



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la
reutilización de aguas residuales del Mall El Quinde de Ica – 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor:

HÉCTOR JHOEL ESPINOZA RODRÍGUEZ

Asesor:

MAGISTER ING. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS

Línea de Investigación:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 256-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING.CIV

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1538/EP/ING.CIVIL/UCV LIMAN de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

PRIMERO.

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntos	()
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	(+)
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	()
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	()

La Tesis denominada "PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL MALL EL QUINDE DE ICA - 2018" presentado por el (la) estudiante **ESPINOZA RODRIGUEZ, HECTOR JHOEL**

SEGUNDO. Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
ESPINOZA RODRIGUEZ, HECTOR JHOEL	14	catorce

Los Olivos, 05 de diciembre de 2018

Presidente(a): **MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA**
Nombre Completo

Secretario(a): **MAG. LUCAS LUDEÑA GUTIERREZ**
Nombre Completo

Vocal: **MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS**
Nombre Completo

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.


ucv.edu.pe

Dedicatoria

A quienes se privaron de muchas cosas para invertir en mi educación, mis padres.

A los que siempre me apoyaron y creyeron de una u otra manera en mí, mis amigos y familiares.

A los que aún siguen luchando y perseverando por culminar la carrera universitaria.

Agradecimientos

A la Mg. Ramos Gallegos Susy Giovana, ya que sin su apoyo, paciencia y guía hubiese terminado esta tesis años después.

A Dios por brindarme las fuerzas necesarias para seguir esforzándome, progresando y así poder culminar esta tesis.

A mis padres que siempre estuvieron pendiente de mí, apoyándome en todo momento para alcanzar esta meta.

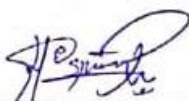
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Héctor Jhoel Espinoza Rodríguez con DNI N° 45278085, en la senda de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que los documentos que se adjuntan son fidedignos.

Asimismo, indico bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigativos y sanciones de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de diciembre del 2018.



Héctor Jhoel Espinoza Rodríguez
D.N.I. 45278085

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la reutilización de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica - 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Espinoza Rodríguez, Héctor Jhoel

ÍNDICE

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.	1
1.2. Trabajos previos.	3
1.3.1. Antecedentes nacionales.....	3
1.3.2. Antecedentes internacionales.....	6
1.3. Teorías relacionadas con el tema.....	8
1.3.1. Definiciones Básicas.....	8
1.3.2. Clasificación, Características y Parámetros del Agua Residual.....	9
1.3.3. Alternativas al Tratamiento de aguas residuales	16
1.3.4. Procesos Físicos y Operaciones Químicas unitarias. (Tratamiento primario) ..	16
1.3.5. Procesos Biológicos (Tratamiento Secundario)	17
1.3.8.1. Procesos Biológicos Aerobios:.....	17
1.3.8.2. Procesos Biológicos Anaerobios:	21
1.3.6. Niveles de tratamiento de agua residual.	27
1.3.7. Importancia del tratamiento y reutilización de aguas residuales.....	31
1.3.8. Normativa y Marco Legal	33
1.3.8.1. Plan nacional de acción ambiental (PLANAA) – Perú 2011-2021	33
1.3.8.2. Normativa Internacional	35
1.3.8.3. Normativa Nacional.....	36
1.4. Formulación del problema.....	40
1.3.1. Problema general.....	40
1.3.2. Problemas específicos	40
1.5. Justificación del estudio	40
1.6. Hipótesis	42
1.3.1. Hipótesis general.....	42

1.3.2.	Hipótesis específicas	42
1.7.	Objetivo.....	42
1.3.1.	Objetivo general.....	42
1.3.2.	Objetivos específicos	42
II.	METODOLOGIA	43
2.1.	Diseño de investigación.	43
2.1.1.	Tipo de investigación	43
2.1.2.	Nivel de investigación	44
2.2.	Variables, Operacionalización.....	45
2.1.1.	Variables	45
2.1.2.	Operacionalización de las variables	45
2.3.	Población y muestra.	48
2.3.1	Población	48
2.3.2	Muestra	48
2.3.3	Muestreo.....	48
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	48
2.4.1	Técnicas	48
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	49
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	49
2.5.1	Validez.....	49
2.5.2	Confiabilidad	50
2.5.3	Método de análisis de datos.....	50
2.6.	Aspectos éticos.	52
III.	ANÁLISIS Y RESULTADOS	53
3.1.	Descripción del área de investigación	53
3.7.1.	Ubicación.....	53
3.7.2.	Principales características socioeconómicas	54
3.7.3.	Información Planimétrica	54
3.7.4.	Situación del C.C. El Quinde Ica	54
3.7.5.	Diagnóstico del consumo de agua potable.....	55
3.2.	Afluentes de Aguas Residuales	59
3.3.	Calculo hidráulico y demanda hídrica	61
3.7.1.	Dotación Diaria (D.D).....	61
3.7.2.	Máxima Demanda Simultanea (M.D.S.)	62
3.7.3.	Sistema de Agua Tratada	63

3.7.4.	Sistema de Desagüe.....	64
3.7.5.	Cálculos hidráulicos de agua tratada	65
3.4.	Análisis de Agua Residual, Tratada y Potable.	67
3.7.1.	Agua residual disponible.....	67
3.7.2.	Análisis de agua residual. (características)	67
3.7.3.	Análisis de agua residual tratada	69
3.7.4.	Análisis de agua potable.....	69
3.5.	Diseño y Tecnología PTAR	71
3.7.1.	Análisis de la disponibilidad de espacio y ubicación de la PTAR.....	71
3.7.2.	Análisis de la selección de alternativas de plantas de tratamiento	72
3.7.3.	Propuesta tecnológica Compacta de lodos activados (ACLARA Perú).....	73
3.7.4.	Costo de implementación, operación y mantenimiento	75
3.6.	Estimación del ahorro hídrico y beneficio económico.....	76
3.7.1.	Reabastecimiento de agua para aparatos sanitarios y riego de áreas verdes.	76
3.7.2.	Estimación del beneficio económico.	77
3.7.	Uso de Tecnología LAOTSS.	79
3.7.1.	Comparación de la tecnología LAOTSS.	84
3.7.2.	Comparación del costo de Inversión de la tecnología LAOTSS.....	86
IV.	DISCUSIÓN.....	82
V.	CONCLUSIONES.....	85
VI.	RECOMENDACIONES	86
VII.	REFERENCIAS	87
	ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Volumen de consumo mensual junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia..	56
Grafico 2. Consumo mensual de agua potable destinado a áreas verdes. Junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.	56
Grafico 3. Gasto mensual por servicio de agua y desagüe de El Quinde. Junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.	57
Grafico 4. Volumen del uso mensual de agua en el C.C. El Quinde de Ica. Junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.	57
Grafico 5. Distribución porcentual del uso de agua en el C.C. El quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia	58
Grafico 6. Volumen del consumo anual según el uso de agua en el C.C. El Quinde de Ica, periodo junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.	58
Grafico 7. Distribución anual del agua según su uso, en el C.C. El Quinde de Ica, periodo junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.	59
Grafico 8. Gasto anual según el uso de agua en el C.C. El –quinde de Ica, periodo junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.	59
Grafico 9. Cantidad de Aparatos Sanitarios por donde se realiza la descarga de agua potable. Fuente: Elaboración propia.	60
Grafico 10. % de Afluentes de aguas residuales que recibirá la PTAR. Fuente: Elaboración propia	61
Grafico 11. Descarga real de agua en unidades hunter. Fuente Elaboración propia.....	62
Grafico 12. Aparatos sanitarios que se verán reabastecidos por el agua tratada en %. Fuente: elaboración propia.	76
Grafico 13. Comparación de gasto y consumo de agua potable con o sin PTAR. Fuente: Elaboración propia.	78
Grafico 14. Ahorro en soles que producirá el agua tratada anualmente. Fuente: Elaboración propia.	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición típica de tres clases de aguas residuales domésticas.	15
Tabla 2. Aplicación de las Operaciones y Procesos Unitarios.	26
Tabla 3. Remoción de los Niveles de Tratamiento.	29
Tabla 4. Eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales.	30
Tabla 5. Recomendaciones de la OMS para el riego de campos deportivos y de zonas verdes con acceso público.	35
Tabla 6. Normas de la EPA, para el riego de parques, campos deportivos, zonas verdes y otros usos.	35
Tabla 7. LMP de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua.	37
Tabla 8. Parámetros y frecuencias del monitoreo de muestras de afluentes y efluentes de las PTAR.	38
Tabla 9. Comparación de los LMP para efluentes de PTAR y ECA - Agua.	38
Tabla 10. Algunos VMA para descargas industriales al alcantarillado.	39
Tabla 11. Matriz de Operacionalización de la Variable Independiente.	46
Tabla 12. Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente.	47
Tabla 13. Rangos y magnitud de validez.	50
Tabla 14. Rangos y magnitud de confiabilidad.	50
Tabla 15. Efluentes de aguas residuales del C.C: El Quinde Ica.	60
Tabla 16. Calculo de la demanda de agua tratada y estimación del volumen de cisterna.	65
Tabla 17. Calculo hidráulico de redes y presión de agua.	66
Tabla 18. Caudal promedio de aguas residuales del el Mall El Quinde de Ica.	67
Tabla 19. Valores promedio tomados in situ.	68
Tabla 20. Valores promedio de Análisis Físicoquímico.	68
Tabla 21. Valores de los Análisis Bacteriológicos.	68
Tabla 22. Resultado del análisis físico químico del agua residual tratada.	69
Tabla 23. Resultado de los análisis bacteriológicos de las aguas residuales tratadas.	69
Tabla 24. Resultado del análisis de agua potable suministrada por EMAPICA.	70
Tabla 25. Cuadro comparativo de parámetros de aguas residuales y tratadas con las normas que las rigen.	70
Tabla 26. Indicadores para la selección de la PTAR en el C.C. El Quinde de Ica.	72
Tabla 27. Ponderación de factores que influyen en la selección de la tecnología para una PTAR en el C.C. El Quinde de Ica.	72
Tabla 28. NOM-003-SEMARNAT-1997.	73
Tabla 29. Presupuesto General de implementación del sistema de PTAR en el C.C: El Quinde de Ica.	75
Tabla 30. Costo de operación y mantenimiento de la PTAR del C.C. El Quinde de Ica.	76
Tabla 31. Análisis económico mediante la reutilización de aguas residuales.	77
Tabla 32. Cuadro comparativo de la tecnología LOATSS con respecto a las usadas tradicionalmente en el Perú, para el tratamiento de aguas residuales.	84
Tabla 33. Costo de inversión de plantas de tratamiento evaluadas con un rango de caudal similar, para comparación de tecnologías en el Perú con respecto a la tecnología LAOTSS.	86
Tabla 34. Matriz de Consistencia.	94
Tabla 35. Presupuesto de instalación de la PTAR en el C.C. El Quinde De Ica.	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuentes generadoras de agua residual. Fuente: Rojas, 2002.....	10
Figura 2. Composición de las aguas residuales domésticas. Fuente: Mendonca, adaptada por tesista.	11
Figura 3. Grupos de alternativas al Tratamiento de aguas residuales. Fuente: Elaboración Propia	16
Figura 4. Proceso Biológico Aerobio. Fuente: Elaboración Propia	17
Figura 5. Esquema de un sistema de Lodos Activados. Fuente: Aquarius.com	18
Figura 6. Bomba sumergible con sistema Venturi. Fuente: shrimp.com	19
Figura 7. Filtro Percolador. Fuente: filtros.blogspot.com	20
Figura 8. Sistema de Biodiscos. Fuente: aguasresiduales.info.....	20
Figura 9. Proceso Biológico Anaerobio. Fuente: Elaboración propia	21
Figura 10. Esquema de Lagunas Anaerobias. Fuente: SlidePlayer	22
Figura 11. Fosa séptica. Fuente: gcientporno.com	22
Figura 12. Tanque Inhoff. Fuente: docplayer.es	23
Figura 13. Digestor convencional de Lodos. Fuente: es.calameo.com	23
Figura 14. Filtro Anaerobio. Fuente: aumentaty.com.....	24
Figura 15. Reactor UASB. Fuente: google.com	25
Figura 16. Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales. Fuente: ebueno93.blogspot.com.....	29
Figura 17. Distribución global del agua. Fuente: Nace, Encuesta Geológica de los EE.UU.....	31
Figura 18. Meta 1 – Agua – Plan Nacional de Acción Ambiental. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011	34
Figura 19. Exigencia de LMP de vertimientos y reúso de PTAR (LMP-V; LMP-R), ECA-Agua y VMA. Fuente: SUNASS	37
Figura 20. Ubicación del C.C. El Quinde Shopping Plaza Ica. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 21. Ubicación para la instalación de la PTAR. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 22. Plantas de tratamiento en PAQUETE. Fuente: Aclara.mx	73
Figura 23. Normas y usos de las Plantas de Tratamiento ACLARA. Fuente: Aclara.mx	74
Figura 24. Representación esquemática del proceso de lodos activados. Fuente: Aclara.mx	80
Figura 25. Diagrama de flujo completo del proceso de tratamiento. Fuente: Aclara.mx	81
Figura 26. Planta de tratamiento con tecnología LAOTSS e presentación de paquete AclaraPack. Fuente: Aclara.mx	81
Figura 27. Plantas de tratamiento PAQUETE, movilización y colocación. Fuente: Aclara.mx.....	82
Figura 28. Planta de tratamiento en PAQUETE, FUNCIONAMIENTO. Fuente: es.escribd.com .83	

RESUMEN

La escasez de agua es un problema reflejado en nuestro país en las últimas décadas, sobre todo en regiones áridas, como la ciudad de Ica, en donde existen dificultades de distribución y suministro de agua, especialmente para infraestructuras de gran demanda hídrica, como los centros comerciales. Por tal motivo el propósito de esta investigación es determinar cómo influyen los procesos constructivos de una planta de tratamiento (PTAR) en la reutilización de aguas residuales del centro comercial El Quinde de Ica. Para ello realizaremos un análisis de la ubicación, infraestructura y situación socioeconómica del C.C. empleando fichas de recolección de datos, identificaremos los tipos de afluentes de aguas residuales que se presentan, realizaremos los cálculos hidráulicos necesarios para una PTAR, analizaremos mediante laboratorio el efluente vertido por la planta de tratamiento y finalmente estimaremos las ventajas y beneficios que trae el reusó de aguas residuales. Se identificaron las consideraciones a tomar en cuenta para la construcción de una PTAR, se verificaron los parámetros de calidad de agua tratada, y se estimó un beneficio económico y ambiental concerniente al suministro de agua potable. Los procesos constructivos para una planta de tratamiento implementada en centros comerciales es una alternativa muy útil, viable y económicamente sostenible, que da solución a los problemas de abastecimiento hídrico que pudieran presentarse en estos locales.

Palabras clave: PTAR, reúso, agua, residual, tratamiento.

ABSTRACT

The scarcity of water is a problem reflected in our country in recent decades, especially in arid regions, such as the city of Ica, where there are difficulties in distribution and water supply, especially for infrastructures with high water demand, such as malls. For this reason, the purpose of this research is to determine how the construction processes of a treatment plant (RWTP) influence the reuse of wastewater from the El Quinde shopping center in Ica. For this we will carry out an analysis of the location, infrastructure and socioeconomic situation of the C.C. using data collection forms, we will identify the types of wastewater tributaries that are presented, we will perform the hydraulic calculations necessary for a RWTP, we will analyze the effluent discharged by the treatment plant through the laboratory and finally we will estimate the advantages and benefits that the reuse brings of wastewater. The considerations to be taken into account for the construction of a RWTP were identified, the quality parameters of treated water were verified, and an economic and environmental benefit was estimated concerning the supply of potable water. The construction processes for a treatment plant implemented in shopping centers is a very useful, viable and economically sustainable alternative, which provides a solution to water supply problems that may arise in these premises.

Keywords: RWTP, reuse, water, residual, treatment.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

En la actualidad la escasez de agua en el mundo es un problema que se puede percibir claramente en los entornos locales, nacionales e internacionales, y es que así lo indica el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los recursos Hídricos (2018) “[...] La demanda mundial de agua se ha estimado en alrededor de 4600 km³/año [...], [debido a esto] muchos países ya están padeciendo condiciones generalizadas de escasez de agua [...]” (p. 2). De otro lado la BBC Mundo informó que 11 grandes ciudades (El Cabo, Pekín, El Cairo, México, Estambul, etcétera) podrían quedarse pronto sin agua, siendo la ciudad del Cabo la más próxima a enfrentar esta situación (el temido “día cero”), fecha en la que probablemente sus ciudadanos deberán formarse en cola para recibir un suministro racionado diario de agua.

[...]En el mundo más de 1000 millones de personas no tienen acceso a agua y a otros 2700 millones les ha hecho falta por lo menos un mes del año. Y una investigación realizada a las 500 ciudades más grandes del mundo público en el 2014 que una de cada cuatro de esas municipalidades atraviesan una situación de “estrés de agua”, es decir que sus suministros anuales descienden por debajo de los 1700 m³ según la ONU. [...] (El Comercio “11 grandes ciudades que se quedarían pronto sin agua”, 2018, párr. 4-5).

El informe del Fondo Económico Mundial (WEF) dice que el 36% de toda la población mundial vive en “estrés hídrico” que es producido por el crecimiento económico-industrial y poblacional, lo cual implicaría mayor consumo de agua potable y contaminación de las fuentes primarias. En el Perú el promedio de consumo de agua por habitante es aproximadamente de 150 l/habitante es decir nuestro consumo es similar a países del primer mundo que no padecen carencias hídricas como Noruega, Finlandia o Alemania. El WEF ubica a Lima en una zona de “escasez económica del agua” (se cuenta con recurso hídrico, pero carecen de suministro por infraestructura, contaminación o tratamiento del agua), y al Perú en general lo divide en esa posición y la de “escasez física del agua” que se da cuando la demanda es mayor que el suministro del recurso. (El Comercio, 2018, marzo 22).

La escasez de agua ya se ha venido manifestando desde años atrás tal como nos hace mención UNICEF y la OMS en el 2015, que el 31% de las escuelas del mundo carecen de agua potable y que cada minuto, un recién nacido muere por infecciones causadas por falta de agua potable. En nuestro país Julio Miranda hace referencia a este problema mediante el Programa de Educación en Ciencia y Tecnología del Agua para la Población Infante – Juvenil del Perú (2011, p. 2).

“[...] la escasez del agua y su deterioro se viene acentuando a nivel mundial. [...] Nuestro país no se excluye a esta realidad, datos de la UNESCO reportaron que el Perú ocupa el puesto 17 de los 180 países con mayor acceso al agua; pero ello no es del todo cierto, pues a pesar que geográficamente tenemos un extenso territorio y cuantiosos recursos hídricos, el 98% del agua corresponde a los ríos que discurren por la selva, mientras que solo el 1,7% circula por la costa donde habita el 70% de la población peruana. Por otro lado, muchas de las fuentes de agua disponible se encuentran altamente contaminadas por actividades domésticas, industriales y mineras. Y si a este problema se agrega la falta de conciencia ambiental de nuestra población, la solución sería casi inimaginable, ejemplo de ello es el río Rímac, principal abastecedor de agua a la ciudad de Lima, y es considerado como uno de los más contaminados del país, precisamente por la actitud de la población y las industrias. [...]”

En la región de Ica la escasez de agua amenaza con sus agroexportaciones desde el año 2014 como lo han afirmado las más importantes agrícolas de la zona como son Complejo Agroindustrial Beta y Agrokasa, empresas que señalan que este problema lo perciben desde el 2008 y que por eso las inversiones se han paralizado estos últimos años debido a que el agua es una gran incógnita en los planes de su crecimiento. (El Comercio “La escasez de agua amenaza a la agroexportación en Ica”, 2018)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que para el año 2025 dos tercios de la población mundial vivirá en países con crisis hídrica y alrededor de 2000 millones de personas estarán en escasez absoluta de agua cuyos recursos hídricos por persona estarán por debajo de 500 m³/año recomendados, para así vivir sana e higiénicamente. Se prevé para el mismo año que el uso intensivo de agua para los sectores agrícolas y energéticos (alimentos y electricidad) aumentará en un 60% y 80% respectivamente.

[Según el WWAP 2018] Para el año 2050 se prevé que la demanda mundial de agua aumente entre un 20% y un 30% (de 5500 a 6000 km³/año), el uso global del agua se ha multiplicado por seis en los últimos 100 años y continúa creciendo constantemente a una tasa de 1% anual y se prevé que su uso siga aumentando [...], se estimó que la agricultura, la industria y el uso doméstico representan el 70%, 20% y 10% de las extracciones de agua a nivel mundial respectivamente tendrá un aumento del 5.5% para la Agricultura y otro muy significativo para el uso doméstico en casi todas regiones del mundo exceptuando a Europa Occidental, donde se mantiene constante, todo esto en el periodo 2010-2050. [...] (FundacionAqua “Escasez de agua en el mundo”, 2018)

Por lo anteriormente mencionado está claro que este problema nos concierne a todos y para que no se convierta en la nueva normalidad de muchas partes del mundo nace la necesidad de investigar sobre procesos constructivos que ayuden a combatir la escasez de

agua, producto de factores como el cambio climático, urbanización, deforestación, intensificación de la agricultura entre otros y se suma a este desafío la infraestructura tradicional que ya no responde como se esperaba de ella ante el cambio climático. Esto nos pone de manifiesto la necesidad inmediata, estratégica, razonable y eficaz ejecución de una gestión hídrica. Así lo podemos notar en el lema de Día Mundial del Agua (22 de marzo) del año 2017 que dice: “Aguas residuales, ¿por qué desperdiciar agua?” esto hace concienciar sobre la reducción del consumo de agua potable y la reutilización de aguas residuales.

[...]En el mundo más del 80% de aguas residuales vuelven a fluir al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas. [...], en 2050 cerca del 70% de la población mundial vivirá en ciudades a comparación del 50% actual. En la mayoría de países desarrollados existe infraestructura y recursos adecuados para abordar la gestión de las aguas residuales de manera eficiente y se presenta como la oportunidad de aprovechar un recurso valioso que serviría como fuente asequible y sostenible de agua. [...]Las aguas residuales son un recurso potencial y su uso o reciclado luego de un tratamiento adecuado puede generar beneficios económicos para la industria [...], [Además que]el coste de su tratamiento es muy inferior a los beneficios que esto conlleva para la salud humana y el desarrollo y sostenibilidad ambiental. [...] (FundacionAqua “Día mundial del Agua 2017”, 2017)

Podemos entonces decir que el desperdicio indiscriminado de agua y la descarga de aguas residuales sin tratamiento ocasiona grados variables de contaminación y desequilibrio en los ecosistemas. Por lo tanto, estos vertidos deben ser manejados adecuadamente, con tecnologías adecuadas, innovadoras y limpias. Por ello es necesario el realizar investigaciones que ayuden a mitigar la escasez del agua y minimizar los impactos ambientales, con el tratamiento de las aguas residuales y su reutilización en el proceso, el cual de seguro contribuirá a un mejor aprovechamiento del agua, trayendo consigo mejores beneficios socio-económicos en todo nuestro país y el mundo.

1.2. Trabajos previos.

1.3.1. Antecedentes nacionales

Luego de escudriñar en las investigaciones de universidades realizadas y repositorios subidos en los años anteriores de la Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Agraria la Molina, Universidad Nacional del Centro del Perú, en relación a la variable independiente y dependiente se encontró investigaciones que se relacionan con nuestros objetivos y estas son:

Oré Suárez, Wilber (2012) en la tesis titulada "*Integración de tratamiento y reúso: propuesta metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión de reúso de aguas residuales domésticas*", tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Economista. Emplea el método descriptivo - deductivo, para formular una nueva metodología de formulación y evaluación de proyectos de inversión de reúso de aguas residuales domésticas, que permite mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las PTAR domésticas. Las conclusiones más relevantes de su investigación son:

- La poca eficiencia e insostenibilidad de las inversiones en plantas de tratamiento de aguas residuales, se debe en parte a la falta de integración del tratamiento y reúso, pues las EPS solo han orientado el tratamiento exclusivamente al saneamiento (no tienen interiorizada una cultura ambiental), sin tener en cuenta riego agrícola y de áreas verdes. Con la implementación de sistemas integrados de tratamiento y reúso se generará grandes beneficios para la sociedad. En la medida que se tenga beneficios e impactos positivos adicionales, el proyecto representa una inversión sostenible a largo plazo.
- La integración del tratamiento y reúso ayudará en gran medida que la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales sea económicamente sostenible, pues existirá concertación de intereses y alianzas entre los operadores y usuarios de las aguas residuales y por lo tanto ingresos por la venta del agua residual tratada, cuando en éstas se incorpore el costo del tratamiento; y de esta manera se asegurará su operación y mantenimiento. Además, el reúso agrícola permite un incremento significativo de las tarifas, garantizando así una mayor sostenibilidad del sistema. Es decir, podríamos hacer que la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento sean autosustentables.

Ramos Vargas, Cristian Armando (2014). En la tesis titulada "*Modelo de tratamiento de aguas residuales lodos activados convencional en el valle del Mantaro*", tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Emplea el método hipotético – deductivo, para proponer un modelo en la localidad del valle del Mantaro un modelo para el tratamiento de aguas residuales aplicando el sistema de lodos activados. Teniendo como conclusiones más relevantes las siguientes:

- El río Mantaro recibe el agua residual de las plantas de tratamiento que en su mayoría no cumple con los estándares medioambientales establecidos por el MINAM estas

utilizan el método de lagunas de estabilización y las plantas que utilizan lodos activados solo cumplen los parámetros físico químicos mas no con el bacteriológico. Para este problema de tratamiento es necesario adicionar un sistema de desinfección (cloración) el cual hará cumplir los LMP establecidos por las autoridades. Y que en resumen de la muestra tomada del valle el Mantaro se pudo identificar que el 71.4% están inoperativas y que solo el 28.6% están en funcionamiento, esto debido a que no existe una política de operación y mantenimiento por parte de las entidades a su cargo.

- Para poder definir que metodología usar en la creación de un PTAR es necesario considerar los datos siguientes: aforo del caudal del vertimiento de agua residual y sus características específicas determinadas mediante un análisis de laboratorio, tener en cuenta las características que necesita tener el efluente de agua tratada y esto se determina sabiendo cual es el uso que tendrá el agua tratada, espacio del terreno disponible, coste y por ultimo una evaluación económica de inversión, operación y mantenimiento de dicha PTAR.

Prado Orellana, Vanessa (2015), en la tesis titulada “*Aprovechamiento de aguas residuales en el patio taller de la Línea 1 del Metro de Lima*”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agrícola. Emplea el método analítico – explicativo, en donde propone el tratamiento de aguas residuales provenientes del metro taller de la línea 1 del metro de lima como reúso para el riego de áreas verdes. Teniendo como resultados más relevantes las siguientes conclusiones:

- Se determinó en los análisis que la calidad de agua residual proveniente del patio taller corresponde al tipo domésticas, con un factor $DBO/DQO=0.6$ lo cual nos permite realizar un tratamiento biológico de agua residual.
- El ahorro que brindara el reúso de agua residual tratada con respecto al consumo anual de agua potable será en total del 34%, esto se lograra mediante sistemas de riego presurizado que abarcara las áreas verdes del primer, segundo y tercer nivel del patio taller.

1.3.2. Antecedentes internacionales

Ing. Ronquillo Abad, Roxana (2016), en la tesis titulada “*Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizada en el riego del parque Samanes*”, tesis para optar el grado de Magister en Gestión Ambiental – Ecuador. Emplea el método analítico – deductivo, para diseñar una planta de tratamiento para utilizar el efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales “Los Merinos” de la ciudad de Guayaquil en riego de las áreas verdes del parque Samanes. Las conclusiones más relevantes de esta investigación son:

- La caracterización del efluente de la planta de tratamiento Los Merinos de la ciudad de Guayaquil estableció las concentraciones de los contaminantes para su respectivo tratamiento. Mediante las pruebas realizadas se considera que es necesario un tratamiento terciario, que se está diseñado para lograr un agua tratada que cumpla con los límites máximos permisibles exigidos por la norma ambiental vigente, de acuerdo al diseño propuesto en la primera etapa el agua transita por filtros que trabajaran con un medio de filtrado de multicapas comprendido de grava, arena y antracita de tasa declinante, inmediatamente recorre un canal de desinfección con luz ultravioleta, el agua tratada se recolecta en un tanque donde estará disponible para el riego, agua proveniente del lavado de los filtros pasara a un sedimentador donde el lodo obtenido ira a un área de secado para luego entregarlo a un gestor autorizado.

Buenaño Dávalos, Mayra Gabriela (2015), en la tesis titulada “*Propuesta de una PTAR de una empresa envasadora de leche del cantón Rumiñahui, para que cumpla con la norma técnica ambiental (TULAS)*”, proyecto para obtener el título de Tecnóloga en agua y saneamiento ambiental – Ecuador. Emplea el método analítico – deductivo, para proponer una PTAR para una envasadora de leche para que su efluente cumpla con las debidas normas ambientales. Las conclusiones más relevantes de esta investigación son:

- La propuesta más adecuada para un sistema de tratamiento de aguas residuales de esta envasadora de leche debe constar de cinco procesos: homogenización, clarificación, filtración, desinfección y secado de lodos, con estas operaciones se estaría cumpliendo la norma de saneamiento ambiental, y que todos estos procedimientos están en función de lo costos de inversión inicial y funcionamiento, considerando una disminución significativa en los costos si se considera adaptar los equipos y materiales con los que cuenta la empresa envasadora.

Jaramillo Ll., María Fernanda (2010), en la tesis titulada “*Potencial de reúso de agua residual doméstica como estrategia para el control de la contaminación por agua residual en el valle geográfico del río Cauca*”, tesis para obtener el título de Magister en Ingeniería Sanitaria y Ambiental – Colombia. Emplea el método analítico – explicativo, con el fin de señalar una estrategia para el control de la contaminación de recursos hídricos en el valle del río Cauca mediante la potencialidad del reúso del agua residual doméstica en la agricultura. Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Solo el 7% del caudal tratado de agua residual que se maneja en el valle del río Cauca, es objetivo de reúso agrícola, y el 93% restante se clasifica como reúso indirecto no planificado, dado que la distribución de este recurso, se da en este caso sin medidas de control de calidad sanitaria para riego, y es diluido en los cuerpos hídricos receptores.
- La implementación de una metodología para una PTAR para el control de la contaminación de fuentes hídricas permitió identificar y comparar varios tipos de soluciones entre ellas las convencionales y las de métodos tecnológicos, teniendo en cuenta para estos métodos las condiciones técnicas, socioeconómicas, financieras y climatológicas determinando que para el reúso de agua en la agricultura el temporal de riego juega un papel muy importante en este análisis.

Es correcto decir que estos trabajos de reutilización de agua residual no es un hecho tan nuevo como nos lo da a conocer Pinedo.

Podemos tener como ejemplo el país de Israel, que geográficamente es árido en su lado sur y semiárido en el Norte, lo que ha hecho que la reutilización de aguas residuales se de importancia nacional desde 1970, con ello se ha desarrollado sistemas innovadores de tratamiento de agua residual para fines de riego, que tiende a aprovechar tanto su agua como los fertilizantes (nutrientes y materia orgánica) que existen en ella. Y tal es su aprovechamiento en este país que más del 60% del volumen total de aguas de alcantarillado urbano son aprovechadas, y un reflejo de ello es que han logrado convertir el desierto de Negev en un área fértil y productiva para la agricultura. (2013, p. 3)

1.3. Teorías relacionadas con el tema.

1.3.1. Definiciones Básicas

1.3.8.1. Procesos constructivos:

Los procesos constructivos son una serie de procedimientos, acciones que se deben seguir al momento de construir una determinada edificación de una forma adecuada con el objetivo de hacer estos procedimientos de forma eficiente y organizada para ahorrar tiempo, y dinero. (monografías.com, 2018, párr. 1)

Los procesos constructivos que desarrollaremos en esta investigación serán de forma general el análisis de aguas residuales, revisión de planos, cálculos hidráulicos, propuestas y diseño de infraestructura.

1.3.8.2. PTAR:

Según Ballesteros (2018, párr. 1) Una planta de tratamiento de aguas residuales es, una estructura artificial donde se promueve la mejora controlada de un procedimiento natural característico que permite disminuir la sustancia de origen orgánica y de sustancias diversas de composición físico-químico y biológico para de esta manera reducir la contaminación de las aguas residuales antes de liberarlas al hábitat natural para favorecer, preservar y recuperar la naturaleza del agua de las fuentes receptoras.

Esta investigación identifico la estructura artificial (PTAR) como el paquete ACLARAPACK, que es la instalada en el centro comercial para tratar las aguas residuales, cabe mencionar que es una tecnología mexicana y patentada.

1.3.8.3. Reúso de agua residual:

El reúso de aguas residual se puede considerar una estrategia fundamental para el ahorro y uso eficiente del agua, teniendo un valor fundamental para la colaboración en el desarrollo sostenible y que está enmarcado en la gestión integral del recurso hídrico. Otro punto de vista nos lo da Lavrador Filho:

“El reúso de Agua Residual es el aprovechamiento del Agua previamente utilizada, una o más veces en alguna actividad para suplir las necesidades de otros usos” (1987, p. 14).

El reúso de aguas residual que se obtendrá en el centro comercial El Quinde obedeciendo a los conceptos anteriores se manifestará en el reabastecimiento de sus cisternas de almacenamiento, y servicios higiénicos, así como el riego de áreas verdes, sin olvidarse del ahorro significativo en el consumo de agua potable.

1.3.8.4. Aguas residuales:

De acuerdo con Mara (1976), citado por Mendonca (2000), las aguas residuales se pueden caracterizar como el agua que se origina producto del sistema de abastecimiento

de agua de una comunidad, localidad o población, luego de que haya sido alterada o modificada por diferentes usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias, para luego ser recogidas por la red de alcantarillado que las transportara hacia un destino apropiado.

"Son aquellas aguas cuyas características originales han sido alteradas o modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural hídrico o descargadas al sistema de alcantarillado" (OEFA, 2014, p. 2).

En este proyecto de investigación las aguas residuales que se considerarán serán las provenientes de los lavatorios, urinarios, inodoros, aguas pluviales, aguas de riego del centro comercial El Quinde de Ica.

1.3.2. Clasificación, Características y Parámetros del Agua Residual

1.3.8.1. Clasificación de aguas residuales:

Tomaremos la clasificación principalmente según la OEFA – MINAM 2014, en conjunto con la clasificación de Mendonca (1987), además tendremos en cuenta el aporte de la página web cuidoelagua.org, 2014 que clasifica el agua según el contenido de contaminantes que contiene.

- **A. Negras**, son aguas residuales que contienen coliformes fecales, son ricas en sólidos suspendidos y nitrógeno (N), son las que provienen de los urinarios e inodoros trayendo consigo excrementos humanos (heces fecales) y orina. Aquí también entran las aguas provenientes de los lavatorios de cocinas que aportan grasas.
- **A. Grises**, son aquellas aguas residuales que provienen principalmente de los lavamanos, duchas, tinas, lavadoras, lavarropas, jacuzzi, y que aportan en su mayoría sólidos suspendidos y pequeñas cantidades de grasas y coliformes fecales.
- **A. Pluviales**, son las muy conocidas aguas de lluvia y que son producto de las precipitaciones atmosféricas, usualmente son recolectadas a través de canaletas de drenaje en los techos y mediante sumideros en las superficies.
- **A. R. Industriales**, son aguas que se obtienen por el desarrollo de un proceso productivo y que poseen características específicas dependiendo del tipo de actividad industrial que realice, como es el caso de la minería, agroindustria, energética, agrícola, entre muchas otras.

- **A. R. Domésticas**, son aquellas provenientes de residenciales, establecimientos comerciales, públicos y similares. Contienen básicamente residuos orgánicos de las personas (heces), que llegan a las redes de alcantarillado por medio de las descargas de instalaciones hidráulicas en las edificaciones y que deben ser dispuestas adecuadamente.
- **A. R. Municipales**, conocidas también como aguas servidas, se puede decir que son aguas combinadas ya que aquí encontraremos aguas pluviales, aguas residuales domesticas e incluso aguas residuales industriales, pero previamente tratadas.

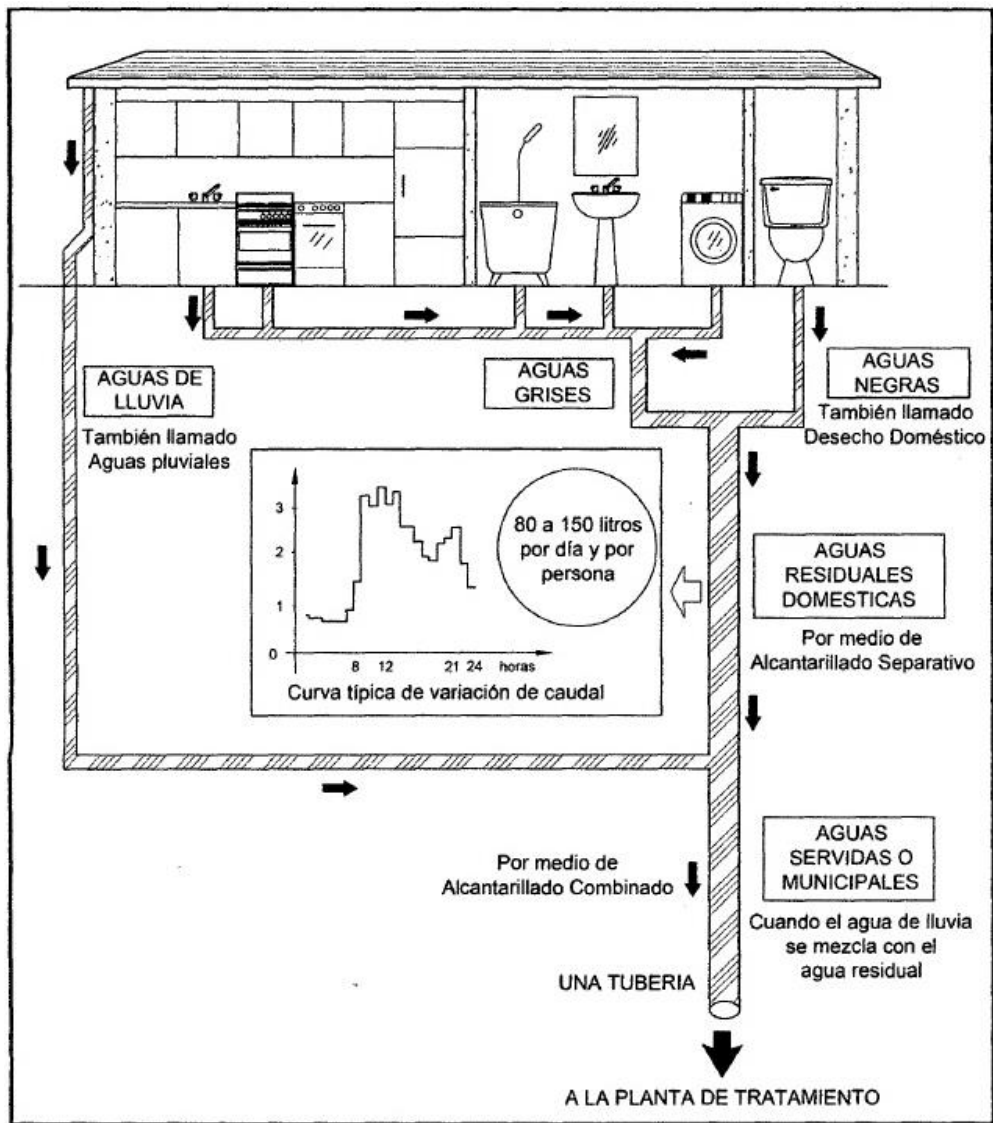


Figura 1. Fuentes generadoras de agua residual. Fuente: Rojas, 2002.

1.3.8.2. Composición de las aguas residuales:

La composición de aguas residuales es muy variable debido a múltiples factores que intervienen entre los cuales se encuentra el consumo promedio por habitante de agua por día, factor que interviene en su concentración (cantidad o volumen), y los hábitos y costumbres alimenticias de la población, que define la composición química (calidad). El estado de Sanidad de N.Y. en 1964 nos menciona que la cantidad de sólidos es casi siempre menor a 0.1% y el 99.9% es agua, pero que a pesar de ello esa pequeña fracción constituye un importante problema para su tratamiento y disposición. (Rojas, 2002, p. 5).

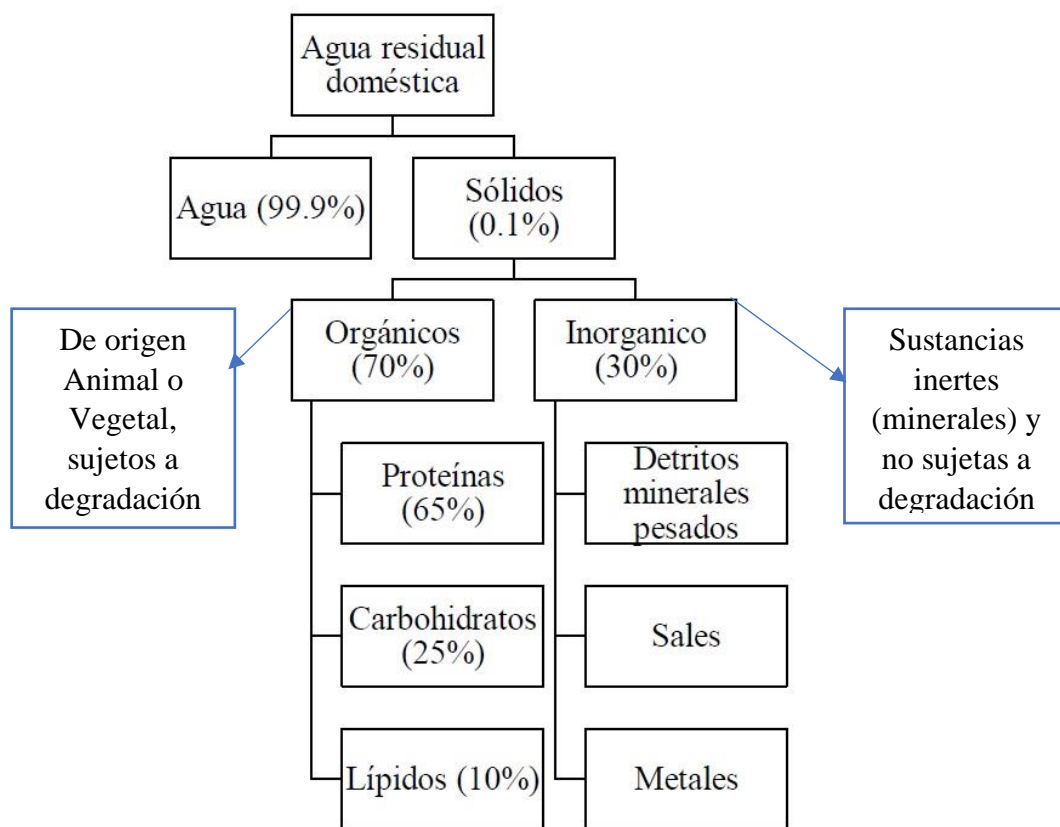


Figura 2. Composición de las aguas residuales domésticas. Fuente: Mendonca, adaptada por tesista.

1.3.8.3. Características de las aguas residuales:

Estas son definidas mediante una secuencia de procedimientos que pueden incluir mediciones de caudales, recolección de muestras de afluentes, análisis e interpretación de resultados alcanzados. A todo este grupo de actividades se le llama caracterización cuantitativa y cualitativa de aguas residuales. (Rojas, 2002, p. 5).

1.3.2.3.1 Características cuantitativas

Básicamente lo podemos resumir en la contribución proveniente del sistema de suministro de agua instaladas en las casas, centros comerciales e instituciones correlacionadas de manera directa a su consumo per cápita. Este consumo per cápita tiene diversos factores como:

- Los hábitos culturales e higiénicos de una población, ciudad o lugar.
- Cantidad de micro medición del sistema de suministro de agua (lectura del medidor).
- Instalaciones y equipos hidráulicos, sanitarios de las viviendas.
- Control ejercido sobre el consumo de agua.
- Valor tarifario de las EPS, presencia de subsidios sociales o políticos.
- Abundancia o escasez de fuentes hídricas.
- Intermitencia de las EPS.
- Temperatura media de la región, renta familiar,
- Índices de industrialización, intensidad y tipo de actividad comercial.

1.3.2.3.2 Características físicas

Las principales características que podemos identificar en las aguas residuales según Crites y Tchobanoglous (2000) son las que se describe a continuación:

- Sólidos Totales (ST), varían de tamaño, forma y composición, y están comprendidos en su mayoría:
 - Sólidos Sedimentables: son aquellos que representan al volumen de los lodos removibles por sedimentación simple, usualmente se pueden ver en un tanque Imhoff, este proceso se da en un periodo aproximado de sesenta minutos
 - Sólidos Suspendidos Totales (SST), es una fracción de los sólidos totales y están compuestos por partículas inorgánica y orgánicas fácilmente separables del agua residual mediante sedimentación, centrifugación o filtración.
 - Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV), estos sólidos son obtenidos cuando calcinamos a los SST a una temperatura de 500+-50°C.
 - Sólidos Disueltos Totales (SDT), corresponden al material soluble de coloides y sólidos disueltos que pasaron a través del filtro de SST, se necesita para su remoción procedimientos de oxidación biológica, coagulación o sedimentación.
- Turbiedad, indica la calidad de agua natural y residual tratada con relación al material coloidal en suspensión que obstaculiza (absorbe o dispersa) la transmisión de luz.

- Color, esta característica es causada por sólidos suspendidos (color aparente) y sustancias coloidales y disueltas (color verdadero).
- Olor, es de mucha relevancia para el público que se ha interesado en el tratamiento de aguas residuales, el principal olor indeseable y que se presenta en los tratamientos anaerobios es el de sulfuro de hidrógeno (olor a huevo podrido).
- Temperatura, por lo general la temperatura es mayor en estas aguas debido a la incorporación de sustancias producidas por el uso doméstico e industrial, la temperatura se ha de tomar en cuenta para los procesos biológicos.
- Densidad, es de gran importancia para el diseño de sedimentadores, humedales artificiales y otros tratamientos, su unidad de medida es el g/l o kg/m³.
- Conductividad, es el parámetro más importante para determinar las posibilidades de usar el agua para riego, y mediante la conductividad eléctrica nos permite establecer la salinidad de un agua residual tratada para su uso en el riego.

1.3.2.3 Características químicas inorgánicas

- pH, mide la concentración del ion de hidrógeno en un líquido, se considera un pH de 6.0 a 9.0 para procesos biológicos de nitrificación.
- Nutrientes Bioestimulantes (Nitrógeno(N) y Fósforo (P)), estos compuestos en colaboración con la DBO₅ se convierten en el indicador de aguas residuales, para determinar si existe una proporción adecuada de nutrientes que permita facilitar la degradación de materia orgánica.
- Alcalinidad, es la capacidad para neutralizar ácidos y se debe a la presencia de componentes como el calcio, magnesio, potasio o de ion amonio.
- Cloruros, parámetro de gran importancia relacionado con su reutilización, pueden provenir de aguas salinas y salobres.
- Azufre (S), es el ion de sulfato que se encuentra en el agua de abastecimiento y también en el agua residual, se requiere para la síntesis de proteínas.
- Metales, requerido para un adecuado crecimiento de organismos vivos la presencia en cantidades (micro y macro) de hierro, cromo, cinc, cobalto, cobre.
- Gases, su medición es necesaria para manejar y vigilar los procesos biológicos de tratamiento aerobio. Gases como el dióxido de carbono, metano y oxígeno.

1.3.2.3.4 Característica de materia orgánica agregada

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), constituye la cantidad de oxígeno que es necesaria para llevar a cabo la oxidación biológica aerobia de la materia orgánica en las aguas residuales. Se mide a través de la prueba DBO5 y a una temperatura de 20° C. y se expresa en miligramos por litro.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO), viene a ser la cantidad de oxígeno requerida para realizar la oxidación química (aniquilación) de los sólidos orgánicos. Y permite una relación con la DBO (DQO/DBO5) que nos brinda un indicador de la biodegradabilidad del agua residual.
- Carbono Orgánico Total (COT), simplemente es una evaluación para cuantificar el carbono orgánico total en una muestra de abundante agua para y así medir su contaminación.
- Grasas y Aceites, provenientes de animales y plantas se determina mediante una muestra de residuo de triclorotrifluoroetano. Las propiedades este compuesto puede causar inconvenientes en el tratamiento de aguas residuales por lo que son removidos constantemente mediante el recojo de natas.

1.3.2.3.5 Características biológicas

- Bacterias, son los microorganismos procarióticos presentes en las heces que son recogidas y transportadas por las aguas residuales, son de tamaño microscópico entre unos 0.5 y 5 μm de longitud.
- Protozoos, son organismos unicelulares eucariotas de tamaño microscópico, son incluso resistentes a los tratamientos por clorificación y radiación UV.
- Helmintos, son parásitos presentes en las aguas residuales en forma de lombrices intestinales (estado adulto) o en estado de huevo (etapa infecciosa).
- Virus, infectan a todo tipo de organismo, y las bacterias presentes en el agua residual no son la excepción por lo que se tiene que tener presente a los rotavirus y virus Norwalk que están en las aguas.

Todas estas características vistas tienen una profunda relación con el manejo y diseño de las PTAR, al requerir una **evaluación de calidad** en pre y post tratamiento, por lo que tomaremos en cuenta los principales parámetros a evaluar y en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Composición típica de tres clases de aguas residuales domésticas.*

Componente	Rango de Concentración mg/l		
	Alto	Medio	Bajo
Sólidos Totales	1200	700	350
Disuelto	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
En Suspensión	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos Sedimentables ml/l-h	20	10	5
DBO (5días, 20°C)	300	200	100
DQO	570	380	190
Nitrógeno total (N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniacal	50	25	12
Fosforo Total (P)	20	10	6
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (CaCO₃)	200	100	50
Grasas	150	100	50
Calcio (Ca)	110	50	10
Magnesio (Mg)	10	9	8
Sodio (Na)	100	50	23

Fuente: Rojas, 2002

1.3.3. Alternativas al Tratamiento de aguas residuales

Podemos entender que tratar aguas residuales es relativamente fácil y sencillo, poniendo el ejemplo básico y razonable: Un agua residual que tenga 1gr de sólidos totales por litro de agua, quiere decir que esa agua es 99.8% agua, entonces sacar esa pequeñísima parte de contaminante se nos hace fácil, lo que si necesita es conocimiento, ingeniería y estudio no tanto para saber cómo limpiarla sino para saber que se hace con los sub productos que se genera y que sea de una manera económicamente viable, sustentable a mediano y largo plazo.

Todas las tecnologías que hay hoy en día para tratar las aguas residuales caen en tres grandes grupos.

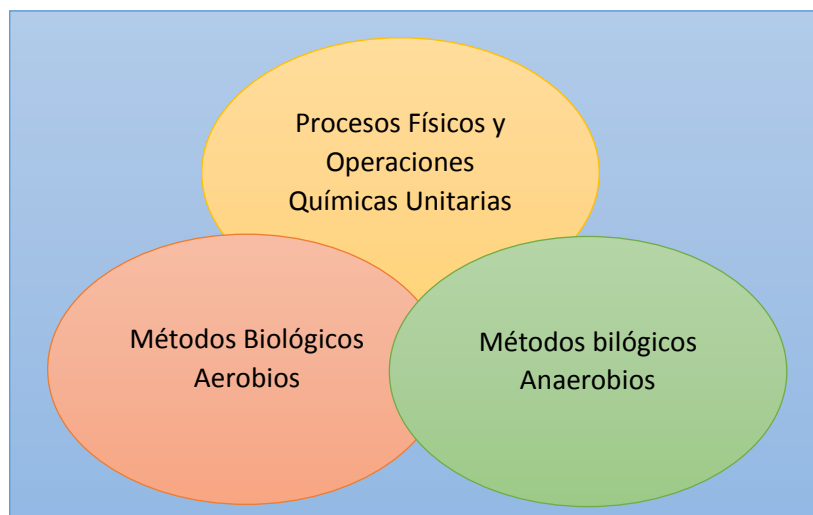


Figura 3. Grupos de alternativas al Tratamiento de aguas residuales. Fuente: Elaboración Propia

1.3.4. Procesos Físicos y Operaciones Químicas unitarias. (Tratamiento primario)

1.3.8.1. *Procesos Físicos Unitarios:*

Los primeros en darse cuenta son los ingleses y alemanes por los finales de 1800, que empezaron a preocuparse como podían descontaminar los ríos Támesis y Rin mediante metodologías de tratamiento, fue allí donde se percataron que procesos físicos copiados de la naturaleza como el Tamizado, Desarenado, Sedimentación, Flotación eran procesos que ayudaban a limpiar los ríos, por lo que empezaron a instalar dichos sistemas en las descargas de agua a los ríos.

Estos procesos son los iniciales en el tratamiento de agua residuales y que aún hoy en día se sigue utilizando a pesar de tener más de 100 años de antigüedad y que siguen siendo imprescindibles en las plantas de tratamiento.

Tienen una característica muy importante a tener en cuenta ya que estos no eliminan contaminación solo la separan, es decir mientras no se decida cómo gestionar la basura que es retenida en los procesos primarios como el tamizado u otros de una manera ambientalmente válida aún no se ha resuelto nada. Un caso práctico son las trampas de grasa que se dejan al olvido y sin mantenimiento.

1.3.8.2. Operaciones Químicas Unitarias:

Estas operaciones las utilizamos cuando tenemos aguas residuales industriales que son un poco más complejas donde se puede hablar de ajustes de pH, balanceo de nutrientes y micronutrientes y de precipitación química

Y al realizar estos ajustes se puede decir que también se está incrementando los sólidos totales del agua, ya que los químicos que son necesarios para realizar estos procesos producen un impacto ambiental negativo, de tal manera que estos procesos hay que manejarse con mucho cuidado y usarlas solo cuando se requiera

En resumen, a pesar de su aparente sencillez los procesos físicos unitarios y operaciones químicas unitarias son indispensables para un buen sistema de tratamiento de aguas residuales. Es procesos unitarios son utilizados para preparar el agua residual para los procesos siguientes. Son muy económicos de instalar y ayudan remover el 30% a 35% de contaminación.

1.3.5. Procesos Biológicos (Tratamiento Secundario)

Es importante entender que estos procesos utilizan microorganismos como los elementos activos en el proceso de depuración, es decir se usa seres vivos para limpiar el agua residual.

1.3.8.1. Procesos Biológicos Aerobios:

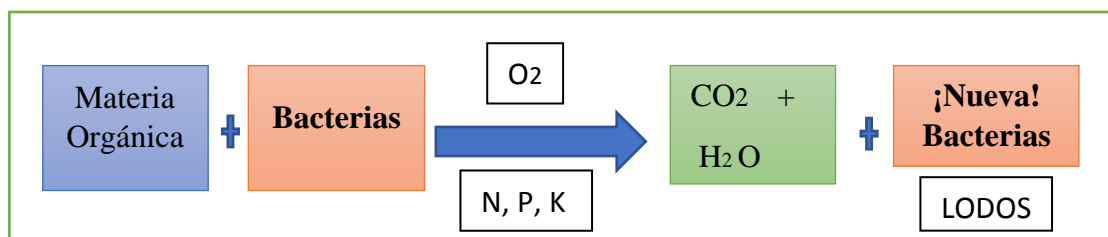


Figura 4. Proceso Biológico Aerobio. Fuente: Elaboración Propia

Una de las características de este sistema es que aproximadamente el 50% de la materia orgánica que ingresa va a salir del sistema en forma de gases de respiración CO_2 y agua, y el resto se convierte en nuevas bacterias (lodos)

Necesita **oxígeno** para el funcionamiento de este sistema.

Requiere de nutrientes, en las aguas residuales domesticas normalmente no hay que preocuparse por este aspecto, donde se pone de manifiesto este inconveniente es en las aguas residuales industriales donde regularmente hay un desbalance de nutrientes

Algunos sistemas biológicos AEROBIOS:

- Ríos y riachuelos
- Lagunas Facultativas (o naturalmente aireadas)
- Lagunas Artificialmente Aireadas
- Zanjas de Oxidación
- Filtros Percoladores
- **Lodos activados**

1.3.5.1.1 Lodos Activados.

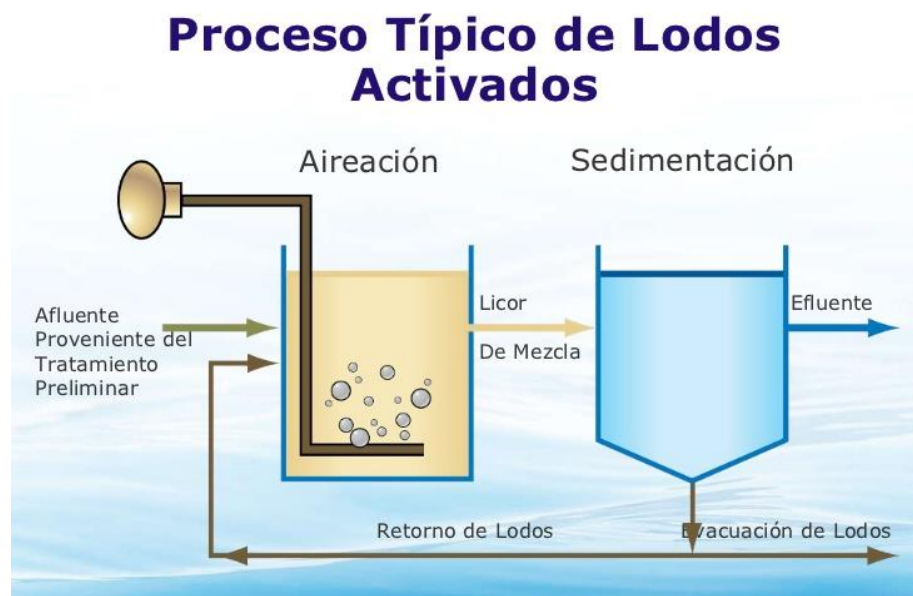


Figura 5. Esquema de un sistema de Lodos Activados. Fuente: Aquarius.com

En este sistema ya se puede encontrar eficiencias de remoción entre la entrada y la salida del orden del 95%. Esto es no es una planta de tratamiento, es un componente de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Para poder decir que es un PTAR es necesario tres componentes básicos un tratamiento primario, un proceso biológico en este caso lodos activados y un sistema de procesamiento y manejo de lodos.

Son los sistemas más conocidos y estudiados en Latinoamérica. Y presentan las siguientes características:

- Requiere una cantidad **moderada** de área.
- Tiene un **alto consumo de energía**, en aireación y mezcla, así como en la recirculación de lodos.
- Tiene una **alta producción de lodos** en exceso los cuales deben ser dispuestos apropiadamente.
- En general es **costoso operar** en los países en vía de desarrollo. El 50% del costo operativo constituye la energía eléctrica, y del 35% a 40% en gestión de lodos.

1.3.5.1.2 Alternativas en tratamiento Aerobios.

- **Sistemas más eficientes de (Aspiración de Aire)**, estos sistemas han sufrido una evolución tratando de mejorar la eficiencia en del suministro de aireación, pasando desde las turbinas, sopladores de aire, sistemas de aireación de tercera generación (bomba sumergible).



Figura 6. Bomba sumergible con sistema Venturi. Fuente: shrimpace.com

- **Filtros percoladores**, aquí hablamos de crecimiento adherido de bacterias, que para su entendimiento podemos decir que en un recipiente se coloca un lecho de piedras, u otro medio natural o sintético, en donde se procura que las bacterias crezcan adheridas a esas superficies, para luego llevar las aguas residuales por la parte superior del recipiente y la dejamos caer como si espolvoreáramos el agua, con el constante desarrollo de microorganismos, lamas o películas microbiales sobre el lecho. entonces las bacterias hacen el trabajo de colador y filtración y el agua que sale por la parte inferior es un agua “limpia”, aun costo mínimo.

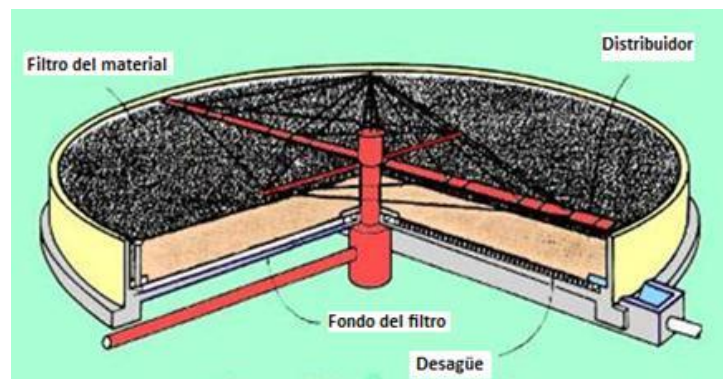


Figura 7. Filtro Percolador. Fuente: filtros.blogspot.com

- **Sistema de Biodiscos**, en este sistema se promueve también el crecimiento adherido de bacterias o reactor de película fija. Las lamas o películas biológicas se desarrollan sobre discos, que están girando de una manera muy lenta por el agua residual, estos discos están montados sobre un eje horizontal. Este procedimiento es muy parecido al de filtros percoladores, solo que en este caso la película biológica está en rotación dentro del agua residual sedimentada y también en contacto con la atmósfera para proveer oxígeno a los organismos. El inconveniente de estos sistemas es que no hay una tecnología estandarizada ya que estos sistemas son patentados.



Figura 8. Sistema de Biodiscos. Fuente: aguasresiduales.info

- **Aireación Extendida**, se logra mediante más cantidad de microorganismos y menos “comida” (o una relación baja de F/M), generando menos lodos de un 50% en lodos convencionales a 35% con este sistema, pero que requiere una mayor energía y espacio. Por tal motivo es recomendable para plantas de tratamiento con caudales menores a 10lps.

1.3.8.2. *Procesos Biológicos Anaerobios:*

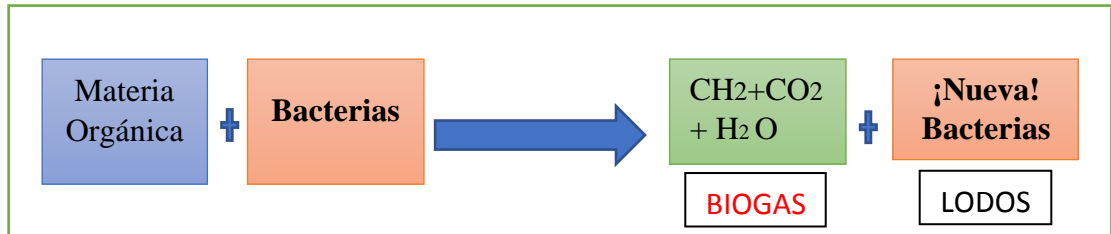


Figura 9. Proceso Biológico Anaerobio. Fuente: Elaboración propia.

Una de las características de este sistema es que del 90% a 95% de aproximadamente de la materia orgánica que ingresa va a salir del sistema en forma de gases de respiración CH₂, CO₂ y agua es decir Biogás, y el resto se convierte en nuevas bacterias (lodos)

No necesita **oxígeno** para el funcionamiento de este sistema.

Algunos sistemas biológicos ANAEROBIOS:

- Biodigestores rurales.
- Lagunas Anaerobias
- Fosas Sépticas (tratamiento primario)
- Tanques IMHOFF
- Digestores convencionales de lodos
- Filtros Anaerobios
- **Reactores UASB**

1.3.5.2.1 Lagunas Anaerobias

Simplemente es un hueco en la tierra por donde pasara y se almacenara el agua residual de entre unos 15 a 30 días entre la entrada y la salida, y que producto de ello se remueve un 50% de contaminación, pero tiene un gran defecto la mayoría son lagunas abiertas y entonces el biogás se escapa a la atmosfera y ambientalmente no se logra nada. Hay que mínimamente taparlas.

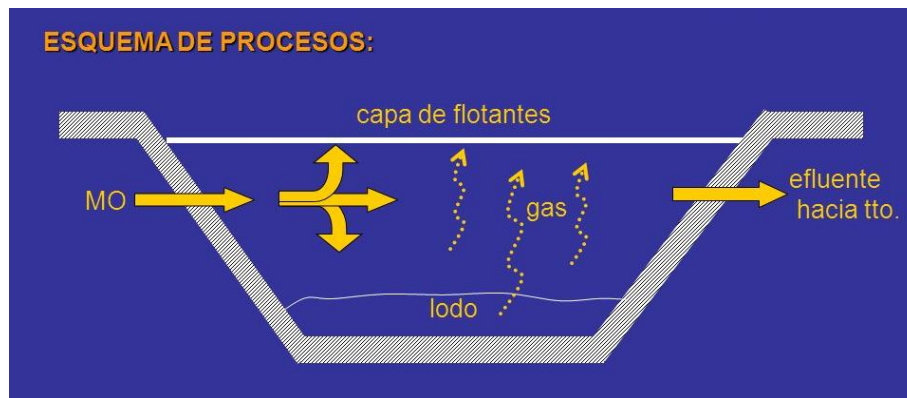


Figura 10. Esquema de Lagunas Anaerobias. Fuente: SlidePlayer

1.3.5.2.2 Fosas Sépticas

Se utiliza como una solución individual, es decir una solución para una casa, el tiempo de permanecía del agua residual entre la entrada y la salida cuando recién empieza su funcionamiento es de 24 horas, y actúa como sedimentador primario dejando los sólidos en el fondo y las grasas flotando, y su eficiencia en este caso es alrededor del 35%, pero que sin mantenimiento el porcentaje de eficiencia disminuye considerablemente. Pero que necesariamente requiere un proceso secundario (tratamiento biológico). Que puede ser vertido en suelos fértiles.

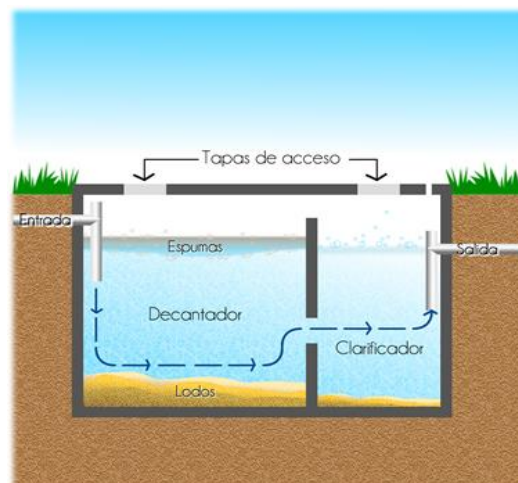


Figura 11. Fosa séptica. Fuente: gcientporno.com

1.3.5.2.3 *Tanque Imhoff*

En resumen, el tanque Imhoff es una mejora de la Fosa séptica, implementando el diseño, y adicionar un sistema de extracción de lodos y una trampa para natas. También n clasifica dentro del tratamiento primario.

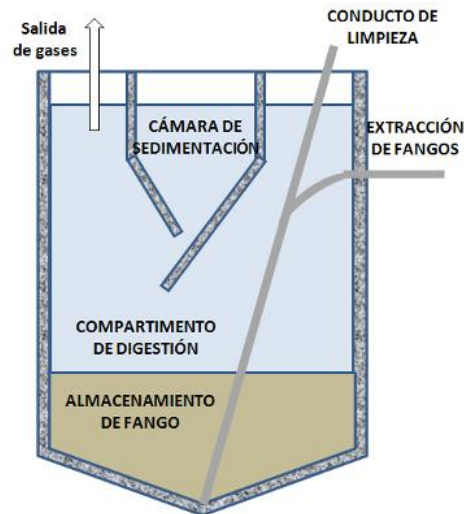


Figura 12. Tanque Imhoff. Fuente:docplayer.es

1.3.5.2.4 *Digestores convencionales de Lodos*

Es una estructura cerrada en la cual va recibir lodos que proviene n de una planta de tratamiento aerobia, se deja permanecer en el tanque de 15 a 30 días, se mezcla los lodos para promover las reacciones anaeróbicas y que al final de este tiempo de residencia nos arroja un lodo estabilizado.

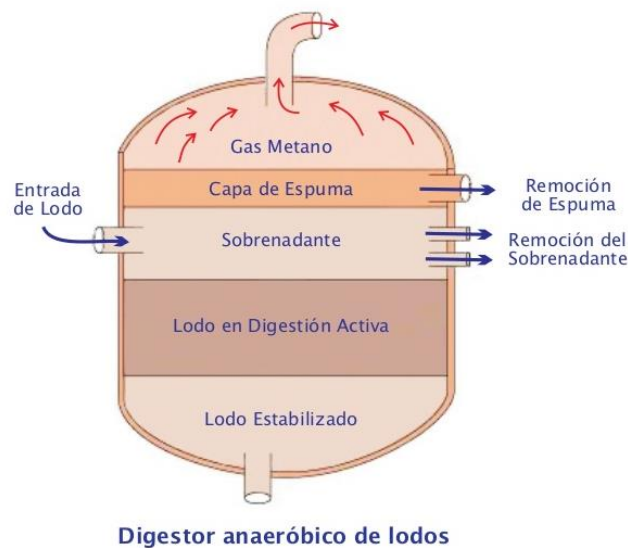


Figura 13. Digestor convencional de Lodos. Fuente: es.calameo.com

1.3.5.2.5 Filtro Anaerobio

Es un tanque cerrado donde se coloca un material de soporte, de empaque al cual crecerá adherida las bacterias anaerobias, puede ser de flujo ascendente o de flujo descendente, la idea se tomó de los filtros percoladores, pero que a diferencia este está inundado de agua hasta la parte superior para evitar que ingrese el aire de la atmosfera. Entonces el procedimiento de tratamiento es similar al de los filtros percoladores. Y remueven una contaminación del 70% a 75%, pero su mantenimiento es complejo y trabajoso.

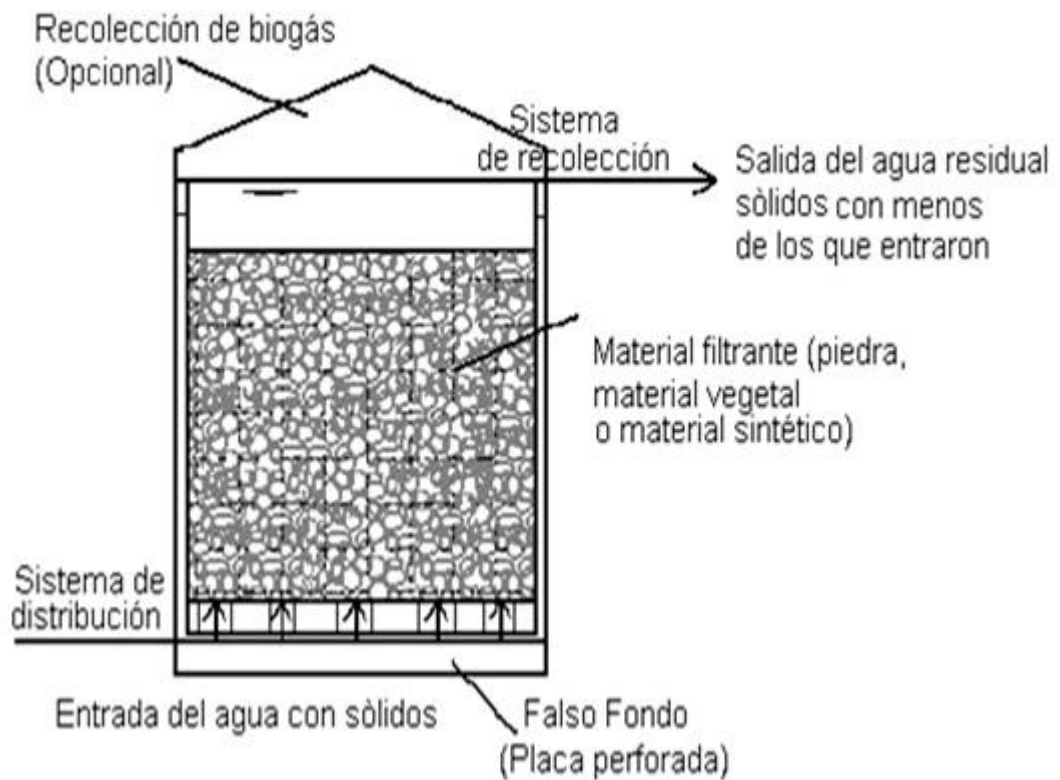


Figura 14. Filtro Anaerobio. Fuente: aumentaty.com

1.3.5.2.6 UASB (Reactor anaerobio de flujo ascendente con un manto de lodos)

Es un recipiente que no necesariamente necesita ser cerrado, que contiene un flujo ascendente, y que en las dos terceras partes más bajas del reactor vamos a promover el crecimiento de la bacterias anaerobias, en la parte superior del reactor se colocara un separador de tres fases (gas, sólido y liquido), entonces decimos que el agua ingresa por la parte de abajo y sale por la parte de arriba y el tiempo del proceso depende del tipo de agua (municipales o sanitarias serán de 6 a12 horas) y remueve de 75% a 85%.

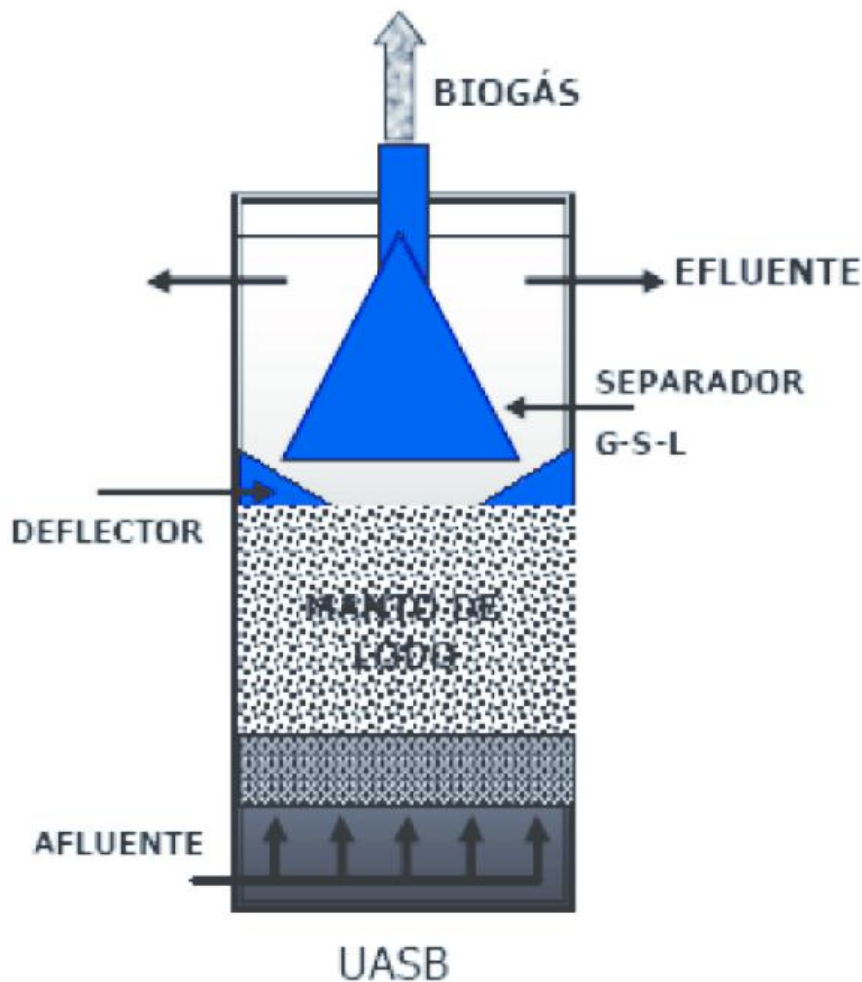


Figura 15. Reactor UASB. Fuente: google.com

Además de su uso en Europa y Asia, el reactor UASB se ha usado en Latinoamérica en países como Argentina, Brasil, Costa Rica, etcétera y que cubre un 80% de toda la creación de PTAR. Se ha usado ampliamente en el tratamiento de aguas residuales de todo tipo.

Algunas de sus limitaciones son:

- Se debe conocer los fundamentos de los Procesos Anaerobios.
- Su arranque es relativamente lento, especialmente el tratamiento de aguas residuales industriales. (de uno a dos meses en aguas domesticas)
- El ambiente dentro del reactor es muy corrosivo lo que hace que se requiera de materiales adecuados.
- Puede generar olores molestos especialmente si hay acidificación.

Las ventajas que presenta el UASB son:

- No consume energía en su operación al contrario genera energía en forma de biogás.
- Tiene una baja producción de lodos los cuales ya están digeridos o estabilizados dada su alta edad de lodos (de 60 a 160 días).
- Se necesita una poca inversión debido a su volumen reducido, ya que soporta muy altas cargas orgánicas.
- Tiene mínimos costes de operación y mantenimiento

Es decir, al tener un sistema anaerobio nos permite verter el agua residual y mediante el proceso de su tratamiento se genera energía mediante el biogás y genero una mínima cantidad de lodos a un costo muy bajo.

Teniendo en cuenta las características del agua residual y los procesos de tratamiento de agua residual podemos elaborar un cuadro relacional de los constituyentes de aguas residuales y las operaciones y procesos unitarios de los sistemas vistos.

Tabla 2. *Aplicación de las Operaciones y Procesos Unitarios.*

Constituyente	Operación, proceso unitario o sistema de tratamiento
Solidos suspendidos	Sedimentación, filtración, adición de polímeros químicos, coagulación/sedimentación, procesos naturales (humedales artificiales, tratamiento en el suelo).
Compuestos orgánicos biodegradables	Lodos activados, filtros de lecho de secado, lagunas de estabilización, procesos naturales, reactores de película adheridas (filtros percoladores, contactores biológicos rotatorios) sistema físico-químico.

Patógenos	Cloración, radiación UV, procesos naturales, ozonificación.
Nitrógeno	Nitrificación/desnitrificación (procesos biológicos de película adherida, es suspensión) procesos naturales
Fosforo	Remoción biológica, adición de sales metálicas, coagulación cal/sedimentación, procesos naturales.
Metales pesados	Precipitación química, procesos naturales.

Fuente: Pinedo Gonzales, Alin.

En este capítulo donde hemos tratado alternativas de tratamiento de agua residual hemos podido ver parte del tratamiento de aguas residuales como son los procesos primarios y secundario, pero una PTAR es mucho más que solo dos procesos, es por eso que a continuación complementaremos con información relevante y sintetizada.

1.3.6. Niveles de tratamiento de agua residual.

Según Prado nos dice:

El tratamiento de las aguas residuales, servidas, negras, cloacales o como se desee llamar viene a ser la conversión mediante un proceso por el cual los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente, de esta manera, el resto de los sólidos orgánicos complejos quedan convertidos en lodos (orgánicos o minerales). La magnitud de este cambio depende del proceso de tratamiento empleado. Una vez completado el proceso de tratamiento, es aún necesario convertir el efluente final para que cumpla con las normas de descarga o reutilización, así como también la disposición adecuada de los lodos generados. (2015, p. 11).

El tratamiento de aguas residuales que se viene desarrollando en américa latina, se puede clasificar en 6 etapas o niveles: preliminar, primario, secundario, avanzado o terciario, desinfección y disposición de lodos, dos de las cuales ya la hemos tratado anteriormente por lo que solo aremos una breve referencia con respecto a esas dos.

1.3.8.1. Tratamiento Preliminar:

Este tratamiento permite la preparación o acondicionamiento de las aguas residuales ya que, al estar constituidos por sistemas de rejas gruesas y finas, tamices, desarenadores, desengrasado, lo cual permite proteger las instalaciones y el funcionamiento correcto de los equipos e infraestructura de tratamiento, contribuyendo además a un adecuado proceso físico o biológico. (Ramos, 2014, p. 42)

1.3.8.2. Tratamiento Primario:

Su principal objetivo de este tratamiento es la disminución de la materia orgánica y solidos sedimentables que puede incluir sedimentación o flotación de partículas, teniendo muy poca efectividad en la materia orgánica (disminuye un 25% a 35% de la DBO), y

generalmente elimina del 50% al 65% de sólidos suspendidos. Se puede utilizar varios tratamientos existentes como: sedimentación o decantación, flotación y neutralización. Y algunos mencionados también en RNE. (Ramos, 2014, p. 43)

1.3.8.3. Tratamiento Secundario:

Este tratamiento básicamente tiene la finalidad de reducir los compuestos orgánicos mediante procesos biológicos ya sean anaerobio o aerobios, el cual reduce o transforma la materia orgánica en sólidos sedimentables (lodos), los cuales son obtenidos mediante los tanques de decantación y otros modelos de tratamiento. (Ramos, 2014, p. 48)

1.3.8.4. Tratamiento Terciario (avanzado):

El tratamiento terciario tiene básicamente como objetivo eliminar la carga orgánica y aquellos contaminantes tales como el fósforo, nitrógeno, metales, etcétera: que no fueron exterminados en el proceso anterior. Los procedimientos que se desarrollan en este tratamiento son del tipo biológico y/o físico químico. Complementando los procesos anteriores para obtener efluentes as puros y que permita la reutilización del líquido para un fin específico como agua industrial, riego, recarga de acuíferos, etcétera. (Vargas, 2014, p. 83)

Algunas de las sustancias que son removidas en este tratamiento son: Fosfatos y nitratos, huevos y quistes de parásitos, sustancias tenso activas, algas, bacterias y virus (desinfección), sólidos totales y disueltos, radionúclidos, temperatura.

1.3.8.5. Desinfección:

Se utiliza principalmente para disminuir el contenido de bacterias, virus y quistes anaeróbicos en las aguas residuales tratadas, antes de su vertimiento final. La desinfección consiste en la aniquilación selectiva de los organismos causantes de enfermedades. El proceso de desinfección generalmente se completa utilizando operadores de mezcla, físicos, mecánicos y de radiación, siendo los más utilizados la desinfección química con cloro (Rojas, 2002, p. 15).

1.3.8.6. Manejo de Lodos:

De manera general el lodo procedente de las plantas de tratamiento suele variar según el tipo de planta, decimos también que en los procesos primarios se concentra alrededor del 0.22% a 0.93% de lodos contenidos en el agua residual y el contenido de sólidos volátiles (grasas) varía del 63% al 83%. Y en los procesos secundarios (biológicos) se genera la mayor cantidad de lodos principalmente en el proceso aerobio

con promedio del 50%, a comparación del anaerobio que solo es el 5% a 10%. (Vargas, 2014, p. 86).

Es por tal motivo que al implementar una PTAR sea del tipo que sea, es indispensable tener un plan de gestión de lodos, en donde se suele invertir un significativo porcentaje de gastos operativos. Los lodos pueden ser tratados para servir de estabilizador, mejorador de suelos. En plantas grandes se pueden secar y deshidratar, luego se pasa a quemar en calderas como si fuera carbón y se utiliza como materia orgánica para generar vapor, mover turbinas y energía eléctrica.

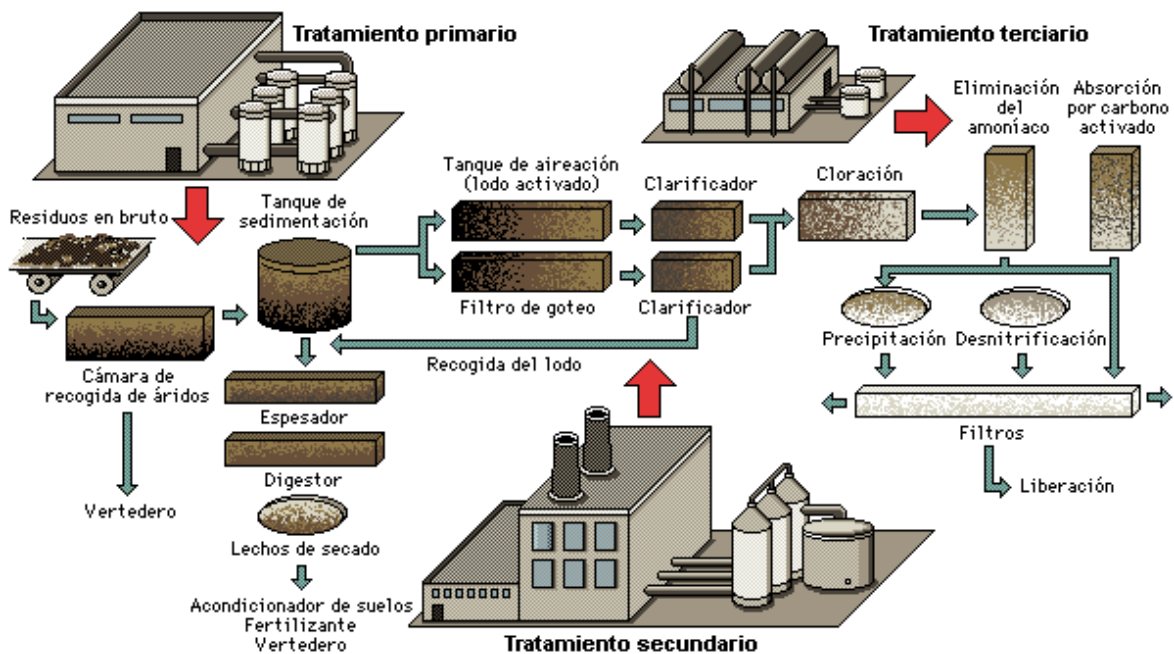


Figura 16. Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales. Fuente: ebueno93.blogspot.com

Existe una tabla de remoción de contaminantes en agua residuales, la cual nos puede dar una idea de la función que cumple cada nivel en el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 3. Remoción de los Niveles de Tratamiento.

Nivel de tratamiento	Descripción
Preliminar	Remoción de constituyentes que puedan causar problemas operacionales o de mantenimiento en los procesos de tratamiento y sistemas auxiliares.
Primario	Remoción de parte de sólidos y de materia orgánica suspendida.
Primario avanzado	Remoción intensiva de los sólidos suspendidos y materia orgánica, en general llevada a cabo mediante la adición de insumos químicos o filtración.

Secundario	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos, también se suele incluir desinfección.
Secundario con remoción	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos y nutrientes
Terciario	Remoción de sólidos suspendidos residuales, en general por filtraciones medio granular, se suele incluir la desinfección y la remoción de nutrientes.
Avanzado	Remoción de materiales disueltos o en suspensión que permanecen después del tratamiento biológico convencional. Se aplica cuando se requiere reutilizar el agua tratada o para el control de efluentes en fuentes receptoras.

Fuente: Pinedo Gonzales, Alin.

Podemos establecer una eficiencia de los procesos de tratamiento o conocidos también como eficiencia de remoción. Tomaremos la adaptación de la tabla establecida en el reglamento nacional de edificaciones RNE en la norma OS.090 que trata sobre las plantas de tratamiento de agua residual.

Tabla 4. *Eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales*

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCIÓN (%)			REMOCIÓN (ciclos log 10)		
	DBO	DQO	SST	E-Coli	Helmintos	Quistes
Tratamiento preliminar						
Cribado fino	5-10	5-10	2-20			
Cloración crudo o sedimentario	15-30					
Tratamiento primario						
Sedimentación primaria	25-30-40	20-35	40-70	0-1	0-1	0-1
Precipitación química	50-85	40-70	70-90			
Tratamiento secundario						
Lodos activados (i)	55-70-95	50-80	55-95	0-2	0-1	0-1
Filtros percoladores (i)	50-90-95	50-80	50-92	0-2	0-1	1-2
Lagunas aireadas (ii)	80-90		iii	1-2	0-1	0-1
Zanjas de oxidación (iv)	70-95		80-95	1-2	0-1	-
Lagunas de estabilización (v)	70-85		iii	1-6	1-4	2-4
Primarias	75-85	60-70	85-95			
Secundarias	90-95	80-75	85-95			
Terciarias	85-95	60-70	85-95			
Biofiltros	80-95		80-95	1-2	0-2	0-1
Desinfección	-		-	1-2	1-3	0-1

Fuente: Rojas, 2002, adaptado por tesista.

1.3.7. Importancia del tratamiento y reutilización de aguas residuales

Lo que nos dice García Orosco (1982), citado por Pinedo (2013). Se ha observado a través del tiempo que la reutilización del agua es un fenómeno que ocurre en la tierra desde que los seres vivos existen sobre ella, a este fenómeno se le reconoce como el Ciclo Hidrológico del agua.

El agua que está presente en la tierra no está distribuida de una manera muy equitativa aparentemente ya que paradójicamente a pesar de que nuestro planeta en su gran mayoría está compuesto de agua, solo una pequeña parte es la que podemos utilizar para el consumo humano (agua dulce). Esto lo veremos en la siguiente imagen:

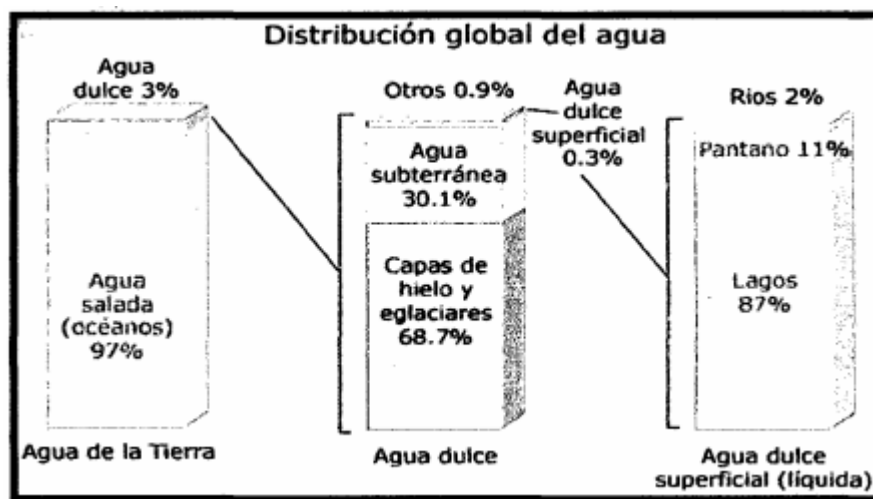


Figura 17. Distribución global del agua. Fuente: Nace, Encuesta Geológica de los EE.UU

Es importante entender esta figura, que nos dice que la escasez de agua se ha visto presente desde siempre, ya que solo el 3% del total del agua del planeta corresponde a agua dulce. Y que de ese porcentaje la mayoría de esa agua se encuentra congelada y otro porcentaje importante se encuentra sumergida en la tierra, dejándonos solo un mínimo porcentaje de agua dulce superficial aprovechable. Es por tal motivo que actualmente ya no es recomendable ni responsable la utilización de agua potable para el riego de áreas verdes, suministro de inodoros, riego agrícola, parques y jardines, sobre todo en países y regiones en donde el agua es escasa, y para países como estos, que quieran seguir desarrollándose urbanamente con la implicancia del crecimiento industrial y actividad humana, tendrán que verse obligados a realizar cuantiosas inversiones en obras de infraestructura hidráulica para cubrir la demanda de una manera sustentable.

Según Ecoagua (1999), nos dice que el cambio climático, el cambio demográfico, el turismo y el estrés hídrico son características comunes de distintos países. Sin embargo, la diferencia más resaltante entre ellos es la gran importancia que la reutilización de aguas residuales tratadas (PTAR), ha logrado alcanzar en los últimos años, tanto para el riego agrícola, jardines privados y públicos, campos de golf, refrigeración industrial o recarga de acuíferos costeros, entre otros reúsos posibles. Es una alternativa muy factible en remplazo al agua de consumo público, y en calidad y estética muy similar a las que brindan las EPS.

Yañez (1983), que cita Condori (2011) Las aguas residuales tratadas pueden ser utilizadas para múltiples fines, uno de ellos y con mayor desarrollado es en la agricultura, talvez por ser ésta una actividad antigua y muy común en el hombre, pues, a pesar de que las aguas residuales domésticas sufren cambios químicos importantes a través de su uso, aun puede servir para la irrigación. El aporte de los residuos orgánicos que ellas puedan acarrear con una relación Carbono/Nitrógeno favorable, va a determinar características físicas, químicas y biológicas que Contribuyan al desarrollo evolutivo de la capacidad del suelo, especialmente si se trata de suelos áridos y pobres en materia orgánica.

De otro lado, la Organización Mundial de Salud (OMS), nos dice que es de vital importancia tener en consideración los riesgos de salud que conlleva, el tratamiento y la calidad de agua que se produce, para trabajadores que se ven en contacto con el agua a tratar como operadores de uso y mantenimiento, así como para la aplicación particular a que se destine. Se debe tener en cuenta los estándares de calidad pertinentes.

Moscoso (1992), citado por Condori (2011) “Varios países y organismos internacionales definen estándares de calidad para el reúso de aguas servidas, de acuerdo a sus usos, sea por el propio uso o para protección de la salud ocupacional de los operadores de los sistemas”.

Es importante entender que para elegir un sistema de tratamiento adecuado e idóneo se debe tener en cuenta las condiciones particulares del medio ambiente y también las culturales. La PTAR no solo deben contemplar la eficacia de la depuración y remoción de la materia orgánica, sino también debe analizar la relación de los elementos que están a su alrededor, las necesidades particulares, el costo, el mantenimiento, el reúso, y principalmente la utilización o disposición de los sub productos (lodos) de todo el proceso depurativo. Es por tal motivo la importancia del reúso del agua residual, ya que todos sabemos el papel vital que juega este líquido elemento en la vida humana y es preocupante su creciente escasez en el mundo.

¿Por qué debemos tratar las aguas residuales, disputa por el agua?

La actividad agrícola es el máximo consumidor mundial de agua, 70% (90% en algunos países), por lo que es necesario plantear una alternativa de solución para tan alta demanda hídrica, la reutilización de aguas residuales es una de ellas.

Existe una creciente generación de volumen de aguas residuales crudas vertidas a los cuerpos hídricos sin ningún control ambiental, sigue produciendo gran contaminación y daños irreversibles en ríos, lagunas y océanos.

El vertimiento de agua residual doméstica aumentará debido al constante crecimiento de la población, urbanismo, cambio climático y calentamiento global.

Un dato curioso es que el 10% de toda la población en el mundo consume alimentos regados con agua residual doméstica, lo que nos hace quitarnos el tabú del uso con respecto al riego agrícola y recreativo.

Es el más grande causante de mortalidad infantil (alrededor 2 niños mueren cada 3 minutos en el planeta), ya que las bacterias y virus mortales como el cólera y la hepatitis encuentran el hábitat perfecto para su desarrollo y proliferación, además provoca más de 1 000 muertes anualmente por infecciones hepáticas, provocando gastos en salud y pérdidas económicas ambientales en el mundo.

1.3.8. Normativa y Marco Legal

1.3.8.1. Plan nacional de acción ambiental (PLANAA) – Perú 2011-2021

Este plan contiene unas metas prioritarias para lograr en los próximos años en materia ambiental, y para el tema de aguas residuales el PLANAA, dentro de su plan de Meta1: Agua, tenemos:

- Meta 1.1 para el 2021: el 100% de las aguas residuales domesticas urbanas son tratadas y 50% de estas son reutilizadas (...).
- Meta 1.2 para el 2021: el 100% de los titulares que cuentan con autorizaciones de vertimiento cumplen con los LMP aplicables. Los cuerpos receptores cumplen el ECA para agua.

ACCION ESTRATÉGICA	META AL 2012	META AL 2017	META AL 2021
1.1 Asegurar la cobertura total del tratamiento y reuso de las aguas residuales en el ámbito urbano y ampliar su cobertura en el ámbito rural.	-El 30% de las aguas residuales urbanas son tratadas y el 15% de éstas son reusadas.	-El 50% de las aguas residuales urbanas son tratadas y el 30% de éstas, son reusadas. -El 10% de las aguas del ámbito rural son tratadas y reusadas.	-El 100% de las aguas residuales urbanas son tratadas y el 50% de éstas, son reusadas. -El 30% de las aguas del ámbito rural son tratadas y reusadas.
	Indicadores: -Porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas y reusadas. -Porcentaje de aguas residuales del ámbito rural tratadas y reusadas.		
	Responsables: MVCS, SUNASS. Co-Responsables: ANA, MINSA, EPS, Gobierno Regional, Gobierno Local.		
1.2 Asegurar el control de vertimientos hacia los cuerpos de agua.	-Se cuenta con los lineamientos Técnicos y mecanismos para la concordancia entre el ECA y los LMP. -ECA y LMP para efluentes de diversas actividades aprobadas.	-El 30% de los titulares que cuentan con autorizaciones de vertimiento cumplen con los LMP aplicables.	-El 100% de los titulares que cuentan con autorizaciones de vertimiento cumplen con los LMP aplicables. -Cuerpos receptoras cumplen con el ECA para Agua.
	Indicadores: - Documentos técnicos.	Indicadores: -Porcentaje de titulares que cuentan con autorizaciones de vertimiento, cumple con los LMP aplicables. -Número de cuerpos receptoras (recursos hídricos) que cumplen los ECA para el Agua.	
	Responsables: -ANA, MINSA, MINEM, MINAG, PRODUCE, MVCS, OEFA Co-responsables: MINAM, EPS, Titulares de actividades económicas.		

Figura 18. Meta 1 – Agua – Plan Nacional de Acción Ambiental. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011

Este plan concuerda con el Plan Nacional de saneamiento 2006-2015, en lo concerniente a alcanzar la meta del 100% de tratamiento de aguas residuales urbanas, aunque es más probable que el objetivo se logrará en el 2021.

1.3.8.2. Normativa Internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) son los encargados de establecer directrices con respecto a la calidad de efluentes que son tratados para riego. A continuación, veremos esas directrices que tienen relevancia en materia de salud internación y salubridad pública.

Tabla 5. Recomendaciones de la OMS para el riego de campos deportivos y de zonas verdes con acceso público.

Indicadores microbiológicos	Contacto Público	
	Directo	Indirecto
Nematodos intestinales (medida aritmética huevos/L)	<1	<1
Coliformes Fecales (medida geométrica/ 100ml)	200	1000
Tratamiento recomendado	Estanques de estabilización o equivalentes (*)	
Grupo expuesto	Trabajadores, publico	Trabajadores, publico

Fuente: OMS, 1989

(*) cuatro a seis estanques de estabilización con tiempo mínimo de retención de 20 días, temperatura mayor a 20°C.

Tabla 6. Normas de la EPA, para el riego de parques, campos deportivos, zonas verdes y otros usos

Tipo de reutilización	Tratamiento	Calidad	Distancia de seguridad
Riego de parques, campos de golf, cementerios, lavados de autos	Secundario, filtraciones, desinfección	pH=6.9 <10 mg/L DBO <2UNT (*) 0 CF/100 ml 1 mg/l ClO ₂	A 15m de fuentes o pozos de agua potable
Riego de árboles y parques con acceso público prohibido o infrecuente	Secundario, desinfección	pH=6-9 <30 mg/L DBO 30mg/l SS 0 CF/100 ml 1 mg/l ClO ₂	A 90m de fuentes o pozos de agua potable

Fuente: EPA, 1992

(*) UNT Unidades Nefelométricas de Turbiedad

1.3.8.3. Normativa Nacional

En las últimas décadas nuestro país ha producido una alta contaminación sobre sus recursos hídricos, por lo que el gobierno se vio en la necesidad de trabajar una gestión integral de recursos hídrico y del medio ambiente para regularizar y formalizar los vertimientos a los receptores disponibles. Obteniendo como resultado:

- **Ley de Recursos Hídricos (ley n° 29338)**, donde el principal protagonismo le corresponde a la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Y tomando mayor relevancia en esta ley el TITULO V, capítulos dos y siete, que concierne al vertimiento y reúso de aguas residuales tratadas. Entre sus puntos más importantes tenemos:
 - Señala los procedimientos y condiciones para la autorización del reúso de aguas residuales y también para su vertimiento.
 - Prohíbe estrictamente el vertimiento o reúso de agua residual sin tratamiento.
 - Para conseguir la autorización de vertimiento de efluente de la PTAR a un cuerpo receptor natural, es completamente necesario cumplir los LMP y de los ECA en el cuerpo hídrico.
 - Para obtener la autorización de reúso de las aguas residuales tratadas, se tienen que cumplir los valores determinados por el sector de la actividad a la que se destine el reúso o, en su defecto, recurrir a las guías de la OMS.
 - Indica a la ANA como responsable del control de los vertimientos y reúsos de agua residual autorizados.
 - Impone la instalación de sistemas de medición de caudal del efluente en las PTAR.
- **Valores de calidad de las aguas residuales en el Marco Legal peruano**, se tiene en consideración los siguientes valores y parámetros relevantes en la construcción y operación de una PTAR:
 - Límites Máximos Permisibles (LMP), establecido en el D.S N° 002-2008-MINAM para vertimientos a cuerpos receptores.
 - LMP concernientes al Reúso de Agua Residual Tratada.
 - Valores Máximos Admisibles (VMA), establecidos por el D.S N° 021-2009-VIVIENDA y su reglamento aprobado por D.S N° 003-2011-VIVIENDA.

- Estándares de Calidad de Agua (ECA), establecidos por D.S N° 002-2008-MINAM.

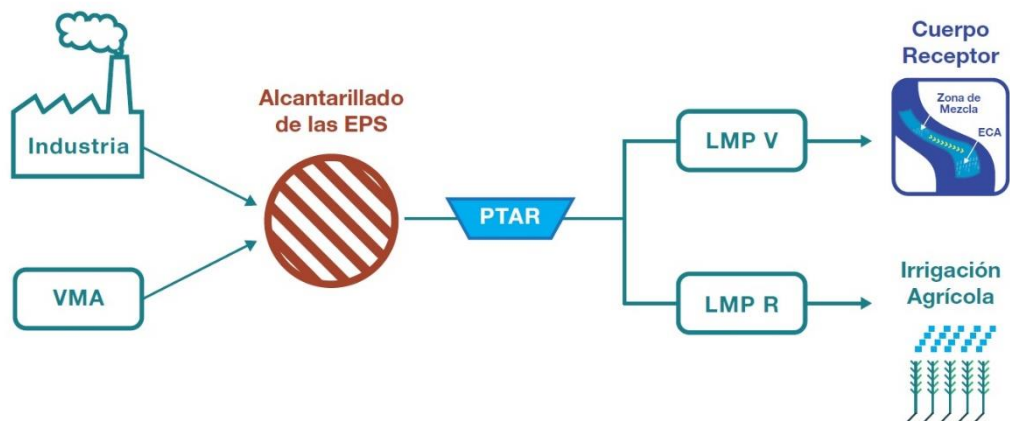


Figura 19. Exigencia de LMP de vertimientos y reúso de PTAR (LMP-V; LMP-R), ECA-Agua y VMA. Fuente: SUNASS

- **Límites Máximos Permisibles (LMP)**, el MINAM lo define como “la cuantificación de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que son característicos de una emisión, que al ser excedidos causa o puede incurrir en daños a la salud, al bienestar humano y al ambiental”. Los LMP definen la calidad del efluente de las PTAR para su vertimiento a un cuerpo natural, pero no aplica cuando la PTAR incluye emisario submarino, esto se sostiene en el RNE en la norma OS.090, estos LMP son aplicables y obligatorios para todo tipo de PTAR. Las EPS deben reportar al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) el cumplimiento de los LMP y realizar el monitoreo constante del afluente y efluente de la PTAR de acuerdo al protocolo establecido en R.M N° 273-2013-VIVIENDA.

Tabla 7. LMP de efluentes para su vertimiento a un cuerpo de agua

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
ACEITES Y GRASAS	mg/L	20
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100 mL	10.000
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN 5 DÍAS (DBO5)	mg/L	1001)
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	mg/L	2001)
PH		6,5 – 8,5
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	mL/L2)	150
TEMPERATURA	°C	< 35

1) Para los efluentes de PTAR con etapa de tratamiento final por lagunas, el LMP se refiere a la muestra filtrada.

2) La unidad es probablemente incorrecta. Sería preferible la unidad mg/L.

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

Tabla 8. *Parámetros y frecuencias del monitoreo de muestras de afluentes y efluentes de las PTAR*

PARÁMETROS		FRECUENCIA DEL MONITOREO SEGÚN EL CAUDAL DE OPERACIÓN PROMEDIO ANUAL			
AFLUENTE	EFLUENTE	< 10 L/S	> 10 A 100 L/S	> 100 A 300 L/S	> 300 L/S
ACEITES Y GRASAS		ANUAL	SEMESTRAL	TRIMESTRAL	MESNUAL
COLIFORMES TERMOTOLERANTES					
DBO5					
DQO					
PH					
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN					
TEMPERATURA					
CAUDAL (LECTURA HORARIA O MÁS FRECUENTE)		1 POR SEMESTRE	1 POR TRIMESTRE	1 POR MES	DIARIA

Fuente: SUNNAS, con base en la Resolución Ministerial N°273-2013-VIVIENDA

- **Estándares de Calidad del Agua (ECA)**, los ECA-agua definen el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el líquido en su condición de cuerpo receptor, que no representan riesgo significativo para la salud del individuo ni para el medio ambiente. Estos valores los podemos medir en la zona de mezcla del cuerpo receptor con el efluente de la PTAR.

Tabla 9. *Comparación de los LMP para efluentes de PTAR y ECA - Agua*

PARÁMETROS		LMP	ECA Y FACTOR DE DILUCIÓN (FD) DEL LMP NECESARIO EN UN CUERPO NATURAL LIBRE DE CONTAMINACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DEL ECA									
			CATEGORÍA 1A2 ²⁾		CATEGORÍA 1A3 ²⁾		CATEGORÍA 1B1 ²⁾		CATEGORÍA 2C3 ²⁾		CATEGORÍA 3 ²⁾	
			ECA	FD ¹⁾	ECA	FD ¹⁾	ECA	FD ¹⁾	ECA	FD ¹⁾	ECA	FD ¹⁾
DBO ₅	mg/L	100	5	20	10	10	5	20	10	10	15	7
DQO	mg/L	200	20	10	30	7	30	7	-	-	40	5
SST	mg/L	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COLIFORMES TERMO TOLERANTES	NMP/100 mL	10.000	2000	5	20.000	1	200	50	1000	10	2000	5
ACEITES Y GRASAS	mg/L	1	20	20	1	20	-	4	2	10	2	12
NITRÓGENO AMONIACAL	mg/L	45 ³⁾	2,0	23	3,7	12	-	-	0,21	-	-	-
FÓSFORO (FOSFATO TOTAL)	mg/L	0,15	14 ³⁾	93	0,15	93	-	-	0,1	-	1	-

1) FD = Factor de dilución calculado para que el efluente de la PTAR que cumple los LMP pueda cumplir también los ECA-Agua. Ejemplo: para poder verter el efluente de una PTAR con DBO₅ = 100 mg/L (cumple el LMP) en un río de categoría 1, subcategoría A2, con concentración inicial de DBO₅ = 0 mg/L se necesita que el caudal del río sea por lo menos 20 veces el caudal del efluente de la PTAR.

2) Categoría 1 = Poblacional y recreacional:

Subcategoría A2 = aguas superficiales que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Subcategoría A3 = aguas superficiales que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Subcategoría B1 = aguas superficiales destinadas para recreación por contacto primario.

Categoría 2 = Actividades marino-costeras; subcategoría C3 = otras actividades

Categoría 3 = Riego de vegetales y bebida de animales; riego de vegetales de tallo alto.

3) Calidad del efluente de una PTAR de lagunas facultativas considerando una concentración en el afluente según la norma OS.090 y una remoción de nitrógeno total de 40% y del fósforo de 30%.

Fuente: SUNNAS

- **Valores Máximos Admisibles (VMA)**, son los valores reguladores para las descargas de aguas no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Y podemos decir que “son los elementos o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico, que será descargado a la red de alcantarillado, que al ser excedido causa daño inmediato o progresivo a la... infraestructura... y equipos de las PTAR e influye negativamente en los procesos de tratamiento”. En el reglamento de los VMA establece programa de monitoreo, fiscalización y sanción en el caso de incumplimiento. Las EPS deben monitorear, supervisar y verificar los valores reportados por el usuario no doméstico

Tabla 10. Algunos VMA para descargas industriales al alcantarillado

ANEXO 1			ANEXO 2		
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
DBO5	mg/L	500	PH	-	6 - 9
DQO	mg/L	1000	TEMPERATURA	-	<35
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	500	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L/h	8,5
ACEITES Y GRASAS	mg/L	100	NITRÓGENO AMONIAICAL	mg/L	80
			SULFATOS	mg/L	500
			CROMO TOTAL	mg/L	10
			ARSÉNICO	mg/L	0,5
			BORO	mg/L	4
			PLOMO	mg/L	0,5

Fuente: SUNASS, con base en la Resolución Ministerial N.º 273-2013-VIVIENDA

Fuente: SUNNAS, con base en la Resolución Ministerial N°273-2013-VIVIENDA

- **LMP para el Reúso de Agua Residual Tratada**, en la actualidad aun no existen LMP para el agua residual tratada que será reutilizada para riego, ni para otros tipos de reúso. Pero nos podemos acoger a los ECA-agua que en su categoría 3 definen valores para el agua natural superficial que será utilizada para riego. O también a organismos internacionales como la OMS (guías de 1989 y2006), que además está señalada en el reglamento de la LRH. No olvidemos que quien puede autorizar el reúso de agua residual tratada es la ANA y para el caso de reúso para riego de áreas verdes, se necesita el criterio técnico de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y que precisamente una de sus funciones es vigilar los aspectos de salud pública en parques y áreas verdes de uso público

1.4. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general

PG: ¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento influyen en la reutilización de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica – 2018?

1.3.2. Problemas específicos

- PE1: ¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento benefician el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica – 2018?
- PE2: ¿En qué medida se ve reducido el sobrecosto por el pago del servicio de agua potable con los procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018?
- PE3: ¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento contribuyen con el desarrollo ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica-2018?

1.5. Justificación del estudio

La presente investigación se verá reforzada con los estudios y propuestas realizadas por otros investigadores del tema, para poder realizar los correctos procesos constructivos en la PTAR en el centro comercial El Quinde de Ica-2018, para la reutilización de aguas residuales. A continuación, se justificará la investigación con los siguientes criterios:

- i. Conveniencia:** El tema de investigación está basado en la reutilización de aguas residuales, y todos sabemos que el agua es un bien básico y valioso, así que purificar y tratar las aguas residuales con el fin de producir agua potable para el consumo humano, riego agrícola, uso industrial, uso doméstico u otros afines de alta calidad es más seguro y respetuoso del medio ambiente, y además significa un ahorro económico importante para las personas, empresas, o entidades que deciden implementar el tratamiento de aguas residuales, ya que con ello se estaría logrando sustituir un importante volumen del uso y consumo de agua potable.
- ii. Relevancia social:** Si evaluamos la reutilización de aguas residuales parece ser un factor muy beneficioso en la sociedad ya que al recibir tratamiento las aguas residuales independientemente de las vertientes (residenciales, comerciales o industriales), que provengan estaríamos protegiendo la salud pública y el medio ambiente, también la reutilización de aguas residuales podrían presentar unas ciertas ventajas para algunas actividades humanas que necesitan el consumo de agua en grandes cantidades como

agua de riego en los parques, áreas verdes de los centros comerciales, limpieza de zonas industriales entre otros, por tal motivo se estará contribuyendo a la creación de más áreas ecológicas (parques recreativos o jardines botánicos) en las ciudades y así se verán beneficiados tanto las municipalidades y empresas que inviertan en este modelo de proceso constructivo de PTAR, generando un ahorro muy significativo del recurso hídrico.

- iii. Implicaciones prácticas:** El tratamiento de aguas residuales para su reutilización constituyen un recurso no convencional muy práctico de agua que se ha desarrollado en los últimos decenios. Sobre todo, en los países desarrollados y con una cultura hídrica concientizada de la vital importancia que tiene este recurso para las generaciones futuras, principalmente países europeos y asiáticos como España, Singapur o Israel. La agricultura, áreas verdes, parques recreacionales o jardines botánicos se pueden beneficiar de la reutilización de efluentes urbanos producidos en las PTAR, que mejoren la confiabilidad del suministro de aguas, que aporten nutrientes-fertilizantes a los suelos y favorezcan la agricultura periurbana esto último, puede mejorar la calidad del agua y aumentar su disponibilidad para usos ambientales. Además, los sistemas de reutilización asociados a la agricultura periurbana tienen un alto potencial de secuestro de carbono y mitigación del cambio climático
- iv. Valor teórico:** En este trabajo de investigación sobre los procesos constructivos en la planta de tratamiento para la reutilización de aguas residuales podremos identificar las teorías y métodos prácticos de purificación de aguas grises y negras, teniendo siempre en consideración la normativa legal que esta requiera, para así dar a conocer y difundir las leyes que rigen el tratamiento de aguas residuales y su reúso. Teniendo esto en mente se podrá estudiar y comparar las distintas metodologías existentes y sistemas ya implementados para el tratamiento de aguas residuales y con esta información poder describir una metodología adecuada de los procesos productivos que intervienen en una planta de tratamiento para el caso particular del centro comercial El Quinde de Ica.
- v. Utilidad metodológica:** Para establecer y garantizar el cumplimiento de este estudio se estarían estableciendo un conjunto de directrices que permitirían orientar el desarrollo de los procesos constructivos de una PTAR en centros comerciales, también considerar sistemas de control y registro de calidad del agua tratada, para ello necesitaremos instrumentos de recolección de datos y los procesos de análisis de resultados. Estos instrumentos son: Diseño de trampa de grasa, diseño de depósito

acumulador, diseño del sistema de riego y reabastecimiento. tablas de análisis bacteriológico y análisis físico químico, Límites máximos permisibles (LMP), Estándares de calidad ambiental (ECA), entre otros.

1.6. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

HG: Los procesos constructivos en la planta de tratamiento influyen en la reutilización de aguas residuales en el Mall el Quinde de Ica – 2018.

1.3.2. Hipótesis específicas

- HE1: La implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento beneficia el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica - 2018.
- HE2: La implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento reduce el sobrecosto de pago por el servicio de agua potable en el Mall El Quinde de Ica – 2018.
- HE3: La implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall el Quinde de Ica-2018 contribuyen con el crecimiento ecológico y de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica - 2018.

1.7. Objetivo

1.3.1. Objetivo general

OG: Determinar cómo influye los procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018, mediante la reutilización de aguas residuales.

1.3.2. Objetivos específicos

- OE1: Determinar el beneficio que trae el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica – 2018, implementado los procesos constructivos en la planta de tratamiento.
- OE2: Determinar el ahorro y la reducción del sobrecosto por el pago del servicio de agua potable, con la implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018.
- OE3: Determinar la contribución que genera la implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento para el desarrollo ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica – 2018.

II. METODOLOGIA

2.1. Diseño de investigación.

“El diseño de investigación es la táctica o plan que se utilizara en la recolección de datos y tiene por finalidad cumplir tres funciones específicas; debe responder a la formulación del problema, el cumplimiento de los objetivos y para aceptar o rechazar la hipótesis. [...] por lo tanto el diseño debe estar concebido al producto final del estudio para que sus resultados tengan mayor validez.” (Valderrama 2015, p. 59)

Según Hernández et al (2010, p. 149), La investigación no experimental es cuando no hacemos variar intencionalmente la variable independiente, que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después describirlo y analizarlo.

Este trabajo de investigación tendrá un diseño No Experimental y se ubicará en la subdivisión Transversal – Correlacional porque analizaremos la incidencia e interrelación de nuestras variables procesos constructivos en la planta de tratamiento con respecto a reutilización de aguas residuales en el mall El Quinde.

Como Ruiz (2008, p. 66), explica “los diseños de investigación transaccional consiste en recolectar información en un solo momento, en un tiempo determinado y que tiene por fin la descripción y análisis de variables en forma simultánea”.

2.1.1. Tipo de investigación

Existen varios tipos de investigación y así mismo podemos identificar diversos criterios para clasificar la investigación, entre ellos tenemos: la investigación científica básica, tecnológica u operativa y la aplicada. Y refiriéndonos a esta última se hace mención en el libro de Valderrama (2015):

[...] la investigación aplicada está íntimamente ligada a la básica y se sustenta en la teórica ya con ello puede generar bienestar a la sociedad aplicando normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad. [...]. [esta investigación] busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar su realidad inmediata y concreta. Y es el tipo de investigación que debe realizar todo egresado de pre- y posgrado de las universidades ya que así conocerán mejor su realidad y ámbito que los rodea, para así poder plantear soluciones viables. (p. 39)

Esta investigación por tal motivo es del tipo Aplicada, debido a que nos traerá la solución al problema de escasas de agua presentado en Ica y que afecta directamente al mall El quinde, este proyecto trae consigo bienestar social con el tratamiento de aguas residuales, y dentro de ello se estaría contemplando el cumplimiento de la normativa que rige este procedimiento constructivo y tecnológico.

Arias (2012, p. 22), nos dice que “la investigación aplicada nos lleva a un conocimiento nuevo, que puede estar enfocado a ampliar las supuestas conjeturas de un establecido y que podría dar una solución rápida a determinados problemas”.

2.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación se refiere a la profundidad de análisis y el grado de conocimientos que se tiene sobre un tema (Valderrama, 2015, p. 47)

2.1.2.1 Nivel Descriptivo

Un nivel descriptivo busca especificar las propiedades y características de procesos, objetivos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, es decir pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta, sobre los conceptos o las variables a las que se refieren [...] (Hernández et al, 2010, p. 80)

En este caso particular se describirá las características de donde se está suscitando nuestra investigación y de nuestras variables de estudio, es decir como son los procesos constructivos que se harán en la planta de tratamiento del mall El Quinde de Ica y las características fisicoquímicas y biológicas de la reutilización de aguas residuales.

2.1.2.2 Nivel Correlacional

Un estudio correlacional tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables, esta relación puede ocurrir entre dos variables particularmente o entre más. (Hernández et al, 2010, p. 81)

En esta investigación veremos el grado de relación que tiene nuestras dos variables de estudio como los procesos constructivos en la planta de tratamiento, y como se relaciona con la reutilización de aguas residuales. Si esta relación trae consigo algún benéfico significativo a nuestra investigación.

2.1.2.3 Nivel Explicativo

Según Bisquerra (como se citó en Valderrama, 2015, p. 46), el objetivo está en explicar el fenómeno, llegar al conocimiento de las causas es el fin último de estas investigaciones, [...] utilizan básicamente metodología cuantitativa.

En nuestra investigación explicaremos como se determinaron los procesos constructivos más adecuados para la planta de tratamiento en mall, de acuerdo a los análisis cuantitativos que se realizaron en el lugar de investigación.

2.2. Variables, Operacionalización.

2.1.1. Variables

Según Del Carpio (Conceptos de variable, 2010, párr. 1) expresa que es una entidad abstracta que adquiere distintos valores, y que se refiere a una característica, propiedad o cualidad de personas o cosas en estudio y varía de un sujeto a otro o en un mismo sujeto en diferentes momentos.

Las variables de la presente investigación son las siguientes:

- **V. Dependiente:** Reutilización de aguas residuales.
- **V. Independiente:** Procesos constructivos en la planta de tratamiento.

2.1.2. Operacionalización de las variables

Se puede definir mediante la explicación del procedimiento por el cual modifica una variable que puede ser abstracta o algo concreto, ya que se pueden observar y medir, podemos decir en conclusión que se genera su dimensión e indicador; esto comúnmente se simboliza a través de una tabla (Arias, 2012, p. 60).

Tabla 11. *Matriz de Operacionalización de la Variable Independiente.*

VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p style="text-align: center;">Procesos constructivos en la planta de tratamiento. (PTAR)</p>	<p>“Una PTAR es, una estructura artificial donde se promueve la mejora controlada de un procedimiento característico natural característico que permite disminuir la sustancia de origen orgánica y de sustancias varias de carácter físico-químico y biológico para de esta manera disminuir la contaminación de las aguas residuales antes de liberarlas al hábitat natural para favorecer, preservar y recuperar la naturaleza del agua de las fuentes receptoras” (ACADEMIA, Ballesteros Bernard, 23 de mayo de 2018. Disponible en: http://www.academia.edu/Que_es_ptar)</p>	<p>Es una estructura artificial que recibe distintos tipos de aguas residuales (aguas negras y grises), procedentes de varias vertientes con un caudal determinado, y que pasa por un tratamiento para ser purificadas. Dicha purificación se podrá determinar mediante la toma de muestras, recopilación de datos y el análisis de aguas residuales en los laboratorios.</p>	<p style="text-align: center;">Clases de afluentes de agua residual que recibe la PTAR</p>	Análisis de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los Laboratorios. • Fichas técnicas. • Recolección de muestras y datos. • Planos de las instalaciones sanitarias. • Trabajo de Gabinete.
				Cantidad de afluentes de aguas negras	
				Cantidad de afluentes de aguas grises	
				Cantidad de afluentes de aguas pluviales	
				Caudal de las vertientes	
			<p style="text-align: center;">Tratamiento de agua residual</p>	Análisis físico-químico.	
				Análisis bacteriológico	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 12. *Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente.*

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Reutilización de aguas residuales.	Las aguas residuales tratadas y regeneradas forman un recurso no convencional de agua que se ha desarrollado en las últimas décadas. No obstante, para poder iniciar a reutilizar este recurso se requieren ciertas tecnologías adecuadas y unos estudios previos detallados. Se consultan las tecnologías correspondientes, así como la normativa legislativa respecto al reúso de aguas residuales. Si se evalúa la reutilización parece presentar algunas ventajas para su uso como agua de riego, aunque se requieren permiso, cálculos y herramientas de toma de decisión adaptados a cada circunstancia. (Agua Potable. Revista VrtualPro procesos industriales [en línea]. Colombia 2007, n.º60 [fecha de consulta: 07 de octubre de 2018]. Disponible en http://www.revistavirtualpro.com/revista/el-agua-potable . ISSN:19006241)	Es un recurso no convencional que permite disminuir el consumo de agua potable y contribuye al reabastecimiento de agua (tanto de su cisterna como de sus aparatos sanitarios) y riego de áreas verdes. todo esto con el fin de satisfacer la demanda generada por los SS.HH y áreas verdes del Mall. Y esto lo podremos corroborar mediante los informes técnicos y la recolección de datos en campo.	Ahorro y mantenimiento de agua	% de ahorro de consumo de agua potable.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos. • Informes técnicos. • Trabajo de Gabinete • Planos de las instalaciones sanitarias. • Tablas de diseño hidráulico.
			Reabastecimiento de cisternas y aparatos sanitarios.	Presupuesto de operación y mantenimiento de agua.	
				Capacidad de cisterna.	
			Riego de áreas verdes	Cálculo de la demanda hídrica de los SS.HH.	
				Cálculo de la demanda hídrica de áreas verdes.	

Fuente. Elaboración propia

2.3. Población y muestra.

2.3.1 Población

Para esta investigación, el universo de nuestra población se compone de todos los centros comerciales (Malls) existentes en la localidad de Ica que no cuenten con un modelo de PTAR en sus instalaciones. De acuerdo al trabajo de campo se pudo determinar los siguientes C.C de similares características de área y funcionamiento:

- Centro Comercial Señor de Luren
- Plaza del Sol Ica
- El Quinde Shopping Plaza Ica
- Centro Comercial Plaza Ica Sur
- Plaza Vea Hiper Ica

Según Ruiz (2008, p. 63) nos dice que la población es “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre los cuales se desea hacer una inferencia”.

2.3.2 Muestra

Se presenta por conveniencia la muestra en esta investigación el centro comercial: “El Quinde Shopping Plaza Ica”, ubicado en Av. De os Maestros, de la provincia de Ica del departamento de Ica.

Podemos decir que “El subconjunto específico y limitado que se separa de la población es definido como una muestra” (Arias, 2012, p. 82).

2.3.3 Muestreo

El tipo de muestreo que se desarrollará en la presente investigación será de un muestreo no probabilístico.

Según Ruiz (2008, p. 64) expresa que “es aquel que no brinda a todo componente del universo una oportunidad conocida de ser incluido en la muestra”. Podemos decir que es por conveniencia ya que podemos decidir que componentes vamos a entrevistar u observar, que concuerden y se ajusten a nuestras variables.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 Técnicas

Arias (2012, p. 67) expresa que “la técnica es un medio por el cual se puede obtener información de proyecto a investigar, y que le sirve al método científico como su complemento, el cual se aplica de forma general”.

Las técnicas que se utilizarán en este proyecto de investigación para la recopilación de información serán las siguientes:

- Investigación bibliográfica: Técnica para tener conocimiento específico sobre el tratamiento de aguas residuales.
- Revisión de documentos: Esta técnica nos permitirá revisar distintos tipos de documentos necesarios para el diseño y planteamiento de un PTAR en los centros comerciales, estos documentos pueden ser tesis, revistas, normas, manuales entre otros.
- Observación: Por medio de esta técnica permitirá seleccionar y comparar datos que se obtendrán en el laboratorio de los análisis que se deben realizar a las aguas residuales y de las aguas residuales tratadas.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Menciona Arias (2012, p. 68) “Un recurso que beneficia a la recolección de datos ya sea en un formato de papel o digital, y que sirva para guardar y retener información se denomina instrumento”.

- a. Reporte de análisis en Laboratorios: Son documentos que describen de manera concisa el experimento que se ha realizado, su desarrollo y sus resultados, dicho documento debe ser redactado con una nitidez entendible y de fácil lectura.
- b. Reportes documentados: Es un informe redactado con el propósito de comunicar información de nivel óptimo en una organización. Por consiguiente, refiere hechos obtenidos o verificados por el autor. Además, aporta los datos necesarios para una completa comprensión del caso, explica los métodos empleados y propone o recomienda la mejor solución para el hecho tratado.
- c. Fichas técnicas: Es el documento que emite las Empresas correspondiente a sus productos, equipos, herramientas, etcétera. Donde indican las especificaciones técnicas de su uso y características propias del producto y que se encuentran normalizadas dentro de los reglamentos nacionales e internacionales.

2.5. Métodos de análisis de datos.

2.5.1 Validez

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) expresa “El valor real en que un instrumento evalúa la variable que intenta medir”.

La presente investigación será evaluada minuciosamente por tres ingenieros civiles especializados, y que por consecuencia darán la validez respectiva.

Tabla 13. Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998), citado por (confiabilidad y Valides del instrumento de investigación, 2013, p. 13)

2.5.2 Confiabilidad

“La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados coherentes y consistentes” (Hernández et al, 2014, p. 200).

Entonces diremos que la confiabilidad de este proyecto de investigación será dada por la interpretado de los datos concernientes, a través de la siguiente tabla de rango y magnitud de confiabilidad.

Tabla 14. Rangos y magnitud de confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiabilidad
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Validez confiabilidad

Fuente: Herrera (1998), citado por (confiabilidad y Valides del instrumento de investigación, 2013, p. 5)

2.5.3 Método de análisis de datos

“Se explica que son los diferentes procedimientos a los que estarán sujetos los datos obtenidos, como son registros, calificaciones y tabulaciones; por otro lado, hay que tener en cuenta también las técnicas estadísticas y lógicas que deberán ser definidas ya que serán usadas para entender lo que muestran los datos recolectados” (Arias, 2012, p. 111)

2.5.3.1. Recopilación de información

Aquí incluimos la búsqueda digital, documental y literaria estrechamente relacionada a la ingeniería de tratamiento de aguas residuales, así como también la

normativa legal que rige el manejo de estas aguas, para lo cual se realizó asistencia a foros y charlas informativas, visitas técnicas y entrevistas con especialistas en el tema.

2.5.3.2. Estudio de información encontrada

Estudio metodológico y profundo de todos los procesos que involucran el tratamiento de aguas residuales, en este punto se ha tenido en cuenta los distintos puntos de vista de los autores y las recomendaciones que hacen, también se estudió las distintas tecnologías del siglo XXI que viene ganado terreno en este sector estudiando sus múltiples beneficios y limitaciones.

2.5.3.3. Trabajo de campo

Está basado el monitoreo y recolección de datos de los afluentes de aguas residuales que serán captas y tratadas en la PTAR del mall El Quinde para luego ser almacenadas y vertidas (efluentes) dentro de sus mismas instalaciones.

Así mismo se entrevistó a especialista en el campo de nuevas tecnologías de tratamiento de aguas residuales tales como:

- Sr. Paulo Alday Inclan (Gerente General de Aclara Perú), que realizó la propuesta técnica, tecnológica (ACLARAPACK) y económica de la PTAR instalada en el mall El Quinde de Ica.
- Sr. Andrés Gonzales Lara (Gerente General de Sociedad Sanitaria Balan), que fue el encargado de ejecutar las obras hidráulicas y civiles en la PTAR del mall.
- Ing. Alexander Prada V. (Jefe de Operaciones El Quinde Ica), que fue el encargado de supervisar y contratar con los antes mencionados para la implementación de la PTAR, así como también del proyecto de instalaciones de redes tratadas.

2.5.3.4. Análisis de laboratorios

Los análisis de las muestras tomadas de la PTAR del mall El Quinde de Ica fueron realizados por la empresa Servicios Analíticos Generales SAC, laboratorio acreditado y reconocido por INACAL-DA bajo la NTP – ISO / IEC 17025:2006, con registro N° LE-047. Para tener una confiabilidad y validez del 100%.

2.5.3.5. Desarrollo de la investigación

Para determinar los procesos constructivos en la PTAR y su influencia en la reutilización de aguas residuales se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Observación de la situación y problemática del centro comercial
- Descripción general del centro comercial.

- Se realizó un análisis los afluentes de sus aguas residuales.
- Cálculos e identificación de las demandas hídricas requeridas para el centro comercial.
- Se hizo un estudio para la selección de la PTAR instalada en el centro comercial
- Se hizo comparaciones análogas de la calidad de agua residual tratada con respecto a la que brinda la EPS.
- Se determinó el beneficio económico de la PTAR con respecto al reúso de aguas residuales del centro comercial.

2.5.3.6. Conclusiones y Recomendaciones

Respecto a estos puntos obtenidos en la investigación se describen en los capítulos finales, así dando por concluido el carácter de la investigación.

2.6. Aspectos éticos.

El presente proyecto de investigación se redactó respetando la originalidad de todos los autores de tesis, libros, proyectos, etc. Que se ha tomado en cuenta para su elaboración, para ello hemos recurrido a la norma APA para el diseño del formato en Word y regido a la norma ISO 690 y 690-2 correspondiente a la facultad de Ingeniería, para una correcta redacción de citas y referencias bibliográficas.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Descripción del área de investigación

3.7.1. Ubicación

A continuación, mencionaremos los datos generales de la ubicación de la zona de estudio “El Quinde Shopping Plaza Ica”.

- Ubicación Política
 - Departamento: Ica
 - Provincia: Ica
 - Distrito: Ica
- Ubicación Geográfica
 - Latitud Sur: $-14^{\circ}04'27.8''$
 - Longitud Oeste: $-75^{\circ}44'22.9.8''$



Figura 20. Ubicación del C.C. El Quinde Shopping Plaza Ica. Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Principales características socioeconómicas

El centro comercial El Quinde Ica fue adquirida en el año 2014 por la empresa chilena Parque Arauco por 100 millones de dólares y que rápidamente incorporo 36,5000 m² y puso en funcionamiento al año siguiente con una nueva directiva y gestión administrativa.

Tiene un horario de atención de lunes a domingo 9:30am a 11:00pm. Abierto al público en general. Fue el primer centro comercial en la ciudad de Ica y recibe al redor de 380,000 visitantes anuales siendo el séptimo puesto a nivel provincial de los centros comercial más visitados, pero que en temas de facturación ocupa el segundo puesto con 93 millones de dólares anuales.

3.7.3. Información Planimétrica

La información Planimétrica utilizada fue directamente proporcionado el centro comercial El Quinde Ica, y de la empresa de tratamientos de aguas residuales Aclara Perú. los planos obtenidos fueron:

- Plano topográfico
- Plano de arquitectura
- Plano de instalaciones sanitarias (Agua y Desagüe)
- Plano del sedimentador primario
- Plano de ubicación y construcción de PTAR.

3.7.4. Situación del C.C. El Quinde Ica

El centro comercial es una edificación de 36500 m², cuenta con tres niveles y alrededor 64 locatarios que ocupan sus instalaciones todos ellos con suministro y descarga de agua de agua. Una amplia zona de áreas verdes y estacionamiento en su sótano.

El C.C. tiene dentro de sus instalaciones servicios higiénicos de área común y de gran demanda en horario de mayor concurrencia por el público, lo cual implica una gran demanda de agua y también una descarga de agua residual considerable. Hemos identificado de acuerdo a los planos de instalaciones sanitarias los SS.HH de las áreas comunes y además los de áreas no comunes como las administrativas, o locatarios especiales. Las describimos en esta relación:

- Primer nivel (Plano I.S 01):
 - Baño 1 (damas)
 - Baño 2 (varones)
 - Baño 3 (varones y damas)
 - Baño 4 (damas)

- Baño 5 (varones) – Mezanine
- Segundo nivel (Plano I.S 02):
 - Baño 6 (damas)
 - Baño 7 (varones)
 - Baño 8 (varones y damas) – Mezanine – personal de trabajo
 - Baño 9 (varones y damas) – Mezanine – comedor
 - Baño 10 (varones) – Mezanine – personal administrativo
- Primer nivel (Plano I.S 03):
 - Baño 11 (varones)
 - Baño 12 (varones y damas)

El centro comercial cuenta con tres cisternas de almacenamiento de agua para sus instalaciones dos de consumo doméstico con un volumen útil de 115.28m³ y 115.49m³ respectivamente y una de agua contra incendio con un volumen útil de 224.m³.

3.7.5. Diagnóstico del consumo de agua potable

Para la evaluación del consumo hídrico actual en el centro comercial se recolecto información, proveniente de los planos de instalaciones sanitarias, historial de consumos de 12 meses proporcionado por el C.C., estudios realizados por las empresas (Aclara Perú, Sociedad Sanitaria Balan) encargadas de ejecutar el proyecto de la PTAR, se hizo una inspección minuciosa y detallada de las redes de agua del mall. Para entender mejor el funcionamiento y actividades que se realizan en el mall se entrevistó a los trabajadores de mantenimiento de áreas relacionadas con la distribución y mantenimiento de las redes de agua. El abastecimiento de agua para el centro comercial se da mediante una conexión de 4 pulg. De la red pública de EMAPICA hacia una caja medidora ubicada dentro de las instalaciones.

En la entrevista al Ing. Alexander Prada, manifestó que presentan problemas con el abastecimiento de agua para el Centro comercial, debido a que la EPS EMAPICA, no cumple con el proporcionar el suministro hídrico requerida para el establecimiento y que por ello en muchas ocasiones se han visto en la necesidad de completar dicho suministro a base de camiones con tanques cisterna para abastecer sus pozos cisternas.

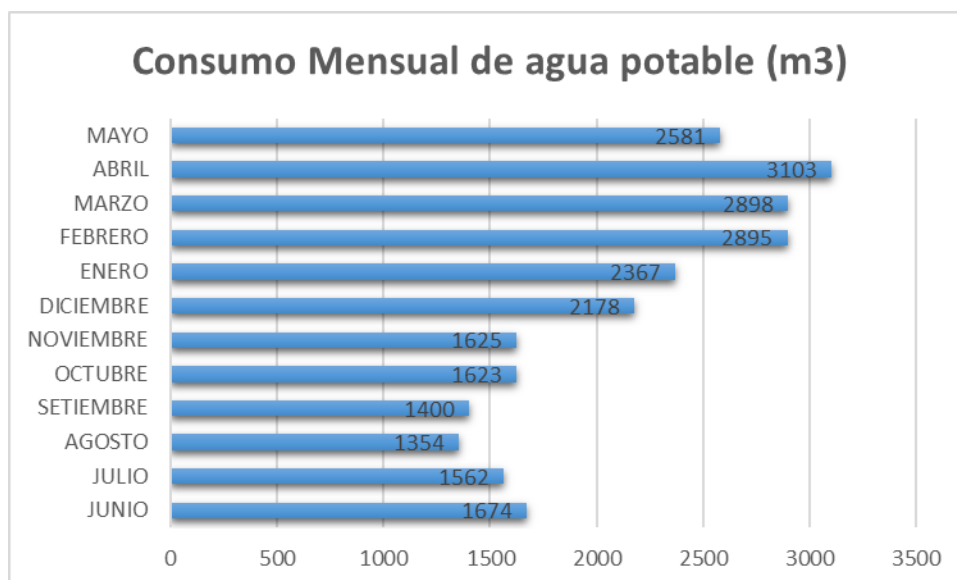


Grafico 1. Volumen de consumo mensual junio 2017 – mayo 2018.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el análisis el consumo promedio mensual de agua potable en el mall el Quinde de Ica es de 2105 m³, teniendo consumos máximos de 3103 m³ en épocas caluras como el verano y consumos mínimos de 1354 m³ en pocas de frio como el invierno.

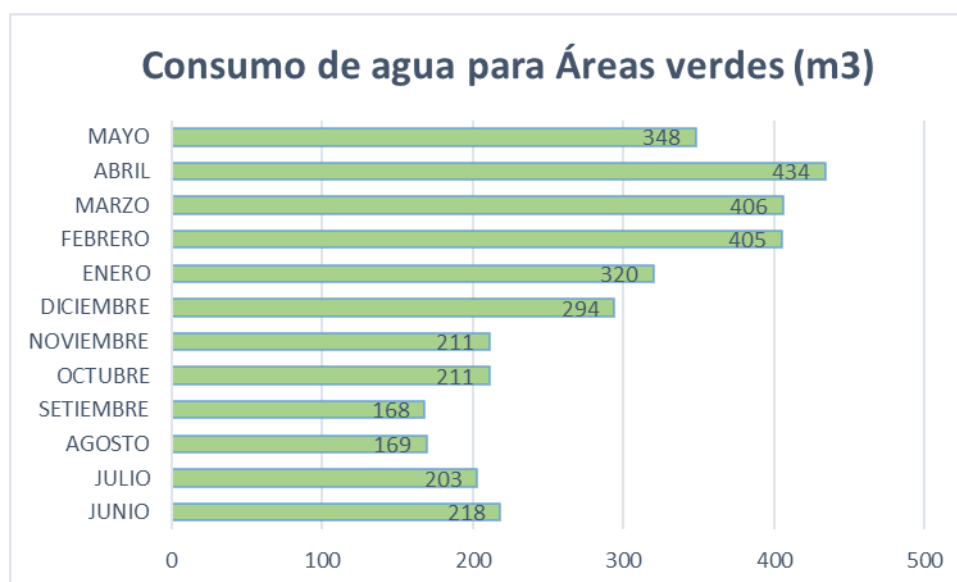


Grafico 2. Consumo mensual de agua potable destinado a áreas verdes. Junio 2017 – mayo 2018.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el análisis el consumo promedio mensual de agua potable en el mall el Quinde de Ica es de 282.25 m³, teniendo consumos máximos de 434 m³ en épocas caluras como el verano y consumos mínimos de 168 m³ en pocas de frio como el invierno.

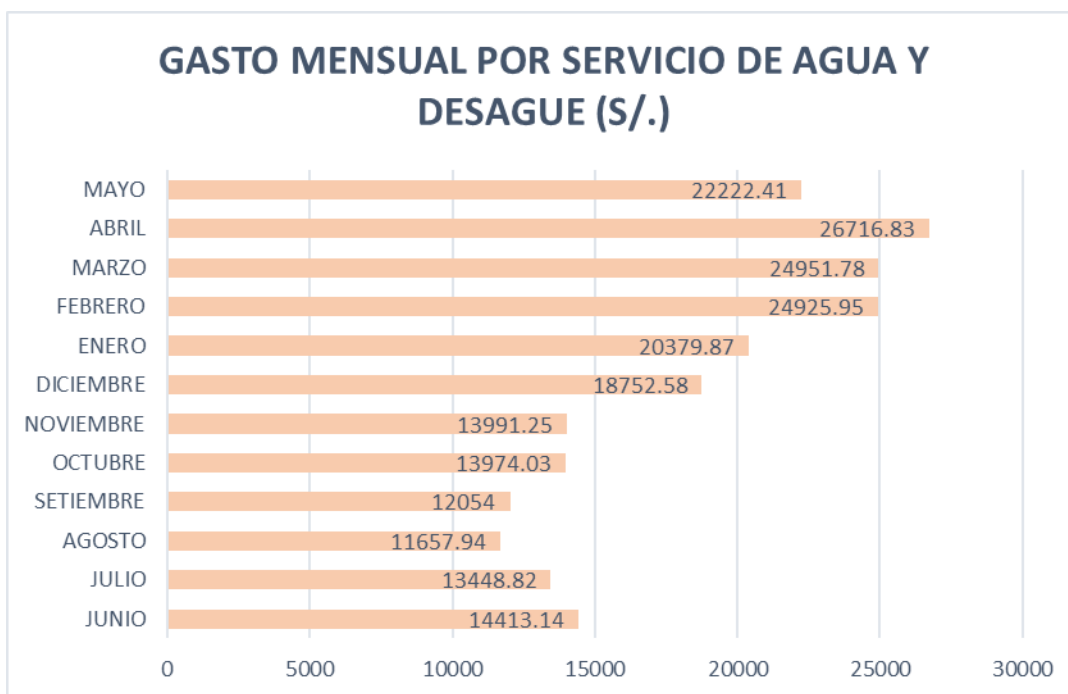


Grafico 3. Gasto mensual por servicio de agua y desagüe de El Quinde. Junio 2017 – mayo 2018.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Este es el gasto o pago por el servicio de agua y desagüe que realiza El Quinde a la EPS EMAPICA, más la compra de suministro de agua que realiza a camiones cisternas, realizadas en el mes por falta de abastecimiento.

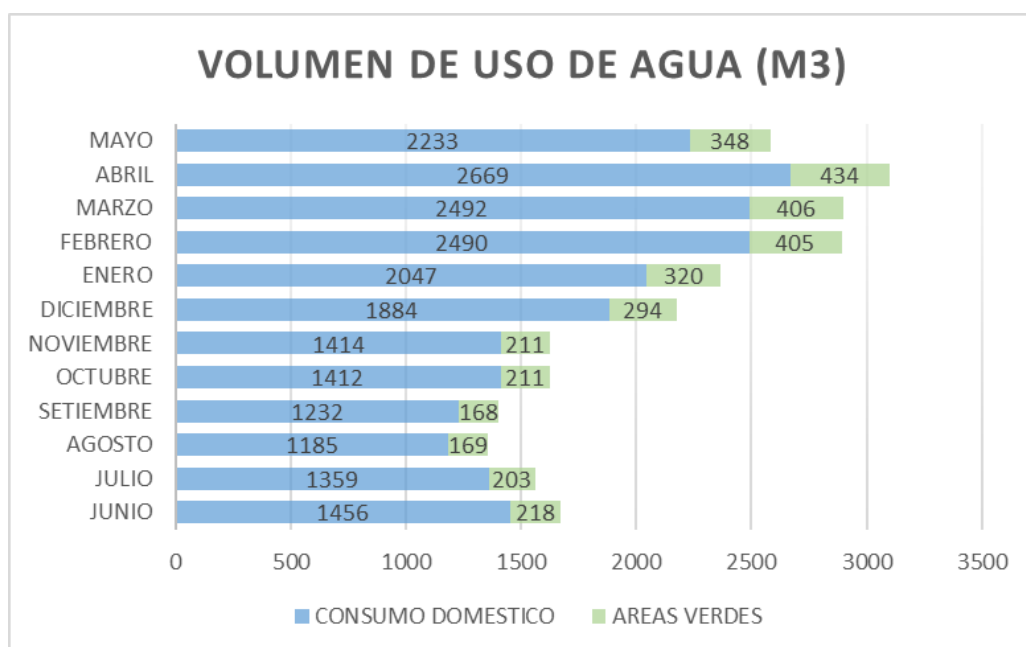


Grafico 4. Volumen del uso mensual de agua en el C.C. El Quinde de Ica. Junio 2017 – mayo 2018.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El sector de consumo doméstico involucran los aparatos sanitarios, y grifos de limpieza, cocina y el sector áreas verdes son los grifos de riego de jardín.

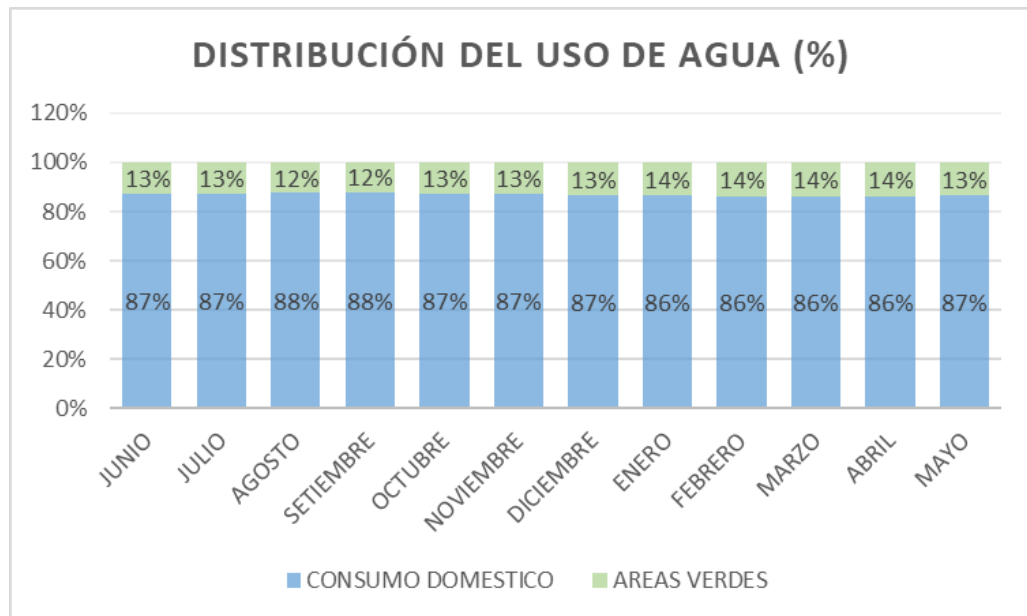


Grafico 5. Distribución porcentual del uso de agua en el C.C. El quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra de manera general el uso, distribución y gasto de manera anual en el centro comercial El quinde de Ica.

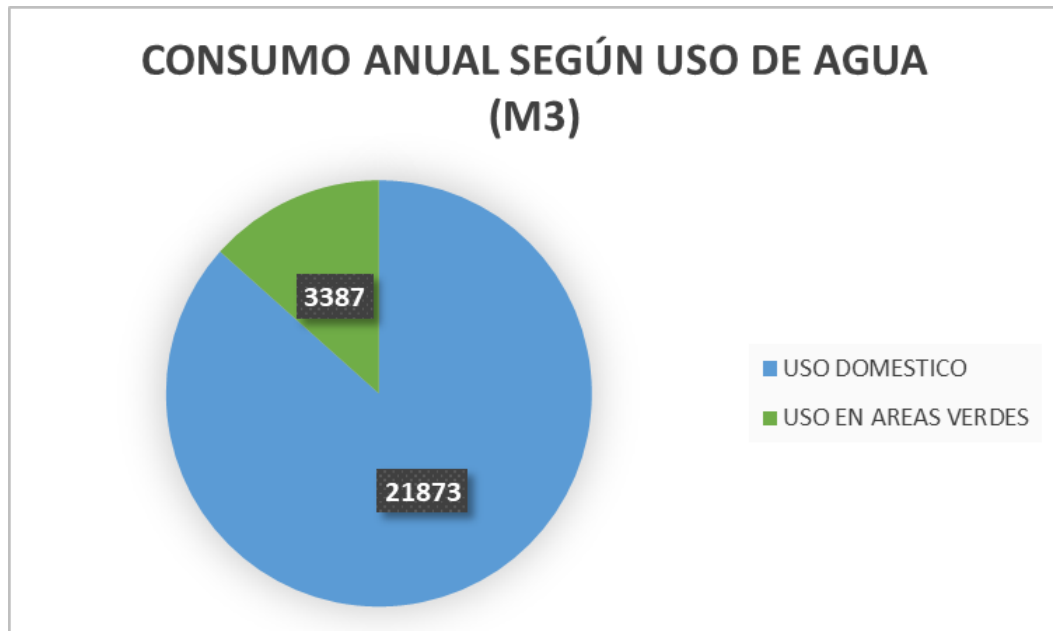


Grafico 6. Volumen del consumo anual según el uso de agua en el C.C. El Quinde de Ica, periodo junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.

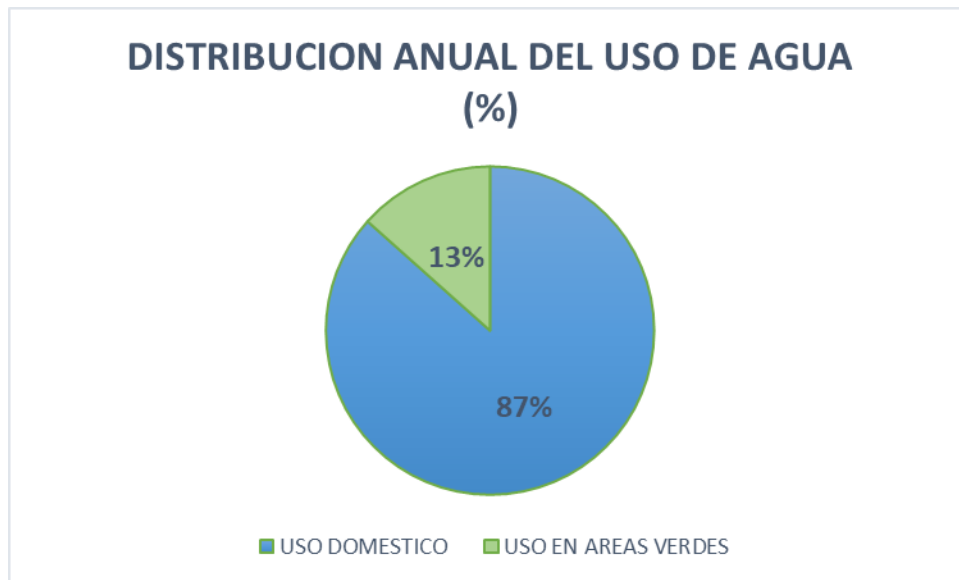


Grafico 7. Distribución anual del agua según su uso, en el C.C. El Quinde de Ica, periodo junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.

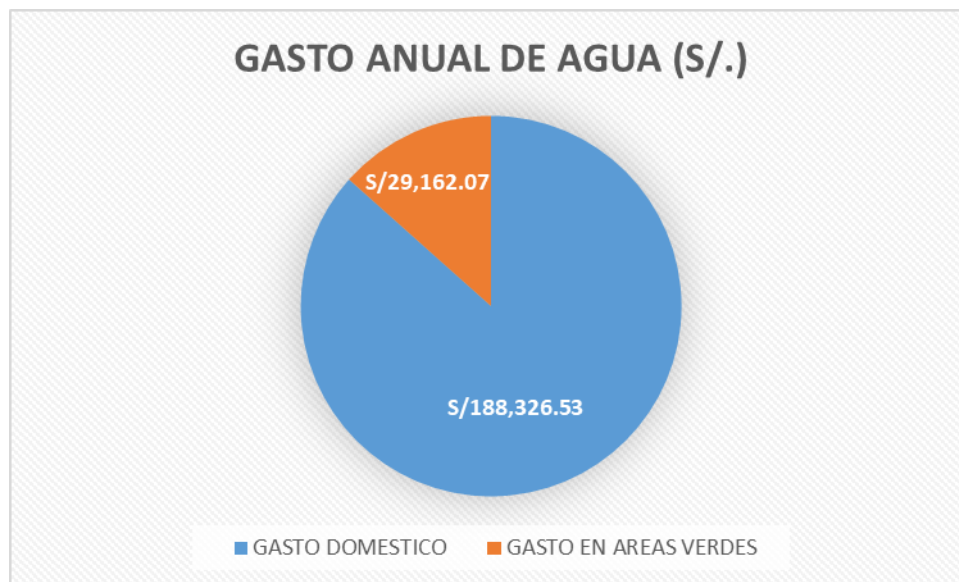


Grafico 8. Gasto anual según el uso de agua en el C.C. El –quinde de Ica, periodo junio 2017 – mayo 2018. Fuente: Elaboración propia.

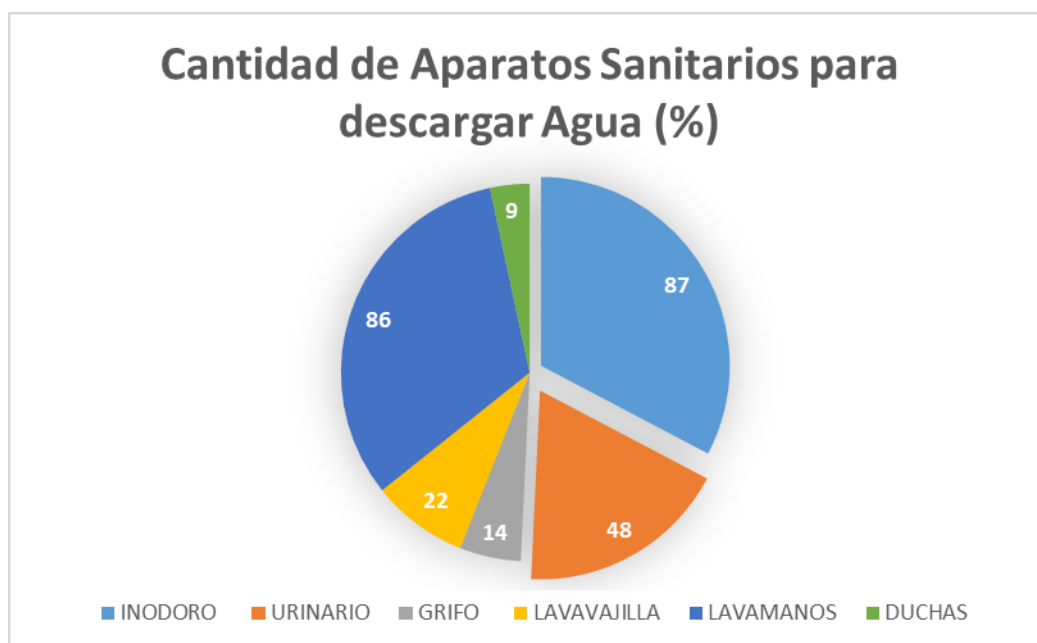
3.2. Afluentes de Aguas Residuales

Clasificación de los afluentes de aguas residuales, de acuerdo a la teoría presentada anteriormente, para esta investigación tenemos las aguas negras provenientes de inodoros, urinarios y lavatorios de cocina, y las aguas grises provenientes de lavamanos y duchas. Estos datos los clasificaremos en una tabla para una mejor apreciación.

Tabla 15. Efluentes de aguas residuales del C.C: El Quinde Ica

Aparatos sanitarios	Primer nivel		Segundo nivel		Tercer nivel		Mezanine	
	Dama	Varón	Dama	Varón	Dama	Varón	Dama	Varón
Aguas Negras								
Inodoros	20	21	5	5	9	9	5	13
Urinarios		19		5		9		15
Grifo/limpieza	1	1	1	1	1	1		
Lavavajilla		6		10		4		2
Aguas Grises								
Lavamanos	19	21	5	5	9	9	5	13
Duchas							4	5

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 9.** Cantidad de Aparatos Sanitarios por donde se realiza la descarga de agua potable. Fuente: Elaboración propia.

Existen 8 grifos de riego para las áreas verdes.

Aguas pluviales, a través de los puntos de drenaje pluvial como canaletas, sumideros, rejillas, sistema de evacuación de riego.

- Sumideros pluviales: 6 sumideros recolectores de agua pluvial.
- Canaletas de drenaje pluvial: 8 canaletas.

Aguas domesticas o comerciales, que recogen las vertientes de los aparatos sanitarios y aguas pluviales a través de la red de alcantarillado presente en el centro comercial, para el trabajo de investigación tomaremos en número de buzones existentes, trampa de grasas, cajas de registro.

- Buzones: 16 buzones con un hprom=1.40m
- Trampas de grasa: 2 trampas de grasa de doble cabina de a=1.5m l=3m
- Cajas de registro: 29 C.R de 12"x24" y 13 C.R de 24"x24"

Desacuerdo a lo documentado en campo pudimos determinar el porcentaje de afluentes de aguas residuales que recibirá la PTAR, basándonos en los distintos aparatos sanitarios con los que cuenta el mall El quinde de Ica, que pudimos constatar tanto en los planos de instalaciones sanitarias como en campo mediante observación y comprobación. Para representarlo gráficamente tenemos:

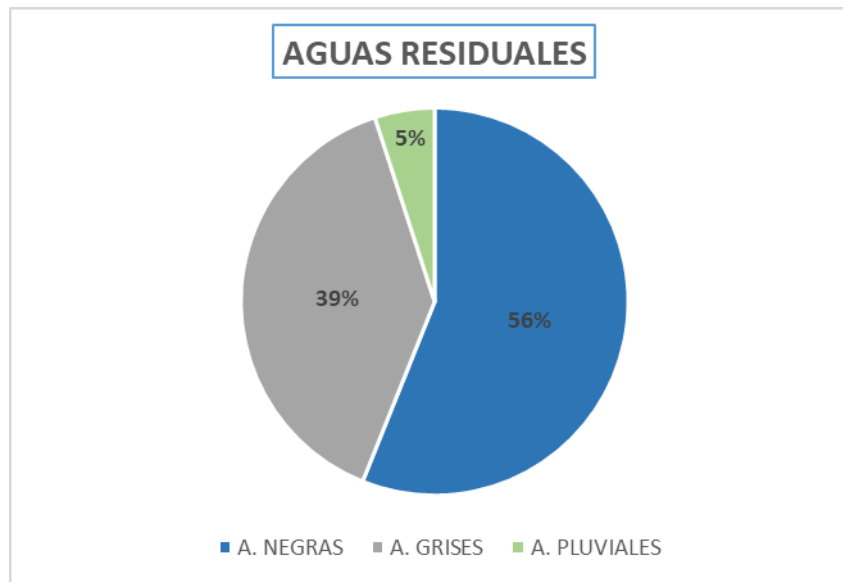


Grafico 10. % de Afluentes de aguas residuales que recibirá la PTAR.
Fuente: Elaboración propia

3.3. Calculo hidráulico y demanda hídrica

Con los datos anteriores obtendremos la demanda hídrica del centro comercial, tanto para el reabastecimiento de sus cisternas como para el riego de áreas verdes. Se obtendrá el caudal del agua residual que va a procesar la PTAR y el equipo de bombeo que necesitara la planta de tratamiento para cumplir adecuadamente el reabastecimiento de agua en todas sus instalaciones. Para todos estos cálculos se tendrá en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

3.7.1. Dotación Diaria (D.D)

- Características del proyecto:
 - Características del proyecto:
 - Local comercial=6 l/d por m².

- Áreas verdes= 2 l/d por m².
- Área útil del local= 36500 m²
- Área verde total=1440 m²
- Características del proyecto:
 - Local comercial=219000 l/d
 - **Áreas verdes= 2880 l/d**
 - Dotación diaria total= 221880 l/d = 222 m³ aprox.

3.7.2. Máxima Demanda Simultanea (M.D.S.)

- Características y cálculo del proyecto:
 - Inodoros (5 U.H) = 87 = 435
 - Urinarios (3 U.H) = 48 = 144
 - Grifo de limpieza (2 U.H) = 6 = 12
 - Lavavajilla (3 U.H) = 22 = 66
 - Lavamanos (2 U.H) = 86 = 172
 - Duchas (4 U.H) = 9 = 36
 - Grifo de riego (2 U.H) = 8 = 16
 - Entonces la M.D.S = 881 U.H
- M.D.S. = 889 U.H = 7.08 l/s

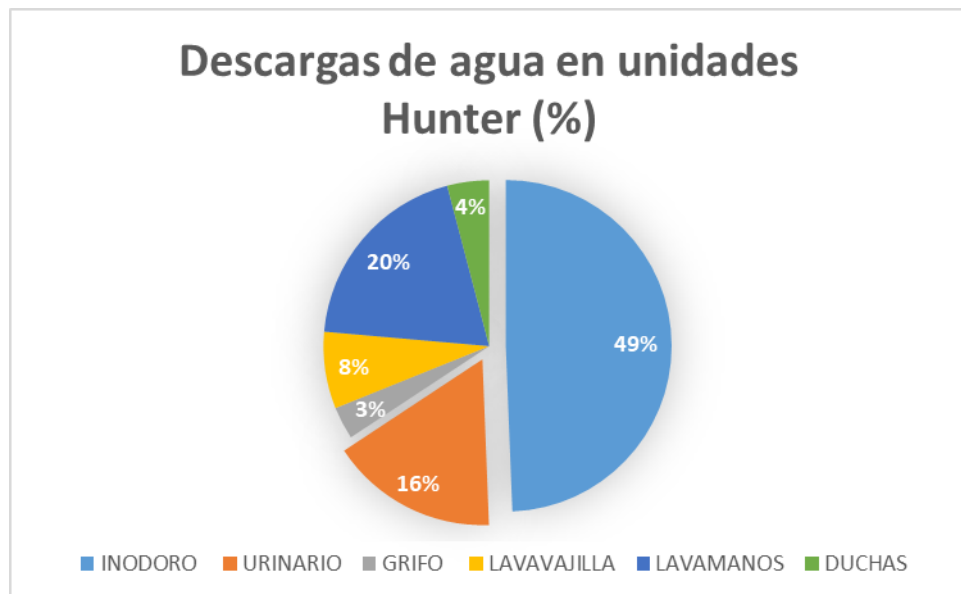


Grafico 11. Descarga real de agua en unidades hunter. Fuente Elaboración propia.

3.7.3. Sistema de Agua Tratada

El centro comercial ha visto la necesidad de implementar de una PTAR para el tratamiento de la totalidad de los desagües producidos, con la finalidad de reutilizar las aguas producidas, esto llevará a cabo mediante un sistema presurización, que se distribuirá a todos los servicios higiénicos y puntos de riego existentes de El Quinde.

- **Dotación y Demanda de agua**, para el cálculo de las dotaciones tomaremos como base el consumo promedio actual (aproximado) de las áreas comunes y del sistema de riego tecnificado del centro comercial. De acuerdo a los datos de consumo de los meses de mayo a diciembre del 2017, se tiene que el consumo de agua de las áreas comunes oscila entre 30 y 69 m³/día (1.88m³/h y 4.31m³/h, considerando 16 horas de operación en el centro comercial). Cabe resaltar que la PTAR (AclaraPack) proyectada realiza su proceso de tratamiento (ingreso – salida) en 4 horas aproximadamente y presenta caudales de producción de 1.20 lps (promedio) y 2.64 lps (máximo por 2 horas). En lo que respecta a la dotación para el sistema de riego, no se cuenta con datos de consumo de dicho sistema. Por lo tanto, se toma el dato de las áreas verdes presentes en el centro comercial, la cual presenta un área aproximada de 1200 m². Sabiendo que la dotación para áreas verdes en un sistema de riego es de 5l/m², se tiene que el valor del consumo de agua para el sistema de riego es de 6 m³/día. Considerando el consumo máximo horario de 4.31m³ y el volumen de producción promedio y máximo de la PTAR, se tiene que la demanda de agua requerida por el sistema a proyectar se satisface con 10.00 m³.
- **Sistema de Presurización**, Para garantizar la adecuada distribución del agua tratada producida por la PTAR, se está proyectando instalar un sistema de presurización, compuesto de cuatro (04) electrobombas del tipo presión constante y velocidad variable de 3.00lps y de 50.00mca de altura dinámica total, las cuales operaran de forma simultanea y/o alternada, es decir trabajara inicialmente una cuando las condiciones de bombeo sean menores a la máxima demanda simultánea, de darse el caso en que se presente un mayor requerimiento a este, arrancara la segunda y tercera bomba, dejando en stand by la cuarta, para alternarse con la primera bomba cuando el controlador lógico programable instalado en el tablero de control, lo indique. Por lo tanto, funcionaran tres (03) bombas simultáneamente cuando las condiciones de demanda lo requieran y una cuarta estará en reserva. Se considera el uso de 03 bombas en simultaneo para garantizar el caudal requerido por el sistema proyectado, el cual es

de 9.00 lps. Así mismo el equipo incluirá un tanque pulmón (definido por proveedor de equipo de bombeo), cuya finalidad será la de contrarrestar el golpe de ariete producido por el cierre intempestivo de las griferías.

- **Redes de agua fría,** A su vez, en los ambientes remodelados donde se vea afectada la red de distribución de agua fría existente, deberá reubicarse los ramales afectados de la red de distribución existente, para garantizar su adecuado funcionamiento. De la cisterna de agua tratada, se abastecerá a cada servicio higiénico y punto de riego, a través de 02 electrobombas del tipo centrifuga vertical multietápicas, que trabajarán a presión constante y velocidad variable y una tubería de impulsión de Ø3". De esta tubería de impulsión se deriva la red de distribución proyectada, la cual se encarga de la alimentación a cada servicio higiénico y punto de riego. Previo al ingreso de cada servicio higiénico se proyecta un medidor de caudal, con la finalidad de medir el consumo de agua de cada servicio higiénico

3.7.4. Sistema de Desagüe

- **Redes colectoras,** el centro comercial cuenta con una red colectora de desagüe, la cual descarga en 02 conexiones domiciliarias. Para nuestro caso, se requiere unir toda la red colectora y llevarla a la PTAR proyectada, con la finalidad de tratar todo el desagüe producido por el centro comercial. Por lo tanto, se proyecta tramos de red colectora de Ø200mm (Este es el diámetro de empalme de la red existente con la conexión domiciliar por lo cual se proyecta el mismo diámetro) y buzones con la finalidad de descargar todo el desagüe producido en la PTAR.
- **Trampas de grasa,** las instalaciones del centro comercial cuneta con 02 trampas de grasa con un área de retención útil de 2.8 m³ cada una, que servirá como tratamiento primario para la PTAR. Estas trampas de grasa se pueden observar en el plano IS-04.

3.7.5. Cálculos hidráulicos de agua tratada

- **Demanda de agua tratada**

Tabla 16. *Calculo de la demanda de agua tratada y estimación del volumen de cisterna.*

	CAPACIDAD CISTERNA				Volumen de agua al final de...
	Horario Operación C.C.	Volumen Producido PTAR	Volumen Consumo Áreas Comunes (más desfavorable)	Considerando Cisterna 10m3	
HORARIO DE ATENCION	1	2.16	4.31	7.85	Hora 1
	2	2.16	4.31	5.70	Hora 2
	3	4.32	4.31	5.71	Hora 3
	4	4.32	4.31	5.72	Hora 4
	5	9.5	4.31	10.00	Hora 5
	6	9.5	4.31	10.00	Hora 6
	7	4.32	4.31	10.00	Hora 7
	8	4.32	4.31	10.00	Hora 8
	9	4.32	4.31	10.00	Hora 9
	10	4.32	4.31	10.00	Hora 10
	11	4.32	4.31	10.00	Hora 11
	12	4.32	4.31	10.00	Hora 12
	13	4.32	4.31	10.00	Hora 13
	14	4.32	4.31	10.00	Hora 14
	15	4.32	4.31	10.00	Hora 15
	16	4.32	4.31	10.00	Hora 16

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior, se tiene que los volúmenes de producción de la PTAR (mínimo, promedio y máximo) son superados por el volumen de consumo de áreas comunes (en la situación más desfavorable) en las primeras 2 horas, considerando una cisterna de 10.00m³ de capacidad. Así también, en este escenario, dado que la cisterna es de 10.00m³, a partir de la hora 5, esta trabajara llena debido a que la diferencia entre lo consumido y lo producido supera los 10.00m³. por esta razón es recomendable pensar en una 2da cisterna de almacenamiento de 10.00 m³ también.

- **Calculo hidráulico de agua tratada**

Para este cálculo necesitaremos la presión de salida en el punto más desfavorable y es **15 mca**, considerando el punto de agua del aparato sanitario del SS.HH-hombres, del personal del cine, planta Mezanine plano IS-03.

Tabla 17. Cálculo hidráulico de redes y presión de agua.

TRAMO	L(m)	Δ nivel (m)	U.H.	Q (lps)	D (pulg)	V (m/s)	V_{max} (m/s)	ΣK	$V^2/2g$	Long. Equiv (m)	Long. Total (m)	Pérd. Unit. (m/m)	Pérd. Total (m)	Pérd. Medidor (m)	Presión (m)
1 - 2	2.10	1.00	8	1.00	1.50	0.88	3.00	12.70	0.0392	0.498	2.598	0.026	0.067		16.07
2 - 3	0.90	0.00	16	1.22	1.50	1.07	3.00	0.60	0.0584	0.035	0.935	0.037	0.035		16.10
3 - 4	0.90	0.00	24	1.42	1.50	1.25	3.00	0.60	0.0791	0.047	0.947	0.049	0.047		16.15
4 - 5	0.90	0.00	32	1.59	2.00	0.78	3.00	0.75	0.0314	0.024	0.924	0.015	0.014		16.16
5 - 6	0.90	0.00	40	1.74	2.00	0.86	3.00	0.60	0.0376	0.023	0.923	0.018	0.016		16.18
6 - 7	5.40	-4.00	48	1.92	2.00	0.95	3.00	16.00	0.0458	0.732	6.132	0.021	0.130		12.31
7 - 8	1.40	0.00	60	2.11	2.00	1.04	3.00	1.80	0.0553	0.099	1.499	0.025	0.038		12.35
8 - 9	3.00	0.00	72	2.25	2.00	1.11	3.00	0.60	0.0628	0.038	3.038	0.028	0.086		12.43
9 - 10	0.80	0.00	102	2.56	2.00	1.26	3.00	0.60	0.0813	0.049	0.849	0.036	0.031		12.46
10 - 11	2.00	0.00	150	2.95	2.00	1.46	3.00	12.70	0.1080	1.372	3.372	0.047	0.158	1.55	14.17
11 - 12	16.60	4.00	180	3.20	2.00	1.58	3.00	5.40	0.1271	0.686	17.286	0.055	0.944		19.12
12 - 13	11.20	4.50	258	3.77	2.00	1.86	3.00	3.60	0.1764	0.635	11.835	0.074	0.875		24.49
13 - 14	47.00	5.50	346	4.37	2.00	2.16	3.00	3.60	0.2370	0.853	47.853	0.097	4.649		34.64
14 - 15	16.00	0.00	504	5.33	2.50	1.68	3.00	1.95	0.1444	0.282	16.282	0.047	0.771		35.41
15 - 16	21.00	0.00	512	5.37	2.50	1.70	3.00	1.50	0.1466	0.220	21.220	0.048	1.019		36.43
16 - 17	32.00	0.00	540	5.52	2.50	1.74	3.00	0.60	0.1549	0.093	32.093	0.051	1.622		38.05
17 - 18	16.00	0.00	696	6.33	2.50	2.00	3.00	0.60	0.2037	0.122	16.122	0.065	1.050		39.10
18 - 19	48.00	0.00	704	6.37	2.50	2.01	3.00	0.60	0.2063	0.124	48.124	0.066	3.170		42.27
19 - 20	20.00	0.00	1094	8.24	3.00	1.81	3.00	35.20	0.1665	5.860	25.860	0.058	1.508		43.78

Fuente: elaboración propia.

• **Equipo de bombeo para agua tratada (ANEXO N°5 – RNE)**

- Dimensionamiento de la tubería de impulsión (Para cada bomba), \emptyset Impulsión (pulg)=2
- Dimensionamiento de la tubería de succión (Para todo el sistema), \emptyset Succión (pulg)=4
- ALTURA DINÁMICA TOTAL (HDT), Del cálculo hidráulico se tiene que el valor de HDT es de 43.78 mca. Por lo tanto, tomamos como valor para HDT = 50mca
- CAUDAL DE MÁXIMA DEMANDA SIMULTANEA (QMDS). Del cálculo hidráulico se tiene que el valor de QMDS es de 8.24 lps. Por lo tanto, tomamos como valor para QMDS = 9 lps, con lo cual el caudal total del sistema de presurización será de 9 lps
- POTENCIA APROXIMADA DE LA BOMBA Y EL MOTOR. Para bomba de Q=3.00 lps y HDT =50.00 mca, se tiene lo siguiente:
 - POT b = 2.22 HP
 - POT m = 4.00 HP
- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA LA SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO. Se tiene, para cada equipo de bombeo: (Funcionamiento de acuerdo a la demanda):
 - N° de equipos (Bombas Centrifugas): 04
 - Caudal de /bomba(lps): 3.00
 - Altura Dinámica Total (m): 50.00
 - Potencia aprox motor (HP): 4.00

3.4. Análisis de Agua Residual, Tratada y Potable.

Los resultados de este punto son de gran importancia para determinar el tipo de tratamiento y tecnología que se debe utilizar en las aguas residuales, aquí también podremos observar si se está cumpliendo con la normatividad exigida (LMP) para este tipo de aguas y de acuerdo a ello saber realmente si se puede disponer de ellas para distintos usos que se pueda generar.

3.7.1. Agua residual disponible

Las aguas residuales del C.C. El Quinde de Ica son de tipo doméstico o comercial, tiene un sistema de evacuación tradicional con buzones, buzonetas, cajas de registro y red de alcantarillado (plano IS-04). El caudal de captación para la PTAR se determinó en el buzón N° 4. Según información proporcionada por la empresa Aclara Perú, ya que ellos hicieron la toma de muestras para determinar la propuesta de tecnológica de la planta de tratamiento. Los datos que nos proporcionaron fueron:

Tabla 18. Caudal promedio de aguas residuales del el Mall El Quinde de Ica

Q promedio	Unidad
0.54	l/s
46.7	m3/día
1400	m3/mes

Fuente: Aclara Perú

Factor de descarga de aguas residuales del centro comercial:

$$fd = \frac{Q \text{ desague}}{Q \text{ consumo}} = 0.7$$

Este valor (0.7) correspondiente al factor de descarga nos indica que el 70% del volumen de agua potable que ingresa al centro comercial es descargado

Por otro según nos lo comento el ing. Alexander Prada se ha pensado en una ampliación a futuro del centro comercial, dato concerniente a la planta de tratamiento ya que el caudal de diseño de la PTAR tendrá que ser mayor a la obtenida en campo.

3.7.2. Análisis de agua residual. (características)

Presentamos los análisis in situ tomados por la empresa Aclara Perú, de la red de alcantarillado tomados en el buzón N°4, cabe mencionar que las muestras fueron de aguas residuales frescas.

Tabla 19. *Valores promedio tomados in situ*

PARAMETROS	VALORES
CE. In situ (Us/cm)	1131
PH In situ	7.9
Temperatura In situ	27.1

Fuente: Aclara Perú

Tabla 20. *Valores promedio de Análisis Fisicoquímico*

PARAMETROS	VALORES
Aceites y Grasas (mg/l)	17.2
DBO5 (mg/l)	300
DQO (mg/l)	500
Solidos totales (TS) mg/l	1305
Solidos suspendidos totales (TSS) mg/l	176
Solidos sedimentables (SS) mg/l/h	3

Fuente: Aclara Perú

Tabla 21. *Valores de los Análisis Bacteriológicos*

PARAMETROS	VALORES
E-Coli (NMP/100ml)	7 500 000
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	7 500 000
Coliformes Totales (NMP/100ml)	18 000 000

Fuente: Aclara Perú

Interpretación: el pH de 7.8, temperatura 26.9°C, son relativamente moderados para el riego de plantas, la conductividad eléctrica es de 1124 us/cm indica a una salinidad media.

Para los valores de DBO5 y DQO, son valores característicos de aguas residuales y se encuentran dentro del rango (300 y 5000) mg/l respectivamente. La relación entre la $DQO/DBO5=1.6$ nos dice que es posible una degradación biológica del agua residual. Las grasas son bajas, pero es necesario llegar a un valor menor a 10 mg/l. para esto nos basamos en (Hernández, 1992) que determina que $(DQO/DBO5) < 2.5$ el efluente es biodegradable, pudiéndose utilizar sistemas de lodos activados.

3.7.3. Análisis de agua residual tratada

La intención de este análisis es para comparar los parámetros del este efluente de agua residual tratada con respecto al agua que ingre a la PTAR (agua residual), así poder comprobar que tan efectivo resulta este proceso y si estamos cumpliendo las normas establecidas para el reúso de aguas residuales (LMP, ECA)

Tabla 22. Resultado del análisis físico químico del agua residual tratada.

PARAMETROS	VALORES
Aceites y Grasas (mg/l)	3.0
DBO5 (mg/l)	<2.00
DQO (mg/l)	24.9
Solidos totales (TS) mg/l	972.0
Solidos suspendidos totales (TSS) mg/l	<3.00
Solidos sedimentables (SS) mg/l/h	<0.5
Ph	6.05
Turbiedad (NTU)	<0.4
Color (CU)	34.71

Fuente: SAG Perú

Tabla 23. Resultado de los análisis bacteriológicos de las aguas residuales tratadas

PARAMETROS	VALORES
E-Coli (NMP/100ml)	130
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	170
Coliformes Totales (NMP/100ml)	220

Fuente: SAG Perú

Interpretación: Se observa un considerable decremento en los parámetros contaminantes con respecto al agua residual, tanto en físico químicos como en los bacteriológicos, dándonos así ya un indicador relativo de que el agua residual ha sido tratada correctamente, pero se tiene que constatar con los parámetros establecidos por las normas de calidad de agua.

3.7.4. Análisis de agua potable

Realizamos el análisis de agua potable que brinda la EPS EMAPICA, para tener una referencia de cuanta variación existen entre la calidad de agua que se consume y la que está siendo tratada, con el fin de considera algún tratamiento complementario que pueda mejorar sus característica y calidad o que lo requiera la norma.

Tabla 24. Resultado del análisis de agua potable suministrada por EMAPICA

PARAMETROS	VALORES
pH	8.04
Turbiedad (NTU)	<0.4
Color (CU)	<5
E-Coli (NMP/100ml)	<1
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	<1
Coliformes Totales (NMP/100ml)	<1.1

Fuente: SAG Perú

Interpretación: Los análisis muestran características relativamente normales, aunque no ideales ya que los parámetros de coliformes deberían estar en 0.

Para tener una mejor interpretación de los datos obtenidos en esta investigación haremos un cuadro comparativo de los LMP que nos brinda la norma con respecto al uso de agua residual tratada y para su vertimiento.

Tabla 25. Cuadro comparativo de parámetros de aguas residuales y tratadas con las normas que las rigen.

	Agua residual	Agua tratada	LMP	ECA 3°
Físico-Químico				
Aceites y Grasas (mg/l)	16.6	3.0	20 y NOM 15	5
DBO5 (mg/l)	300	<2.00	100 y <10(EPA) y 20 (NOM)	15
DQO (mg/l)	500	24.9	200	40
Solidos totales (TS) mg/l	1222	972.0		
Solidos suspendidos totales (TSS) mg/l	170	<3.00	150 y 30(EPA) y 20 (NOM)	
Solidos sedimentables (SS) mg/l/h	3	<0.5		
Ph	7.8	6.05	6.5 - 8.5	
Turbiedad (NTU)		<0.4	5 y <2 (EPA)	
Color (CU)		34.71	15	100
Microbiológico				
E-Coli (NMP/100ml)	7000000	130	240 (NOM)	100
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	7000000	170	10,000 y 200(OMS)	1000
Coliformes Totales (NMP/100ml)	17000000	220		1100

Fuente: Elaboración propia.

*OMS: Organización Mundial de la salud, EPÁ: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

3.5. Diseño y Tecnología PTAR

En este punto analizaremos la tecnología necesaria para implementar una PTAR en el centro comercial El Quinde de Ica, tomaremos en cuenta aspectos básicos ya descritos anteriormente como sus características socioeconómicas, administrativas, su disponibilidad de espacio, utilidad que se desea brindar a las aguas tratadas, y demás parámetros que se pudiera tener en consideración.

3.7.1. Análisis de la disponibilidad de espacio y ubicación de la PTAR

Los puntos resaltantes a considerar para el área de ubicación que tendrá la planta de tratamiento, sería que al ser un centro comercial donde su imagen e infraestructura están en constante contacto con sus clientes, y por ser un negocio de comercio con planes de expansión no debe ocupar gran área, por lo que se creyó conveniente desacerdo a los planos de arquitectura y topográficos establece la PTAR en un área de 300m² aproximadamente (10 x 30). Y se ubicara en la parte posterior del C.C. que está destinada para una futura ampliación del mall.

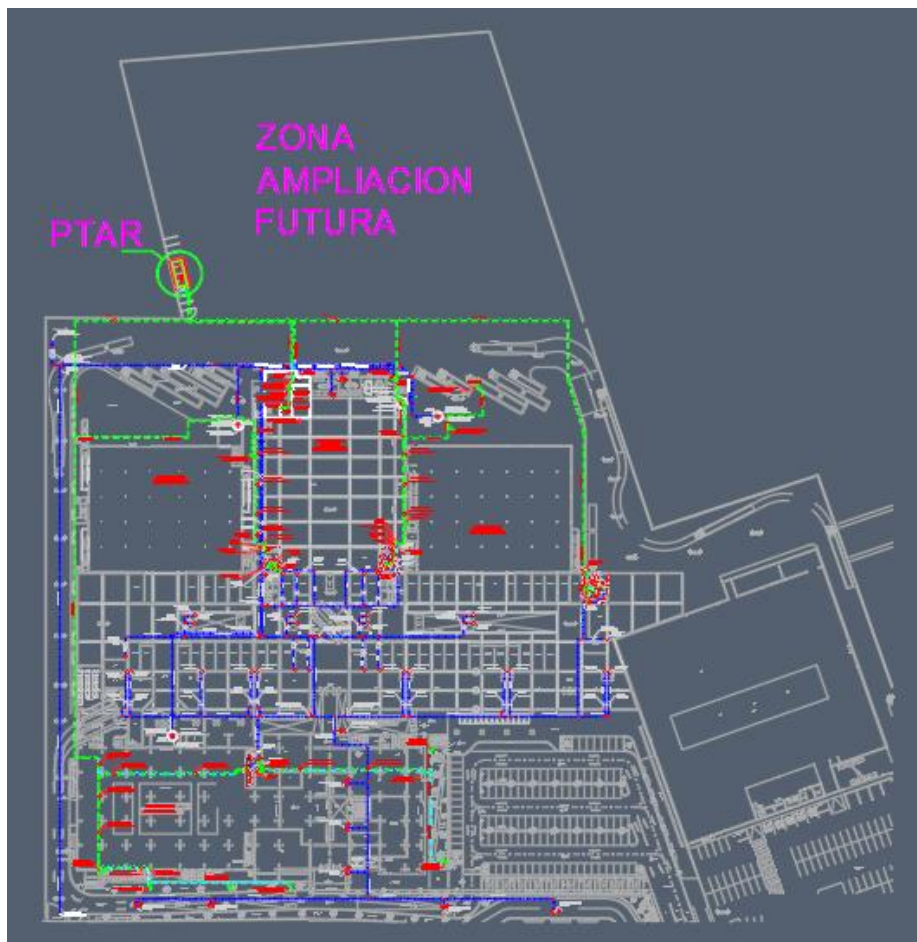


Figura 21. Ubicación para la instalación de la PTAR. Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Análisis de la selección de alternativas de plantas de tratamiento

Para realizar la selección de la tecnología y proceso de tratamiento que le daremos a las aguas residuales nos basaremos en la teoría proporcionada en el marco teórico, adaptado a los avances tecnológicos en reúso de aguas residuales, y considerando la calidad requerida y necesaria para su vertimiento, costo de inversión y mantenimiento, así como posibles limitaciones del centro comercial.

- Elaboración de indicadores para una PTAR.

Tabla 26. Indicadores para la selección de la PTAR en el C.C. El Quinde de Ica

INDICADOR CONDICIONANTE	COLOR REFERENTE
Indicador favorable para los requerimientos de una PTAR en el C. C. El Quinde de Ica	
Indicador desfavorable para los requerimientos de una PTAR en el C. C. El Quinde de Ica	
Indicador no determinante para los requerimientos de una PTAR en el C. C. El Quinde de Ica	

Fuente: Elaboración propia

- Selección de la tecnología para el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 27. Ponderación de factores que influyen en la selección de la tecnología para una PTAR en el C.C. El Quinde de Ica

Factor	Ponderación				
	Lagunas de estabilización facultativas	Lagunas aireadas	Filtros percoladores	Lodos activados	Humedales artificiales
Confiabilidad					
Sensibilidad de operación intermitente	Baja	Baja	Media	Alta	Media
Destreza operativa del personal	Baja	Baja	Media	Alta	Baja
Eficiencia de remoción de DBO	Media	Media	Media	Alta	Media
Eficiencia de la remoción de patógenos	Media	Alta	Media	Media	Alta
Emisión de olores indeseables	Alta	Media	Baja	Baja	Baja
Costos					
Requerimiento de terreno(*)	Alta	Alta	Media	Baja	Media
Costo de implementación	Baja	Media	Media	Alta	Media
Costo de operación y mantenimiento	Baja	Media	Media	Alta	Baja

Fuente: Elaboración propia.

(*) factor indispensable para la PTAR del centro comercial.

Del cuadro podemos observar que la tecnología más favorable a utilizar es la de lodos activados ya que presenta mayor cantidad de indicador favorable sobre todo en el requerimiento de terreno que es un factor principal.

3.7.3. Propuesta tecnológica Compacta de lodos activados (ACLARA Perú)

Esta tecnología es de nacionalidad mexicana y se nos presenta en dos modalidades, “planta de tratamiento en Paquete” y “planta de tratamiento Personalizada”. Dependiendo de la necesidad del volumen de agua a tratar, de las normas que tiene que cumplir el agua tratada y otras necesidades cliente se puede escoger entre una variedad de paquetes o se puede diseñar a los requerimientos del cliente. Para este proyecto se optó por la planta en paquete para un volumen de agua a tratar de 0.54 lps, valor ya determinado por estudio en campo. Y al análisis de características y requerimientos necesarios por el centro comercial.



Figura 22. Plantas de tratamiento en PAQUETE. Fuente: Aclara.mx

Estas plantas de tratamiento cumplen con la Norma Oficial Mexicana (NOM), para este caso tomamos la NOM003 que nos habla de los LMP para las aguas residuales tratadas y servicios al público. Estas concuerdan en similitud con las normas de LMP internacionales y las de Perú también.

Tabla 28. NOM-003-SEMARNAT-1997

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES					
TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≥ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 5	15	30	30

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas

El modelo final de su **planta de tratamiento de aguas residuales** y su costo, será determinado por cuál de los 2 tipos de plantas de tratamiento Aclara necesita, la norma que debe cumplir, el volumen de agua que va a tratar y la carga orgánica de su agua residual.

MODELOS	NORMA SEMARNAT						USO PRINCIPAL	PRECIO
	NOM 001 A	NOM 001 B	NOM 001 C	NOM 002	NOM 003 CI	NOM 003 CD		
Econopack	✓			✓			Descarga a drenaje. *Sistema anaerobio, produce biogases	BAJO
Naturapack	✓	✓		✓			Descarga a ríos urbanos y reúso en riego agrícola.	MEDIO
Aclarapack	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Reúso en riego de jardines, sanitarios, lavado, etc.	ALTO
PERSONALIZADAS								
Aclara 001 A	✓			✓			Descarga a barrancas	BAJO
Aclara 001 B	✓	✓		✓			Descarga a ríos urbanos y reúso en riego agrícola	MEDIO
Aclara 001 C	✓	✓	✓	✓	✓		Descarga a lagos y mares	MUY ALTO
Aclara 002				✓			Descarga a drenaje	BAJO
Aclara 003 CI	✓	✓		✓	✓		Reúso en riego de jardines de ornato (sin contacto)	MEDIO ALTO
Aclara 003 CD	✓	✓		✓	✓	✓	Reúso en riego de jardines, sanitarios, lavado, etc.	ALTO

Figura 23. Normas y usos de las Plantas de Tratamiento ACLARA. Fuente: Aclara.mx

Presentamos algunas características del sistema ACLARAPACK (costo del paquete AclaraPack ver anexo):

- **Sistemas de inclusión total:** Estas plantas en Paquete tratadoras de agua de Aclara, traen todo el sistema de tratamiento en solo reactor por lo que no necesitan ni requieren gastos adicionales por obras de construcción.
- **Prefabricadas:** Estas plantas son prefabricadas, en un solo día por esta razón puede recibir su planta, conectar la llegada de su agua residual y operar su PTAR.
- **Portátiles:** Al tener esta característica las plantas de Paquete de Aclara pueden instalarse en principio en un lugar y, posteriormente ser trasladadas a otro, sin ningún tipo de inconveniente.
- **Compactas:** Esta característica de la PTAR Paquete reduce su espacio de instalación hasta un 90% menos que otras plantas.

- Modulares: Estas plantas de tratamiento Paquete, pueden ampliarse conectando más plantas, por si se requiere tratar más agua a futuro y así no gastar en una planta grande de inicio. Ideales para los proyectos de multietapa, proyección y de poca inversión.
- Amigables con el entorno: Esta es una ventaja muy característica de las plantas tratadoras de agua Aclara ya que no generan olores desagradables.
- Super Eficiencia: Con este diseño de planta de tratamiento de aguas residuales “Aclarapack”, se puede lograr que el agua residual tenga una calidad incluso más pura que el agua brindada por la EPS de la localidad.
- Nota: Lo recomendable para estos paquetes el hacer una única obra adicional que comúnmente es un POZO DE VISITA que funciona como desarenador y bombeo, es de poco espacio va oculto bajo tierra, sirve para que la planta de tratamiento compacta realice un mejor desempeño al momento de procesar las aguas residuales con la menor cantidad de solidos posibles.

3.7.4. Costo de implementación, operación y mantenimiento

Se ha realizado un presupuesto para implementar el sistema de la PTAR e instalación de redes sanitarias para el reabastecimiento de agua en el C. C. El Quinde de Ica, teniendo en cuenta las obras civiles, losas de concreto, instalación de redes, cuarto de máquinas y tanques de almacenamiento.

Tabla 29. *Presupuesto General de implementación del sistema de PTAR en el C.C: El Quinde de Ica*

Ítem	Descripción	Und.	Cant.	P.Uni s/.	Parcial s/.	Total s/.
1	Obras civiles - Infraestructura					208,881.00
1.01	Obras provisionales				6,020.00	
1.02	Cámara de captación y bombeo				10,500.00	
1.03	Instalación de redes sanitarias				177,741.00	
1.04	Losa para la PTAR compacta				14,620.00	
2	Equipamiento					324,457.00
2.01	Planta compacta AclaraPack				307,957.00	
2.02	Bombas, flete, instalación				16,500.00	
	Costo directo					533,338.00
	Gastos generales y utilidad 10%					53,333.80
	Imprevistos 5%					26,666.90
	Total, presupuesto					613,338.7

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado también en el costo de inversión general el costo por la operación y mantenimiento de la PTAR con una proyección anual y a futura de 20 años.

Tabla 30. Costo de operación y mantenimiento de la PTAR del C.C. El Quinde de Ica

Descripción	Soles/día	Soles/mes	Soles/año
Consumo de energía	22.00	660.00	7,920.00
Hipoclorito de calcio	2.00	60.00	720.00
Limpieza de cisterna	0.21	6.30	75.60
Mantenimiento de bombas	2.70	81.00	972.00
Operario	35.00	1,050.00	12,600.00
Costo de operación y mantenimiento anual			22,287.60
Costo de operación y mantenimiento a 20 años			445,750.00

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Estimación del ahorro hídrico y beneficio económico.

En este punto se estimará el porcentaje de ahorro de agua potable que se logra con la implementación de una PTAR en el C.C. El Quinde de Ica, así como también el beneficio económico que se consigue con este tipo de tecnología en el tratamiento de aguas residuales para su reúso. Para esto nos basaremos en los datos analizados anteriormente como el consumo de agua potable, costo de inversión de la PTAR, entre otros que sea necesario considerar.

3.7.1. Reabastecimiento de agua para aparatos sanitarios y riego de áreas verdes.

El sistema de red agua tratada está conectado a todas las instalaciones de servicios higiénicos en el mall, lo que nos permite reabastecer de agua a los aparatos sanitarios y también a los grifos de riego para las áreas verdes.

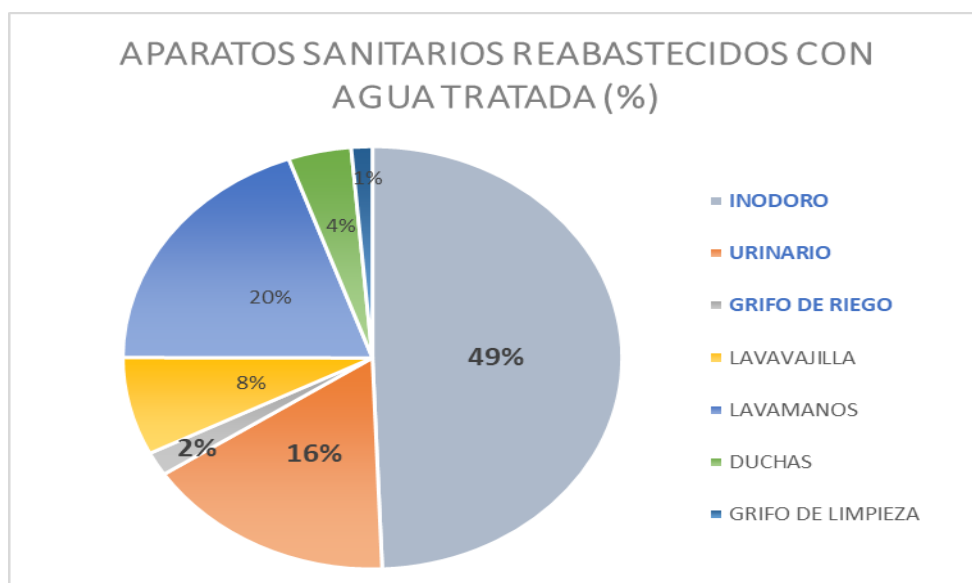


Gráfico 12. Aparatos sanitarios que se verán reabastecidos por el agua tratada en %.

Fuente: elaboración propia.

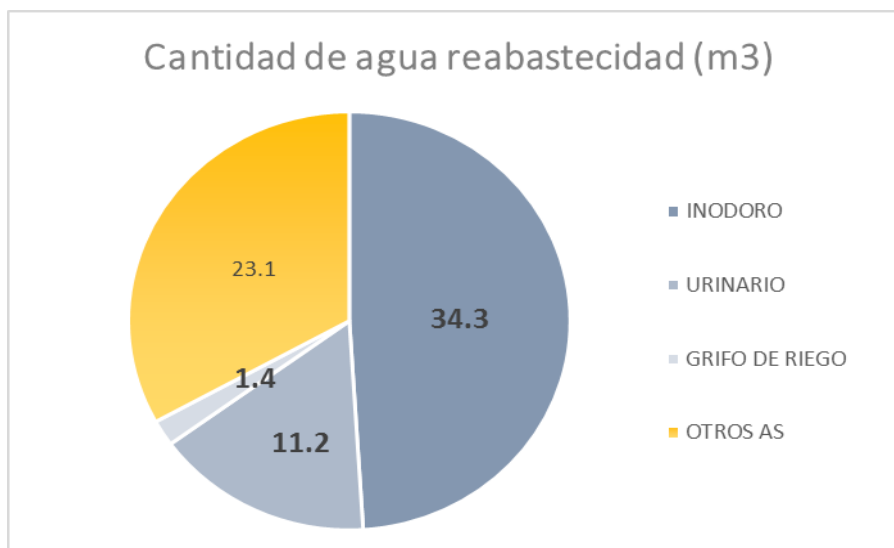


Gráfico 13. Volumen de agua reabastecido con agua tratada en m3.
Fuente: elaboración propia.

Interpretación: De los gráficos anteriores podemos deducir que la PTAR nos posibilita el reabastecimiento de agua para las descargas de los aparatos sanitarios y riego de área verdes del centro comercial en un **67%** del total de descargas de agua potable que se hacen en un día promedio. Lo que se traduce al porcentaje de ahorro hídrico que estaría dando.

Si tomamos el volumen de promedio diario que se descarga en el centro comercial basándonos en el consumo promedio mensual del **gráfico1**, es 70 m3 aprox, entonces podremos definir el volumen total de agua que es reabastecida con el agua tratada. Y tenemos que es **46.9** m3 aproximadamente.

3.7.2. Estimación del beneficio económico.

Tomando como referencia los gráficos anteriores sobre el pago mensual y anual que realiza el centro comercial por el servicio de agua potable y alcantarillado (gráfico 3 y gráfico 8), con los cuales podremos hacer una estimación y comparación del ahorro económico que generaría la implementación de la PTAR en el C.C. El Quinde de Ica. Tomando en relación al anterior punto decimos que el promedio mensual es 2105 m3 (del gráfico1) que nos da un promedio diario de 70.17 m3. Y del dato, valor del m3 de aguas potables es s/.8.61.

Tabla 31. Análisis económico mediante la reutilización de aguas residuales.

	m3/mes	m3/año	s/. x mes	s/. x año	%
Agua potable utilizada normalmente	2105	25260	18124.05	217488.60	100
Agua tratada a utilizar	1407	16884	12114.27	145371.24	66.84
Agua potable a seguir utilizando	698	8376	6009.78	72117.36	33.16

Fuente: Elaboración propia.

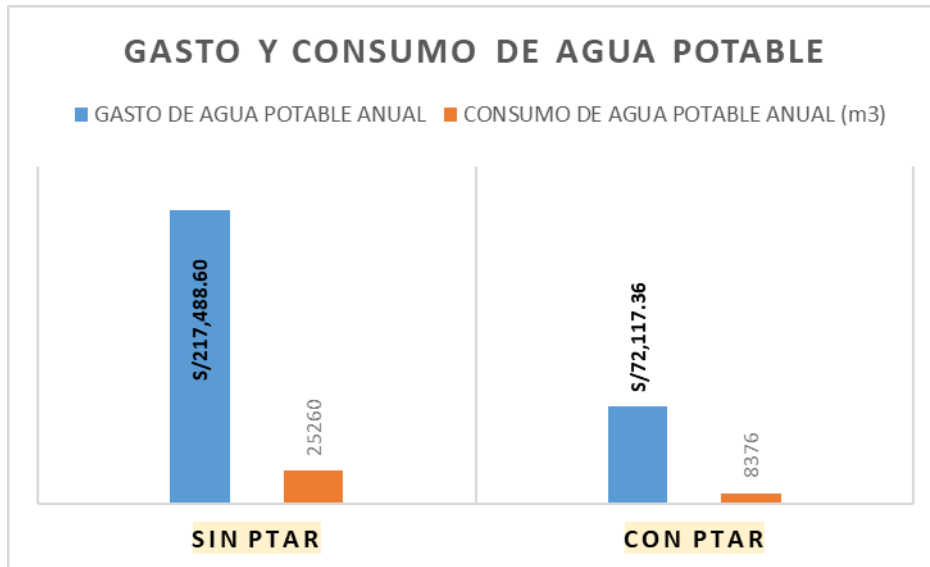


Grafico 13. Comparación de gasto y consumo de agua potable con o sin PTAR.
Fuente: Elaboración propia.

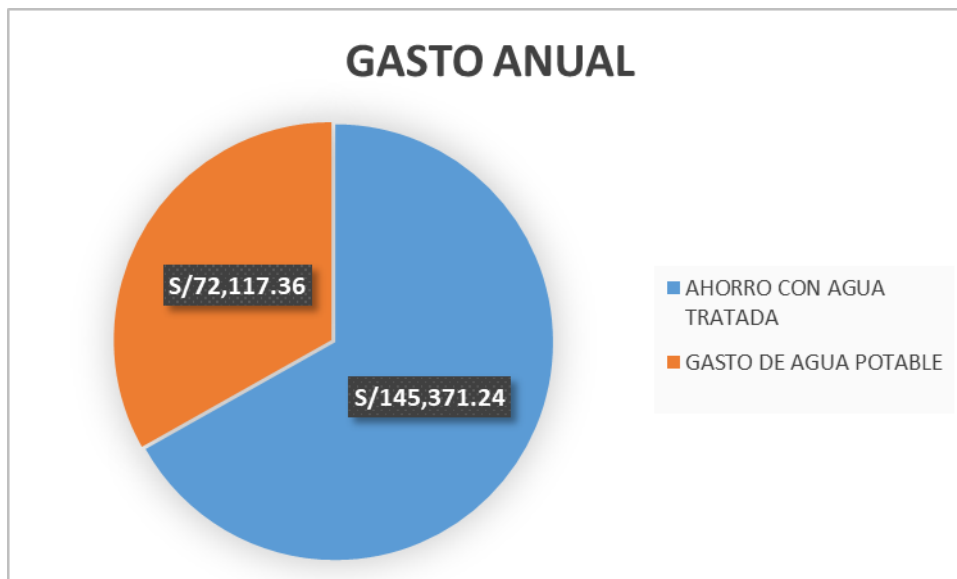


Grafico 14. Ahorro en soles que producirá el agua tratada anualmente.
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Podemos decir que la implementación de la PTAR beneficia económicamente en el ahorro de agua potable con **s/. 145371.24** anuales.

También diremos que la inversión para la PTAR en el C.C. El Quinde es de s/. 613,338.7 y que esa inversión se verá recuperada en 4 años de uso de la PTAR. Y que haciendo una proyección de mantenimiento y operación de la planta de tratamiento a 20 años costara s/. 445,750.00 y que en 3 años aproximadamente se verá recuperada es inversión con la PTAR. Lo que nos da un valor útil de 13 años de productividad de agua tratada que beneficiaría al centro comercial.

3.7. Uso de Tecnología LAOTSS.

En nuestro país Perú, según datos de la Asociación Nacional del Agua (ANA), tan solo el 25% de las aguas residuales municipales generadas llevan algún tipo de tratamiento, siendo el resto descargadas directamente a cuerpos receptores de aguas superficiales completa o parcialmente contaminadas.

La tecnología de tratamiento LAOTSS (Lodos Activados en Oxidación Total en un Sistema Secuencial) ofrece una solución factible tanto en términos económicos como medio ambientales, por lo que sus procesos de funcionamiento más o menos copian algunos de los fenómenos naturales presentados en un cuerpo receptor autodepurativo, como por ejemplo un río o lago en el que ocurren procesos de degradación de los contaminantes por medio de la acción bacteriana, que en presencia de oxígeno disuelto en el agua desarrollan una microbiota aerobia, sin generar malos olores. Estos procesos permiten que los cuerpos de agua contengan condiciones adecuadas para la vida acuática. A pesar de ello, la depuración de un río muestra limitantes en cuanto a cantidades (cargas de contaminantes) y el tiempo (la velocidad con que pueden degradarse). Teniendo esto en cuenta podemos decir que, un sistema LAOTSS puede controlar las condiciones que afectan los mecanismos biológicos a fin de optimizarlos y, de esta manera reducir el tiempo de saneamiento a menos de 24 horas contrastado a los 20 días que tardaría un sistema natural.

Decimos que los lodos activados es el sistema de tratamiento que tiene un tanque provisto con aireadores en el que se cuenta con un cultivo bacteriano en suspensión. El proceso de limpieza que tiene lugar es muy sencillo: las bacterias comen la materia orgánica que se encuentra en el agua al incorporarla a su metabolismo como fuente de carbono que le permite adquirir energía para desarrollar sus funciones. Las bacterias se unen formando aglomeraciones con más densidad que el agua lo que permite su separación por sedimentación, una vez que se ha llevado a cabo el proceso de limpieza en un reactor biológico (tanque con bacterias en suspensión) el agua se traslada a un recipiente de sedimentación en el que el agua fluye lentamente para permitir que los flóculos de bacterias se acumulen en el fondo, logrando un efluente claro por la parte superior del recipiente y un concentrado de bacterias con apariencia de lodo por la parte inferior, este lodo es retornado al reactor biológico para seguir manteniendo una concentración alta de bacterias y eventualmente una parte es purgada del sistema.

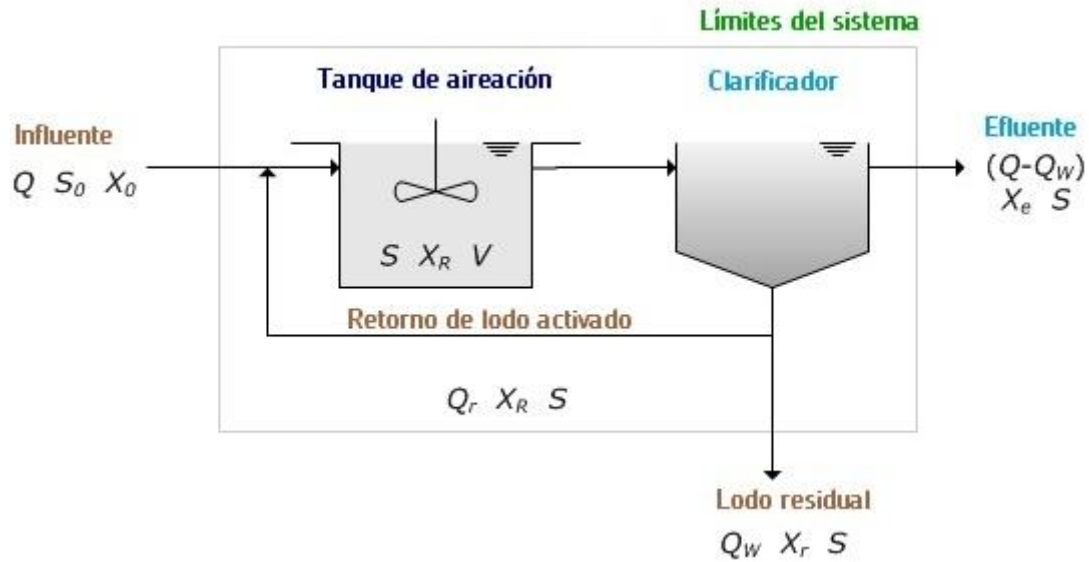


Figura 24. Representación esquemática del proceso de lodos activados. Fuente: Aclara.mx

El proceso biológico necesita que el agua en el influente esté libre de materiales gruesos (maderas, bolsas, latas, etc.) así como de arena, para obtener esto se construyen antes del reactor biológico instalaciones de pretratamiento. Estos sistemas normalmente se componen de rejillas, gruesas y/o finas en las que los sólidos gruesos quedan retenidos. En el caso particular de la arena, el sistema diseñado para eliminarla del agua se llaman desarenadores, que en concreto consiste en un canal por el cual se hace circular el agua a una velocidad muy lenta, de tal manera que las arenas suspendidas en el agua se sedimenten en el fondo del canal de donde son removidas constantemente.

Luego de la etapa de pretratamiento, el agua tiene que ser enviada al reactor biológico, usualmente esto se realiza por bombeo, para lo cual se necesita un cárcamo en donde el agua pretratada será almacenada por unos minutos y mediante una o dos electrobombas será llevada mediante presión a la planta tratadora.

El lodo purgado del sedimentador se le conoce como lodo residual y debe ser tratado para minimizar su contenido orgánico y erradicar la mayor cantidad de agua posible a fin de facilitar su transporte y/o disposición, para este fin el lodo es tratado en digestores aerobios o anaerobios y deshidratado comúnmente en lechos de secado, aunque existen también otros métodos conocidos como filtros prensa.

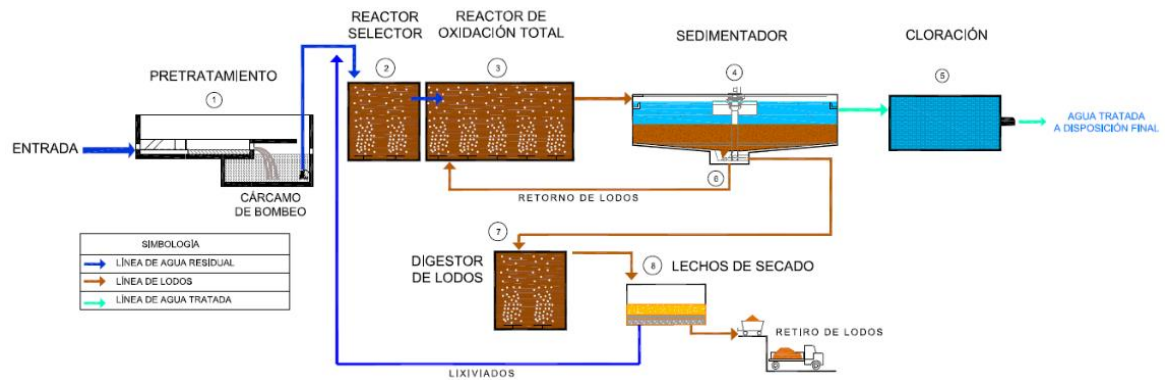


Figura 25. Diagrama de flujo completo del proceso de tratamiento. Fuente: Aclara.mx

Bases de diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales LAOTSS

La Tecnología LAOTSS consiste en un sistema de Lodos Activados en la modalidad de Oxidación Total combinado con un proceso vanguardista de Sistemas Secuenciales, imitando así al proceso natural con el que el agua contaminada es tratada en ríos, lagos y mares; es decir, se ha logrado optimizar el uso de los lodos activados para hacer que las plantas de tratamiento sean más reducidas y compactas, fáciles de operar y con menor uso de energía eléctrica.

Por eso las PTAR se han vuelto tan compactas que todo el procedimiento descrito en el diagrama de flujo de la figura 25. Se ve optimizada en esta planta de tratamiento que pertenece a un sistema de paquete que es el AclaraPack. Sistema escogido para ver sus beneficios en este proyecto de investigación.



Figura 26. Planta de tratamiento con tecnología LAOTSS e presentación de paquete AclaraPack. Fuente: Aclara.mx



Figura 27. Plantas de tratamiento PAQUETE, movilización y colocación. Fuente: Aclara.mx

El sistema de lodos activados resultó tan confiable y seguro, que en la actualidad más del 70% del agua tratada en todo el mundo se realiza con el sistema de lodos activados en sus diferentes modalidades.

La Tecnología LAOTSS tiene las modalidades de Oxidación Total –que permite una alta eficiencia en remoción de contaminantes aunado a una mínima producción de lodos de desecho, y un Sistema Secuencial que proporciona un exacto control del proceso para el tratamiento de contaminantes.

La empresa de ingeniería de Aclara ha desarrollado plantas con la tecnología LAOTSS; diseñadas de acuerdo a la normatividad que los clientes requieran, es decir esta tecnología es adaptable a las normas de cada país que lo requiera.

Para estos modelos de PTAR se han utilizado métodos de reingeniería que realmente logran que las plantas sean muy funcionales y especialmente simples en cuanto a operación y mantenimiento. Para realizarlo se han considerado, entre otros, los siguientes criterios de diseño:

- Realizar la conducción de líquidos por gravedad preferente a por bombeo para minimizar el mantenimiento correctivo y preventivo.
- Reducir el recorrido de tuberías y eliminar la mayor cantidad posible el número de piezas especiales para evitar atoros en las líneas conductoras.
- Simplificar las operaciones de la planta.
- Minimizar el mantenimiento requerido.
- Prevenir situaciones de emergencia e inesperadas.
- Facilitar las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Cumplimiento y adaptabilidad de la normatividad aplicable.
- Utiliza un sistema de nanofiltración.



Figura 28. Planta de tratamiento en PAQUETE, FUNCIONAMIENTO.
Fuente: es.escribd.com

3.7.1. Comparación de la tecnología LAOTSS.

Para determinar y ver la ventaja de tecnología propuesta por esta investigación (LAOTSS) realizaremos un cuadro comparativo de las tecnologías que se utilizan actualmente en el Perú para el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 32. Cuadro comparativo de la tecnología LAOTSS con respecto a las usadas tradicionalmente en el Perú, para el tratamiento de aguas residuales.

Tecnologías de Tratamiento	Ventajas	Desventajas
LAOTSS	<p>Alta calidad de agua tratada: eficiencia superior al 98% en remoción (DBO5 y SST menores a 5 ppm). Opera desde la primera descarga Nula producción de malos olores, 100% aerobio Proceso confiable: efluente constante y de baja dependencia a factores externos. Reactor y caseta de acero inoxidable; vida útil de más de 30 años. Bajos costos de operación Muy baja producción de lodos Agua lista para ser potabilizada; efluente ideal para potabilizarse en una ultrapurificadora Aclara.</p>	<p>Requiere energía (pero mínima) para funcionamiento. Mayor efectividad de compactación cuando es menor caudal de diseño. Las empresas y entidades estatales son reacias a invertir en proyectos tecnológicos no conocidos.</p>
Sistema de Lodos Activados Convencional	<p>Alta calidad del efluente tratado debido al control de flujo de A.R, el oxígeno y la densidad bacteriana (lodo activado) Mayor eficiencia en el tratamiento comparada con los lechos biológicos, debido a la mayor independencia de la temperatura (flexibilidad operacional) Menor área comparada a la requerida por los filtros biológicos Periodo más corto de arranque (menos de dos semanas) en comparación con el de lechos biológicos (4 a 6 semanas) No produce olores desagradables ni atrae moscas</p>	<p>Requerimiento de energía para la Aireación Altos costos de operación y Mantenimiento Necesidad de utilizar personal operador especializado Sistema sensible a sobre cargas y cambios bruscos en la calidad del afluente Necesidad de un completo control operacional (análisis de laboratorios frecuentes, medición de flujos, etc.)</p>
Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente	<p>Soporta altas cargas orgánicas Bajo requerimiento de energía No requiere medio de soporte Construcción relativamente simple Aplicable a pequeña y gran escala</p>	<p>Requerimiento de inóculo de determinadas características Sensible a sólidos suspendidos, grasas y aceites en el efluente Sensible a bajas temperaturas Riesgo de flotación de sólidos</p>

	Operación comparativamente simple respecto a filtros y lodos activados	durante el arranque Arranque lento sino se cuenta con el inóculo adecuado Sensibilidad a cambios bruscos de carga y temperatura
Lagunas de estabilización	Puede recibir y retener cantidades de AR, soportando sobrecargas hidráulicas y orgánicas con mayor flexibilidad, comparativamente con otros tratamientos Formación de biomasa más efectiva y variada que en otros procesos de Tratamiento No requiere de instalaciones complementarias para la producción de oxígeno. El mismo se produce en forma natural dentro del sistema. Debido a los tiempos de retención prolongados y a los mecanismos del proceso, son sistemas altamente eficaces para la retención de bacterias, virus y parásitos, comparativamente con otros tratamientos.	Presencia de larvas de mosca, que desarrolladas en exceso pueden obstaculizar el proceso de clarificación y crear molestias en las viviendas vecinas Necesita de mayores áreas de Terreno
Humedales Artificiales	Mínimo mantenimiento No requiere de personal calificado logran niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y poco mantenimiento los humedales filtran y sedimentan los sólidos remanentes del tratamiento previo, complementando esta remoción	Pequeños cambios en la hidrología pueden tener efectos importantes en un humedal y en la efectividad del tratamiento. El diseño hidráulico de un humedal es crítico para obtener buenos rendimientos en la eficiencia de depuración mediano requerimiento de terreno

Fuente: Elaboración propia.

La tecnología LAOTSS mediante su presentación en paquete AclaraPack descrita en el proyecto de investigación fusionan el sistema de lodos activados con la ingeniería de nanofiltración uniando así las 2 tecnologías que están teniendo más auge y éxito a nivel mundial en un solo reactor, obteniendo así un proceso de tratamiento compacto, confiable y de fácil operación que produce una calidad de agua sobresaliente a otras tecnologías, todo esto ya está comprobado por los análisis hechos a la planta de tratamientos en el mall El quinde de Ica. Y podemos compro la efectividad de sus procesos de tratamiento mediante sus resultados y su operatividad.

3.7.2. Comparación del costo de Inversión de la tecnología LAOTSS.

Para determinar el costo de inversión de la tecnología LAOTSS, y saber si es rentable y beneficioso a comparación con el costo de las tecnologías tradicional utilizadas en el país elaboramos un cuadro comparativo con un caudal de agua tratada de entre los 0.20 y 3 l/s, ya que los costos de las PTAR compactas tienden a variar mínimamente.

Tabla 33. Costo de inversión de plantas de tratamiento evaluadas con un rango de caudal similar, para comparación de tecnologías en el Perú con respecto a la tecnología LAOTSS.

	Descripción	El Quinde	Universitaria	Oasis de Villa	Miraflores	Mantaro – Huancán	Warivilca – Huancán
Ítem	Tecnología	LAOTSS	Lodos Activados	Humedales Artificiales	Tanque Imhoff	Lagunas de Estabilización	Tanque Imhoff
	Caudal tratado (l/s)	0.54-1.2	3.00	0.20	0.9	0.56	0.59
1	Obras preliminares	6,020	3,907.2	2,970	3,689.4	26,202	1,567.5
2	Movimiento de tierras	10,500	16,975.2	15,401.1	5,596.8	1,359,880.5	18,381
3	Estructuras de concreto	14,620	417,984.6	54,684	104,659.5	250,321.5	160413
4	Sistema de conducción	177,741	21,809.7	1323.3	5,537.4	95,363.4	81,612.3
5	Equipos de aireación	0	5,118.3	0	0	0	0
6	Otros equipos	0	1,564.2	1435.5	2,481.6	19,311.6	0
7	Obras complementarias	0	10,309.2	0	6,920.1	118,443.6	19,856.1
8	AclaraPack	324,457	-	-	-	-	-
	Costo directo	533,338	477,668.4	75,810.9	128,884.8	1,869,525.9	282,159.9
	Utilidades y G.G	53,333.80	71,775	11,371.8	19,331.4	205,649.4	31,036.6
	Costo Parcial	586,671.8	549,443.4	87,182.7	148,216.2	2,075,175.3	313,196.4
	IGV (18%)	105,600.92	98,899.81	15,692.89	26,678.92	373,531.55	56,375.35
	Costo Total	692272.72	648,343.21	102,875.59	174,895.12	2448,706.85	369,571.75
	Costo del terreno	26,666.9	318,318	47,322	913,968	1,106,397.6	7,920
	Costo Actual de la planta (s/.)	718939.62	966,661.21	150,197.59	1,088,863.12	3,555,104.45	377,491.75

Fuente: proyecto SWITCH Lima 2007, Moscoso 2011, consorcio Adler 2012, adaptada por tesista

El cuadro nos indica que la tecnología LAOTSS está ocupando el tercer puesto en costo de menor intervención pero que comparado a la tecnología de Humedales artificiales y Tanque Imhoff representa un caudal de tratamiento relativamente mayor y en tecnología lleva gran ventaja, y también en cuanto a remoción de contaminantes. Siendo la alternativa que mejor se presenta para un tratamiento de aguas residuales de un caudal menor a 3 lps.

IV. DISCUSIÓN

- Por la similitud de **OBJETIVOS** propuestos en esta investigación, tomando como base el O2: Determinar el ahorro y la reducción del sobre costo por el pago del servicio de agua potable con la implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018. Y el O3: Determinar la contribución que genera la implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento para el desarrollo ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica – 2018.

La propuesta de una PTAR, siempre trae consigo la idea de inversión y gastos operativos para las empresas o instituciones que deseen implementarla, sin embargo, pocas veces se analiza el beneficio económico que a mediano y largo plazo se puede obtener, esto nos lo hace entender Ore Suarez, Wilber (2012) es su tesis titulada *“Integración de tratamiento y reúso: propuesta metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de inversión de reúso de aguas residuales domésticas”* la cual dice que la integración del tratamiento y reúso de agua residual tratada ayudara en gran medida a que las PTAR sean económicamente sostenibles, pero que actualmente no se da por falta de cultura ambiental, donde no se toma en cuenta el uso sobre el riego agrícola y áreas verdes. Lo cual contrasta perfectamente con los resultados obtenidos en esta investigación al generar un ahorro del 67% (gráfico 12) sobre el consumo normal de agua potable, y que en valor monetario estaríamos hablando de s/. 145371.24 anuales (grafico 13) generados por el centro comercial El Quinde, y que trasladado al costo de mantenimiento de la PTAR instalada la hace perfectamente sostenible en el tiempo e incluso le produce una ganancia para el centro comercial, con lo cual se estaría apoyando y validando en cierto grado su investigación. Así mismo estaríamos aplicando las teorías de sistemas de tratamiento que son económicamente viables y sostenibles debido a su uso y mantenimiento, que principalmente son sistemas anaerobios y mixtos, pero que en nuestra investigación utilizamos un sistema aerobio de tecnología compacta, estas alternativas de tratamiento están descritos el marco teórico de esta investigación.

- Por los **RESULTADOS** obtenidos en nuestra investigación, tomando como referencia los resultados obtenidos en campo mediante el análisis de aguas residuales y tratadas tomadas en la PTAR del C.C. El Quinde de Ica, para ver el cumplimiento de los LMP y ECA que nos exige la normativa de tratamiento y vertimiento de aguas residuales.

El uso de agua residual en parques, zonas de esparcimiento, canchas de golf y otras áreas verdes se viene estableciendo con más frecuencia en las localidades y países, pero que trae consigo una gran responsabilidad ambiental ya que no es solo el hecho de satisfacer la demanda hídrica de áreas verdes, es también cumplir con la normativa que cada institución gubernamental, nacional e internacional estipulan. Esto nos lo hace saber la Ing. Ambiental Ronquillo Abad, Roxana (2016), en la tesis titulada “*Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizada en el riego del parque Samanes*”-Ecuador, indica que para reutilizar las aguas de la planta de tratamiento los Merinos de la ciudad de Guayaquil en el riego del parque Samanes es necesario un tratamiento adicional, esto lo determino haciendo las pruebas de LMP. Esto también nos lo menciona Ramos Vargas, Cristian en su tesis titulada “*Modelo de tratamiento de aguas residuales lodos activados convencional en el valle del Mantaro*”, mencionado que la mayoría de las PTAR que vierten sus aguas la rio Mantaro no cumple con los LMP establecidos por el MINAM. Esto se relaciona estrechamente con nuestro trabajo de investigación ya que la PTAR instalada se utilizará para el riego total de áreas verdes del centro comercial y que necesariamente se ha tomado las muestras para el análisis de los LMP según lo estipula la normatividad vigente obteniendo un resultado favorable (tabla 25) para el vertimiento y uso de las aguas tratadas, en esa tabla podemos observar el cumplimiento de los LMP y los ECA que tiene nuestra agua residual tratada y también cumple las normativas internacionales de la OMS y EPA. Estas normas se dan a conocer en el marco teórico legal de la presente investigación realiza donde nos muestran cuadros de los LMP y la ley y normas que rigen el vertimiento y uso de las aguas residuales tratadas.

- Por el tipo de **METODOLÓGIA** utilizada y encontrada en nuestra investigación, tomando como base la metodología tipo aplicada en sus niveles descriptivo, correlacional y explicativo con la cual desarrollamos esta investigación y la encontrada para la implementación de una PTAR en el centro comercial El Quinde de Ica.

La búsqueda y creación de nuevas tecnologías para tratar el agua residual aparecen constantemente, pero para la construcción de una PTAR no solo la tecnología e innovación basta, necesariamente se tiene que hacer un análisis cuidadoso del entorno en el cual se desea instalar, a esto hace referencia Jaramillo Ll, María (2010), en la tesis titulada “*Potencial de reúso de agua residual doméstica como estrategia para el*

control de la contaminación por agua residual en el valle geográfico del río Cauca”- Colombia, empleando el método analítico – explicativo nos dice que para la implementación de una PTAR, existen métodos convencionales y tecnológicos, pero que para ellos se debe tener en cuenta las condiciones técnica, socioeconómicas, financieras y climatológicas, para determinar la mejor metodología de tratamiento de aguas residuales. Esto mencionado tiene gran verdad al momento de proponer un sistema de tratamiento para el reúso de agua residual ya que en el presente proyecto se describió las características del área de estudio que involucraron ubicación geográfica, aspectos socioeconómicos, condiciones financieras, técnicas y más. Que concuerda claramente con la descripción que a la que hace referencia Jaramillo dando por apropiada tal información. Esta información se puede ver claramente en la tabla 26 y 27 en donde se realiza una evaluación para escoger la alternativa de tratamiento más adecuada para en centro comercial teniendo en cuenta los factores ya mencionados. Y contrasta teóricamente con las tecnologías mencionadas en el marco teórico referidas en particular a sistemas de tratamiento aireados que constantemente viene evolucionando y mejorando, pero que en ocasiones trae consigo mayores gastos de inversión y mantenimiento, que no son adecuados para determinadas zonas en donde se requiere implementar una PTAR.

V. CONCLUSIONES

- La aplicación de procesos constructivos en la planta de tratamiento compacta (utilizando la tecnología LAOTSS) influyen favorable y significativamente en el centro comercial El Quinde de Ica, solucionando el problema del suministro hídrico (compra de agua a camiones cisterna) para sus instalaciones, debido a la escasez de agua presente en la región (agua potable brindada por EMAPICA), contribuyendo con el mejoramiento del medio ambiente local y minimizando los efectos del estrés hídrico.
- Mediante la implementación de la PTAR en paquete (AclaraPack) que utiliza la tecnología LAOTSS, se logró solucionar el desabastecimiento de agua existente en el centro comercial producto de la falta de suministro hídrico proveída por la EPS EMAPICA, logrando así cubrir las descargas de los aparatos sanitarios del centro comercial (en los servicios higiénicos) que generan mayor consumo de agua potable como son los inodoros y urinarios que en promedio descargan 45m³ diarios de agua potable.
- Con la reutilización de aguas residuales mediante la implementación de una PTAR utilizando la tecnología LAOTSS y la conexión de redes sanitarias hacia sus instalaciones, el centro comercial genera un ahorro económico del 67% anual aproximadamente, con respecto al consumo promedio de agua potable en el mall, y que traducido a valor monetario estaríamos hablando de s/. 145,371.24 aproximadamente por año.
- La planta de tratamiento con tecnología LAOTSS nos permite tener cubierta la demanda hídrica de áreas verdes del centro comercial, gracias a ello se promueve un medio ambiente ecológico y agradable para satisfacción y comodidad de sus clientes, además cabe resaltar la reducción del CO₂ que se estaría propiciando por el crecimiento de la vegetación en las instalaciones.
- La planta de tratamiento compacta (AclaraPack) que utilizan tecnología LAOTSS, para la reutilización de aguas residuales nos permite cumplir estrictamente con las normas de nuestro país (LMP y ECA) y normas internacionales (OMS y EPA), ya que es una tecnología adaptable a las normativas de los lugares en donde se requiera su instalación, garantizando el correcto uso que le podemos brindar al agua tratada.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe implementar plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) compactas (AclaraPack) que utilizan la tecnología LAOTSS en todos los centros comerciales donde se presenten problemas de abastecimiento de agua o que tengan dificultades con el cumplimiento de la demanda hídrica para las áreas verdes de sus establecimientos, sobre todo en malls ubicados en zonas con estrés hídrico.
- La implementación de plantas de tratamiento de agua residual en paquete AclaraPack, de tecnología LAOTSS es una solución a la falta de capacidad y gestión de las EPS que brindan un servicio inadecuado y deficiente del suministro hídrico, que afecta principalmente a centros comerciales que requieren gran demanda de gran potable.
- Un sistema de tratamiento para las aguas residuales PTAR que contenga la tecnología LAOTSS debe estar considerado e incluido en el expediente técnico o proyecto de construcción para centros comerciales (malls), ya que esto proporciona un ahorro significativo en el consumo y gasto de agua potable generado por estos establecimientos.
- La implementación de una PTAR AclaraPack es una manera que tienen las empresas y grupos comerciales de contribuir a la sociedad, promoviendo un desarrollo ecológico y sostenible mediante la tecnología LAOTSS, reduciendo el consumo de agua potable en las diferentes actividades para un ahorro y uso eficiente.
- Toda planta de tratamiento de aguas residuales PTAR deben cumplir obligatoria y necesariamente con las normas legales dispuestas por su localidad, región, y país. Con el fin de evitar posibles sanciones por las entidades supervisoras y reguladoras, es por ello que para utilizar una planta de tratamiento AclaraPack con tecnología LAOTSS, primero se debe proporcionar el caudal que se requiere tratar, las normas que debe cumplir, es decir el uso que le queremos dar al agua tratada, para que con ello se pueda cotizar y encontrar el modelo más óptimo y económico.

VII. REFERENCIAS

ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación. 6.ta ed. Caracas: Episteme, 2012. 143 pp.
ISBN: 9800785299

ARUNDEL, J. Tratamiento de aguas negras y efluentes industriales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España 2002. 358 pp.
ISBN: 9788420009858

CONDORI Gamarra, Alberto Carmelo. Diagnóstico para la implementación de saneamiento de las aguas residuales para su reutilización en áreas verdes en ciudad universitaria de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tesis (Magister Scientiae). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2011. 99 pp.

CRITES, R. Tchobanoglous, G. Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Trad. M. Camargo; L Pardo; G Mejía. McGraw-Hill. Bogota, Colombia 2000 776 pp.

DEL CARPIO Rivera, Adela. Las variables en la investigación [en línea]. Urp.edu.pe. [fecha de consulta: 13 de mayo de 2018].

Disponible en: http://www.urp.edu.pe/pdf/clase_variablesdeinvestigacion.pdf

DIAGNÓSTICO de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Lima, 1(1). Setiembre 2015.

ISSN: 2015-16066

Ecoagua. Depuración y Reutilización de Aguas Grises. Organización Mediterránea. Editorial Barcelona, Barcelona 1999.

El incierto futuro de la reutilización del agua residual depurada [en línea]. Iagua.es. 13 de marzo de 2017. [fecha de consulta: 26 de mayo de 2018]. Disponible en:

<https://www.iagua.es/blogs/mariano-soto-garcia/nueva-normativa-europea-puede-hacer-inviabile-reutilizacion-0>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación, 4.ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 839 pp.

ISBN: 970-10-5753-8

INFORME Mundial de la Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos. Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua, Italia - Umbría 2018. CLD 350.18. 19pp.

Ley N° 29338. Ley de recursos hídricos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 2009.

¿Lima podría quedarse sin agua? [en línea]. Elcomercio.pe. 22 de marzo de 2012. [fecha de consulta: 16 de noviembre de 2018]. Disponible en:

<https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/dia-mundial-agua-lima-quedarse-agua-ciudad-cabo-noticia-490620>

Limeños consumen el doble de agua al día que un suizo o un francés [en línea].

Elcomercio.pe. 22 de marzo de 2012. [fecha de consulta: 26 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://archivo.elcomercio.pe/sociedad/lima/limenos-consumen-doble-agua-al-dia-que-suizo-frances-noticia-1391190>

MEDINA Rivera, Percy. Propuesta de un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la hilandería La Inmaculada S.A.C. para su reutilización. Tesis (Ingeniero Industrial).

Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. Disponible en http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/504/1/TL_Medina_Rivera_PercyDaniel.pdf

MENDONCA, S R. Sistemas de Lagunas de estabilización, Cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. Bogotá, Colombia. McGRAW-HILL, 2000. 370 pp.

ISBN: 9789584100900

MIRANDA, Julio. Modelo demostrativo de tratamiento de aguas residuales para enseñanza a nivel escolar 2011. Proyecto de investigación.

Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2011. Disponible en http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto_AQUAtech/Investigacion/proy_invest/doc/INVEST_JM.pdf

MOSCOSO, J. 2011. Opciones de Tratamiento y Reúso de Aguas residuales en Lima Metropolitana. Proyecto LIWA, Gestión sostenible del agua y las aguas residuales en centros urbanos en crecimiento afrontando el cambio climático Conceptos para Lima Metropolitana Perú. Lima-Perú. Disponible en: http://www.lima-ater.de/documents/jmoscoso_informe.pdf

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2014). Fiscalización en Aguas Residuales. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD OMS. Directrices sanitarias sobre el uso aguas residuales en agricultura y acuicultura. Serie Informes Técnicos 778. Trad. OPS, OMS, Ginebra Suiza 1989. 79 pp.

ISSN: 0509-2507

PINEDO Gonzales, Alin. Propuesta para el uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda en la localidad de Pinto Recodo - 2012. Tesis (Ingeniero Ambiental).

Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2013. Disponible en <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/209/6050311.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRADO Orellana, Vanessa. Aprovechamiento de aguas residuales en el patio taller de la línea 1 del metro de Lima. Tesis (Ingeniero Agrícola).

Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2015. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2168/P10-P7-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PROYECTO remodelación del C.C. El quinde – Ica. Aitec arquitectura & ingeniería, instalaciones sanitarias. Escala 1:500. Lima: Aitec arquitectura & ingeniería, 2017. 4 planos, 59,4 x 84,1 cm.

¿Qué es PTAR? [en línea]. Academia.edu. [fecha de consulta: 10 de junio del 2018]. Disponible en https://www.academia.edu/23737422/Qu%C3%A9_es_PTAR

RAMALHO, R. S. Tratamiento de aguas residuales [en línea]. Editorial Reverte S.A. Barcelona-España 2003 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2018]. Disponible en: https://onedrive.live.com/?authkey=%21ADo_4NSwnVv5qcw&cid=017B1250673121CB&id=17B1250673121CB%219700&parId=17B1250673121CB%219655&o=OneUp

ROMERO Rojas, JAIRO A. Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá 2004.

RUIZ Huaraz, Carlos B. Guía para la elaboración del proyecto de tesis. Huacho: Universitaria, 2008. 128 pp.

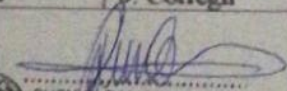

Tipo y niveles de investigación [mensaje en un blog]. Marisol Hernández (12 de diciembre de 2012). [fecha de consulta: 13 de mayo de 2018]. Recuperado de: <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html>

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 5.ta ed. Lima: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván, 2015. 495 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

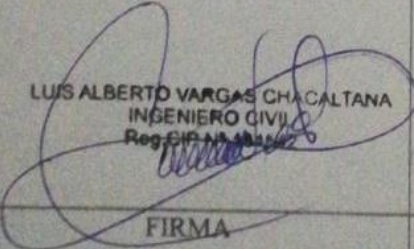
ANEXOS

Anexo. 1. Ficha de Registro de Datos de Experto A.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
FICHA DE REGISTRO DE DATOS			
PROYECTO		"Procesos constructivos en la planta de tratamiento para el aprovechamiento de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica - 2018"	
AUTOR		HÉCTOR JHOEL ESPINOZA RODRÍGUEZ	
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACION			
REGIÓN	ICA	DISTRITO	ICA
PROVINCIA	ICA	LOCALIDAD	EL QUINDE SHOPPING PLAZA
FECHA	11-11-2018	COORD UTM	-14.074201 -75.739640
			EXPERTO
		A	B
I	TIPO DE AGUA QUE LLEGA A LA PTAR	1.00	
	Análisis de aguas residuales		
	Aguas negras		
	Aguas grises		
II	CLASES DE VERTIENTES DE AGUAS RESIDUALES	1.00	
	Nro. de efluentes de aguas negras		
	Nro. de efluentes de aguas grises		
	Caudal de vertientes		
III	PURIFICACION DE AGUA RESIDUAL	1.00	
	Análisis físico-químico		
	Análisis bacteriológico		
IV	AHORRO Y MANTENIMIENTO DE AGUA	1.00	
	% de ahorro consumo de agua.		
	Cronograma de mantenimiento de agua		
V	REABASTECIMIENTO DE CISTERNAS Y APARATOS SANITARIOS	1.00	
	Nivel de llenado de cisterna.		
	Calculo de la demanda hidrica de los SS HH		
VI	RIEGO DE AREAS VERDES	1.00	
	Calculo de la demanda hidrica de áreas verdes.		
Apellidos y nombres: Susy Giovana Ramos Gallegos		Totales:	6.00
Profesional: Ing. Civil			
CIP: 56823	TELÉFONO: 945621361	PROMEDIO	1.00
Correo: susyramosg28@gmail.com			
Leyenda	0: Corregir	1: Aceptado	
  SUSY G. RAMOS GALLEGOS INGENIERA CIVIL Reg. C.I.P. N° 56823			
FIRMA		Observaciones	


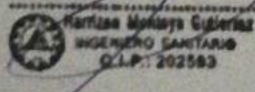
Fuente: Elaboración propia

Anexo. 2 Ficha de Registro de Datos de Experto B

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE REGISTRO DE DATOS		
PROYECTO	"Procesos constructivos en la planta de tratamiento para el aprovechamiento de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica - 2018"			
AUTOR	HÉCTOR JHOEL ESPINOZA RODRIGUEZ			
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACION				
REGIÓN	ICA	DISTRITO	ICA	
PROVINCIA	ICA	LOCALIDAD	EL QUINDE SHOPPING PLAZA	
FECHA	10-11-2018	COORD UTM	-14.074201; -75.739640	
				EXPERTO
I	TIPO DE AGUA QUE LLEGA A LA PTAR			A B C
	Análisis de aguas residuales			1.00
	Aguas negras			
	Aguas grises			
II	CLASES DE VERTIENTES DE AGUAS RESIDUALES			1.00
	Nro. de efluentes de aguas negras			
	Nro. de efluentes de aguas grises			
	Caudal de vertientes			
III	PURIFICACION DE AGUA RESIDUAL			1.00
	Análisis físico-químico			
	Análisis bacteriológico			
IV	AHORRO Y MANTENIMIENTO DE AGUA			1.00
	% de ahorro consumo de agua			
	Cronograma de mantenimiento de agua			
V	REABASTECIMIENTO DE CISTERNAS Y APARATOS SANITARIOS			1.00
	Nivel de llenado de cisterna			
	Calculo de la demanda hidrica de los SS.HH			
VI	RIEGO DE AREAS VERDES			1.00
	Calculo de la demanda hidrica de áreas verdes			
Apellidos y nombres: Luis Alberto Vargas Chacaltana				Totales:
Profesional: Ing. Civil				6.00
CIP: 194542		TELÉFONO: 982328761		PROMEDIO
Correo: lvargaschacal@gmail.com				
Leyenda	0: Corregir	1: Aceptado		1.00
 LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA INGENIERO CIVIL Reg. SIP N° 194542		FIRMA		
		Observaciones		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo. 3. Ficha de Registro de Datos de Experto C

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
FICHA DE REGISTRO DE DATOS				
PROYECTO	"Procesos constructivos en la planta de tratamiento para el aprovechamiento de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica - 2018"			
AUTOR	HÉCTOR JHOEL ESPINOZA RODRIGUEZ			
UBICACIÓN DE LA INVESTIGACION				
REGIÓN	ICA	DISTRITO	ICA	
PROVINCIA	ICA	LOCALIDAD	EL QUINDE SHOPPING PLAZA	
FECHA	07-11-2017	COORD UTM	-14.074201; -75.739640	
			EXPERTO	
		A	B	C
I	TIPO DE AGUA QUE LLEGA A LA PTAR			1.00
	Análisis de aguas residuales			
	Aguas negras			
	Aguas grises			
II	CLASES DE VERTIENTES DE AGUAS RESIDUALES			1.00
	Nro. de efluentes de aguas negras			
	Nro. de efluentes de aguas grises			
	Caudal de vertientes			
III	PURIFICACION DE AGUA RESIDUAL			1.00
	Análisis físico-químico			
	Análisis bacteriológico			
IV	AHORRO Y MANTENIMIENTO DE AGUA			1.00
	% de ahorro consumo de agua			
	Cronograma de mantenimiento de agua			
V	REABASTECIMIENTO DE CISTERNAS Y APARATOS SANITARIOS			1.00
	Nivel de llenado de cisterna			
	Calculo de la demanda hidrica de los SS HH			
VI	RIEGO DE AREAS VERDES			1.00
	Calculo de la demanda hidrica de áreas verdes.			
Apellidos y nombres: Harrizon Montoya Gutierrez		Totales:		6.00
Profesional: Ing. Sanitario				
CIP: 202583	TELÉFONO: 942915501			
Correo: hary_montoya@hotmail.com				
Leyenda	0: Corregir	1: Aceptado	PROMEDIO	1.00
 				
FIRMA		Observaciones		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Título: “Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la reutilización de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica - 2018”					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento influyen en la reutilización de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica – 2018?	Determinar cómo influye los procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018, mediante la reutilización de aguas residuales.	Los procesos constructivos en la planta de tratamiento influyen en la reutilización de aguas residuales en el Mall El Quinde de Ica-2018.	Procesos constructivos en la planta de tratamiento.	Clases de afluentes de agua residual que recibe la PTAR	Análisis de aguas residuales
					Afluentes de aguas negras
					Afluentes de aguas grises
					Afluentes de aguas pluviales
				Tratamiento de agua residual	Caudal de las vertientes
					Análisis físico – químico
Análisis bacteriológico					
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento benefician el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica – 2018?	Determinar el beneficio que trae el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica – 2018, implementado los procesos constructivos en la planta de tratamiento.	La implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento beneficia el reabastecimiento de agua en las instalaciones del Mall El Quinde de Ica – 2018	Reutilización de aguas Residuales.	Ahorro y mantenimiento de agua	% de Ahorro de consumo de agua potable.
					% de Ahorro económico
					Presupuesto de operación y mantenimiento de agua
¿En qué medida se ve reducido el sobre costo por el pago del servicio de agua potable con los procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018?	Determinar el ahorro y la reducción del sobre costo por el pago del servicio de agua potable, con la implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall El Quinde de Ica – 2018.	La implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento reduce el sobre costo de pago por el servicio de agua potable en el Mall El Quinde de Ica - 2018	Reabastecimiento hídrico de cisterna y aparatos sanitarios	Capacidad de cisterna	
				Calculo de la demanda hídrica de los SS.HH	
¿De qué manera los procesos constructivos en la planta de tratamiento contribuyen con el desarrollo ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica-2018?	Determinar la contribución que genera la implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento para el desarrollo ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica – 2018.	La implementación de procesos constructivos en la planta de tratamiento en el Mall el Quinde de Ica-2018 contribuye con el crecimiento ecológico de áreas verdes en el Mall El Quinde de Ica 2018.	Riego de áreas verdes	Calculo de la demanda hídrica de áreas verdes	

Fuente: Elaboración propia

Anexo. 4. Análisis de agua realizados para la PTAR del centro comercial El Quinde de Ica.



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión: 05
F.E: 10/2018

Página.....de.....

Cliente: Héctor Joel Espinoza Rodríguez Contacto: Héctor Espinoza Rodríguez E-mail: hectorjhoel@hotmail.es Telef.(s) 94 8898497
 Lugar: Mall "El Quinde de Ica" Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: TESIS
 Carta/Cotización: 2018 - 11VA - 96 - 1 MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU							ANÁLISIS DE LABORATORIO							N° Informe: <u>126573-2018</u>
	FECHA	HORA		HEM	Ang	DBO5	DBD	TSS	SS	TS	Color	Turbidob	PH	Coliformes	Fecales	Coliformes Totales	E-Coli	
ART	21-11-18	3:02 pm	Agua Residual	x													18111662	
	21-11-18	3:04 pm	Tretada.		x													
	21-11-18	3:05 pm				x												
	21-11-18	3:07 pm					x											
	21-11-18	3:08 pm						x										
	21-11-18	3:09 pm							x									
	21-11-18	3:10 pm								x	x	x						
	21-11-18	3:12 pm											x	x	x			
AUCH	21-11-18	12:30 pm	Agua Uso y							x	x	x				18111663		
	21-11-18	12:33 pm	Consumo Humano.										x	x	x			

* pH no idóneo por superar el tiempo de perecibilidad

RECIBIDO
21 NOV 2018

Observaciones de Muestreo:

RECÉPCION DE MUESTRAS
SAG

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Héctor Joel Espinoza Rodríguez Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: OT
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: Héctor Joel Espinoza Rodríguez Firma(s): [Firma] Día/Hora: 20:35

Fuente: SAG Perú.



Fotografía. 1 Planta compacta de tratamiento de aguas residuales, tecnología mexicana sistema de lodos activados. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 2 Sistema de almacenamiento de agua tratada, implementada en el C.C. El quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia



Fotografía. 2 Sistema Eléctrico de la PTAR. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 1 Sistema y equipo de bombeo de la PTAR. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 3 Material para la toma de muestras de agua. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 4 Toma de muestra para el riego de áreas verdes en el C.C. El Quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia.



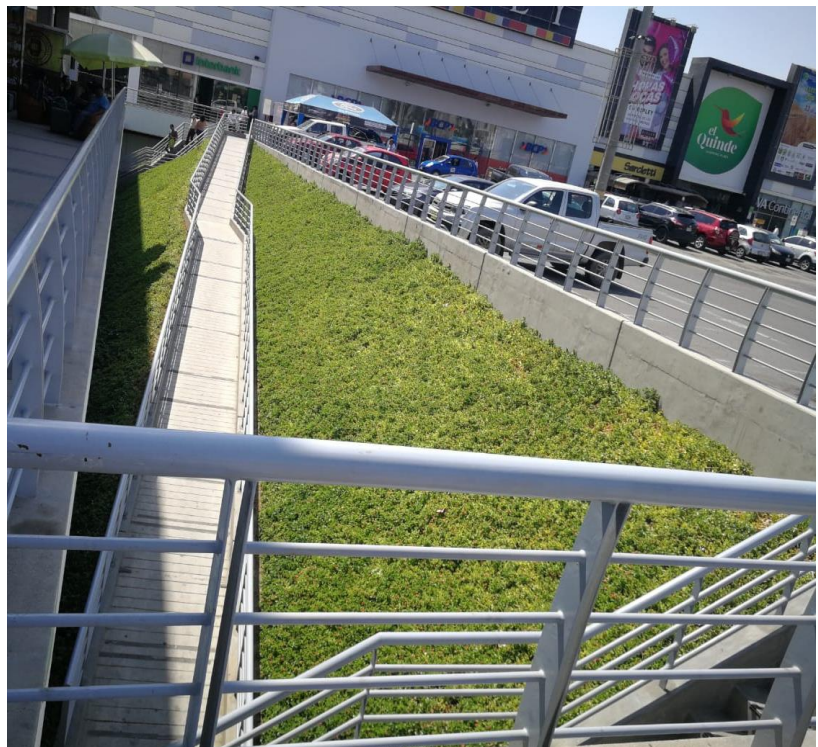
Fotografía. 5 Día de la toma de muestras de aguas tratadas en el C.C. El Quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 6 Áreas verdes pertenecientes al C.C. El Quinde de Ica zona 1. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 8 Área verdes en el mall zona 2. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 7 Área verdes zona 3 en el centro comercial El Quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 9 Áreas verdes zona 4. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 10. Punto para sistema de riego. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 12 Punto para sistema de riego en zona 5. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 11 Áreas verde estacionamiento zona 6. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 13 Cámara de captación y bombeo de aguas residuales. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 15 Instalaciones de la sanitaria a las instalaciones del C.C. El Quinde de Ica. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 14 Área de instalación de la PTAR AclaraPack. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 16 Instalación de red sanitaria de agua tratada en los servicios higiénicos del C.C. El Quinde de Ica.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 17 Conexión de la red de agua tratada a los SS.HH del mall, Para los inodoros. Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 19 Instalación de red sanitaria de agua tratada en los servicios higiénicos del C.C. El Quinde de Ica.
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía. 18 Conexión de la red de agua tratada a los SS.HH del mall, Para los urinarios. Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Presupuesto de instalación de la PTAR en el C.C. El Quinde De Ica


PRESUPUESTO		IMPLEMENTACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				
CLIENTE	CENTRO COMERCIAL "EL QUINDE SHOPING PLAZA ICA"					
LUGAR	AV. LOS MAESTROS #206-1101, ICA, ICA					
ITEM	DESCRIPCION	Ud	METRADO	P. UNIT.	P. PARCIAL	TOTAL
OBRAS CIVILIES – INFRAESTRUCTURA						S. 31,639.72
01.01	OBRAS PROVISIONALES					S. 3,523.00
01.01.01	CONSTRUCCION DE ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00	2,011.00	2,011.00	
01.01.02	MOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	glb	1.00	1,512.00	1,512.00	
01.02	CAMARA DE CAPTACION Y BOMBEO					S. 13,496.36
01.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					S. 920.00
01.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	glb	1.00	500.00	500.00	
01.02.01.02	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	m2	12.00	35.00	420.00	
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S. 1,607.66
01.02.02.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO	m3	163.80	6.00	982.80	
01.02.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	4.20	10.00	42.00	
01.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	19.30	30.20	582.86	
01.02.03	CONCRETO ARMADO					S. 3,366.30
01.02.03.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2	m3	4.30	338.00	1,453.40	
01.02.03.02	ENCOFRADO	m2	45.70	25.00	1,142.50	
01.02.03.03	ACERO ESTRUCTURAL	kg	192.60	4.00	770.40	
01.02.04	IMPERMEABILIZACION DE CAMARA					S. 614.40
01.02.04.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE	m2	25.60	24.00	614.40	
01.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS					S. 2,929.00
01.02.05.01	TAPA METALICA PARA CAMARA	m2	2.00	371.00	742.00	
01.02.05.02	REJILLA METALICA P / RETENCION DE SOLIDOS	m2	1.00	200.00	200.00	
01.02.05.03	MARCO Y TAPA PLANCHA LAC ESTRIADA	und	2.00	185.00	370.00	
01.02.05.04	EQUIPO DE BOMBEO SUMERGIBLE	glb	1.00	1,617.00	1,617.00	
01.02.06	LINEA DE IMPULSION DE AGUA RESIDUAL					S. 4,059.00
01.01.06.01	SUMINISTRO DE TUBERIA Y ACCESORIOS	m	83.00	27.00	2,241.00	
01.01.06.02	INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS	m	73.00	21.00	1,533.00	
01.01.06.03	SUM E INSTALACION DE VALVULAS DE 3"	und	3.00	95.00	285.00	
01.03	LOSA PARA PLANTA COMPACTA ACLARAPACK					S. 14,620.36
01.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S. 663.24
01.03.01.01	REFINE Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	30.00	10.00	300.00	
01.03.01.02	RELLENO Y COMPACTACION DE TERRENO	m2	22.00	8.00	176.00	
01.03.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6.20	30.20	187.24	
01.03.02	CONCRETO ARMADO					S. 13,957.12
01.03.02.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2	m3	37.24	338.00	12,587.12	
01.03.02.02	ENCOFRADO	m2	16.40	25.00	410.00	

01.03.02.03	ACERO ESTRUCTURAL	kg	240.00	4.00	960.00	
INSTALACIONES SANITARIAS						S. 177,741.42
05.01	SISTEMA DE DESAGÜE					S. 27,913.32
05.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					S. 5,662.88
05.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE REDES DE DESAGÜES	glb	1.00	500.00	500.00	
05.01.01.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m3	163.80	9.51	1,557.74	
05.01.01.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m	42.00	1.82	76.44	
05.01.01.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS	m3	17.22	45.25	779.21	
05.01.01.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA	m3	146.58	8.65	1,267.92	
05.01.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	49.14	30.15	1,481.57	
05.01.02	REDES COLECTORAS					S. 12,200.72
05.01.02.01	TUBERIA PVC U Ø110mm ENTERRADA	m	7.00	29.36	205.52	
05.01.02.02	TUBERIA PVC U Ø200mm ENTERRADA	m	35.00	70.56	2,469.60	
05.01.02.01	TUBERIA PVC U Ø200mm ENTERRADA (PROYECCION FUTURA)	m	135.00	70.56	9,525.60	
05.01.03	BUZONES					S. 9,200.50
05.01.03.01	BUZONES PROYECTADOS	m	2.00	3,850.25	7,700.50	
05.01.03.02	BUZONES INTERVENIDOS	m	2.00	750.00	1,500.00	
05.01.04	ADITAMENTOS					S. 49.22
05.01.04.01	SUMIDERO Ø 4"	glb	1.00	49.22	49.22	
05.01.05	PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE DESAGÜE					S. 800.00
05.01.05.01	PRUEBA HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE DESAGÜE	glb	1.00	800.00	800.00	
05.02	SISTEMA DE AGUA TRATADA					S. 149,828.10
05.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					S. 16,042.02
05.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO DE REDES DE AGUA FRIA	glb	1.00	2,500.00	2,500.00	
05.02.01.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m3	290.57	9.51	2,763.32	
05.02.01.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m	593.00	1.82	1,079.26	
05.02.01.04	CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS	m3	124.53	45.25	5,634.98	
05.02.01.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA	m3	166.04	8.65	1,436.25	
05.01.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	87.17	30.15	2,628.21	
05.02.02	REDES DE DISTRIBUCION GENERAL					S. 25,336.01
05.02.02.01	TUBERIA DE AGUA TRATADA 1" ENTERRADA	m	130.00	15.34	1,994.20	
05.02.02.02	TUBERIA DE AGUA TRATADA 2" ENTERRADA	m	110.00	17.90	1,969.00	
05.02.02.03	TUBERIA DE AGUA TRATADA 2.1/2" ENTERRADA	m	235.00	19.51	4,584.85	
05.02.02.04	TUBERIA DE AGUA TRATADA 3" ENTERRADA	m	115.00	24.25	2,788.75	
05.02.02.05	TUBERIA DE AGUA TRATADA 1" COLGADA	m	125.00	18.84	2,355.00	
05.02.02.06	TUBERIA DE AGUA TRATADA 1.1/2" COLGADA	m	30.00	22.36	670.80	
05.02.02.07	TUBERIA DE AGUA TRATADA 1.1/4" COLGADA	m	10.00	20.49	204.90	
05.02.02.08	TUBERIA DE AGUA TRATADA 2" COLGADA	m	145.00	24.40	3,538.00	
05.02.02.09	TUBERIA DE AGUA TRATADA 2.1/2" COLGADA	m	5.00	26.01	130.05	

05.02.02.10	TUBERIA DE AGUA TRATADA 3" COLGADA	m	5.00	27.75	138.75	
05.02.02.11	TUBERIA DE AGUA TRATADA 3/4" COLGADA	m	3.00	19.52	58.56	
05.02.02.12	TUBERIA DE AGUA TRATADA 2" ADOSADA	m	41.00	23.26	953.66	
05.02.02.13	TUBERIA DE AGUA TRATADA 2.1/2" ADOSADA	m	36.00	24.86	894.96	
05.02.02.14	TUBERIA DE AGUA FRIA 1" COLGADA	m	2.00	18.84	37.68	
05.02.02.15	TUBERIA DE AGUA FRIA 1" ADOSADA	m	5.00	17.56	87.80	
05.02.02.16	TUBERIA DE AGUA FRIA 2" ENTERRADO	m	80.00	17.90	1,432.00	
05.02.02.17	TUBERIA DE AGUA FRIA 2" COLGADO	m	90.00	24.40	2,196.00	
05.02.02.18	TUBERIA DE AGUA FRIA 2" ADOSADA	m	45.00	23.26	1,046.70	
05.02.02.19	TUBERIA DE AGUA FRIA 2.1/2" COLGADA	m	5.00	26.01	130.05	
05.02.02.20	TUBERIA DE AGUA FRIA 2.1/2" ADOSADA	m	5.00	24.86	124.30	
05.02.03	VÁLVULAS					S. 14,972.10
05.01.03.01	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 3/4" (EN NICHOS)	und	1.00	91.49	91.49	
05.01.03.02	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 3/4" (COLGADA)	und	2.00	109.79	219.58	
05.01.03.03	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 1" (EN NICHOS)	und	13.00	110.58	1,437.54	
05.01.03.04	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 1" (COLGADA)	und	4.00	132.70	530.80	
05.01.03.05	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 1.1/2" (EN NICHOS)	und	11.00	177.63	1,953.93	
05.01.03.06	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 1.1/2" (COLGADA)	und	3.00	213.16	639.48	
05.01.03.07	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 1.1/4" (EN NICHOS)	und	5.00	131.06	655.30	
05.01.03.08	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 2" (EN NICHOS)	und	6.00	232.72	1,396.32	
05.01.03.09	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 2" (COLGADA)	und	13.00	279.26	3,630.38	
05.01.03.10	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 2.1/2" (COLGADA)	und	1.00	562.34	562.34	
05.01.03.11	VALVULA ESFERICA DE BRONCE DE 3" (ENTERRADA)	und	1.00	660.78	660.78	
05.01.03.12	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1" (COLGADA)	und	1.00	150.48	150.48	
05.01.03.13	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2" (COLGADA)	und	9.00	279.26	2,513.34	
05.01.03.14	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2.1/2" (COLGADA)	und	1.00	530.34	530.34	
05.02.04	MEDIDORES					S. 9,317.50
05.02.04.01	MEDIDOR 1" (COLGADO)	und	2.00	420.00	840.00	
05.02.04.02	MEDIDOR 1.1/2" (COLGADO)	und	1.00	700.50	700.50	
05.02.04.03	MEDIDOR 2" (COLGADO)	und	8.00	825.00	6,600.00	
05.02.04.04	MEDIDOR 3" (ENTERRADO. TIPO SALIDA DE PULSOS)	und	1.00	1,177.00	1,177.00	
05.02.05	SALIDAS DE AGUA TRATADA					S. 816.84
05.02.05.01	PUNTO PARA RIEGO PVC C-10, 1"	und	9.00	90.76	816.84	
05.02.06	SISTEMA DE PRESURIZACION PARA AGUA TRATADA					S. 42,831.20

05.02.06.01	EQUIPO DE PRESURIZACION PARA RED DE AGUA TRATADA (Q=3.00lps, HDT=50.00mca)	Eq	4.00	8,650.00	34,600.00	
05.02.06.02	LINEA DE SUCCION Ø4"	glb	1.00	3,870.70	3,870.70	
05.02.06.03	LINEA DE IMPULSION Ø3"	glb	1.00	4,360.50	4,360.50	
05.02.07	CISTERNA (SISTEMA HIDRAULICO)					S. 13,130.00
05.02.07.01	CISTERNA DE POLIETILENO PARA AGUA TRATADA CAP. 10000LTS	und	1.00	13,130.00	13,130.00	
05.02.08	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DEL SISTEMA DE AGUA FRIA					S. 5,150.00
05.02.08.01	PRUEBA HIDRAÚLICA DE LAS REDES DE AGUA	glb	1.00	2,860.00	2,860.00	
05.02.08.02	DESINFECCIÓN DE LAS REDES DE AGUA	glb	1.00	2,290.00	2,290.00	
05.02.09	EMPALME A REDES EXISTENTES					S. 8,500.00
05.02.09.01	EMPALME A REDES EXISTENTES DE AGUA FRIA	glb	1.00	8,500.00	8,500.00	
01.02	CAMARA DE CAPTACION Y BOMBEO					S. 572,350.62
01.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					S. 5,662.88
01.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	glb	1.00	575.00	575.00	
01.02.01.02	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	m2	12.00	162.00	1,944.00	
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					S. 2,598.20
05.01.01.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m3	163.80	11.00	1,801.80	
05.01.01.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJA	m2	4.20	15.00	63.00	
05.01.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	19.30	38.00	733.40	
01.02.03	CONCRETO ARMADO					S. 4,084.50
05.01.01.02	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	4.30	420.00	1,806.00	
05.01.01.03	ENCOFRADO	m2	45.70	33.00	1,508.10	
05.01.01.06	ACERO ESTRUCTURAL	kg	192.60	4.00	770.40	
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ACLARAPACK					S. 323,957.00
06.01	EQUIPAMIENTO					S. 323,957.00
06.01.01	PTAR ACLARAPACK					S. 307,957.00
06.01.01.01	PLANTA COMPACTA EN PAQUETE ACLARAPACK	glb	1.00	307,957.00	307,957.00	
06.01.02	EQUIPO, BOMBAS, FLETE E INSTALACION					S. 16,000.00
06.01.02.01	FLETE DE IZAJE PARA PLANTA COMPACTA	glb	1.00	1,260.00	1,260.00	
06.01.02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS (TABLEROS, BOMBAS, ETC)	glb	1.00	14,740.00	14,740.00	
	COSTO DIRECTO					S. 533,338.14
	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD 10%					S. 53,333.81
	IMPREVISTOS 5%					S. 26,666.91
	TOTAL, DEL PRESUPUESTO					S. 613,338.86

Fuente: Elaboración propia.

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Susy Giovana Ramos Gallegos, docente de la Facultad de Ingeniería y Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, Campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada: "**PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL MALL EL QUINDE DE ICA - 2018**" del estudiante **ESPINOZA RODRIGUEZ, HECTOR JHOEL**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 28% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender, la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de junio de 2019.



Mgtr. Susy Giovana Ramos Gallegos
D.N.I:09715409
Asesor

Anexo. 5. Pantallazo del Software Turnitin



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Proceso constructivo en la planta de tratamiento para la
neutralización de aguas residuales del Molino Quiroz de Ica - 2016

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

Nombre:
HECTOR JAVIER ESPINOZA RODRIGUEZ

Apellido:
INGENIERO JAVIER ESPINOZA RODRIGUEZ

Correo Electrónico:
INGENIERO.ESPINOZARODRIGUEZ@UNIVALLEJO

ISBN:
3018

Mag. Ing. Susy Ramos Gallegos

Resumen de coincidencias X

28%

Se están verificando fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias	
1	Entregado a Universidad... 4% >
2	acárate con pe... 2% >
3	www.susyramosgallegos.com... 2% >
4	eposición finalizada... 2% >
5	acárate con... 2% >
6	eposición unipol... 1% >
7	Entregado a Universidad... 1% >
8	titono... 1% >



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

..... Espinoza Rodríguez Héctor Joel

D.N.I. : 45278085 N° Celular: 948898497 N° Telf. Fijo:

Domicilio : Jr. Lizardo Montero # 643 - Surquillo - Lima

E-mail : hectorjoel@hotmail.es / hj.esproal25@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Modalidad:

<input checked="" type="checkbox"/> Pre Grado	
<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación	<input checked="" type="checkbox"/> Tesis
Grado de Bachiller en :	Título Profesional de: Ingeniero Civil
<input type="checkbox"/> Post Grado	
<input type="checkbox"/> Maestría	<input type="checkbox"/> Doctorado
Grado :	
Mención :	

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

..... Espinoza Rodríguez Héctor Joel

Título de la tesis:

..... "Procesos constructivos en la planta de tratamiento para la
reutilización de aguas residuales del Mall El Quinde
de Ica - 2019"

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento;

AUTORIZO a publicar en texto completo. | NO AUTORIZO a publicar en texto completo.

Firma del autor: 

Fecha: 05-11-2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ESPINOZA RODRIGUEZ, HECTOR JOSE

INFORME TITULADO:

*PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO
 PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL MAZ
 EL QUINDÉ DE ICD - 2017*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

05/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (CATORCE)

Firma del Coordinador de Investigación
 Ingeniería Civil

