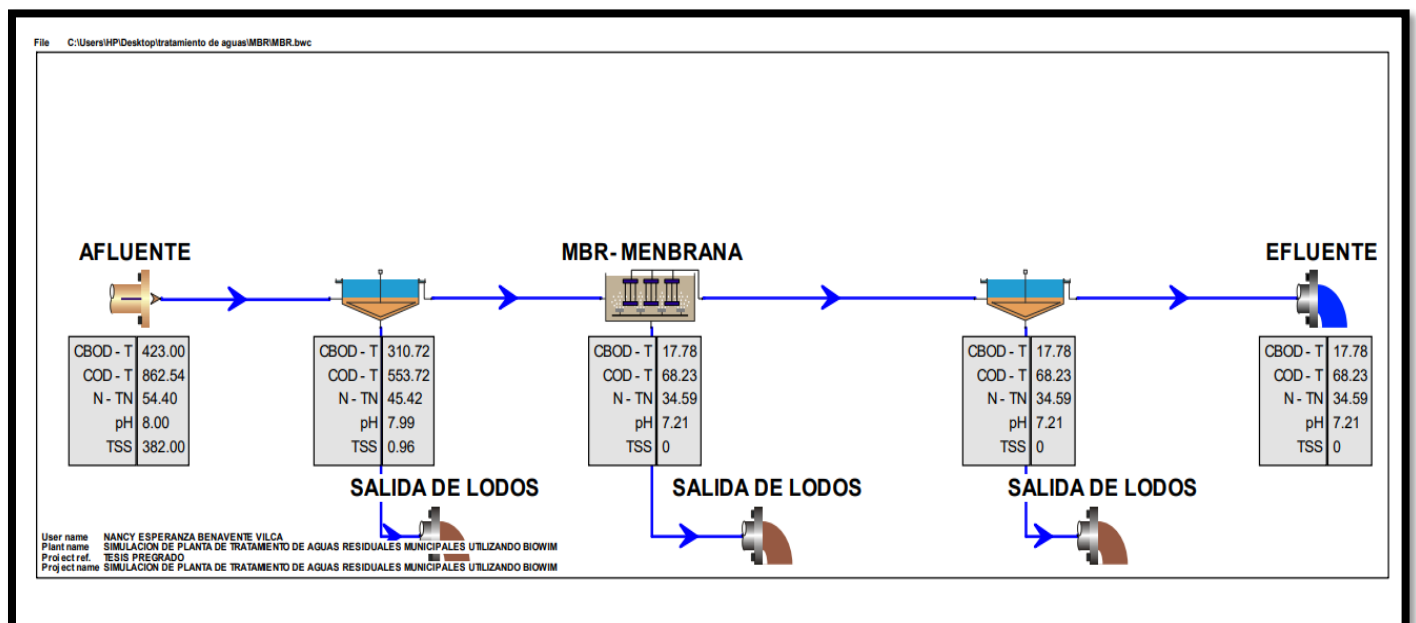
Tabla 11
Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones

	CONCENTRACION Y TASA DE MASA								
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	40.0	121
SEDIMENTADOR PRIMARIO	2,419.2	554	1,340	311	311	1	2	31	75
MBR- MEMBRANA	2,353.2	68	161	18	42	0	0	20.7	49
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1,568.8	68	107	18	28	0	0	20.7	33
EFLUENTE	1,568.8	68	107	18	28	0	0	20.7	33

SALIDA DE FANGOS	604.8	2,098	1,269	872	527	1,906	1,153	75.9	46
SALIDA DE FANGOS	784.4	68	54	18	14	0	0	20.7	16
SALIDA DE FANGOS	66.0	14.872	982	8349	551	9779	645	397.5	26

En la tabla 11, el caudal máximo de entrada es de 3025 m³/día y el efluente simulado es de 1568,8 m³/día, lo que muestra una notable disminución del caudal debido a la coexistencia de un decantador primario y otro secundario. La entrada de DBO5 es de 424 mg/l, mientras que el efluente de DBO5 simulado es de 18 mg/l. La carga de SST es de 382 mg/l y la emisión es de 0 mg/l, y los datos evaluados cumplen con la norma peruana D.S. N° 003-2010-MINAN.

Figura 16
Diagrama de operaciones de MBR



PROCESO DE MBBR:

Ahora se especifican los resultados alcanzados a través del programa BioWim, basados en los datos de identificación de las aguas negras:

Tabla 12

Resultados de caracterización e entrada a simulación por MBBR

	CONCENTRACION Y TASA DE MASA											
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	26.4	40.0	121
PROMEDIO	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	26.4	40.0	121
Total	3,024.0		2,608		1,279		1,155		598			121

Ahora se ve en la tabla 12 presenta la información ingresada en el programa, como DBO5, DQO, SST, pH, T, y N, para su adecuada valoración.

Figura 17

contenido del influente

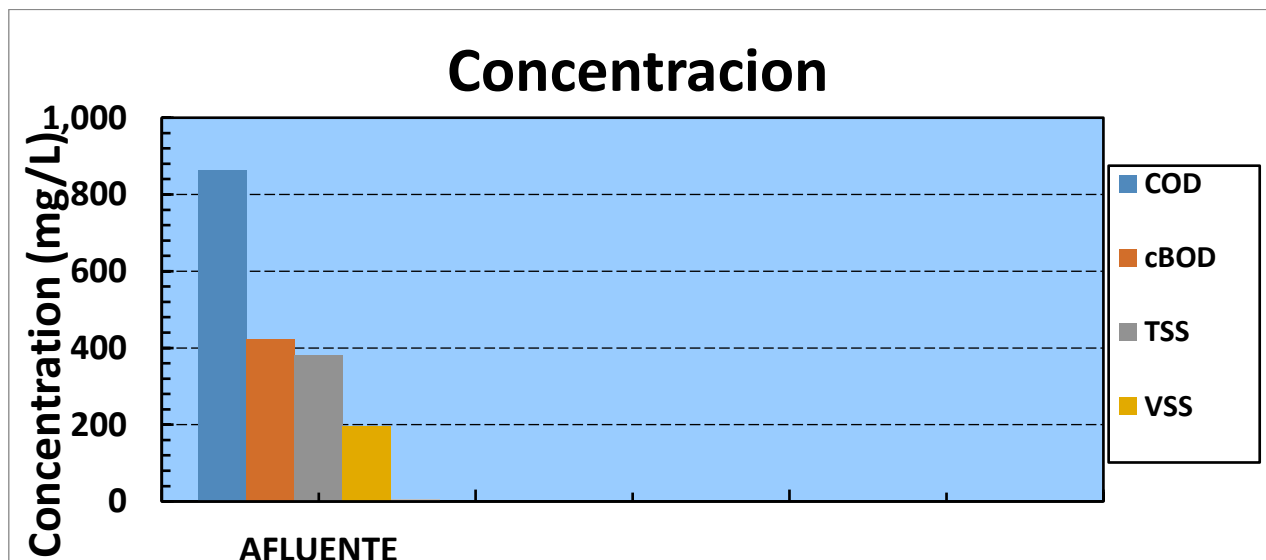


Tabla 13

resultados de obtenidos del modelo según programa BioWim- para el proceso de MBBR

CONCENTRACION Y TASA DE MASA												
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	NH ₄ -N	TN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L
EFLUENTE	1,612.8	63	101	12	19	0	0	0	1	3.2	5	15.3
PROMEDIO		63	101	12	19	0	0	0	1	3.2	5	15.3
Total	1,612.8		101		19		0		1		5	

Se ve en la tabla 13 presenta la efectividad de una estación de depuración utilizando un modelo MBBR en la localidadde Azángaro, especificando los parámetros de DBO5, DQO, SST, SSTV, en conformidad con el D.S. N° 003-2010-MINAN.

Figura 18

contenido de efluente luego de la simulación en BioWim

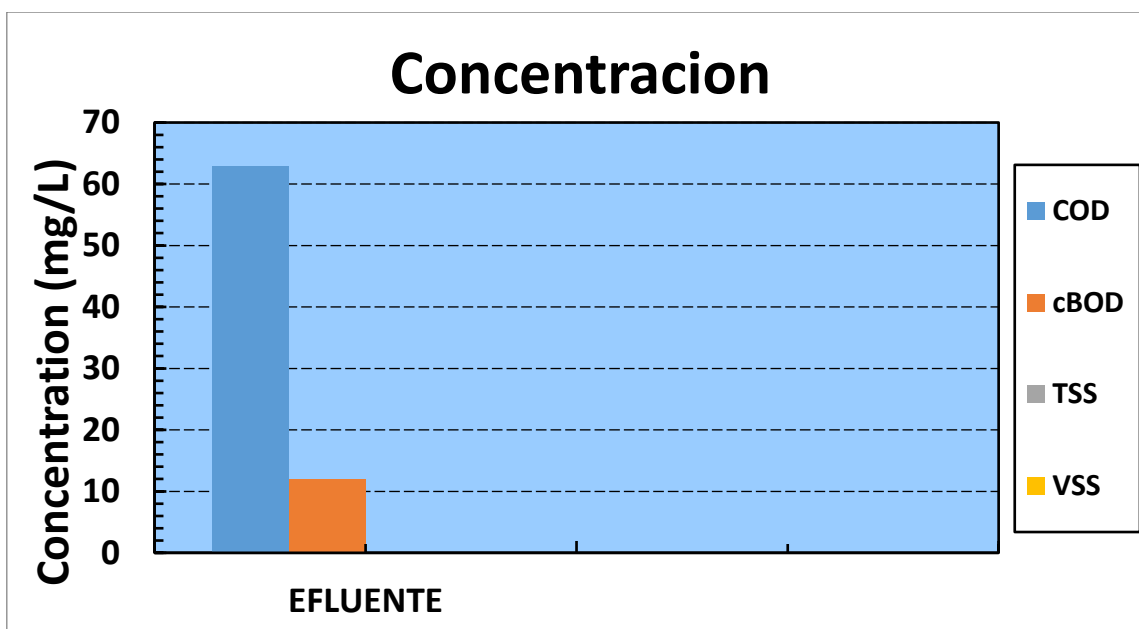


Tabla 14
Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones

	CONCENTRACION Y TASA DE MASA								
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	40.0	121
SEDIMENTADOR PRIMARIO	2,419.2	554	1,340	311	752	1	2	31	75
MBBR	2,419.2	130	314	44	107	52	126	8.7	21
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1,612.8	63	101	12	19	0	0	4.5	7
EFLUENTE	1,612.8	63	101	12	19	0	0	4.5	7
SALIDA DE FANGOS	604.8	2,098	1,269	872	527	1,906	1,153	75.9	46
SALIDA DE FANGOS	806.4	263	212	109	8	156	126	17.6	14

Según Table 14, el máximo inflow es de 3024 m3/día y el máximo effluent es de 1612.8 m3/día, lo que indica una notable disminución en el flujo debido a la existencia de a primary sedimentation tank y a secondary sedimentation tank.

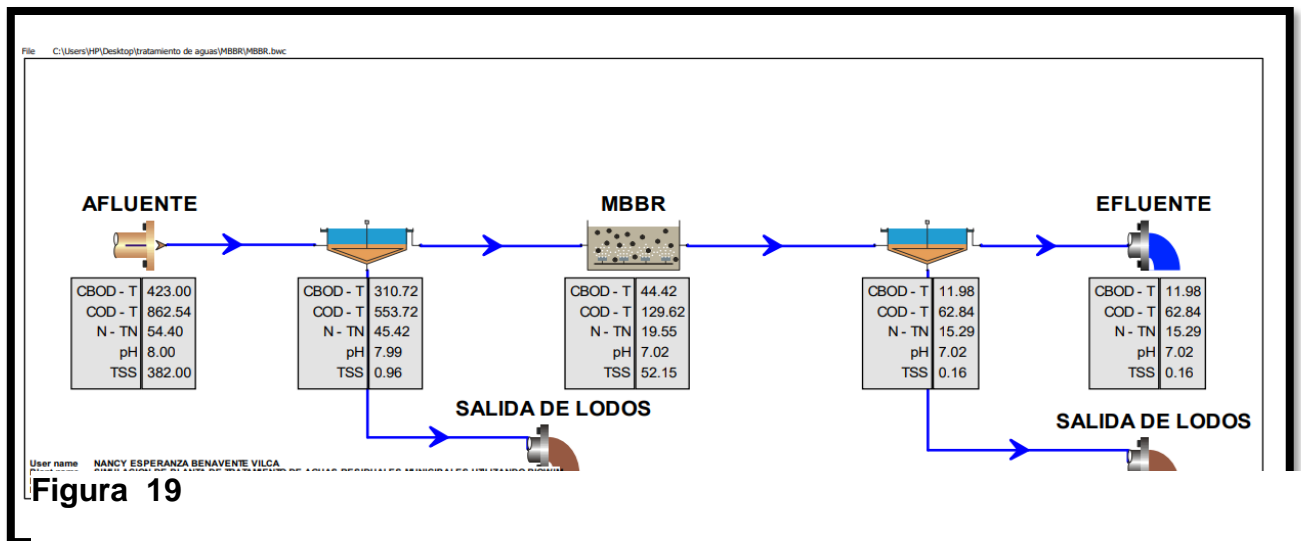


Figura 19



For COD, el valor de inlet es de 864 mg/l, y el maximum effluent simulado para COD es de 64 mg/l. For BOD5, la cantidad de inlet es de 423 mg/l, mientras que la cantidad de effluent simulada para BOD5 es de 12 mg/l. En BOD5, the inlet contenido is 423 mg/l y la simulada es 12 mg/l; en total suspended solids, la inlet contenido is 382 mg/l y la outlet contenido is 0 mg/l. The variables examinadas se ajustan a la norma peruana.D.S. N° 003-2010-MINAN.

Nota: *datos extraídos del Programa BioWim*

PROCESO DE SBR:

Se exponen los resultados del programa BioWim, fundamentados en los datos de identificación de las aguas servidas:

Tabla 15
Resultados de caracterización e ingreso a simulación por SBR

	CONCENTRACION Y TASA DE MASA											
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	TKN	TKN
	m ³ /d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	26.4	40.0	121
Promedio	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	26.4	40.0	121
Total	3,024.0		2,608		1,279		1,155		598			121

La tabla 15 muestra los datos introducidos en el programa como DBO5, DQO, pH, T, SST y N, para su adecuada valoración.

Figura 20
contenido del influente

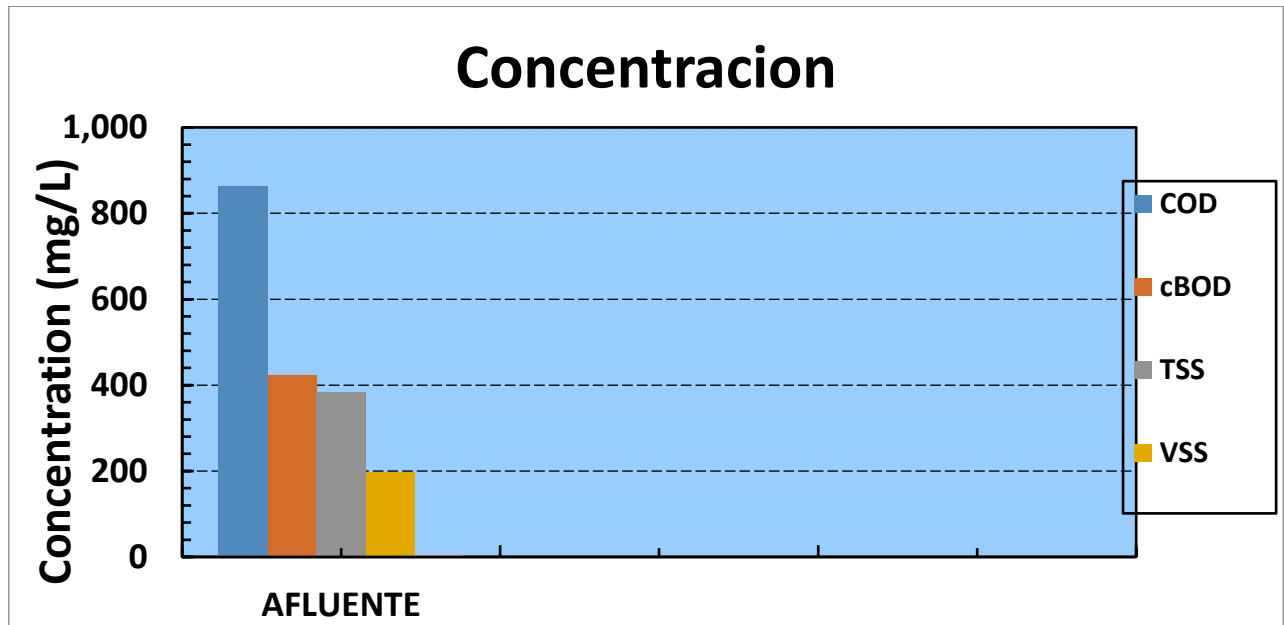


Tabla 16
resultados de obtenidos del modelo según programa BioWim- para el proceso de SBR

CONCENTRACION Y TASA DE MASA												
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	NH ₄ -N	TN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L
EFLUENTE	10,437.9	157	1638	76	793	0	1	0	0	19.4	202	30.5
Promedio		157	1638	76	793	0	1	0	0	19.4	202	30.5
Total	10,437.9		1638		793		1		0		202	

La Tabla 16 presenta la efectividad de la estación de depuración empleando un modelo SBR en Azángaro, especificando los parámetros de DQO, SST, DBO5, SVA, conforme al D.S. N° 003-2010-MINAN

Figura 21
contenido de efluente luego de la simulación en BioWim

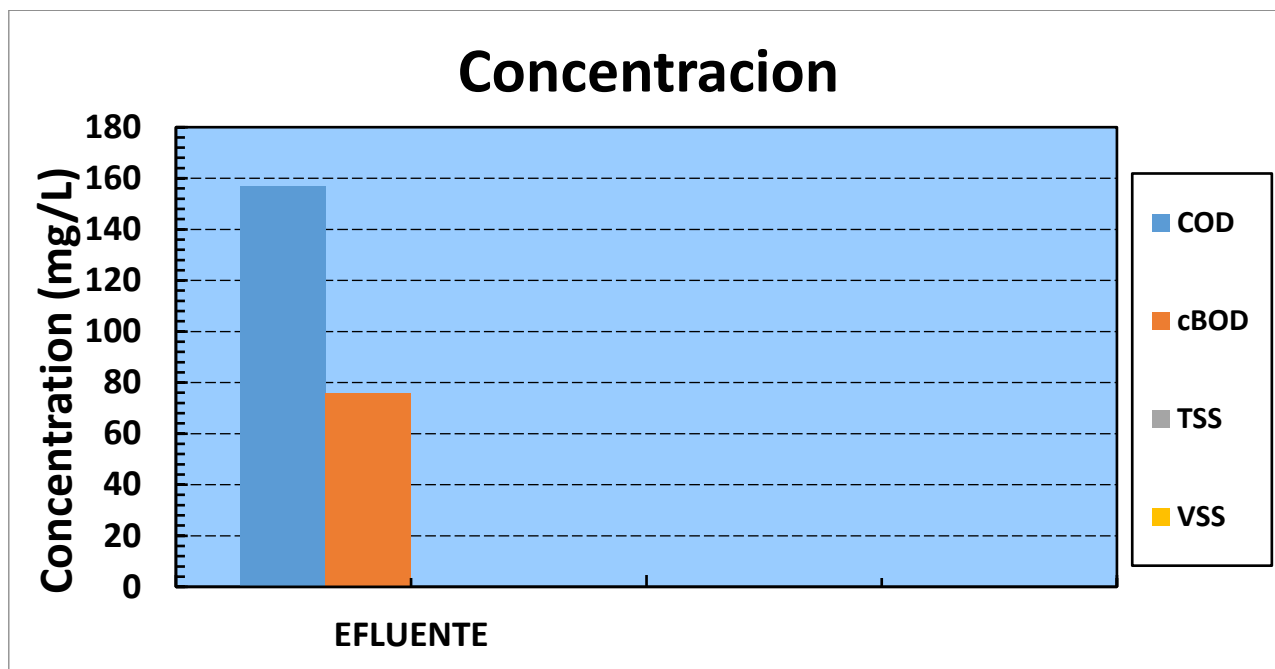


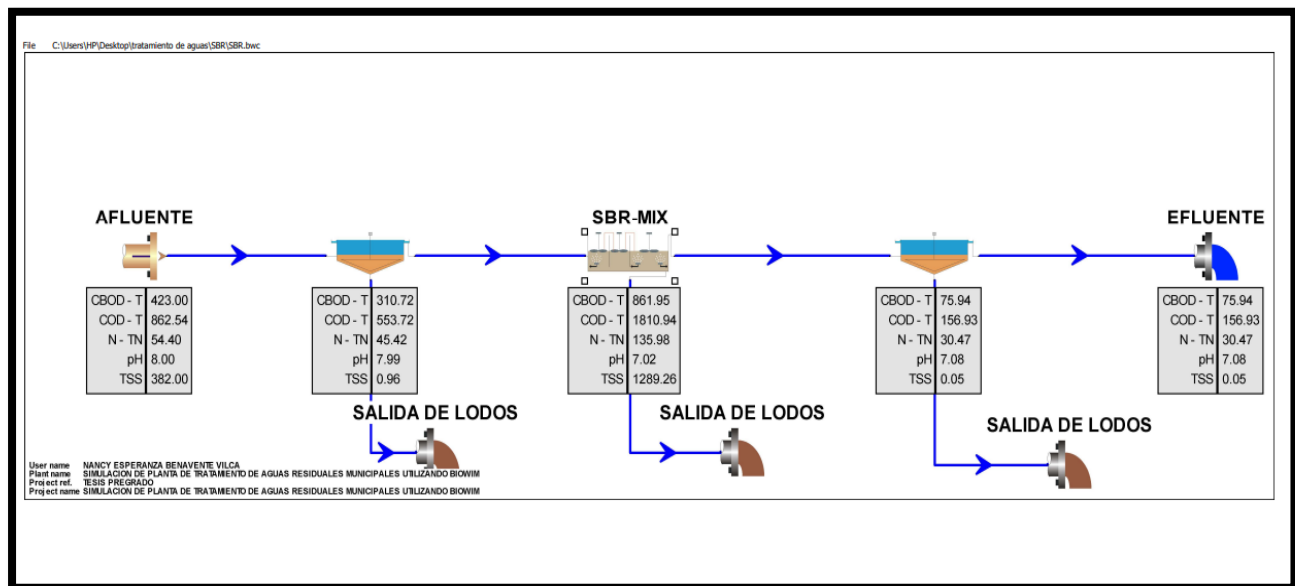
Tabla 17
Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones

	CONCENTRACION Y TASA DE MASA										
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d
INFLUENTE	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	40.0	121
SEDIMENTADOR PRIMARIO	2,419.2	554	1,340	311	793	1	2	0	1	31	75
SBR-MIX	15656.8	1811	28354	862	13,495	1,289	20,186	1,160	18,163	130	2,036
SEDIMENTADOR SECUNDARIO	10,437.9	157	1638	76	793	0	1	0	0	20.7	216
EFLUENTE	10,437.9	157	1638	76	793	0	1	0	0	20.7	216
SALIDA DE FANGOS	604.8	2,098	1,269	872	527	1,906	1,153	987	597	75.9	46
SALIDA DE FANGOS	10.0	13,965	140	6494	65	10,830	108	9,662	97	983.7	10
SALIDA DE FANGOS	5,218.9	227	1187	114	593	49	255	45	237	23.6	123

Nota. datos extraídos del Programa BioWim

Según la tabla 17, El flujo de entrada máximo alcanza los 3024 m³/día y el caudal de salida estimado es de 10.442,7 m³/día. Asimismo, el aumento del caudal es el resultado de operaciones aeróbicos y anaeróbicos sucesivos. Para la DQO, el valor de entrada es de 864 mg/l, mientras que la DQO simulada produce 157 mg/l. El valor de entrada de la DBO5 es de 423 mg/l, mientras que el valor simulado es de 76 mg/l. El valor de entrada para sólidos suspendidos generales es de 382 mg/l y el resultado es de 0 mg/l, ambos datos están dentro de la normativa peruana (D.S. N° 003-2010-MINAN).

Figura 22
diagrama de operaciones de SBR en BioWim





PROCESO DE FILTRO PERCOLADOR:

Ahora se observa, se presentan los resultados generados por el programa BioWim, en función de los datos obtenidos durante la caracterización de las aguas servidas:

Tabla 18

Resultados de caracterización e ingreso a simulación por FILTRO PERCOLADOR

CONCENTRACION Y TASA DE MASA											
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d
influyente	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	40.0	121
Promedio	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	40.0	121
Total	3,024.0		2,608		1,279		1,155		598		121

La Tabla 18 presenta los parámetros ingresados en el programa DBO5, DQO, PH, SST, T, y N, para su correcta evaluación.

Figura 23

contenido del influente

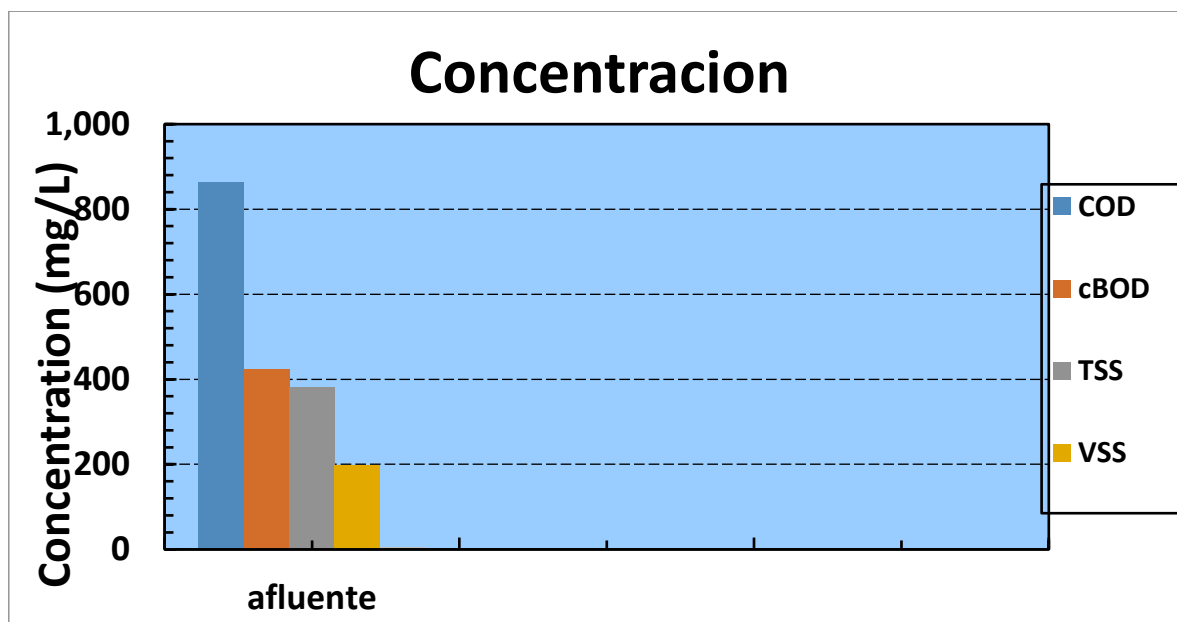




Tabla 19

resultados de obtenidos del modelo según programa BioWim- para el proceso de **FILTRO PERCOLADOR**

CONCENTRACION Y TASA DE MASA											
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	NH ₄ -N	TN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	mg/L
efluente	1,938.5	131	255	51	100	1	1	1	1	15.4	19.3
Promedio		131	255	51	100	1	1	1	1	15.4	19.3
Total	1,938.5		255		100		1		1		

En la tabla 19 se EXHIBE la eficacia de la planta de depuración utilizando el modelo FILTRO PERCOOLADOR en Azángaro, especificando los criterios para DQO, SST, DBO5, SSV, según D.S. N° 003-2010-MINAN.

Tabla 20

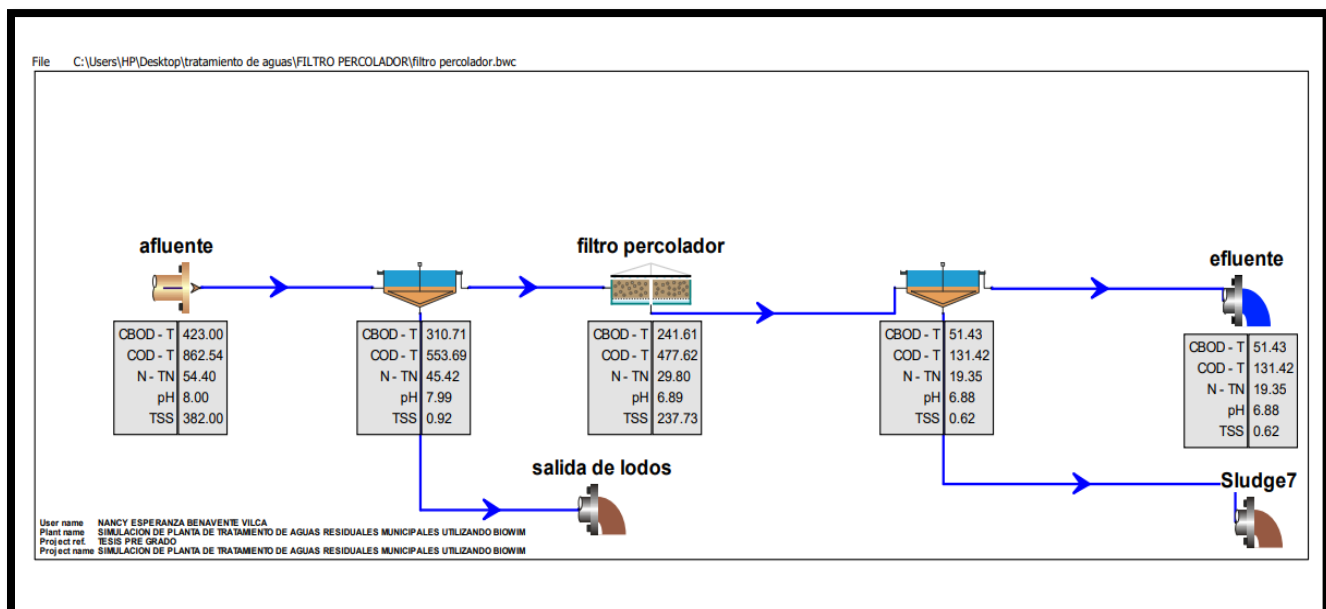
Cuadro comparativo de influente, efluente y operaciones

CONCENTRACION Y TASA DE MASA											
	FLOW	COD	COD	cBOD	cBOD	TSS	TSS	VSS	VSS	TKN	TKN
	m3/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d
influyente	3,024.0	863	2,608	423	1,279	382	1,155	198	598	40.0	121
sedimentador primario	2,520.0	554	1,163	311	783	1	2	0	1	31	78
filtro percolador	2,520.0	478	478	242	609	238	599	224	564	27	68
sedimentador secundario	1,938.5	131	255	51	100	1	1	1	1	16.5	32
efluente	1,938.5	131	255	51	100	1	1	1	1	16.5	32
salida de fangos	581.5	1,632	949	875	509	1,028	598	968	563	61.7	36
salida de fangos	504.0	2,407	1,213	984	496	2,287	1,153	1,184	597	84.9	43

En la tabla 20 muestra que el caudal máximo de entrada es de 3025 m3/día y el caudal máximo de salida es de 1938,5 m3/día. Esta reducción es

notable debido a la coexistencia de un decantador primario y un decantador secundario. En cuanto a la DQO, el valor de entrada es de 864 mg/l, mientras que el efluente de DQO simulado es de 130 mg/l. En cuanto a la DBO₅, el volumen de entrada es de 424 mg/l y el efluente de DBO₅ simulado es de 51 mg/l; en cuanto a los sólidos totales en suspensión, el volumen de entrada es de 382 mg/l y el efluente de SST en suspensión es de 1 mg/l. Asimismo, los criterios desarrollados se hallan dentro de la ley peruana D.S. N° 003-2010-MINAN.

Figura 24
diagrama de operaciones de filtro percolador en BioWim



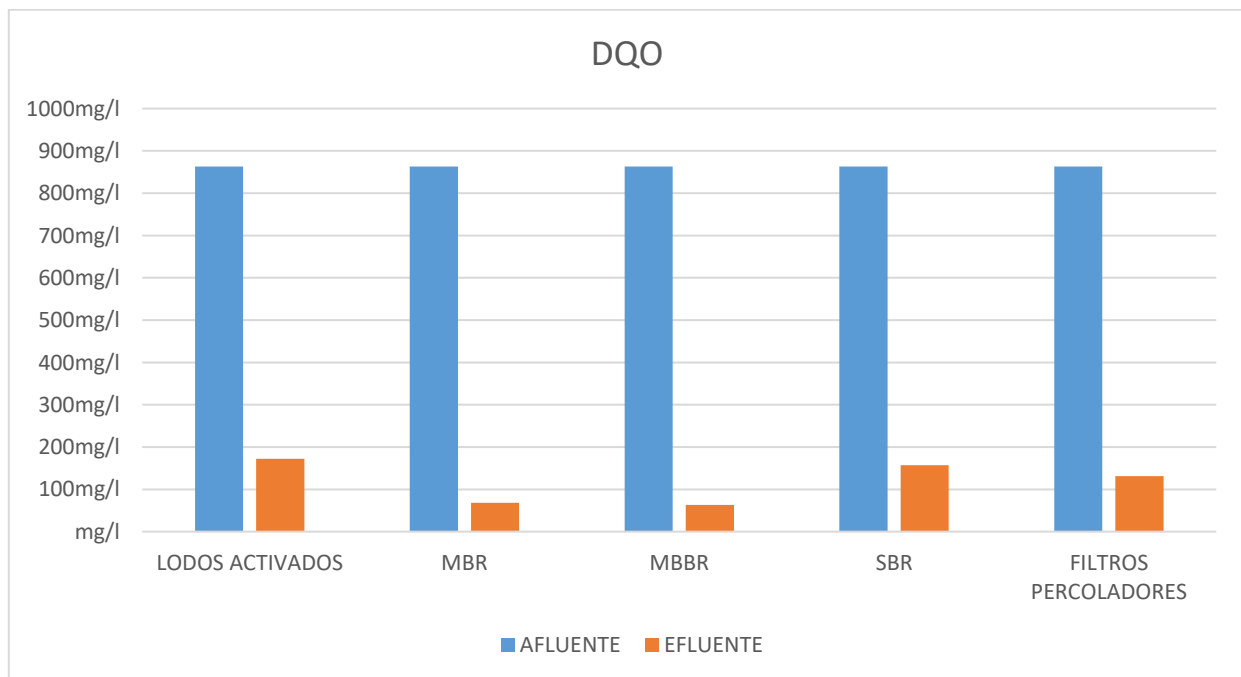
4.1.3.

4.1.4. Comparar las concentraciones de DBO₅, Ph,DQO, T y SST que se obtendrá al finalizar la simulación de fangos activados, MBR, SBR MBBR, y filtros percoladores en programa BioWim

A partir de los resultados derivados de los caudales y desechos de la localidad de Azángaro, haremos una comparación de las eficacias entre los 5 tipos de depuración biológica (fangos activos, MBBR, MBR, SBR y Filtros de Percolación)

Figura 25

Análisis de resultado de la DQO en los 5 tipos de depuración

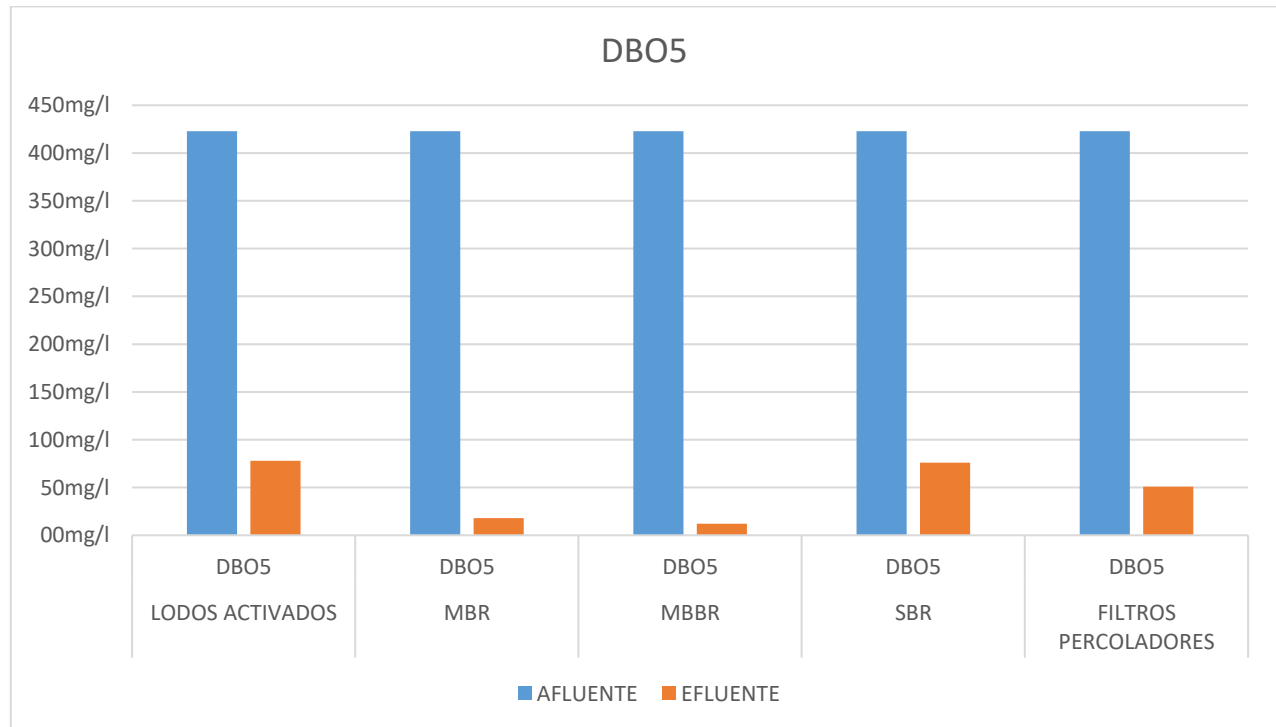


El gráfico de la Figura 25 muestra la eficacia en el depuración de fangos activos con una reducción de la DQO del 80,06%, en el MBR con una reducción del 92,12%, en el MBBR con una reducción del 92,69%, y en el SBR con una reducción del 81,80%. El MBR presentó una eficacia de depuración de la DQO

del 69%, del 81,80% con el SBR y, por último, del 84,82% con el filtro percolador. Esto demuestra que las cinco sugerencias simuladas están dentro de los límites máximos determinados por el MINAN.

Figura 26

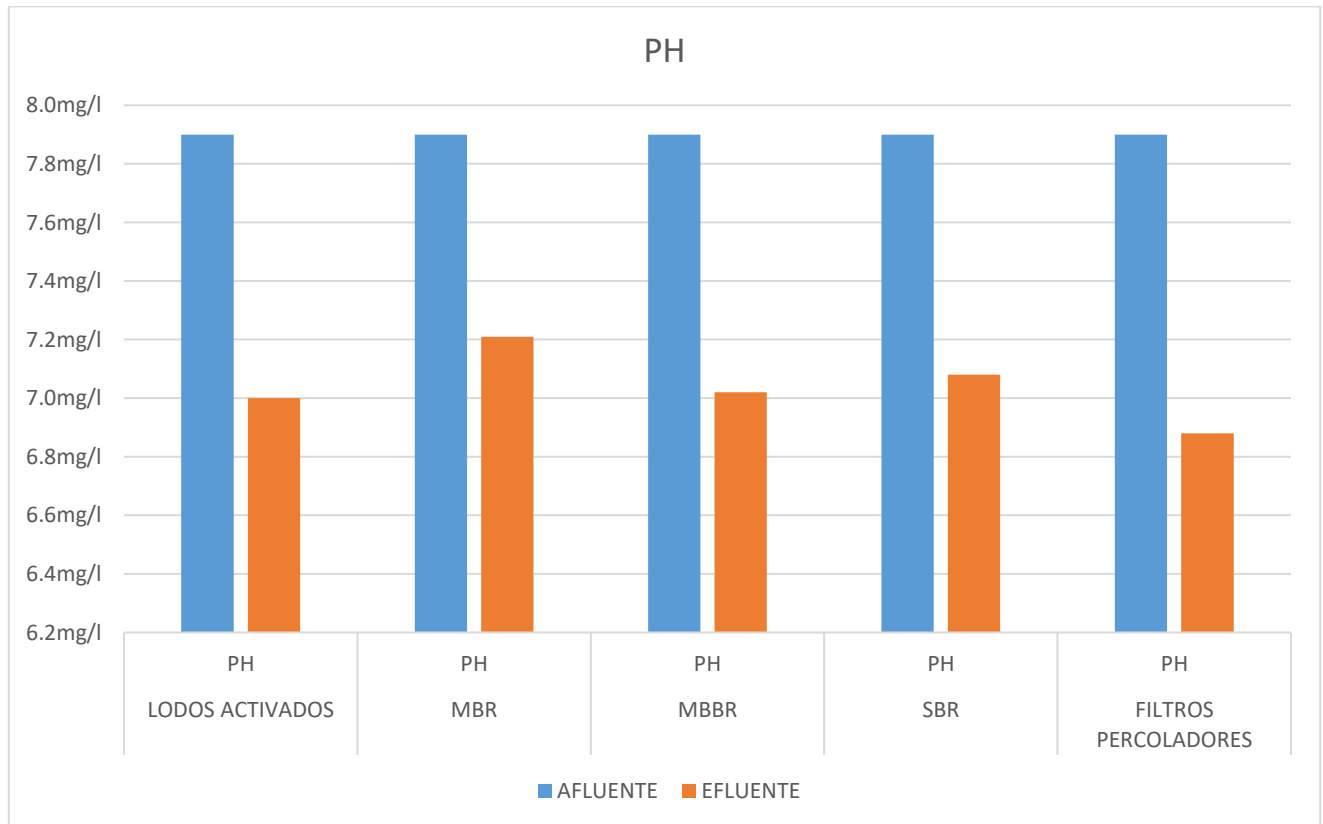
análisis de resultado de DBO5 después de la simulación en los 5 tipos de depuración



El gráfico de la Figura 25 muestra el porcentaje de eliminación en el depuración de fangos activos, mostrando una eficacia del 81,57% en la reducción de DBO5. En el depuración MBR se alcanzó una eficacia del 95,75% en la reducción de DBO5, en el depuración MBBR se alcanzó una eficacia del 97,17% en la eliminación de DBO5 y en el depuración SBR se alcanzó una eficacia del 82,04% en la eliminación de DBO5. Por último, el filtro percolador

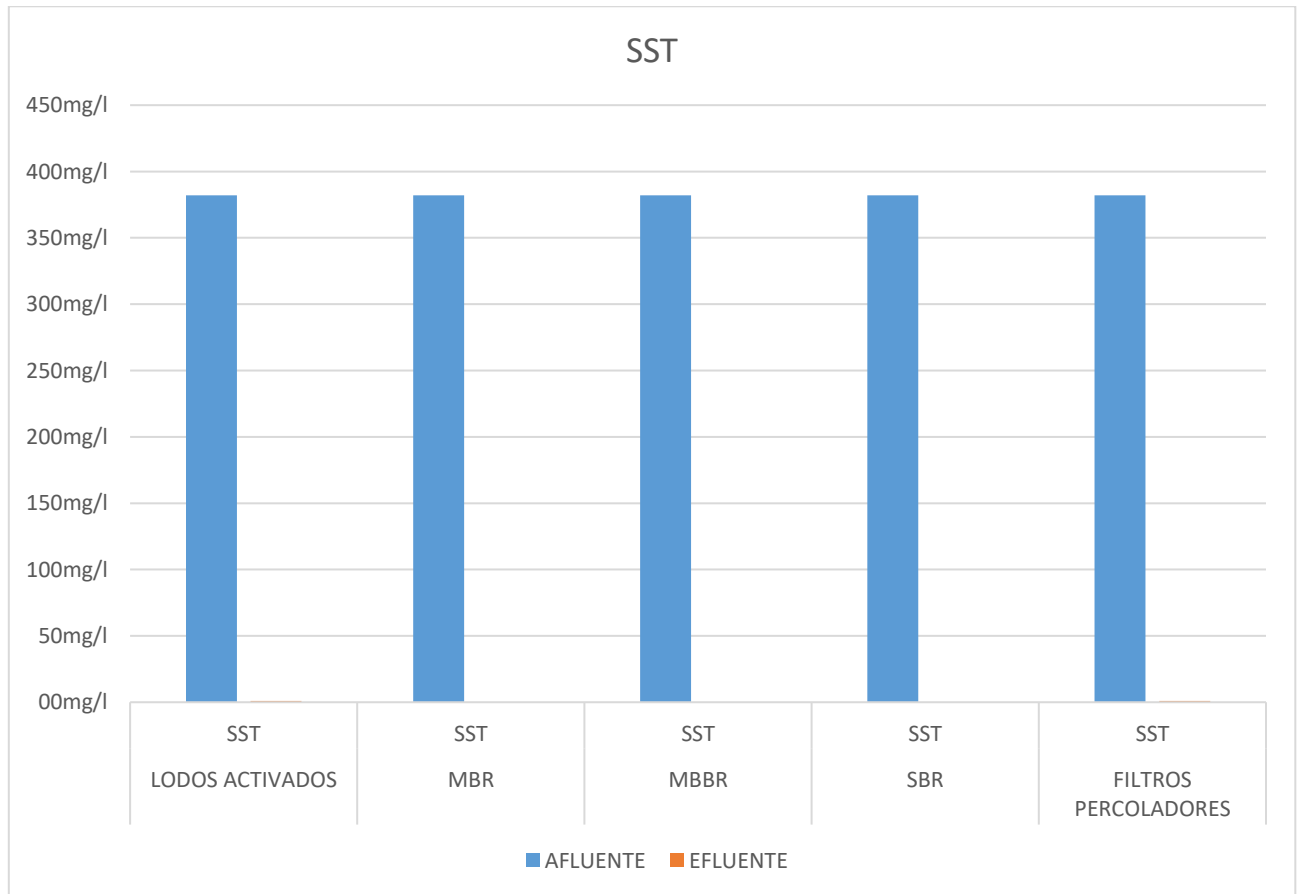
mostró una eficacia del 87,95% en la eliminación de DBO5. Se concluye que los 5 tipos de simulaciones están dentro de los LMP

Figura 27
análisis de resultados de PH



La figura 26 muestra que el valor inicial de pH era de 7,9 mg/l, según los estudios de caracterización realizados en los 5 tipos de depuración (fangos activos, MBR, MBBR, y filtros percoladores). Esto se debe al hecho de que los Operaciones biológicas con oxígeno determinan el pH esencial para la proliferación de los microbios descontaminantes que, en general, el pH de los desechos es de 8 mg/l.

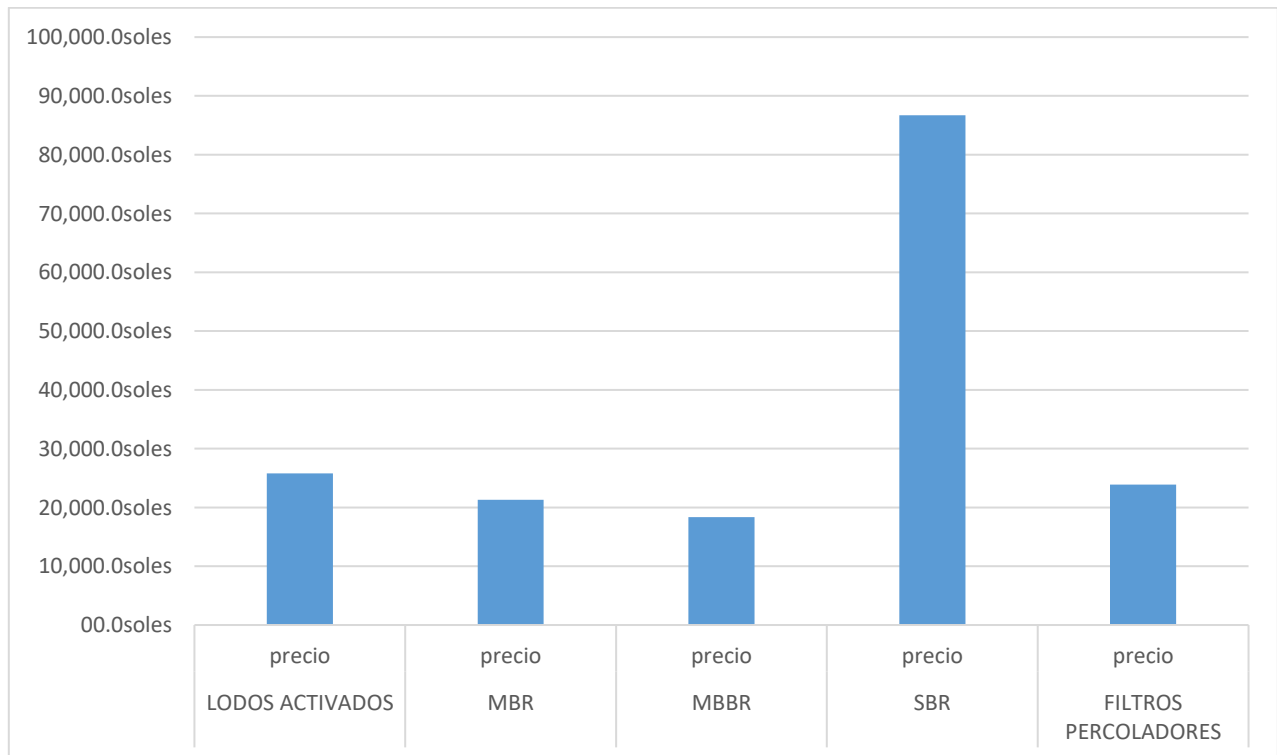
Figura 28
análisis de solidos suspendidos totales en los 5 tipos de depuracion biológicos



La figura 27 muestra el porcentaje de eliminación en el depuración de fangos activados con una eficacia del 99,82% en la disminución de SST. En el MBR se alcanzó una eficacia del 100% en la reducción de SST, en el MBBR se alcanzó una eficacia del 99,85% en la deflación de SST y en el SBR se alcanzó una eficacia del 98,95% en la eliminación de SST. 83% en la reducción de SST, el SBR tuvo una eficacia del 98,95% en la eliminación de SST y, por último, el filtro percolador tuvo una eficacia del 99,63% en la eliminación de SST. Se

concluye que los 5 clases de simulaciones están dentro de los límites enormes señalados por el MINAN

Figura 29
análisis de costo por mes considerando solo energía eléctrica a utilizar



El valor estimado en la Figura 28 muestra el consumo eléctrico asociado a cada tipo de depuración. Se evidencia que una planta de depuración de fangos movidos tiene un gasto eléctrico de S/. 24,723.80, la planta de depuración MBR el gasto asciende a s/. 19,298.4 en electricidad, la planta MBBR tiene un gasto mensual de s/. La planta con reactor SBR tiene un gasto mensual de s/. 18,356.00 en electricidad. 86,692.90 en electricidad y, finalmente, la planta de filtración de aire tiene gastos mensuales de S/. 23,863.80 en electricidad.



Asimismo, los costes anteriores se ajustan a las Costos asociados al uso de energía por kilovatio hora.

4.2. VALIDACION DE HIPOTESIS

4.2.1. Comprobación de la hipótesis general

Teniendo en cuenta la afirmación,

HG= El rendimiento alcanzado mediante la recreación virtual de la planta de depuración de desechos domésticos a través del programa BioWim en la localidad de Azángaro es aceptable para su vertido al contenedor.

Las tablas 08, 10, 14, 14, 17 y 20 representan los resultados obtenidos. Los resultados de la modelación indican que: la efectividad de 5 tipos de depuración de desechos para la localidad de Azángaro se encuentra dentro de los LMP, por lo que se acepta la hipótesis.

4.2.2. Comprobación de la hipótesis específicos

4.2.3. hipótesis Especificas 1

considerando la hipótesis específica 1

HE1=De acuerdo a los resultados que obtuve (ver Anexo 2), los parámetros fisicoquímicos y biológicos de las aguas servidas domésticas de la localidad de Azángaro superan el LMP establecido. En particular, el valor para grasas y aceites supera los 20 mg/L, según lo estipulado por el DS N° 003-2010-MINAM del Ministerio del Biotico. Los análisis de laboratorio realizados en los puntos de muestreo de la planta de depuración (lagunas FACULTATIVAS) de Azángaro me permitieron concluir que la remoción de



contaminantes es mínima, confirmando así la hipótesis planteada en esta investigación.

4.2.4. hipótesis Especificas 2

considerando la hipótesis específica 2:

HE2= Se considera suficiente la simulación de los sistemas de filtros percoladores de fangos activados, MBR, MBBR, SBR, realizada con el programa BioWim. De acuerdo a los resultados obtenidos de las cinco operaciones simuladas, mostrados en las Figuras N° 24, N° 25, N° 26 y N° 27, se concluye que se cumplen los criterios determinados en el D.S. N° 003-2010-MINAN. En consecuencia, se puede admitir que la simulación es correcta.

4.2.5. hipótesis Especificas 3

considerando la hipótesis específica 3:

HE3= Los niveles de DBO5, DQO, pH, temperatura y SST alcanzados al finalizar la simulación de los sistemas de fangos activos, MBBR, MBR, SBR y filtros percoladores en el programa BioWim son adecuados para un vertido conforme a la normativa. De las conclusiones obtenidas, mostradas en la imagen n°. 15, Figura n° 15. 16, Imagen n° 17 y Figura n° 16, Imagen n° 17 y Figura n° 17. En cuanto al efluente, puedo deducir que el efluente no constituye un problema. Los criterios evaluados coinciden con el (LMP), por lo que acepto el HE3..



DISCUSIONES

Esta sección examina la eficacia de 5 técnicas de depuración de desechos (fangos activados, MBBR, MBR, SBR y Filtros Percoladores), en relación con los criterios DBO5, SST, PH DQO, y T. De la presente investigación, los fangos activados presentan un 81,56% de similitudes (Larico mamani, 2017) muestra una eficacia del 88% en fangos activados, la variación en la eliminación se debe a la cantidad de oxígeno simulada para ahorrar energía.

Asimismo, el filtro percolador utilizado en el presente estudio presenta una eficacia del 87,94%, según (Larico mamani, 2017) onde señala que la eficacia de expulsión es del 65%. Esto se debió a la diferencia entre lecho pétreo y lecho sintético para la creación de biofilm.

Según (FUENTES, 2019) quien señala una emisión de 77,15%, agregando que la baja emisión es atribuible a factores externos identificados por el autor. Sin embargo, el MBBR de este estudio presenta una eficacia del 97,16%, ya que la localidad de Azángaro no cuenta con numerosos vertidos industriales en su red colectora, según EPS NOR PUNO.

De manera similar (Cortes Naranjo, 2020) destaca la eficacia del MBR en operaciones anaerobios y aerobios, alcanzando un 91% de eficacia. Sin embargo, la investigación reciente presenta una eficacia del 95%. Esta diferencia se debe a que el



agua influente a tratar, según (Cortes Naranjo, 2020) tiene una DBO5 de 800 mg/l, mientras que en el estudio actual es de 423 mg/l. Además, esta mejora en la eficacia también puede estar relacionada con la saturación de las membranas.



CONCLUSIONES

PRIMERO: Las propiedades físicas, químicas y acteorologicass hidrica que entra en la estación de vertido de Azángaro (balsas de estabilización) muestran que los indicadores DBO5 = 423 mg/l, DQO=1141 mg/l, SST=382 gm/l, T=17,3°C y PH=7,9 corresponden a concentraciones que se liberan en el contenedor..

SEGUNDO Los parámetros analizados mediante programa BioWim en fangos activados como para MBR, así también para MBBR y SBR se observó que existe reducciones en las concentraciones de cada uno de los parámetros analizados y en base a las variables que el programa nos pide de ingreso.

TERCERO: En base a las conclusiones obtenidas de las comparaciones de efluentes simulados, se deduce que el modelo MBBR es el más efectivo, alcanzando una eficacia del 92,69% en DQO y del 97,16% en DBO5. En SST, el modelo alcanzó una eficacia del 80,06% en DQO y del 81,56% en DBO5. Del mismo modo, en la reducción de SST, los fangos activados también resultaron con una eficacia del 80,06% en DQO y 06% en DQO y 81,56% en DBO5, además, en la reducción de SST, se registró una eficacia del 99,81% en los fangos activados, concluyendo así que las presentees simulaciones realizadas en 5 técnicas desiguales de depuracion de aguas servidas satisfacen los LMP de influentes para vertirla.



RECOMENDACIONES

PRIMERO: A futuros investigadores se recomienda la realización de caracterización de aguas servidas en diferentes épocas tanto en avenida como en estiaje para ver la diferencia en los depuraciones.

SEGUNDO: Se anima a futuros investigadores a evaluar las plantas de depuración de aguas servidas que utilicen diferentes tecnologías y a comparar la eficacia de la reducción de la carga orgánica.

TERCERO: Es recomendable evaluar tecnologías de depuración que cumplan con la LMP de vertido a contenedores, además de ser económicas en cuanto a operación y cuidado, y la construcción de estas tecnologías debe ajustarse a las características de la zona y favorecer la preservación de la biota acuática.



Bibliografía

ATDR. (2013). *Depuración y reuso de las aguas servidas*. tacna.

ayala fanola, r., & gonzales marques, g. (2008). *APOYO DIDACTICO EN LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE*. cochabamba.

Catucuago, E. (2020). *Evaluación del funcionamiento de un reactor biológico secuencial (SBR) construido para la remoción de materia orgánica en las aguas servidas domésticas*. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

Cazorla vinuesa, X., Lopez ayala, J., Zambrano cardenas, G., & Rios garcia, i. (2021). *Depuración biológica de aguas servidas como un proyecto de emprendimiento*.

Cortes Naranjo, D. A. (2020). *Operaciones MBR y MBR con electrocoagulación (SMEBR): estudio en planta piloto de la influencia de la electrocoagulación en el ensuciamiento de la membrana*. España: Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería Civil.

De la cruz. R, r. h. (2019). *propuesta de modelo de depuración de aguas servidas mediante operaciones de biopelícula fija sumergida, en el localidad de huancan - huancayo*. huancayo: universidad nacional del centro del peru. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5902/T010_47650166_T.pdf



De la vega, M, m. m. (2022). *soluciones conectadas para la monitorizacion y control en las redes.* españa: aguas servidas.info. Obtenido de <https://www.aguasservidas.info/expertos/tus-consultas/definiciones-vDQkW>

edwin, P. (2018). *EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LA PLANTA DE DEPURACION DE AGUAS SERVIDAS DEL LOCALIDAD DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO.* puno.

edwin, p. h., & Pariccahua huanca , E. (2018). *EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LA PLANTA DE DEPURACION DE AGUAS SERVIDAS DEL LOCALIDAD DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO.* puno.

EPS SEDA JULIACA S.A. (ENERO de 2020). GERENCIA DE OPERACIONES, JULIACA. Recuperado el SEPTIEMBRE de 2021

Espinoza et al., r. a.-e. (2018). *depuracion de aguas servidas domesticas mediante fangos activados y plantas acuaticas en zonas rurales sostenibles.* (u. p. norte, Ed.) trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23393/Espinoza%20Ramirez%2c%20Roberto%20Alexander%20Medina%20Diaz%2c%20Emilio%20Faustino.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Fluence. (2019). *Membranas para el depuracion y hidrica y sus operaciones.* Obtenido de AGUASSERVIDAS.INFO: <https://www.aguasservidas.info/>

FUENTES, F. I. (2019). *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA PROPORCIÓN DE LLENADO EN UN BIOREACTOR DE LECHO MOVIL CON BIOPELICULA (MBBR) UTILIZANDO saccharomyces cerevisiae PARA LA BIODEPURACION*



DE COLORANTE EN EFLUENTE TEXTIL. AREQUIPA: UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA.

Gene, J. (2013). *Evaluacion de las lagunas de oxidacion y de los humedales como sistema de depuracion de aguas servidas en poblaciones de hasta 12.500 habitantes*. Escuela colombiana de ingenieria Julio Garavito especializacion de recursos hidraulicos y medio biotico Bogota D.C., Bogota.

guatemala, e. (2023). *ecodena guatemala*. Obtenido de <https://ecodena.com.gt/queson-difusores-de-burbuja/#>

hernandez et al., r. s. (2014). *Metodologia de la investigacion*. (4. edicion, Ed.) mcgraw-hill. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/0B7gC0vup46j2TUh2T2FjR1V2WVvk/view?resourcekey=0-D7WWUB9D_0ffpl-FZjUqyw

huanca, E. r. (2018). *EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LA PLANTA DE DEPURACION DE AGUAS SERVIDAS DEL LOCALIDAD DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO*. Puno.

JAIRO, R. R. (2002). *Depuracion De Aguas Servidas Teoria Y Principios De Diseño - Jairo Alberto Romero Rojas (SEGUNDA ed.)*. (C. SALAZAR, Ed.) COLOMBIA: EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA. Recuperado el 17 de abril de 2023

Larico mamani, c. j. (2017). *Evaluación del comportamiento de las unidades de proceso en los diferentes sistemas de depuracion de aguas servidas en la Región Puno*. Puno.



Larico, C. (2017). *Evaluación del comportamiento de las unidades de proceso en los diferentes sistemas de tratamiento de aguas servidas en la Región Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Luna fuentes, F. (2019). *Evaluación de la influencia de la proporción de llenado en un Biorreactor de lecho móvil con biopelícula (MBBR) utilizando Saccharomyces cerevisiae para la depuración de colorantes en efluentes textiles*. Arequipa.

Manga et al., J. E. (2002). *Simulación de un sistema de fangos activados en discontinuo para la eliminación de materia orgánica y nutrientes*. Barranquilla, Colombia: Grupo de Investigación en Tecnologías Hídricas, Departamento de Ingeniería.

Mendes, L. (2019). *Depuración de aguas servidas mediante electrocoagulación acoplada a un MBR para minimizar el ensuciamiento de la membrana y obtener influente de alta calidad*. Universidad de Alicante.

Metcalf & Eddy. (1995). *Ingeniería de aguas servidas: depuración, vertido y reutilización* (3 ed.). McGraw-Hill. Recuperado el mayo de 2023, de https://books.google.com.pe/books/about/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_servidas_tratamiento.html?id=WjR1PwAACAAJ&redir_esc=y

MUNICIPALIDAD ARAPA. (2013). *DIAGNOSTICO DE LAGUNAS DE OXIDACION*. ARAPA: AREA TECNICA MUNICIPAL.

Nañunga et al., R. -V.-I. (2012). *Depuración de aguas servidas domésticas sin clarificación primaria en un sistema de fangos activados en modalidad de estabilización por contacto*. Barranquilla, Colombia: Ingeniería y Control vol 30.



Organismo de Evaluación y Fiscalización Biotica . (2014). Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-advierte-problematika-biotika-por-deficit-de-depuracion-de-las-aguas-servidas-a-nivel-nacional/>

Organizacion Mundial de la Salubridad. (2022). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>

OROZCO J, A. (2005). *BIOINGENIERIA DE AGUAS SERVIDAS*. COLOMBIA, ACODAL: PRIMERA EDICION.

Reyes. W, w. a. (2020). *optimizacion del depuracion de aguas servidas domesticas mediante la implementacion del sistema MBBR en la provincia caylloma-AQUAFIL*. Caylloma. Recuperado el 2023, de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15532/Reyes_aw.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ricardo, P. h. (2018). *EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD DE LA PLANTA DE DEPURACION DE AGUAS SERVIDAS DEL LOCALIDAD DE AYAVIRI, PROVINCIA DE MELGAR - PUNO*. Puno.

RNE, D. S N° 011. (2006). Lima.

ROMERO R, A. J. (2002). *Depuracion De Aguas Servidas Teoria Y Principios De Diseño - Jairo Alberto Romero Rojas* (SEGUNDA ed.). (C. SALAZAR, Ed.) COLOMBIA: EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA. Recuperado el 17 de abril de 2023

sencico, C. d. (2009). *NORMA OS. 090*.



Torres et al., p. n. (2011). *alternativas de depuracion biologico aerobio para el agua residual domestica del localidad de cali, colombia*. cali, colombia: escuela de ingenieria de recursos naturales y del biotico.

varilla et al., q. j. (2008). *depuracion de aguas servidas mediante fangos activados a escala laboratorio* (Vol. 7). Recuperado el 09 de mayo de 2023, de https://www.academia.edu/23072533/Depuracion_de_aguas_servidas_mediante_fangos_activados_a_escala_laboratorio_Sewage_treatment_by_activated_sludge_at_laboratory_scale

Verano, P. (2016). *EL VENENO DE JULIACA*. (p.-7. La republica, Ed.) JULIACA, PUNO, PERU. Obtenido de <http://larepublica.pe/impresasociedad/748012-el-veneno-de-juliaca>



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA



Matriz de Consistencia

Tema : SIMULACION DE PLANTA DE DEPURACION DE AGUAS SERVIDAS MUNICIPALES UTILIZANDO BIOWM EN LA LOCALIDADDE AZANGARO 2024

Ejecutor : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

Fecha : AGOSTO, 2024

Problema	Objetivos	Hipótesis	Vari able	Dimen sión	Indic adores	Valorac ión	Metodología
Problema general ¿Qué eficacia se obtendrá en la simulación de planta de depuración de aguas servidas domesticas utilizando programa BioWim en la localidadde Azángaro?	Objetivo general Demostrar la eficacia obtenida en la simulación de planta de depuración de aguas servidas domesticas utilizando programa BioWim en la localidadde Azángaro.	Hipótesis general La eficacia obtenida en la simulación de planta de depuración de aguas servidas domesticas utilizando programa BioWim en la localidadde Azángaro es aceptable.					Ámbito de estudio: Entorno natural; lagunas de oxidación de la localidadde Azángaro
Problema específico ¿Qué concentraciones de parámetros fisicoquímicos y biológicos tendrá las aguas servidas domesticas de la localidadde Azángaro?	Objetivo específico Detallar la contenido de parámetros fisicoquímicos y biológicos, obtenidas de las aguas servidas domesticas de la localidadde Azángaro	Hipótesis específico Las concentraciones obtenidas de las aguas servidas domesticas se encuentran con alta carga orgánica en la localidadde Azángaro	Variabl e independiente Caracterización de aguas servidas	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos	-DBO ₅ -DQO -Ph -T -SST	mg/L mg/L Acido/alcalin °C Mg/L	Enfoque de investigación: cualitativa Nivel de Investigación: no experimental.
¿Como explicar la simulación de fangos activados, MBR, MBBR, SBR y filtros percoladores mediante programa BioWim?	Explicar la simulación de fangos activados, MBR, MBBR, SBR y filtros percoladores mediante programa BioWim	La explicación de la simulación de fangos activados, MBR, MBBR, SBR y filtros percoladores mediante programa BioWim se considera optimo	Variabl e independiente Eficacia de las simulaciones de PTAR en la localidadde Azángaro	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos	-DBO ₅ -DQO -Ph -T -SST	mg/L mg/L Acido/alcalin °C Mg/L	Población: - 27,705 hab 35 l/s max. H 25 l/s Prom.
¿Qué concentraciones de DBO ₅ , DQO, Ph, T y SST se obtendrá al finalizar la simulación de fangos activados, MBR, MBBR, ¿SBR y filtros percoladores en programa BioWim?	Comparar las concentraciones de DBO ₅ , DQO, Ph, T y SST se obtendrá al finalizar la simulación de fangos activados, MBR, MBBR, SBR y filtros percoladores en programa BioWim	Las concentraciones de DBO ₅ , DQO, Ph, T y SST obtenidas al finalizar la simulación de fangos activados, MBR, MBBR, SBR y filtros percoladores en programa BioWim es favorable.	Variabl e dependiente Clasificación de depuraciones	Operación, mantenimiento y costos	-fangos activados -MBR -MBBR -SBR -Filtros percoladores	varios	

Nota. Elaboración propia



ANEXO 2

**AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE
ACTIVIDADES**



"EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO NORPUNO S.A."
NORPUNO S.A. EMPRESA DEL AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LAS MUNICIPALIDADES DE AZANGARO, CARABAYA, HUANGANE,
LAMPA, SAN ANTONIO DE PUTINA Y SANDIA.



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Azángaro, 15 de julio del 2024

CARTA N° 003 -2024-EPS NORPUNO S. A. /S. G. O. /DEM.

Srta. : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

ASUNTO : AUTORIZACION PARA LA EJECUCION DE ACTIVIDADES EN CAMPO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACION

PRESENTE. -

Mediante el presente tengo a bien dirigirme a usted a fin de saludarlo cordialmente y por medio del presente autorizo al investigador Bach. En ingenierías Sanitaria y Ambiental Nancy Esperanza Benavente Vilca, responsable del proyecto de tesis titulado "EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM EN LA CIUDAD DE AZANGARO", teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación es Demostrar la eficiencia obtenida en la simulación de planta de tratamiento de aguas residuales, para recopilar datos necesarios y realizar estudios de campo.

Por lo que la información obtenida será utilizada solo con fines de esta investigación, por lo que permito la recolección de información y realizar estudios de campo

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle mi especial consideración y estima

Atentamente:

Escaneado con CamScanner

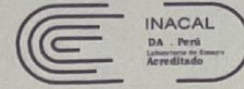


ANEXO 3 CERTIFICADO

32



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5139- 2024
PÁGINA 1 DE 3

SOLICITANTE : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
E.P.S. NOR PUNO S.A.

DIRECCIÓN : JR. MANUEL NUÑEZ BUTRON NRO. 446 CERCADO (SALIDA A ASILLO)
PUNO - AZANGARO - AZANGARO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL (PTAR)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido turbio.

CODIFICACIÓN / MARCA : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173.
(H-5)

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3800 mL aprox. Compuesta de 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases vidrio de 500 mL c/u. para análisis MB. 01 envase vidrio de 300 mL, 03 envases PE de 500 mL c/u. para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerradas etiquetadas. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.3°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestreada y Transportada

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1763-2024

FECHA DE RECEPCIÓN : 27/08/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

-Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5139- 2024 PÁGINA 2 DE 3

DETALLE DE LA TOMA DE MUESTRA

PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : 0626-2024 / BHIOS-IM-008

REGISTRO DE MUESTREO N° : 0626-24-05

FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 26/08/2024 10:05 hrs.

DIRECCIÓN DEL MUESTREO : PTAR - Azángaro - Azángaro - Puno.

AREA / PUNTO DEL MUESTREO : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.4°C , Humedad Relativa: 22% , Equipo: E-666 OBSERVACIONES DE TOMA DE MUESTRA : Ninguna

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL (PTAR)	
		Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. (H-5)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	17000000000000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	405	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	998	mg/L
FQ	Temperatura (Medición en Campo)	16.1	°C
FQ	Oxígeno Disuelto*	<0.3	mg/L
FQ	pH (Medición en Campo)	7.7	U de pH
FQ	Color*	134	U de color
FQ	Sólidos suspendidos totales	358	mL/L
FQ	Nitrógeno total	120.45	mg/L

ABREVIATURAS:

U de color : Unidades de color
 mg/L : Miligramos por litro
 U de pH : Unidades de pH
 NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
 °C : Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E. Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.

Temperatura (Medición en Campo) : Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018), 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.

Oxígeno Disuelto : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 24th Ed. 2023.

pH (Medición en Campo) : Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).

Color : Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381, 4th Ed. Rev.2.

sólidos suspendidos totales : estándar Methods for the Examination of Water the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA- WEF. Part 2000. Method2540-C.sólidos. torales Suspended Solids Dried at 103- 105°C. Pag.4.22nd Ed.2012

nitrógeno total : BHIOS-FQ-014.Determinación de nitrógeno total. Versión 01-2008

OBSERVACIONES:

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 3 de 3

Av. Quilones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5139- 2024
PÁGINA 3 DE 3

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: FQ 27/08/2024 al 04/09/2024
MB 27/08/2024 al 05/09/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 07/09/2024



Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

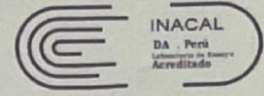
PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 3 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5140- 2024
PÁGINA 1 DE 3

SOLICITANTE : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
E.P.S. NOR PUNO S.A.

DIRECCIÓN : JR. MANUEL NUÑEZ BUTRON NRO. 446 CERCADO (SALIDA A ASILLO)
PUNO - AZANGARO - AZANGARO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL (PTAR)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido turbio.

CODIFICACIÓN / MARCA : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173.
(H-5)

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3800 mL aprox. Compuesta de 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases vidrio de 500 mL c/u. para análisis MB. 01 envase vidrio de 300 mL, 03 envases PE de 500 mL c/u. para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerradas etiquetadas. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.3°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestreada y Transportada

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1763-2024

FECHA DE RECEPCIÓN : 28/08/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos percibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

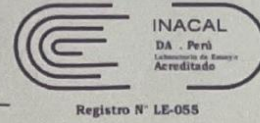
PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 1 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 5140- 2024
PÁGINA 2 DE 3

DETALLE DE LA TOMA DE MUESTRA

PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : 0626-2024 / BHIOS-IM-008
REGISTRO DE MUESTREO N° : 0626-24-05
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 27/08/2024 11:20 hrs.
DIRECCIÓN DEL MUESTREO : PTAR - Azángaro - Azángaro - Puno.
AREA / PUNTO DEL MUESTREO : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.4°C , Humedad Relativa: 22% , Equipo: E-666 OBSERVACIONES DE TOMA DE MUESTRA : Ninguna

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL (PTAR) Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. (H-5)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	1700000000000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	423	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1162	mg/L
FQ	Temperatura (Medición en Campo)	17.3	°C
FQ	Oxígeno Disuelto*	<0.3	mg/L
FQ	pH (Medición en Campo)	7.9	U de pH
FQ	Color*	134	U de color
FQ	Sólidos suspendidos totales	383	mL/L
FQ	Nitrógeno total	132.49	mg/L

ABREVIATURAS:

U de color : Unidades de color
mg/L : Miligramos por litro
U de pH : Unidades de pH
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
°C : Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Temperatura (Medición en Campo) : Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018), 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.
Oxígeno Disuelto : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4000. Method 4500-O C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 24th Ed. 2023.
pH (Medición en Campo) : Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Color : Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.
solidos suspendidos totales : estándar Methods for the Examination of Water the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA- WEF, Part 2000. Method2540-C.solidos. torales Suspended Solids Dried at 103- 105°C. Pag.4.22nd Ed.2012
nitrógeno total : BHIOS-FQ-014.Determinación de nitrógeno total. Versión 01-2008

OBSERVACIONES:

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA. Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

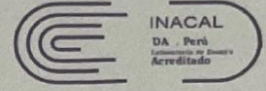
Página 3 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

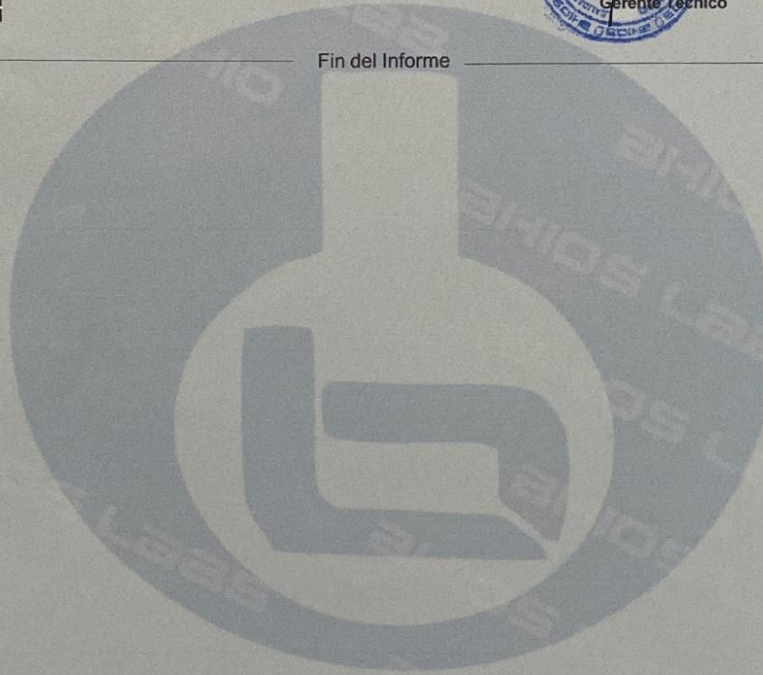
INFORME DE ENSAYOS N° 5140- 2024
PÁGINA 3 DE 3

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: FQ 28/08/2024 al 04/09/2024
MB 28/08/2024 al 05/09/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 07/09/2024




Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



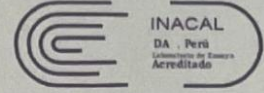
BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 3 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5141- 2024
PÁGINA 1 DE 3

SOLICITANTE : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
E.P.S. NOR PUNO S.A.

DIRECCIÓN : JR. MANUEL NUÑEZ BUTRON NRO. 446 CERCADO (SALIDA A ASILLO)
PUNO - AZANGARO - AZANGARO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL (PTAR)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido turbio.

CODIFICACIÓN / MARCA : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173.
(H-5)

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3800 mL aprox. Compuesta de 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases vidrio de 500 mL c/u. para análisis MB. 01 envase vidrio de 300 mL, 03 envases PE de 500 mL c/u. para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerradas etiquetadas. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.3°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestreada y Transportada BHIOS LABORATORIOS

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1763-2024

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/08/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

-Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5141- 2024
PÁGINA 2 DE 3

DETALLE DE LA TOMA DE MUESTRA

PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : 0626-2024 / BHIOS-IM-008
REGISTRO DE MUESTREO N° : 0626-24-05
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 28/08/2024 12:20 hrs.
DIRECCIÓN DEL MUESTREO : PTAR - Azángaro - Azángaro - Puno.
AREA / PUNTO DEL MUESTREO : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.4°C, Humedad Relativa: 22%, Equipo: E-666 OBSERVACIONES DE TOMA DE MUESTRA: Ninguna

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL (PTAR)	UNIDADES
		Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. (H-5)	
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	17000000000000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	421	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1198	mg/L
FQ	Temperatura (Medición en Campo)	17.1	°C
FQ	Oxígeno Disuelto*	<0.3	mg/L
FQ	pH (Medición en Campo)	8.3	U de pH
FQ	Color*	134	U de color
FQ	Sólidos suspendidos totales	382	mL/L
FQ	Nitrógeno total	160.32	mg/L

ABREVIATURAS:

U de color : Unidades de color
mg/L : Miligramos por litro
U de pH : Unidades de pH
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
°C : Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Temperatura (Medición en Campo) : Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.
Oxígeno Disuelto : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 24th Ed. 2023.
pH (Medición en Campo) : Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Color : Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.
sólidos suspendidos totales : estándar Methods for the Examination of Water the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA- WEF. Part 2000. Method2540-C.sólids. torales Suspended Solids Dried at 103- 105°C. Pag.4.22nd Ed.2012
nitrógeno total : BHIOS-FQ-014.Determinación de nitrógeno total. Versión 01-2008

OBSERVACIONES:

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 3 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

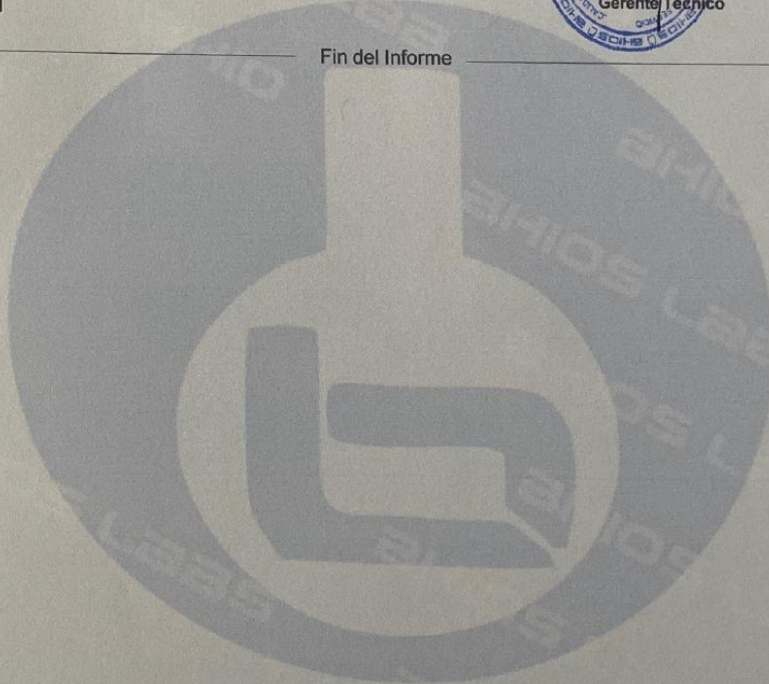
INFORME DE ENSAYOS N° 5141- 2024
PÁGINA 3 DE 3

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: FQ 29/08/2024 al 04/09/2024
MB 29/08/2024 al 05/09/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 07/09/2024



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

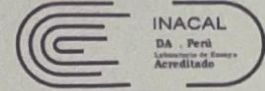
Fin del Informe



BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5142- 2024
PÁGINA 1 DE 3

SOLICITANTE : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
E.P.S. NOR PUNO S.A.

DIRECCIÓN : JR. MANUEL NUÑEZ BUTRON NRO. 446 CERCADO (SALIDA A ASILLO)
PUNO - AZANGARO - AZANGARO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL (PTAR)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido turbio.

CODIFICACIÓN / MARCA : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173.
(H-5)

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3800 mL aprox. Compuesta de 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases vidrio de 500 mL c/u. para análisis MB. 01 envase vidrio de 300 mL, 03 envases PE de 500 mL c/u. para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerradas etiquetadas. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.3°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestreada y Transportada

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1763-2024

FECHA DE RECEPCIÓN : 30/08/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

·Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 3

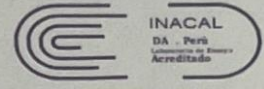
Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5142- 2024
PÁGINA 2 DE 3

DETALLE DE LA TOMA DE MUESTRA

PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : 0626-2024 / BHIOS-IM-008
REGISTRO DE MUESTREO N° : 0626-24-05
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 29/08/2024 14:20 hrs.
DIRECCIÓN DEL MUESTREO : PTAR - Azángaro - Azángaro - Puno.
AREA / PUNTO DEL MUESTREO : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.4°C, Humedad Relativa: 22%, Equipo: E-666 OBSERVACIONES DE TOMA DE MUESTRA : Ninguna

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL (PTAR)	UNIDADES
		Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. (H-5)	
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	17000000000000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	396	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1142	mg/L
FQ	Temperatura (Medición en Campo)	18.1	°C
FQ	Oxígeno Disuelto*	<0.3	mg/L
FQ	pH (Medición en Campo)	7.5	U de pH
FQ	Color*	134	U de color
FQ	Sólidos suspendidos totales	398	mL/L
FQ	Nitrógeno total	151.52	mg/L

ABREVIATURAS:

U de color : Unidades de color
mg/L : Miligramos por litro
U de pH : Unidades de pH
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
°C : Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Temperatura (Medición en Campo) : Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018), 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.
Oxígeno Disuelto : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4000, Method 4500-O C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification, 24th Ed. 2023.
pH (Medición en Campo) : Environmental Protection Agency, Method 150.1, 1999. pH (Electrometric).
Color : Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.
sólidos suspendidos totales : estándar Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA- WEF, Part 2000, Method2540-C.sólidos. torales Suspended Solids Dried at 103- 105°C. Pag.4.22nd Ed.2012
nitrógeno total : BHIOS-FQ-014.Determinación de nitrógeno total. Versión 01-2008

OBSERVACIONES:

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA. Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

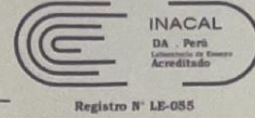
PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 3 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



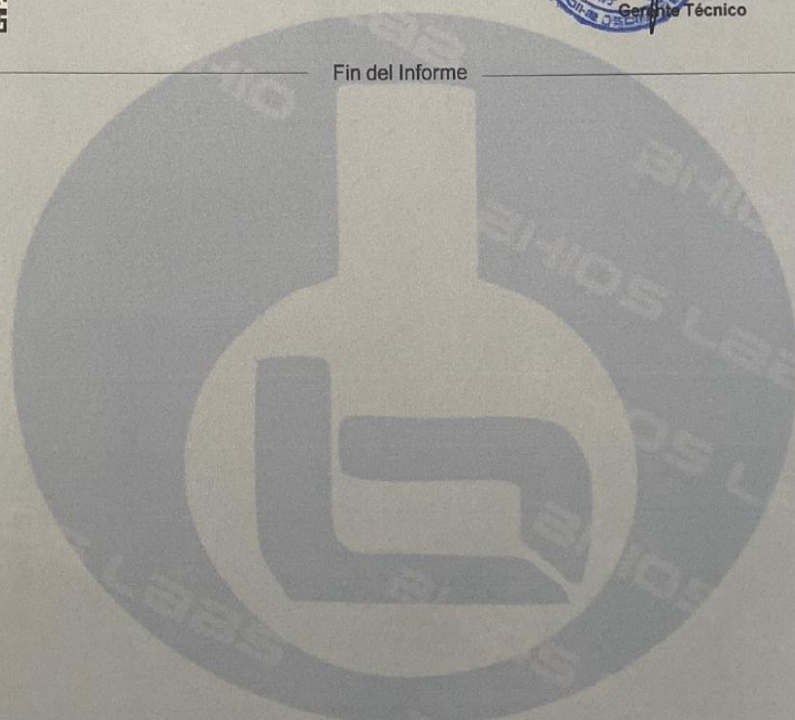
INFORME DE ENSAYOS N° 5142- 2024
PÁGINA 3 DE 3

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: FQ 30/08/2024 al 04/09/2024
MB 30/08/2024 al 05/09/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 07/09/2024



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



INFORME DE ENSAYOS N° 5143- 2024
PÁGINA 1 DE 3

SOLICITANTE : NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
E.P.S. NOR PUNO S.A.

DIRECCIÓN : JR. MANUEL NUÑEZ BUTRON NRO. 446 CERCADO (SALIDA A ASILLO)
PUNO - AZANGARO - AZANGARO

PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL (PTAR)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido turbio.

CODIFICACIÓN / MARCA : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173.
(H-5)

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Ninguno

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 3800 mL aprox. Compuesta de 01 envase PE de 1000 mL, 02 envases vidrio de 500 mL c/u. para análisis MB. 01 envase vidrio de 300 mL, 03 envases PE de 500 mL c/u. para análisis FQ.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de vidrio y polietileno cerradas etiquetadas. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.3°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestreada y Transportada

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1763-2024

FECHA DE RECEPCIÓN : 30/08/2024

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.

En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.

Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.

BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.

El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.

-Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-JE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 3

Av. Quiñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5143- 2024
PÁGINA 2 DE 3

DETALLE DE LA TOMA DE MUESTRA

PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : 0626-2024 / BHIOS-IM-008
REGISTRO DE MUESTREO N° : 0626-24-05
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : 30/08/2024 9:20 hrs.
DIRECCIÓN DEL MUESTREO : PTAR - Azángaro - Azángaro - Puno.
AREA / PUNTO DEL MUESTREO : Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.4°C, Humedad Relativa: 22%, Equipo: E-666 OBSERVACIONES DE TOMA DE MUESTRA : Ninguna

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL (PTAR)	
		Canal de entrada a PTAR. Coordenadas UTM: 19L E:371770, N:8349173. (H-5)	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales	17000000000000	NMP/100mL
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	470	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1205	mg/L
FQ	Temperatura (Medición en Campo)	17.8	°C
FQ	Oxígeno Disuelto*	<0.3	mg/L
FQ	pH (Medición en Campo)	8.1	U de pH
FQ	Color*	134	U de color
FQ	Sólidos suspendidos totales	379	mL/L
FQ	Nitrógeno total	162.47	mg/L

ABREVIATURAS:

U de color : Unidades de color
mg/L : Miligramos por litro
U de pH : Unidades de pH
NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
°C : Grados Celsius

MÉTODOS UTILIZADOS:

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, Pag. 10-11, 24th Ed. 2023. Multiple Tube fermentation technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedures (EC Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 5.2 a 5.7, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
Temperatura (Medición en Campo) : Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.
Oxígeno Disuelto : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 4000. Method 4500-O C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification, 24th Ed. 2023.
pH (Medición en Campo) : Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Color : Water Analysis Handbook HACH. Color True and Apparent. Method 8025: Platinum-Cobalt Standard Method. Pag.381. 4th Ed. Rev.2.
sólidos suspendidos totales : estándar Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 2000. Method 2540-C.sólidos. torales Suspended Solids Dried at 103- 105°C. Pag.4.22nd Ed.2012
nitrógeno total : BHIOS-FQ-014.Determinación de nitrógeno total. Versión 01-2008

OBSERVACIONES:

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método

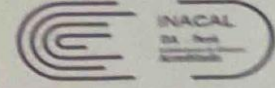
PRP-08-F-05-IE Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Pagina 3 de 3

Av. Quíñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIOS DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON EL REGISTRO N° LE -055



Registro N° LB-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5143- 2024
PÁGINA 3 DE 3

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: FQ 30/08/2024 al 04/09/2024
MB 30/08/2024 al 05/09/2024
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 07/09/2024



Bigo. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe



PRP-06-F-05-E Versión: 03 Fecha de Emisión: 2024/08/05 Elaborado por: GT / Revisado por: CAO / Aprobado por: 00

Página 3 de 3

Av. Quíñones B-6 (2do.piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++-51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ... calidad y servicio



ANEXO 4
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN

108

VALIDACIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN BIOWIM

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	RICKI VIZA RAMOS
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

II. PUNTOS DE VALIDACIÓN

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos- científicos					97%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					99%

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

98.22%

Ricki Viza Ramos
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
CP 100116



VALIDACIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN BIOWIM

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	JUAN RICARDO MAMANI ADCO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL
REGISTRO CIP	357074
AUTOR DEL INSTRUMENTO	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

II. PUNTOS DE VALIDACIÓN

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos- científicos					97%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					99%

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

98.22%



Juan Ricardo Mamani Adco
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL
CIP. 357074

Escaneado con CamScanner



VALIDACIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN BIOWIM

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	YVON YHAKHELINE PINTO TITO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

II. PUNTOS DE VALIDACIÓN

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					99%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos- científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

98.33%


 Yvon Yhakhelne Pinto Tito
 ING. SANITARIA Y AMBIENTAL
 CIP. 308016



ANEXO 5

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE SIMULACIÓN

112



File C:\Users\HPI\Desktop\tratamiento de aguas\lodos activados\LODOS ACTIVADOS.bwc

AFLUENTE

CBOD - T	423.00
COD - T	862.54
N - TN	54.40
pH	8.00
TSS	382.00

LODOS ACTIVADOS

CBOD - T	310.72
COD - T	553.72
N - TN	45.42
pH	7.99
TSS	0.96

CBOD - T	331.17
COD - T	625.14
N - TN	50.33
pH	7.08
TSS	313.96

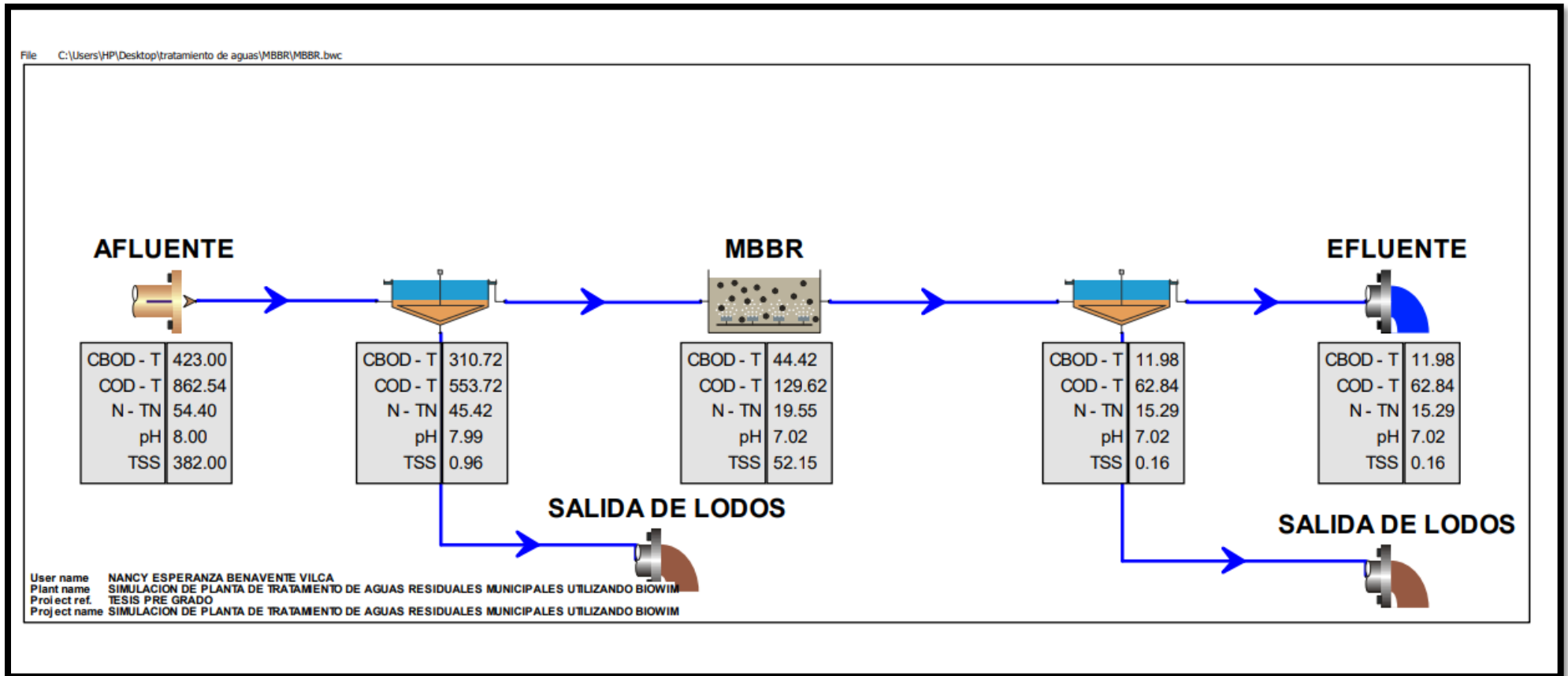
EFLUENTE

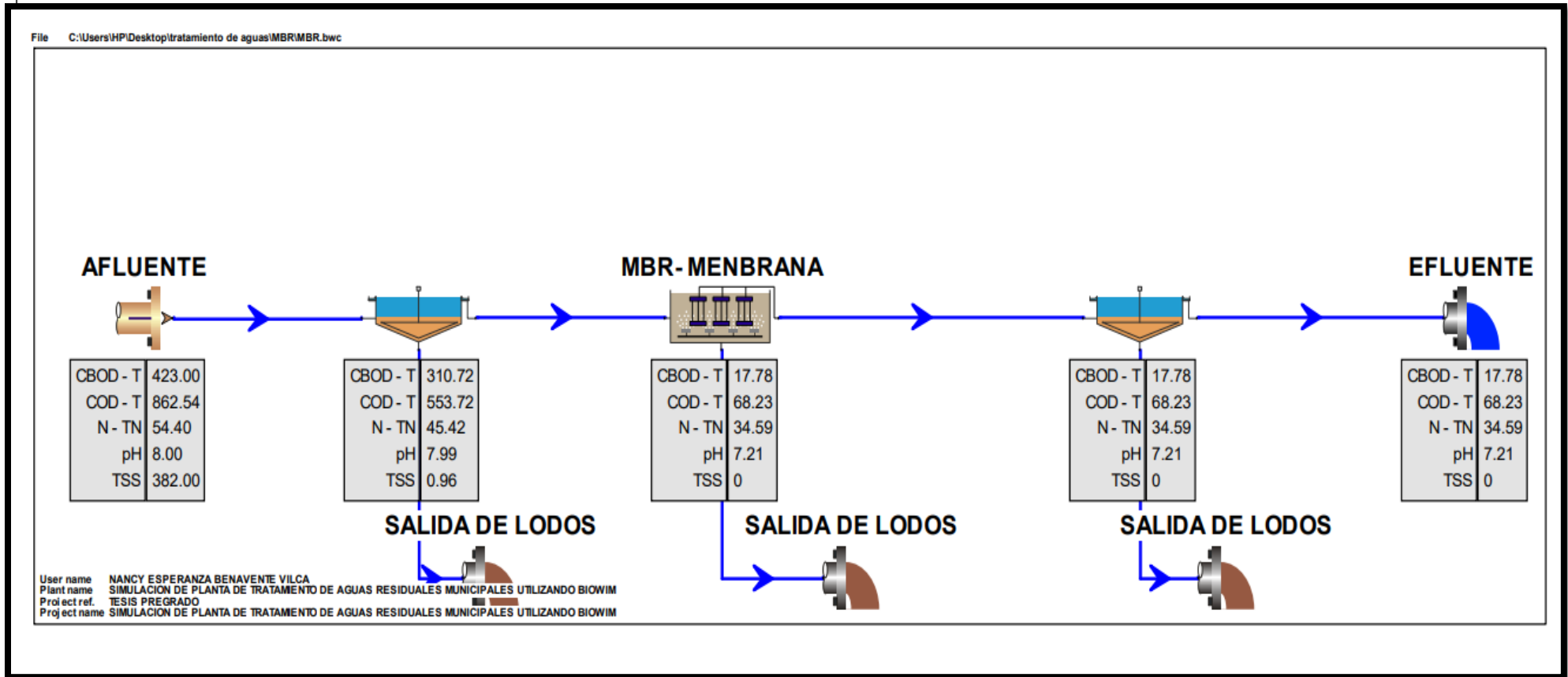
CBOD - T	77.82
COD - T	171.64
N - TN	34.53
pH	7.00
TSS	0.94

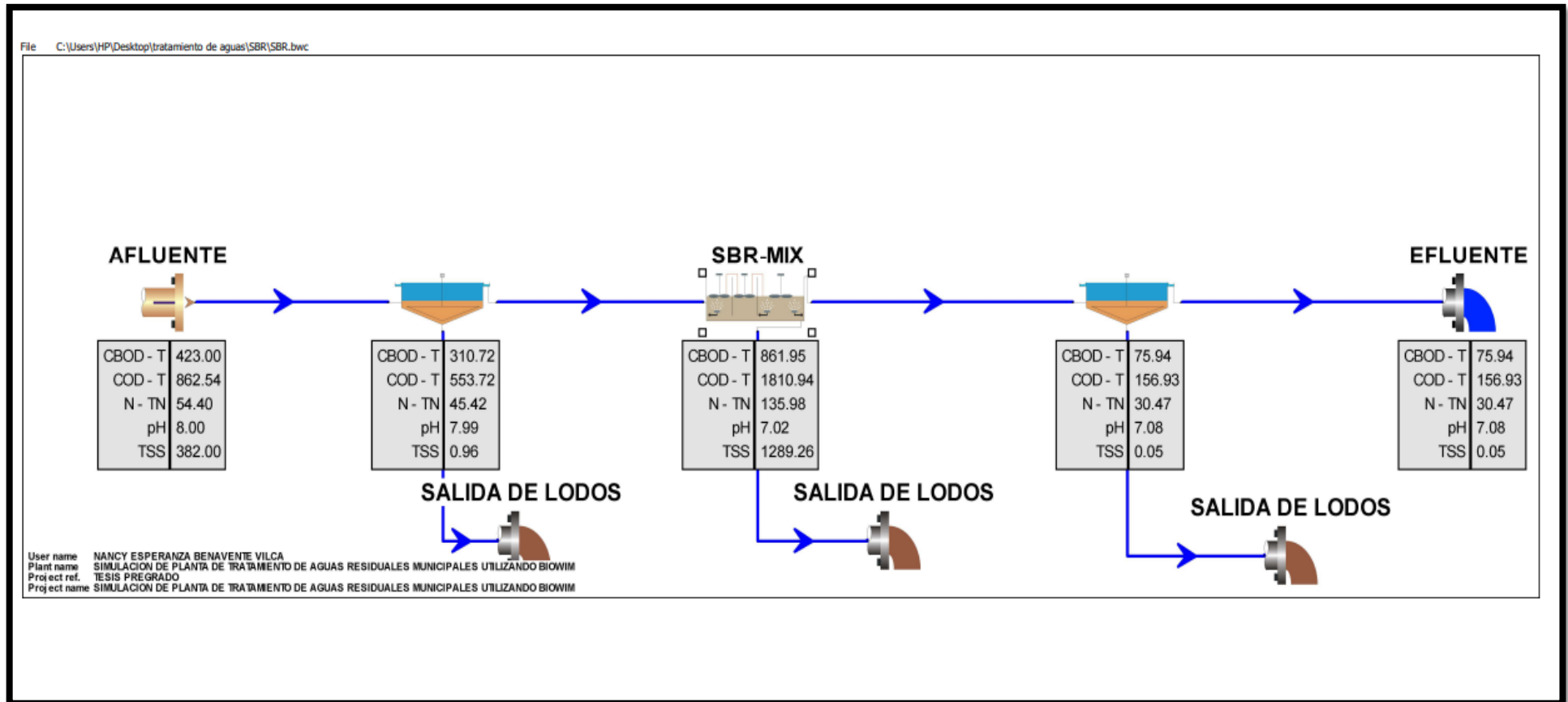
SALIDA DE LODOS

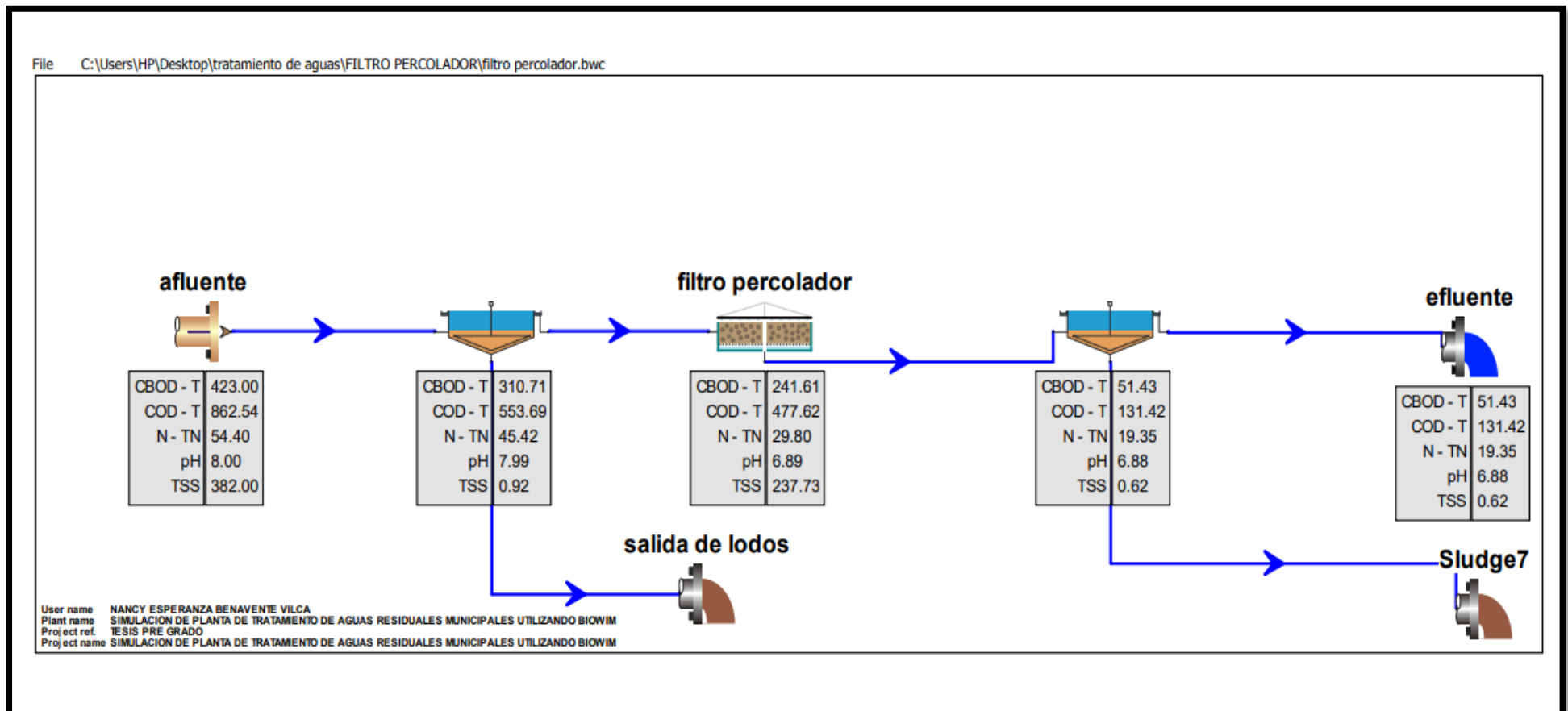
SALIDA DE LODOS

User name NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA
 Plant name SIMULACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES UTILIZANDO BIOWIM
 Project ref. TESIS PREGRADO
 Project name SIMULACION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES UTILIZANDO BIOWIM











ANEXO 6

MEMORIA DE CALCULOS



SEDIMENTADOR PRIMARIO



Activated Sludge Waste Water Treatment Calculations - U.S. units

3. Primary Clarifier Design

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

Inputs		Calculations	
Influent Flow Rate, Q =	3024 m ³ /d	Recycle Act. Sl. Rate, Q_r =	907 m ³ /d
Return Act. Sl. Ratio, R =	0.3	Peak Hourly Flow Rate, Q_p =	6804 m ³ /d
Design Surface Overflow Rate (average), SOR_a =		Calculate Clarifier Area based on SOR	
	40 m ³ /d/m ²	Based on ave. Flow: A₁ =	76 m ²
Design Surface Overflow Rate (peak), SOR_p =		Based on Peak Flow: A₂ =	68 m ²
	100 m ³ /d/m ²		
Peaking Factor, PF =	2.25	The larger of the two areas is:	76 m ²
	(for peak hourly flow)		

Calculate Circular Clarifier Diameter:

Number of Clarifiers, N =	2	Clarifier Diameter, D =	7 m
----------------------------------	---	--------------------------------	-----

Effluent Weir Calculations (Circular Clarifiers)

Min. Diameter for single circular effluent weir =		2 m
Max Weir Overflow Rate, WOR =	200 m ³ /hr/m	Min. Diameter for circular Channel with effluent weir on each side =
		1 m

Calculate Length and Width for Rectangular Clarifier:

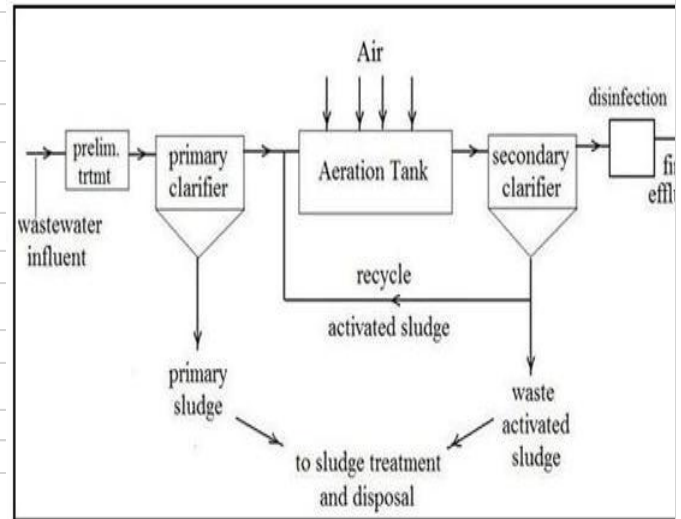
Number of Clarifiers, N =	2	Clarifier Width, W =	3.1 m
Length/Width ratio, LW =	4	Clarifier Length, L =	6.1 m

Effluent Weir Calculations (Rectangular Clarifiers)

Max Weir Overflow Rate, WOR =	200 m ³ /hr/m	Number of channel widths needed for effluent weir =	2.5
--------------------------------------	--------------------------	---	-----

Equations used for Calculations:

Clarifier area: $A = Q/SOR$



Activated Sludge Wastewater Treatment Flow Diagram

Primary Clarifiers - Typical Design Information

Process	Overflow Rate, m ³ /d/m ²		Detention Time, hr	Weir Loading m ³ /d/m
	Average	Peak		
Primary Sedim. followed by Sec Trtmt	30 - 50	80 - 120	1.5 - 2.5	125 - 500
Primary sedim. with waste act. sludge return	24 - 32	48 - 70	1.5 - 2.5	125 - 500

Adapted from: Metcalf & Eddy, Inc. (Revised by Tchobanoglous, G, Burton, F.L., Stensel, H.D., *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse*, 4th Ed., New York, NY, 2003.

NOTE: The design parameters for a particular project will typically come from the design of the appropriate state, county or municipality.



SEDIMENTADOR SECUNDARIO



Activated Sludge Waste Water Treatment Calculations - S.I. units

2. Secondary Clarifier Design

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

Inputs		Calculations	
Prim. Effl. Flow Rate, $Q =$	3024 m ³ /d	Recycle Act. Sl. Rate, $Q_r =$	907 m ³ /d
Return Act. Sl. Ratio, $R =$	0.3	Peak Hourly Flow Rate, $Q_p =$	6804 m ³ /d
Aeration tank MLSS, $X =$	2100 mg/L	Calculate Clarifier Area based on SOR	
Design Surface		Based on ave. Flow: $A_1 =$	137 m ²
Overflow Rate, SOR =	22 m ³ /dm ² (ave)	Based on Peak Flow: $A_2 =$	145 m ²
	47 m ³ /dm ² (peak)	The larger of the two areas is:	145 m ²
Design Solids		Calculate Clarifier Area based on SLR	
Loading Rate, SLR =	5.0 kg/hrm ² (ave)	Based on ave. Flow: $A_3 =$	69 m ²
	8 kg/hrm ² (peak)	Based on Peak Flow: $A_4 =$	97 m ²
Peaking Factor, PF =	2.25	The larger of the two areas is:	97 m ²
(for peak hourly flow)		Area needed for Clarifier, $A =$	145 m ²
		(The largest of A_1 , A_2 , A_3 & A_4)	

Calculate Circular Clarifier Diameter:

Number of Clarifiers, $N =$	2	Clarifier Diameter, $D =$	10 m
-----------------------------	---	---------------------------	------

Effluent Weir Calculations (Circular Clarifiers)

Max Weir Overflow Rate =	375 m ³ /dm	Min. Diameter for single circular effluent weir =	1.3 m
		Min. Diameter for circular Channel with effluent weir on each side =	0.6 m

Calculate Length and Width for Rectangular Clarifier:

Number of Clarifiers, $N =$	2	Clarifier Width, $W =$	4.3 m
Length/Width ratio, $LW =$	4	Clarifier Length, $L =$	8.5 m

Effluent Weir Calculations (Rectangular Clarifiers)

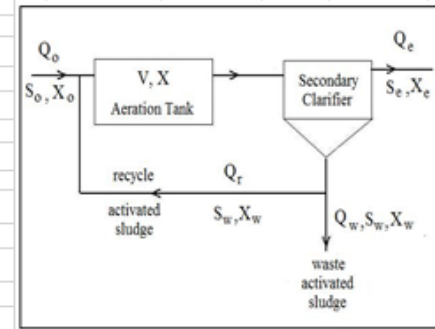
Max Weir Overflow Rate =	375 m ³ /dm	Number of channel widths needed for effluent weir =	0.9
--------------------------	------------------------	---	-----

Equations used for Calculations:

Clarifier area: $A = Q/SOR$	
Clarifier Area: $A = (Q + Q_r) * X * 0.001 / 24 * SLR$	
Eff. Weir Length: $L = Q/WOR$	

A note on unit conversions:

1 mg/L = 0.001 kg/m³



Activated Sludge Flow Diagram & Parameters

Activated Sludge Secondary Clarifier Design Parameters - Typical Values

Activated Sludge Process	Overflow Rate, m ³ /m ² -d		Solids Loading, kg/m ² -hr		Depth, m
	Average	Peak	Average	Peak	
Air Activated Sludge (except Ext. Aer)	16 - 28	40 - 64	4 - 6	8	3.5 - 6
Oxygen Act. Sludge	16 - 28	40 - 64	5 - 7	9	3.5 - 6
Extended Aeration	8 - 16	24 - 32	1 - 5	7	3.5 - 6

Adapted from: Metcalf & Eddy, Inc. (Revised by Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D., Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, 4th Ed., New York, NY, 2003.

NOTE: The design parameters for a particular project will typically come from the design group of the appropriate state, county or municipality.

Typical maximum values for Weir Overflow Rate (WOR):

for $Q < 3800$ m ³ /day:	$WOR \leq 250$ m ³ /dm
for $Q \geq 3800$ m ³ /day:	$WOR \leq 375$ m ³ /dm

Typical Values for Peaking Factors (hourly maximum/daily average)

Ave Flow, MGD	Peaking Factor
< 0.1	3.0
0.1 - 0.3	2.9
0.3 - 0.5	2.8
0.5 - 0.7	2.7
0.7 - 1.0	2.6
1 - 2	2.5
2 - 4	2.25
> 4	2.0



FILTRO PERCOLADOR



FILTRO PERCOLADOR - LECHO SINTETICO		

DATOS

DBO5 de ingreso	378.5 mg/l
DBO5 de salida	40 mg/l
Profundidad util BASE	3.5 m
Profundidad del proyecto	3 m
Caudal	2160 m3/d
	25.00 l/s
Temperatura del proyecto	5 °c
Coefficiente de temperatura	1.035
Numero de unidades	2
Constante de tratabilidad para la profundidad BASE a 20 gra	0.18 (l/s) ^{0.5} * m2
Constante experimental (n)	0.5

RESULTADOS

Calculo del area a 20 °c	159.06 m2
Constante de tratabilidad para la temp del proyecto	0.116 (l/s) ^{0.5} * m2
Calculo del area a la temperatura del proyecto	386.08 m2
Lado	19.65 m
	22.17 m
Constante de tratabilidad a la prof. y temp. del proyecto	0.125 (l/s)^{0.5} * m2
Calculo del area a la prf. y temp. del proyecto	450.43 m2
Lado si es un cuadrado	21.22 m
Diametro si es circular	23.95 m

--	--	--



FANGOS ACTIVADOS



Activated Sludge Waste Water Treatment Calculations - S.I. units					
1. Input of General Parameter Values:					
Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes					
Inputs					
Design ww Flow Rate, $Q_o =$	3,024	m^3/d	Prim. Effl. TSS, $X_o =$	20	g/m^3
Prim. Effl. BOD, $S_o =$	378.5	g/m^3	Waste/recycle activated sludge SS conc., $X_w =$	6,800	g/m^3
Aeration tank MLSS, $X =$	382	g/m^3	Secondary Effl. TSS, $X_e =$	20	g/m^3
% volatile MLSS, %Vol =	70%				



Activated Sludge Waste Water Treatment Calculations - S.I. units

2. Aeration Tank Sizing Calculations

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

A. Aeration Tank Design based on volumetric loading

Inputs

Design Vol. Loading, **VL** = 0.5608
(kg BOD/day/m³)

Calculations (based on Volumetric Loading)

Aeration tank volume, **V** = 2,042 m³

Values Transferred from Worksheet 2:

Design ww Flow Rate, **Q_o** = 3,024 m³/d

Prim. Eff. BOD, **S_o** = 378.5 g/m³

Aeration tank MLSS, **X** = 378.5 g/m³

% volatile MLSS, % **Vol** = 70%

Check on other design parameters:

Aeration tank **HRT** = 16.20 hr

Aeration tank **F:M** = 2.116
(kg BOD/day/kg MLVSS)

Equations used for Calculations:

$$V = (S_o \cdot Q_o / 1000) / VL$$

$$HRT = 24 \cdot V / Q_o$$

$$F:M = (S_o \cdot Q_o) / (\% Vol \cdot X \cdot V)$$

Activated Sludge Design Parameters - Typical Ranges

Activated Sludge Process	Volumetric Loading		F:M kg BOD/day kg MLVSS	HRT hours
	lb BOD/day 1000 ft ³	kg BOD/day m ³		
Conventional Plug Flow	20 - 40	0.3 - 0.7	0.2 - 0.4	4 - 8
Complete Mix	20 - 100	0.3 - 1.6	0.2 - 0.6	3 - 5
Extended Aeration	5 - 15	0.1 - 0.3	0.04 - 0.1	20 - 30

Adapted from: Metcalf & Eddy, Inc. (Revised by Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D.,
Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, 4th Ed., New York, NY, 2003.

B. Aeration Tank Design based on hydraulic loading

Inputs

Design Aer. tank **HRT** = 7 hr

Check on other design parameters:

Volumetric Loading, **VL** = 1.30
(kg BOD/day/m³)

Calculations (based on Hydraulic Loading)

Aeration tank **F:M** = 4.85
(kg BOD/day/kg MLVSS)

Aeration tank volume, **V** = 882 m³

C. Aeration Tank Design based on F:M ratio

Inputs

Aeration tank **F:M** = 0.35
(kg BOD/day/kg MLVSS)

Check on other design parameters:

Volumetric Loading, **VL** = 0.09
(kg BOD/day/m³)

Calculations (based on F:M ratio)

Aeration tank volume, **V** = 12,230 m³

Aeration tank **HRT** = 97.1 hr



Activated Sludge Waste Water Treatment Calculations - S.I. units

4. Oxygen Requirement/Blower Sizing Calculations

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

Values Transferred from Previous Worksheets:

Design ww Flow Rate, $Q_0 = 3024$ m³/d Prim. Effl. BOD, $S_0 = 379$ g/m³

Additional User Inputs:

Influent TKN, $TKN_0 = 35$ g/m³ Target Effl NH₄-N conc, $N_e = 0.50$ g/m³
(needed only if nitrification is to be achieved) (needed only if nitrification is to be achieved)

Target Effluent BOD, $S_e = 20$ g/m³

A. Simplified Estimates Using "Rules of Thumb" - See Notes at Right

1. Inputs: (Values of "Rule of Thumb" Constants to be used in Calculations - See notes at right)

O ₂ needed per kg BOD =	1.20	kg O ₂ /kg BOD	Depth of Diffusers =	3.66	m
O ₂ needed per kg NH ₃ -N =	4.57	kg O ₂ /kg NH ₃ -N	Normal Temperature =	10	°C
SOTE as Function of Depth =	6.56%	% per m depth	Normal Pressure =	1.000	bar
AOTE/SOTE =	0.33		Atmospheric Pressure =	1.014	bar
Press. Drop across Diffuser = (from mfr/vendor)	0.030	bar	Air Density at STP =	1.275	kg/m ³
			O ₂ Content in Air =	0.293	kg/m ³

2. Calculations for BOD Removal Only:

BOD Daily Loading =	45.2	kg/hr	AOTE =	7.9%	
Oxygen Requirement =	54.2	kg/hr	Air Requirement =	2335	Nm ³ /hr
SOTE =	24.0%		Blower Outlet Pressure =	1.4	bar



MBBR



MBBR Process Design Calculations - S.I. units

Single-Stage Process for BOD Removal

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

1. General Inputs

		Data points for SARR/SALR vs SALR		
Design ww Flow Rate, Q =	3024	m ³ /d	SALR (g/m ² /d):	7.5 15.0
Prim. Effl. BOD, S₀ =	378.5	mg/L	SARR/SALR:	0.925 0.875
Peak Hour Factor =	4		<i>(default values above are based on the table of typical values of % BOD removal vs SALR at the right)</i>	
Min Design Temp., T =	5	°C		
Design Value of BOD Surface			Slope, SARR/SALR vs SALR:	-0.007
Area Loading Rate (SALR) =	6	g/m ² /d	Intercept, SARR/SALR vs SALR:	0.975
See information on typical design values for SALR below right.			Est. of SARR/SALR Ratio =	0.935
			<i>(Surf. Area Removal Rate/Surf. Area Loading Rate) (for SALR value specified at left)</i>	

2. Calculation of Carrier Volume and Required Tank Volume & Dimensions

Inputs		Liquid Depth in Tank =	2	m
Carrier Spec. Surf. Area =	500	m ² /m ³	Tank L:W ratio =	2.0
<i>(value from carrier mfr/vendor)</i>		(target L:W - only used if tank is rectangular)		
Design Carrier Fill % =	40%	Click on green box and then on arrow to Select Tank Shape:		rectangular
<i>(Carrier fill % is typically between 30% and 70%. Lower values are more conservative, allowing future capacity expansion or reduction of SALR by adding more carrier.)</i>		Carrier % Void Space =	60%	
		<i>(from carrier mfr/vendor - only needed to calculate hydraulic detention time)</i>		

Calculations

BOD Daily Loading =	1144.6	kg/day	Calculated Tank Volume =	953.8	m ³
	1144584	g/day			
Carrier Surf. Area needed =	190764	m ²	Calculated Tank Width =	14.1	m
Calculated Carrier Volume =	381.528	m ³	Calculated Tank Length =	28.2	m
Tank Liquid Volume =	801.2	m ³	Nominal Hydraulic Retention Time at		
			Design Average Flow =	382	min
Estimate of BOD Surface Area			Peak Hourly Flow =	95	min
Removal Rate, SARR =	5.61	g/m ² /d			
Est. of BOD Removal Rate:	1070186	g/day	Calculated Effl BOD Conc.:	25	mg/L
If the calculated Effl. BOD conc. is too high, the design value of SALR (in cell C13) should be reduced.					

3. Air Requirement

Inputs: (Values of "Rule of Thumb" Constants for Calculations - see notes at right)

O ₂ needed per kg BOD =	1.50	kg O ₂ /kg BOD	Depth of Diffusers =	2.3	m
SOTE as Function of Depth =	2.50%	% per m depth	Normal Temperature =	2	°C
AOTE/SOTE =	0.5		Normal Pressure =	1.000	bar
Press. Drop across Diffuser =	0.030	bar	Atmospheric Pressure =	1.014	bar
<i>(from mfr/vendor)</i>			Air Density at NTP =	1.275	kg/m ³
			O ₂ Content in Air =	0.293	kg/m ³

Calculations

Oxygen Requirement =	1605.3	kg/day	AOTE =	2.9%	
SOTE =	5.8%		Des. Air Flow Rate, Nm ³ /hr =	7940.2	Nm ³ /hr
Blower Outlet Pressure =	1.27	bar absolute	Des. Air Flow Rate, m ³ /hr =	6017.05	m ³ /hr



MBR



III. Calculation of Carrier Volume and Required Tank Volume & Dimensions

1. First Stage Calculations (BOD Removal)

(Carrier fill % is typically between 30% and 70%. Low values are more conservative, allowing future capacity expansion or reduction of SALR by adding more capacity.)

Design Carrier Fill % =	50%	(for first stage)		
BOD Daily Loading =	423.4	kg/day		
	423360	g/day	Calculated Tank Volume =	105.8 m ³
Carrier Surf. Area needed =	26460.0	m ²		
Calculated Carrier Volume =	52.920	m ³	Calculated Tank Width =	5.4 m
Tank Liquid Volume =	84.7	m ³	Calculated Tank Length =	8.1 m
			Nominal Hydraulic Retention Time at	
Estimate of BOD Surface Area			Design Average Flow =	40 min
Removal Rate, SARR =	13.63	g/m ² /d	Peak Hourly Flow =	10 min
Est. of BOD Removal Rate:	360763	g/day	Calculated Effl BOD Conc.: (from First Stage)	21 mg/L

2. Second Stage Calculations (BOD Removal)

Design Carrier Fill % =	50%	(for second stage)		
BOD Daily Loading =	62.6	kg/day	Calculated Tank Volume =	56.4 m ³
	62597	g/day	Calculated Tank Width =	4.0 m
Carrier Surf. Area needed =	14098.4	m ²	Calculated Tank Length =	5.9 m
Calculated Carrier Volume =	28.197	m ³	Nominal Hydraulic Retention Time at	
Tank Liquid Volume =	45.1	m ³	Design Average Flow =	21 min
Estimate of BOD Surface Area			Peak Hourly Flow =	5 min
Removal Rate, SARR =	4.22	g/m ² /d	Calculated Effl BOD Conc.: (from Second Stage)	1.0 mg/L
Est. of BOD Removal Rate:	59544	g/day	If the calculated Effl. BOD conc. is too high for either stage, the design value of SALR should be reduced for that stage.	
1st stage tank volume -				
- 2nd stage tank volume =	49.4			

To make the 2nd stage tank volume the same as the first stage tank volume, use Excel's Goal Seek process to set cell C65 equal to zero by changing the value in cell C54.

IV. Calculation of Oxygen/Air/Blower Requirements

1. Inputs: (Values of "Rule of Thumb" Constants to be used in Calculations - See notes at right)

O ₂ needed per lb BOD =	1.50	kg O ₂ /kg BOD	Depth of Diffusers =	2.3	m
SOTE as Function of Depth =	2.50%	% per m depth	Normal Temperature =	0	°C
AOTE/SOTE =	0.5		Normal Pressure =	1.000	bar
Press. Drop across Diffuser = (from mfr/vendor)	0.030	bar	Atmospheric Pressure =	1.014	bar
			Air Density at NTP =	1.275	kg/m ³
			O ₂ Content in Air =	0.2930	kg/m ³

2. First Stage Calculations:

Oxygen Requirement =	541.1	kg/day	AOTE =	2.9%	
SOTE =	5.8%		Des. Air Flow Rate, Nm ³ /hr =	2677	Nm ³ /hr
Blower Outlet Pressure =	1.27	bar absolute	Des. Air Flow Rate, m ³ /hr =	2079	m ³ /hr

3. Second Stage Calculations:

Oxygen Requirement =	89.3	kg/day	AOTE =	2.9%	
SOTE =	5.8%		Des. Air Flow Rate, Nm ³ /hr =	442	Nm ³ /hr
Blower Outlet Pressure =	1.3	bar absolute	Des. Air Flow Rate, m ³ /hr =	343	m ³ /hr



MBR Process Design Calculations - S.I. units

Activa

User Inputs and Constants

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

User Inputs - Wastewater Parameters/Characteristics

Design ww Flow Rate, $Q_o =$	3024	m ³ /d	Influent TSS, $TSS_o =$	300	mg/L
Influent BOD, $BOD_o =$	387.5	mg/L	Influent VSS, $VSS_o =$	60	mg/L
sBOD, $sBOD_o =$	20	mg/L			
			Influent TKN, $TKN_o =$	35	mg/L
Influent COD, $COD_o =$	750	mg/L	TKN peak/ave factor, $FS =$	1.5	
sCOD, $sCOD_o =$	132	mg/L	Influent NH ₄ -N, $NH_4-N_o =$	25.0	mg/L
rbCOD, $rbCOD_o =$	80	mg/L	Influent Alkalinity, $Alk_o =$	140	mg/L as CaCO ₃
ratio, $bCOD/BOD =$	1.6		Aeration WW Temp., $T_{ww} =$	12	°C

User Inputs - Biological Kinetic Coefficients

(See typical values at right)

1. For BOD Removal:			Resid. biomass fract., $f_d =$	0.15	
Synth. Yield Coeff, $Y =$	0.45	g VSS/g bCOD	Half Veloc. Coeff., $K_s =$	8	mg/L
Temp coeff, θ , for $\mu_m =$	1.07		Max spec. grwth rate at 20°C, $\mu_{m20} =$	6	g VSS/d/g VSS
Temp coeff, θ , for $k_d =$	1.04		Endog. decay coeff. at 20°C, $k_{d20} =$	0.12	g VSS/d/g VSS
2. For Nitrification:					
Synth. Yield Coeff, $Y_n =$	0.15	g VSS/g NOx			
Temp coeff, θ , for $\mu_{mn} =$	1.072		Max spec. grwth rate at 20°C, $\mu_{mn20} =$	0.9	g VSS/d/g VSS
Temp coeff, θ , for $k_{dn} =$	1.029		Endog. decay coeff. at 20°C, $k_{dn20} =$	0.17	g VSS/d/g VSS
Temp coeff, θ , for $K_{sn} =$	1		Half Veloc. Coeff. At 20°C, $K_{sn} =$	0.5	mg/L
			Half Veloc. Coeff. At 20°C, $K_{so} =$	0.5	mg/L

Constants Used in the Calculations

Ratio of BOD ₅ to BOD _u , $f =$	0.67	BOD _u equiv. of VSS =	1.4	g BOD _u /g VSS
---	------	----------------------------------	-----	---------------------------

MBR Process Design Calculations - S.I. units Membrane Module Sizing Calculations

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

1. User Inputs, Membrane/Membrane Module Parameters:

(values typically available from membrane manufacturer or vendor)

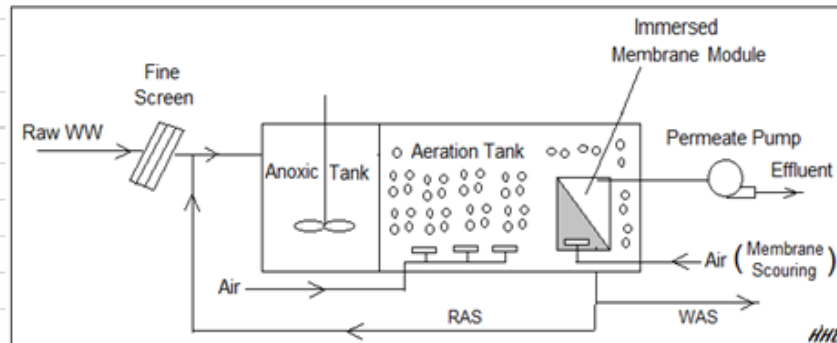
Module packing density, $\phi = 120 \text{ m}^2/\text{m}^3$ Spec. Aer. Demand, $SAD_M = 0.3 \text{ (m}^3 \text{ air/hr/m}^2 \text{ membrane)}$

2. Process Design Calculations (done by worksheet)

Design Membrane Flux, $J = 16.0 \text{ L/hr/m}^2$

Membrane Area, $A_M = 7,870 \text{ m}^2$ Membrane Module Vol., $V_M = 66 \text{ m}^3$

Scouring Air Flow Required: $2,361 \text{ m}^3/\text{hr} = 2,293 \text{ N m}^3/\text{hr}$



Flow Diagram - Membrane Bioreactor for BOD Removal, Nitrification & Denitrification

Equations used for the calculations: (note that conversion factors are needed in some of the equations)

Design Membrane Flux: $J = 0.7300T_{ww} + 7.250$ (see equation derivation in Worksheet 9)

$$A_m = Q_o/J \qquad V_m = A_m/\phi$$

$$\text{Scouring Air Flow required} = A_m * SAD_M$$



SBR



Sequencing Batch Reactor (SBR) Design Calculations - U.S. units

I. User Inputs for use in the Other Worksheets

Instructions: Enter values in blue boxes. Spreadsheet calculates values in yellow boxes

NOTE: User input is needed in **all of the blue cells** throughout the worksheet. Otherwise the current values in the cells will be used.

1. Input of Wastewater Characteristics

Influent Flow Rate, $Q_o =$	3,024.0	m^3/d	Influent TSS, $TSS =$	240	g/m^3
Influent BOD, $BOD =$	378.5	g/m^3	Influent VSS, $VSS =$	220	g/m^3
Influent sBOD, $sBOD =$	3	g/m^3	Influent TKN, $TKN =$	35	g/m^3
Influent COD, $COD =$	420	g/m^3	Influent NH_4-N , $NH_4-N =$	25	g/m^3
Influent sCOD, $sCOD =$	160	g/m^3	Influent Total Phos., $TP =$	6	g/m^3
Influent rbCOD, $rbCOD =$	60	g/m^3	Influent Alkalinity, $ALK =$	200	g/m^3 as Ca

2. Input Values for Kinetic Coefficients (see typical values at right)

Synth. Yield coeff., $Y =$	0.4	$g\ VSS/g\ bCOD$	Half veloc const, $K_n =$	0.74	$g\ NH_4-N/m^3$ (for nitrification)
Endog. decay coeff., $k_d =$	0.12	$g\ VSS/d/g\ VSS$	Temp coeff, θ , for $K_n =$	1.053	
Temp coeff, θ , for $k_d =$	1.04		Synthesis yield coeff, $Y_n =$	0.12	$g\ VSS/g\ NH_4-N$ (for nitrification)
Resid. biomass fract., $f_d =$	0.15		Endog. decay coeff., $k_{dn} =$	0.08	$g\ VSS/d/g\ V$
Max spec. growth rate, $\mu_{mn} =$ (for nitrification)	0.75	$g\ VSS/d/g\ VSS$	Temp coeff, θ , for $k_{dn} =$ (for nitrification)	1.04	
Temp coeff, θ , for $\mu_{mn} =$	1.07		Half sat'n const, $K_o =$	0.5	g/m^3 (for D.O.)

3. Input Design Conditions and Assumptions

No. of tanks, $N =$	2		SVI =	150	ml/g
Liquid depth when full, $d =$	6	m	TKN fract. oxidized, $NO_x/TKN:$	0.80	
Fraction of depth decanted =	0.30		Temperature of WW =	16	$^{\circ}C$
Reactor MLSS, $MLSS =$	3500	mg/L	bCOD/BOD ratio =	0.2	
(at full reactor volume)			min reactor DO conc, $DO =$	2	g/m^3



4. Effluent Requirements

NH ₄ -N:	0.50	g/m ³	BOD:	20	g/m ³
TSS:	20	g/m ³	Estimated effluent COD:	363	g/m ³

5. Parameters for Blower ACFM, SCFM and Outlet Pressure Calculations

A. Simplified Estimates Using "Rules of Thumb" - See Notes at Right

O ₂ needed per kg BOD =	1.10	kg O ₂ /kg BOD	Depth of Diffusers =	5.4	m
O ₂ needed per kg NH ₃ -N =	4.57	kg O ₂ /kg NH ₃ -N	Normal Temperature =	0	°C
SOTE as Function of Depth =	6.56%	% per m depth	Normal Pressure =	1.00	bar
AOTE/SOTE =	0.33		Atmospheric Pressure =	1.014	bar
Press. Drop across Diffuser = (from mfr/vendor)	0.030	bar	Air Density at STP =	1.275	kg/m ³
			O ₂ Content in Air =	0.293	kg/m ³

B. More Detailed Estimates Using Biol. Kinetics and Diffuser Parameters

Std O ₂ Transf. Effic., SOTE = (from diffuser mfr or vendor)	36.0%		Ratio of oxygen transfer rate in wastewater to that in clean water, α =	0.7	
Design Air Temperature, T_{air} =	10	°C	Ratio of D.O. saturation in wastewater to that in clean water at same T & P, B =	0.8	
Diffuser fouling factor, F =	0.8		D.O. saturation conc. For clean water at ww temp. & 1 atm, C_s =	9.76	mg/L
D.O. conc to be maintained for WW trtmt operation, C_L =	2.0	mg/L	Pressure Drop at blower inlet, ΔP_{in} = (due to filter, silencer, etc.)	0.021	bar



SBR Design Summary

1. BOD removal/Nitrification

Input Parameters			Calculated Parameters		
Design Infl. Flow Rate	3024.00	m ³ /day	Total Cycle time	4.0	hr
Influent BOD	378.5	g/m ³	Number of cycles/day/tank	12	
Influent TKN	35.0	g/m ³	Total SRT	12	days
Number of Tanks	2		Tank Liquid Volume	840	m ³
Fill time	2.0	hr	Tank Width	11.8	m
React time	1.0	hr	Tank Length	11.8	m
Settle time	0.5	hr	Tank Depth	6.3	m
Decant time	0.5	hr	Fill Volume/Cycle	252	m ³
Idle time	0.0	hr	Total Aeration Time/Cycle	2.0	hr
Decant Fraction of Tank	0.3		Reactor MLVSS	-651	g/m ³
Full tank liquid depth	6.0	m	F/M (lb BOD/day/lb MLVSS)	-1.046	
Reactor MLSS	3500	g/m ³	BOD Volumetric Loading (lb BOD/day/1000 ft ³)	0.7	
			Overall Hydr. Reten. Time	13.3	hr
			Decant Pumping Rate	8	m ³ /min
			TSS Sludge Prod. Rate	481	kg/day
			Ave O ₂ rate Req'd per Tank	578	kg/d/tank
			Ave O ₂ transfer rate, AOTR (during Aeration Period)	48.16	kg/hr/tank



ANEXO 7

PANEL FOTOGRAFICO



coordenadas del influente de la PTAR Azángaro



muestras en la entrada de la PTAR de acuerdo a los parametros a evaluar



transporte



Toma de ph



Medición de altura



PTAR Azangaro



ANEXO 8

NORMATIVA



Normativa

Límites máximos permisibles para efluentes de planta de depuración de aguas servidas Domésticas o Municipales DECRETO SUPREMO N°003-2010-MINAM

El Peruano Lima, miércoles 17 de marzo de 2010 **NORMAS LEGALES** 415675

de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

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

DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permisible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permisible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.



415676



NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, miércoles 17 de marzo de 2010

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

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

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1



VALIDACIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN BIOWIM

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	JUAN RICARDO MAMANI ADCO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL
REGISTRO CIP	357074
AUTOR DEL INSTRUMENTO	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

II. PUNTOS DE VALIDACIÓN

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos- científicos					97%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					99%

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

98.22%



Juan Ricardo Mamani Adco
INGENIERO AMBIENTAL Y FORESTAL
CIP. 357074



VALIDACIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN BIOWIM

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	RICKI VIZA RAMOS
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

II. PUNTOS DE VALIDACIÓN

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos- científicos					97%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					99%

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

98.22%

Ricki Vizcarra
 INGENIERO EN AMBIENTE
 CIP 200716



VALIDACIÓN DEL SOFTWARE DE SIMULACIÓN BIOWIM

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	YVON YHAKHELINE PINTO TITO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO	NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

II. PUNTOS DE VALIDACIÓN

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 - 20%	21 - 40%	41 - 60%	61 - 80%	81 - 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACION	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					99%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos- científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

98.33%


 Yvon Yhakheline Pinto Tito
 ING. SANITARIA Y AMBIENTAL
 C.I.P. 308016



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 07 - 01 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: NANCY ESPERANZA BENAVENTE VILCA

Dirección: JR INCA GARCILASO 308

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76371996

Teléfono: 924663663 email: benaventeesperanza9@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EFICIENCIA OBTENIDA EN LA SIMULACIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO SOFTWARE BIOWIM
EN LA CIUDAD DE AZANGARO

Palabras claves, (3 a 5 términos): RESIDUALES, DENSIDAD, TURBIEDAD

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

Nancy Buzza



07 - 01 - 2025

Firma de Autor

huella digital

Fecha