

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON
IMPLEMENTACIÓN DE BIORREACTOR DE MEMBRANA –
PROVINCIA DE JUNÍN**

Presentado por:

Bach. HUMBERTO, TUTAYA HUAMAN

Línea de Investigación Institucional:

Salud y Gestión de la Salud

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Huancayo – Perú

2021

FALSA PORTADA

ASESOR

Mg. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL

DEDICATORIA

El apoyo de mis padres, único e incondicional de mi vida, por la educación brindada y las atenciones del proceso, siendo mi gran motivación en todo momento.

A mis docentes, ingenieros quienes me transmitieron su experiencia para el proceso de desarrollar y concluir la presente tesis.

Bach. Humberto Tutaya Huaman

AGRADECIMIENTO

El más cordial agradecimiento:

En primera instancia, agradecer a quienes permanecieron a mi lado en este proceso brindándome su apoyo incondicional y la oportunidad de obtener el título de Ingeniero Civil.

A mi institución de grado superior, Universidad Peruana los Andes, principalmente a mi Facultad de Ingeniería por acogerme estos años y enseñanzas formadas como profesional con vocación y ética de servicio.

A mi Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, a los catedráticos, maestros y doctores que prestan el servicio de docente e impartirme sus experiencias en las aulas afables.

A GEO TEST el laboratorio con experiencia y con equipos de trabajo aptos, con el apoyo aportando de criterio acertados para resolver las dudas que se presentó en el camino de la investigación, del desarrollo experimental.

A las personas que directa o indirectamente colaboraron en este trabajo de investigación.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

Bach. Humberto Tutaya Huaman

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Dr. Severo Simeón Calderón Samaniego
Jurado

Mg. Erika Genoveva Zúñiga Almonacid
Jurado

Mg. Duany Dávila Honorio
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	7
INDICE DE TABLAS	11
INDICE DE FIGURAS	12
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	14
RESUMEN	15
ABSTRACT	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación del problema	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Justificación de la investigación.....	20
1.3.1. Justificación práctica.....	20
1.3.2. Justificación teórica.....	21
1.3.3. Justificación metodológica	21
1.4. Delimitación de la investigación.....	22
1.4.1. Espacial.....	22
1.4.2. Temporal.....	24
1.4.3. Económica	24
1.5. Limitaciones.....	24
1.6. Objetivos de la investigación	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos.....	24
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes de la investigación	25
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	25
2.1.2. Antecedentes nacionales	27

2.2. Marco conceptual	29
2.2.1. Aguas residuales.....	29
2.2.2. Planta de tratamiento.....	32
2.3. Definiciones de términos.....	54
2.4. Hipótesis	55
2.4.1. Hipótesis general	55
2.4.2. Hipótesis específica	55
2.5. Variables.....	55
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	55
2.5.2. Definición operacional de la variable	56
2.5.3. Operacionalización de variables.....	57
CAPÍTULO III.....	58
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.1. Método de investigación	58
3.2. Tipo de investigación	58
3.3. Nivel de investigación	59
3.4. Diseño de investigación	59
3.5. Población y muestra	60
3.5.1. Población	60
3.5.2. Muestra	60
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.7. Procesamiento de la información.....	60
3.7.1. Método de análisis	61
3.7.2. Propiedades físicas del terreno	61
3.7.3. Equipos usados para el muestreo.....	62
3.7.4. Recomendaciones para una buena toma de muestra	62
3.7.5. Toma de muestra para cada tipo de análisis	62
3.8. Técnicas y análisis de datos	63
3.8.1. Técnicas.....	63
3.8.2. Cálculo del biorreactor a implementar en la PTAR de Junín.....	63
3.8.3. Cuenta de la población futura por tres métodos.....	64
3.8.4. Calculo del caudal.....	66
3.8.5. Diseño de membrana	67

3.8.6. Consideraciones para el diseño estructural	69
3.8.7. Diseño estructural	72
CAPÍTULO IV	82
RESULTADOS	82
4.1. Primer objetivo específico	82
4.1.1. Evaluación de las propiedades físico químicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor.....	82
4.1.2. Análisis comparativo de muestra patrón y experimental.....	84
4.2. Segundo objetivo específico	86
4.2.1. Determinación del análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.....	86
4.3. Tercer objetivo específico	88
4.3.1. Identificación los efectos del pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana.....	88
4.4. Contrastación de hipótesis.....	89
4.4.1. Hipótesis específica 1 (prueba del investigador)	89
4.4.2. Hipótesis específica 2 (prueba del investigador)	91
4.4.3. Hipótesis específica 3 (prueba del investigador)	93
CAPÍTULO V	96
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	96
5.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	96
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS	108
Anexo N°01: Matriz de consistencia.....	109
Anexo N°02: Certificado de los Ensayos	112
Anexo N°03: Panel fotográfico.....	118
Anexo N°04: Memoria de cálculo de biorreactor	129

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación del Proyecto.....	23
Tabla 2: Comparación sistema BRM y lodos activos.....	34
Tabla 3: Organización de membrana.....	44
Tabla 4: Estructuración de las membranas	49
Tabla 5: Límites máximos permisibles de efluentes de PTAR.....	53
Tabla 6: Operacionalización de variables	57
Tabla 7: Cálculo de la Razón.....	64
Tabla 8: Población futura.....	65
Tabla 9: Resultados de caudal promedio	67
Tabla 10: Características para el Concreto armado	69
Tabla 11: Resultados del análisis físico químicas del efluente del PTAR.....	82
Tabla 12: Resultado de la muestra de análisis fisicoquímico de la muestra experimental.....	83
Tabla 13: Resultados comparativos de la muestra patrón y experimental.....	85
Tabla 14: Cantidad de coliformes del efluente de PTAR	86
Tabla 15: Cantidad de coliformes de la prueba experimental.....	86
Tabla 16: Resultados comparativos de la muestra patrón y experimental.....	87
Tabla 17: Resultados comparativos del pH	88
Tabla 18: Prueba de normalidad	90
Tabla 19: Prueba Kruskal–Wallis del análisis fisicoquímico	91
Tabla 20: Prueba de normalidad	92
Tabla 21: Prueba Kruskal–Wallis del análisis de cantidad de coliformes	93
Tabla 22: Prueba de normalidad	94
Tabla 23: Prueba de homogeneidad.....	95
Tabla 24: Prueba de ANOVA de un factor.....	95

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de lodos activados	34
Figura 2: Sistema de BRM	35
Figura 3: Rejilla con dos cámaras.....	36
Figura 4: Parámetros de diseño	37
Figura 5: Costos de inversión	38
Figura 6: Costos de operación	39
Figura 7: Biorreactor de membrana: proceso de fangos activos.	41
Figura 8: Principio de biorreactor de membrana	42
Figura 9: Filtración por flujo tangencial.....	43
Figura 10: Filtración por flujo perpendicular	43
Figura 11: Diagrama comparativo de membranas.....	45
Figura 12: Clasificación de las membranas según su estructura	46
Figura 13: BRM sumergido y BRM lazo externo	47
Figura 14: Funcionamiento de la configuración de membrana plana	50
Figura 15: Funcionamiento de configuración de membrana de fibra hueca	50
Figura 16: Funcionamiento de la configuración de membrana tubular.....	51
Figura 17: Sistema de membrana sumergida.....	51
Figura 18: Población futura	65
Figura 19: Referencias de membranas y parámetros	67
Figura 20: Especificaciones técnicas	68
Figura 21: Diseño del biorreactor de membrana	68
Figura 22: Diagrama de cargas de la estructura	71
Figura 23 : Vista isométrica de la estructura	73
Figura 24 : Propiedades del material	73
Figura 25 : Definición de la sección de cimentación.....	74
Figura 26 : Definición de la sección de muro.....	74
Figura 27 : Definición de los patrones de carga	75
Figura 28 : Definición de carga en la cimentación.....	75
Figura 29 : Cargas de presión lateral del suelo (lado exterior).....	76
Figura 30 : Cargas de presión lateral hidrostática	76
Figura 31 : Combinaciones de carga	77

Figura 32 : Presiones por carga de gravedad.....	77
Figura 33 : Diagrama de momentos	78
Figura 34 : Deformación de la cimentación y paredes	78
Figura 35 : Diagrama de momentos	79
Figura 36 : Plano de detalles de estructuras.	80
Figura 37 : Análisis fisicoquímico comparativo.....	85
Figura 38 : Análisis comparativo de coliformes.....	87
Figura 39 : Análisis comparativo del pH.....	88

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: PTAR de la Provincia de Junin	119
Fotografía N° 2: Se muestra el desarenador del PTAR de Junin.....	119
Fotografía N° 3: Se muestra la laguna de estabilizacion en mal estado.....	120
Fotografía N° 4: Ingreso de la camara de rejillas para el PTAR.....	120
Fotografía N° 5: Aguas residuales del escape del PTAR, un daño ecológico. ...	121
Fotografía N° 6: Vista de la laguna de estabilizacion (PATR).....	121
Fotografía N° 7: Descarga al Rio Chacachimpa una contaminacion actual	122
Fotografía N° 8: Se observa la contaminacion a causa del vertimiento al Rio Chacachimpa	122
Fotografía N° 9: Observado el daño que esta causando el efluente del PTAR al Rio Chacachimpa.....	123
Fotografía N° 10: Vista panoramica del Rio Chacachimpa, que desemboca en el Lago Chinchaycocha.....	123
Fotografía N° 11: Contaminación grave causado por el PTAR de la Provincia de Junin	124
Fotografía N° 12: Daño de la flora y fauna por el vertimiento de aguas residuales.	124
Fotografía N° 13: Contaminacion actual.....	125
Fotografía N° 14: Vertimiento del efluente del PTAR hacia el Rio Chacachimpa de la Provincia de Junin	125
Fotografía N° 15: Toma de muestra para el analisis de agua (Afluente)	126
Fotografía N° 16: Toma de muestra del afluente para su análisis	126
Fotografía N° 17: Preparación de recipientes para la toma de muestras.	127
Fotografía N° 18: Toma de muestra del efluente en los recipientes.....	127
Fotografía N° 19: Análisis físico,químico – bacteriológico en el laboratorio de la UNCP	128
Fotografía N° 20: Análisis de aguas residuales en el laboratorio.....	128

RESUMEN

La presente investigación nos permitirá realizar el análisis del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales en la Provincia de Junín. La cual muestra como objetivo la implementación de biorreactor de membrana (MBR) para el mejoramiento del efluente y posterior tratamiento de agentes químicos que nos permitirá obtener una calidad de agua tratada, para lo cual se da inicio con el muestreo del efluente del PTAR para realizar el análisis fisicoquímico y el análisis microbiológico en el laboratorio, la metodología empleado fue el método de investigación científica, de tipo aplicativo, nivel explicativo, diseño experimental como resultado se obtuvo en el análisis fisicoquímico en la prueba de la muestra patrón en sólidos totales que se representaran en unidades (mg/L) 382.53, los sólidos que se encuentran en suspensión se representaran con las unidades (mg/L) 133.53, los sólidos disueltos serán representadas en las unidades (mg/L) 249, Turbidez NTU 29.13 en la prueba de la muestra experimental después de la implementación de biorreactor obtuvo en el análisis fisicoquímico en los sólidos en su totalidad y esta se representara en las unidades (mg/L) 378.07, los sólidos en suspensión se presentaran en unidades (mg/L) 166.53, los sólidos disueltos Unidades (mg/L) 221, Turbidez NTU 29.07, en el análisis microbiológico se obtuvo en la muestra patrón cantidad de coliformes de 275.5 y en las muestras experimentales 1.1, finalmente se concluyó que se afirma que los biorreactores son muy eficientes para mejorar la calidad del agua que sale por el efluente del PTAR y así poder reutilizarlo en los sectores agrícolas y rectores urbanos del distrito de Junín.

PALABRAS CLAVES: Biorreactor de membrana, efluente, planta de tratamiento.

ABSTRACT

The present investigation will allow us to carry out the analysis of the effluent of the wastewater treatment plant in the Province of Junín. Which shows as an objective the implementation of a membrane bioreactor (MBR) for the improvement of the effluent and subsequent treatment of chemical agents that will allow us to obtain a quality of treated water, for which it begins with the sampling of the WWTP effluent to carry out the physicochemical analysis and the microbiological analysis in the laboratory, the methodology used was the scientific research method, of an applicative type, explanatory level, experimental design as a result was obtained in the physicochemical analysis in the standard sample test in total solids that was will be represented in units (mg/L) 382.53, the solids that are in suspension will be represented with the units (mg/L) 133.53, the dissolved solids will be represented in the units (mg/L) 249, Turbidity NTU 29.13 in the test of the experimental sample after the implementation of the bioreactor obtained in the physicochemical analysis in the solids in its entirety and this is represented ra in the units (mg/L) 378.07, the suspended solids will be presented in units (mg/L) 166.53, the dissolved solids Units (mg/L) 221, Turbidity NTU 29.07, in the microbiological analysis it was obtained in the sample pattern quantity of coliforms of 275.5 and in the experimental samples 1.1, it was finally concluded that it is stated that the bioreactors are very efficient to improve the quality of the water that comes out of the WWTP effluent and thus be able to reuse it in the agricultural and urban governing sectors of the Junin district.

KEY WORDS: Membrane bioreactor, effluent, treatment plant.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Mejoramiento del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana – Provincia de Junín”, en la que se plantea una alternativa en solución para los efluentes de una planta de tratamiento residuales.

La evaluación situacional del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación del biorreactor como membrana.

Para una mejor comprensión de la investigación va a constatar de cinco partes, como capítulos que serán analizados independientemente y distribuidos de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I.- Detalle del planteamiento del problema, problema general, como también los problemas específicos, el objetivo general, objetivos específicos de la investigación, la justificación ante la investigación y las limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II.- Desarrollo de los antecedentes internacionales y nacionales para una mejor investigación, marco teórico, bases teóricas, definiciones conceptuales, planteo de la hipótesis general y las hipótesis específicas.

EL CAPÍTULO III.- Detalle de la metodología cual se emplea para la investigación, variable independiente y variable dependiente, método, tipo, diseño de la investigación, población, muestra y operacionalización de las variables.

EL CAPÍTULO IV.- Desarrollo de los resultados con los resultados que fueron obtenidos en el laboratorio y en su proceso de cálculo para su análisis de representación.

EL CAPÍTULO V.- Discusión de resultados.

Bach. Humberto Tutaya Huaman

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, según una investigación realizada por la United Nations (University) y la Universidad de (Utrecht), de investigación de casi la mitad de las aguas residuales mundiales se tratan. A pesar de ello, informan que las tasas en los países de desarrollo son de tratamiento bajas. En la población como en las fábricas producen mayores cantidades de aguas residuales y estas amenazan la salud humana y contaminan el medio ambiente donde nos encontramos, si estas no se recolectan y no se llegan a tratar en el momento adecuado.

En Latinoamérica, los escasos recursos económicos enfrentan un retraso relacionado al saneamiento básico, por lo que la cobertura del tratamiento de las aguas residuales es aún limitada. Nuevas tecnologías de tratamiento que se aplican en Latinoamérica son en mayoría lagunas de estabilización, seguidas por el proceso de lodos activados.

A nivel nacional en el Perú, según el organismo de evaluación y fiscalización ambiental (OEFA) existen problemas asociados a las aguas residuales, entidades prestadoras de servicios de saneamiento (EPS Saneamiento) a nivel nacional dado que existe una dificultad de cobertura. se brinda cobertura

al 69,65% de la población urbana de las que existen 50 EPS Saneamiento dispuestos a brindar el servicio de alcantarillado. La población que no goza de esta cobertura solo desfoga en los lugares que creen correcta, pero es de forma errónea como el mar, ríos, lagos, quebradas o, incluso cultivos de riego. Además, se calcula que en los países de bajos recursos y con rentas medias ocurrieron este consumo de agua contaminada causando así lamentables muertes, por las instalaciones inapropiadas. Es por ello que los más pequeños del hogar peruano son los principales afectados a consecuencia de la gestión de las aguas residuales defectuoso.

En la Provincia de Junín existe plantas de tratamiento cuya infraestructura, pero se encuentran con un exceso de aguas residuales por las que ya quedan en insuficiencia, esto quiere decir que los efluentes que se tratan excedan los límites máximos permisibles (LMP), esto no se encuentra con el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA). Uno de los problemas son los ambientales en la contaminación de los cuerpos de agua generando así los malos olores que causan disgusto de la población, por lo que se busca solucionar ese problema realizando un mejoramiento del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana.

Entonces en lo específico el sistema y servicio de agua potable presenta prohibición de las fuentes seguras del abastecimiento de agua esto es por las deficiencias como la falta de recursos hídricos, la falta de continuidad en los abastecimientos del agua, hace que sea incorrecta la cobertura del servicio; los compuestos se encuentran en un estado decrepito del sistema de agua potable como del alcantarillado y del tratamiento de aguas residuales, por lo que ponen en riesgo la salud y provocan el deterioro del entorno ambiental, por ello se busca la implementación del biorreactor de membrana para la mejora de la calidad aguas residuales de una planta de tratamiento, en la Provincia de Junín.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera mejora el efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo optimizan las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?
- b) ¿En qué medida incide el análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?
- c) ¿Qué efectos produce el pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana – Provincia de Junín?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

Según Méndez Álvarez (2020), implica una descripción del modo en el que los resultados sirven para ocasionar un cambio de la realidad del ámbito de estudio. De esta forma el estudio de evaluación y aceptación de nuevas tecnologías sirve para ver la posibilidad de hallar nuevos métodos de solución a necesidades específicas.

La investigación se justifica debido al aumento poblacional considerablemente en la que observar con claridad en la Provincia de Junín, se presenta la necesidad de incrementar a implementación de la tecnología MBR (Biorreactor de membrana), sin la necesidad de aumentar las dimensiones en la infraestructura presente, dada una limitación en el que el espacio que se presenta, se tiene en cuenta las causas climáticos encontradas en la zona de estudio que permite modificar radicalmente las plantas tradicionales de tratamiento de

aguas residuales, y así se logrará que el agua resultante sea de gran calidad, con libertad de posibles virus, bacterias y sólidos, se puedan ser renovar.

1.3.2. Justificación teórica

Según (Méndez Álvarez C. , 2018) la justificación teórica o científica cuyo propósito es producir una consideración ambiental y personal con un debate académico del conocimiento que ya existe, comparando teorías, confrontando resultados o realizar una teoría de estos fundamentos con los conocimiento científicos que ya existen.

El desarrollo de la presente tesis nos permitirá analizar los aspectos técnicos y característicos, para la implementación del biorreactor de membranas en el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Junín. Por ello los aportes obtenidos del desarrollo de la tesis, nos permitirá ampliar nuestra visión para la elaboración de proyectos sobre plantas de tratamiento.

1.3.3. Justificación metodológica

Conforme con Méndez Álvarez (2020), en la justificación de forma metodológica presenta cuando se propone un nuevo método o estrategia en la realización de un proyecto con el fin de generar conocimientos confiable y valido, proponiendo que este busque nuevas técnico o métodos para buscar conocimientos de tal forma hacer una investigación, con el propósito de la justificación metodológica.

Las distintas apreciaciones, interpretaciones y beneficios son permitidos para los diversos hechos involucrados para las evaluaciones metodológicas en la cual se estudia, usando así instrumentos que se pueda elaborar y proyectar en el estudio de investigación estos datos resumen dicha información. De igual modo el análisis de los datos será orientados y mostrados en los métodos científicos.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Espacial

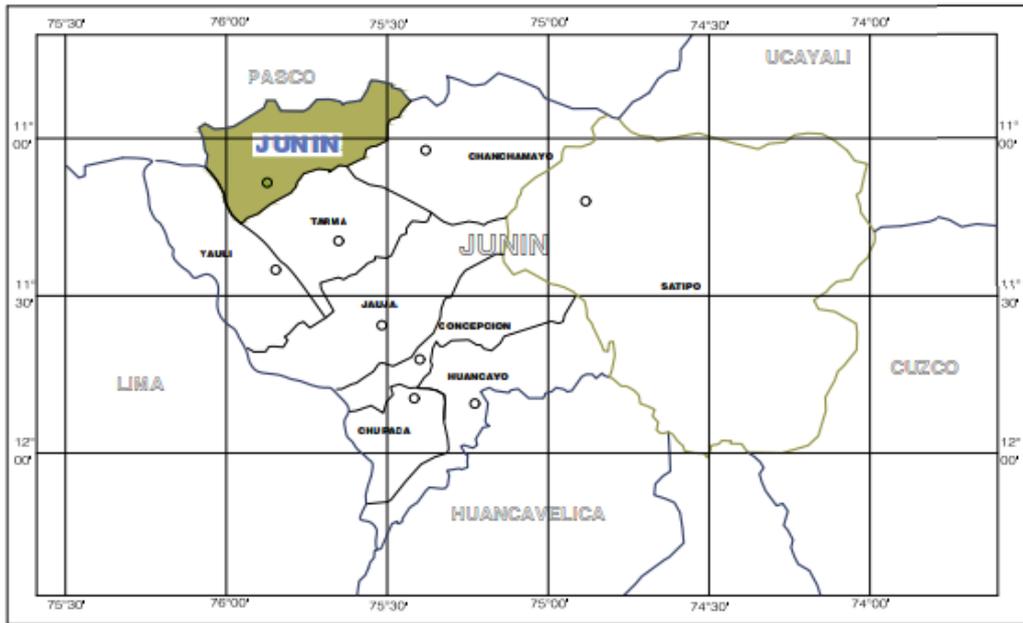
La presente investigación se ejecutó en la Provincia de Junín – Departamento de Junín.

Mapa 1: Departamento de Junín.



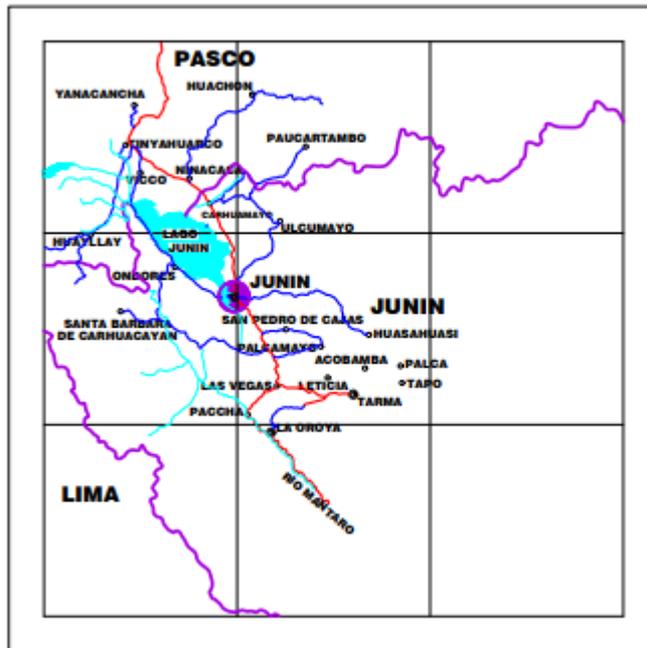
Fuente: Elaboración propia

Mapa 2: Región de Junín.



Fuente: Elaboración propia.

Mapa 3: Provincia de Junín.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1: Ubicación del Proyecto.

ESTADO DE CONEXIÓN			
DE:	A:	DISTANCIA	TIPO DE VÍA
LIMA	LA OROYA	228 KM	CARRETERA ASFALTADA
LA OROYA	JUNÍN	72 KM	CARRETERA ASFALTADA

Fuente: Elaboración propia

1.4.2. Temporal

La actual investigación se desarrolló entre los meses de mayo a setiembre del año 2021.

1.4.3. Económica

En la investigación, todos los gastos necesarios para tal desarrollo, han sido afrontados por completo por el tesista, autor de la presente tesis.

1.5. Limitaciones

Debido al costo en la provincia de Junín y el corto tiempo de análisis en las muestras de las aguas residuales, con casi 5 a 6 días de evaluación, los laboratorios de la zona con la capacidad y alcance de los equipos necesarios en la evaluación de los estudios que se requiere del estudio en aguas residuales se encontraron dificultades sin antes con el ya mencionado laboratorio brindando resultados en un tiempo adecuada.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar la mejora del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.
- b) Determinar la incidencia del análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.
- c) Identificar los efectos del pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Ahumado Theoduloz, 2018) presentó la tesis de posgrado **titulada:** “Tratamiento y disposición de aguas residuales de plantas de tratamiento de agua potable en Chile”, el cual fija como **objetivo general:** Definición de las unidades y de los procesos en el sistema de tratamiento de aguas residuales originadas en las plantas de tratamiento de agua potable en Chile, **empleando la metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** La información de la base en la infraestructura de las PTAP se logró determinar las principales PTAP y el tipo de tratamiento para la producción de agua potable, y finalmente **concluyo:** Las aguas residuales de ablandamiento y coagulación es posible con la aplicación de las equalizaciones a través de cambios operacionales en la PTAP, tales como modificaciones en la tasa y frecuencia del proceso de extracción de sólidos de las unidades de sedimentación.

(Moran Villela, 2018) presento la tesis de pregrado **titulado:** “Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz”, el cual fija como **objetivo general:**

Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz, empleando la **metodología:** Es una investigación de metodología cuantitativa y de tipo de investigación Aplicada con un nivel Explicativo y un diseño Experimental, en la cual se obtuvo como **resultado:** El sistema propuesto para el tratamiento de aguas residuales alcanzará un 88.62%, de eficiencia global de remoción de la carga contaminante, y finalmente **concluyo:** Verificación de la reutilización con el afluente tratado es beneficioso y útil para sistemas de riego forestales, cultivos B-C y jardinería, los lodos como fertilizantes o material de relleno.

(Bohorquez Rincon, y otros, 2018) presentaron la tesis de pregrado **titulada:** “Análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de aguas residuales y posible implementación en Colombia”, el cual fija como **objetivo general:** Tecnología en los biorreactores de membrana para el tratamiento de las aguas residuales mediante un estudio de descripción DOFA para una implementación posible en Colombia, empleando la **metodología:** La presente trabajo de investigación es de forma descriptivo y con diseño explicativo, obteniendo como **resultado:** El tratamiento del agua con la implementación del sistema MBR, es necesario la utilización de un tratamiento primario, y por motivos de daños, ensuciamiento y de vida útil de la membrana, y finalmente **concluyo:** El requerido de un PTAR con un sistema MBR es necesario un espacio, menor que el convencional que conocemos, la calidad del efluente va a ser mayor; se le puede dar un reúso al agua tratada con el MBR.

(Corado Revolorio, 2019) presentó la tesis de pregrado **titulada:** “Diseño de un biorreactor de membrana para la regeneración de las aguas residuales en un establecimiento hotelero”, el cual fija como **objetivo general:** Estudio de la viabilidad técnica para la aplicación de un biorreactor de membrana para el tratamiento de aguas residuales en un complejo hotelero que permita obtener un efluente reutilizable, empleando la **metodología:** cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo

como **resultado:** que las plantas de tratamiento mediante biorreactor de membrana ha demostrado que la eficiencia de la eliminación de turbidez puede estar entre 98 – 100 % esto es < 1 UNT, y finalmente **concluyo:** con la utilización de un sistema MBR con membrana sumergida suele ser en muchas ocasiones lo más conveniente al representar un menor consumo eléctrico.

(Vasquez Rodriguez, 2020), presentó la tesis de posgrado **titulada:** “Estudio de biorreactor de membrana para el tratamiento de aguas residuales urbanas”, el cual fija como **objetivo general:** Utilización de la planta MBR a escala piloto de fibra hueca para evaluar su capacidad de reducción de materias orgánicas, nutrientes y sustancias prioritarias, empleando la **metodología:** cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** que el porcentaje promedio de eliminación global de nitrógeno y fósforo total fueron de 34 y 40%, respectivamente, y finalmente **concluyo:** mencionando que la planta ha presentado buenos rendimientos en cuanto a la eliminación de las sustancias prioritarias, principalmente para la familia de los órgano clorados que se obtienen cifras muy significativas entre 85 y 99 %.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Montero Pomalaya, 2018) presentó la tesis de pregrado **titulada:** “Tratamiento de aguas residuales mediante la tecnología de filtro de turba en el centro urbano del barrio Maravilla-distrito de Pilcomayo-Provincia de Huancayo-Junín”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia de tratamiento de aguas residuales con tecnología de filtros de turba en la localidad del centro urbano del Barrio Maravilla, distrito de Pilcomayo, Provincia de Huancayo – Junín, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo experimental obteniendo como **resultado:** El cual vierte aguas tratadas con las siguientes características en 31.13 mg/l de DBO₅, 35.38 mg/l de DQO y 21.38 mg/l de sólidos en suspensión, cumpliendo con la normativa vigente, finalmente **concluyo:** Que el tratamiento de

las aguas residuales, con el sistema tratamiento con filtros de turba, proporciona una depuración de contaminantes adecuado con rendimientos eficientes.

(Moran Villela, 2018) presentó la tesis de pregrado **titulada:** “Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución”, el cual fija como **objetivo general:** Elaborar el diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales en los distritos de Moche y Salaverry y plantear un sistema de tratamiento de dichas aguas, que reemplace a las lagunas de estabilización existentes, así como la reutilización del efluente, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** El efluente, con un DQO de 356mg/L y de Coliformes Termotolerantes de $1.7E+06$ mg/L, que incumplen los LMP de DBO de 100 mg/L y de Coliformes Termotolerantes de 1E mg/L, y finalmente **concluyo:** La PTAR propuesta, tiene una Tecnología apropiada para cumplir con los siguientes requerimientos: mitigación del impacto ambiental antes que el costo de la planta y reciclaje del efluente.

(Espeniza Paz, 2019), presentó la tesis de pregrado **titulada:** “Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores”, el cual fija como **objetivo general:** Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales, que reemplace a las lagunas de estabilización existentes, utilizando el área disponible actual, para su posterior reuso en el distrito de Villa El Salvador, empleando la **metodología:** en el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como **resultado:** consumo de energía eléctrica: 3,745 Kw h/día/batería (para baterías 1 y 2), consumo de energía eléctrica: 5,162 Kw h/día/batería (para baterías 3 y 4, y finalmente **concluyo:** mencionando sobre las actividades de fundamental importancia para garantizar el eficiente funcionamiento de la planta, lo constituye la implementación de un programa de muestreo y análisis de laboratorio.

(Nuñez Figueroa, 2019) presentó la tesis de posgrado **titulada:** “Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad

de Cajabamba – Cajamarca alternativas para mejorar su tratamiento”, el cual fija como **objetivo general**: determinar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cajabamba, empleando la **metodología**: el presente proyecto fue realizado desde un enfoque cuantitativo, cuyo tipo de investigación es experimental, obteniendo como **resultado**: que la planta de tratamiento de aguas residuales no es eficiente en la remoción de sólidos suspendidos totales, el valor obtenido fue del 50%, y finalmente **concluyo**: mencionando sobre la eficiencia en la remoción de aceites y grasas fue del 82,20%, encontrándose dentro del promedio de eficiencia para este tipo de tratamiento de aguas residuales.

(Reyes Araujo, 2020) presentó la tesis de pregrado **titulada**: “Uso de conchas de abanico triturada para mejoramiento de subrasantes arenosas”, el cual fija como **objetivo general**: optimizar el tratamiento de aguas residuales domésticas de la planta de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico de Caylloma, empleando la **metodología**: en el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como **resultado**: el tipo lodos activados, permite tratar un 40 % más de la capacidad nominal de los tanques reactores, en este caso de 200 a 280 m³/d, sin alterar la calidad del efluente de la, y finalmente **concluyo**: con el sistema MBR se optimizan los procesos de tratamiento en los biorreactores, lo que permite obtener que la calidad del efluente cumpla con la normatividad vigente no alterando por ende el ecosistema donde finalmente son vertidos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Aguas residuales

Se define aguas residuales como un modelo de agua que se infecte de elementos fecales y orina, vienen de residuos orgánicos humanos o amínales, es un modelo de agua cuya condición se vio examinada perjudicialmente influenciada antropológica, el valor de agua, su utilización y su calidad con cantidades que al momento se disponen en

las que intervienen las “Organización de las Naciones Unidas para la Agrícola” y la para la alimentación a determinar el agua residual. (Lopez Mestanza, 2018)

Las aguas con características originales y modificadas en sus diversas actividades por cumplir se encargan los Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, es decir la (OEFA), este organismo es el que se encarga en las actividades humanas y por la calidad que esta se requiere con un tratamiento previo, antes de poder ser recicladas y vertidas de manera natural del agua descargadas a un sistema de conducción.

Existen otras fuentes que también son primordiales para las aguas residuales y son las siguientes:

- **Aguas Urbanas:** Son de origen para las actividades domésticas de consumo humano o para la utilización de ellas en el: lavado de ropa, necesidades físicas, elaboración de alimentos, higiene, y más. Dichos desperdicios muestran el incremento de volumen del material con un volumen alto de materia orgánica, detergente y mugre, su estructura es cambiante esto es debido a sus rutinas de la población.
- **Aguas Residuales Industriales:** Se originan de los diferentes trabajos industriales, su estructura cambia según el modelo de desarrollo industrial se muestran cualidades distintas en industrias distintas, su estructura muestra el modelo de materiales primas usado dentro del desarrollo industrial.
- **Aguas Residuales Agrícolas:** Son originadas por las escorrentías superficiales en estas zonas de agricultura, recibida inmediatamente por los ríos o alcantarillados, también es determinada como las presencias de plaguicida con un alto volumen de solidos en la que se encuentran en suspensión, con la descarga del agua que es.
- **Pluviales o Aguas de Lluvias:** Se originan por el deslizamiento de las lluvias superficiales que fluyen de los techos, jardines, calles y de los demás espacios del campo, los elementos acumulados en la superficie, la condición de esta agua cambia por su procedencia: ya sea en zonas urbanas, rustico, semi-rurales y aun hablando de estas

zonas se muestran cambios considerables de acuerdo al modelo de trabajo o utilización del suelo que se presenta. (Lopez Mestanza, 2018)

2.2.1.1. Características físicas

A. Sólidos

Se puede limitar como un elemento que posee como un restante posterior al agua después de llegar a una temperatura de 103° y produzca un proceso de evaporación.

B. Tonalidad

La tonalidad o el color es un indicativo para saber la edad de las aguas residuales; como el agua residual reciente suele ser de tonalidad gris; pero a medida que los compuestos orgánicos se van descomponiendo por las bacterias que existen, el oxígeno que se disuelve en el agua residual se reduce y el color es cambiante a un tono negro.

C. Olor

El aroma se desarrolla por los gases que son producidos por la descomposición de una materia orgánica, y por el aspecto de ácido sulfhídrico y otros elementos volátiles.

D. Temperatura

El agua residual suele tener una temperatura que siempre es un poco más elevada que el agua procedente del suministro, esto se debe principalmente a la mezcla del agua caliente del suceso de las casas y de los diversos usos en las industrias. La temperatura es un parámetro que cumple un rol importante dada por su influencia, en el desarrollo de vida acuática, y las reacciones en las velocidades y químicas, así también como en las capacidades del agua para ciertos usos beneficiosos.

E. Opacidad

La graduación es lograda mediante las comparaciones de la intensidad de la luz disgregado de la muestra y el énfasis que registra la suspensión en relación con las mismas condiciones. La opacidad del agua, en una medida por la

posesión en las transmisiones de la luz en el agua, es otro factor en la que se emplea la calidad de las aguas vertidas o aguas naturales que son relacionadas con las materias coloidales y residuales que se encuentran en suspensión. (Lopez Mestanza, 2018)

2.2.2. Planta de tratamiento

Hoy en día existen diversas tecnologías que podemos utilizar para el tratamiento de efluentes, estas varían de acuerdo a las características que presentan estas y el nivel de purificación que deseamos obtener debido a las legislaciones ambientales. (Alvarez Da Costa, 2009)

En la elaboración de una planta de tratamiento de efluentes debemos tener en consideración las tecnologías para el tratamiento y el respectivo manejo de los residuos sólidos que se generan durante el tratamiento de estos efluentes, la cantidad de lodos que se generen deber ser tratados según las legislaciones ambientales.

2.2.1.2. Tecnologías para el tratamiento de desechos sólidos

Como es de esperar en la mayoría de los procesos de tratamiento primario y secundario existe la producción de lodos y tenemos que deshacernos de estos de una buena forma. Aquellos que resultan del proceso de separación sólido del líquido se le conoce como lodos primarios y los que resultan de procesos biológicos se les conoce como lodos secundarios. Mientras los primeros son partículas sólidas de naturaleza orgánica, los segundos son principalmente biomasa. (Alvarez Da Costa, 2009)

El proceso de tratamiento depende de las propiedades físicas y químicas del residuo así mismo de las características de peligrosidad como toxicidad, inflamabilidad y corrosividad. A parte están características como el gasto energético, costos, mantenimiento de equipos, etc. Esta variedad de procedimientos puede dividirse en tres categorías, en procesos físicos, procesos biológicos y procesos de transformación química.

a) Procesos físicos

Consiste en la separación de fases del residuo gracias al asentamiento de las fases por el efecto de la gravedad y también por las características que presentan los residuos.

b) Procesos biológicos

Consiste en la degradación de compuestos orgánicos contaminantes esto para que lleguen a concentraciones inferiores que no sean detectables o que al menos estén por valores inferiores a las regulaciones vigentes.

c) Proceso de transformación química

Por intermedio de las reacciones se busca la transformación del residuo, consiste en la adición de reactivos que favorezcan la transformación de la sustancia peligrosas. Mencionando una de las técnicas más empleadas, tenemos la precipitación, la neutralización y manejo térmico.

Las reacciones principales son las de combustión y transformación de los sólidos en un volumen mucho menor como cenizas y gases. La técnica de mayor uso para esta categoría es la incineración. Para el tratamiento químico también debemos considerar la estabilización del residuo para mejorar las condiciones de manejo de este. (Alvarez Da Costa, 2009)

2.2.1.3. Análisis comparativo de sistemas de tratamiento de aguas residuales entre las nuevas ciencias de lodos activados y el sistema BRM.

El sistema de los lodos activos se basa en una mezcla de los procesos biológicos y el proceso físico. En el primer proceso, el proceso biológico, el agua que tratamos queda detenida esto conlleva a que los microorganismos presentes en esta se desarrollen formando fangos. En el segundo, realizamos separaciones físicas de los aspectos sólidos y líquidas mediante la decantación o sedimentación. En el caso de los biorreactores de membrana, el proceso físico queda sustituido por un

proceso a través de las membranas para filtrar los residuos. A continuación, se detalla la comparación sistema BRM y lodos activos en la tabla 2. (Bohórquez Rincón, y otros, 2017).

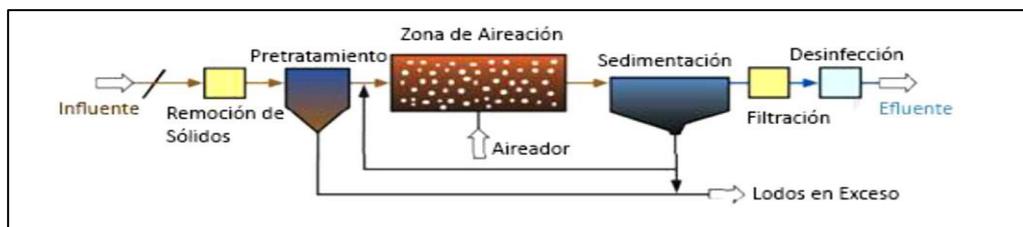
Tabla 2: Comparación sistema BRM y lodos activos

Análisis comparativo de sistemas de tratamiento de aguas residuales entre la tecnología de lodos activados y el sistema BRM		
TECNOLOGÍA	LODOS ACTIVADOS	BIORREACTOR DE MEMBRANA
Nivel de tratamiento	Nivel secundario	Un nivel terciario por su ultrafiltración
Eficiencia	Tiene una capacidad de reducción del DBO en un rango de 80 – 90%	Tiene una capacidad de reducción del DBO en un rango de 84 – 90%
Costos de Implementación	Es más asequible	Precios altos pero se reducen otros costos asociados a la tecnología
Mantenimiento	Mantenimiento de bajo costo	Mantenimiento de medio a alto costo por personal calificado
Área requerida	Estructuras hidráulicas con grandes dimensiones	Disminuye al ser menos procesos los requeridos
Inconveniente Operacionales	Una correcta medición de oxígeno para controlar el crecimiento o disminución de bacterias nitrificantes	Empacamiento por el establecimiento de la capa de lodo que se acopia sobre la membrana atajando su correcto funcionamiento.

Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017, pág. 50)

En la figura 1 se observa el sistema de lodos activados en la cual describe como el influente pasa sobre la remoción de sólidos entrando a un pretratamiento en la zona de aireación en todo su exterior, finalmente realizando la sedimentación por filtración y desinfección.

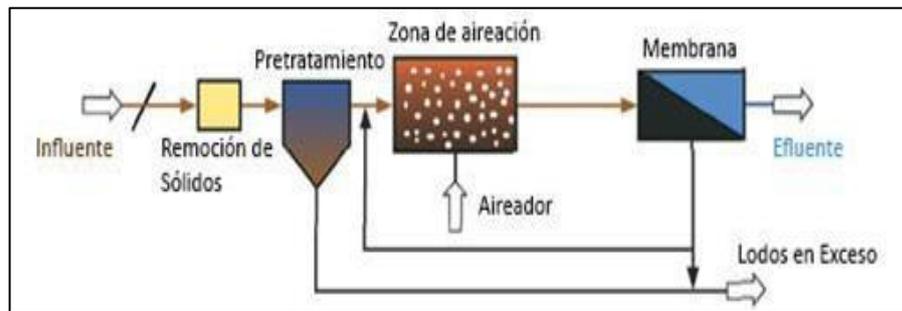
Figura 1: Sistema de lodos activados



Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017, pág. 51)

De tal manera se observa en la figura 2 sobre el sistema de BRM, en la cual los lodos en exceso también realizan el pretratamiento.

Figura 2: Sistema de BRM



Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017, pág. 51)

La tabla 2 también indica la calidad del efluente estimado con un sistema BRM, que es de una calidad de agua de tratamiento de nivel terciario ya que los tejidos no admiten el tránsito de los sólidos que se encuentran en suspensión que se yacen en el alcohol mixto, así como también no permite el acceso de microbios y bacterias lo que desencadena en agua apta para el consumo que es de mejor calidad en un sistema de lodos activados.

Una razón principal del porque se da uso a los sistemas de MBR es que cumplen con la capacidad de moldarse a cualquier sistema y no requiere de mucho espacio, tampoco se requiere de un gran costo en la infraestructura, esto porque es necesario solo adquirir módulos al procedimiento. Ya que cuando se necesita la ampliación de una planta, es más viable la implementación de un sistema BRM. (Bohorquez Rincon, y otros, 2018).

a) Tratamiento inicial

En este primer paso como tratamiento inductivo de agua sobrante, se tiene la intención de retener todos los objetos de gran y mediano volumen como vienen a ser botellas de plástico, animales muertos, palos; materiales problemáticos como grasas, aceites o arenas que pueden generar problemas durante la acción de este tratamiento de aguas residuales.

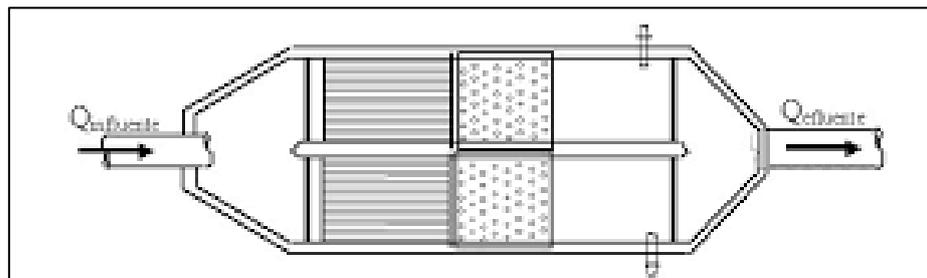
Este proceso se realiza mediante rejillas con diferentes aberturas, que su estructura es para retener la arena que se encuentran en estas aguas servidas e incluso en aguas superficiales evitando que ingresen al canal de aducción o central hidroeléctrica. Depende

también del tamaño que se encuentren los desechos para algunos tiempos o circunstancias que este requiere mediante trituradoras y luego reincorporarlo al tratamiento. (Quispe Cotrina, 2019)

b) Rejillas

Esta operación es la principal ya que se considera una planta para el tratamiento de aguas residuales el cual utilizamos para retener objetos grandes como trapos, botellas, maderas. Esta operación a la vez protege a los equipos de la estación depuradora. El tamaño de estas rejillas puede variar entre finas o gruesas y si son de limpieza manual o mecánica. En la figura 3 se detalla que las rejillas gruesas presentan aberturas de 0.64 cm a mayores y las rejillas menores presentan aberturas menores a 0.64cm.

Figura 3: Rejilla con dos cámaras



Fuente: (Allende, 2001)

c) Desarenador

Este proceso en el tratamiento de aguas residuales tiene como función el eliminar partículas de material sólido pesado como arena, grava o algún otro material que supere las 200 micras, además deben tener un peso específico bastante mayor al de los sólidos orgánicos degradables y de la misma forma una velocidad de asentamiento mayor.

d) Medidor de caudal

Un método para determinar el volumen de agua de canales abiertos, de canales de irrigación, salidas de alcantarillas, entre otros más, es más conocido como el conducto de Marshall, es un medidor de tipo derivado que renace del medidor conocido como Venturi que es bastante eficiente y bastante exacto como dicho medidor, este presenta la virtud de que tiene ante un costo menor.

Este tipo de medidor es usado en plantas de método de aguas residuales para medir el caudal de descarga de estas, ya que, en estas instalaciones, que se maneje un bajo costo es primordial.

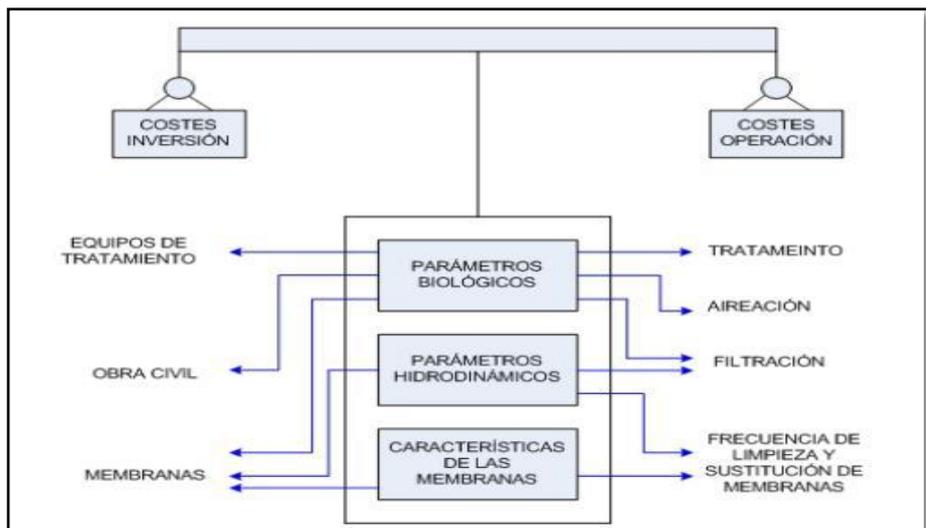
e) Tratamiento secundario

Consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable soluble, esto mediante la degradación biológica ya que, en la eliminación de contaminantes en las aguas residuales, esta presenta un bajo costo y una alta eficiencia. Estos contaminantes a través de los microorganismos son modificados en su energía para que puedan realizar su asimilación, en materia celular o en otros compuestos, están células forman flóculos que son separada del agua tratado por sedimentación. (Quispe Cotrina, 2019)

f) Comparación de costos

Como hemos venido mencionando una de las causas que no permiten la implementación de sistemas de BRM a cuenta de las varias ventajas que esta puede ofrecernos, es el costo, resaltando como el más importante el costo de las membranas. Es complicado determinar la influencia que presenta este sistema en los costos de operación e inversión, pero a continuación presentaremos los parámetros biológicos e hidrodinámicos que se detallan en la figura 4 (Bohorquez Rincon, y otros, 2018)

Figura 4: Parámetros de Diseño



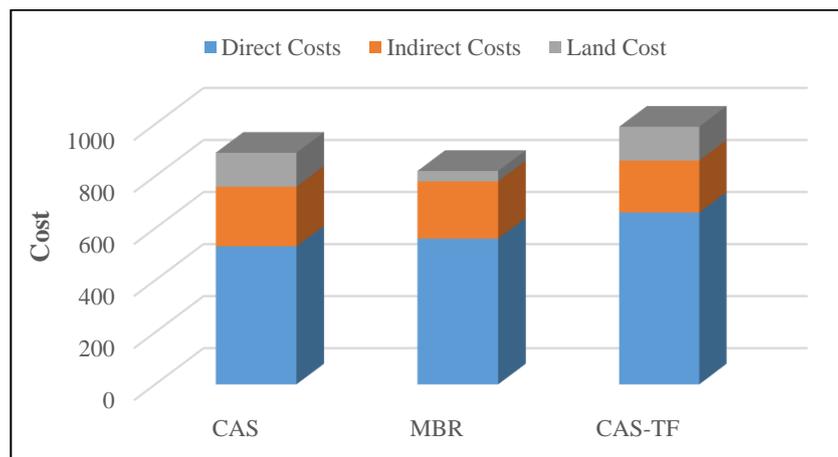
Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017, pág. 53)

g) Valor financiero

La figura 5 se representa el gasto de la inversión para los tres tipos de planta:

- Planta habitual de lodos activos.
- Planta con BRM.
- Planta habitual de lodos activos con el procedimiento moderno de filtración.

Figura 5: Costos de Inversión



Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017, pág. 53)

Estos costos se dividieron en 3 partes como podemos evidenciar en el gráfico que viene a ser costos:

- Directos (equipos, tuberías, laboratorios, edificio eléctrico).
- Indirectos (honorarios, inspecciones).
- Del terreno.

Como podemos observar en la figura 5, la mayoría de los gastos son debido a los gastos directos, lo que es razonable considerando que estos costos tienen en consideración el costo de reactores, bombas, membranas, etc. En los sistemas de BRM el costo de las membranas representa el 78% del costo total.

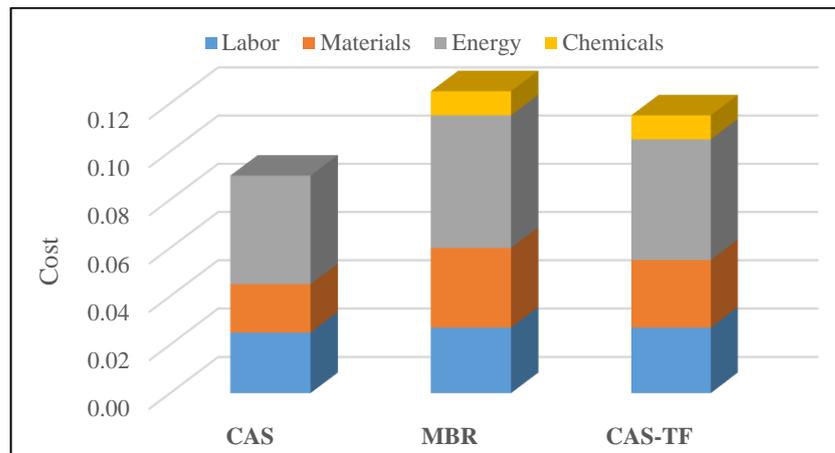
En cuanto al costo del espacio que ocupa la planta, en los sistemas de BRM este representa un total de 7.3% mientras que en las plantas convencionales de lodos activados y plantas con tratamiento de filtración avanzada esta representa un 13.6% y 12.1% respectivamente. (Bohorquez Rincon, y otros, 2018)

h) Costos de ejecución

La muestra de la figura 6 es representada por costos de la operación para los tres tipos de planta:

- Planta habitual de lodos activos
- Planta con BRM
- Planta habitual de lodos activos con procedimiento evolucionado de filtración.

Figura 6: Costos de Operación



Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017, pág. 54)

Estos costos por su parte se dividieron en:

- Energía
- Productos Químicos (Limpieza de membranas)
- Materiales (Reemplazo de membranas y renovación de equipos)
- Mano de obra

Como se observa en la figura 6, los costos de sistemas de BRM son mayores respecto al de las plantas convencionales, esto debido a que el tratamiento de estas aguas sobrantes no tiene un costo directo.

Debemos mencionar que la localización de la planta influye en el tratamiento de lodos ya que, al producirse una menor cantidad, los costos que se generan por este tratamiento se reducen en sistemas de BRM. (Bohorquez Rincon, y otros, 2018)

2.2.1.4. Valor del manejo de aguas residuales con un sistema de BRM

El principal objetivo del porque tratar las aguas residuales es el de defender el medio ambiente y de la misma forma la salud pública, es por ello que para denominar la realización una mejor medición de estas aguas residuales tanto ayuntamientos como fábricas, en necesario aplicar las nuevas tecnologías como lo viene a ser un sistema de BRM. Otra de las razones por la cual implementar este tipo de sistema tiene que ver con la reutilización de las aguas que tratamos ya que muchas de las actividades humanas que consumen agua, no requieren el uso de agua potable, entre estas actividades podemos mencionar el agua utilizada en industrias o servicios, para el riego de zonas verdes y cultivos. (Bohorquez Rincon, y otros, 2018)

A. Biorreactor de membrana

Para poder hablar de los biorreactores de membrana tenemos que comenzar hablando con los principios de la tecnología de membrana, está como toda tecnología nueva tenía un limitado uso y solo era aplicado como tratamiento mediador en el proceso usual. Los principales causantes que limitaban que sea posible el desarrollo de membrana es el elevado coste de inversión y operación, ha esto hay que agregarle la falta de conocimiento de las grandes ventajas que puede ofrecer las membranas en cuanto al tratamiento de aguas residuales. (Bohórquez Rincón, y otros, 2017)

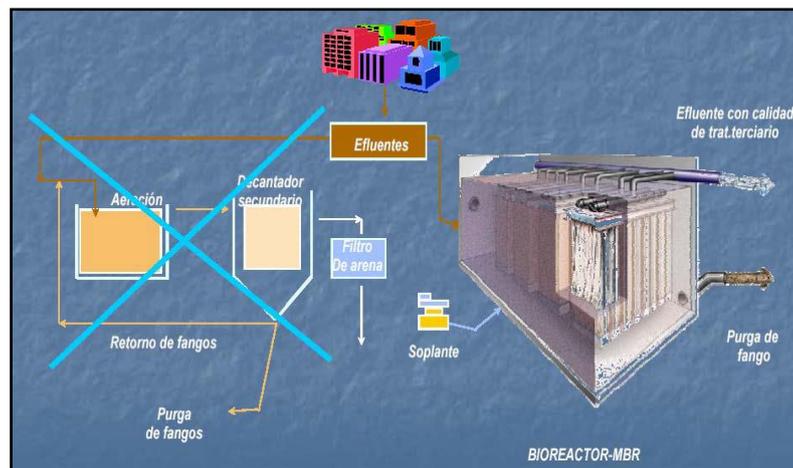
Con una nueva generación de membranas gracias al desarrollo tecnológico que llegan a ser más productivas y tienen un menor costo, además del endurecimiento de los requisitos de vertido, surge un nuevo tratamiento biológico, el biorreactor de membrana (BRM).

Este nuevo biorreactor de membrana tiene un alto rendimiento de depuración, la producción de lodos es mínima, posee una alta flexibilidad, ya que existen numerosas bamboleo en el hábitat

respecto a las aguas residuales y la obligación de la menor área posible, que son condiciones básicas para sistemas de desinfección modernas respecto a aguas residuales.

Entonces podemos decir que los biorreactores de membranas presentan modificaciones respecto a los procesos convencionales de tratamiento biológico respecto al reemplazo de los depósitos de sedimentación secundaria. En la figura 7 se detalla el proceso de fangos activos en la cual estima en el crecimiento de una labor bacteriano incoherente en forma de conductos en un absorbente o ajuste biológico por oxigenar y fatigoso, que es mantenido con el agua fraccionario.

Figura 7: Biorreactor de membrana: proceso de fangos activos.



Fuente: (Alcarria, 1991)

La venta de los preliminares de la membrana comenzó en los tiempos de los 60 donde comenzaron las investigaciones y se comienza a reflexionar la relación de diafragma como un método perfecto en el procedimiento de las aguas residuales.

En los años 80, se fueron desarrollando en el Reino Unido sistemas de biorreactor de membrana con microfiltración y ultrafiltración de membrana. Hoy en día, sistemas de BRM tienen una implementación estable en Japón que representa un porcentaje de 66 en la evolución del BRM a nivel mundial.

Un porcentaje del 98 de los procedimientos de BRM unen el proceso de disgregación con un proceso de cotización. También

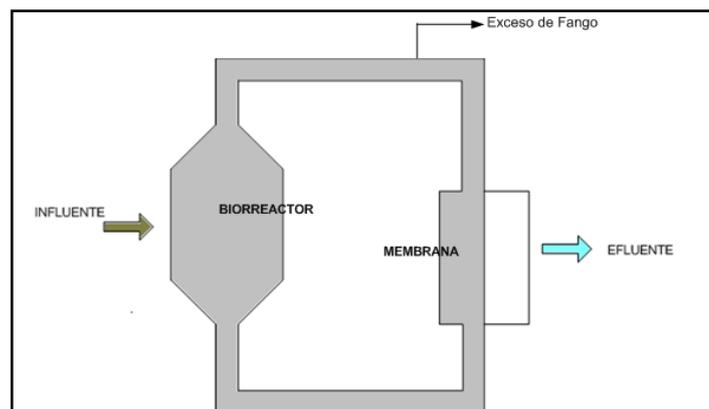
un 55% de las normas que lo hacen membrana inmersa en el proceso de fermentación mientras que el sobrante lo hace mediante una configuración externa al biorreactor.

Ya que aumentaron las regulaciones de calidad del agua, el interés por el reciclaje y la necesidad de reutilización del agua. La utilidad en el tratamiento de aguas residuales ha aumentado y por consecuencia su eficiencia mediante el biorreactor de membrana. (Bohórquez Rincón, y otros, 2019)

2.2.1.5. Fundamentos de los biorreactores de membranas

Las membranas de tipo biorreactores pueden también llegar a ser declarado mediante dos procesos básicos, lo que viene a ser la degradación anatómica, formal de la degradación de los higiénicos de agua residual y la separación por membrana que se encarga de la separación líquido, solido, en este proceso tanto los sólidos por suspensión como los microorganismos son separados del agua tratada. En la figura 8 se detalla el principio de biorreactor de membrana en la cual consiste en que el influente ingresa al biorreactor y el efluente sale de la membrana debido al exceso de fangos, donde la diferencia radica en el método de separación de sólidos y líquidos para obtener un efluente clarificado.

Figura 8: Principio de biorreactor de membrana

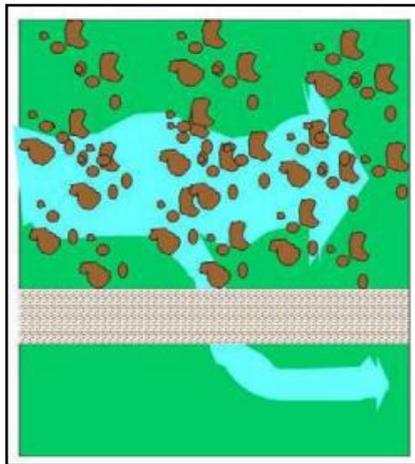


Fuente: (Espinosa Rodríguez, 2015)

2.2.1.6. Filtración tangencial

Como se observa en la figura 9 consiste en el proceso físico en el que, a través de una presión, el fluido de alimentación fluye paralelo al área de una membrana, donde los sólidos insolubles, los coloides, las emulsiones, las moléculas y los iones presentes en dicho fluido, quedan separados del mismo, es por eso que los contaminantes se mantienen en la parcela de la membrana, evitando el ensuciamiento de membrana que ocupa de tipo tamiz. (Bohorquez Rincon, y otros, 2017)

Figura 9: Flujo tangencial

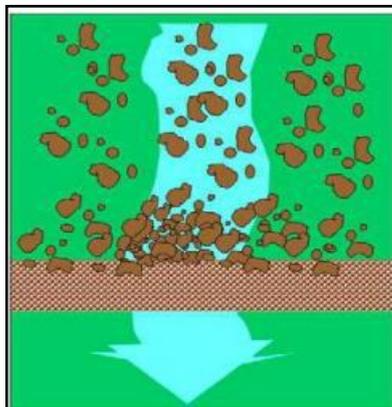


Fuente: (Espinosa Rodríguez, 2015)

2.2.1.7. Filtración perpendicular

En la figura 10 se observa que en la línea de flujo del efluente se disponen las membranas para tratarlas luciendo las partículas impurificando la afectividad de las membranas, donde las membranas que se utilizan son del tipo filtro profundo.

Figura 10: Flujo perpendicular



Fuente: (Espinosa Rodríguez, 2015)

2.2.1.8. Tipos de membrana según filtración

Un factor importante a considerar es el tamaño de los poros de las membranas ya que estos están directamente vinculado a la eficiencia de retención, el resultante en el proceso de ocupación a tratar. Para la disgregación de los sólidos disueltos que son usados en la membrana de osmosis inversa (OI) y la nanofiltración (NF), en la que separa de los sólidos en suspensión se utiliza la membrana de ultrafiltración (UF) y la microfiltración (MF) como se muestra en la tabla 3 (Bohorquez Rincon, y otros, 2017).

Tabla 3: Organización de membrana

TIPOS DE MEMBRANA				
	OSMOSIS INVERSA	NANOFILTRACIÓN	ULTRAFILTRACIÓN	MICROFILTRACIÓN
MEMBRANA	IRREGULARIDAD	IRREGULARIDAD	IRREGULARIDAD	EQUILIBRIO/IRREGULARIDAD
MASA PORO	0.0001 μ	0.001 μ	0.01 μ	0.1 μ
REPROBACION	Componentes de gigante y pequeña importancia molecular	Miembros de grandes pesos moleculares	Macromoléculas, proteínas, polisacáridos, virus	Partículas, bacterias, barro
COMPONENTE	Polímero	Polímero	Alfarería, polimérico	Alfarería, polimérico

Fuente: (González Gálvez, 2007)

a) Nanofiltración (NF).

Presentan poros con tamaños inferiores a 0.01 μ m, esto le permite eliminar un gran porcentaje excepto ciertos iones monovalentes o moléculas de pequeño peso nuclear. Cabe mencionar que este tipo de membranas no son muy utilizadas en MBR, ya que presentan una elevada resistencia hidráulica.

b) Osmosis Inversa (OI)

Usado usualmente para aguas salobres y de mar, es un proceso de filtración y difusión que en mar genera un rendimiento del 40% al 50% en un empuje de 70, en aguas salino en este cansancio se ve incrementado del 75 al 85% en una presión de funcionamiento de 20 bares. Esta unidad es capaz de eliminar contaminantes hasta de 0.0001 μ m por lo que puede eliminar bacteria, virus y todos los compuestos orgánicos.

c) Microfiltración (MF)

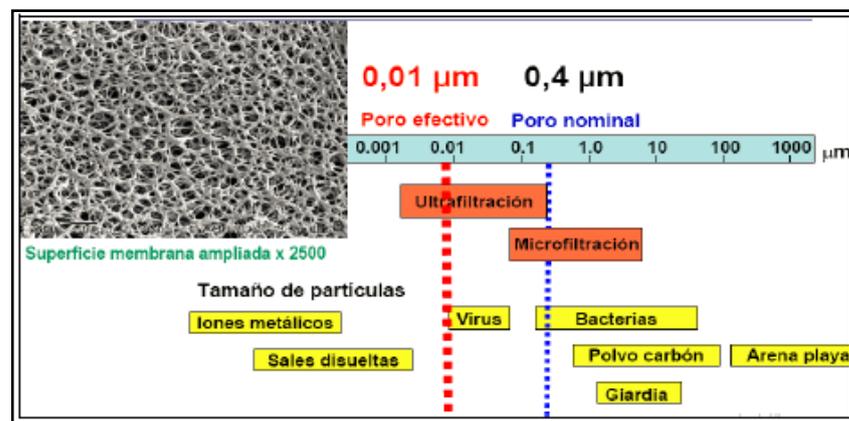
Presentan cuerpos de poros de $0.1\mu\text{m}$ a presiones bajas, por lo que proporcionan un gran porcentaje de anulación de los sólidos en interrupción, de la misma forma a gérmenes, virus y macromoléculas.

d) Ultrafiltración (UF)

Tienen la convexidad de poro variantes desde $0.1\mu\text{m}$ hasta menos de $0.005\mu\text{m}$, estas membranas eliminan las macromoléculas y microorganismos como virus y bacterias. Este proceso se utiliza en presiones de trabajo bajas de entre 50 a 500 KPa y son usados para la separación de particular y de esterilización del agua.

En la figura 11 fundamenta el diagrama comparativo de membranas en la cual detalla el tamaño de las partículas como lo son los iones metálicos, sales disueltas, virus, bacterias, polvo carbón y arena playa.

Figura 11: Esquema de comparación en membranas



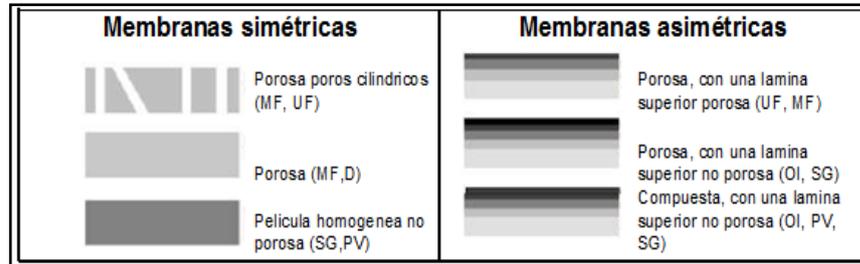
Fuente: (González Gálvez, 2007)

2.2.1.9. Tipo de membrana según la estructura

En la figura 12 se observa dos tipos de membranas las simétricas como las asimétricas que se encuentran incluidas en las membranas sintéticas, por lo que dentro de las simétricas se encuentra porosa con poros cilíndricos, y una película homogénea no porosa; de la misma manera en la membrana asimétrica se encuentra porosa con una

lámina superior porosa y compuesta con una lámina superior no porosa.

Figura 12: Membranas según estructura



Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017)

a) Membranas porosas

Este tipo de membranas presentan poros cuyos diámetros varían en intervalos de 0.1 a un máximo de 10 μm usadas en la microfiltración (MF) y de 1 a 100 nm para ultrafiltración (UF)

b) Membranas no porosas

Para este tipo de membrana se utilizan las simétricas como las asimétricas, se utilizan en separación de gases.

2.2.1.10. Organización por su naturaleza

Estas viendo su integración de esta es posible que pueda dividirse en dos grandes grupos, orgánicas e inorgánicas (Bohorquez Rincon, y otros, 2017)

a) Membranas orgánicas

Las posesiones físicas y químicas que presentan desacuerdos, tanto por ello es que solo son utilizados números limitados. Estas son más capaces al elaborar y por ello solo presentan precios más bajos, las que más suelen utilizarse son las membranas cerámicas.

b) Membranas inorgánicas

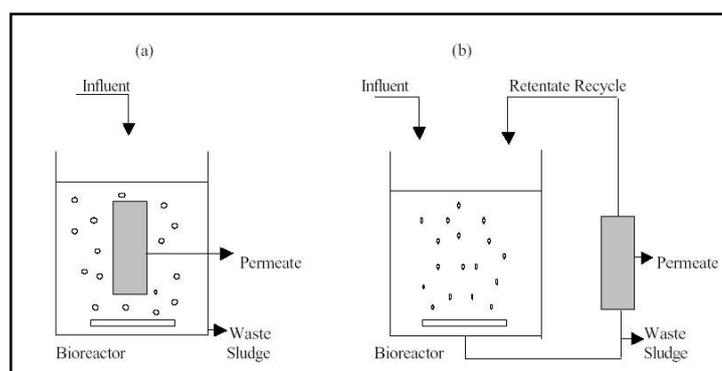
Estos materiales presentan mayor estabilidad química y térmica, los que normalmente son usadas para membranas de porcelana, membranas transparentes y las membranas metalizas. Estas suelen ser más caras que las orgánicas, también exponen las ventajas como la fortaleza de agentes químicos punzante.

2.2.1.11. Diseño y parámetros de operación

Como hemos visto son varios los factores que influyen en el diseño de un proceso de biorreactores de membrana en la elección del Tipo de Configuración de los BRM.

Como se detalla en la figura 13 la situación del patrón de membrana en función de la situación, además los biorreactores de membrana que pueden subdividirse en BRM sumergido y en lazo externo.

Figura 13: BRM sumergido y BRM lazo externo



Fuente: (Alcarria, 1991)

En los BRM sumergidos se utiliza generalmente un difusor de burbuja gruesa para la purificación dentro del reactor por ello se proporciona el oxígeno que se necesita para el alimento de la biomasa y para la mezcla del biorreactor. Sin embargo, este sistema no está tan eficiente ya que la transferencia de oxígeno es de 19 a 37% que se encuentra en una profundidad de 5 metros. Aunque si existe que se prevé un flujo cruzado de característica turbulenta sobre la superficie, esto apoya en el mantenimiento del flujo a través de la membrana que reduce el abastecimiento.

En el BRM lazo externo, la ventilación es realizada por medio de una pulverización de glóbulo fina, este a diferencia del otro posee una mayor eficiencia ya que presenta una transferencia de oxígeno de 25 a 40% a 5 metros de profundidad. La desventaja de esta configuración es que hay una mayor pronunciación del fouling y eso demanda un aseo más constante y rigurosa lo que disminuye la vida útil de la membrana.

Otro de los factores de importancia a la hora de especificar la elección de un tipo de figura es el empleo de energía. Este a su vez emerge de la petición de potencia que requiere el ciclo que viene del bombeo de agua de provisiones, de la succión de filtrado, de la aireación y de la recirculación del retenido.

Podemos observar entonces que en los BRM sumerge la adquisición de energía esto se debe a que el explosivo para recircular la bioenergía es nulo mientras que el uso de energía para un sistema de lazo oculto es mayor que en los sistemas integrados.

La potencia ejercida por la bomba para la recirculación puede calcularse con la siguiente ecuación.

$$P_c = \frac{\Delta P \times Q_r}{n}$$

Donde:

- Q_r = Caudal de recirculación (m^3/d).
- ΔP = PTM (bar).
- n = eficiencia de la bomba.

Hay que resaltar que el consumo de energía va de la mano con la densidad compacta, esto indica que a bajas densidades de compacidad se van a requerir grandes áreas de membrana, lo que requiere mayor energía.

Entonces concluimos que los BRM con configuración exterior presentan mayor consumo de energía debido a la recirculación del contenido, esto provoca mayores costes de energía y de operación mientras que los BRM sumergidos presentan bajos flujos de operación y mayores requerimientos de membranas. (1991)

2.2.1.12. Configuración de la membrana

Las membranas son la parte más importante de los sistemas BMR ya que además de estar bajo el reactor biológico, es la parte más importante para mudar la biomasa. El efluente que genera este prototipo de membranas es de muy elevada calidad gracias al nivel de filtración que poseen, ya que estos eliminan los desarrollos básicos

de precipitación y exudación de plantas de tratamiento de agua residual convencional. (Bohorquez Rincon, y otros, 2017)

Existen seis tipos de configuraciones; como se detalla en la tabla 4 con sus respectivos usos, se muestra a continuación:

- Cartucho filtrante
- Capilar
- Plana
- Tubular
- En espiral
- De fibras huecas

Tabla 4: Estructuración de las membranas

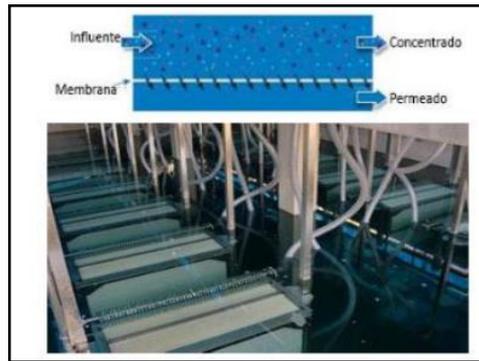
Estructura	Protección de desorden	¿Retro lavado requerido?	Utilización
Cartucho destilado	Muy miserable	No (Algunos cartuchos sí, pero no los filtros)	Aguas con bajos sólidos suspendidos totales, microfiltración
Capilar	Regular	Si	Ultrafiltración
Plana	Regular	No (Algunos sí)	Ultrafiltración, ósmosis inversa
Tubular	Muy buena	No	Microfiltración (flujo cruzado) ultrafiltración, nano filtración , aguas con altos sólidos suspendidos totales
Espiral	Pobre	No	ósmosis inversa/ nanofiltración, ultrafiltración
Fibras huecas	Muy pobre o regular	SI	Microfiltración / ultrafiltración, ósmosis inversa

Fuente: (Dacomba Torres, 2013)

a) Membranas planas

Es una membrana que posee una topografía plana y rectangular, esta es parecida a una hoja de papel, pero aun existiendo otras topografías al mismo tiempo diseñadas a rotar. Debido a su ingenuidad de ejecución, usualmente este tipo de membrana se emplea para sistemas MBR de membrana sumergida. En la figura 14 se observa el funcionamiento de la configuración de membrana plana que consiste donde ciertas sustancias llegan a atravesar la membrana, mientras que otras quedan atrapadas en ella. (Bohorquez Rincon, y otros, 2017)

Figura 14: Función de la membrana plana

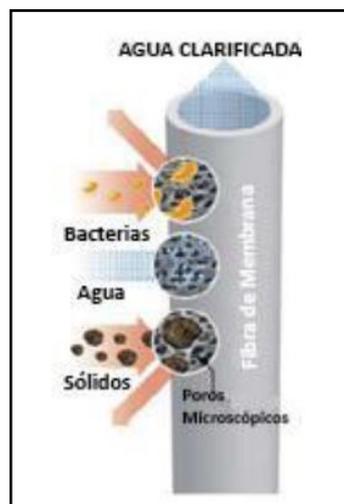


Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017)

b) Membrana de fibras huecas

Es una serie de fibras huecas con formas peculiares cilíndrica con diferencias de la distribución de membranas cilíndrico, la sección de esta configuración es desde afuera hacia adentro como una introspección, ya que este tipo de membrana se usa en sistemas de BRM con membrana sumergida y se puede aplicar tanto al uso municipal e industrial y es preferido cuando se habla de grandes plantas por sus bajas demandas en la energía de aireación. Se observa en la figura 15 el proceso de configuración de membrana de fibra hueca donde se coloca de forma vertical y comúnmente tienen un cierto espacio, esta les permite moverse adyacentemente para que las burbujas de aire sean las que se encarguen de limpiar la membrana y a su vez dispersan los sólidos suspendidos.

Figura 15: Función de la membrana - fibra hueca

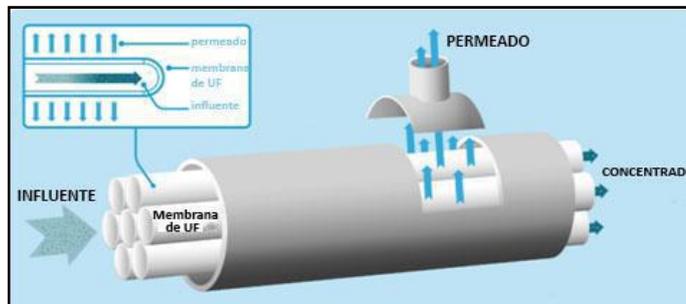


Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017)

c) Membrana Cilíndrica

Es un módulo cilíndrico, en la que consiste en almacenar varios tubos. En la figura 16 se observa cómo funciona de tal forma el agua residual que fluye por la membrana que tiene forma de tubo en donde el agua será denominada por un proceso de ultrafiltración para que luego el efluente se conduzca un almacenamiento de agua clarificada. Hay que resaltar que la corriente es de forma saliente es decir de adentro hacia afuera y que lo productos son recirculado, esto tiene un límite de partículas que no atraviesan la membrana son limpiadas en un aclaramiento físico o químico.

Figura 16: Funcionamiento de la configuración - membrana tubular

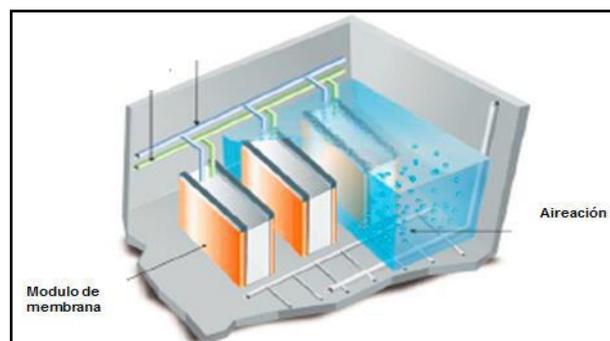


Fuente: (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017)

d) Funcionamiento de la membrana

El prestigioso entra por el biorreactor, aquí entra en unión con la biomasa para que posteriormente pueda ser filtrada la membrana. En la figura 17 se puede observar como el agua que fue filtrada es retenida y el lodo excedente se procederá a retirar. Este ciclo es alterado por laos contra lavados en donde se pueda invertir el flujo del agua para forzar el paso del agua del interior al exterior para limpiar cada cierto tiempo.

Figura 17: Sistema de membrana sumergida



Fuente: (González Gálvez, 2007)

e) Materiales de la membrana

Debido a las concentraciones de oxidantes cuando la membrana se limpia químicamente, este debe tener cierta resistencia al ataque térmico y químico esto quiere decir que como característica debe soportar extremos cambios de temperatura y de pH. (Bohorquez Rincon, y otros, 2017)

Existe solo algunos materiales que pueden ser usados en ejecución de defeción por membrana y los que se puedan ser más usados en la fabricación se muestran a continuación.

- Polisulfona (PS)
- Acetato de celulosa (AC)
- Poliamidas aromáticas (PA)
- Poliacrilonitrilo (PAN)
- Fluoruro de polivinilideno (PVDF)
- Polietersulfona (PES)
- Polipropileno (PP)
- Polietilenoclorado (PEC)

2.2.1.13. Ventajas e inconvenientes de los biorreactores de membrana

a) Ventajas

Algunas características que hacen a los sistemas de BRM una alternativa considerable respecto al tratamiento de aguas residuales es el pequeño tamaño de la planta, la flexibilidad operacional y una baja producción de fango y elevada edad de esta. A continuación, detallaremos algunas de estas. (Bohorquez Rincon, y otros, 2017)

- Calidad de agua tratada
- Flexibilidad de operación
- Operar con admisión de condensacion de biomasa
- Tamaño compacto de la planta
- Baja producción de fangos
- Desinfección y control del mal olor
- Necesidad de poca atención por parte de los operarios

b) Inconvenientes

Como en todo sistema, en el sistema de BRM también existen varios inconvenientes a la hora de aplicar la tecnología de membrana. Los principales inconvenientes se muestran a continuación.

- Fouling
- Costes elevados
- Tratamiento de fangos más complicado
- Acumulación de compuestos perjudiciales para los microorganismos.

2.2.1.14. Rango de aceptación de efluentes

Se menciona que el BRM se tuvo como consideración los Límites máximos permisibles en las descargas de efluente a un cuerpo natural de agua, como se observa en la tabla 5 en la cual detalla con el parámetro de aceites y grasas que presenta un LPM de 20, los coliformes termo que no presentan LPM, los tolerantes que presentan un LPM de 10000, el DBO de 100, el DQO de 200, el Ph de 6.5 a 8.5 y así sucesivamente como se muestra en la tabla.

Tabla 5: Límites máximos permisibles de efluentes de PTAR

Parámetros	Unidad	LPM de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	MG/L	20
Coliformes termos	NMP/100	
Tolerantes	ml	10000
DBO	mg/l	100
DQO	mg/l	200
PH	Unidad	6.5 a 8.5
Sólidos totales		
Suspendidos	mg/l	150
Temperatura	°C	Menor a 35

Fuente: MINAM, 2009.

2.3. Definiciones de términos

a. **Nitrógeno**

Según (EL NITRÓGENO DEL SUELO, 2019), es un elemento primordial, que considera un macronutriente, para todos los seres vivos, además está presente en la mayor parte de las combinaciones orgánicas.

b. **Fango**

De acuerdo con el autor (Navarro Murcia, 2013), son aquellos que consisten en un proceso continuo en el agua residual, se equilibra biológicamente en tanques o balsas de activación.

c. **MRB**

Reactor biológico con membranas, es nombrada con la ultrafiltración aplicada como parte del tratamiento secundario de efluentes. (Bohórquez Rincón, y otros, 2017).

d. **PTAR**

Planta de tratamiento de aguas residuales son aquellas que son usadas para la capacidad de los efluentes para los canales de uso regadío o para los canales de drenaje. (Núñez Figuerosa, 2019).

e. **Oxidación**

Se refiere a la reacción química de combinación entre una sustancia cualquiera, o un compuesto químico, con el oxígeno. (Gutiérrez Platas, 2015).

f. **Biomasa**

Se define como todo aquel material de origen biológico, ya que excluye aquel que ha sido englobado en formaciones geológicas padeciendo un procedimiento de mineralización. (Patiño Martínez, 2014)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales mejora significativamente con la implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) Las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales optimizan positivamente con la implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.
- b) Los efectos del análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales favorecen significativamente con la implementación de biorreactor de membrana – Provincia de Junín.
- c) El pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales produce efectos positivos con implementación de biorreactor de membrana – Provincia de Junín.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Biorreactor de membrana (MBR)

Es la composición de los procesos siguientes; en la degeneración biológica y separación por membrana, en lo único de que los sólidos en microorganismos y suspensión con los responsables de la biodegradación son separados del agua tratada mediante una unidad de filtración por membrana.

b) Variable dependiente (Y)

Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Son aguas residuales en las que si manera de instalación con retirados con los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud

y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reuso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del riego. (No para ingerir o aseo personal).

2.5.2. Definición operacional de la variable

Son un conjunto de procedimientos en la que se describen las actividades que realiza un observador en donde se realiza para recibir las emociones sensoriales, lo que los perjudica la existencia de un concepto teórico de mayor o menor grado.

Tratan de mostrar claramente cómo se van a manipular o medir las variables.

a) Variable independiente (X)

Biorreactor de membrana (MBR)

El biorreactor de membrana está basado en la mejora de la limpieza y las características resultantes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.

b) Variable Dependiente (Y)

Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

La planta de tratamiento de aguas residuales se encarga de procesar las aguas residuales de una determinada población para finalmente evacuar un efluente con mejor calidad, el cual será devuelto a ríos, lagos y mares.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 6: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Biorreactor de Membrana	Según (Aramendia, 2006), manifiesta que, “Un biorreactor de membrana es la combinación de dos procesos; degradación biológica y separación por membrana, en uno único en el que los sólidos en suspensión y microorganismos responsables de la biodegradación son separados del agua tratada mediante una unidad de filtración por membrana”.	El biorreactor de membrana está basado en la mejora de la limpieza y las características resultantes del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.	D1: Rango de Oxígeno disuelto D2: Temperatura D3: Flujo	I1: 1 mg/L I2: 5 mg/L I1: Baja I2: Intermedia I3: Alta I1: Lento I2: Regular I3: Rápido	Fichas de recopilación de información	Razón
V2: Efluente de planta de tratamiento de aguas residuales	Según (Carlderón, 2014) manifiesta que, “Es una instalación donde a las Aguas Residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reúso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).	La planta de tratamiento de aguas residuales se encarga de procesar las aguas residuales de una determinada población para finalmente evacuar un efluente con mejor calidad, el cual será devuelto a ríos, lagos y mares.	D1: Análisis fisicoquímico D2: Análisis de cantidad de coliformes D3: pH del efluente	I1: Sólidos en suspensión I2: Solidos disueltos I3: Turbidez I1: Baja I2: Alta I1: Baja I2: Alta	Fichas de ensayos en laboratorio	Razón

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Según Sierra Bravo (2017), el método científico es un conjunto de trámites, etapas la cual consiste en formular cuestiones, basándose en observaciones y en teorías existentes, anticipando soluciones a los problemas y contrastarlas en la realidad.

En la presente tesis se inició la investigación con la observación directa y el análisis de los procesos que se relacionan entre variables que afectan al fenómeno bajo estudio; de igual manera, planea con cuidado los aspectos metodológicos, con la finalidad de asegurar la validez y confiabilidad de sus resultados.

Según estas consideraciones, en la presente investigación se aplicó el ***método científico***.

3.2. Tipo de investigación

Según (Rodríguez, 2020), la investigación aplicada va más allá de una descripción de conceptos y fenómenos establecidos, de esta forma están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos y sociales, de esta forma aplicando conocimientos científicos. El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos.

El tipo de investigación es aplicada, debido a que se investiga conjunto de hechos verificables y sustentados, para dar solución a los problemas y este tipo de investigación nos lleva a nuevas tecnologías como la implementación de biorreactor de membrana (MBR) para la mejora del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales, además se menciona que la investigación está dirigida a dar una solución a las zonas que presentan escasos recursos económicos y no presentan planta de tratamiento de aguas residuales que brinden buenos resultados.

Según estas consideraciones, la presente investigación fue de ***tipo aplicada***.

3.3. Nivel de investigación

Según (Hilario Winarczyk, 2001) afirma que el nivel descriptivo procura brindar una excelente percepción del funcionamiento de un fenómeno y de las maneras en que se comportan las variables, parámetros o elementos que lo componen.

La investigación se encuentra dentro del nivel descriptivo, debido a que describe los resultados de la implementación de biorreactor de membrana (MBR) para el mejoramiento del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales, y así llegar a una solución que trae beneficios para las inversiones públicas.

Según lo expuesto la investigación es de ***nivel descriptivo***.

3.4. Diseño de investigación

De acuerdo con Hernández R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2003) mencionan que el diseño de investigación descriptivo – correlacional señala los estudios descriptivos que pretenden medir o recolectar información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren.

Se considera el diseño descriptivo – correlacional, porque se va evaluar los parámetros de campo, fisicoquímicos, orgánicos y biológicos para la implementación de biorreactor de membrana en el mejoramiento del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Según el análisis, el diseño que se empleó en la presente investigación fue un ***diseño descriptivo – correlacional***.

3.5. Población y muestra

Para poder definir la muestra y delimitar nuestra población determinamos la unidad de análisis.

3.5.1. Población

Lo que desea decir Valderrama Aparicio (2013), es que la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”. (pág. 182)

El área a estudiar está ubicada en el distrito de Junín, de provincia de Junín y departamento de Junín.

3.5.2. Muestra

De acuerdo con Carrasco Díaz (2016), menciona que la muestra “Viene a ser la representación de la población la cual se caracteriza por ser objetiva y es un reflejo de la población, de esta forma los resultados obtenidos a partir de esta muestra generalizan a los elementos que vienen a conformar la población”. (pág. 237)

Está conformado por el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales con la implementación de biorreactor de membrana.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Marquez), son un conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos, indica que las técnicas están referidas a la manera como se van a obtener los datos y los instrumentos son los medios materiales, a través de los cuales se hace posible la obtención y archivo de la información requerida para la investigación.

Para la recolección de la información es el análisis, donde se considera resúmenes a fin de estructurar el marco teórico y conceptuar la investigación.

3.7. Procesamiento de la información

La recolección de la información es sistematizada mediante el software: Word, Excel, AutoCAD y Civil 3D.

Procedimiento de la información

- Ámbito de estudio
- Ubicación
- Departamento: Junín
- Región: Junín
- Provincia: Junín
- Altitud: 4105 m.s.n.m

3.7.1. Método de análisis

Como método de análisis se empleó una estadística descriptiva para el proceso de la data adquirida en el estudio experimental como los resultados de estabilidad, flujo, los cuales fueron validados mediante el uso del software SPSS25.

3.7.2. Propiedades físicas del terreno

Pronunciamiento topográfico

En el levantamiento topográfico las propiedades topográficas en la localidad en la que corresponde la pendiente del 3%, con el nivel del cauce de poca altura donde se proyecta un área semi pantanoso

El levantamiento topográfico o replanteo detalla a la creación de puntos de inspección horizontal, así como la vertical, donde se desarrolló la investigación del área de estudio, como la ubicación de la PTAR (laguna de estabilización), el relieve es uno de los pasos iniciales para el desarrollo de la implementación de biorreactor de membrana, así como también en la recreación de su cámara de rejillas y desarenador.

Modelo de suelo que prevalece

El suelo está compuesto por varios tipos y capa de tierra vegetal que varía entre los 0.30 a 0.50m, de areno arcilloso, arcilla con piedra, en la cual se instalaron los conductos de los sistemas del agua potable y alcantarillado, laguna de estabilización.

Clima

El clima prevalece en el área típica de la sierra, con lluvias en la época de invierno que se dan entre los meses de diciembre y marzo, con un frío intenso que en lo general alcanza el grado de congelación en la noche de verano entre los meses de julio y agosto, con un fuerte calor en el día.

3.7.3. Equipos usados para el muestreo

- Recipientes de plástico para llenar el agua
- Almacén con hielo para la conservación natural de los especímenes.
- Identificación de las muestras con cinta.
- Cuerda.
- Aprobar la preservación para los objetivos en lo requieran.
- Grupo para medir en campo, termómetro, cintas de pH.
- Formatos para registrar los datos de campo
- Guantes, Tapabocas, Gorra, Botas

3.7.4. Recomendaciones para una buena toma de muestra

En lugar donde se tomó la muestra se encontraba completamente mezclado por ello antes de la toma de muestra se lavó el recipiente tres veces con agua limpia y muy aparte de ello se enmarco para identificación de las muestras

3.7.5. Toma de muestra para cada tipo de análisis

Análisis fisicoquímico: Una vez limpiado el recipiente se realizó el llenado para después tapar y depositar en la nevera con hielo.

Análisis microbiológico: No es válido tomar muestras de la superficie, en el fondo o en las orillas, debido a que la calidad no es uniforme por ende las muestras fueron tomadas en el centro de la corriente en la mitad de la profundidad, asimismo no se debe destapar el recipiente hasta sumergir y recién se destapa una vez que esté dentro del agua, Dirigir el recipiente en sentido contrario a la corriente y recolectar la muestra teniendo cuidado de dejar un espacio libre de aproximadamente cinco 5 cm.

3.8. Técnicas y análisis de datos

3.8.1. Técnicas

- Las aguas residuales pasan por un proceso con fichas de monitoreo en las que se analizan los coliformes termo tolerantes, sólidos suspendidos totales.
- La investigación fue amplia por lo que se usó el programa Microsoft Excel para el desarrollo del análisis estadístico en los resultados de los análisis de aguas residuales, y de cual forma los cálculos de la cámara de rejillas y desarenador.
- Alzamiento topográfico: Es aquella ficha donde se detalló los datos que se obtuvieron en el terreno y los puntos topográficos los cuales las circunstancias que se usaron en la investigación, por lo que es importante tener la ubicación del biorreactor de membrana previos datos para su diseño de biorreactor de membrana.
- Hoja Excel: Se utilizó para el procesamiento de los datos obtenidos aplicando el software Excel, desarrollando diferentes tipos de hojas de cálculo para obtener una mejor información.
- Observación de los datos: se requirió de la manifestación de tablas, gráficos y pruebas estadísticas descriptivas, también en las pruebas que aseguren que, si es correcta la alternativa de solución implantada, de tal manera se comparen los resultados con los límites máximos permisibles de efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

3.8.2. Cálculo del biorreactor a implementar en la PTAR de Junín

Datos

Para mejorar la calidad del efluente se realizó el uso del sistema de biorreactor de membrana para su posible implementación se ubicará la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Junín donde las ventajas al implementar el sistema biorreactor de membrana (MBR) en el PTAR son: Mejorar la calidad del agua, cantidad de coliformes, mejorar el pH del agua y reducir los malos olores generados, el área usada en la implementación del MBR será de menor tamaño, el agua

obtenida del efluente después de la implementación será de mejor calidad que podrá ser utilizado para el reúso o vertimiento.

3.8.2.1. Implementación del Biorreactor de membrana (MBR)

Antes de la implementación del biorreactor se procedió a realizar el premedicionamiento de la población futura en el distrito de Junín, bajo el procedimiento que presenta la siguiente tabla 7.

Cálculo de la población futura – Total Junín

Tabla 7: Cálculo de la Razón

Año	Censo	Aritmético $r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_i}$	Interés Simple $r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$	Geométrico $r = \sqrt[t_{i+1} - t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}}$
1961	5,157	327	0.0634	1.0492
1972	8,751	40	0.0045	1.0045
1981	9,109	403	0.0442	1.0361
1993	13,942	0	0	1
2007	11,143	193	0.028	1.0225
$r_{prom} =$				

Fuente: Elaboración propia

Como se analiza en la tabla 6 la población futura a través de los 3 métodos el $r_{promedio}$ es:

- Método aritmético = 193
- Método de interés simple = 0.028
- Método geométrico = 1.0225

3.8.3. Cuenta de la Población Futura por tres métodos

Consecuentemente se procedió al cálculo de la población futura por los métodos aritmético, de interés simple y geométrico, por medio de las fórmulas siguientes:

Método Aritmético $P = P_0 + r(t - t_0)$

Método de Interés Simple $P = P_0[1 + r(t - t_0)]$

Método Geométrico $P = P_0 \times r^{(t-t_0)}$

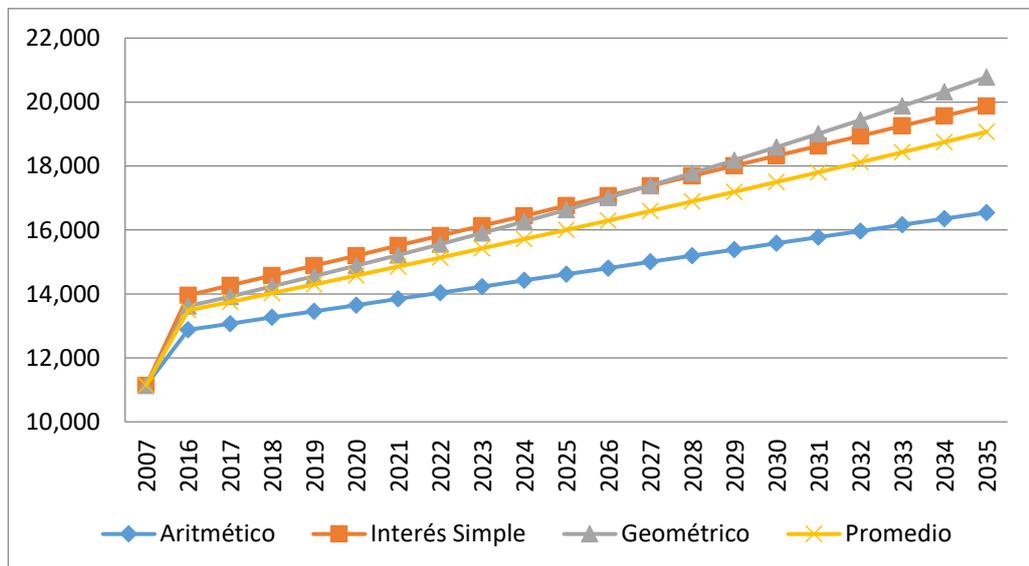
De esta forma, se obtuvieron los resultados de población futura bajo los 3 métodos, estos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8: Población futura

Años	Aritmético	Interés Simple	Geométrico	Promedio
2016	12,881	13,952	13,615	13,483
2017	13,073	14,263	13,920	13,752
2018	13,266	14,575	14,234	14,025
2019	13,459	14,887	14,554	14,300
2020	13,652	15,199	14,881	14,577
2021	13,845	15,511	15,216	14,857
2022	14,038	15,823	15,558	15,140
2023	14,231	16,135	15,908	15,425
2024	14,424	16,447	16,266	15,712
2025	14,617	16,759	16,632	16,003
2026	14,810	17,071	17,007	16,296
2027	15,003	17,383	17,389	16,592
2028	15,196	17,695	17,781	16,891
2029	15,389	18,007	18,181	17,192
2030	15,582	18,319	18,590	17,497
2031	15,775	18,631	19,008	17,805
2032	15,968	18,943	19,436	18,116

Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Población futura



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 y en la figura 18 se representa los resultados de la población futura con un periodo de diseño de 20 años, por consiguiente, se procede a determinar el caudal.

3.8.4. Calculo del Caudal

Se procedió a realizar los respectivos cálculos con el uso del caudal de la alimentación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Caudal de la alimentación de la planta (Q)=1337.385 m³/d

Flujo permeado 45 m³/m² d

Teniendo como conocimiento los datos de partida, las dimensiones y las características del biorreactor de membrana (MBR), se procedió a determinar las dimensiones del número de tanques de aireación con membrana que va a sumergir en el interior de la planta de tratamiento para tratar 1337.385 m³/d de agua residual.

PLANTEAMIENTO	:2021	
DISEÑO	:2021	Caudal= (Pob. *Dotación) 86400
POBLACIÓN	:7430 hab	
DOTACION	:180 lt/hab/dia	
CAUDAL DE DISEÑO	:15.479 lt/s	

Calculo del biorreactor a implementar

-Datos del caudal de alimentación de la planta

$$Q = 15.479 \text{ l/s} \times 86400 \text{ s/d} = 1337.385 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q = 15.479 \text{ m}^3/1000 \text{ s} \times 86400 \text{ s/d} \quad \mathbf{Q=1337.385m^3/d}$$

-Calcular el número de biorreactor de membrana sumergida.

$$J_e = 45 \text{ m}^3/\text{d}/0.9 \text{ m}^2/\text{d}$$

$$J_e = 40.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

$$Q = J_e (AF) * (NM) * (NC)$$

$$Q = 40.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d} * (0.84 \text{ m}^2) * (12) * (3)$$

$$\mathbf{Q = 1224.72 \text{ m}^3/\text{d}}$$

$$\text{ALTO} = 1.60 \text{ m}$$

$$\text{ANCHO} = 1.20 \text{ m}$$

$$\text{LARGO} = 4.00 \text{ m}$$

$$\mathbf{Q = J_e (Af)(NM)(NC)}$$

Q: Capacidad de agua a tratar por tanque

Je: Flujo permeado (m³/m². d)

Af: Área de filtración(m²)

NM: Numero de módulos por cassettes

NC: Numero de cassettes por tanque

Conociendo la cantidad de agua que se puede tratar por biorreactor, se procede a calcular número de tanque

$$NT = QD/Q = (1337.385 \text{ m}^3/\text{d}) / (1224.72 \text{ m}^3/\text{d}) = 1.09 \text{ bioreactor} = 1 \text{ biorreactor}$$

Tabla 9: Resultados de caudal promedio

PTAR	POBLACIÓN	Q prom	Q md/(L/S)
PTAR 01	7430	15.48	10.09

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 9 el diseño de PTAR con una población de 7,430 hab. y un caudal promedio de 15.48 l/s, será de utilidad para el diseño de la membrana.

3.8.5. Diseño de Membrana

Para el diseño de la membrana se tomó como referencia el tipo de membrana (membrana marca Benenv modelo BN90) cuya referencia se aplicó la metodología del autor (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017) citado como antecedente internacional por lo que las características de tipo de membrana se muestran en la figura 19 y figura 20.

Figura 19: Referencias de membranas y parámetros

Parámetros	BN90	BN150
Eficaz área de membrana (m ²)	0.9	1.5
Tamaño total (B * H) (mm)	510*1030	510*1650
Membrana de tamaño de poro (m)	0.2 ~ 0.4	
Material de la membrana	PTFE	
La producción de agua (L/pcs · día)	450 ~ 630	750 ~ 1050
Efluentes turbidez (NTU)	<1.0	
Sólidos en suspensión en efluentes (SS, mg/L)	<1.0	
BOD	<5 mg/L	
TSS	<1 mg/L	
turbidez	<1 N.T.U	
Total de bacterias eliminación	99.99% eliminación virus	

Fuente: Benenv Environmental Technologies Co

Figura 20: Especificaciones técnicas

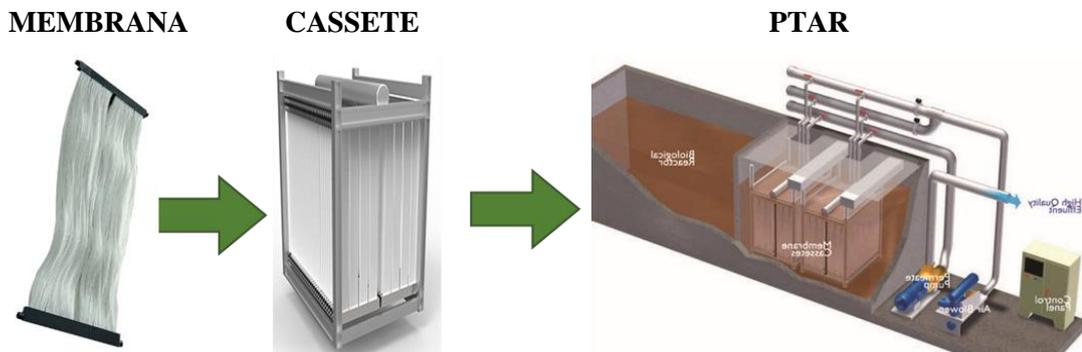
Parámetros	BN90-100	BN90-150	BN150-100	BN150-150
Número de elementos de membrana (pcs.)	100	150	100	150
Eficaz área de membrana (m ²)	90	135	150	225
Tratamiento capacidad (m ³ /d)	45	67.5	75	112.5
Capacidad de aireación (m ³ /min)	1 ~ 1.2	1.5 ~ 1.8	1.5 ~ 2	2.25 ~ 3
Influente MLSS (mg/L)	7,000 ~ 18,000			
Efluentes turbidez (NTU)	<1.0			
Sólidos en suspensión en efluentes (SS, mg/L)	<1.0			
Transmembrana Presión (kPa)	5 ~ 20			
PH	6 ~ 9			
Uso de temperatura (° C)	15 ~ 40			
Material del marco	acero inoxidable Ss304			
Tubo de aireación conjunta	unión embridada			
Tubo de aireación material	acero inoxidable Ss304			
Tubo de aireación tamaño de la junta	DN50			
Tubo colector conjunta	unión			
Material de la tubería colector	ABS			
Tamaño de la junta tubo colector	DN32			

Fuente: Benenv Environmental Technologies Co

3.8.5.1. Elaboración del diseño

Tomando en consideración a la metodología del autor (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017) y las características de los productos de la empresa distribuidora Benenv Environmental Technologies Co, se pretende diseñar la PTAR considerando el biorreactor de membrana, como se puede observar en la figura 21.

Figura 21: Diseño del biorreactor de membrana



Fuente: Elaboración Propia

La figura 21 se observa la composición de la geomembrana BN 90 cuyos parámetros de la normativa se especifica en la figura 20, los cuales son: cantidades de los elementos de membrana BN90-100, es eficaz área de membrana (m²) 90, con tratamiento de capacidad (m³/d) 45, la capacidad de aireación (m³/min) 1 – 1.2, así mismo las dimensiones para el diseño es de:

ALTO = 1.60m
 ANCHO = 1.20m
 LARGO = 4.00m

3.8.6. Consideraciones para el diseño estructural

3.8.6.1. Características de los materiales

En este proyecto investigador se han consideraron las posesion físicas y propiedades mecánicas del concreto, se muestran sus características en la tabla 10, las cuales se deben de cumplir al emplear el concreto armado en el diseño estructural de los birreactores.

Tabla 10: Características para el Concreto armado

Descripción	Variable	Valor	Unidad
Concreto Armado			
Peso específico del concreto	Y _c	2.40	ton/m ³
Resistencia a la compresión	f _c	280.00	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto	E _c	250998.01	kg/cm ²
Peso específico del acero	Y _s	7.85	ton/m ³
Esfuerzo de fluencia - Grado 60	f _y	4200.00	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	E _s	2.0E+06	kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

- **Carga muerta**

Para la etapa del análisis y diseño del proyecto estructural se calculó las cargas de los materiales tomando en cuenta lo estipulado en la norma de cargas, E.020, que forma parte del

Reglamento Nacional de Edificaciones. En ese sentido, para el metrado de cargas se consideró la carga real de los componentes que conforman y deberán soportar la estructura, calculando en base a los lastres unitarios, pueden emplear los pesos unitarios que suelen ser menores para poder justificar debidamente. Los pesos reales se podrán determinar a través del análisis o del usado dato indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

Concreto : 2400 kg/m³

- **Carga viva**

Es el peso de todos los que ocupan un lugar en el espacio ya sea, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la estructura.

No aplica para la estructura a diseñar.

- **Empuje lateral de suelos (CE)**

El empuje lateral de suelos que afecta a la estructura se realizó considerando la profundidad del mismo, además de la sobrecarga en la superficie, tal como se muestra en el diagrama de cargas.

$$P(z=H) = K_a * S/C$$

$$P(z=0) = K_a * S/C + K_a * Y_s * H$$

- **Presión hidrostática (CL)**

El agua contenida en la estructura genera una presión en las paredes y fondo, el cual está definido por la densidad y la altura del líquido.

Peso específico del agua : 1.0 ton/m³

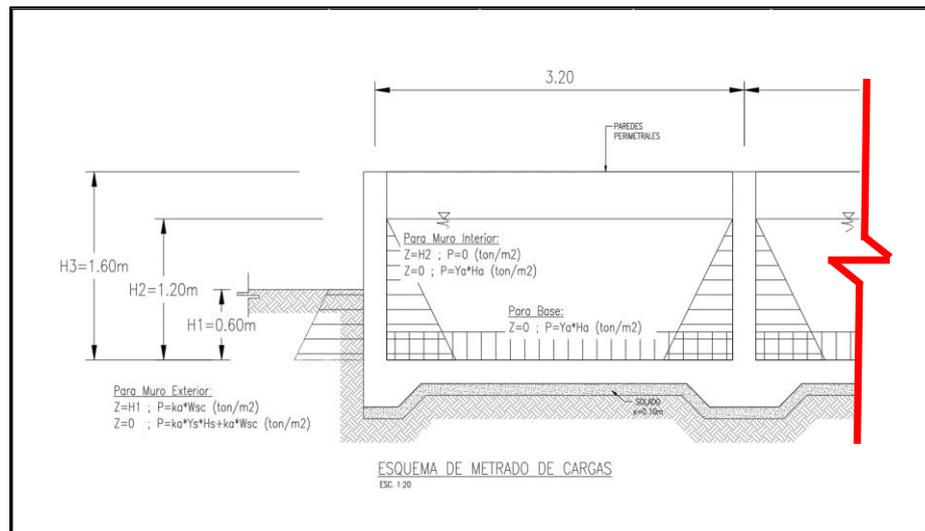
Presión hidrostática : $Y_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$

- **Diagrama de cargas de la estructura**

Para elaborar el diseño estructural se diseñó de cara de estructura, el cual es muy importante para soportar la carga

viva generada por la presión del caudal de agua como se muestra en la figura 22.

Figura 22: Diagrama de cargas de la estructura



Fuente: Elaboración Propia

3.8.6.2. Combinaciones de carga para diseños por resistencia

Las combinaciones de carga para diseños por resistencia, según la norma E060, deben utilizarse factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia. Se considera que las cargas actúan en las siguientes combinaciones, afín que se produzca el efecto más desfavorable en los elementos estructurales. Como se muestra en la figura 22.

- COMBO-01 : 1.40 CM + 1.70 CV
- COMBO-02 : 1.40 CM + 1.70 CV + 1.70 CE
- COMBO-03 : 0.90 CM + 1.70 CE
- COMBO-04 : 1.40 CM + 1.70 CV + 1.40 CL

ENVOLV. : COMBO1+COMBO2+COMBO3+COMBO4

Dónde:

CM : carga muerta

CV : carga viva

CE : empuje lateral de suelo

CL : presión hidrostática

- **Análisis estructural**

El análisis estructural se realizó usando el programa SAP2000, los cuales fueron modelos matemáticos de comportamiento elástico. Se emplea un modelo tridimensional conformado por elementos bidimensionales (elementos área) unidos por medio de nudos comunes. Los elementos verticales se ligan al suelo por medio de resortes en eje Z, considerando las restricciones de traslación en el eje "X" e "Y". Los elementos bidimensionales incluyen el efecto de membrana y de flexión.

El programa SAP2000, permite definir el peso por unidad de volumen del material y en base a las dimensiones de cada elemento, calcula el peso propio de los elementos.

La carga presión de suelo consideró una carga variable lineal en función a la densidad suelo, altura y coeficiente de empuje lateral.

3.8.7. Diseño estructural

3.8.7.1. Diseño en concreto armado

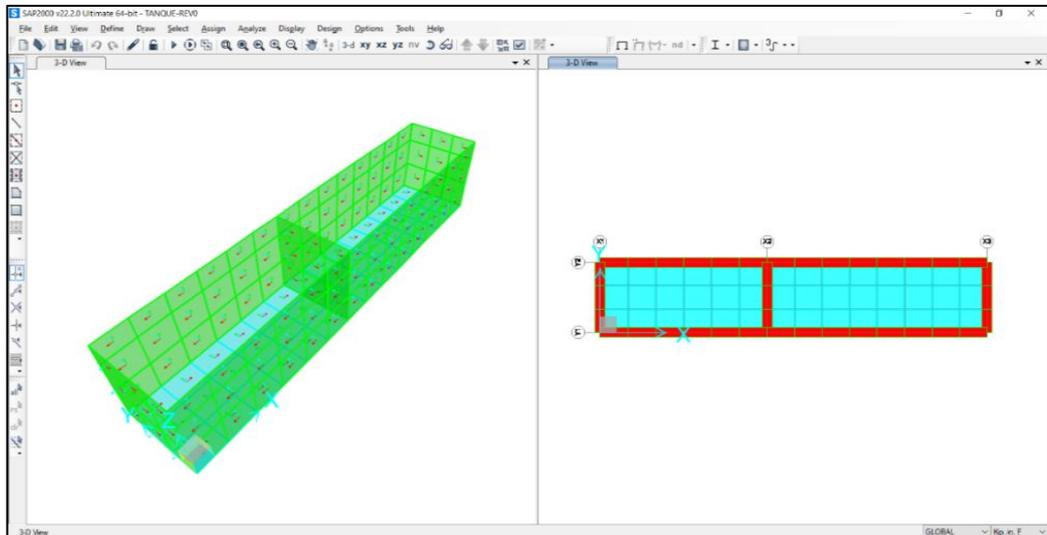
El diseño en los diferentes elementos estructurales se aplicó el Método de Resistencia cumpliendo los criterios de diseño que se rige a la Norma Peruana de Diseño en Concreto Armado RNE-E.060, en la que se complementó con la Norma ACI 318.

Para la mara de los planos se deben verificar las cuantías de diseño, aunque sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la Norma E060.

Modelo en SAP2000

En la figura 23 se obtiene la vista isométrica de la estructura del diseño de los birreactores de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 135).

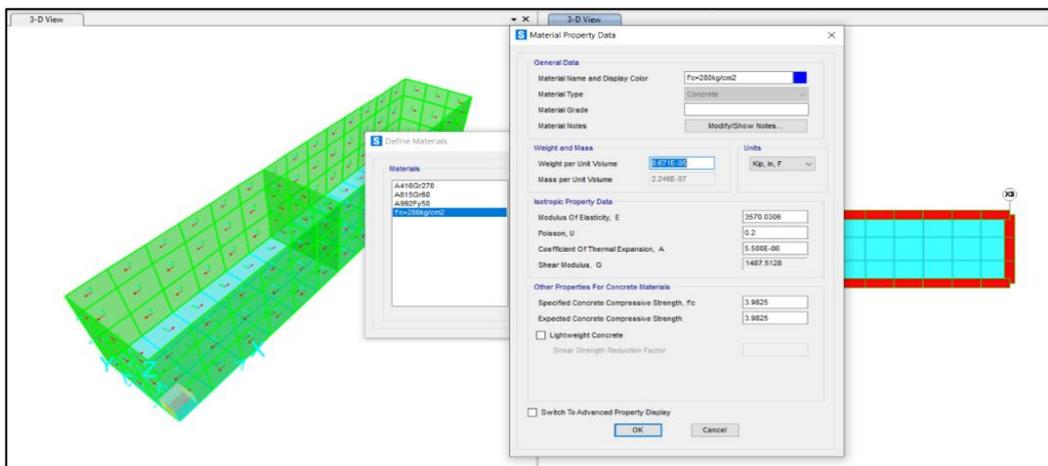
Figura 23 : Vista isométrica de la estructura



Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, en la figura 24 se muestra la configuración de las propiedades del material, cuya resistencia del concreto fue 280 kg/cm² el módulo de Poisson considerado es 0.2 (asimismo ver anexo 4 pág. 135).

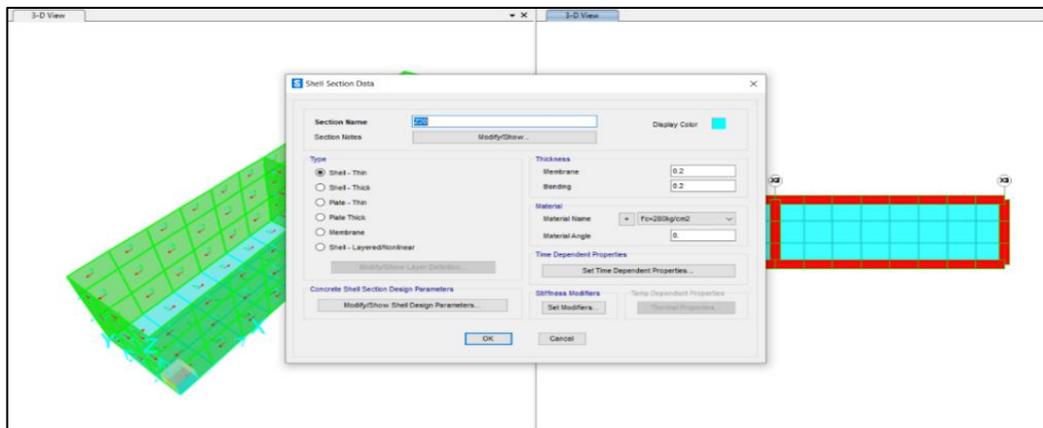
Figura 24 : Propiedades del material



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 25 se observa la definición de la sección de la cimentación para la planta de tratamiento (asimismo ver anexo 4 pág. 136).

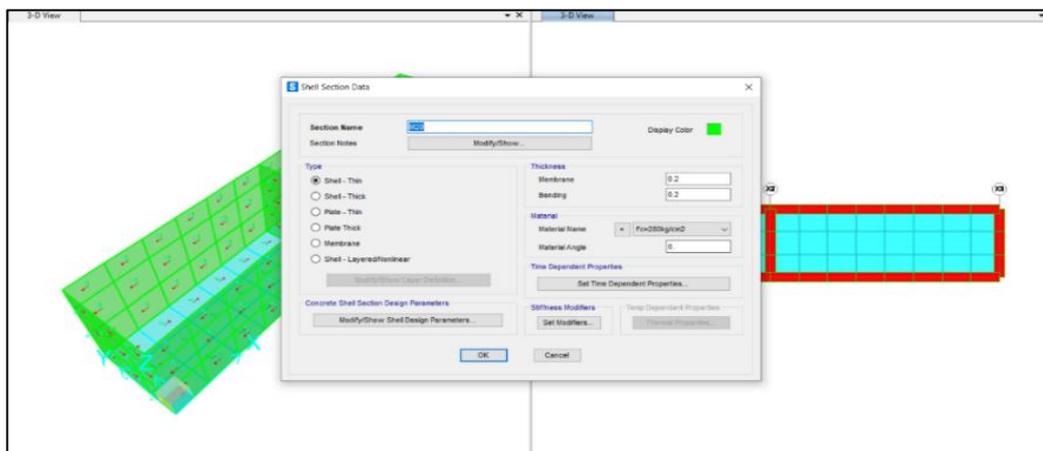
Figura 25 : Definición de la sección de cimentación



Fuente: Elaboración Propia

De igual forma, en la figura 26 se observa la definición de la sección de los muros con concreto armado de la planta de tratamiento (asimismo ver anexo 4 pág. 136).

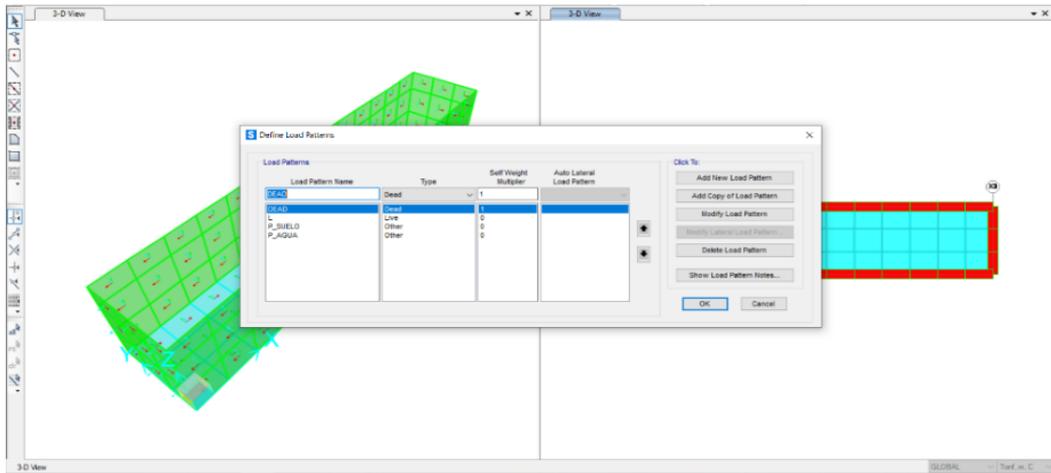
Figura 26 : Definición de la sección de muro



Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, en la figura 27 se observa la configuración de los patrones de carga en el diseño de la estructura de la planta de tratamiento (asimismo ver anexo 4 pág. 137).

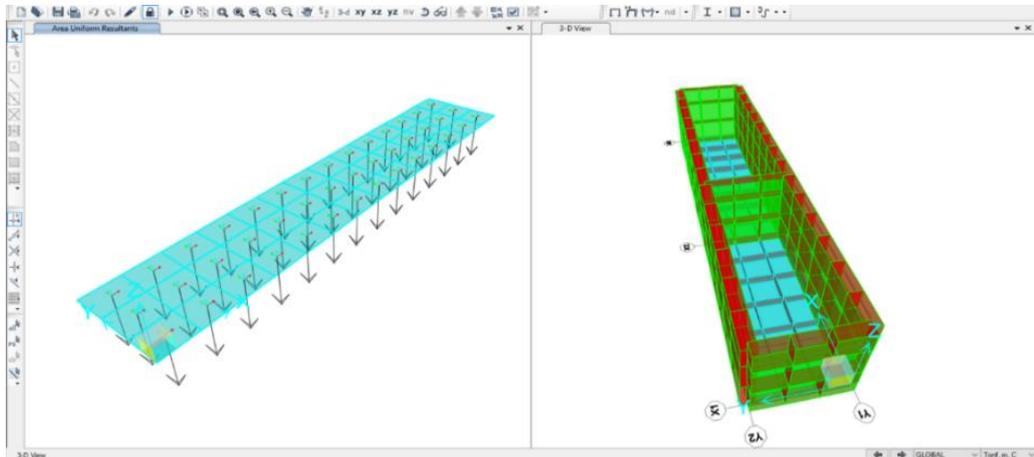
Figura 27 : Definición de los patrones de carga



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 28 se observan las cargas en la cimentación generados por los patrones anteriormente configurados (asimismo ver anexo 4 pág. 137).

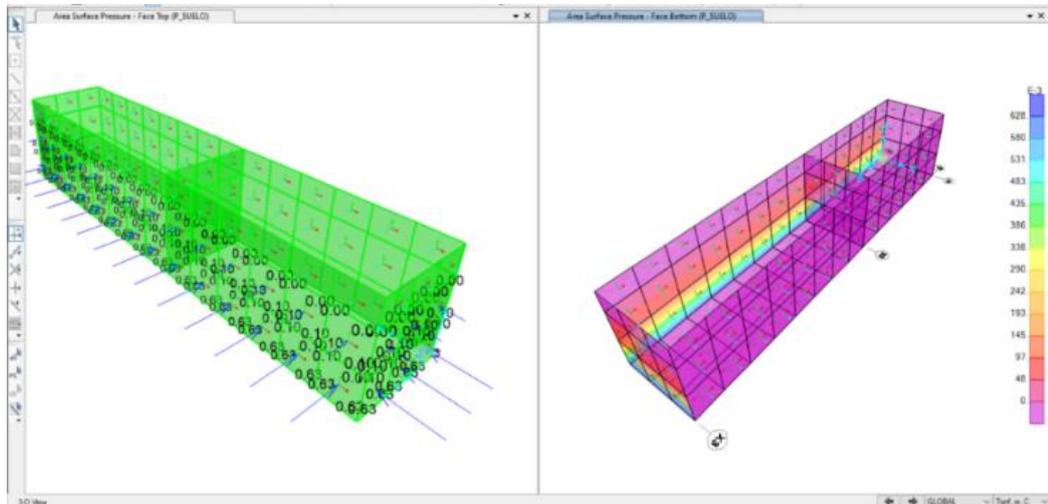
Figura 28 : Definición de carga en la cimentación



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 29 se observa la presión de las cargas en la parte lateral del suelo en el diseño estructural de la planta de tratamiento por biorreactores de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 138)

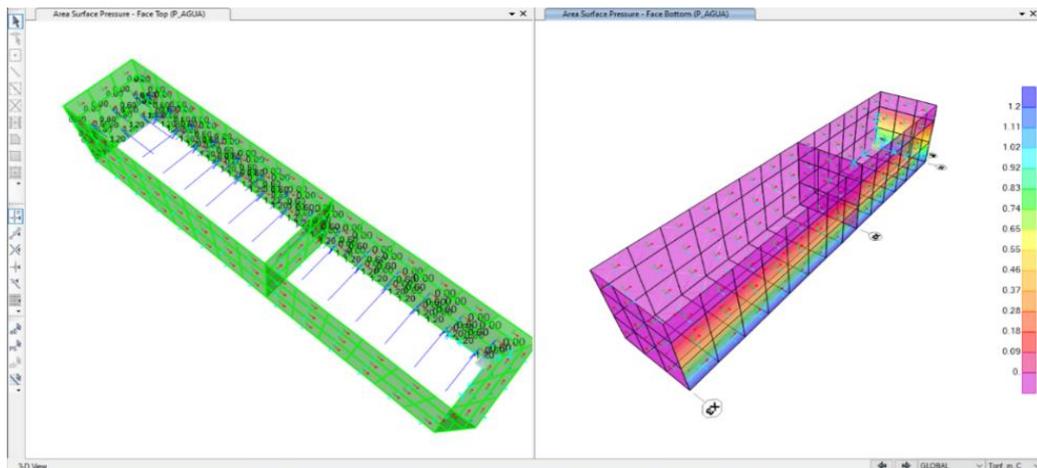
Figura 29 : Cargas de presión lateral del suelo (lado exterior).



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 30 se observa la presión lateral hidrostática (lado interior) en el diseño estructural de los birreactores de membrana por lo que es idóneo para mejorar la calidad de las aguas de PTAR (asimismo ver anexo 4 pág. 138).

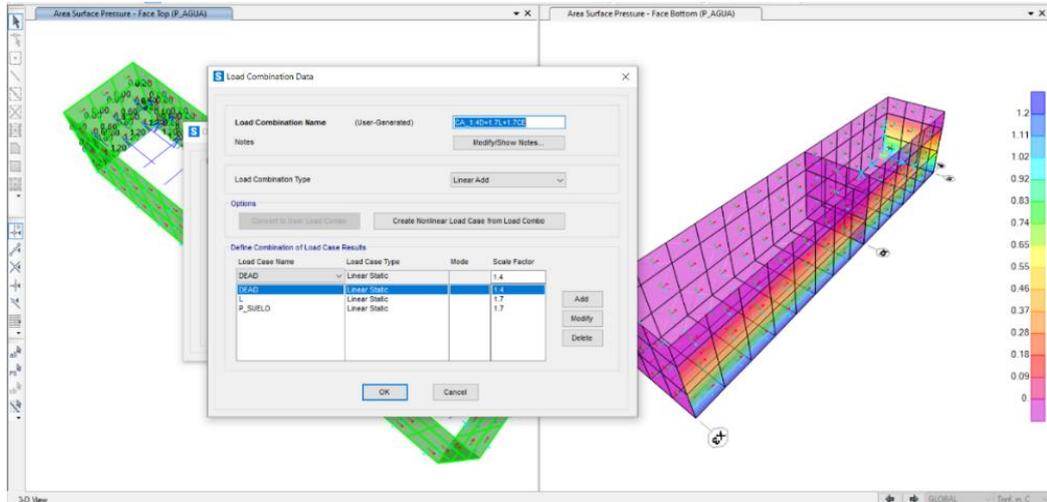
Figura 30 : Cargas de presión lateral hidrostática



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 31 se observa las combinaciones de carga en el diseño estructural de los birreactores de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 139).

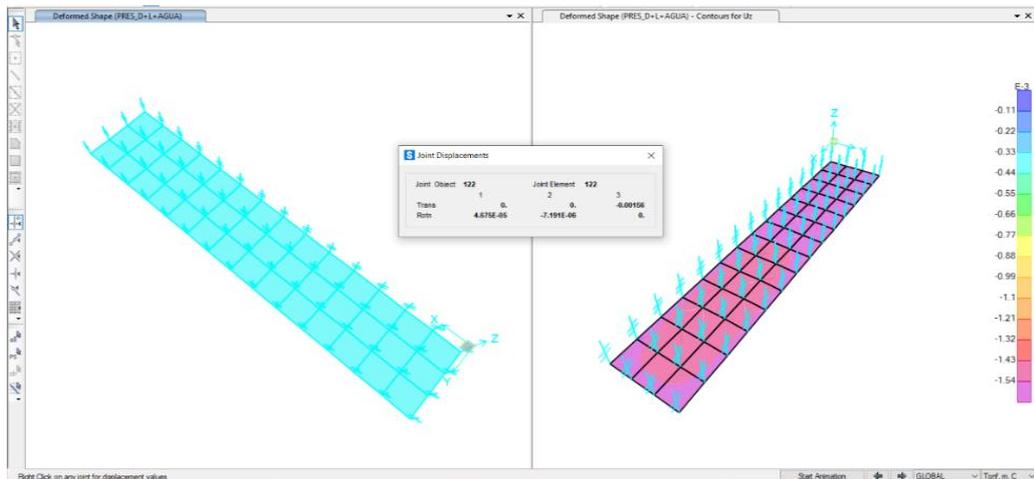
Figura 31 : Combinaciones de carga



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 32 se observa las presiones por carga de gravedad en el diseño estructural de los birreactores de membrana el cual tiene un valor de $0.30 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2$ (capacidad del terreno conservador) (asimismo ver anexo 4 pág. 139)

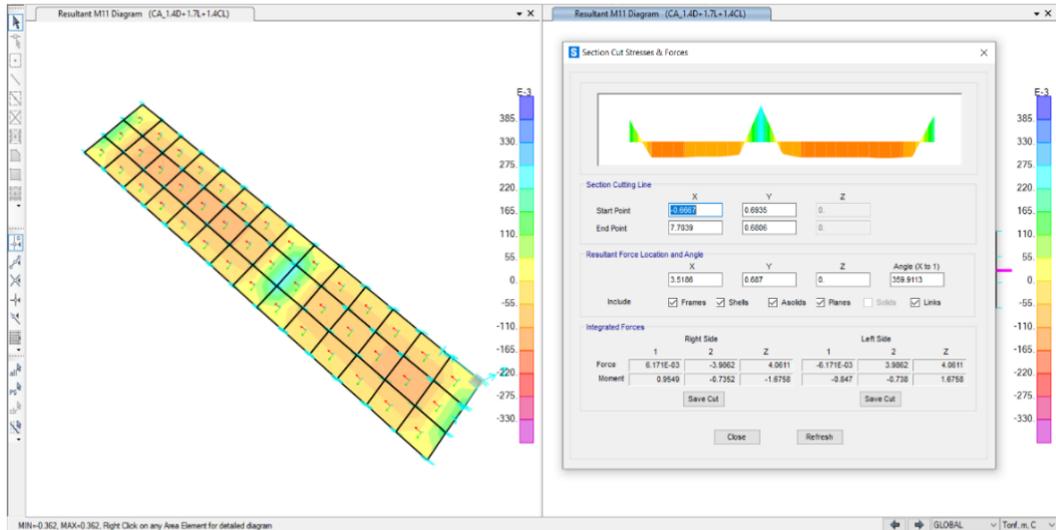
Figura 32 : Presiones por carga de gravedad



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 33 se observa el diagrama de momentos m11 y m22 en la cimentación (sup. $\varnothing 1/2'' @ 0.20m$; inf. $\varnothing 1/2'' @ 0.20m$) en el diseño estructural de los birreactores de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 140).

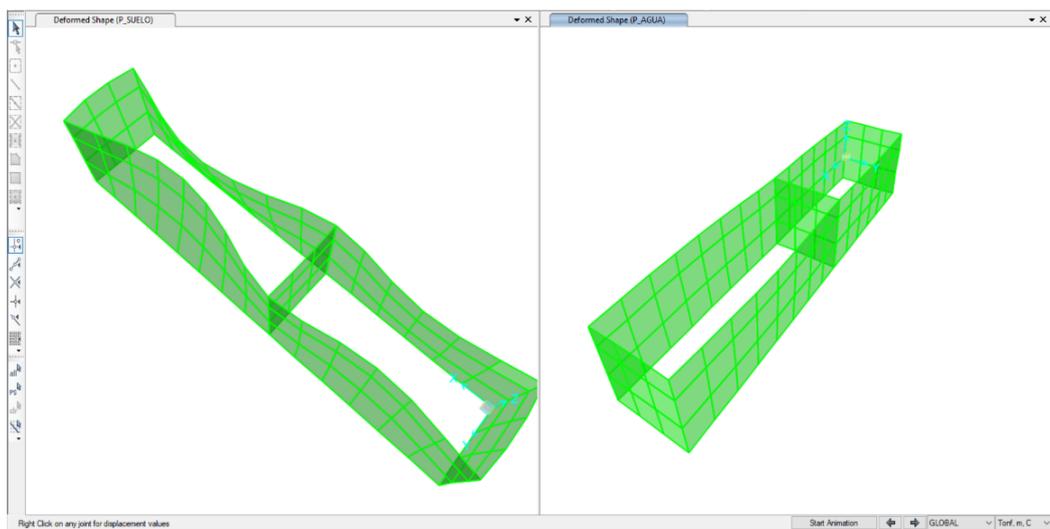
Figura 33 : Diagrama de momentos.



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 34 se observa la deformación de la cimentación y paredes por el volumen del agua en los birreactores de membrana (asimismo ver anexo 4 pág. 140)

Figura 34 : Deformación de la cimentación y paredes

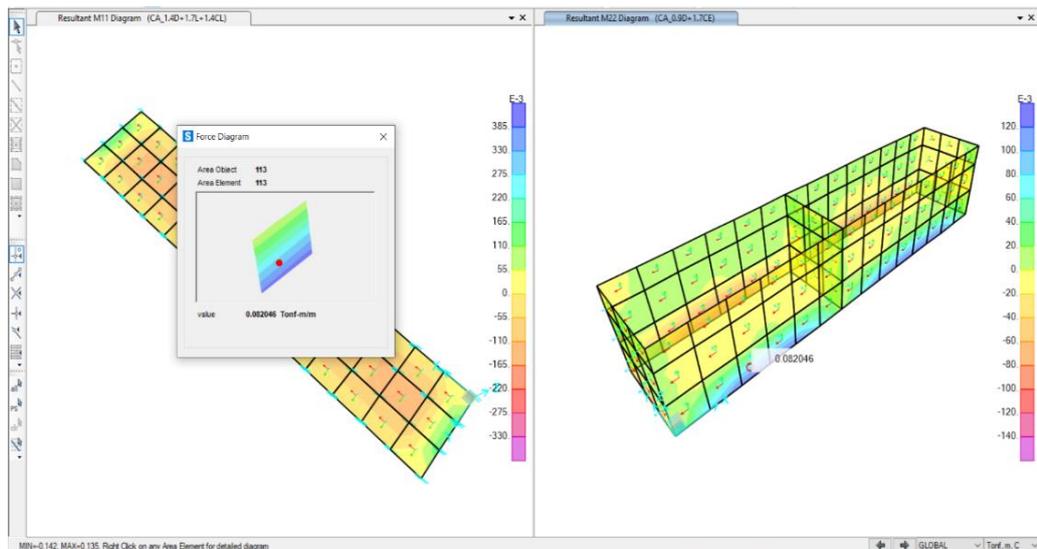


Fuente: Elaboración Propia

En la figura 35 se observa el diagrama de los momentos en los birreactores de membrana. m_{11} y m_{22} en el muro (acero horizontal $\varnothing 3/8'' @ 0.20m$; Acero vertical $\varnothing 1/2'' @ 0.20m$) (asimismo ver anexo 4 pág. 141)

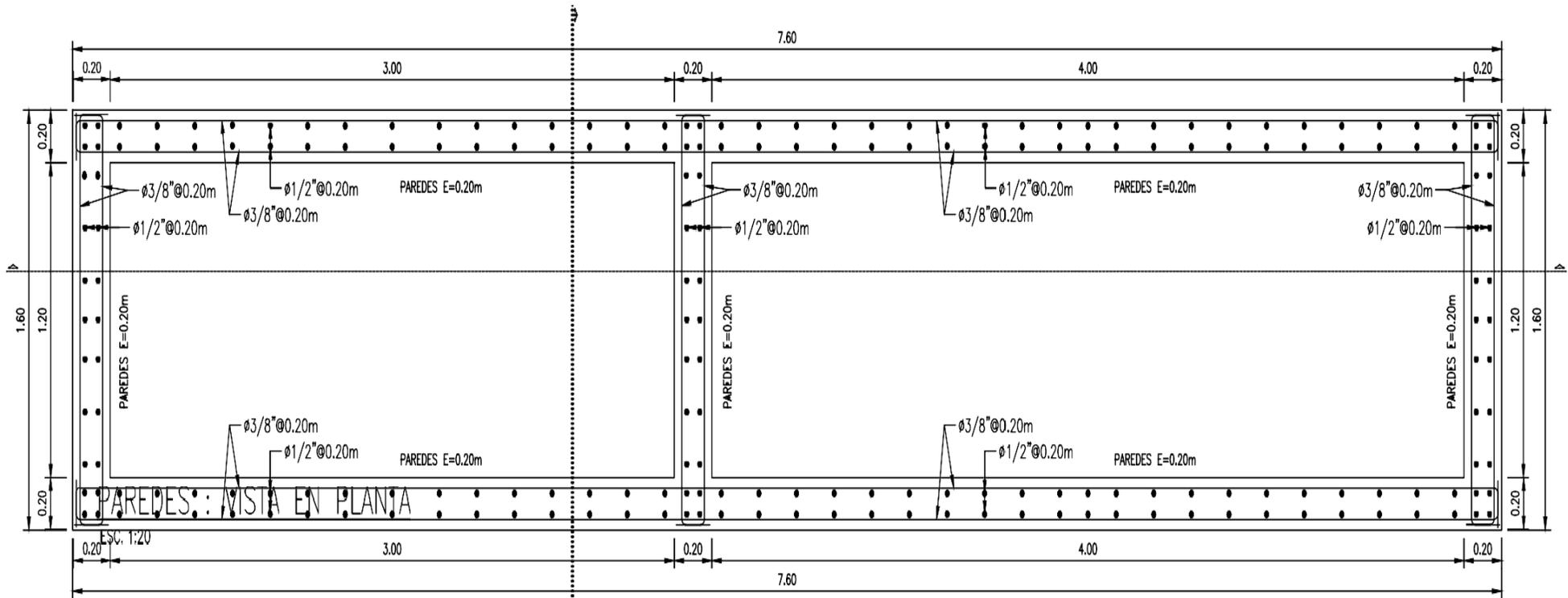
Obteniéndose el diseño final, que se plasma en los planos que se presentan líneas abajo en la figura. (Ver anexo figura 36)

Figura 35 : Diagrama de momentos



Fuente: Elaboración Propia

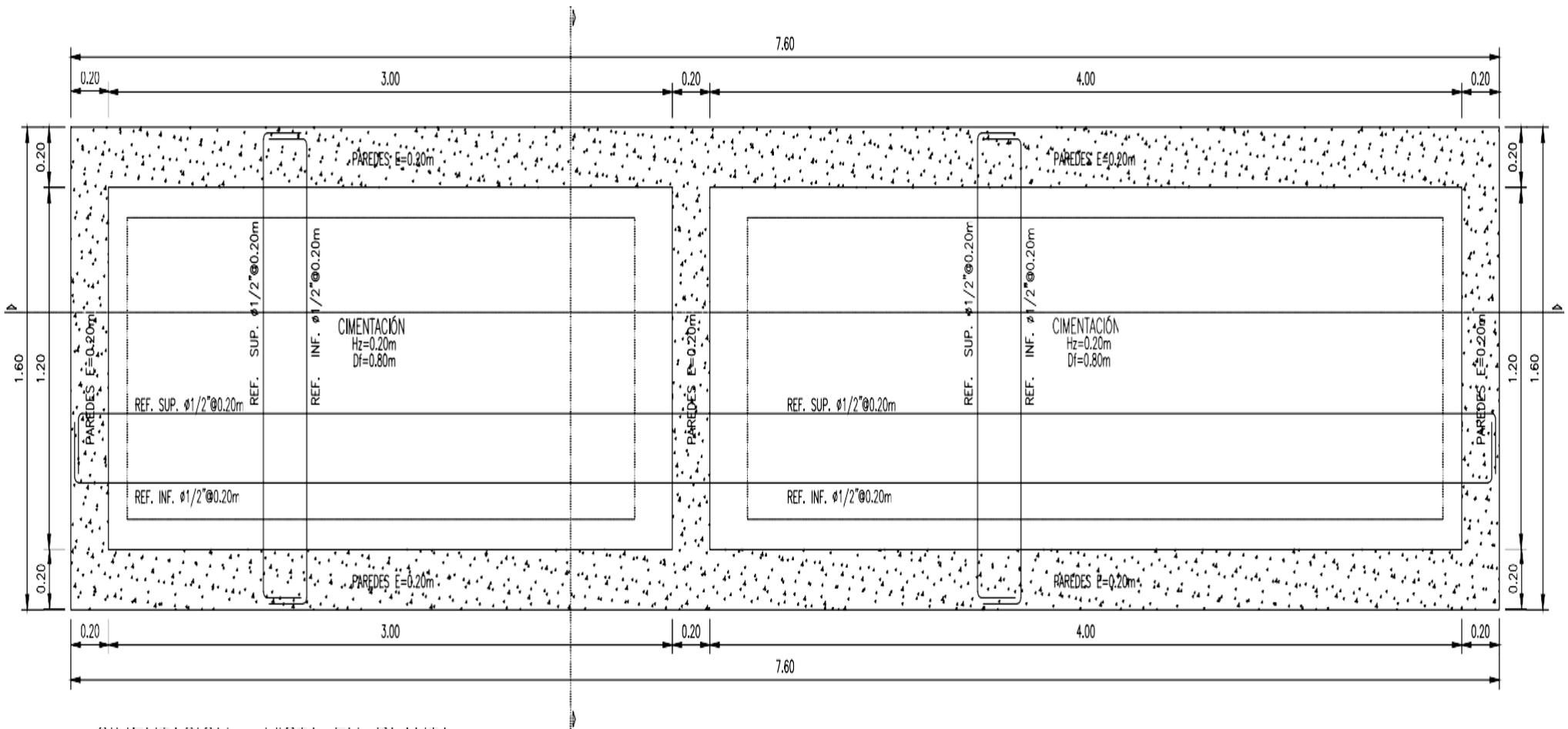
Figura 36 : Plano de detalles de estructuras.



CIMENTACION : VISTA EN PLANIA

ESC. 1:20

Fuente: Elaboración propia.



CIMENTACION : VISTA EN PLANIA

ESC. 1:20

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Primer objetivo específico

4.1.1. Evaluación de las propiedades físico químicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor.

Para mejorar la calidad de agua del efluente en la planta de tratamiento de aguas residuales se tomó la muestra del efluente de planta de tratamiento para ser llevado a laboratorio y realizar los respectivos análisis que se muestra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 11: Resultados del análisis físico químicas del efluente del PTAR

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	Límite máximo permisible según la normativa
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	240	500
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	50	300
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	205	---
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	30.03	250
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	186.2	250
Conductividad	μS/cm.	498	1500
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	382.53	---
Sólidos en Suspensión	Unidades (mg/L)	133.53	---
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	249	1000
Turbidez	UNT	29.13	5

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11 se especifica los resultados del análisis físico-químico de las aguas del efluente del PTAR, como se puede observar al no implementar el birreactor de membrana, los parámetros medidos aun no encuentran en óptimas condiciones como para el riego o reúso.

Una vez analizado la calidad de agua del efluente mediante la implementación del biorreactor de membrana se volvió a realizar el análisis físico químicos del agua ya tratado volviendo a realizar los mismos ensayos que la muestra del agua extraído de la planta de tratamiento de aguas residuales para lo cual se realizó tres veces el análisis para cada ensayo y para obtener el resultado final de la muestra experimental se promedió los tres resultados, a continuación se detalló en la tabla 12 los resultados de la muestra experimental obtenido después de la implementación del biorreactor de membrana.

Tabla 12: Resultado de la muestra de análisis fisicoquímico de la muestra experimental

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO M-1	RESULTADO M-2	RESULTADO M-3	PROMEDIO
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	160	163	158	160
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	41	39	39	40
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	65	62	63	63
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	37.54	36.32	37.2	37.02
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	156.8	155.9	154.9	155.86
Potencial de Hidrogeno	pH	8.00	8.08	8.01	8.05
Conductividad	µS/cm.	442	439	440	440
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	388.60	375.22	370.4	378.07
Sólidos en Suspensión	Unidades (mg/L)	167.60	167.51	167.49	167.53
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	222	220	221	221
Turbidez	NTU	29.18	28.99	29.05	29.07

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12 se evidencia los resultados obtenidos de la muestra experimental obtenido del efluente después de implementar el birreactor de membrana.

Para el análisis del porcentaje de mejora de la calidad del agua se realizó el análisis comparativo en base a la normativa de calidad de agua para el riego y reúso de las aguas del PTAR manejando como muestra

control y muestra experimental después de la implementación de los biorreactores del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales, a continuación, se especifica los resultados del análisis comparativo.

4.1.2. Análisis comparativo de muestra patrón y experimental

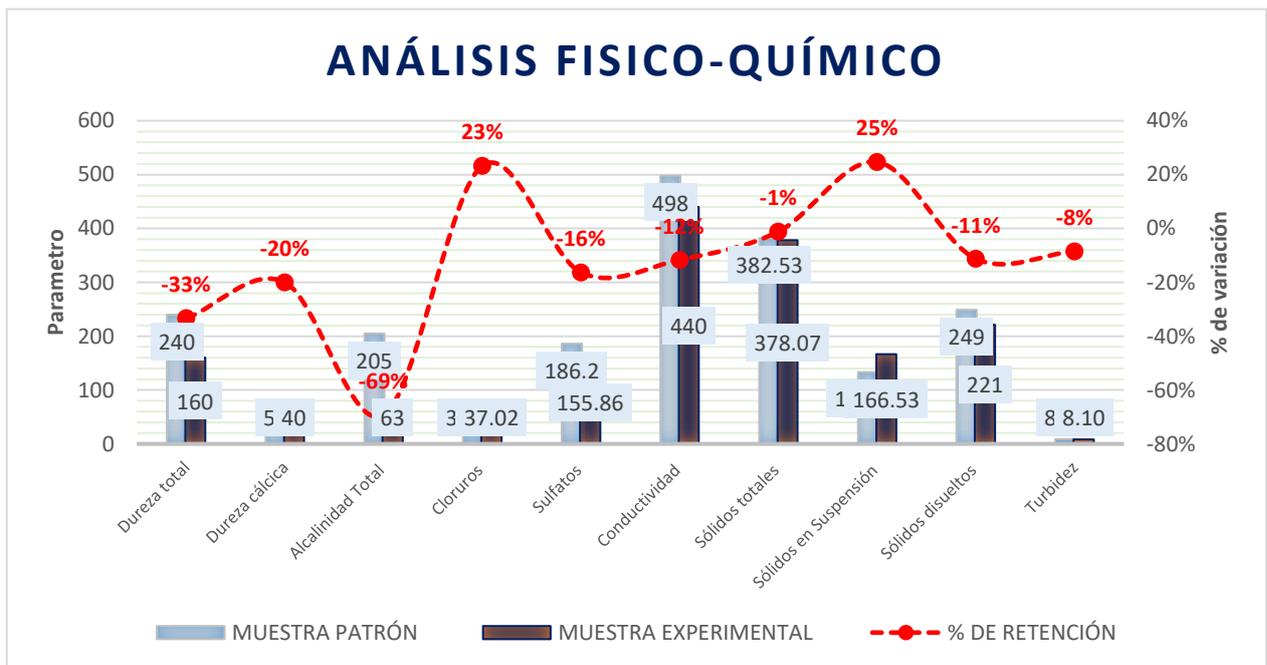
En la tabla 13 y figura 37 se especifica el análisis físico-químico de las propiedades del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales lo cual consiste en el análisis antes y después de la implementación del biorreactor de membrana, en base a los límites máximos permisibles al medir la dureza total CaCO_3 la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra en calidad media con valor de 240 mg/l y al implementar el biorreactor se mejoró a suma calidad con valor de 160 mg/l por lo que redujo un 30% de dureza total con la implementación del biorreactor, en el análisis de la dureza cálcica CaCO_3 , la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra con valor de 50 mg/l y al implementar el biorreactor se obtuvo un valor de 40 mg/l por lo que redujo un 20% de dureza cálcica con la implementación del biorreactor, en el análisis de Cloruros Cl, la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra con valor de 30.03 mg/l y al implementar el biorreactor se obtuvo un valor de 37.02 mg/l por lo que mejoró un 23% de cloruros con la implementación del biorreactor, en el análisis de sulfatos SO_4^{2-} , la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra con valor de 186.2 mg/l y al implementar el biorreactor se obtuvo un valor de 155.86 mg/l por lo que redujo un 16% de sulfatos con la implementación del biorreactor, en el análisis de conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$, la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra con valor de 498 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y al implementar el biorreactor se obtuvo un valor de 155.86 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que redujo un 16% de sulfatos con la implementación del biorreactor, en el análisis de sólidos disueltos, la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra con valor de 249 mg/l y al implementar el biorreactor se obtuvo un valor de 221 mg/l por lo que redujo un 11% de sulfatos con la implementación del biorreactor y finalmente en el análisis de Turbidez, la muestra convencional del efluente del PTAR se encuentra con valor de 29.13 mg/l y al implementar el biorreactor se obtuvo un valor de 29.07 mg/l por lo que redujo un 8% de sulfatos con la implementación del biorreactor.

Tabla 13: Resultados comparativos de la muestra patrón y experimental

PARÁMETRO	MUESTRA PATRÓN	MUESTRA EXPERIMENTAL	% DE RETENCIÓN	LMP SEGÚN LA NORMATIVA
Dureza total	240	160	33%	500
Dureza cálcica	50	40	20%	300
Alcalinidad Total	205	63	-69%	
Cloruros	30.03	37.02	23%	250
Sulfatos	186.2	155.86	-16%	250
Conductividad	498	440	-12%	1500
Sólidos totales	382.53	378.07	-1%	
Sólidos en Suspensión	133.53	167.53	25%	
Sólidos disueltos	249	221	-11%	1000
Turbidez	29.13	29.07	-8%	5

Fuente: Elaboración Propia

Figura 37 : Análisis fisicoquímico comparativo



Fuente: Elaboración Propia

4.2. Segundo objetivo específico

4.2.1. Determinación del análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.

Análisis microbiológico del efluente de PTAR

En el análisis se evalúa la cantidad de coliformes que contiene el efluente del PTAR antes de la implementación del biorreactor de membrana.

Tabla 14: Cantidad de coliformes del efluente de PTAR

MUESTRA PATRON	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	E. Coli NMP/100mL	Límites Máximos Permisibles según la norma
M-1	275.5	108.1	100 ml a 44,5 °C

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 14 representa la cantidad de coliforme que contiene el efluente del PTAR antes de la implementación del biorreactor, como se observa esta agua se encuentra fuera de los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

Para el análisis microbiológico de la muestra experimental se realizó la prueba 3 veces lo cual se promedia los 3 resultados para el análisis comparativo de los resultados antes y después de la implementación del biorreactor.

Tabla 15: Cantidad de coliformes de la prueba experimental

MUESTRA EXPERIMENTAL	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	E. Coli NMP/100mL	Límites Máximos Permisibles según la norma
M-1	1.3	1.3	100 ml a 44,5 °C
M-2	1.1	1.1	
M-3	1.0	1.0	
Promedio	1.1	1.1	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 15 los resultados obtenidos en las 3 pruebas de los coliformes totales fueron entre 1.3, 1.1, 1.0 ml cuyo promedio se obtuvo 1.1 ml por lo

que se considera dentro de los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

4.1.3.1. Análisis comparativo de muestra patrón y experimental

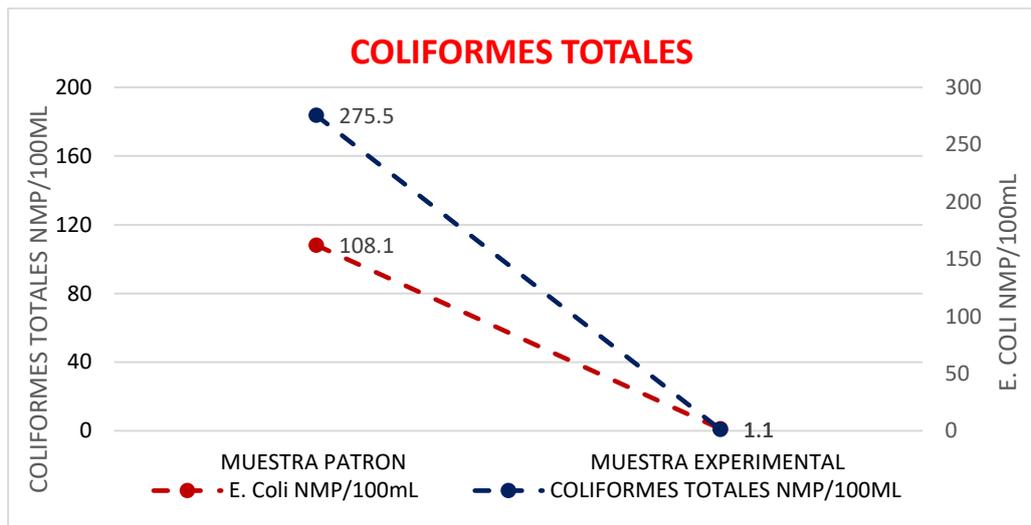
Los resultados comparativos de la muestra patrón y experimental se explica en la tabla 16.

Tabla 16: Resultados comparativos de la muestra patrón y experimental

MUESTRA	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	E. Coli NMP/100mL	Límites Máximos Permisibles según la norma
MUESTRA PATRON	275.5	108.1	100 ml a 44,5 °C
MUESTRA EXPERIMENTAL	1.1	1.1	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 38: Análisis comparativo de coliformes



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16 y figura 38 se especifica el porcentaje de retención de cantidad de coliformes antes de la implementación del biorreactor y después de su implementación, en la muestra patrón se obtuvo 108.1 ml de coliformes totales por lo que podemos observar encontrándose fuera de los parámetros máximos que se permiten de parámetros microbiológicos y parasitológicos y al implementar el biorreactor se obtuvo 1.1 ml por lo que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos y asimismo la cantidad de coliformes se redujo con en un 99%.

4.3. Tercer objetivo específico

4.3.1. Identificación los efectos del pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana.

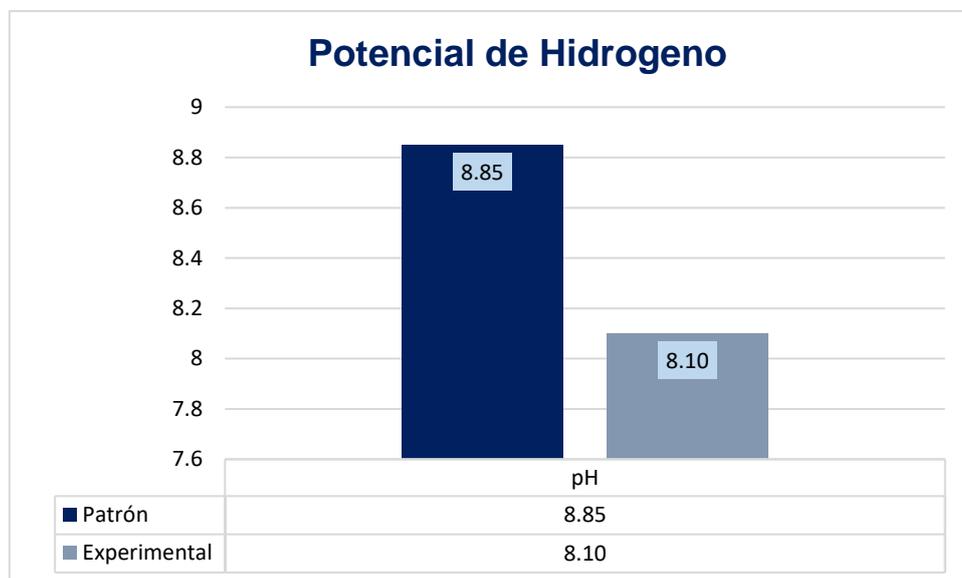
La evaluación del pH del efluente se realizó a través del análisis comparativo de las muestras de agua extraída del efluente del PTAR y muestras experimentales de agua ya tratadas en laboratorio con implementación de biorreactores cuyos resultados se muestra a continuación en la tabla 17.

Tabla 17: Resultados comparativos del pH

MUESTRA	pH	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE SEGUN LA NORMA
Patrón	8.85	6.5 a 8.5
Experimental	8.10	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 39: Análisis comparativo del pH



Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17 y figura 39 se especifica el pH del agua del efluente del PTAR antes y después de la implementación del biorreactor, en el análisis de la muestra patrón se obtuvo pH de 8.85 por lo que según la normativa se encuentra fuera de los límites máximos permisibles y al implementar el

bioreactor se obtuvo el pH de 8.10 lo cual se encuentra dentro de los límites máximos permisibles por lo que el pH de agua del efluente redujo en un 99%.

4.4. Contratación de hipótesis

4.4.1. Hipótesis específica 1 (prueba del investigador)

La implementación del Biorreactor de Membranas (BRM) modifica de manera significativa las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales, en la Provincia de Junín.

Propuesta estadística en la prueba de hipótesis

Consiste en la contrastación de esta hipótesis se realizó una confrontación de todas las cotizaciones obtenidas del análisis fisicoquímico obtenido del análisis del efluente antes de la implementación del biorreactor y después de la implementación del biorreactor para lo cual las muestras analizadas son la muestra del grupo control y la muestra del grupo experimental del efluente de planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Junín.

Hipótesis Nula (H₀): No hay diferencias significativas al comparar las medianas de los valores del análisis fisicoquímico de agua del efluente de la muestra del grupo patrón y la muestra del grupo experimental.

$\mu_{AF1} = \mu_{AF2} = \mu_{AF3} = \mu_{AF}$ de la muestra patrón.

Hipótesis Alternativa (H_a): si hay diferencias significativas al comparar las medias de los valores del análisis fisicoquímico de agua del efluente de la muestra del grupo patrón y la muestra del grupo experimental.

Existe al menos uno/ $\mu_{AFi} \neq \mu_{AF}$ muestra patrón

Donde μ_{AFc} , es (análisis fisicoquímico)

Ensayo estadístico

La variable respuesta en el análisis fisicoquímico es de forma cuantitativa con una variable independiente denominado también factor de tipo numérica con representación de tipo de diseño y el porcentaje retención la calidad del agua del efluente al implementar el bioreactor de membrana.

Apreciación de las pruebas:

- La prueba de hipótesis se realizó por cada análisis físico químico de la muestra del grupo patrón y muestra del grupo experimental
- Todas las pruebas ya mencionadas son asumidas por un valor con significancia del 0.05 aceptando la hipótesis nula y el valor de significancia en la que la prueba realizada es en gran cantidad al valor de significancia asumido

Comprobación de tranquilidad del análisis físico químico

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 18: Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad							
Parámetro	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
	dureza total	,313	6	,067	,714	6	,009
	dureza cálcica	,270	6	,196	,808	6	,069
	alcalinidad total	,316	6	,062	,695	6	,006
	Cloruros	,315	6	,063	,742	6	,017
Análisis	Sulfatos	,319	6	,057	,707	6	,007
físico	potencial de hidrogeno	,305	6	,085	,788	6	,046
mecánicas	Conductividad	,307	6	,079	,722	6	,010
	solidos totales	,279	6	,160	,929	6	,573
	sólidos en suspensión	,318	6	,059	,708	6	,008
	solidos disueltos	,300	6	,098	,748	6	,019
	Turbidez	,268	6	,200*	,889	6	,315

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 18 según las consecuencias de la prueba con la normalidad de Shapiro Wilk, con los valores obtenidos de significancia son menores a 0.05, por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los datos en todos del análisis no siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Al no cumplir la repartición normal se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis

Tabla 19: Prueba Kruskal–Wallis del análisis fisicoquímico

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
análisis fisicoquímicos	
H de Kruskal-Wallis	64,834
Gl	21
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Parámetro

	Hipótesis nula	prueba	Sig.,	decisión
1	La distribución de los análisis fisicoquímicos es la misma entre las categorías de parámetro.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 19 en los productos de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis indican que, con un nivel de aceptación del 5%, ya que hay pruebas reales y evidencias necesarias para la aceptación de la hipótesis del investigador, se debe a que el valor significancia de la prueba entre los grupos es igual a 0.000 y es menor a 0.05, por ende, existe diferencias significativas entre las medianas del análisis fisicoquímico de agua del efluente del PTAR antes y después de su implementación de biorreactor de membrana para mejorar la calidad del agua.

4.4.2. Hipótesis específica 2 (prueba del investigador)

La implementación del Biorreactor de Membranas (BRM) varía de manera significativa la cantidad de coliformes en los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la Provincia de Junín.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

Para la contratación de esta hipótesis se realizó una comparación de todos los valores obtenidos del análisis de cantidad de coliformes totales obtenido del análisis del efluente antes de la implementación del biorreactor y después de la implementación del biorreactor para lo cual las muestras analizadas son la muestra del grupo control y la muestra del

grupo experimental del efluente de planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Junín.

Hipótesis Nula (Ho): No hay diferencias significativas al comparar las medianas de la cantidad de coliformes totales analizadas de agua del efluente de la muestra del grupo patrón y la muestra del grupo experimental.

$$\mu_{CT1} = \mu_{CT2} = \mu_{CT3} = \mu_{CT} \text{ de la muestra patrón.}$$

Hipótesis Alternativa (Ha): si hay diferencias significativas al comparar las medianas de la cantidad de coliformes totales analizadas de agua del efluente de la muestra del grupo patrón y la muestra del grupo experimental.

Existe al menos uno/ $\mu_{CTi} \neq \mu_{CT}$ muestra patrón

Donde μ_{CTc} , es (análisis de coliformes totales)

Prueba de normalidad del análisis de cantidad de coliformes totales

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 20: Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coliformes totales	,319	6	,056	,683	6	,004
E. Coliformes	,319	6	,056	,684	6	,004

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 según los rendimientos mostrados en las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk, con los valores de significancia de menor a 0.05, por ello, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los datos en todos del análisis que no se consigue la distribución de forma normal a un nivel de significancia del 5%.

Al no cumplir la distribución normal se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis

Tabla 21: Prueba Kruskal–Wallis del análisis de cantidad de coliformes

Hipótesis nula	prueba	Sig.,	decisión
1 La distribución de coliformes totales es la misma entre las categorías de coliformes.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,046	Rechazar la hipótesis nula
2 La distribución de E. Coliformes es la misma entre las categorías de coliformes.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,050	Rechazar la hipótesis nula

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 21 en los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis indican que, con un nivel de significancia del 5%, se encuentra la evidencia suficiente para admitir la hipótesis del investigador, ya que el valor significancia del valor entre los dos grupos es igual a 0.046 y 0,050 lo cual es menor a 0.05, por ende, existe diferencias significativas entre las medianas del análisis de la cantidad de coliformes de agua del efluente del PTAR antes y después de su implementación de biorreactor de membrana para mejorar la calidad del agua.

4.4.3. Hipótesis específica 3 (prueba del investigador)

El pH del efluente varía significativamente en la planta de tratamiento de aguas residuales con implementación del Biorreactor de Membranas (BRM) varía con respecto a una convencional.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

Para la contratación de esta hipótesis se realizó una comparación de todos los valores obtenidos de la evaluación del pH obtenido del efluente antes de la implementación del biorreactor y después de la implementación del biorreactor para lo cual las muestras evaluadas son la muestra del grupo control y la muestra del grupo experimental del efluente de planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Junín.

Hipótesis Nula (Ho): No hay diferencias significativas al comparar las medianas del pH del efluente analizadas de la muestra del grupo patrón y la muestra del grupo experimental.

$\mu_{CT1} = \mu_{CT2} = \mu_{CT3} = \mu_{CT}$ de la muestra patrón.

Hipótesis Alternativa (Ha): si hay diferencias significativas al comparar las medianas del pH del efluente analizadas de la muestra del grupo patrón y la muestra del grupo experimental.

Existe al menos uno $\mu_{pHi} \neq \mu_{pH}$ muestra patrón

Donde μ_{pHc} , es (pH del efluente)

Prueba de normalidad del análisis de cantidad de coliformes totales

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 22: Prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PH del efluente	,298	6	,103	,831	6	,109

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 22 según las conclusiones posteriores a las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk los valores de significancia de la evaluación del pH del efluente son mayores al 0.05, por lo tanto, concluimos que los datos son de origen a una distribución normal con una significancia de 5% y aceptamos la hipótesis nula.

Aceptado la hipótesis nula mediante la prueba de normalidad se procede a determinar el ensayo de similitud de varianzas por el estadístico Levene.

Prueba del supuesto de Homogeneidad el pH de suelo

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos.

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los grupos.

Tabla 23: Prueba de homogeneidad

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
PH del	Se basa en la media	8,181	1	4	,046
efluente	Se basa en la mediana	1,903	1	4	,240
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,903	1	2,029	,300
	Se basa en la media recortada	7,458	1	4	,052

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 23 conforme con los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, es basada en la media indican el valor de significancia que es de 0.046 es menor a 0.05, se elimina la hipótesis nula y podemos decir que un nivel de significancia del 5% ya que no existe igualdad de varianzas las muestras del grupo patrón y grupo experimental.

Al haber aprobado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las términos variables procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor.

Tabla 24: Prueba de ANOVA de un factor

ANOVA					
PH del efluente					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,667	1	,667	51,020	,002
Dentro de grupos	,052	4	,013		
Total	,719	5			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 24 las conclusiones en los resultados indican en la prueba que, con un nivel del 5% de significancia, se encuentra evidencia con suficiente aceptación en la hipótesis del investigador, debido a que el valor significancia de la prueba entre grupos es igual a 0.002 y es menor a 0.05, por ende existe diferencias significativas entre las medias de la evaluación del pH del efluente de las muestras del grupo patrón y grupo experimental.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados con antecedentes

OG

En relación al objetivo general planteado: Se obtuvo en las pruebas experimentales, que la implementación de biorreactor de membranas mejoran la calidad del agua de los efluentes del PTAR, al respecto lo demostró los autores Bohòrquez & Sarmiento (2017) en tu tesis titulado “Análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de aguas residuales y posible implementación en Colombia” citado como antecedente internacional, afirma que al analizar la tecnología del uso de los biorreactores de membrana mejora la calidad del agua del afluente mediante la llegada a través de 2 colectores de diámetro de 24 pulg.

OE1

En relación al primer objetivo específico, se considera que al realizar un comparativo entre los análisis fisicoquímico de la muestra patrón evaluado antes de la implementación de biorreactor y muestra experimental evaluado después de la implementación del biorreactor se afirma que el biorreactor mejora la turbidez del efluente con retención de -0.002%, los sólidos en suspensión con retención de -0.11 y los sólidos en suspensión con retención de 0.25% mientras que el autor Corado (2016) en sus tesis titulado “Diseño de un biorreactor de membrana para la regeneración de las aguas residuales en un establecimiento hotelero” citado como antecedente internacional demuestra que el diseño del

biorreactor de membrana elimina la turbidez con un aproximado del 98% al 100%.

Al respecto el autor (Corado Revolorio, 2019) citado como antecedente internacional en su investigación titulada “Diseño de un biorreactor de membrana para la regeneración de las aguas residuales en un establecimiento hotelero” demostró que las plantas de tratamiento mediante biorreactor de membrana ha demostrado que la eficiencia de la eliminación de turbidez puede estar entre 98 – 100 % esto es < 1 UNT, asimismo el autor (Bohórquez Rincón & Sarmiento Higuera, 2017) citado como antecedente internacional en su tesis titulado “análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de aguas residuales y posible implementación en Colombia” afirmaron “según sus comparaciones realizadas entre en tratamiento convencional de lodos activados y el sistema de MBR destacamos una serie de ventajas como son, el espacio requerido para una PTAR con sistema MBR va a ser menor que una convencional, la calidad del efluente va a ser mayor; se le puede dar un reusó al agua tratada con el MBR”. Finalmente, como se observa los resultados determinados de las propiedades fisicoquímicas del efluente de un PTAR son consistentes con los resultados de los antecedentes así mismo por medio de la prueba de hipótesis se demuestra que la implementación de biorreactor mejora la calidad de agua del efluente.

OE2

En relación al segundo objetivo específico, se especifica que en el análisis de la existencia de coliformes totales de la muestra patrón evaluado antes de la implementación del biorreactor y muestra experimental evaluado después de la implementación del biorreactor, reduce con retención de -0.99%, el cual se afirma que la implementación de biorreactor de membrana es muy eficiente para la eliminación de coliformes que puede existir en las aguas del efluente del PTAR del distrito de Junín.

Al respecto el autor (Vásquez R, 2020) citado como antecedente internacion en su investigación titulado “Estudio de biorreactor de membrana para el tratamiento de aguas residuales urbanas” afirmo que que el porcentaje promedio de eliminación global de nitrógeno y fósforo total fueron de 34 y 40%,

respectivamente, asimismo el autor (Montero Pomalaya, 2018) citado como antecedente nacional en su investigación titulada “Tratamiento de aguas residuales mediante la tecnología de filtro de turba en el centro urbano del barrio Maravilla-distrito de Pilcomayo-Provincia de Huancayo-Junín” demostró que al verter las aguas tratadas con las siguientes características en 31.13 mg/l de DBO5, 35.38 mg/l de DQO y 21.38 mg/l de sólidos en suspensión, cumpliendo con la normativa vigente, finalmente como se observa los resultados de la cantidad de coliformes determinados son consistentes con los resultados de los antecedentes así mismo por medio de la prueba de hipótesis se demuestra que la implementación de biorreactor mejora la cantidad de coliformes del agua del efluente.

OE3

En relación al tercer objetivo específico planteado como resultado se tiene que el pH del agua del efluente mejora con una retención de -0.085, dicha retención se afirma mediante las especificaciones técnicas el cual menciona que el parámetro del potencial de hidrogeno del agua para el riego y rehusos debe ser 6 al 9 por lo cual, se afirma que nos encontramos dentro del parámetro ya que en la prueba de la muestra experimental se obtuvo el pH del efluente de 8,05.

Al respecto los autores (Prats Rico & Trapote Jaume) citado como antecedente internacional en su investigación titulada “Tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación acoplada a un MBR para minimizar el ensuciamiento de la membrana y obtener efluentes de alta calidad” demostraron que durante “todas las fases de operación los valores de conductividad en el afluente fluctuaron desde 2040 hasta 4010 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el licor mezcla desde 2070 hasta 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que en el efluente desde 2100 hasta 3640 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores medios de conductividad en el afluente durante las fases de 0, 5, 10 y 15 A/m^2 fueron de 2829 ± 431 , 2873 ± 160 , 2659 ± 138 y 2870 ± 140 , respectivamente, mientras que para el efluente presentaron valores medios de 2539 ± 330 , 2448 ± 73 , 2322 ± 112 y 2456 ± 204 , respectivamente” y asimismo en los valores del pH en el afluente” durante todas las fases de operación fluctuaron desde 6,85 hasta 7,93, en el licor mezcla desde 6,69 hasta 7,85, mientras que en el efluente desde 6,86 hasta 7,96. Los valores medios de pH en el afluente

durante las fases de 0, 5, 10 y 15 A/m² fueron de $7,50\pm 0,19$, $7,15\pm 0,17$, $7,28\pm 0,15$ y $7,49\pm 0,14$, respectivamente, mientras que para el efluente presentaron valores medios de $7,36\pm 0,31$, $7,40\pm 0,34$, $7,37\pm 0,32$ y $7,42\pm 0,27$ ” mientras que en esta investigación lo valores del pH obtenido del efluente es 8.05, asimismo el (Moran Villela, 2018) citado como antecedente internacional en su investigación titulado “Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz” afirmo que el sistema propuesto para el tratamiento de aguas residuales alcanzará un 88.62%, de eficiencia global de remoción de la carga contaminante. Finalmente, como se observa los resultados determinados del pH del efluente son consistentes con los resultados de los antecedentes así mismo por medio de la prueba de hipótesis se demuestra que la implementación de biorreactor mejora el pH del agua del efluente.

CONCLUSIONES

- Para evaluar la eficiencia de la tecnología del biorreactor de membrana se elaboró un diseño cuyas dimensiones totales es de largo=7.60m x ancho=1.60m alto x 1.80m y el número total de tanques calculados es 1 por lo cual de acuerdo a la información recopilada se afirma que estos biorreactores son muy eficientes para mejorar la calidad del agua que sale por el efluente del PTAR y así poder reutilizarlo en los sectores agrícolas y sectores urbanos del distrito de Junín.
- En el análisis fisicoquímico del efluente del PTAR se obtuvo una gran mejora de la calidad del agua ya que en un inicio antes de la implementación del biorreactor se obtuvo resultados en los Sólidos disueltos 249 mg/l y después de la implementación del biorreactor bajo hasta 221 mg/l y asimismo en la turbidez en la prueba inicial se obtuvo de 29.18 NTU y en la prueba final se obtuvo una turbidez de 28.99 NTU por lo cual se afirma que los biorreactores de membrana mejoran la calidad de las aguas del efluente.
- Mediante el análisis comparativo de la evaluación de la existencia de coliformes totales en el efluente se obtuvo en la prueba inicial antes de la implementación de biorreactor un total de coliformes 275.5 NMP/100ML y E. Coli NMP/100ML de 108.1. En la prueba final después de la implementación de biorreactor se obtuvo la cantidad de coliformes totales NMP/100ML=1.1, E.Coli NMP/100ML=1.1 por ende se afirma que los biorreactores de membrana son muy eficientes para eliminar la cantidad de coliformes que puede existir en las aguas del efluente del PTAR.
- En la evaluación del pH de las aguas del efluente del PTAR en la prueba final antes de la implementar del biorreactor de membrana se obtuvo un pH de 8.85 y al implementar el biorreactor de membrana en la prueba final se obtuvo un pH de 8.05 el cual se firma que la implementación del biorreactor es muy eficiente para el mejoramiento de las aguas y ser reutilizados.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar un estudio insondable de los posibles usos de las aguas residuales tratadas con la implementación de biorreactores de membrana y así poder implementar una normativa que exija los parámetros de la calidad en la reutilización de recurso hídrico y así no desperdiciar el agua.
- Aplicar esta investigación en la ejecución de un proyecto de para abastecer para el uso de riego a los pobladores con escasas de agua.
- Implementar más de 2 biorreactores para el tratamiento de las aguas residuales y así obtener la mejora del agua del efluente en su totalidad.
- Se debe tomar precauciones antes del muestreo de las aguas del efluente, así como, lavarse las manos antes y después del muestreo, evitar el contacto con los ojos con los implementos usados y evitar el consumo de los alimentos en el transcurso de la toma de muestra.
- Capacitar a las comunidades campesinas sobre un correcto uso y manejo de las aguas residuales ya que con la tecnología de los biorreactores es posible su reutilización y así evitar el desperdicio de lo más mínimo de las aguas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADITIVO MODIFICADOR DE VISCOSIDAD PARA APLICACIONES DE concreto bajo agua-EUCO AWA. S.A., QSI Perú. 2019. 2019, pág. 2.
2. Ahumado Theoduloz, Gerardo. 2015. Tratamiento y disposición de aguas residuales de plantas de tratamiento de agua potable en Chile. Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Universidad de Chile. Santiago de Chile : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
3. Aliaga Quispe, Johny. 2017. Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las Provincias de Concepción, Chupaca y Jauja. Facultad de Ingeniera, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
4. Alvarez Da Costa, Ana Alicia. 2009. PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE UNA PLANTA DETRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES. Ingenieria Quimica , Universidad Simón Bolivar . Sartenejas : s.n., 2009. Tesis de Pregrado .
5. Apaza Hito, Danny Samir. 2018. "DURABILIDAD DEL CONCRETO ELABORADO EN BASE A LA CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) CON CEMENTO PORTLAND, ANTE AGENTES AGRESIVOS". Facultad de ingeniería civil, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2018. Pregrado.
6. Arrieta Zapata, Ronald Kenyo y Medina Cordova, Daniel Eduardo. 2019. Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de Procedencia Nacional". Facultad d eciencias e Ingenieria , Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2019. Pregrado.
7. Bohorquez Rincon, Cesar Giovanni y Sarmiento Higuera, Diego Armado. 2017. Análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de aguas residuales y posible implementación en Colombia. Facultad de Ingenieria, Universidad Catolica de Colombia. Bogota : s.n., 2017. Tesis Pregrado.
8. Bohorquez Rincon, Cesar Giovanni y Sarmiento Higuera, Diego Armado. 2017. Análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de aguas residuales y posible implementación en Colombia. Facultad de Ingeniería, Universidad Catolica de Colombia. Bogota : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
9. Bohòrquez Rincòn, Cesar Giovanni y Sarmiento Higuera, Diego Armado. 2017. Análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de

- aguas residuales y posible implementación en Colombia. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
10. Bohórquez Rincón, Cesar Giovanni y Sarmiento Higuera, Diego Armando. 2017. Análisis del uso de biorreactores de membrana para tratamiento de aguas residuales y posible implementación en Colombia . Facultad de Ingeniería , Universidad Católica de Colombia . Bogotá : s.n., 2017. Tesis de Pregrado .
 11. Bohórquez Rincón, César Giovanni y Sarmiento Higuera, Diego Armando. 2017. ANÁLISIS DEL USO DE BIORREACTORES DE MEMBRANA PARATRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y POSIBLE IMPLEMENTACIÓN EN COLOMBIA. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogota : s.n., 2017. Poryecto de grado.
 12. Cabanillas Huachua, Emma Rocío. 2017. Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca . Cajamarca : s.n., 2017. Pregrado.
 13. Cardenas Saavedra, Fernando. 2018. Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en Lima Norte. Facultad de Ingenieria Civil, Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima : s.n., 2018. Tesis de Posgrado.
 14. Carrasco Díaz, Sergio. 2006. Metodología de la investigación científica. Lima : San Marcos, 2006.
 15. CONCRETO ANTIDESLAVE. CEMEX. 2015. 2015.
 16. Corado Revolorio, Hosni Irrain. 2016. Diseño de un biorreactor de membrana para la regeneración de las aguas residuales en un establecimiento Hotelero. Facultad de Ingenieria, Universida de San Carlos de Guatemala. Guatemala : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
 17. De la Cruz Mercado, Wilmer Rolando. 2014. "Influencia dela adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga-Ayacucho". Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2014. Pregrado.
 18. Del Canto, Ero y Silva Silva, Alicia. 2013. Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. Costa Rica : Ciencias, 2013.
 19. Díaz Rodríguez, Breitner. 2017. Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no estructurado, para la

- construcción de aceras en la ciudad de Trujillo. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
20. Dieguez Perales, Veronica. 2018. Propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Central de Venezuela. Caracas : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
 21. EL NITRÓGENO DEL SUELO. Ing. Florencia Benimeli, María y Lic, Plasencia, Adriana. 2019. 2019, Él nitrógeno del suelo, pág. 11.
 22. Espeniza Paz, Ramón Enrique. 2016. Planta de tratamiento de aguas residuales en San Juan de Miraflores. Facultad de Ingeniería , Universidad de Piura. Piura : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
 23. 1991. Evaluación Tecnológica de los Biorreactores de Membrana. 1991.
 24. Farinango Bilbao, Daniela Raquel. 2014. Analisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible. Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad Central del Ecuador. Quito : s.n., 2014. Tesis Pregrado.
 25. Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. 2014.
 26. Giraldo Huertas, Juan José. 2016. Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. 2016.
 27. Gonzales Orsini, Mariano Sebastian. 2016. Sporosarcina Pasteurii, una alternativa sustentable para estabilizar suelos arenosos no cohesivos de Chile. Facultad de Ingeniería, Universidad Adrés Bello . Santiago : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
 28. Gutiérrez Platas, Jorge Luis. 2015. OXIDACIÓN A ALTA TEMPERATURA EN ACEROS QUE CONTIENEN TITANIO Y BORO PARA APLICACIONES DE ESTAMPADO EN CALIENTE. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza : s.n., 2015. Posgrado.
 29. Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Lucio, Baptista. 2006. Metodología de la Investigación. México : McGraw-Hill, 2006.
 30. López Ampuero, Elisman y Mamani Copari, Juan José. 2017. "Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de conglomermiento de deshielo de la ciudad de puno". Facultad de ingeniería civil y arquitectura , "Universidad Nacional del Altiplano". Puno : s.n., 2017. Pregrado.

31. Lopez Mestanza, Enrique. 2018. Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito el Alto, Talara Piura. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2018. Tesis Pregrado.
32. Macedo Benavente, Edson Jesús y Miranda Chávez, Juan. 2016. "Diseño de concreto antideslave, para vaciados en zonas con presencia de nivel freático alto con uso de aditivos, en la ciudad de arequipa". Facultad de Arquitectura e Ingeniería civil, Universidad Católica de Santa María . Arequipa : s.n., 2016. Pregrado.
33. Marquez, Fernando Castro.
34. Maya Parra, Milena Katty. 2010. Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Bucaramanga : s.n., 2010. Pregrado.
35. Mayta Rojas, Jhonatan Wilson. 2014. "Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de huancayo". Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2014. Pregrado.
36. Metodología de la Investigación. Hernández Sampieri, Roberto. 2018. 2018.
37. MICROSÍLICE. Toxement, Euclid Group. 2016. 2016.
38. Monsalve Escobar, Lina Mercedes, Giraldo Vasquez, Laura Cristina y Maya Gaviria, Jessyca. 2012. Diseño de pavimento flexible y rígido. Facultad de Ingeniería, Universidad del Quindío. Armenia : s.n., 2012.
39. Montejo Fonseca, Alfonso. 2018. Ingeniería de Pavimentos. Bogota : Universidad Católica de Colombia, 2018.
40. Montero Pomalaya, Deyvis. 2017. Tratamiento de aguas residuales mediante la tecnología de filtro de turba en el centro urbano del barrio Maravilla-distrito de Pilcomayo-Provincia de Huancayo-Junín. Facultad de Ingeniería , Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
41. Moran Villela, Diego Josue Robin Macloni. 2015. Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapa. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar. Guatemala : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
42. Navarro Murcia, Francisco José. 2013. Lodos de Depuradora: Una visión integral para su posible Aplicación a Suelos desde una Perspectiva Agrícola. Química Agrícola. Geología y Edafología. Murcia : s.n., 2013. Tesis Doctoral.

43. Nuñez Figueroa, Mariela. 2019. Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba – Cajamarca alternativas para mejorar su tratamiento. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2019. Tesis de Posgrado.
44. Núñez Figuerosa, Mariela. 2019. "EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE CAJABAMBA - CAJAMARCA. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR SU TRATAMIENTO". Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2019. Posgrado.
45. Patiño Martínez, Pedro Elías. 2014. BIOMASA: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES. Universidad de Santander. Bucaramanga : s.n., 2014. Posgrados.
46. Quispe Cotrina, Franklin. 2019. Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales, en la reducción de la demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno en Celendín – Cajamarca. Facultad de Ciencias Agrarias , Universidad Nacional de Cajamarca . Cajamarca : s.n., 2019. Tesis de Pregrado .
47. Reyes Araujo, Wilyn. 2020. Optimización del tratamiento de aguas residuales Optimización del tratamiento de aguas residuales MBBR en la Provincia Caylloma - AQUAFIL . Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica , Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
48. Salcedo, B y Saldaña, I. 2017. Investigacion del diseño de concreto antideslave para. Facultad de ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2017. Informe de Laboratorio.
49. Samaniego Orellana, Luis Jesús Mijael. 2018. "Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto". Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : s.n., 2018. Posgrado.
50. Samaniego Orellana, Luis Jesus Mijaíl. 2018. Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
51. Valderrama Aparicio, Pedro Fernandez. 2013. MODELO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LOS COSTES GLOBALES EN FASE DE

POSTCONSTRUCCIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES DESTINADOS A ARRENDAMIENTO. 2013.

52. Vázquez R., Edgardo D. 2015. Estudio de biorreactor de membrana para el tratamiento de aguas residuales Urbanas. Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante. Vicente de Raspeig : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

Anexo 1 – Matriz de consistencia

MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON IMPLEMENTACION DE BIORREACTOR DE MEMBRANA – PROVINCIA DE JUNÍN

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué manera mejora el efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?</p>	<p>Objetivo general: Analizar la mejora del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.</p>	<p>Hipótesis general: El efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales mejora significativamente con la implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.</p>	<p>Variable Independiente: Biorreactor de membrana</p>	<p>D1: Rango de Oxígeno disuelto D2: Temperatura D3: Flujo</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo – correlacional. POBLACIÓN: El área a estudiar es en el distrito de Junín, provincia de Junín y departamento de Junín.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cómo optimizan las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?</p> <p>b) ¿En qué medida incide el análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Evaluar las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.</p> <p>b) Determinar la incidencia del análisis de cantidad de coliformes del</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) Las propiedades fisicoquímicas del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales optimizan positivamente con la implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.</p> <p>b) Los efectos del análisis de cantidad de coliformes del efluente de una planta de tratamiento de aguas</p>	<p>Variable dependiente: Efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales</p>	<p>D1: Propiedades fisicoquímicas D2: Análisis de cantidad de coliformes D3: pH del efluente</p>	<p>MUESTRA: Está conformado por el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales con la implementación de biorreactor de membrana. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio.</p>

Anexo 1 – Matriz de consistencia

<p>de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?</p> <p>c) ¿Qué efectos produce el pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín?</p>	<p>efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.</p> <p>c) Identificar los efectos del pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales con implementación de biorreactor de membrana - Provincia de Junín.</p>	<p>residuales favorecen significativamente con la implementación de biorreactor de membrana – Provincia de Junín.</p> <p>c) El pH del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales produce efectos positivos con implementación de biorreactor de membrana – Provincia de Junín.</p>			
---	---	---	--	--	--

Anexo N°02: Certificado de los Ensayos

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. BACH. HUMBERTO TUTAYA HUAMAN



**TESIS: MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
CON IMPLEMENTACIÓN DE BIORREACTOR DE
MEMBRANA – PROVINCIA DE JUNÍN**



GEO TEST V S.A.C.



DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV02@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA DEL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) GEOTEST.V@GMAIL.COM
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.
 CELULAR : 952525151-972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON IMPLEMENTACION DE BIOREACTOR DE MEMBRANA – PROVINCIA DE JUNÍN

Codigo de formato : AA-EX-01/REV.01 **N° de muestra** : M-01

Peticionario : HUMBERTO TUTAYA HUAMAN **Fuente** : PTAR-LAGUNA DE ESTABILIZACION- AFLUENTE

Ubicación : JUNIN-JUNIN-JUNIN **Ensayado por** : A.Y.G.

Fecha de análisis : DICIEMBRE 2021 **Fecha de emisión** : DICIEMBRE 2021

Hoja: 01 de 01

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	240
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	50
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	205
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	30.03
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	186.2
Potencial de Hidrogeno	pH	8.85
Conductividad	µS/cm	498
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	382.53
Sólidos en suspensión	Unidades (mg/L)	133.53
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	249
Turbidez	NTU	29.13

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

NOTAS:

- 1) Muestreo, identificación y proporción de las muestras fueron realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211 - CHILCA E-MAIL : LABDETESTV02@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA DEL PARQUE PUZO G.E.T.E.S.T.V@GMAIL.COM
 AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
 CELULAR : 952525151-972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON IMPLEMENTACION DE BIOREACTOR DE MEMBRANA – PROVINCIA DE JUNÍN
Codigo de formato : AA-EX-01/REV.01 **N° de muestra** : M-02, M-03, M-04
Peticionario : HUMBERTO TUTAYA HUAMAN **Fuente** : PTAR-LAGUNA DE ESTABILIZACION-EFLUENTE
Ubicación : JUNIN-JUNIN-JUNIN **Ensayado por** : A.Y.G.
Fecha de análisis : DICIEMBRE 2021 **Fecha de emisión** : DICIEMBRE 2021

Hoja: 01 de 01

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO		
		M-02	M-03	M-04
Dureza total	CaCO ₃ (mg/L)	160	163	158
Dureza cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	41	40	39
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/L)	65	62	63
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	37.54	36.32	37.20
Sulfatos	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	156.8	155.9	155.9
Potencial de Hidrogeno	pH	8.00	8.08	8.01
Conductividad	µS/cm	442	439	440
Sólidos totales	Unidades (mg/L)	388.60	375.22	370.40
Sólidos en suspensión	Unidades (mg/L)	167.60	166.51	165.49
Sólidos disueltos	Unidades (mg/L)	222	220	221
Turbidez	NTU	29.18	28.99	29.05

Luis Camarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

NOTAS:

- 1) Muestreo, identificación y proporción de las muestras fueron realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211 CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV02@GMAIL.COM
 REF. A UNA CUADRA DEL PARQUE PUZO GEOTEST.V@GMAIL.COM
 AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
 CELULAR : 952525151-972831911-991375093 RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON IMPLEMENTACION DE BIOREACTOR DE MEMBRANA - PROVINCIA DE JUNIN
Codigo de formato : AA-EX-01/REV.01 **N° de muestra** : M-01
Peticionario : HUMBERTO TUTAYA HUAMAN **Fuente** : PTAR-LAGUNA DE ESTABILIZACION- AFLUENTE
Ubicación : JUNIN-JUNIN-JUNIN **Ensayado por** : A.Y.G.
Fecha de análisis : DICIEMBRE 2021 **Fecha de emisión** : DICIEMBRE 2021

Hoja: 01 de 01

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
Coliformes totales	NMP/100ml	275.5
E. Coli	NMP/100ml	108.1

* Método de ensayo: Método COLILERT/ IDEXX Quanti - Tray/2000 Tabla, número mas probable (NMP) para Coliformes y E.coli

* Documento de referencia: 9221 B Standard Methods for examination of water and wastewater 18th edition, 1992 (ALPHA AWWA WPCF)


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

NOTAS:

- 1) Muestreo, identificación y proporción de las muestras fueron realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV02@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA DEL PARQUE PUZO GEO TEST V @GMAIL.COM
 AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
 CELULAR : 952525151-972831911-991375093 RUC : 20606529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON IMPLEMENTACION DE BIOREACTOR DE MEMBRANA – PROVINCIA DE JUNÍN

Codigo de formato : AA-EX-01/REV.01 **N° de muestra** : M-02, M-03, M-04

Peticionario : HUMBERTO TUTAYA HUAMAN **Fuente** : PTAR-LAGUNA DE ESTABILIZACION-EFLUENTE

Ubicación : JUNIN-JUNIN-JUNIN **Ensayado por** : A.Y.G.

Fecha de análisis : DICIEMBRE 2021 **Fecha de emisión** : DICIEMBRE 2021

Hoja: 01 de 01

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO		
		M-02	M-03	M-04
Coliformes totales	NMP/100ml	1.3	1.1	1.0
E. Coli	NMP/100ml	1.3	1.1	1.0

* Método de ensayo: Método COLILERT/ IDEXX Quanti - Tray/2000 Tabla, número mas probable (NMP) para Coliformes y E.coli

* Documento de referencia: 9221 B Standard Methods for examination of water and wastewater 18th edition, 1992 (ALPHA AWWA WPCF)


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

NOTAS:

- 1) Muestreo, identificación y proporción de las muestras fueron realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT.ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo N°03: Panel fotográfico

Fotografía N° 1: PTAR de la Provincia de Junin



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 2: Se muestra el desarenador del PTAR de Junin



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 3: Se muestra la laguna de estabilización en mal estado



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 4: Ingreso de la camara de rejas para el PTAR



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 5: *Aguas residuales del escape del PTAR, un daño ecológico.*



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 6: *Vista de la laguna de estabilizacion (PATR)*



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 7: Descarga al Rio Chacachimpa una contaminación actual



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 8: Se observa la contaminación a causa del vertimiento al Rio Chacachimpa



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 9: *Observado el daño que esta causando el efluente del PTAR al Rio Chacachimpa*



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 10: *Vista panoramica del Rio Chacachimpa, que desemboca en el Lago Chinchaycocha.*



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 11: Contaminación grave causado por el PTAR de la Provincia de Junin



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 12: Daño de la flora y fauna por el vertimiento de aguas residuales.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 13: *Contaminacion actual*



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 14: *Vertimiento del efluente del PTAR hacia el Rio Chacachimpa de la Provincia de Junin*



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE AGUA DEL PTAR DE LA PROVINCIA DE JUNIN

Fotografía N° 15: Toma de muestra para el analisis de agua (Afluente)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 16: Toma de muestra del afluente para su análisis



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 17: Preparación de recipientes para la toma de muestras.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 18: Toma de muestra del efluente en los recipientes.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 19: Análisis físico y químico – bacteriológico en los establecimientos del laboratorio de la UNCP



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 20: Análisis de aguas residuales en el laboratorio



Fuente: Elaboración propia

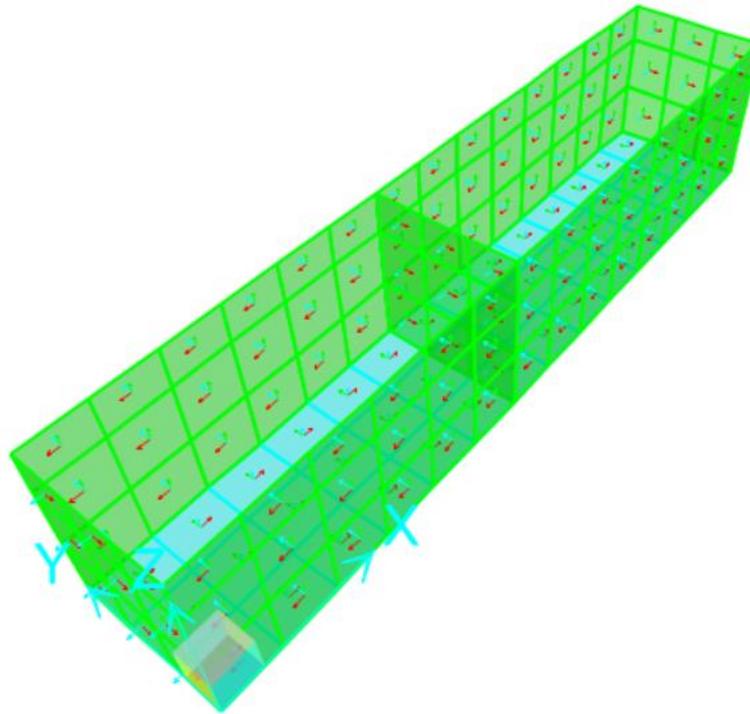
Anexo N°04: Memoria de cálculo de biorreactor

TESIS:

**MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON IMPLEMENTACION
DE BIORREACTOR DE MEMBRANA – PROVINCIA DE JUNÍN**

MEMORIA DE CÁLCULO

TANQUE



Región : JUNÍN

Provincia : JUNÍN

Distrito : JUNÍN

ÍNDICE

1. GENERALIDADES.....	132
2. CÓDIGOS Y NORMAS	132
3. PROYECTO.....	132
3.1. ESTRUCTURACIÓN	132
3.1.1. INFRAESTRUCTURA.....	132
3.1.2. CIMENTACIÓN.....	132
3.2. PARÁMETROS DE ANÁLISIS	132
3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	132
3.2.2. CARGA MUERTA.....	133
3.2.3. CARGA VIVA.....	133
3.2.4. EMPUJE LATERAL DE SUELOS (CE).....	133
3.2.5. PRESIÓN HIDROSTÁTICA (CL)	133
3.2.6. COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑOS POR RESISTENCIA.....	134
3.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	134
3.4. DISEÑO ESTRUCTURALES	134
3.4.1. DISEÑO EN CONCRETO ARMADO	134
4. MODELO EN SAP2000	135
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
6. REFERENCIAS.....	141

1. GENERALIDADES

PROYECTO	: “AMPLIACIÓN DE LAS REDES SECUNDARIAS Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE JUNÍN”
REGIÓN	: JUNIN
PROVINCIA	: JUNIN
DISTRITO	: JUNIN

2. CÓDIGOS Y NORMAS

El presente documento, ha sido diseñado de acuerdo a los requerimientos del **Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)** en sus siguientes normas:

- E.010 – Norma Técnica de Madera
- E.020 – Norma Técnica de Cargas
- E.030 – Norma Técnica Diseño Sismorresistente
- E.050 – Norma Técnica de Suelos y Cimentaciones
- E.060 – Norma Técnica de Concreto Armado
- E.070 – Norma Técnica de Albañilería
- E.090 – Norma Técnica de Estructuras Metálicas

3. PROYECTO

3.1. ESTRUCTURACIÓN

3.1.1. INFRAESTRUCTURA

El presente informe muestra el análisis y diseño estructural de lo siguiente:

- CISTERNA:
 - El tanque su uso es con fines de tratamiento de agua.
 - La estructura presenta, paredes laterales y cimentación.

Las características a detalle se muestran en los planos correspondientes de la especialidad de estructuras

3.1.2. CIMENTACIÓN

El estudio de mecánica de suelos para el presente proyecto, y demás características del terreno de fundación se muestran en el EMS adjunto.

3.2. PARÁMETROS DE ANÁLISIS

3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Concreto armado

Para el presente proyecto se consideró las propiedades físicas y mecánicas del concreto, se muestran sus características:

Descripción	Variable	Valor	Unidad
Concreto Armado			
Peso específico del concreto	γ_c	2.40	ton/m ³
Resistencia a la compresión	f_c	280.00	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto	E_c	250998.01	kg/cm ²
Peso específico del acero	γ_s	7.85	ton/m ³
Esfuerzo de fluencia - Grado 60	f_y	4200.00	kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	E_s	2.0E+06	kg/cm ²

3.2.2. CARGA MUERTA

Para la etapa del análisis y diseño del proyecto estructural deberán calcularse las cargas de los materiales tomando en cuenta lo estipulado en la norma de cargas, E.020, que forma parte del Reglamento Nacional de Edificaciones. En ese sentido, para el metrado de cargas se debería considerar el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la estructura, calculando en base a los pesos unitarios, pudiéndose emplear pesos unitarios menores cuando se justifiquen debidamente. El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

- Concreto : 2400 kg/m³

3.2.3. CARGA VIVA

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la estructura.

- No aplica para la estructura a diseñar

3.2.4. EMPUJE LATERAL DE SUELOS (CE)

El empuje lateral de suelos que afecta a la estructura se realizó considerando la profundidad del mismo, además de la sobrecarga en la superficie, tal como se muestra en el diagrama de cargas.

- $P(z=H) = K_a \cdot S/C$
- $P(z=0) = K_a \cdot S/C + K_a \cdot \gamma_s \cdot H$

3.2.5. PRESIÓN HIDROSTÁTICA (CL)

El agua contenida en la estructura genera una presión en las paredes y fondo, el cual está definido por la densidad y la altura del líquido.

- Peso específico del agua : 1.0 ton/m³
- Presión hidrostática : $\gamma_{\text{agua}} \cdot H_{\text{agua}}$

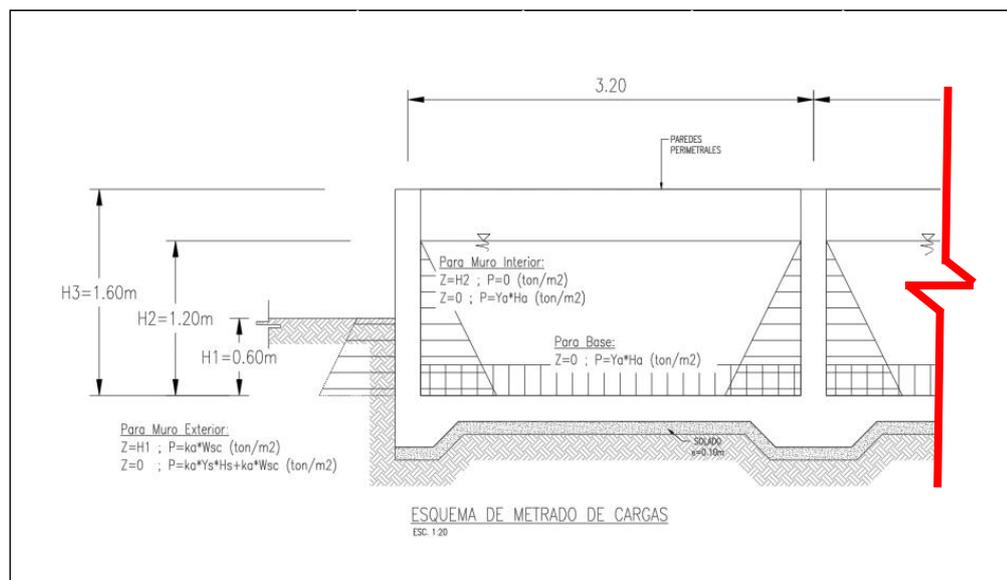


FIGURA 40 : DIAGRAMA DE CARGAS DE LA ESTRUCTURA

3.2.6. COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑOS POR RESISTENCIA

Las combinaciones de carga para diseños por resistencia, según la norma E060, debe utilizarse factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia. Se considera que las cargas actúan en las siguientes combinaciones, afín que se produzca el efecto más desfavorable en los elementos estructurales.

- COMBO-01 : 1.40 CM + 1.70 CV
 - COMBO-02 : 1.40 CM + 1.70 CV + 1.70 CE
 - COMBO-03 : 0.90 CM + 1.70 CE
 - COMBO-04 : 1.40 CM + 1.70 CV + 1.40 CL
- ENVOLV. : COMBO1+COMBO2+COMBO3+COMBO4

Dónde:

- CM : carga muerta
- CV : carga viva
- CE : empuje lateral de suelo
- CL : presión hidrostática

3.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural se realizó usando el programa SAP2000, los cuales fueron modelos matemáticos de comportamiento elástico. Se emplea un modelo tridimensional conformado por elementos bidimensionales (elementos área) unidos por medio de nudos comunes. Los elementos verticales se ligan al suelo por medio de resortes en eje Z, considerando las restricciones de traslación en el eje "X" e "Y".

Los elementos bidimensionales incluyen el efecto de membrana y de flexión.

El programa SAP2000, permite definir el peso por unidad de volumen del material y en base a las dimensiones de cada elemento, calcula el peso propio de los elementos.

La carga presión de suelo consideró una carga variable lineal en función a la densidad suelo, altura y coeficiente de empuje lateral.

3.4. DISEÑO ESTRUCTURALES

3.4.1. DISEÑO EN CONCRETO ARMADO

Para el diseño de los diferentes elementos estructurales se ha utilizado el Método de Resistencia y se ha cumplido con los criterios de diseño de la Norma Peruana de Diseño en Concreto Armado RNE-E.060, complementada por lo indicado en la Norma ACI 318.

Para el trazo de los planos se verifica que las cuantías de diseño sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la Norma E060.

4. MODELO EN SAP2000

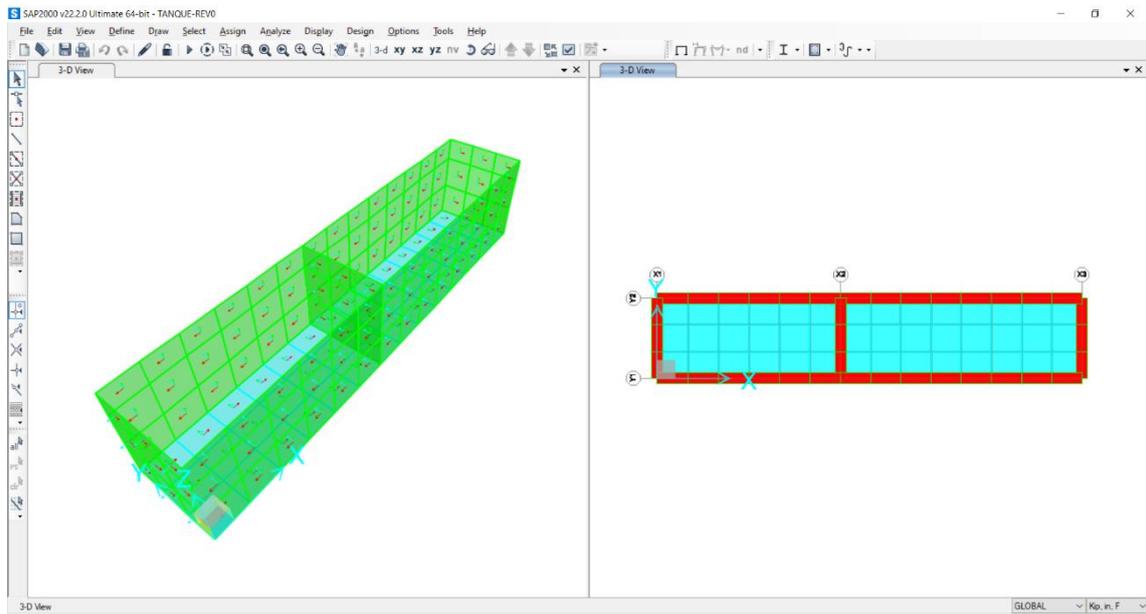


FIGURA 41 : VISTA ISOMETRICA DE LA ESTRUCTURA

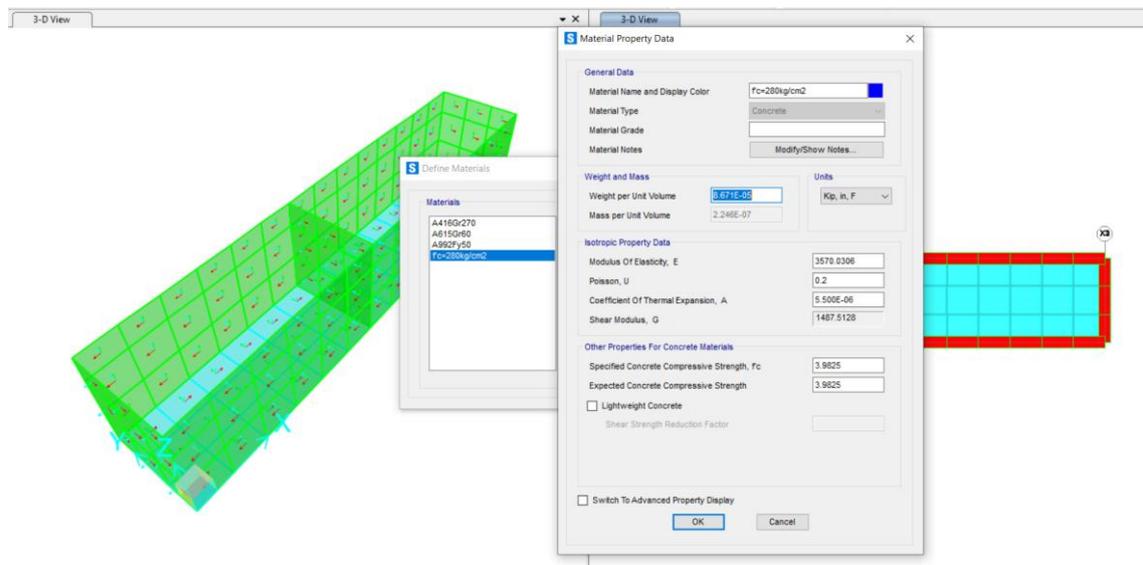


FIGURA 42 : PROPIEDADES DEL MATERIAL

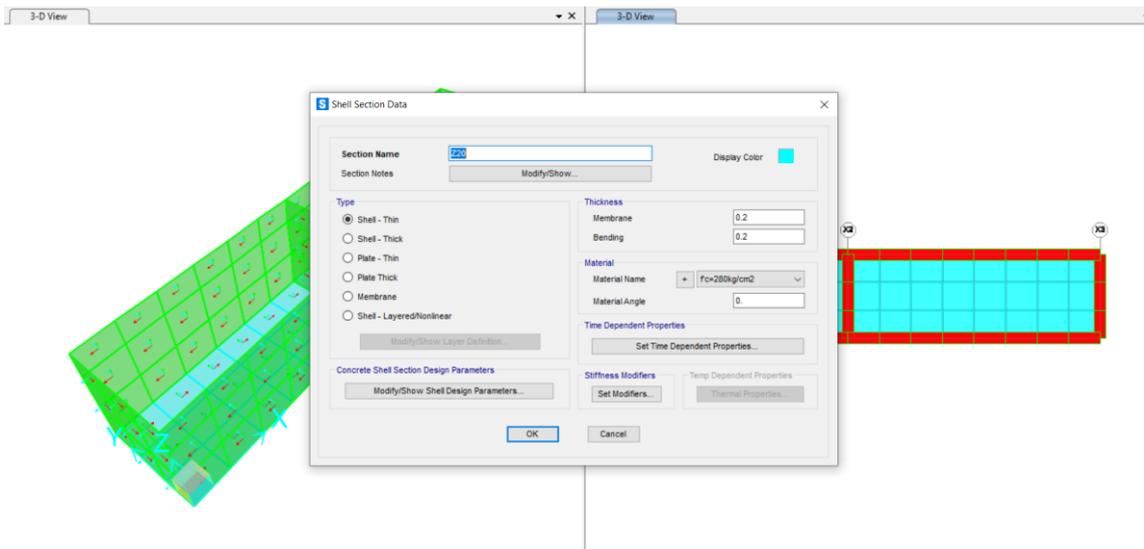


FIGURA 43 : DEFINICION DE LA SECCION DE CIMENTACIÓN

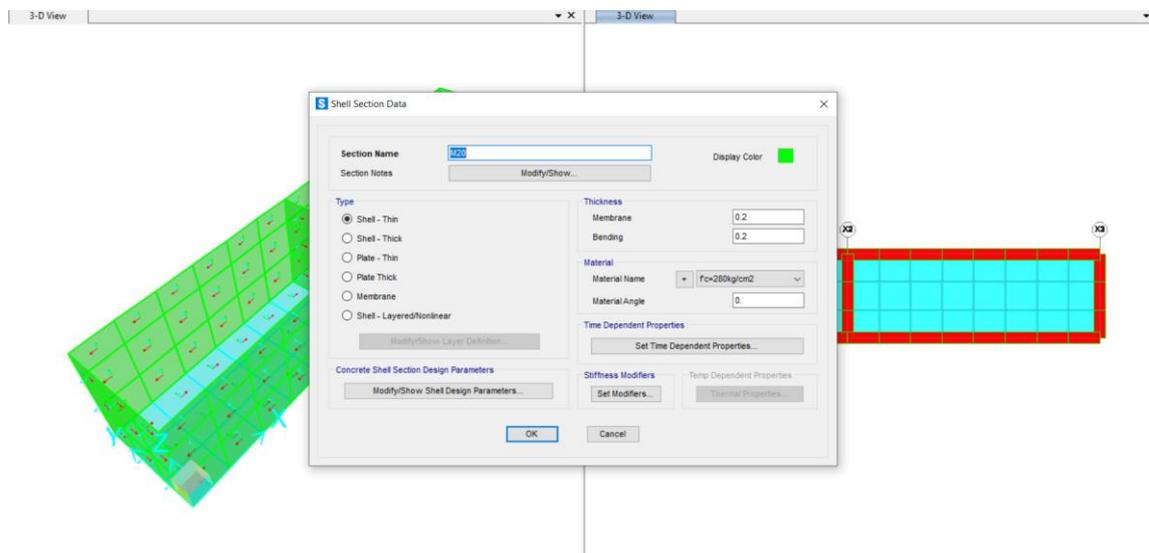


FIGURA 44 : DEFINICION DE LA SECCION DE MURO

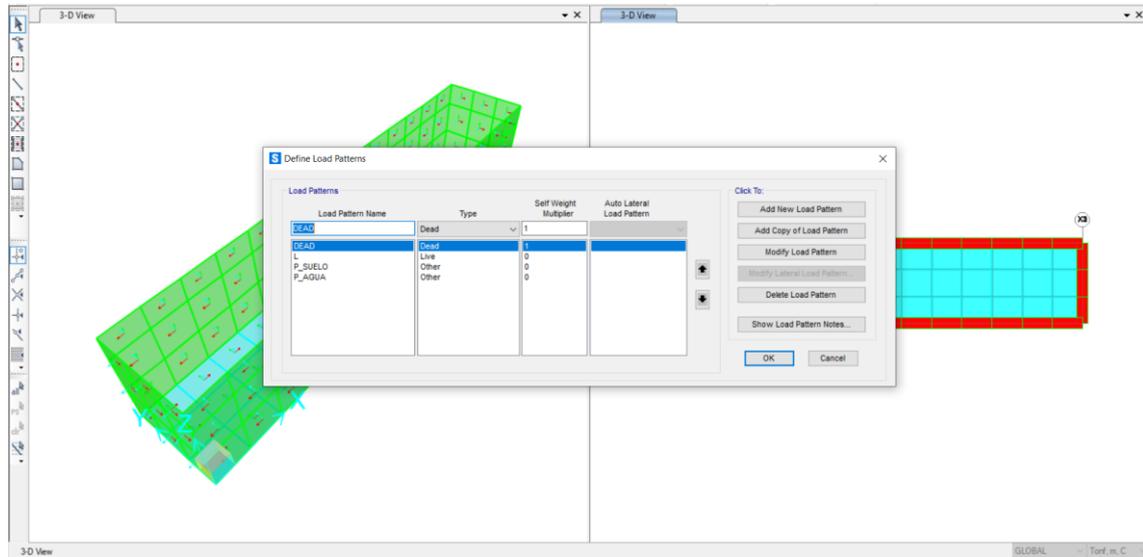


FIGURA 45 : DEFINICION DE LOS PATRONES DE CARGA

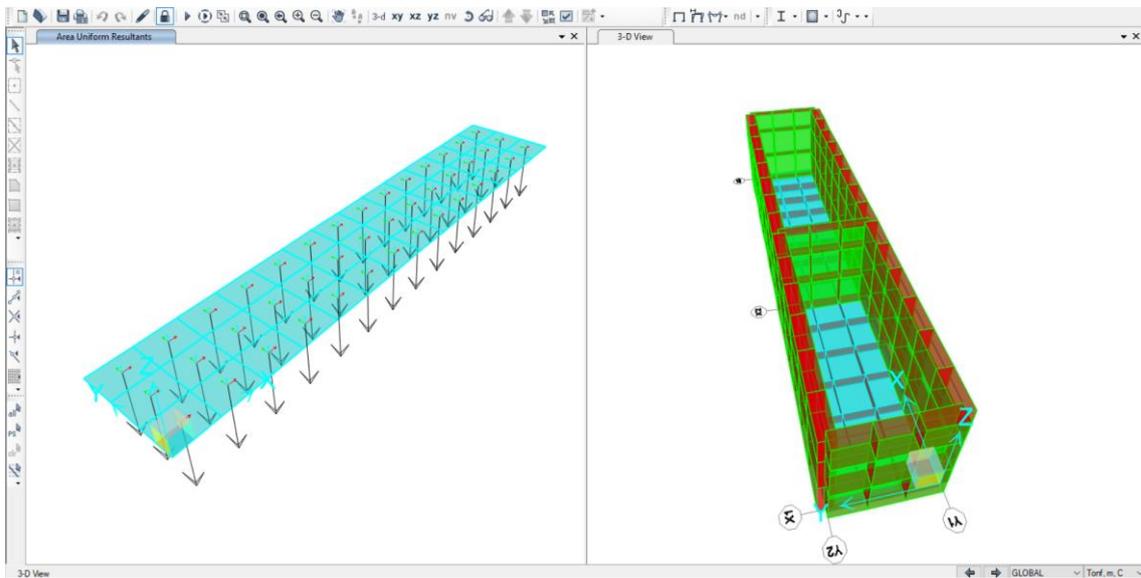


FIGURA 46 : DEFINICION DE CARGA EN LA CIMENTACION

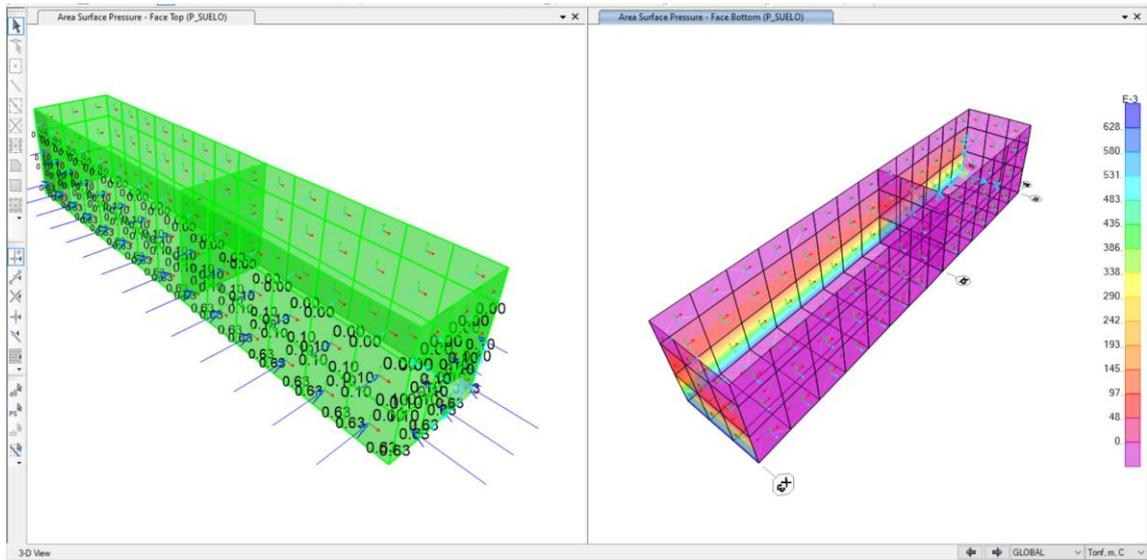


FIGURA 47 : CARGAS DE PRESION LATERAL DEL SUELO (LADO EXTERIOR).

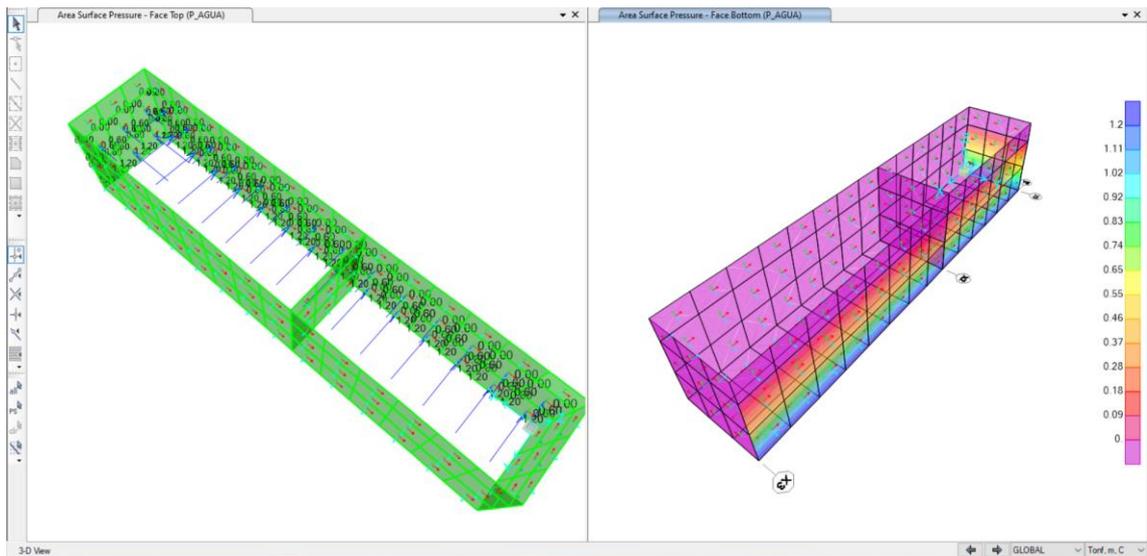


FIGURA 48 : CARGAS DE PRESION LATERAL HIDROSTATICA (LADO INTERIOR).

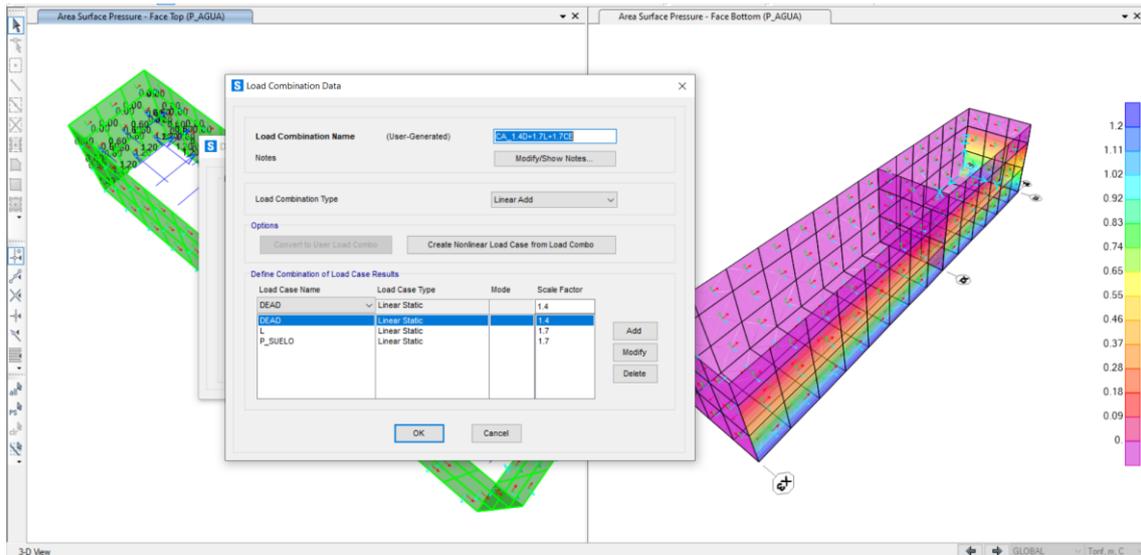


FIGURA 49 : COMBINACIONES DE CARGA

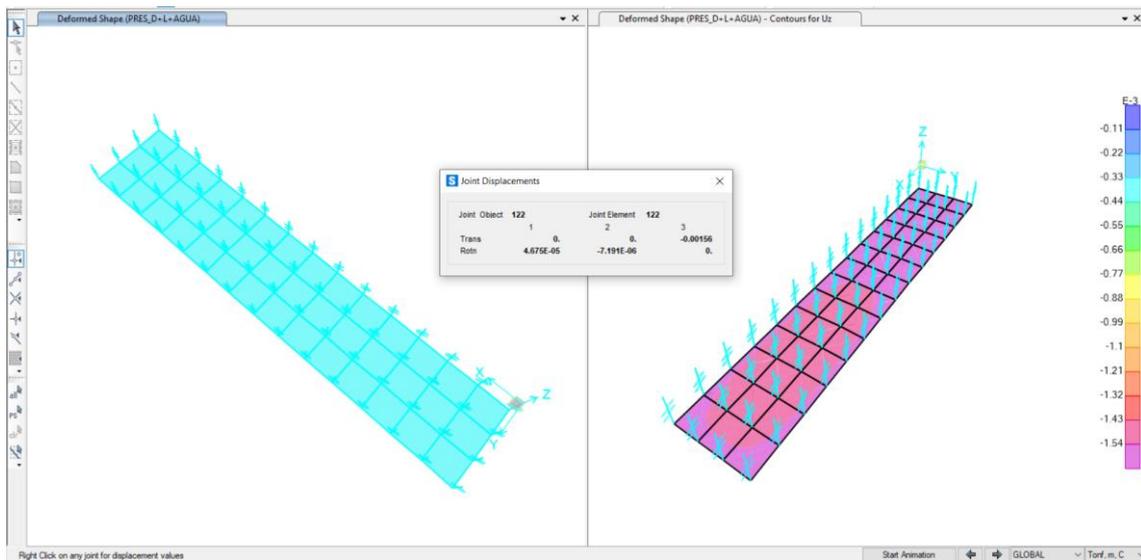


FIGURA 50 : Presiones por carga de gravedad, el cual tiene un valor de $0.30 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2$ (capacidad del terreno conservador)

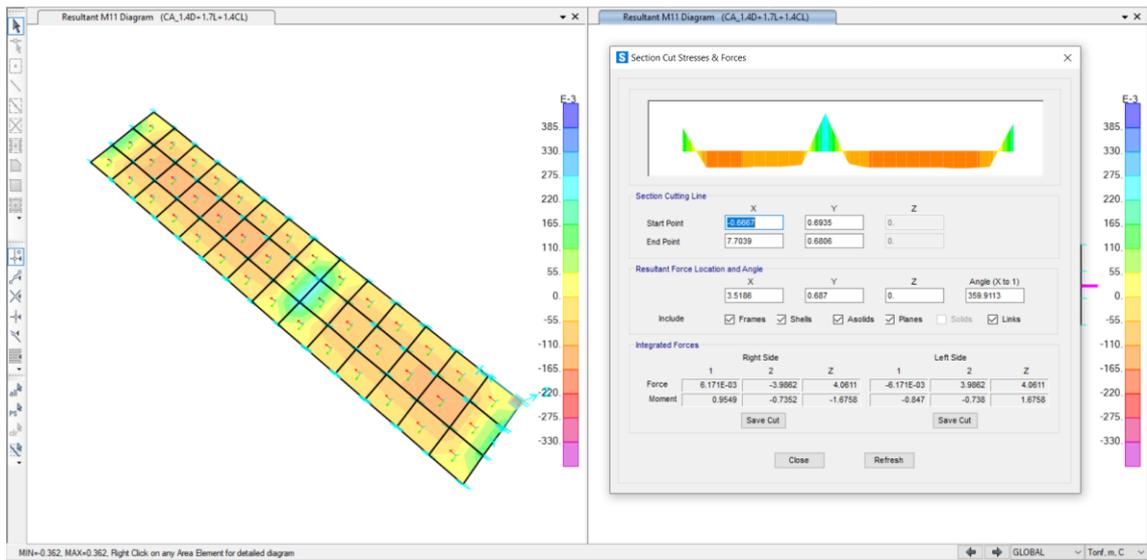


FIGURA 51 : DIAGRAMA DE MOMENTOS M11 Y M22 EN LA CIMENTACION

(Sup. Ø1/2" @0.20m; Inf. Ø1/2" @0.20m)

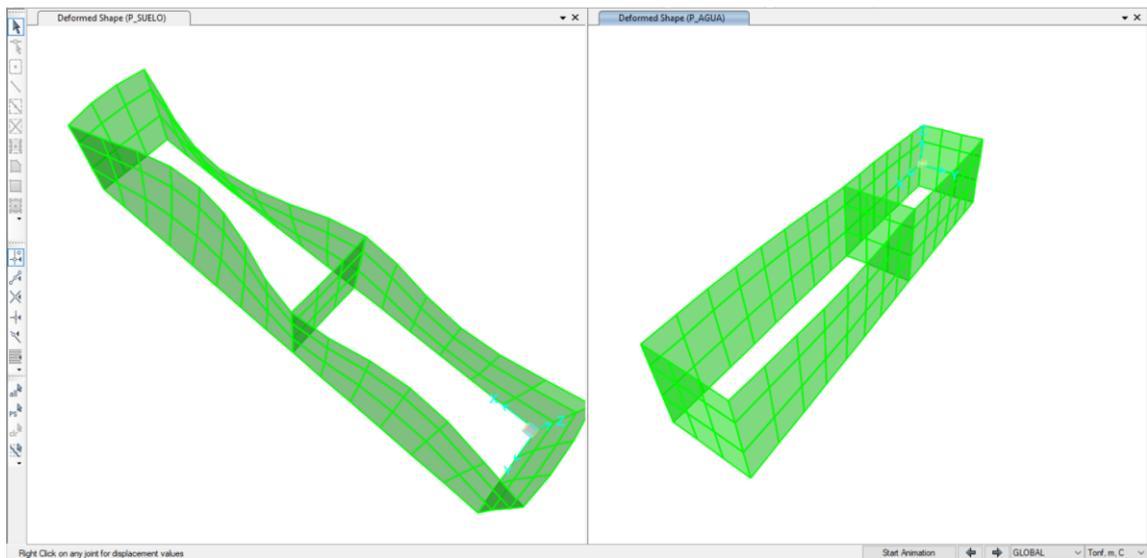


FIGURA 52 : DEFORMACION DE LA CIMENTACION Y PAREDES

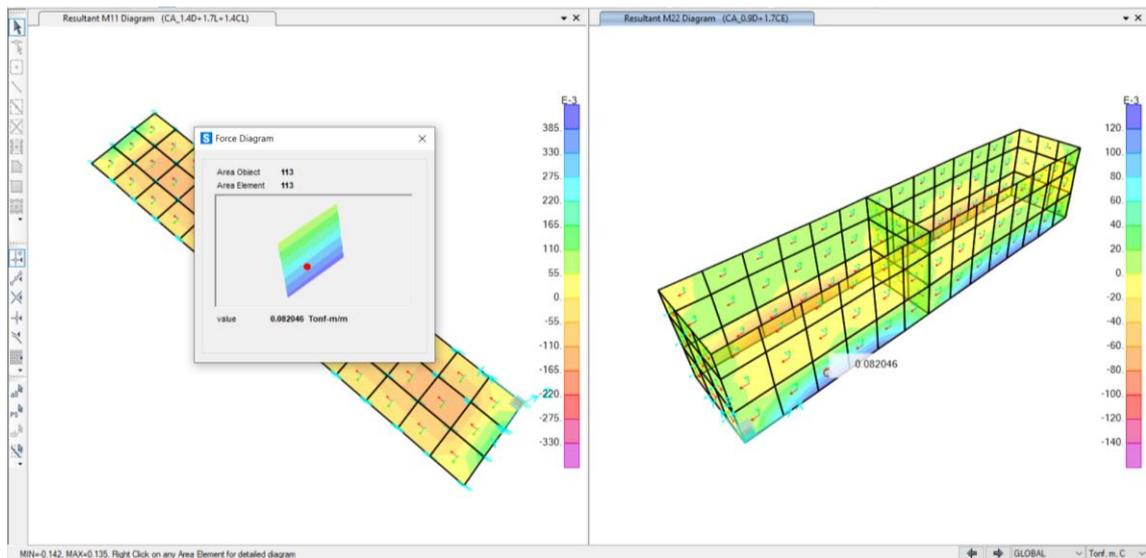


FIGURA 53 : DIAGRAMA DE MOMENTOS M11 Y M22 EN EL MURO

(Acero horizontal $\varnothing 3/8$ " @0.20m; Acero vertical $\varnothing 1/2$ " @0.20m)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El diseño de los elementos estructurales se realiza considerando los esfuerzos solicitados obtenidos del análisis estructural.

6. REFERENCIAS

- ICG (2006), "Reglamento Nacional de Edificaciones", Fondo Editorial ICG Lima - Perú
- Braja M. Das (Quinta Edición, 2006), "Principio de Ingeniería de Cimentaciones", Editorial Thomson California - U.S.A.
- Roberto Morales Morales (2002), "Diseño en Concreto Armado", Fondo Editorial ICG Lima - Perú
- Antonio Blanco Blasco (1995), "Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado", Editorial CDL Lima - Perú.
- J. Calavera (2000), "Cálculo de Estructuras de Cimentaciones", Editorial INTEMAC España.