

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Creada con la Ley Nro. 29531



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN:

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA (*Coliformes Totales y Fecales*) DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:

RESPONSABLE

Est. MERA RODAS, Yahaira Rosalyni

MIEMBRO

Est. DIAZ MUÑOZ, Luis Ángel

ASESOR

M.sc. Ing° MEDINA VALDERRAMA, Carlos Javier

CHOTA – CAJAMARCA

2017

ÍNDICE:

RESUMEN:	4
ABSTRACT:	4
INTRODUCCIÓN:	5
CAPÍTULO I:	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1.- Descripción del Problema:	6
1.2.- Formulación del Problema:	7
1.3.- Objetivos:	8
1.4.- Justificación:	8
CAPÍTULO II:	
MARCO TEÓRICO	
2.1.- Antecedentes:	10
2.2.- Bases Teóricas:	13
2.3.- Hipótesis:	17
2.4.- Definición Operacional de Variables:	18
CAPÍTULO III:	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1 Ámbito de Estudio:	20
3.2 Tipo de Investigación:	21
3.3 Diseño de Investigación:	21
3.4 Población, Muestra y Muestreo:	22
3.5 Materiales y Equipos a Utilizarse:	22
3.6 Técnicas e Instrumentos de Acopio de Datos:	25

CAPITULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:	26
-------------------------------	----

CAPITULO V:

CONCLUSIONES:	30
---------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	31
-----------------------------------	----

ANEXOS:	34
---------------	----

RESUMEN:

El presente trabajo se realiza con la finalidad de caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente las aguas residuales industriales que se generan en la Universidad Nacional Autónoma de Chota, ubicada en el centro poblado de Colpamatara, Chota. Dicha caracterización surge de la necesidad de establecer el estado de las aguas residuales y concluir si está impactando en alto grado a nuestro medio ambiente.

Para dar cumplimiento a este proceso investigativo se realizaron ensayos como: evaluación de propiedades organolépticas, pH, alcalinidad, acidez, dureza, sólidos totales, conductividad eléctrica, temperatura, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales y totales. Para la determinación de los ensayos microbiológicos en cada uno de estos debían tenerse consideraciones diferentes principalmente en factores como temperatura y tiempo de incubación.

Una vez evaluada las caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas, dieron como resultado que parámetros indispensables como DQO y DBO₅ sobrepasan los límites máximos permisibles acotados en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM y que la densidad microbiana de coliformes totales y fecales son 3 veces más de lo establecido por la ley peruana.

Palabras claves: Caracterización, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos, agua residual, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno.

ABSTRACT:

The present work is carried out with the purpose of characterizing physicochemically and microbiologically the industrial residual waters that are generated in the National Autonomous University of Chota, located in the populated center of Colpamatara, Chota. This characterization arises from the need to establish the status of wastewater and conclude if it is impacting our environment to a high degree.

In order to comply with this investigative process, tests were carried out such as: evaluation of organoleptic properties, pH, alkalinity, acidity, hardness, total solids, electrical conductivity, temperature, chemical oxygen demand, and biochemical oxygen demand, fecal and total coliforms. For the determination of the microbiological tests in each of these, different considerations should be considered, mainly in factors such as temperature and incubation time.

Once the physicochemical and microbiological characterizations were evaluated, they resulted in that essential parameters such as COD and BOD5 exceed the maximum permissible limits set forth in Supreme Decree N ° 003-2010-MINAM and that the microbial density of total and fecal coliforms is 3 times more of what is established by Peruvian law.

Keywords: Characterization, physicochemical parameters, microbiological parameters, residual water, Chemical Oxygen Demand, Biochemical Oxygen Demand.

INTRODUCCIÓN:

El propósito de la investigación radica en dar a conocer las características fisicoquímicas de las aguas residuales generadas en el campus de la universidad nacional autónoma de chota, propio de las actividades realizadas en los laboratorios y de servicios higiénicos que por su probable alto poder contaminante debido a los desechos de reactivos químicos y materia fecal suponen un riesgo constante de contaminación a cuerpos de agua y suelo.

La Ley General del Ambiente N°28611, menciona que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida refiriéndose a que todo ser vivo tiene derecho a gozar de un ambiente no contaminado, por lo que define LMP para el agua, suelo y aire con el objetivo de establecer restricciones en el uso de cada recurso garantizando una mejor calidad de vida.

El presente proceso de investigación aplicada consta de la caracterización fisicoquímica y microbiológica (coliformes) de las aguas residuales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, basándose en la recopilación, análisis y comparación de los resultados obtenidos con su respectiva norma vigente ambiental.

CAPÍTULO I

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Para el ser humano como para los demás seres vivos, el agua es una sustancia imprescindible y esencial para sus funciones vitales como para todas las actividades que rigen su vida a diaria.

El incremento de la población mundial y las constantes necesidades por el uso de este recurso hídrico ha traído como consecuencia que grandes cuerpos de agua se contaminen día a día, disminuyendo la cantidad de agua apta para el consumo, la contaminación del agua se ha convertido en una amenaza para la existencia continuada de muchas comunidades vegetales y animales del ecosistema convirtiéndose en un gran problema, la que tuvo sus inicios con la revolución industrial en Europa a mediados del siglo XVIII , sin embargo ya a principios del siglo pasado conscientes de los impactos negativos que provocan las aguas residuales a los ecosistemas se crearon las primeras agencias de protección ambiental, pero la composición de las aguas residuales pueden variar de un lugar a otro de acuerdo al grado de desarrollo de cada país, siendo las fuentes de mayor impacto negativo, las de origen industrial.

En el Perú, todos los días alrededor de un setenta por ciento de las aguas residuales generadas de índole doméstica como industriales se vierten deliberadamente a los cursos de agua sin tratamiento alguno, en el departamento de Cajamarca es muy notoria el arrojado de aguas residuales sin previo tratamiento a otros cuerpos de agua o al medio ambiente.

En la provincia de Chota, el vertimiento de aguas residuales en su mayoría domésticas como de industria artesanal, son vertidas a los afluentes del río Chotano, sobrepasando la carga estipulada de contaminantes, haciendo que el agua misma no se pueda auto depurar a condiciones ambientales, acarreando en una serie de problemas ambientales secuenciales.

En la universidad nacional autónoma de Chota, cada año ingresan alrededor de 400 personas, incrementando así la necesidad de consumo de agua y generando como resultado aguas residuales domésticas y de laboratorio químico, siendo estas muy peligrosas para la salud y para el medio ambiente, viendo este problema que contribuye al deterioro eco sistémico, es por ello que en la UNACH atendiendo esta problemática que se genera en su campus universitario, se llevará a cabo en colaboración con docentes especializados en el tema a investigar, se realizará un previo estudio de la características fisicoquímicas y microbiológicas en coliformes de las aguas residuales, para saber en qué grado de contaminación se encuentran, y que tipo de tratamiento es el adecuado para disminuir la carga contaminante y pueda ser arrojada al medio ambiente.

La Universidad Nacional Autónoma de Chota, es una institución de formación superior cuya misión es formar profesionales capacitados de acuerdo a las exigencias del mercado laboral, sin embargo dentro de estas etapas formativas, en los laboratorios de química, bioquímica, fisicoquímica, biomédicas y alimentos, así como en los servicios higiénicos se generan aguas residuales que no tienen ningún tipo de tratamiento, y son dispuestos en dos pozos colectores primarios aislados mediante revestimiento de concreto donde se separan sólidos y heces fecales para luego pasar a un pozo colector secundario, también revestido con concreto de aproximadamente 2 metros de profundidad y 2 metros de diámetro. Los pozos se encuentran situados a unos 50 metros del pabellón de Ingeniería Civil situado en el campus de la universidad en el centro poblado de Colpa Matara.

En el pozo secundario no se logra ninguna degradación biológica y la descarga se hace por infiltración al suelo, es probable que dichos fluidos estén impactando negativamente al suelo y a la napa freática, debido al contenido de altas cargas químicas y biológicas que éstas contienen desde su origen.

Es por ello, que urge la necesidad de conocer las características fisicoquímicas y microbiológicas que tienen éstas aguas residuales que se están generando en la universidad mediante análisis y pruebas de laboratorio y comparar con los Límites Máximos Permisibles que establece la Ley Peruana para fluidos de descargas al ambiente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

1.2.1. PROBLEMA GENERAL:

- ¿Qué características fisicoquímicas y microbiológicas que presentan las aguas residuales generadas en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- ¿En qué concentración se encuentran los coliformes totales y fecales en las aguas residuales producidas en el campus de la UNACH?
- ¿Cuáles son las concentraciones de DQO y DBO₅ de las aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota?

- ¿Cuál es el indicador de biodegradabilidad de las aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota?

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas (*Coliformes Totales y Fecales*) las aguas residuales generadas en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Cuantificar las unidades formadoras de colonia (UFC) microbiológica de las aguas residuales producidas por la Universidad Nacional Autónoma de Chota.
- Medir los parámetros de contaminación química (DQO) y biológica (DBO₅), de las aguas residuales generadas en la universidad.
- Calcular el indicador de biodegradabilidad (DBO₅/DQO) de las aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

1.4. JUSTIFICACIÓN:

Las aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota no cuentan con ningún tratamiento previo antes de su descarga al ambiente por lo que se desconoce la composición fisicoquímica y microbiológica al momento de su descarga y es probable que dichas aguas estén contaminando el suelo y la napa freática por infiltración de las mismas.

Las aguas residuales que son transferidas al suelo por infiltración contienen material contaminante, y no se le practica ningún tipo de tratamiento previo salvo la adición de cal como medio controlador del pH para evitar la proliferación de vectores, por tanto es de suma importancia averiguar cuál es la composición fisicoquímica y microbiológica, dada la cercanía a los pabellones en especial el de Ingeniería Civil donde los estudiantes reciben sus clases universitarias y pueden estar expuestos a la contaminación de éstas aguas ya sea directa o indirectamente. Así también por la cercanía, el I.E.P. Colpa Matara N° 10339 donde también se infiltran las aguas residuales, ésta puede estar afectada, donde los niños se exponen a la contaminación ya sea a través de los alimentos que se cocinan allí y es probablemente utilicen el agua de origen subterráneo.

La investigación se justifica por el beneficio que puede aportar a todos los estudiantes, a nuestra institución universitaria y a pobladores de la zona ya que con los resultados obtenidos de la caracterización de dichas aguas residuales se pueden tomar medidas pertinentes para minimizar impactos al ambiente como a los habitantes de la zona.

Por otro lado la presente investigación servirá de estudios preliminares para posterior uso de la información si se desea aplicar alguna tecnología adecuada para tratar dichos efluentes de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO:

2.1.ANTECEDENTES:

El agua es uno de los recursos naturales que forma parte del desarrollo de cualquier país; es el compuesto químico más abundante del planeta y resulta indispensable para el desarrollo de la vida. Para Esponda (2001), la disponibilidad del agua es paulatinamente menor debido a su contaminación por diversos medios, incluyendo a los mantos acuíferos, lo cual representa un desequilibrio ambiental, económico y social. Por otro lado Rodríguez et al (2006) define a las aguas residuales, como aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Según Hanai (1997) señala que las características de las aguas residuales son determinadas a partir de secuencia de procedimientos que incluye mediciones locales de caudal, colección de muestras y análisis e interpretación de los resultados obtenidos y el conjunto de esas actividades se denomina caracterización cualitativa y cuantitativa de las aguas residuales, sin embargo; Moreno de Guerra & López (1979) manifiestan que para determinar la calidad de agua se debe estudiar las características fisicoquímicas, así también señalan que las aguas en tránsito sufren una serie de procesos modificadores de su química y para hacer un muestreo es necesario seleccionar los puntos adecuados.

Estudios realizados por Padilla et al. (2010), sobre la caracterización físico-química y bacteriológica de la subcuenca del río Quiscab, Guatemala, en las épocas de lluvia y seca; dichos estudios evidenció que el agua de la subcuenca, de manera general, no es apta de forma directa para el consumo de la población, en ninguna de las dos épocas, pero si fuese necesaria su utilización con ese fin sería imprescindible, al menos, de la aplicación de métodos habituales de tratamiento. La caracterización indicó, a su vez, que en cualquiera de las dos épocas puede utilizarse el agua para el riego pero restringiendo su uso a los cultivos que sufren cocción, además de los frutales.

Otros estudios llevados a cabo por Galvis y Rivera (2013) caracterizaron fisicoquímica y microbiológicamente los lodos presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) de la ciudad de Pereira, Colombia; para dar cumplimiento a este proceso investigativo se realizaron ensayos como: evaluación de

propiedades organolépticas, pH, alcalinidad, acidez, humedad, cenizas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, microorganismos mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, Salmonella sp, Pseudomona sp, Clostridium sulfito reductor, determinándose que su calidad es óptima y esto se ve evidenciado cuando los utilizan como material de abono en sus zonas verdes.

Coral (2002), ejecutó una investigación: Caracterización Físico Química y Recomendación de Sistemas de Tratamiento de Las Aguas del Canal de Riego de Tumbaco que tuvo por objetivo caracterizar las aguas del canal de riego de Tumbaco y determinó la presencia de elementos como nitratos y cloruros en bajas concentraciones, los valores medios de cadmio y cromo se encuentran dentro de los valores máximo permisibles por la ley del país pero que este sistema de tratamiento, los coliformes totales no cumplen con la ley, por lo que las aguas deberán recibir tratamiento para eliminar a los mismos.

PNUMA (2011) en un estudio de Caracterización de Las Aguas Residuales Afluentes al Sistema de Tratamiento de Puchukollo; respecto a la eficiencia de la PTAR Puchukollo, en términos de La DBO₅ mencionan que en periodo seco alcanzó valores promedio alrededor de 470 mg/L y en periodo de lluvias 450 mg/L, mostrándose claramente que en época seca la DBO₅ es mayor, mientras que en época de lluvias es menor debido muy probablemente a la dilución que existe precisamente por las lluvias.

Según el trabajo propuesto por Paz et al. (2004) sobre aguas residuales en Argentina sostienen que: La caracterización de dichas aguas permitirían establecer las bases para un monitoreo ambiental que tenga en cuenta los efectos tóxicos y genotóxicos que puedan generarse en la compleja mezcla de los efluentes cloacales provenientes de centros de salud (Decreto Reglamentario 831/93).

Tananta (2009) realizó un estudio sobre la: Concentración de Coliformes Totales y Fecales en El Río Mayo, Moyobamba, el cual determinó la concentración de coliformes fecales y totales, concentraciones bacteriológicas (CF Y CT) 50 metros aguas arriba del vertedero, superan los ECAs, siendo $[1.3 \times 10^5]$ para CT y $[1.0 \times 10^4]$ para CF. Además, determinó que existe una relación de moderado a significativo para coliformes totales, mientras que para coliformes fecales la relación de causa efecto es medianamente aceptable.

Barboza (2011) dice que: La Caracterización de los Parámetros Fisicoquímicos y Biológicos del Efluente de la PTAR “La Totor-Ayacucho ” reportó valores altos para parámetros importantes que miden la calidad del agua, tales como coliformes fecales con 43×10^6 NMP/100 ml y DBO_5 con 41,80 mg O_2 /L ; valores altos de coliformes fecales evidencian contaminación fecal, relacionado con la presencia de organismos patógenos, por lo que el efluente en estudio está contaminado y su uso representa un riesgo elevado para la salud, además ocasiona un impacto negativo en las aguas receptoras que son utilizadas para riego. Los demás parámetros fisicoquímicos evaluados, tales como pH, conductividad, turbidez, sólidos totales, sólidos disueltos, alcalinidad, dureza total, cloruros y metales (aluminio, arsénico, cadmio y plomo), están dentro de los límites máximos permisibles según los estándares de calidad ambiental del agua, para agua de categoría 3 destinada para riego y bebida de animales.

García et al. (2011) realizaron un estudio sobre: Calidad Ecológica del Agua del Río Utcubamba en relación a parámetros fisicoquímicos y biológicos. Amazonas, Perú, quienes al analizar los diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos y al realizar la determinación cuantitativa de la importancia ambiental, se encontró que dentro de los valores ± 52 a 272, la calidad ecológica del agua del Río Utcubamba es -178, lo que indica que las actividades antropogénicas están impactando negativamente lo cual es recuperable a mediano plazo.

Cuellar et al. (2013), realizaron un estudio sobre: Niveles de Contaminantes que Afectan la Calidad de Aguas del Río Huaura-Huacho, donde encontraron que las aguas de estos ríos presentan serios problemas fisicoquímicos, en todas las estaciones de muestreo, efectuadas por la universidad tomando como referencia los LMP de la EPA, se puede apreciar que las aguas de los ríos Patón, Quichas, Oyón, Churín, Checra y Huaura presentan problemas, de acuerdo a las especificaciones contempladas en las normas peruanas oficiales, ya que importantes parámetros evaluados están por encima de los rangos o límites permitidos por influencia de actividades mineras principalmente, los resultados microbiológicos, de Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales sobrepasan los límites establecidos en todas las estaciones muestreadas, indicando un alto grado de contaminación orgánica por el vertido de aguas residuales de las poblaciones aledañas, principalmente de los poblados de Oyón y Churín.

Trujillo y Guerrero (2015) en su trabajo: Caracterización Físico-Química y Bacteriológica del Agua Marina en la Zona Litoral Costera De Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú, concluyeron que:

- Los Parámetros Químico-Físicos se encontró valores por debajo de los estándares de calidad ambiental, para fines recreativos de contacto primario, excepto para la demanda bioquímica de oxígeno con un valor promedio entre 8 mg/L-9,05 mg/L para las playas Huanchaco y Huanchaquito; existe una relación de dependencia temperatura-oxígeno de 55,9% y temperatura -DBO₅ de 31%.
- Los Indicadores Bacteriológicos no superaron los estándares de calidad ambiental, para fines recreativos de contacto primario, excepto para Coliformes Fecales con valores promedio altos de hasta 407 NMP/100ml para la estación Totorá en Huanchaco.
- En la playa de Huanchaco se obtuvo valores altos para Coliformes Fecales con 240 NMP/100ml y Huanchaquito valores altos para *Escherichia coli* con 98 NMP/100mL.
- Los valores del análisis de varianza multifactorial de los Parámetros Químico-Físicos y Bacteriológicos fueron mayores a 0,05; por lo tanto los valores son homogéneos en las playas Huanchaco y Huanchaquito.

No se han encontrado estudios sobre la Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de aguas residuales en la provincia de Chota.

2.2.BASES TEÓRICAS:

Agua Residual

El agua residual se define como toda agua usada y los sólidos que debido a diferentes medios se introducen en las cloacas y son transportados por un sistema de alcantarillado. Existen tres tipos de aguas residuales que se clasifican según su procedencia como aguas residuales domésticas, municipales o industriales (Romero, 1999).

Según el Reglamento de la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos, aprobado por D. S. N° 001-2010-AG, en el artículo 131°, las aguas residuales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo.

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

Vertimiento de Agua Residual

Según el Reglamento de la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos, aprobado por D. S. N° 001-2010-AG, en el artículo 131° el vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

Agua residual Doméstica

Según el Reglamento de la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos, aprobado por D. S. N° 001-2010-AG, en el artículo 132° las Aguas residuales domésticas, son aquellas de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

La disposición de aguas residuales o desechos en cuerpos de agua contribuyen, apreciablemente, a aumentar las concentraciones de nutrientes que fertilizan las aguas, y de materia orgánica que demanda oxígeno para la oxidación. De esta manera, se degrada la calidad de las aguas receptoras y resultan menos aptas para usos benéficos y en ocasiones se producen efectos drásticos sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres. Los cambios en las concentraciones de materia orgánica por el vertimiento de desechos, modifican las concentraciones de oxígeno disuelto, nutrientes y temperatura en el medio acuático natural, dando como resultado grandes cambios en los ecosistemas (Cubillos, 1998).

Caracterización de Aguas

Cada agua residual es única en sus características aunque en función del tamaño de la población, del sistema de alcantarillado empleado, del grado de industrialización y de la incidencia de la pluviometría, pueden establecerse unos rangos de variación habituales, tanto para los caudales como para las características fisicoquímicas de estos vertidos (Martínez, J. et al, 2013)

La generación de aguas residuales es un producto inevitable de la actividad humana. El tratamiento y disposición apropiada de las aguas residuales supone el conocimiento de

las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas; de su significado y de sus efectos principales sobre la fuente receptora. (Gomella, 1977).

Las aguas residuales presentan características fisicoquímicas y biológicas especiales sobre las demás aguas, que es necesario comprender para optimizar su manejo: recolección, transporte, tratamiento, disposición final y minimizar los efectos adversos de su vertimiento a aguas naturales o al suelo, obteniendo así un mejor manejo ambiental de los desechos y la calidad del agua (Cubillos, 1998).

Al hablar de calidad de aguas ya sean para tratamientos de depuración, potabilización, vertido o cualquier otro uso, es imprescindible determinar una serie de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante métodos normalizados, con objetivo de conocer si el valor de estos parámetros se encuentra dentro del intervalo que marca la legislación vigente, como dice Romero (1999): Para determinar las características del agua residual, deben seleccionarse cuidadosamente los parámetros a evaluar en la caracterización, dependiendo de las legislaciones y decretos regionales, municipales y nacionales, con la finalidad de aprovechar los recursos, para satisfacer los objetivos propuestos. Toda agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua del cuerpo receptor, causa efectos inaceptables para el uso propuesto del mismo

El agua residual posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua. (Caminati y Caqui, 2013).

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el tratamiento de las aguas residuales, así como la gestión de la calidad medioambiental (Metcalf y Eddy, 1995)

Parámetros Fisicoquímicos:

Los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (Orozco *et.al.*, 2005).

La ventaja de los métodos físico-químicos se basa en que sus análisis suelen ser más rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia, en comparación con los

métodos biológicos, basados en la observación y medición de ciertas comunidades de seres vivos en las aguas, además, la elección de las especies debe ser cuidadosa ya que de esta depende la evaluación de la calidad del recurso, que generalmente solo se realiza para un uso determinado, a diferencia de las físico-químicas, que permiten una evaluación para diferentes tipos de uso. (Samboni y Escobar, 2007).

pH:

Es la concentración de los iones hidronio específicamente se define como:

$$\text{pH} = -\log (\text{H}_3\text{O})$$

El termino pH es utilizado universalmente para determinar si una solución es acida o básica, es la forma de medir la concentración de iones hidronio de una disolución. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14. (Romero, 2000).

Alcalinidad:

La alcalinidad es una medida de la capacidad de una muestra de neutralizar ácidos. La alcalinidad puede generarse por hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, magnesio, sodio, potasio o de amonio, siendo la causa más común los bicarbonatos de calcio y magnesio. (Montoya, 2011).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es la capacidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. En condiciones normales, esta demanda se cuantifica a 20°C, el ensayo estándar se realiza a cinco días de incubación y se conoce convencionalmente como DBO₅ se expresa en unidades de mg O₂/L. (Romero, 2000).

Demanda Química de Oxígeno (DQO):

La Demanda Química de Oxígeno se usa para medir el equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general Dicromato de Potasio, en un medio ácido y a alta temperatura. Para la oxidación de ciertos compuestos orgánicos recientes, se requiere la ayuda de un catalizador como el Sulfato de plata. (Romero, 2000).

La DQO a diferencia de la DBO₅ determina adicionalmente sustancias orgánicas no degradables.

La DQO de un agua residual es superior a la DBO₅, puesto que es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química, que por vía biológica.

Parámetros Microbiológicos:

Las aguas residuales contienen una gran variedad de microorganismos: virus, bacterias, hongos, protozoos y nematodos. Se estima que hay alrededor de 5 millones de especies de microorganismos en el medio ambiente, de los cuales menos del 5% han sido catalogadas, de los cuales 3500 son bacterias, 90000 son hongos, 100000 son protistas y 4000 son virus (Cloete, 1997).

Mediante la evaluación de la calidad microbiológica del agua, se podrá determinar si es apta o no para consumo humano, esto va ligado a la presencia de microorganismos patógenos que puedan estar en ella y ser causantes de diversas clases de riesgos como enfermedades, infecciones, contaminación, entre otros.

Coliformes Totales y Fecales:

Los coliformes son bacilos cortos que se han definido como bacterias aerobias o anaerobias facultativas que fermentan la lactosa con producción de gas. Las principales especies de bacterias coliformes son el E. Coli y Enterobacter Aerogenes; no obstante, las especies que es posible que se ajusten a estos criterios, son más de veinte. El grupo de coliformes Termotolerantes incluye a los coliformes capaces de crecer a temperatura elevada 44.5 o 45°C.

El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación del agua. El ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliformes constituye en un indicio de polución, así como la eficiencia de la purificación y potabilidad del agua. (Romero, 2000).

2.3. HIPÓTESIS:

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL:

- La caracterización fisicoquímica y microbiológica en coliformes Totales y Fecales de las aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota permite verificar el grado de contaminación.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:

- La cuantificación de UFC en las aguas residuales de la UNACH, permite evaluar si es perjudicial la composición fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales producidas por la Universidad Nacional Autónoma de Chota, se podrá

comparar con los valores señalados en los Límites Máximos Permisibles, estando muchas características fuera de los intervalos.

- La medición de los parámetros de contaminación química y microbiológica permite evaluar el índice de biodegradabilidad las aguas residuales de la universidad autónoma de Chota son fácilmente degradables.

2.4. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES:

2.4.1. VARIABLE:

- Las aguas residuales generadas en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

2.4.2. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE:

VARIABLE:	DIMENSIÓN:	INDICADORES:	INSTRUMENTOS:
Caracterización Físicoquímica y Microbiológica del Agua Residual	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	DBO ₅	Botellas OXI TOP, con sensores de cabezal.
		DQO	Termo reactor y Espectrofotómetro
		DUREZA	Titulación EDTA
		ALCALINIDAD	Titulación Volumétrica
		pH	PH metro en el Multiparámetro
		CONDUCTIVIDAD	Multiparámetro
		SÓLIDOS TOTALES	Balanza Analítica
		COLOR	Espectrofotómetro
		OLOR	Sentido oftálmico
		TURBIDEZ	Turbidímetro en el Multiparámetro
	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	COLIFORMES TOTALES	Tubos Tapa Rosca, Caldos y Agares Nutritivos, Autoclave e Incubadora.

		COLIFORMNES FECALES	Tubos Tapa Rosca, Caldos y Agares Nutritivos, Autoclave e Incubadora.
--	--	------------------------	---

Elaboración Propia.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA:

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO:

- El campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, localizado en Colpa Matara.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Enfoque Cuantitativo Descriptivo

Unrau, Grinnell y Williams (2005), citado por Sampieri (2006), mencionan que la investigación cuantitativa debe ser lo más "objetiva" posible. Los fenómenos que se observan y/o miden no deben ser afectados de ninguna forma por el investigador. Este debe evitar que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros. En pocas palabras, se busca minimizar las preferencias personales.

Sampieri (2006) dice que el Enfoque Cuantitativo en una investigación usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Sampieri (2006) menciona que un estudio descriptivo consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar como son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir, miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga.

La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

- Diseño Descriptivo:

Muestra → Observación

La investigación a realizar es de tipo descriptiva ya que se realiza una caracterización de las aguas residuales de la planta de tratamiento de agua residual, que posteriormente se analizara sus resultados y se compara con la normativa vigente.

Sampieri (2006) Los estudios descriptivos únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan las variables medidas.

En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre que o quienes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos, etc.).

En este caso, el estudio va a ser descriptivo simple porque tan solo hay una variable, el cual será objeto de observación, medición y análisis.

3.4. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:

3.4.1. La Población: La población está determinada por la generación de aguas residuales en la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Una vez que se ha definido cuál será la unidad de análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz et al., 1980), citado por Sampieri (2006).

3.4.2. Tipo de Muestreo: Se aplicó muestreo aleatorio al azar, lo que se pretende es que todos los componentes estén representados en la muestra reduciendo de esta manera el error de muestra.

Sampieri (2006) La asignación aleatoria o al azar es una técnica de control muy difundida para asegurar la equivalencia inicial al

ser asignados aleatoriamente los sujetos a los grupos del experimento.

Es una técnica de control que tiene como propósito dar al investigador la seguridad de que variables extrañas, conocidas o desconocidas, no afectaran de manera sistemática los resultados del estudio (Christensen, 2000), citado por Sampieri (2006).

3.4.3. Muestra: Las muestras de las aguas residuales generadas en la Universidad, se obtendrán por medio de la visita en campo, haciendo uso de envases de material plástico, limpios y correctamente rotulados Serán tomadas de la zona de desagüe para luego ser homogenizadas y obtener una muestra representativa.

Sampieri (2006) Muestra es el Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población; por lo tanto, para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de análisis (personas, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, etc.), el sobre qué o quienes se van a recolectar datos depende del planteamiento del problema a investigar y de los alcances del estudio. Estas acciones nos llevaran al siguiente paso, que consiste en delimitar una población.

Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés (sobre el cual se recolectaran datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión), éste deberá ser representativo de la población.

El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra logren generalizarse o extrapolarse a la población. El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa.

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZARSE:

3.5.1. De Bioseguridad

- Guardapolvos color blanco drill
- Mascarillas estériles y de jebe boca-nariz con filtro para protección contra gases orgánicos

- Guantes de látex estériles
- Lentes protectores de policarbonato
- Gorras de laboratorio
- Botas de seguridad dieléctricas

3.5.2. De Laboratorio:

Para Análisis Bacteriológico:

- Asas bacteriológicas de inoculación y siembra
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Tubos tapa rosca
- Alcohol
- Probetas
- Algodón
- Pissetas
- Mecheros de alcohol
- Mechero bunsen
- Frascos rotulados para muestreo

Reactivos químicos y otras sustancias:

- Agua destilada
- Agar Mc Conkey y EMB
- Caldos CLST, Caldo peptonado, Brilla y EC
- Solución EDTA
- Solución H_2SO_4
- Solución de hidróxido de sodio
- Solución BHK
- Agitadores magnéticos
- Cocina electromagnética
- Indicador net
- Solución buffer
- Calibradores del Multiparámetro
- Indicador safranina
- Detergentes y desinfectantes
- Computadora, con softwares

Para fisicoquímica:

- Matraces
- Vasos de precipitación
- Micro pipetas
- Buretas
- Frascos para muestreo
- Botellas OXI TOP
- Probetas
- Viales de DQO
- Embudo
- Papel filtro

Reactivos químicos como:

- Agua destilada
- Ácido sulfúrico

Equipos en general:

- Mechero Bunsen
- Balanza Analítica
- Autoclave
- Estufa
- Espectrofotómetro
- Termo reactor
- Multiparámetro
- Incubadora

Material necesario:

- Hilo pabilo
- Papel crac
- Papel aluminio
- Marcadores
- Etiquetas para rotular
- Reloj
- Calculadora
- Encendedor

- Tijeras
- Cintas de pegar
- Cuaderno de notas
- Cámara

Recalcando que algunos materiales y reactivos de laboratorio, e incluso equipos están disponibles en los laboratorios de la universidad.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ACOPIO DE DATOS:

VARIABLE	TIPO	PARÁMETRO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS Y OTROS MATERIALES
Aguas Residuales generadas en la UNACH	Cuantitativo	pH	Determinación de la actividad de los iones hidrogeno por medidas potencio métricas.	pHmetro
	cuantitativo	Alcalinidad	Se toma una muestra, se agrega una solución buffer y se adiciona indicador y luego se titula hacia un viraje de color.	Titulación
	cuantitativo	Acidez		Titulación
	cuantitativo	DBO ₅	Incubación en frasco hermético a 20 °C por días cinco en la oscuridad.	Botellas (Oxi top)

	cuantitativo	DQO	Oxidación reflujo cerrado con dicromato de potasio en exceso en medio ácido y con catalizador que se determina fotométricamente a 620 nm.	Espectrofotómetro
	cuantitativo	Temperatura:	Tomar una muestra de agua y medir la temperatura a la que se encuentra.	Instrumento para medir temperatura de agua.
	cuantitativo	Color	Se toma una muestra y se coloca en una cubeta para hacer la medición en un espectrofotómetro.	Espectrofotómetro
		Olor	Se toma una muestra y se agita lentamente.	Sentido del olfato
		Coliformes Totales y Termotolerantes	Se toma muestras de aguas residuales y se utiliza agar verde brillante para hacer la medición, así como otros agares selectivos.	Espectrofotómetro, Microscopio, caldos nutritivos y agares selectivos.

Las técnicas de medición y de cuantificación de los parámetros, se harán de acuerdo a los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales de la APHA, AWWA, WPCF, que a continuación se describen:

3.6.1. PROCESAMIENTO DE DATOS:

- Los datos serán recolectados por trabajo de campo y de laboratorio a través de las mediciones de cada unidad experimental efectuada, seguida de cuadros de comparación de los diversos parámetros establecidos en la ley ambiental vigente.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:

- Los resultados de las tres muestras tomadas en los meses de julio, setiembre y octubre, en diferentes épocas, se representan en los siguientes cuadros:

Cuadro 01. Valor de los parámetros fisicoquímicos del agua residual.

FECHA	HORA	TIEMPO CLIMATICO	PARAMETROS FISICOQUIMICOS											
			DE CAMPO (MULTIPARAMETRO)											
			TEMPERATURA °C	TURBIDEZ FNU	OD ppm	CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S}/\text{cm}$	CONDUCTIVIDAD absoluta $\mu\text{S}/\text{cm}^A$	Resistividad $\text{M}\Omega/\text{cm}$	Ph	mVpH	mVORP	STD ppm	DQO	DBO5
4/07/2017	2:00pm	Estiaje	19.22	134	0.21	4520	4016	0.0002	8.38	-83.7	-290.2	2258	429.987	171 343
11/09/2017	1:30pm	Lluvias	19.18	182	1.65	2910	2587	0.0003	8.44	-95.3	-253.3	1456	708.67	311
30/10/2017	2:00pm	Lluvias	19.54	100	0.94	1876	X	0.0005	8.23	-85.2	-205.7	940	311.34	167

Cuadro 02. Valor de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual.

				PARAMETROS MICROBIOLOGICOS		
DE LABORATORIO				DE LABORATORIO		
Ratio		DUREZA ppm	ALCALINIDAD ppm	SÓLIDOS TOTALES	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
0.39768644	0.79769854	710 en 50ml	1198 en 50 ml	0.0526	3000000	1600000
0.438850241		880 en 25 ml	800 en 25 ml	0.1164	9200000	3500000
0.536391084		2000 en 25 ml	656 en 25 ml	0.0902	9300000	4000000

4.2. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

- El agua residual estudiada en algunos parámetros se encuentran fuera de los rangos límites máximos permisibles del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, como:
 - ✓ En coliformes Termotolerantes, la ley menciona que el máximo es de 10 000 NMP/100ml y resultó encontrándose aproximadamente 9000000 NMP/100ML.
 - ✓ En DQO, La ley menciona que el máximo es de 100 mg O₂/L y resultó encontrándose entre 3 a 7 veces éste valor permisible.

- ✓ En DBO5, la ley menciona que el máximo es de 200 mg O₂/L y resultó encontrándose aproximadamente en un muestreo en la época de lluvia 311 mg O₂/L.
- ✓ En pH y temperatura se encuentra dentro de los rangos permisibles.
- ✓ En SST, la ley menciona un máximo de 150mg/L, y resultó ser el único parámetro que se ubica a nivel muy inferior.

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS:

- Se comprueba que la mayoría de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos están fuera de los intervalos o rangos de los límites máximos permisibles del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES:

- Se evaluó las características fisicoquímicas y microbiológicas (*Coliformes Totales y Fecales*) las aguas residuales generadas en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, encontrándose en su mayoría de los parámetros fuera de los LMP del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.
- Se cuantificó las Unidades Formadoras de Colonia, ubicándose extremadamente fuera de los LPM del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.
- Se calculó que el indicador de biodegradabilidad (DBO_5/DQO) de las aguas residuales están entre 0,4 a 0,7 concluyéndose también que requiere de un tratamiento químico y biológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Barboza, G. (2011). “Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá –Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación”. Tesis, Facultad de Ciencias Sección de Posgrado y Segunda Especialización Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Caminati, A. & Caqui, C. (2013). Análisis y Diseño de Sistemas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano su Distribución en La Universidad De Piura. Tesis. Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad de Piura. Perú.
- Coral, K. (2002). Caracterización Físico Química y Recomendación de Sistemas de Tratamiento de Las Aguas del Canal de Riego de Tumbaco. Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Internacional SEK. Quito, Ecuador.
- Cuellar, J., Flores, B. & Delgado, M. (2013). “Niveles de Contaminantes que Afectan la Calidad de Aguas del Río Huaura-Huacho”. Artículo Científico, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho-Perú.
- Esponda A. (2001). Arranque de un sistema experimental de flujo vertical a escala piloto de tipo humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Galvis & Rivera (2013). Caracterización Fisicoquímica y Microbiológica de los Lodos presentes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI) de la Empresa Jugos HIT de la Ciudad de Pereira. Colombia.
- García, F., Torres, J. & Vergara, S. (2011). “Calidad Ecológica del Agua del Río Utcubamba en Relación a Parámetros Fisicoquímicos y Biológicos, Amazonas, Perú”.
- Gomella & Guerrero. (1977). Tratamiento de aguas para abastecimientos públicos. Etasa.

- Mahamud M., Gutiérrez A. & Sastre H. (1996). Biosólidos generados en la depuración de aguas: (II). Métodos de Tratamiento. Ingeniería del Agua, Vol. 3, Núm. 3.
- Martínez J., Rivera J., Houbroun, E., Calvarin A., Carrera O., García E., Soriano R. & Tepole M. (2013). “Caracterización de Aguas Residuales Universitarias y Determinación de la Eficiencia de Tratamiento de las PTAR de la UV existentes de la Región Córdoba-Orizaba”-Tesis. Universidad Veracruzana, Facultad De Ciencias Químicas. Orizaba, Veracruz, México.
- Medina C. (2010) Aplicación del Proceso Fenton para Degradar Lixiviados del Relleno Sanitario Agua de Las Vírgenes – Huancayo. Junín.
- Montoya, C. (2011). Manual de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías, Programa de Tecnología Química.
- Moreno de Guerra, F. & F López Vera. (1979). Análisis de flúor y silicio de las aguas subterráneas del Terciario Detrítico de Madrid. Pp.691-702 en: Hidrogeología y Recursos Hídricos. Tomo IV. Madrid, España.
- OEFA., (2014). Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. Primera edición: abril de 2014. Impreso por Billy Víctor Odiaga Franco. Miraflores, Lima.
- Orozco, C., Pérez, A., González, M. N., Rodríguez, F., Alfayate, J., (2005). Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química. Tercera edición, Thomson Editoriales Spain Paraninfo, S.A.
- Padilla, García & Pérez (2010) Caracterización físico-química y bacteriológica, en dos épocas del año, de la subcuenca del río Quiscab, Guatemala.
- PNUMA. (2011). Estudio de Caracterización de Las Aguas Residuales Afluentes al Sistema de Tratamiento de Puchukollo. Proyecto PNUMA-Titicaca. La Paz, Bolivia.
- Ramírez, L. (2001) Manual de Microbiología. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnologías, Escuela de Química.
- Rodríguez–Monroy J. y Durán de Bazúa C. (2006). Remoción de nitrógeno en un sistema de tratamiento de aguas residuales usando humedales artificiales de flujo vertical a escala de banco. Tecnol. Ciencia Ed. 21, 25–33.
- Romero, J. (1999). Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería,

- Romero J. (2000). Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. Escuela Colombiana de Ingenierías. Colombia.
- Samboni, N., Escobar, Y. & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Revista Ingeniería e Investigación. Colombia.
- Tananta, F. (2009). “Determinación de la Concentración de Coliformes Fecales y Totales en el Río Mayo, por Incidencia de la Descarga de Aguas Residuales de la Ciudad de Moyobamba 2009”. Tesis, Departamento Académico De Ciencias Ambientales, Universidad Nacional De San Martín, Tarapoto – Perú.
- Trujillo, G. & Guerrero, A. (2015). “Caracterización Físico-Química y Bacteriológica del Agua Marina en la Zona Litoral Costera De Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú”. Artículo Científico, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) Trujillo-Perú.

4. ANEXOS:



Fotografía 01.- Aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota.



Fotografía 02.- Aguas residuales generadas en la Universidad Nacional Autónoma de Chota.



Fotografía 03.- Poza de sedimentación instalada dentro del campus universitario en Colpa



Matara.

Fotografía 04.- Recojo de la muestra de agua residual para caracterización fisicoquímica.



Fotografía 05.- Recojo de la muestra de agua residual para caracterización microbiológica.



Fotografía 06.- Evaluación de algunas características fisicoquímicas de la muestra de agua residual en laboratorio.



Fotografía 07.- Incubación de la muestra de agua residual para la evaluación de la DBO_5 .



Fotografía 08.- Evaluación de la densidad microbiana existente en muestra de agua residual por el método NMP.