



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **[Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**“VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN”**

**“Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria”**



**“EVALUACION DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACION  
AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DOMESTICAS DEL DISTRITO DE MARCONA–ICA 2019”**

**Línea de investigación**

Ciencias naturales, Ingeniería y Tecnologías sostenibles

Tesis de investigación presentado por:

**Katherine Lisbeth Rupire Astocaza**

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

**ICA – PERU**

**2022**

**“EVALUACION DE LOS INDICADORES DE  
CONTAMINACION AMBIENTAL DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DOMESTICAS DEL DISTRITO DE MARCONA-ICA  
2019”**

## **Dedicatoria**

A Dios y a mis padres por  
guiarme en este camino  
profesional.

### **Agradecimiento**

A mis Padres, mis hermanos, y a las autoridades de la universidad.

## Índice de contenidos

Portada.	i
Dedicatoria.	ii
Agradecimientos	iii
Índice.	iv
- Índice de contenidos.	iv
- Índice de tablas.	v
Resumen.	vi
Abstract.	vii
<b>CUERPO DEL INFORME FINAL</b>	<b>9</b>
I. Introducción.	9
II. Estrategia metodológica.	28
III. Resultados.	29
IV. Discusión.	40
V. Conclusiones.	42
VI. Recomendaciones.	44
VII. Referencias bibliográficas.	46
VIII. Anexos.	55

## Índice de tablas

Tabla N° 01: Variables fisicoquímicas	16
Tabla N° 02: Rango de variación de las concentraciones de nitritos	17

## **Resumen**

La investigación titulada “Evaluación de los indicadores de contaminación ambiental de la plantan de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Marcona – Ica, 2019” tuvo como objetivo implementar los procedimientos para la evaluación de los indicadores de contaminación ambiental del agua residual de la PTARD del distrito de MARCONA 2019; se aplicó una metodología de causa – efecto, lo resultados mostraron que no existe un sistema sancionador eficiente puesto quienes contaminan el agua residual no son sancionados por las autoridades gubernamentales. Se concluyó que existe correlaciones entre las variables de estudio fueron significativas entre temperatura y oxígeno disuelto (-0.766), pH y coliformes totales (-0.573), conductividad eléctrica y DBO5 (0.519), caudal y coliformes totales (-0.233), esto es congruente con la fenomenología y otros estudios relacionados. Específicamente para el aporte de las variables sobre el índice de contaminación de los coliformes totales presentaron la mayor significancia (0.72) en este caso de estudio.

Palabras clave: Contaminación ambiental, tratamiento, aguas residuales.

## **Abstract**

The research entitled "Evaluation of the environmental pollution indicators of the domestic wastewater treatment plant of the District of Marcona – Ica, 2019" aimed to implement the procedures for the evaluation of the indicators of environmental contamination of the wastewater of the PTARD of the district of MARCONA 2019; a cause-effect methodology was applied, the results showed that there is no efficient sanctioning system since those who pollute the wastewater are not sanctioned by government authorities. It was concluded that there are correlations between the study variables were significant between temperature and dissolved oxygen (-0.766), pH and total coliforms (-0.573), electrical conductivity and BOD5 (0.519), flow rate and total coliforms (-0.233), this is consistent with phenomenology and other related studies.

Specifically for the contribution of the variables on the contamination index of the total coliforms presented the greatest significance (0.72) in this case study.

**Keywords:** Environmental pollution, treatment, wastewater.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Es importante señalar que la ciudad de Marcona día a día genera contaminación a partir de diversas actividades, específicamente por el crecimiento de la actividad turística últimamente y agudizándose por el arrojado de grandes volúmenes de vertimientos de las ARD como de la población demográfica, que origina diversos problemas ambientales debido a la inadecuada disposición final de las aguas residuales colindantes y de residuos sólidos orgánicos que son manejados deficientemente por la Municipalidad del Distrito de Marcona.

Las consideraciones indicadas ameritan plantear en los informes el estudio para determinar los indicadores ambientales de contaminación del cuerpo de agua mediante los procedimientos fisicoquímicos y biológicos que permitan plantear en el futuro inmediato su control adecuado de los efluentes líquidos, sólidos, mediante el empleo de métodos y procedimientos que la ingeniería ambiental y sanitaria aplicada.

Al agua que fluye por la superficie de la tierra hasta los cuerpos o masas de agua en la superficie se le conoce como escurrimiento superficial, y al agua que fluye por los ríos hasta los océanos se le denomina escurrimiento fluvial. Se considera que el 69 % del agua que llega a los ríos en toda la Tierra proviene de la lluvia y de la nieve derretida en sus cuencas, y el agua restante proviene de descargas de agua subterránea. Las cuencas fluviales, alimentadas en gran parte por la lluvia, ocupan el 60 % del área de tierra firme y sustentan al 90 % de la población mundial (ONU, 2016).

La deforestación puede causar cambios significativos en los patrones estacionales de los escurrimientos fluviales. Esto puede dar por resultado mayores tasas de escurrimiento superficial e inundaciones en temporada de lluvias, así como una gran probabilidad de ríos sin agua en temporada de secas.

La contaminación de los escenarios ambientales de aguas continentales puede ocurrir por fuentes no puntuales y por fuentes puntuales.

La evaluación de los indicadores ambientales de contaminación del agua mediante los procedimientos fisicoquímicos y biológicos que permitan plantear en el futuro inmediato su control adecuado de los emisarios donde se transporta, el líquido, sólido, mediante tubos apropiados para el transporte de desechos que serán arrojados al mar.

Esta investigación está estructurada de la siguiente manera: en primer capítulo tenemos la Introducción, luego en un segundo capítulo la Estrategia metodológica. Seguido por un tercer capítulo de presentación de resultados que fueron discutidos en un cuarto capítulo para presentar las conclusiones en un quinto capítulo y finalmente las recomendaciones. Todo con su soporte bibliográfico y sus respectivos anexos.

A partir de allí se formula la siguiente interrogante:

¿Cuáles son indicadores de contaminación Ambiental del efluente final de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del Distrito de Marcona 2019?

Y como objetivo general es implementar los procedimientos para la evaluación de los indicadores de contaminación ambiental del agua residual de la PTARD del distrito de MARCONA 2019.

En lo que corresponde a objetivos específicos se tiene:

- a) Determinar los indicadores de contaminación ambiental en las aguas residuales domésticas.
- b) Determinar Indicadores Físicos en las aguas residuales domésticas.
- c) Determinar de Indicadores Químicos en las aguas residuales domésticas.
- d) Determinar los indicadores microbiológicos en las aguas residuales domésticas.

La importancia del presente trabajo radica fundamentalmente en la posibilidad técnica de la determinación de los indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del Distrito de Marcona sirve para

contribuir en la propuesta futura de la remediación y control de aguas como solución a una actual problemática ambiental.

También se justifica plenamente este trabajo por los aspectos legales y la importancia de la ley de recursos hídricos que tácitamente indican que toda actividad comercial e industrial debe considerar el impacto sobre el medio ambiente, debiendo en lo posible evitar los riesgos de ruptura del equilibrio de nuestros ecosistemas naturales.

Para poder determinar los mecanismos de transporte, es necesario combinar diferentes criterios para definir estos indicadores. Se desarrolló una metodología para la selección de indicadores sobre la base de numerosas investigaciones preliminares, la evaluación exhaustiva de la literatura y las propiedades físico-químicas conocidas de los materiales. Además de los parámetros relacionados con la sustancia, se utilizan otros criterios al seleccionar las sustancias, como las vías de entrada desde el sistema urbano (agua contaminada y agua de lluvia), la degradabilidad en la planta de tratamiento de aguas residuales, la relevancia previamente conocida y la disponibilidad de datos de sustancias individuales, la mensurabilidad de las sustancias y su inclusión en leyes y reglamentos (Crites, 2000).

Muchas actividades humanas pueden afectar negativamente la calidad de nuestros ríos, lagos, mares y acuíferos. La calidad del agua se ve directamente afectada por los vertidos, como los de plantas o plantas de tratamiento de aguas residuales, a las denominadas "fuentes puntuales de contaminación. También puede verse afectado por la contaminación de fuentes difusas, como los nutrientes y pesticidas de las actividades agrícolas y los contaminantes liberados al aire por la industria, que luego caen a la tierra y al mar, lo que se denomina "contaminación difusa" (Unión Europea, 2022)

Las principales fuentes son la actividad agrícola y las centrales eléctricas de combustibles fósiles (a través de la atmósfera). Se señala que, si bien las

plantas de tratamiento de aguas residuales se identifican como una "fuente puntual", no son la fuente real, ya que su tratamiento se refiere a las aguas residuales domésticas.

Por tanto, se presentan los siguientes antecedentes:

### **Antecedentes internacionales**

Asimismo, a Martínez (2018), quien evaluó “los índices de calidad del agua de para el diseño de una estrategia que permita aprovechar y conservar los recursos de esta cuenca, de ese modo, el presente estudio se desarrolló bajo un análisis cuantitativo. Por consiguiente, como se logró identificar buenos índices de calidad, es decir, en un rango de 0.91 a 1, que garantiza diversas vidas acuáticas, puesto que mientras más se acerque al cero significa probabilidad de la sobrevivencia de especies marinas”.

Bruce (2014), en la tesis: Reutilización de aguas residuales domésticas. Estudio y comparativa de tipologías edificatorias: Depuradoras naturales como alternativa sostenible, (Tesis de grado). Universidad de Alicante, España, sostiene que: Es necesario impulsar e incluso obligar por parte de la administración del estado, de la zona del levante en general, y de Murcia en particular, la instalación de estos sistemas en nuestros edificios, es necesario concienciar al ciudadano y dar visibilidad a estos costes de cara al usuario, informar a la opinión pública de todo lo que se encierra tras la compleja gestión del servicio, lo que está pagando por él y lo que habitualmente paga por otro tipo de servicios, es evidente, que tanto en viviendas unifamiliares como colectivas en bloque, la implantación de sistemas de reutilización de aguas residuales es viable e interesante de impulsar su instalación, en líneas generales, los sistemas de reutilización de aguas residuales grises, son viables tanto en viviendas unifamiliares como plurifamiliares, alcanzándose unos ahorros entre el 30 y 35% respectivamente, además toda planificación hídrica debe ser acompañada de mecanismos de ahorro y en determinados casos estudiar si es recomendable complementarla con sistemas de captación de pluviales.

Salazar (2020), llevó a cabo un análisis de percepción, a través de dos grupos de estudio, uno de clase media-baja y otro de clase alta, teniendo como factor común el uso de eco tecnologías en su vivienda. Los resultados muestran la existencia de tres factores principales: el nivel socioeconómico, la presión ambiental y la presión legal. Los resultados obtenidos respecto al grupo de estudio de clase alta indican la existencia de ciertas limitaciones metodológicas, ya que los cuestionarios enviados vía correo electrónico a los encuestados, fueron contestados solo por los que estuvieron dispuestos a hacerlo, lo cual genera un posible sesgo de auto-selección en la muestra de este grupo de estudio.

### **Antecedentes Nacionales**

Batancourt (2016), presentó como objetivo principal, diseñar una planta de tratamiento de agua residual (PTAR), para mejorar la calidad de las aguas y usar dicha agua tratada en riego de parques y jardines, con el fin de reducir sus descargas contaminantes al mar, por lo cual se propuso dos sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales para reúso en riego de parques y jardines, alternativa 1 : Mediante lagunas facultativas y alternativa 2 : Mediante planta de tratamiento mediante lodos activados, el estado actual del recurso hídrico que es menor cada año, nos permite proponer el reúso de aguas residuales tratadas mediante una planta de tratamiento mediante lodos activados, para riego de parques y jardines en el Distrito de la Esperanza.

Raffo y Ruiz (2018), concluyen que los humedales son zonas en las que el agua es el principal factor que controla el medio y la vida vegetal y animal relacionada con él, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia.

Casanova y Huamaní (2014), en la investigación: Diseño de una Planta de Tratamiento para los Efluentes Líquidos Domésticos del Distrito de Chancay, (Tesis

de pregrado). Universidad Nacional del Callao, Callao, Lima, sostienen que; la metodología empleada consistió en la ubicación de los puntos de control en cada uno de los lugares de vertimiento, donde se realizó el monitoreo de los efluentes, determinando los caudales de 0,066 m<sup>3</sup> /s y 0,088 m<sup>3</sup> /s para los 2 puntos de vertimiento de aguas residuales domésticas sobre la bahía de Chancay (denominados PTO 1 y PTO 2) y a partir de las características fisicoquímicas: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Nivel de Aceites y Grasas (NAG), y Concentración de Coliformes Fecales (CCF), se consideró el diseño de la PTAR con un caudal total máximo horario de 308,568 Lis, tasa de crecimiento poblacional de 1,1 %, para el cual se determinó el tratamiento del tipo aerobio, ya que este tipo de tratamiento produce muy poco lodo, y el lodo producido es digerido en la misma laguna, por lo que requiere solamente de un área para disponerlos directamente, asimismo genera menos olores que el tratamiento anaerobio, por ser un lugar de recreación y turismo se consideró más viable el tipo de tratamiento aerobio.

## **Fundamentos teóricos sobre indicadores de contaminación ambiental del agua residual domiciliaria**

### **A. Contaminación ambiental**

MINAM (2018) hace referencia que “es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones, tales que sean nocivos para la salud, la seguridad y bienestar social, que son perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos”.

Según García y Gutiérrez (2011), manifestaron que la teoría de tratamiento de aguas residuales corresponde a procesos físicos, químicos y microbiológicos; que tiene como objetivo eliminar los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos presentes en los efluentes de agua. Este tratamiento tiene como finalidad producir agua limpia o también conocido como efluente tratado.

Por otro lado, las aguas residuales negras o domésticas proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas. Son aquellas provenientes de las actividades domésticas cotidianas como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos y limpieza, por lo cual son principalmente una combinación de heces humanas, heces de animales, orina y agua gris (Mara, 2000).

## **B. Contaminación de las aguas**

Se refiere a cuando “el agua sufre alteraciones en su composición original, es decir, que esta agua no está disponible para su uso original, ya sea para su consumo, como hábitat de especies marinas, etc”, (Organización Mundial de la Salud, 2015). Se asumen que, la contaminación del agua es producida por acción del hombre, como, por ejemplo, en el desecho de residuos plásticos o aguas residuales industriales, entre otros.

En este contexto se puede afirmar que “las aguas contaminadas y los contaminantes pueden ser causadas por tuberías, canales, tubos de descarga de una planta de tratamiento, depositada en una vertiente de agua, de igual forma, pueden ser dispersas, las que no tienen un origen específico, como lo es el agua superficial que proviene del uso agrícola o de áreas urbanas que arrastran contaminantes como aceites, desechos de animales entre otros” (Wise y Trantolo, 1994).

Por otro lado, Según la OMS, el agua potable contiene 13 mil sustancias potencialmente peligrosas. Entre ellos se encuentran sales de metales pesados, desechos orgánicos, pesticidas. La contaminación del agua potable es responsable del

80% de las enfermedades, que matan a 25 millones de personas cada año. Queda un 1% del agua del planeta, que se puede consumir sin depuración previa, y la propia humanidad tiene la culpa de ello. Según la organización de la ONU UNICEF y la OMS, 800 millones de personas en la Tierra (40% de ellas africanas) todavía utilizan fuentes de agua contaminadas.

Al comienzo de la descomposición, se forma amoníaco, luego, bajo la acción de bacterias nitrificantes en presencia de una cantidad suficiente de oxígeno, el amoníaco se oxida a ácido nítrico ( $\text{NO}_2^-$ ) (nitrito) y luego se oxidan enzimas de otra familia microbiana. ácido nítrico a ácido nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ) (nitrato).

Cuando recién se contamina con desechos, el contenido de agua aumenta Sales de amonio, es decir, el ion amonio es 1. Indicador último de contaminación del agua por sustancias orgánicas de naturaleza proteica. 2 El ion amonio se puede encontrar en aguas limpias que contienen sustancias húmicas y en aguas de origen terrestre profundo.

La detección de **nitritos en el agua** indica una contaminación reciente de la fuente de agua con materia orgánica (el contenido de nitritos en el agua no debe ser superior a 0,002 mg/l).

**Las principales fuentes de contaminación del agua son:**

1. aguas residuales industriales y domésticas (el agua doméstica tiene una alta contaminación bacteriana y orgánica)
2. drenaje de agua de las tierras de regadío
3. aguas residuales de los complejos ganaderos (pueden contener bacterias patógenas y huevos de helmintos)
4. Agua organizada (alcantarillado) y áreas no organizadas del territorio de los asentamientos, campos agrícolas (uso de diversos productos químicos: fertilizantes minerales, pesticidas, etc.)
5. rafting en topo de madera;
6. Transporte de agua (aguas residuales de 3 tipos: fecales, domésticas y agua tomada en las salas de máquinas).

Por lo tanto, se imponen los siguientes **requisitos higiénicos sobre la calidad del agua potable:**

1. El agua debe ser epidemiológicamente segura contra enfermedades infecciosas agudas;
2. debe ser químicamente inocuo;
3. El agua debe tener características organolépticas favorables, debe ser agradable al gusto, no debe causar rechazo estético.

Los **INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA** son indicadores que determinan el alcance y la naturaleza de la contaminación del agua. Existen indicadores físicos (grado de turbidez, aroma y pH del agua), químicos (cantidad de oxígeno disuelto en el agua, CIM, DQO, oxidación, cantidad de nitrógeno amónico), bacteriológicos (título de E. coli y presencia de microorganismos patógenos), hidrobiológico (composición de especies de

hidrobionte- proporción de organismos saprobios y oligosaprobios), etc. En el ámbito sanitario y biológico se tienen en cuenta algunos hidrobióticos, principalmente bacterias, por ejemplo, E. coli (indicadores de presencia de secreciones humanas y animales), así como microorganismos que crecen en el aceite y sus derivados (indicadores de contaminación), sanitario-químico - DBO 5 y DQO.

El índice de contaminación bioquímica (BPI) es la relación entre la DBO durante cinco días y la oxidación del agua expresada como porcentaje. BPZ, o el coeficiente de volatilidad de la materia orgánica disuelta en el agua, se toma como un indicador de la contaminación del agua por materia orgánica que entra o sale del tanque. En cuerpos de agua contaminados, BPZ alcanza 100-500% (Chisinau, 1989).

**INDICADORES DARMTUESH DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SW**  
- indicadores que reflejan el efecto tóxico de los contaminantes en los humanos (PV sanitario toxicológico), el deterioro de las propiedades organolépticas del agua (PV organoléptico) y la interrupción de los procesos de autolimpieza del embalse (PV general).

Un conjunto de indicadores que caracterizan el estado de la situación ecológica: el nivel de preocupación de los ecosistemas naturales; el estado de los componentes individuales del entorno natural (agua, aire, suelo); el volumen de emisiones contaminantes; cuadrados.

### **C. Evaluación de calidad del agua**

Un índice de calidad del agua consiste básicamente en una expresión simple relacionada con el grado de contaminación, a partir de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de calidad del agua (León, 2014). Esto permitirá conocer en forma general el estado o “salud” del sistema acuático de un cuerpo de agua (Zhen, 2009). El índice puede ser representado por un número (rango), una descripción verbal, un símbolo o un color, este nos indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un valor cercano o igual a 0%, en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100% (Guillén, Teck, & Yeomans, 2012).

### **D. Los principales indicadores para la evaluación de la calidad de agua son:**

#### a) Principales indicadores físicos, químicos y biológicos

“Los indicadores deberían ser explicados bajo el concepto de sostenibilidad dentro de un proceso lógico, fusionando los aspectos ecológicos, económicos y sociales”. (RDS, 2011).

Los indicadores seleccionados para la calidad del agua en cualquier estudio “se definirán en dependencia de los usos recomendados para los diversos usos del agua están: provisión de agua para consumo doméstico e industrial, recreación, protección de organismos acuáticos fauna y flora, usos agrícolas y pecuarios, uso comercial hidroelectricidad, navegación, entre otros”. (Marchand, 2002).

b) Indicadores microbiológicos del agua

Es importante conocer “el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones. Por esta razón, es que se utiliza el grupo de coliformes fecales, como indicador de la presencia de microorganismos” (OMS, 2003).

c) Indicadores físicos y químicos del agua

Los parámetros químicos “son más relacionados con los agroquímicos, metales pesados y desechos tóxicos. Este tipo de contaminación es más usual en las aguas subterráneas en comparación con las aguas superficiales. Relacionado por la dinámica del flujo de agua, los contaminantes son más persistentes y menos móviles en el agua subterránea, como es el caso de la contaminación con nitratos por su movilidad y estabilidad, por la presencia de asentamientos urbanos o actividades agrícolas aledañas” (Canter 2000).

d) Oxígeno disuelto

Cuando existen condiciones aeróbicas “se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos”. (Canter 2000).

e) Demanda Bioquímica de oxígeno

“Es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es la más usada para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se da cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras”. (Marchand, 2002).

Esta “es una medida de la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoníaco, sulfuro y cloruros”. (Canter 2000).

f) Turbidez

Es un “estimador simple de los sólidos en suspensión. Se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión en tal medida que interfiere con el paso de la luz a través del agua. A mayor penetración de la luz solar en la columna de agua, es menor la cantidad de sólidos o partículas en suspensión en la columna de agua y viceversa”. (Aliaga, 2010)

g) Sólidos totales disueltos

“Es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad

de residuos remanentes después que la evaporación del agua ocurre”.  
(Aliaga, 2010)

#### h) Agua y salud

La importancia de agua pura para la vida y la salud de las personas, así como la economía de los países, “no es totalmente reconocida por los gobiernos y personas encargadas de tomar decisiones. Por supuesto agua pura no evitará que la gente se continúe enfermando; esto debe ser acompañado de hábitos de higiene, saneamientos, control de vectores, y dietas balanceadas. Se tiene que reconocer que el desarrollo del agua requiere una amplia variedad de aportes políticos y tecnológicos para cumplir con los requerimientos de calidad establecidos”. (Aliaga, 2010)

### **E. Tratamiento de aguas residuales domiciliarias.**

Un sistema de tratamiento de aguas residuales es seleccionado de acuerdo a los objetivos que se fijan al buscar la remoción de los contaminantes. Existen diferentes sistemas de tratamiento que implican procesos biológicos, procesos fisicoquímicos y en ocasiones se presentan ambos (Montoya, 2000, p. 17)

Para Rigola (1998), las partículas insolubles, presentes en el agua natural o como resultado de un tratamiento químico previo, se elimina por alguno de los siguientes métodos principales; sedimentación de las partículas sólidas se separan por intersección mediante una malla de luz apropiada o con el uso de

un medio sólido poroso, o mediante flotación por adición de burbujas de aire que se adhieren a las partículas sólidas y las hacen flotar, la separación de sólidos mediante hidrociclones o centrifugas son sedimentaciones aceleradas sustituyendo la fuerza centrífuga auxiliar impuesta sobre la suspensión.

Las aguas residuales producidas por la actividad diaria del hombre, son recolectadas por el sistema de alcantarillado que lo conduce a la planta de tratamiento de aguas residuales o al punto de disposición final. El caudal de agua residual no siempre tiene un régimen regular durante el día (Rojas, 2002, p.4)

Así mismo, cuando el sistema de alcantarillado se diseña para recolectar conjuntamente aguas residuales y aguas de lluvia, se le conoce como combinado. En estos casos el aporte del agua de lluvia puede sobrepasar con amplitud el caudal promedio de agua residual conduciendo a un alto grado de dilución de esta agua residual y las consiguientes dificultades de tratamiento (Rojas, 2002, p.5).

## **F. Principales sistemas de tratamiento de aguas residuales**

- Lodos activados

El principio básico del proceso consiste en que las aguas residuales se pongan en contacto con la población microbiana mixta (aerobia y anaerobia), en forma de suspensión flocculenta en un sistema aerado y agitado. La materia en suspensión y la

coloidal, se eliminan rápidamente de las aguas residuales por adsorción y aglomeración en los flóculos microbianos.

- Filtros percoladores

Los filtros percoladores se clasifican dentro de los procesos de biomasa fija. El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte. Generalmente, no requieren recirculación, a diferencia del sistema de lodos activados donde está es determinante para mantener los microorganismos en el licor mezclado.

- Discos biológicos rotativos

Al girar los discos, la bio-película adherida a éstos entra en contacto con el agua de desecho que está en el tanque, al salir del agua, los discos arrastran una capa líquida sobre la superficie de la película biológica la cual entra en contacto con el oxígeno; por efecto de difusión molecular se oxigena y los microorganismos utilizan el oxígeno molecular disuelto para efectuar la degradación aerobia de la materia orgánica presente en el agua. Como productos de este proceso se obtiene: agua, bióxido de carbono y más microorganismos.

- Lagunas

Las lagunas o estanque de estabilización son medios simples y flexibles de tratamiento de aguas residuales para la descomposición biológica del material orgánico.

De acuerdo a su contenido de oxígeno, las lagunas de estabilización se pueden clasificar como:

Anaerobias.- Ausencia de oxígeno en toda la laguna. Procesos con microorganismos anaerobios y facultativos

Facultativas.- Presencia de O<sub>2</sub> en la superficie de la masa líquida, ausencia de O<sub>2</sub> en el fondo Proceso, con microorganismos aerobios, facultativos y anaerobios.

Aerobias.- O<sub>2</sub> disuelto en toda la masa líquida. Procesos con microorganismos aerobios y facultativos.

#### **G. Límites máximos permisibles en el tratamiento de aguas residuales domiciliarias.**

Es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (OEFA, 2014).

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

**Figura.1.**

Límites máximos permisibles - Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

### **Definición de términos básicos**

#### Agua residual

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos. (SUNASS, 2016)

### Aguas residuales domiciliarias

Las aguas residuales domiciliarias son las aguas que después de haber sido usadas en diferentes actividades de los hogares son expulsados a alcantarillado o efluentes como ríos, quebradas y lagos. (SUNASS, 2016)

Contenido de nutrientes (nitrógeno [N] y fósforo [P]).

Estos compuestos, conjuntamente con la materia carbonácea o DBO5 indican si las aguas residuales tienen la adecuada proporción de nutrientes como para facilitar la degradación de la materia orgánica presente en las aguas residuales. (Rojas, 2002).

## **II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

Investigación analítica de causa – efecto.

Las variables son:

- Variable Independiente:

Muestras de agua residual doméstica tratada.

- Variable dependiente:

Indicadores de contaminación Ambiental por métodos Físico-Químicos y Microbiológicos apropiados.

El desarrollo general de la tesis comprende básicamente las siguientes etapas:

### **1º ETAPA DE RECOPIACION**

En referencia al tema estudiado; donde se buscó la literatura específica que pretende realizar el trabajo de investigación.

### **2º ETAPA EXPERIMENTAL:**

Donde se desarrollaron las pruebas de campo Físico – Químicas In situ en los cuerpos receptores impactados por los procesos de tratamiento y residuos sólidos que acompañan al vertido de las actividades comerciales e industriales según amerite la muestra de agua de la zona de San Andrés.

### 3° ETAPA DE TRATAMIENTO DE DATOS.

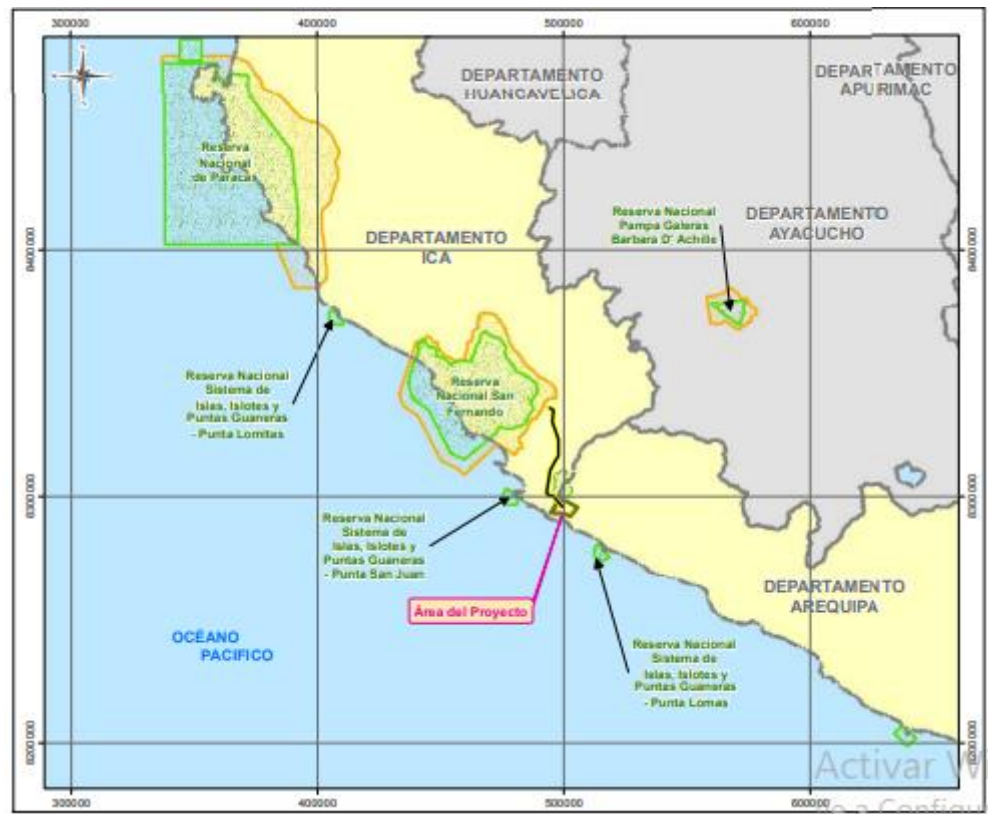
Al realizar el procesamiento de datos obtenidos en el estudio pre-experimental; definiéndose exactamente el estado de las aguas continentales en la zona de impacto directo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Características generales del lugar de investigación

##### a) *Ubicación.*

El distrito de Marcona es uno de los cinco que conforman la provincia de Nasca, ubicada en el departamento de Ica en el Sur del Perú.



Fuente: Google Maps

##### b) *Extensión territorial.*

Tiene una elevación de 65 m, con una superficie de 2,00; 9km<sup>2</sup>, el tiempo

es de 16°C, viento del SE a 19 km/h; humedad del 88%, sus coordenadas con 15°21'42"S 75°10'00"O/-15.3616802, -75.1666217.

**c) *Caracterización .***

La ciudad de San Juan de Marcona forma parte del sistema urbano de la región Ica, políticamente se enmarca dentro del ámbito territorial del distrito de Marcona, provincia de Nazca y departamento de Ica. La población de la ciudad de Marcona según el censo del 2017 concentra una población de 19,795 habitantes.

**d) *Uso del suelo.***

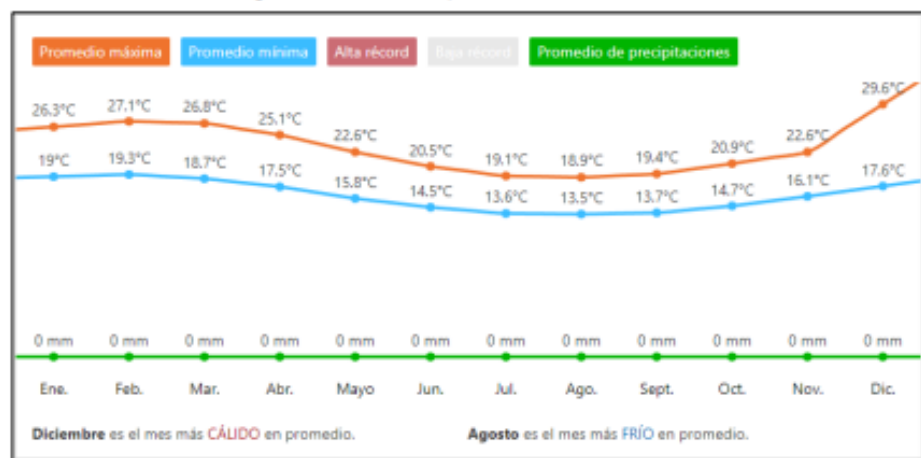
El terreno se encuentra en la bahía de Marcona la cual muestra erosión marina y por el viento. Según la Capitanía de San Juan de Marcona su formación se encuentra constituida por tres miembros; el miembro inferior, de naturaleza calcárea; el miembro intermedio, de naturaleza política transformada a esquistos de bajo grado; y miembro superior, consistente de calizas dolomíticas de grano fino.

Litología del miembro inferior (ubicación del terreno): Calizas silicificadas, mármoles, esquistos.

**e) *Temperatura.***

El distrito de Marcona alcanza una temperatura promedio máxima de 29.6°C en diciembre y un promedio mínimo de 13.5°C en agosto

mientras que la región Ica tiene zonas que registran hasta 31.6°C promedio máxima en Febrero y desciende hasta 10°C promedio mínima en Ju. En Marcona casi no se registran precipitaciones y los vientos predominantes vienen de la dirección sur oeste y alcanzan los 25 km/h. Ocasionalmente ocurre el fenómeno de los vientos Paracas, acompañado con arena que puede limitar la visibilidad por varios metros.



Fuente: The Weather Company

### 3.2. Características generales de las aguas residuales

**Las aguas residuales en Marcona son de origen doméstico, cuyas causas de problemas son las siguientes:**

- Tuberías domésticas deterioradas
- Falta de recursos materiales y humanos en cantidades adecuadas para realizar el mantenimiento necesario.

**Se ha identificado los siguientes problemas ambientales:**

- Poca infraestructura, material logístico y personal capacitado para proteger

recursos hídricos.

- Falta de conocimiento de la población sobre la función e importancia de instituciones como el Ministerio de Salud que se encarga de la preservación del medio ambiente a través de las muestras con análisis bacteriológico.
- Uso indiscriminado de agua durante el día y fugas que origina charcos en la vía pública o dentro de la vivienda.

**En lo que se refiere a la vulnerabilidad de los sistemas:**

No tienen personal capacitado para formular un plan de mitigación de desastres en lo que se refiere a sistemas de agua potable, quedando expuestos a peligros que amenazan los sistemas de alcantarillado.

**Calidad física – química y bacteriológica del agua residual**

**Parámetros evaluados en el laboratorio**

a) Temperatura: Se evidencia una variación de la temperatura, siendo la muestra afluente de 21°C y efluente de 23°C; este resultado demuestra que se obtiene calor a través de la radiación solar.

b) Determinación del pH

Está definido como el logaritmo negativo de la actividad del ion hidronio para determinar su basicidad, para ello se evaluó que el equipo se encuentre calibrado; con electrodos limpios y en un vaso precipitado de 100 ml se sumergen los electrodos para agitar y homogenizar la muestra.

- c) La conductividad eléctrica que presenta el agua residual al entrar y salir del sistema tiene valores desde 1.654 uS/cm a 1.16 uS/cm (valores que se deben tomar en cuenta para realizar el reusar el agua residual con fines de agricultura).
- d) Demanda bioquímica de oxígeno:  
Es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos a fin de estabilizar la materia orgánica biodegradable; bajo situaciones aeróbicas en un periodo de incubación (4 días) siendo el parámetro analizado del afluente 417 mg/l y 264 mg/l en el efluente; este resultado demuestra un descenso de biodegradabilidad de la materia orgánica.
- e) Demanda química de oxígeno: se realizó con el método estandarizado de para agua y aguas residuales. Siendo los resultados obtenidos de 803 mg/l en el afluente y 264 en el efluente; se preservó previamente en un ambiente frío para luego colocar 3ml de muestra en un tubo junto a un reactivo analítico y dejar a 148°C por dos horas en un termo reactor.
- f) Sólidos suspendidos totales que se midieron con el medidor multiparamétrico portátil y cuyos resultados se muestran en la tabla.
- g) Nitrógeno orgánico: Es necesario removerlo de las aguas residuales teniendo en consideración que este elemento es importante para el crecimiento de plantas.
- h) Aceites y grasas  
Los aceites y grasas alteran procesos aerobios y anaerobios que forman películas que impiden el desarrollo de la fotosíntesis.

Se presenta en la siguiente tabla:

Parámetros medidos	UNID	MA-1	Parámetros analizados	UNID	MA2
		Afluente			Efluente
T°	°C	21	T°	°C	23
Ph	Unid	7.2	Ph	Unid	6.9
C.E	uS/cm	1.54	C.E	uS/cm	1.16
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	417	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/l	264
Demanda química oxígeno (DQO)	mg/l	803	Demanda química oxígeno (DQO)	mg/l	609
Sólidos suspendidos totales	mg/l	643.56	Sólidos suspendidos totales	mg/l	418.82
Nitrógeno orgánico	mg/l	5.02	Nitrógeno orgánico	mg/l	3.09
Aceites y grasas	mg/l	11.08	Aceites y grasas	mg/l	4

### Correlación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos:

Los procesos de interacción entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no son lineales, la limitante en el número de datos permite el uso de un modelo como el de Pearson. La relación entre diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se realizó a través del coeficiente de correlación de Pearson, que indica la fluctuación de variables.

Parámetros	“Coliformes totales (NMP/100)”	“DBO <sub>5</sub> ” (mg/l).	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	“OD (mg/l)”	“pH”	“TH <sub>2</sub> O (mg/l)”	Conductividad (us/cm)
“Coliformes totales	1	0,182	-0,233*	-0,3	-0,423*	0,319	0,102
“DBO <sub>5</sub> ”(mg/l).		1	-0,037	-0,162	-0,148	0,185	0,619*
Caudal(m <sup>3</sup> /s)			1	0,163	0,041	-0,1	-0,277
**“OD (mg/l)”				1	0,208	-0,766*	-0,118
“pH”					1	-0,184	-0,026
**“TH <sub>2</sub> O (°C)						1	0,126
Conductividad							1

Nota: correlación significativa: \*\*T.H<sub>2</sub>O = temperatura del agua y O.D = oxígeno disuelto. Aguilar y Solano (2018)

Los datos observados muestran las relaciones más significativas de procesos fenomenológicos, dentro de ellos se encuentra entre la temperatura y oxígeno disuelto (2P = -0,77) lo que significa que existe relación inversa, por lo tanto, se deduce que se debe al grado de saturación de oxígeno en agua a altas temperaturas con presión constante (Chávez & Jaramillo, 1998).

Por otro lado, el pH y los coliformes totales muestran una relación inversamente proporcional de -0,423, este resultado deduce que “la correlación entre los datos establece que en medios con pH neutro la cantidad

de coliformes totales aumenta, soportado en la teoría que los coliformes poseen mayor resistencia a la irradiación solar en condiciones de pH próximas a la neutralidad, dado que incrementa la termoestabilidad de sus proteínas en su punto isoelectrico, que generalmente se encuentra a pH neutro” (Caceda, 2016).

En referencia a la conductividad eléctrica y DBO5 ( $3P = 0,62$ ), este resultado está relacionado con los sólidos disueltos que involucra todas las sales orgánicas disueltas (WHO, 1996). Entre la conductividad y los sólidos disueltos “existe una relación directamente proporcional, debido a que los sólidos disueltos son parte de los materiales que conducen la electricidad dentro de los cuerpos de agua” (Olivero & Mercado, 2013).

Los coliformes totales y el caudal de la microcuenca de estudio presentan una correlación estadísticamente significativa e inversamente proporcional ( $4P = -0,23$ ). Se usa tres variables (OD, DBO5 y Coliformes Totales), el aporte de información de cada una de estas sobre la cuantificación del índice puede diferir.

**Tabla 2**

“Rango de variación de las concentraciones de nitritos (NO<sub>2</sub>-), Nitratos (NO<sub>3</sub>-), amonio (NH<sub>4</sub>+), fosfatos (PO<sub>4</sub>3-) y silicatos (SiO<sub>3</sub>-) en aguas residuales domésticas”.

“Nutrientes”	“NO <sub>2</sub> -”	“NO <sub>3</sub> -”	“NH <sub>4</sub> +”	“PO <sub>4</sub> 3-”	“SiO <sub>3</sub> -”	“Relación N:P Inorgánico”
* Criterio	55	60	70	45		
Ámbito	1,1 - 44,7	0,3 - 319,1	1,3 - 122,1	0,59 - 168,1	379,3 - 133,7	
Promedio±Desv. Est.	4,8± 3,7	44,7± 70,8	17,6±23,6	10,7±31,4	712,6± 268,4	10,7:5
N.º datos	88	101		89		

“Se evidencia diferencias significativas de los otros muestreos para las concentraciones de coliformes totales (p=0,004) y coliformes termotolerantes (p=0,001). Comprobándose la presencia de coliformes totales indicando que el agua está contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición”.

#### **IV. DISCUSIÓN**

- No existe un sistema sancionador eficiente puesto quienes contaminan el agua residual no son sancionados por las autoridades gubernamentales. Hallazgo que se contrapone a las disposiciones dadas en La Ley N°27972, Ley Orgánica de Municipalidades, donde se menciona que entre sus funciones está, regular y controlar el aseo, higiene y salubridad en las playas; los daños en el 2019, se recogieron más de 57,00 kg, de basura marina, en un día (ONG, Vida. 2019); donde el plástico fue el 70%, residuos de la construcción 20%, los impactos negativos se dieron, en la biodiversidad, afectando la pesca y las industrias; que, en 2018, la producción de pesca cayó en un 30% y los desembarques en un 45%; el impacto en la salubridad de playas, en 2019, fue que, de 134 playas del país, 78 fueron declaradas no saludables, empero, como se acaba de demostrar en estos resultados no existe un debido control normativo para reducir la contaminación de las playas de Chincha, ni del Perú (Velarde, 2020).
- Se desarrolló con facilidad la evaluación de indicadores de contaminación con apoyo de variables fisicoquímicas medidas en la Playa Jahuay, provincia de Chincha -2020 los cuales presentan niveles regulares, pero que deben mejorar sus promedios para considerar un ecosistema marítimo libre de contaminación, de lo contrario afectarían la salud de sus moradores y visitantes. Coincidiendo con Velarde (2020) quien demostró que la contaminación por microorganismos patógenos, impactan en la piel, ojos y medio ambiente en general; sus principales fuentes son naturales y

antropogénicos; se da por aguas residuales, la basura urbana donde se vierten materiales sólidos, manufacturados y desechos o abandonados en el medio marino y costero; también, las personas botan basura doméstica al río, que van acarrearlas a la playa Márquez, los residuos con sustancias químicas y tóxicas procedentes de la industria; otras fuentes son los barcos de pesca artesanal y aguas residuales.

- Comprobándose la presencia de coliformes totales indicando que el agua superficial de San Andrés está contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Se puede contrastar con Betancourt (2016) quien determinó que “las aguas superficiales de Bahía Málaga (pacífico colombiano) muestran buen estado de la calidad de sus aguas y aportan elementos útiles para las autoridades locales, regionales y nacionales en procesos de conservación y planes de manejo de la bahía como área marina protegida”.

## **V. CONCLUSIONES**

Las correlaciones entre las variables de estudio fueron significativas entre temperatura y oxígeno disuelto (-0.766), pH y coliformes totales (-0.573), conductividad eléctrica y DBO5 (0.519), caudal y coliformes totales (-0.233), esto es congruente con la fenomenología y otros estudios relacionados. Específicamente para el aporte de las variables sobre el índice de contaminación de los coliformes totales presentaron la mayor significancia (0.72) en este caso de estudio.

Existe variación entre los valores determinados en el afluente con los LMP (límites máximos permisibles) establecidos en el D.S.003-2010-MINAM, se incluye que el nivel de contaminación es alto ya que los contaminantes potenciales (DBO5, DQO). superan los LMP en más del doble, generando contaminación.

No existen estrategias de mejoramiento en monitoreo y seguimiento del recurso hídrico de Marcona, incumpliendo con uno de los objetivos de la política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, mostrando deficiencias en la gestión realizada por parte de las instituciones ambientales.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se sugiere realizar estudios posteriores aumentando la zona de estudio a toda la provincia, con el fin de identificar las zonas de mayor aporte de contaminantes orgánicos sobre la fuente hídrica y una evaluación sistemática de carácter anual, que permita identificar temporalmente los cambios de la calidad del recurso hídrico. Adicionalmente se requiere una caracterización fisicoquímica y microbiológica de los vertimientos domésticos sobre el cuerpo de agua.

- Realizar capacitaciones, diseños o metodologías que aborden directamente la problemática.
- Se debe ampliar obras civiles encargadas de recolectar los vertimientos domésticos generados con el fin de lograr cumplir uno de los requisitos que el gobierno nacional.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Bibliografía

Armas, N. (2021). *Propuesta de medidas ambientales y administrativas para preservar la pesca artesanal de especies vulnerables dentro del ecosistema marino peruano*, (Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo).

[http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/3318/TL\\_ArmasNuezNorka.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/3318/TL_ArmasNuezNorka.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Aliaga, M. (2010). Situación ambiental del recurso hídrico en la cuenca baja del río chillón y su Factibilidad de recuperación para el desarrollo sostenible”. (Tesis de Grado Maestra en Ciencias con Mención en: Tratamiento de Agua y Reuso de desechos) Universidad Nacional De Ingeniería, Recuperado de: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/645/1/aliaga\\_mm.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/645/1/aliaga_mm.pdf)

- Betancourt-Portela, J.; Sánchez, J.; Mejía, L.; Cantera, J. (2016) Calidad de las aguas de Bahía Málaga, Pacífico Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 175-192. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028008014.pdf>.
- B.J.E. Ten Brink, (1991). A quantitative method for description & assessment of ecosystems: The AMOEBA approach. Elsevier: Marine Pollution Bulletin.
- Brooks W.E., Sandoval E., Yopez M.A. y Howard H. (2007). Peru mercury inventory 2006. U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1252, 55 p., Disponible en: <http://pubs.usgs.gov/of/2007/1252/>.
- Bruce, R., & Carreño, M. (2014). Diagnóstico Actual Del Manejo De Vertimientos Domésticos Generados En La Sede Usme De La Universidad Antonio Nariño, A Partir De La Verificación De Métodos Normalizados Para El Análisis De Calidad De Agua En El Laboratorio De Ingeniería Ambiental. Tesis de posgrado. Bogotá: Universidad Santo Tomás. Retrieved from [https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/940/Diagnostico%20actual%20del%20Aplicación índice ICOMO en caño Grande](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/940/Diagnostico%20actual%20del%20Aplicación%20índice%20ICOMO%20en%20caño%20Grande)
- Campos, A. (2013). Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio La Tebaida, departamento del Quindío. Tesis de Maestría, Universidad de Manizales.
- Caceda, M. (2016). Coliformes Totales, Termotolerantes y Escherichia Coli en relación a la Temperatura, pH y Demanda Bioquímica de Oxígeno en la Playa de Puerto Malabrigo . Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Retrieved from <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9040/Caceda%20Sánchez%20Miriam%20Elizabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Chisinau (1989) Diccionario enciclopédico ecológico: El principal consejo editorial de la Enciclopedia moldava soviética ... II Abuelo. 1989. <https://euromot.ru/sq/fertilizers/pokazateli-zagryazneniya-vody-pokazateli-kachestva-vody-i-ih-opredelenie/>
- Crites, R, Tchobanoglous G. (2000), Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas poblaciones. Editorial McGraw-Hill. Bogotá Colombia.
- MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua [en línea].2015 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2016]. <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-dediciembrede-2015-en-el-diario-oficial-el-peruano-el-ministerio-del-ambiente-minam-encoordinacion/>
- Moreira, C. (2017). *“Evaluación del nivel de contaminación del Lago Titicaca por residuos sólidos y su impacto en el sector turismo, Municipio de Copacabana” periodo: 2005 – 2015.* (Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés) <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12858/T-2330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz G.A. (2009). Caracterización de los recursos suelo y vegetación relacionados con la distribución de la vicuña en Apolobamba (Bolivia): Calidad edáfica y Biodiversidad. Tesis doctoral presentada al departamento de Ciencia y Tecnología agraria. Universidad Pontificia de Cartagena. España. 388 pp
- Navarro G. y Maldonado M. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Fundación Simón I. Patiño. Cochabamba – Bolivia. pp. 595 – 604

Nemerow, N y Dasgupta, A. (1998). Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Madrid: Díaz de Santos. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/50112/1/822210-2015.pdf>

OMS. Guías para la Calidad de Agua Potable [en línea] 3ª ed. Organización Mundial de Salud., 2008 [fecha de consulta: 22 de abril de 2016]. Disponible en: [http://apps.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](http://apps.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1) ISBN: 9249241546964

Organización Mundial de la Salud - OMS (2003). Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra. 255 p.

Orozco, B. (2019). *Caso de aguas contaminadas y la responsabilidad por el daño ambiental en el departamento de Tumbes, Perú, 2018*. (Tesis de grado, Universidad Norbert Wiener). [http://repositorio.uwiener.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/2583/TE\\_SIS%20Orozco%20Bery.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uwiener.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/2583/TE_SIS%20Orozco%20Bery.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

ONU. (2016). Exploración de oro en la zona de Suhez, Bolivia. Informe final. Anexo 1- 9. Fondo rotatorio de la ONU para la exploración de los recursos Naturales. 100 pp.

OEFA. (2014). Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. Lima: Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Retrieved from

- [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827) Olivero, R., & Mercado, I. (2013). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago del nopal *Opuntia ficus-indica*. *Producción + Limpia*, Vol 8, N° 1, 19-27. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S190904552013000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S190904552013000100003)
- Ortiz, M., & Rodríguez, J. (2014). Aplicación de la legislación ambiental y territorial en municipios capitales: Estudio de caso Villavicencio (Colombia). *Revista Orinoquia*, 18, 130-148. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v18n2/v18n2a11.pdf>
- Peña, O. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 6, 202-206. Retrieved from [http://www.saludpublica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015aa031684\\_Hig.Sanid.Ambient.6.202206\(2006\).pdf](http://www.saludpublica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015aa031684_Hig.Sanid.Ambient.6.202206(2006).pdf)
- Pastran, M. (2017). *Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macro invertebrados bentónicos, como bioindicadores: estudio de caso en el Río Suárez (Chiquinquirá – Boyacá)*. (Proyecto de grado, Universidad Libre) <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11180/EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20MEDIANTE%20LA%20UTILIZACION%20DE%20MACRO%20INVERTEBRADOS%20BENTONICOS%20COMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, A., Rodríguez, A. (2007). Índice Físicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Revista de Biología Tropical*,

Vol. 56, Núm. 4, diciembre, 2008, pp. 1905- 1918 Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

Ramalho, R. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Peru: Reverte. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/50112/1/822210-2015.pdf>

Ramírez, A., Viña, G., (1998). Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. BP Exploration, Bogotá.

RDS. (2011). Gestión Ambiental - Red de Desarrollo Sostenible de Colombia. Retrieved June 9, 2017, from <https://www.rds.org.co/es/recursos/gestion-ambiental>

Rojas, R. (2002). Curso internacional: gestión de tratamiento de aguas residuales, conferencia: Sistema de tratamiento de aguas residuales. CEPIS/OPS-OMS. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/50112/1/822210-2015.pdf>

Raffo y Ruiz (2018) Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno, (Artículo Científico). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

Salazar, J. (2020). *Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019*. (Tesis de pregrado, Universidad Continental)

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/3/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Salazar\\_Huanuco\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/3/IV_FIN_107_TE_Salazar_Huanuco_2020.pdf)

Unión Europea (2022) Principales fuentes de contaminación del agua.

<https://www.eea.europa.eu/el/help/sychnes-erotiseis/poies-einai-oi-kyries-piges>

# **ANEXOS**

Matriz operacional

Variable(s)	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VI: Aguas residuales domesticas	Son aquellas cuyas propiedades se encuentran alteradas por el uso doméstico, agrícola u otros, así como las aguas que se evacuan junto a éstas en tiempo seco (aguas sucias) y las aguas pluviales que fluyen y se recogen de áreas edificadas y superficies urbanizadas (aguas pluviales) (Montoya, 2000)	Prueba presuntiva  Prueba confirmativa	Turbidez Temperatura Parámetro físico químico Coliformes termotolerantes  Coliformes totales.	Nominal
VD: Indicadores de contaminación ambiental	Son diversas sustancias extrañas que contaminan el agua residual doméstica.	Indicadores físicos Indicadores químicos Indicadores biológicos	Según resultado de laboratorio	Nominal



8.2 CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PLAN DE TESIS:

Actividad	Tiempo	DIC-19			ENERO			FEB			MARZO			AB-MAY			JUNIO-20		
Aprobación de plan	2	■	■																
Análisis Documental preliminar	2		■	■															
Planteamiento del problema	2				■	■													
Objetivos	2						■	■											
Variables	2								■	■									
Hipótesis	3									■	■	■							
Marco Teórico	5											■	■	■	■				
Levantamiento de Datos	5														■	■	■	■	
Tabulación y procesamiento de datos	4																	■	







UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**“EVALUACION DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACION AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL DISTRITO DE MARCONA-ICA 2019”**

Presentado por:

**Katherine Lisbeth Rupire Astocaza.**

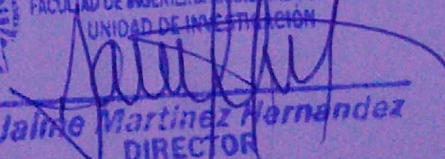
ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 17 % por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 27 junio de 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
UNIDAD DE INVESTIGACION  
  
Dr. Jaline Martinez Hernandez  
DIRECTOR