



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE
CONTAMINACIÓN EN EL CAUCE ALTO Y BAJO DEL RÍO
COLPAMAYO, CHOTA - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

Autor:

Br. Luis Humberto Coronel Delgado

Asesor:

Dra. Berta Gallo Gallo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

CHICLAYO - PERÚ

2018



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 3:00 pm. Horas del día 05 de noviembre del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 2628-2018-UCV-CH, de fecha 31 de octubre del 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada:

“Estudio comparativo de los niveles de contaminación en el cauce alto y bajo del río Colpamayo, Chota – 2017”.

Presentado por la Bachiller: CORONEL DELGADO, LUIS HUMBERTO, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- PRESIDENTE : Dr. John William Cajan Alcántara
- SECRETARIO : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez
- VOCAL : Dra. Bertha Magdalena Gallo Gallo

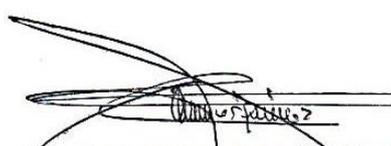
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBADO POR UNANIMIDAD

Siendo las 5:45 pm., del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 05 de noviembre del 2018


Presidente


Secretario (a)


Vocal

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre, familiares y amigos por apoyarme y así llegar al final de este trabajo de investigación.

Luis Humberto Coronel Delgado.

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Por darme la oportunidad de vivir, darme salud y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Adelina.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación en todo momento que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional.

Agradezco a la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera profesional, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero ambiental y de manera muy especial a mi asesora la doctora Berta Gallo Gallo. Por otro lado, también agradecer mi compañero Ebert Fran Sánchez Bustamante quién me brindó su apoyo con los equipos de laboratorio para realizar las muestras de campo.

Luis Humberto Coronel Delgado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Luis Humberto Coronel Delgado con DNI N° 44456577 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 11 de diciembre del 2017



Luis Humberto Coronel Delgado

DNI:44456577

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

De conformidad con el Reglamento Interno de la Universidad Cesar Vallejo, presento a vuestra consideración la presente Tesis para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Ambiental, titulada: “Estudio Comparativo de los Niveles de Contaminación en el Cauce Alto y Bajo del Río Colpamayo, Chota - 2017”.

Hago propicia la oportunidad para expresar mi gratitud hacia ustedes señores miembros del jurado, a mi asesor de tesis y a todos los demás profesores, quienes con su valioso aporte hicieron posible culminar este trabajo, que espero pueda servir de guía para investigaciones posteriores.

Chiclayo, 11 diciembre de 2018

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTECIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Realidad Problemática	15
1.2 Trabajos previos	19
1.3 Teorías relacionadas al tema	28
1.3.1 Contaminación del agua y de los ríos	28
1.3.2 Contaminantes orgánicos – Aguas residuales	31
1.3.3 Contaminación de aguas por microorganismos patógenos.....	31
1.3.4 Calidad del agua	33
1.3.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Generalidades.....	38
1.3.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	39
1.3.7 Verificación de la calidad de aguas	40
1.3.7.1 Análisis físico y químico del agua	40
1.3.7.2 Límites máximos permisibles	45
1.4 Formulación del problema	47
1.5 Justificación del estudio	47

1.6	Hipótesis	49
1.7	Objetivos	49
II.	MÉTODO.....	49
2.1	Diseño de investigación	50
2.2	Operacionalización de variables	51
2.3	Población y muestra	52
2.4	Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	52
2.5	Métodos de análisis de datos	54
2.6	Aspectos éticos.....	54
III.	RESULTADOS.....	55
3.1	Materiales y métodos	55
3.2	Métodos de análisis de datos	56
3.2.1	Indicadores de calidad de agua.....	58
3.2.1.1	Turbiedad.....	58
3.2.1.2	Temperatura	59
3.2.1.3	Oxígeno disuelto	60
3.2.1.4	pH.....	61
3.2.1.5	Caudal.....	62
3.2.2	Prueba de hipótesis de normalidad.....	63
3.2.3	Prueba de hipótesis para la diferencia de medias.....	64
3.2.4	T de student de igualdad de medidas	65
IV.	DISCUSIÓN.....	68
V.	CONCLUSIONES.....	69

VI. RECOMENDACIONES	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS.....	80
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	97
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contaminantes primarios de las aguas residuales provenientes del alcantarillado.....	30
Tabla 2. Enfermedades transmisibles por el agua	35
Tabla 3. Límites máximos permisibles de características biológicas	46
Tabla 4 Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica	47
Tabla 5 Operacionalización de variables	51
Tabla 6 Métodos de análisis	57
Tabla 7 Prueba de Normalidad para los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua de la Quebrada Colpamayo	63
Tabla 8 T de student de igualdad de medias para muestras independientes para los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua de la quebrada Colpamayo	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del Rio Colpamayo	55
Figura 2: Comparación de la turbiedad en el cauce alto y bajo de la quebrada Colpamayo.	58
Figura 3: Comparación de la temperatura en el cauce alto y bajo de la quebrada Colpamayo.	59
Figura 4: Comparación del Oxígeno disuelto (ppm) en el cauce alto y bajo de la quebrada Colpamayo.	60
Figura 5: Comparación del pH en el cauce alto y bajo de la quebrada Colpamayo.	61
Figura 6: Comparación del caudal en el cauce alto y bajo de la quebrada Colpamayo.	62

RESUMEN

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL CAUCE ALTO Y BAJO DEL RÍO COLPAMAYO, CHOTA - 2017

La presente investigación tuvo como objetivo establecer el estudio comparativo de los niveles de contaminación en el cauce alto y bajo del río Colpamayo en Chota, Departamento de Cajamarca; el estudio fue de tipo descriptivo y el diseño de la investigación no experimental.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante las siguientes pruebas estadísticas: prueba de normalidad, prueba de hipótesis para la diferencia de medias y análisis de correlación de Pearson, concluyéndose que existe diferencia significativa en el nivel de contaminación de turbiedad, siendo mayor en el cauce bajo; no son significativas las diferencias de las medias de las muestras para conductividad, sólidos disueltos, temperatura, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.

Se encontró una correlación positiva entre conductividad y sólidos totales disueltos, a su vez para las correlaciones entre oxígeno disuelto y temperatura y porcentaje de oxígeno disuelto y temperatura se encontraron correlaciones negativas.

El aumento de turbiedad y caudal en el cauce bajo se deben a los vertidos de aguas domésticas, de lluvia y escorrentía.

Palabras clave: Niveles de contaminación, calidad de agua, Estudio comparativo

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY OF POLLUTION LEVELS IN THE CHANNEL HIGHT AND LOW OF THE COLPAMAYO RIVER, CHOTA - 2017

The objective of the present investigation was to establish a comparative study of pollution levels in the upper and lower channel of the Colpamayo river in Chota, Department of Cajamarca; The study was descriptive, explanatory and the design of the pre-experimental research.

The data obtained were analyzed by the following statistical tests: normality test, hypothesis test for the difference of means and Pearson correlation analysis, concluding that there is a significant difference in the level of turbidity contamination, being higher in the low channel; the differences of the means of the samples for conductivity, dissolved solids, temperature, dissolved oxygen and percentage of dissolved oxygen saturation are not significant.

A positive correlation was found between conductivity and total dissolved solids, in turn for the correlations between dissolved oxygen and temperature and percentage of dissolved oxygen and temperature negative correlations were found.

The increase of turbidity and flow in the low channel are due to the discharges of domestic water, rain and runoff.

Key words: Pollution levels, water quality, Comparative study

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento más abundante del planeta, los océanos y mares representan el 97% del agua y el restante 3% se reparte en lagos y ríos (Tyler, 2002). Esta cantidad de agua dulce es muy pequeña y fundamental para la vida animal y vegetal, además el agua es indispensable para la supervivencia de casi todos los organismos vivos del planeta y cada vez es más apreciado, tanto para uso doméstico, industrial y agrícola. Su escasez, sobre todo en las ciudades, la sitúan como prioridad vital para el desarrollo de las poblaciones.

Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos. Gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc.

El estudio se llevó a cabo en el Río Colpamayo el cual se encuentra ubicado en el departamento de Cajamarca en el distrito y provincia de Chota, a 2367 msnm en las coordenadas $6^{\circ} 33' 00''$ de latitud este y $78^{\circ} 07' 00''$ de longitud norte. Se realizaron visitas previas al estudio para la identificación de los lugares idóneos donde realizar los muestreos y ver las condiciones en las que se encontraba el río a lo largo de su cauce dentro de la ciudad de Chota. Los puntos se localizaron en dos zonas y por cada zona se tomaron muestreos en lugares representativos, el cauce alto o de inicio: con las coordenadas UTM 760531 E, 9273929 N y el cauce bajo o final: con las coordenadas UTM E, 760404 N. 2973790.

Esta investigación es necesaria para las autoridades, municipal y regional competentes, porque al disponer de información sobre la contaminación del río Colpamayo podrán tomar las medidas más adecuadas y, asimismo, de modo complementario es conveniente para los ciudadanos en general, debido a que al ser informados tomaran una mejor actitud respecto a la disposición de residuos sólidos, evitando la aparición de plagas y enfermedades que podrían afectar su salud.

La presente investigación tiene por objeto Evaluar los niveles de contaminación en los cauces alto y bajo del río Colpamayo, mediante la determinación de los parámetros fisicoquímicos, Químicos y Bacteriológicos puesto que no existe un sistema de monitoreo el cual permita evaluar y determinar la calidad de las aguas del río Colpamayo, dicha información servirá como base o referencia a estudiantes e investigadores en posteriores estudios de contaminación de cuerpos de agua o para hacer un estudio del mismo río posteriormente y realizar comparaciones, de esta forma se podrá informar, motivar y crear conciencia para el cuidado de este recurso primordial que es tan valioso e irremplazable.

1.1 Realidad Problemática

Existen diferentes tipos de contaminación, atmosférica, del agua y del suelo. La contaminación se ha incrementado debido al crecimiento poblacional y al uso no adecuado de los recursos, materias primas y energías, para la satisfacción de necesidades básicas que permiten mejorar la calidad de vida, pero que contribuyen al deterioro de planeta.

El desarrollo económico e industrial de cada país origina diferentes grados de contaminación, estos representan una preocupación permanente de la mayoría de gobiernos siendo un objetivo común su control y disminución. La contaminación hídrica es el tema central del presente estudio.

Las fuentes de contaminación del recurso hídrico en el Perú son los vertimientos de aguas residuales, la actividad minera y la inadecuada gestión de residuos sólidos.

La contaminación de ríos en la Provincia de Chota está presente desde hace varias décadas, el río Colpamayo presenta elevados niveles de índices de contaminación; se considera que los parámetros de calidad pueden exceder lo establecido por la legislación vigente, afectando su flora

y fauna y de manera indirecta a la población que habita en las zonas de la ribera del río.

El río Colpamayo se ubica en la parte este de la ciudad de Chota, se ha identificado que en él se depositan los desagües de la ciudad desde la altura del camal municipal hasta la desembocadura con el río Chotano, aproximadamente 1 km de río contaminado. También se observa abundante contaminación de residuos domésticos y contaminación que generan granjas de aves y establos.

El agua contaminada en su curso aguas abajo sirve como fuente de irrigación de pastizales que sirven de alimento de ganado, en establos donde están presentes aves carroñeras e insectos que constituyen un foco infeccioso.

Ante la situación expuesta se plantea la presente investigación con la finalidad de determinar el tipo y nivel de contaminación que afecta al río Colpamayo y a la comunidad, así como plantear un conjunto de medidas con el objetivo de reducir su contaminación.

ESTHER P. BIÓLOGA (2015) *blogverde.com*,

El agua es fuente esencial de vida, ya que sin ella simplemente no existiría ningún ser vivo. Por ello, cualquier sociedad industrial usa enormes cantidades de agua para el consumo diario, esto demuestra la gran importancia que este líquido esencial tiene para la propia vida en sí, a lo largo del mundo existen numerosos ríos aquejados por las sequías o la contaminación. Sin embargo, algunos de ellos (muchos ríos muy famosos y conocidos) alcanzan unos niveles de contaminación realmente alarmantes, hasta el punto de que ya es totalmente imposible descontaminarlos.

Río Yangtsé: Se trata del tercer río más largo del mundo, el más largo de China y de Asia, con 6.300 kilómetros de longitud. El Yangtsé se ha visto muy afectado por las contaminaciones de sus aguas. Se calcula que el 40% del agua contaminada del país asiático va a parar a este río. La contaminación del Yangtsé sigue además aumentando a pasos agigantados. Hace aproximadamente un lustro ya había unos 550

kilómetros de río en estado crítico. En la actualidad se cree que esa cifra puede llegar a los 700 kilómetros.

Río Matanza-Riachuelo, en Argentina: Más de 3 millones y medio de habitantes residen en los alrededores de uno de los ríos más contaminados del planeta, con un área de nada menos 2.240 kilómetros cuadrados llenos de basura. Según diarios argentinos de 1993, hasta 250 millones de dólares se destinaron para un proyecto de limpieza de sus aguas, pero solo un millón llegó a utilizarse para mejorar las condiciones del agua, el resto ha sido señalado como “apropiación indebida”.

Río Citarum en West Java, Indonesia: En este caso no se trata de un río grande y conocido, pero sí que es famoso por los niveles de contaminación que presenta. Situado en Java Occidental (Indonesia), sus aguas están contaminadas por los residuos de las más de 500 industrias textiles de la zona, y por la propia actividad de sus habitantes. El rápido crecimiento de la población indonesia en los últimos 20 años ha arrastrado a más de 5 millones de personas hasta las orillas del río Citarum. En total, 350 kilómetros llenos de residuos industriales, basura y flujos tóxicos que amenazan a todo aquél que pone la mano en sus aguas. En 2008, el gobierno indonesio y el Banco Asiático de Desarrollo se comprometieron a invertir 3.500 millones de dólares en la descontaminación del acuífero, pero hasta el momento no se han visto cambios.

EL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, a través del SINIA (Sistema Nacional de Investigación Ambiental), crea el Fondo de Inversión Agua Segura – FIAS (29 de diciembre del 2016), el cual depende del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS, con Decreto Legislativo N°1284. Su finalidad es de financiar actividades dirigidas a poner fin a las brechas de cobertura de agua, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, aportando a la eficiencia económica y operativa de los contribuyentes de los servicios de saneamiento y a la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento.

El río Colpamayo, ubicado en la Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca, tiene un grado importante de contaminación, se ve afectado al constituirse en cuerpo receptor de los desagües de la provincia, esta situación dada desde hace varios años, sin haberse tomado medidas para disminuir su Impacto sobre la calidad del agua del río. La municipalidad de Chota propuso la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales, que considera la construcción de pozas de oxidación con posterior tratamiento de clorificación, pero que no se concretó debido a una ubicación inadecuada para la población. El problema continúa poniendo en riesgo a la población, el ecosistema y su sostenibilidad.



1.2 Trabajos previos

SAMILLÁN R. D. (2014). “Evaluación Físico-Química y Microbiológica de las Aguas del Rio Reque - Chiclayo 2014”.

El objetivo de la investigación fue evaluar la composición físico química y microbiológica de las aguas del Rio Reque (junio, julio, agosto, setiembre)- Chiclayo 2014.

Se determinó que el pH, solidos totales disueltos, conductividad eléctrica, análisis de dureza total, cloruros, análisis de calcio, análisis de magnesio, solidos suspendidos totales, turbidez, sulfatos, oxígeno disuelto, análisis de la demanda bioquímica de oxígeno en las aguas del rio Reque entre otros están dentro de los límites establecidos por el reglamento de aguas Superficiales, según resolución Suprema N° 002-2008 del Ministerio del Medio Ambiente en su categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático en lagunas, lagos y ríos de la selva) y por la ley General de Aguas en su Clase IV (Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial).

Los valores de pH, turbiedad, C.E, S.T.D., Cloruros, DT, Ca, Mg, Alcalinidad, Solidos Suspendidos Totales, Sulfatos, Demanda bioquímica de oxígeno, Temperatura, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, presentan valores bajos con respecto a los límites máximos permisibles (LMP). Los resultados de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos indican la buena calidad en las aguas del Rio Reque.

Concluye el estudio mencionando que la demanda Bioquímica de Oxígeno presenta valores bajos con respecto al límite máximo permisible.

Los valores de oxígeno disuelto presentan valores mayores o iguales a 5 con respecto a los límites máximos permisible.

Las principales fuentes de contaminación fueron el vertimiento de aguas residuales domésticas, los residuos fecales de agua y los fertilizantes utilizados en los campos de cultivos.

Aporte: Explica de una manera detallada los estudios que se han realizado sobre la calidad del agua del río Reque, da a conocer las normas ambientales y los criterios para diagnosticar y evaluar la contaminación.

ROJAS M. C. M. (2011). “Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (PH. Las Cruces) en Nayarit, México”

El objetivo de la investigación fue determinar la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, antes de la construcción de una hidroeléctrica.

Para un contaminante, el grado de toxicidad potencial y su biodisponibilidad presente en un ambiente depende en una parte de la interrelación de los factores físicos y químicos del agua. Las variables fisicoquímicas que proporcionan una medición instantánea de la condición del agua.

El análisis como el desarrollo en el presente proyecto permite la integración interdisciplinaria en la que profesiones como la química, la ingeniería ambiental, la biología, la hidrología, y otras pueden converger en el terreno de la salud ambiental y facilitar elementos de distinción para el diagnóstico y planteamiento de atención al recurso. El valor metodológico de esta investigación se refiere a la caracterización de los parámetros que califican la constitución del agua y el uso de la misma. La posible concepción de proyectos obtenidos de la base diagnóstica aquí presentada, permitirá la futura incorporación de estudios para el uso del recurso hídrico en condiciones críticas de contaminación, así como profundizar en la determinación de los metales pesados u otros indicadores de contaminación. De los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

La contaminación observada en el río San Pedro, Nayarit, es de tipo microbiológico, seguido por compuestos fisicoquímicos. En las muestras estudiadas no se registró presencia de plaguicidas.

Los altos valores en los parámetros microbiológicos, como: coliformes totales y fecales; y los valores de fisicoquímicos, como: color, turbiedad,

dureza total, fenoles, fluoruros, nitrógeno amoniacal, sulfatos, SDT, y detergentes; limitan o facilitan el crecimiento de vida acuática, así como el uso agrícola y pecuario del agua.

Se concluyó que el agua del río San Pedro, Nayarit, está contaminada y es inadecuada para el uso y consumo humano, excepto para organismos acuáticos resistentes a ella. Los valores ICA corresponden en un principio del estudio con una medida promedio de 81 para el primer muestreo, seguido por 60 en el segundo muestreo y finalizando con una medida promedio de 59, mostrando una disminución en la calidad del agua.

Aporte: Explica conceptos claros sobre la contaminación hídrica el río San Pedro y describe sus contaminantes, muestra a través de cuadros y gráficos el comportamiento de las variables de la presente investigación.

ROMERO A, FLORES S, & PACHECO W. (2010) “Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa”.

Se estudió el efecto contaminante del pasivo minero de Ticapampa, que constituye un relave polimetálico de flotación de minerales sulfurados de cobre, plomo y zinc, el cual se localiza en la cuenca media del río Santa, la cual ha sido negativamente impactada desde el año de 1900, por las labores mineras de Collaracra, el Triunfo y la Florida; en el año de 1908, por el funcionamiento de la planta concentradora y de la fundición de la empresa minera The Anglo French Ticapampa Silver Mining Co. y en el año de 1967, por la labor minera de la explotación de la plata, plomo y zinc y el funcionamiento de la planta concentradora, a cargo Compañía Minera.

Alianza S.A. Empresa Nacional; como consecuencia de la realización de labores mineras y las actividades de beneficio de minerales, se tiene pasivos ambientales, tales como: 4 canchas de relaves polimetálicos y filtraciones de agua de relavera, cuyos drenajes se vierten de manera directa al cuerpo de agua receptor de la cuenca del río Santa, cuya calidad de aguas se han convertido en un lugar sin indicio de vida acuática, siendo el consumo de esta agua nocivo para los seres vivos.

Aporte: El objetivo del estudio fue identificar y monitorear los cuerpos de agua, con el propósito de determinar sus características físicas y químicas. Para ello, se efectuaron cuatro muestreos de toma de aguas, en zonas próximas al área impactada por la presencia del pasivo ambiental de la minería en Ticapampa.

CALLA H., Y CABRERA C. (2010) “Calidad del agua en la cuenca del río Rímac, sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras”.

La tesis de investigación aborda los efectos que ha presentado la calidad del agua del río Rímac frente al desarrollo de la actividad minera en el distrito de San Mateo de Huanchor ubicado en la provincia de Huarochirí del departamento de Lima.

El área de estudio es una zona donde la actividad minera polimetálica se ha desarrollado desde muchas décadas atrás aproximadamente desde los años 30, época en la cual no se tenían las actuales exigencias de la normativa ambiental legal y por tal motivo tenemos actualmente catalogados en la zona 21 pasivos ambientales mineros entre bocaminas, relaveras e infraestructuras asentados a orillas de las aguas del Rímac y de sus tributarios principales como son el río Blanco y el río Aruri, los cuales actualmente son fuentes aportantes de lixiviados a las aguas del río Rímac, debido a que no están siendo manejados ni por la empresa privada ni por el Estado.

Del análisis se obtuvo que el cadmio, plomo, manganeso, arsénico y fierro eran los elementos que tenían que recibir un tratamiento correctivo, ya que sus concentraciones en las aguas del Rímac eran mayores a lo establecido en los estándares de calidad de agua.

Luego de obtener estos resultados se seleccionó la fuente aportante a tratar y se eligió como caso de estudio el efluente final de Compañía Minera San Juan S.A, por ser la empresa minera con mayor trayectoria histórica en la zona y la que tiene mayor capacidad de producción en el distrito de San Mateo; asimismo, porque se observó que había un mayor incremento

en las concentraciones de los iones metálicos en las aguas del Rímac luego de recibir el vertimiento final de la mencionada empresa, en comparación con otros puntos de muestreo que presentaban concentraciones menores; para lo cual se presentó una propuesta técnica económica basada en la aplicación de la tecnología HDS – Lodos de Alta Densidad para el tratamiento del efluente final de Compañía Minera San Juan por ser la mejor tecnología usada en todo el mundo para el tratamiento de efluentes mineros con contenido de plomo, cadmio, arsénico, manganeso y fierro, y porque presenta un nivel de eficiencia que permite obtener efluentes con las mínimas concentraciones de metales permitiendo que su descarga al cuerpo receptor no ocasione ningún efecto adverso en los componentes del ecosistema.

Aporte: La investigación fue desarrollada en una serie de tiempo de diez años tomando como patrones de análisis a los iones metálicos; los cuales tuvieron un análisis comparativo con las normativas legales ambientales tanto nacionales como internacionales, tales como los Estándares de la Organización Mundial de la Salud, los Estándares de Canadá para Agua de Irrigación, la Ley General de Aguas y los Estándares Nacionales de Calidad del Agua (ECAS) para la Categoría III aprobados mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, siendo estos últimos el referente legal ambiental decisivo para el análisis de la calidad del agua del año 2008, ya que constituyen los valores óptimos que aseguran la calidad de los recursos hídricos superficiales del país.

MALPICA M. (2015) “Resultado del Monitoreo Participativo de Calidad de Agua de la Cuenca río Moche, La Libertad - Perú, noviembre 2015”.

El estudio tiene como objetivo evaluar el estado actual de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial en el ámbito de la cuenca del río Moche, en base a los resultados del monitoreo de calidad de agua superficial realizada en noviembre de 2015; así como, evaluar el

comportamiento de la calidad del agua a lo largo del recorrido del río Moche y principales afluentes.

APORTE. La investigación recomienda para sistemas de tratamiento de sus aguas residuales poblacionales y que se disponen a cuerpos naturales de agua, exigir a sus titulares que implementen sistemas de tratamiento para no alterar la calidad de los cuerpos naturales de agua.

Asimismo, convocar a todas las instancias involucradas en los recursos hídricos de la cuenca del río Moche para implementar medidas de remediación y mitigación cuyo objetivo consistiría en habilitar las aguas del río Moche a los estándares de calidad ambiental para agua de la categoría 3.

ARELLANO-AGUILAR O. Y OTROS (2012). “Estudio de la contaminación en la cuenca del río Santiago y la salud pública en la región. México D.F.”

La zona de estudio comprendió el tramo entre las ciudades de Ocotlán y la zona de Matatlán, además del tributario Arroyo El Ahogado. El trabajo se planeó en tres etapas: 1) documentación del problema ambiental en la zona de estudio; 2) ubicación de las fuentes de descarga de contaminantes; y verificación en campo de algunos de los parámetros de calidad de agua; y 3) identificación de los padecimientos con alta ocurrencia en la zona para establecer vínculos entre los datos ambientales y de salud.

APORTE:

El estudio estableció asociaciones entre los niveles de contaminación y los problemas de salud en el alto Santiago. El trabajo se enfocó en elaborar una descripción detallada de los componentes ambientales (niveles y fuentes de contaminación en el río) y de salud (mortalidad). Se identificó zonas en el río donde los niveles de contaminación son más altos

y éstas coinciden con los lugares en donde las tasas de mortandad son altas en los últimos años.

ATKINS D. (2005) “Evaluación de la calidad del agua en Cajamarca, Perú”

Uno de los principales propósitos del programa de monitoreo participativo es evaluar la calidad de los datos recolectados por las instituciones participantes en Cajamarca. Esta revisión de la calidad de los datos aumenta la confianza en los datos de calidad de agua recolectados por las instituciones participantes. Hacemos esto de dos formas:

- Primero se recolectaron muestras dobles en un subgrupo del número total de lugares que las instituciones participantes monitorean y las enviamos para análisis a un laboratorio que seleccionamos.
- Luego se determinaron la calidad de los datos evaluando las muestras de control de calidad. Evaluamos muestras ciegas y dobles recolectadas por las instituciones.

APORTE:

El estudio concluye que el agua de todas las muestras recolectadas para consumo humano en la Sub Cuenca Río Porcón y Sub Cuenca Río Grande, cumplen con requerimientos de la Clase III de la Ley General de Aguas, con excepción de bacterias coliformes fecales las que no son resultado de las operaciones mineras, estas pueden deberse a las actividades agrícolas y humanas de la zona.

La calidad del agua potable a la Salida de la Planta El Milagro, Salida de la Planta Santa Apolonia, Reservorio de Abastecimiento y Redes cumple con los estándares de la SUNASS y las guías internacionales (OMS, USEPA) para agua potable tratada.

SIERRA J., JAIME A., Y MORA A. (2002) “Monitoreo de parámetros fisicoquímicos, en la cuenca alta del río Bogotá”

En mayo de 2000 se inició el monitoreo y análisis de muestras de agua tomadas en la cuenca alta del Río Bogotá, analizándose en principio

algunos parámetros, a los cuales después se fueron adicionando otros, hasta completar los 23 parámetros que se estudiaron con el fin de hacer un diagnóstico de la situación actual del río. Este trabajo corresponde al Proyecto de Grado de las alumnas Alexandra Jaime y Andrea Mora, dirigidos por la Ing. Julia Sierra Plazas.

El trabajo de campo se llevó a cabo en tres estaciones ubicadas en la Cuenca Alta del Río Bogotá que se denominan E-1 localizadas aguas arriba del municipio de Villa Pinzón, la Estación E-2 localizada 8 kilómetros aguas abajo de la cabecera municipal y finalmente la E-3 que se encuentra ubicada en las instalaciones de la Hacienda Río grande, de propiedad de la Universidad Militar Nueva Granada, sobre la vía Cajicá-Bogotá.

APORTE: El estudio concluye en general que la estación uno (E-1), por ser la más cercana del nacimiento del río y no recibir ningún tipo de descarga de tipo industrial y muy pocas de tipo doméstico, presentó menores valores que las otras dos estaciones en turbiedad, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), pH, alcalinidad, dureza, cloruros, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos, cromo VI, cobré y la mayor concentración de oxígeno disuelto.

YANA E. (2014) “Contaminación por materia orgánica en el río Torococha de la ciudad de Juliaca”.

Los objetivos de la investigación fueron: 1) Determinar los principales parámetros fisicoquímicos. 2) Determinar los niveles de contaminación orgánica representados por la DBO₅. 3) Determinar los niveles de contaminación orgánica representados por la DQO. Se utilizó un análisis de varianza de un solo factor. Dicha será base o referencia a estudiantes e investigadores en posteriores estudios de contaminación de cuerpos de agua o para hacer un estudio del mismo río posteriormente y realizar comparaciones, de esta forma se podrá informar, motivar y crear conciencia para el cuidado de este recurso primordial que es tan valioso e irremplazable.

APORTE: Realiza la caracterización de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua en los meses de enero, abril y agosto de 2014 en el Rio Torococha, para luego efectuar un análisis estadístico temporal y espacial de cada una de las variables consideradas, incluyendo estadística descriptiva y estadística paramétrica para determinar si se exceden los Estándares de Calidad Ambiental ECAS para Agua.

LENNTECH B.V. (2017). “Enfermedades Transmitidas por el agua”; LENNTECH.

Las enfermedades que se transmiten por el agua son enfermedades acarreados por el consumo del agua infectada con restos residuales de humanos o animales y que contiene microorganismos patogénicos. El aprendizaje de la relación agua/ salud y el apresto de enfermedades es de suma consideración. Por lo tanto, la visión general de los padecimientos transmitidos por el agua es complicada por un gran número de razones.

Existe información disponible para ciertas aguas, saneamiento y enfermedades relacionadas con la higiene (incluyendo salmonelosis, cólera, sigelosis), pero otras como la malaria, esquistosomiasis u otras infecciones más recientes como legionelosis o SARS CoV necesitan de un mayor análisis e investigación.

En países en vías de desarrollo, cuatro quintos de las enfermedades son transmitidas por el agua, siendo la disentería la causa principal de muerte infantil.

¹La relación agua - salud tiene una gran importancia y fuerte dimensión local, afectando a alrededor de 1.1billones de personas que carecen de acceso a fuentes de agua potable mejoradas, y unos 2.4 billones de personas con falta de saneamiento adecuado. Hoy en día y tras mucha investigación, tenemos gran evidencia sobre el agua, saneamiento e higiene- y enfermedades que traen como consecuencia la muerte de unos 2, 213,000 muertes anualmente y una pérdida anual de 82, 196,000.

Aporte: Habla sobre las enfermedades asociadas a una mala práctica del ser humano y como se propaga siendo los países sub desarrollados los mayores afectados, ya que en este no se toman en cuenta las políticas necesarias para suplir y evitar estos flagelos que son causados a través de la inconciencia del hombre.

1.3 Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 Contaminación del agua y de los ríos.

Se entiende por contaminación del agua: "la acción y el efecto de introducir materias o energía, de modo directo o indirecto, que impliquen una alteración perjudicial para usos (humanos) posteriores o su función en el ecosistema".

La contaminación es consecuencia directa o indirecta de una acción humana y se vincula estrechamente a la calidad de las aguas; hay alteración de la calidad cuando el agua deja de servir para usos posteriores, incluido el ecológico. La calidad es el conjunto de condiciones o características que debe cumplir el agua, según el uso al que se destina: las exigencias o requisitos no pueden ser los mismos si el agua se destina a consumo humano, a usos industriales (alimentarias, siderúrgicos, etc.) a usos agrícolas, a usos recreativos, etc.

Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos urbanos. Gracias a los volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales industriales, domésticas, agrícolas, etc. que reciben. Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos y peces y la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias.

Tabla 1. *Contaminantes primarios de las aguas residuales provenientes del alcantarillado.*

Constituyente	Fuentes potenciales	Efectos en el agua
Sustancias que demandan oxígeno	Mayormente materiales orgánicos, particularmente heces humanas	Los microorganismos de la fuente consumen oxígeno disuelto para degradarlas bajando su concentración y disponibilidad para otras especies
Compuestos orgánicos refractarios	Desechos industriales, productos domésticos	Tóxicos para la vida acuática
Virus	Desechos humanos	Causan enfermedades (posiblemente cáncer). Principal disuasivo del reciclado de las aguas residuales
Detergentes	Detergentes domésticos	Estética. Impiden la remoción de grasas y aceites. Tóxicos para la vida acuática
Fosfatos	Detergentes	Nutrientes de algas
Grasas y aceites	Cocina, procesado o procesamiento de alimentos, desechos industriales	Contaminación visual, dañinos para algunas formas de vida acuática
Sales	Desechos humanos, ablandadores de agua, desechos industriales	Incrementan la salinidad del agua
Metales pesados	Desechos industriales, laboratorios químicos	Toxicidad
Agentes quelantes	Algunos detergentes, desechos industriales	Solubilización y transporte de metales pesados
Sólidos	Todas las fuentes	Contaminación visual, dañinos para la vida acuática

Fuente: (Dávalos y Arroba, 2010, p. 1)

1.3.2 Contaminantes orgánicos – Aguas residuales.

Según Manahan (2007), las aguas residuales de fuentes domésticas, comerciales, de procesado o procesamiento de alimentos e industriales, contienen una amplia variedad de contaminantes, incluyendo contaminantes orgánicos. Algunos de estos contaminantes, particularmente las sustancias que demandan oxígeno — aceite, grasas y sólidos — se eli-

minan por los procesos primarios y secundarios de tratamiento de aguas residuales. Otros, como las sales, los metales pesados y los compuestos orgánicos refractarios (resistentes a la degradación) no son eliminados eficazmente.

Es necesario un control cuidadoso de las fuentes de las aguas residuales para minimizar los problemas de contaminación generados por ellas. Particularmente, los metales pesados y los compuestos orgánicos refractarios deben controlarse en su origen para posibilitar el uso de las aguas residuales tratadas, para la irrigación, el reciclaje a los sistemas de agua o la recarga de las aguas subterráneas si su calidad lo permite.

Los jabones, detergentes y productos químicos asociados son fuentes potenciales de contaminantes orgánicos.

1.3.3 Contaminación de aguas por microorganismos patógenos.

El hombre vive en relación íntima con los microorganismos sobre su piel y en su sistema digestivo. En estado de salud, los humanos y los microbios viven juntos para beneficio mutuo.

Sin embargo, algunas personas sanas viven en armonía con organismos que pueden resultar patógenos para otros. Por ejemplo, algunas personas están adaptadas a las aguas con bacilos que provocan disentería en otras personas. Por otra parte, resulta muy fácil contaminar el agua con microorganismos como las bacterias intestinales por lo que es muy difícil mantener el agua potable libre de bacterias intestinales y además eliminarlas no es posible, ni benéfico y resulta muy costoso (Lavilla, 2000).

Las bacterias coliformes son microorganismos inofensivos para el hombre y residen en su intestino grueso y abundan en la materia fecal. Forman parte de los desechos de las aguas negras y no se desarrollan en

el agua, de manera que un recuento de las bacterias coliformes constituye un indicio del grado de contaminación de esas aguas (Vera, 1998).

Se considera que el número de microorganismos portadores de enfermedad en el agua es proporcional al número total de microorganismos y que una cantidad total baja representa un menor riesgo de contraer una enfermedad. Sin embargo, se han dado casos en que enfermedades virales han sido transmitidas por aguas que cumplen estrictamente con las normas de control de bacterias (Vera, 1998).

Por consiguiente, la presencia de que cualquier impureza típica de las aguas negras, inclusive si no son perjudiciales en sí mismas, implica que el agua en que se encuentran no deja de ser fuente peligrosa de enfermedad (Lavilla, 2000).

El agua contaminada puede estar sucia, mal oliente, ser corrosiva, de mal sabor o poco apta para lavar la ropa con ella. Sin embargo, para el hombre el efecto más perjudicial del agua contaminada ha sido la transmisión de enfermedades por microorganismos que pueden habitar en ella. Por ejemplo, la fiebre tifoidea causada por la bacteria *Salmonella typhi*, la cólera causada por la bacteria *Vibrio cholera*, la disentería provocada por parásitos como las amibas *Entamoeba histolítica* y la bacteria *Shigella*, la gastroenteritis causada por virus, bacterias y protozoarios, la hepatitis infecciosa causada por el virus de la hepatitis y la poliomielitis causada por el virus de la poliomielitis (Araujo, 1999).

Por regla general, se considera que el agua es aceptable para beber si:

- a) Contiene menos de 10 bacterias intestinales en cada litro de agua.
- b) Si no presenta mal sabor, olor, color o turbiedad.
- c) Si no contiene impurezas químicas en concentraciones que puedan ser peligrosas para la salud del consumidor.
- d) Si no son corrosivas con respecto al sistema de conducción del agua.

- e) Si no provienen de sistemas acuíferos sujetos a contaminación por aguas negras u otros contaminantes (Vera 1998).

1.3.4 Calidad del agua.

Según la Organización Mundial de la Salud (2008). Existe una amplia gama de componentes microbianos y químicos, del agua de consumo que pueden ocasionar efectos adversos sobre la salud de las personas. Su detección, tanto en el agua bruta como en el agua suministrada a los consumidores, suele ser lento, complejo y costoso, lo que limita su utilidad para la alerta anticipada y hace que resulte poco asequible.

Puesto que no es físicamente posible ni económicamente viable analizar todos los parámetros de calidad del agua, se deben planificar cuidadosamente las actividades de monitoreo y los recursos utilizados para ello, los cuales deben centrarse en características significativas o de importancia crítica.

También pueden resultar de importancia ciertas características no relacionadas con la salud, como las que afectan significativamente a la aceptabilidad del agua. Cuando las características estéticas del agua (por ejemplo, su aspecto, sabor y olor) sean inaceptables, podrá ser necesario realizar estudios adicionales para determinar si el agua presenta problemas relevantes para la salud. (Organización Mundial de la Salud, 2008, págs. 27-28).

Escasez del agua

América Latina es una de las regiones que tienen más agua dulce del mundo. Sin embargo, hay escasez de agua en extensas zonas del continente, como en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, México y Perú. Hasta en la Amazonia brasileña administrar recursos de agua escasos es una necesidad vital para muchas comunidades. Bien aprovechada, el agua puede ser fuente de energía eléctrica para comunidades rurales en zonas,

como el altiplano boliviano, donde un porcentaje importante de la población no está conectada a la red nacional. (CEPAL 2007)

Salubridad y Calidad del Agua

La salubridad y la calidad del agua son parte fundamental para el crecimiento y comodidad del ser humano. Proporcionar acceso al agua saludable es uno de los instrumentos más eficiente para fomentar la salud y disminuir la pobreza.

Como autoridad internacional en materia de salud pública y de calidad del agua, la OMS direcciona los esfuerzos para eludir la transmisión de enfermedades transmitidas por el agua. Con ese fin, promueve el acogimiento a los gobiernos de reglamentos sanitarios y trabaja con sus asociados para impulsar las prácticas de administración de riesgos eficaces entre los proveedores de agua, las comunidades y los hogares. (OMS actualizado 2017).

Tabla 2. *Enfermedades Transmisibles por el agua.*

Enfermedad	Organismo causante	Fuente del organismo en agua	Síntoma
Gastroenteritis	Salmonella	Excrementos humanos o de animales	Diarrea aguda y vomito
Tifoidea	Salmonella typhosa	Excrementos humanos	Intestino inflamado, bazo agrandado, alta temperatura
Disentería	Shigella	Excrementos humanos	Diarrea
Cólera	Vibro comma	Excrementos humanos	Vómito, diarrea severa
Hepatitis infecciosa	Virus	Excrementos humanos, mariscos	Piel amarilla, dolores
Amibiasis	Entamoeba hystolica	Excrementos humanos	Diarrea, disentería crónica
Giardiasis	Giardia lamblia	Excrementos humanos y animales	Diarrea, retortijones

Fuente: Romero, J. (1999) "Calidad del Agua", ALFAOMEGA México, p. 154

Calidad microbiológica del agua.

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), la verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores. En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. Para determinar la contaminación fecal, generalmente se usa como indicador la presencia de *Escherichia Coli*.

A su vez, el análisis de la presencia de bacterias coliformes termo tolerante puede ser una alternativa aceptable en muchos casos. Por otro lado, los virus y protozoos entéricos son más resistentes a la desinfección; por tanto, la ausencia de *Escherichia Coli* no implica necesariamente que no haya presencia de estos organismos. Por ello, muchas veces lo más recomendable es que además de la prueba de los coliformes fecales, se realice un análisis de microorganismos más resistentes, como bacteriófagos o esporas bacterianas para determinar la concentración de patógenos específicos.

La inocuidad del agua de consumo no depende únicamente de la contaminación fecal. Algunos microorganismos proliferan en las redes de distribución de agua (por ejemplo, *Legionella*), mientras que otros se encuentran en las aguas de origen (el dracúnculo, *Dracunculus medinensis*) y pueden ocasionar epidemias.

Es importante resaltar que no solo el consumo del agua contaminada puede traer problemas a la salud, sino también el contacto con la misma o la inhalación de gotículas de agua (aerosoles). Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada es

conocida producen enfermedades graves que en ocasiones pueden ser mortales, algunas de estas enfermedades son la fiebre tifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa y las enfermedades causadas por *Shigella* spp. Y por *Escherichia coli*. Otras enfermedades conllevan típicamente desenlaces menos graves, como la diarrea de resolución espontánea. (Organización Mundial de la Salud, 2008, págs. 32-37).

Calidad química del agua.

Según la Organización Mundial de la Salud (2008), la mayoría de los productos químicos sólo constituyen un peligro en la salud de las personas cuando su presencia ocurre en el agua de manera prolongada; mientras que otros pueden producir efectos peligrosos tras múltiples exposiciones en un periodo corto. Se debe tener muy en cuenta que no todas las sustancias químicas de las cuales se han establecido valores de referencia están presentes en un mismo sistema de abastecimiento, cada uno de estos es único y depende del origen y distribución del agua fuente. Lo mismo sucede a la inversa, para algunos lugares existirán parámetros característicos del agua fuente propia del lugar, pero que no se contemplan en las normas. Por otro lado, en algunos casos se han fijado valores de referencia provisionales para contaminantes de los que se dispone de información sujeta a cierta incertidumbre o cuando no es posible, en la práctica, reducir la concentración hasta los niveles de referencia calculados.

Existe una gran cantidad de parámetros químicos los cuales determinan la calidad del agua, sin embargo, son pocas las sustancias de las que se haya comprobado que causan efectos nocivos sobre la salud humana como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas de las mismas en el aguade consumo, tales como fluoruro, el arsénico, el nitrato y el plomo. (Organización Mundial de la Saluda, 2008, págs. 33-38)

1.3.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) – Consideraciones generales.

Romero J. (2002) explica que, la oxidación microbial o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar.

Materia orgánica + O₂ + nutrientes → CO₂ + H₂O + nuevas células + nutrientes + energía

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO a cinco días. Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un período de cinco días y a 20 °C.

En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable. La DBO, como todo ensayo biológico, requiere cuidado especial en su realización, así como conocimiento de las características esenciales que deben cumplirse, con el fin de obtener valores representativos confiables. El ensayo supone la medida de la cantidad de oxígeno consumido por organismos vivos en la utilización de la materia orgánica presente en un residuo; por tanto, es necesario garantizar que durante todo el período del ensayo exista suficiente OD para ser utilizado por los organismos. Además, debe garantizarse que se suministran las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo y trabajo de los microorganismos así que hay que proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo bacterial, tales como N y P, y eliminar cualquier sustancia toxica en la muestra. Es también necesario que exista una población de organismos suficientes en cantidad y en variedad de especies, comúnmente llamada “simiente”, durante la realización del ensayo.

1.3.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es un parámetro analítico de polución que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La determinación de DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en la muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte. Específicamente, representa el contenido orgánico total de la muestra, oxidable por dicromato en solución ácida. El ensayo tiene la ventaja de ser más rápido que el de DBO y no está sujeto a tantas variables como las que pueden presentarse en el ensayo biológico. Todos los compuestos orgánicos, con unas pocas excepciones, pueden ser oxidados a CO₂ y agua mediante la acción de agentes oxidantes fuertes, en condiciones acidas.

La oxidación de la mayoría de las formas de materia orgánica se efectúa mediante ebullición de la muestra con una mezcla de ácido sulfúrico y un exceso de dicromato de potasio estándar. La mezcla formada por la muestra, más cantidades conocidas de dicromato de potasio y ácido sulfúrico, es sometida a reflujo por dos horas; durante el período de reflujo el material orgánico oxidable reduce una cantidad equivalente de dicromato; el dicromato remanente se determina mediante titulación con sulfato ferroso amoniacal estándar. La cantidad de dicromato reducida (cantidad inicial – cantidad remanente = cantidad reducida) es una medida de la materia orgánica oxidada.

Para el ensayo deben controlarse adecuadamente los siguientes factores:

Debe establecerse correctamente antes de cada ensayo, la concentración del dicromato de potasio y del sulfato ferroso amoniacal

El volumen de la muestra debe medirse exactamente, así como el volumen de ácido sulfúrico y de solución de dicromato.

Debe mantenerse un tiempo de reflujo suficiente para permitir la oxidación completa de la muestra (generalmente son dos horas).

El dicromato de potasio es el agente oxidante usado hoy en día en el procedimiento estándar para determinar DQO por ser el más práctico, porque genera resultados reproducibles y porque es capaz de oxidar una gran variedad de sustancias orgánicas casi completamente a CO₂ y agua. Sin embargo, debe anotarse que no todos los compuestos orgánicos son oxidables por dicromato. Compuestos como los hidrocarburos aromáticos y la piridina, C₅H₅N, no son oxidados en ninguna circunstancia.

1.3.7 Verificación de la calidad de aguas.

Análisis de aguas

El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que solo puede detectarse en capas de gran profundidad. A presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de congelación del agua es de 0 °C y su punto de ebullición es de 100 °C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C y se expande al congelarse.

Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido, aunque su temperatura este por bajo de su punto de congelación; se puede enfriar fácilmente a unos -25 °C sin que se congele. Sus propiedades físicas se utilizan como patrones para definir, por ejemplo, escalas de temperatura.

1.3.7.1 Análisis Físico y Químico del agua.

Color. Las aguas superficiales pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada en suspensión, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánico como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Temperatura. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. Es un indicador de la calidad de agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno, conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Turbidez. La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1 000 nm (nanómetros) de diámetro. La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

PH. El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número de iones hidrógeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores por encima de 7 indican que es básica. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Conductividad Eléctrica. Depende de la actividad de los tipos de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición. El agua

pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma.

De la conductividad eléctrica, que indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$). A partir de la conductividad se puede obtener los sólidos disueltos multiplicando por un factor entre 0.55 y 0.75. Los sólidos disueltos totales, expresados en mg/L, pueden ser obtenidos por multiplicación de la conductividad por un factor comprendido entre 0,55 y 0,75. Este factor puede ser determinado para cada cuerpo de agua, pero permanece aproximadamente constante, según las proporciones iónicas en el cuerpo de agua y si éstas permanecen estables. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Sólidos Suspendidos Totales. Los sólidos en suspensión son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y Plancton. Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Sulfatos. Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante, las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas.

El sulfato (SO_4^{-2}) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{-2} debido a la oxidación de la pirita. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Dureza. En general se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. Son aguas satisfactorias para el consumo humano (por simple desinfección) pero para fines de limpieza, a mayor dureza, mayor es la utilización de jabón (mayor costo) El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto.

Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Nitratos. Los nitritos (NO_2) son oxidados por el grupo de nitro bacterias para formar (NO_3) Los nitratos formados pueden servir como fertilizante para las plantas. Los nitratos producidos en exceso para las necesidades de la vida vegetal, son transportados por el agua, luego estas se filtran a través del suelo, debido a que el suelo no tiene la capacidad de retenerlos pudiendo encontrarse en concentraciones superiores en aguas subterráneas. (Espinoza V., Castillo R., M. 2014)

Alcalinidad. La alcalinidad del agua puede definirse como su aforo para contrarrestar ácidos, de reaccionar con iones hidrógeno, su disposición para admitir protones, así como la media de su contenido total de sustancias alcalinas. La precisión de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es considerable en procedimientos de coagulación

química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón de agua. (Romero, 1999. (1)).

Acidez del agua. Puede definirse como su aforo para contrarrestar bases, reaccionar con iones hidroxilo, traspasar protones o como la media de su contenido total de sustancias acidas.

La determinación de la acidez es de vital consideración en ingeniería sanitaria debido a las peculiaridades corrosivas de las aguas acidas y al valor que supone la remoción y el control de las sustancias que producen corrosión. (Romero, 1999. (1)).

Demanda química de oxígeno (DQO). Es un parámetro ordenado de contaminación que calcula el material orgánico englobado en una muestra líquida a través de oxidación química. La precisión de DQO es una medida orgánica presente en una muestra y oxidable por un agente químico oxidante fuerte.

Determinadamente simboliza el volumen orgánico total de la muestra, oxidable por dicromato de solución acida. La prueba tiene la ventaja de ser más raudo que la demanda química biológica del oxígeno y no está sujeto a tantas variables como las que pueden presentarse en el ensayo biológico. Todos los compuestos orgánicos, con unas pocas excepciones, pueden ser oxidados a CO_2 y agua mediante la acción de agentes oxidantes fuertes, en condiciones acidas. (Romero, 1999. (1)).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Una de las pruebas más considerables para decretar la conglomeración de la materia orgánica de aguas y aguas residuales es la prueba de DBO a cinco días. Fundamentalmente, la DBO es un cálculo de la cantidad de oxígeno utilizada en los microorganismos en la consolidación de la materia orgánica biodegradable, bajo circunstancias aerobias, en un periodo de 5 días y a 20 °C.

En aguas residuales domésticas, el valor del DBO a 5 días representa en un promedio de 65 a 70 % del total de la materia oxidable. La DBO, como toda prueba biológica, su obligación es de tener un cuidado especial

en su ejecución, así como entendimiento de las características esenciales que deben cumplirse, con el fin de conseguir medidas representativas y de confianza. (Romero, 1999. (1).

1.3.7.2 Límites Máximos Permisibles.

Es el valor de la aglutinación o grado de sustancias, elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos, que determinan a un efluente o emanación, que al ser rebasado causa o puede causar daños irreparables a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su evaluación compete al Ministerio del Ambiente y los organismos que constituyen el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción son propuestos por dicho Ministerio.

Los LMP se usan para el control y fiscalización de los agentes que producen efluentes y emisiones, a efectos de establecer si se encuentran inmersos en los parámetros considerados inofensivos para la salud, el bienestar humano y el ambiente. Excederlos acarrea responsabilidad administrativa, civil o penal, según el caso. (Vásquez A. D. 2016)

Límites permisibles de características bacteriológicas

Según los Estándares de Calidad Ambiental y Límites máximos permisibles (ley N°28817) establece lo siguiente:

Tabla 3. Límites máximos permisibles de características biológicas

CARACTERÍSTICAS	LIMITE PERMISIBLE
Organismos Coliformes totales	1000/100ml 2UFC/100ml
Organismos Coliformes fecales	200NMP/100ml Cero UFC/100ml

Fuente: Ley N°28817. Estándares de calidad Ambiental

El resultado de los exámenes bacteriológicos se debe reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la

técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana. (Vásquez A. D. 2016)

Tabla 4. *Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	0	Aceptable
2. Sabor	0	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. PH	valor de Ph	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Solidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ =L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCo ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200
UCV= Unidad de color verdadero		
UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad		

Fuente: MINSA

1.4 Formulación del Problema

¿Cómo un estudio comparativo medirá los niveles de contaminación en el cauce Alto y Bajo del Río Colpamayo, Chota – 2017?

1.5 Justificación del Estudio

La presente investigación se justifica por los siguientes aspectos:

Justificación teórica

La presente investigación busca dar a conocer el estado de la calidad de agua del río Colpamayo, provincia de Chota. La información sobre la calidad de agua en los ríos a nivel nacional no tiene una cobertura total. El monitoreo es realizado por la Autoridad Nacional del Agua ANA, con el fin de prevenir la contaminación de los ríos.

Justificación social.

En el aspecto social la investigación se justifica porque permitió dar respuesta a la problemática que vienen atravesando las aguas residuales del río Colpamayo que discurre por la ciudad de Chota y que implica una mala salud de los habitantes de esta parte de la región. Para ello se propuso que la municipalidad provincial de Chota, ejecute la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales y ponga en marcha un sistema de monitoreo continuo con la finalidad de reducir los niveles de contaminación aguas arriba y aguas abajo del río Colpamayo.

Justificación Económica.

Culminado este trabajo de investigación nos permitió tomar medidas para proteger la calidad de agua que se está generando por los vertidos no tratados del camal municipal en el río Colpamayo, y para hacer cumplir la ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338. Art. 79° y de esta manera mejorar la calidad de vida de los agricultores y ganaderos que utilizan estas aguas para sus regadíos.

Justificación Ambiental

El presente estudio busca concientizar a la población, previniendo la contaminación del agua del río Colpamayo, así como también proponer medidas para cumplir los límites máximos permisibles dados en la resolución Suprema N° 002-2008 del Ministerio del Medio Ambiente en su categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático en lagunas lagos y ríos de selva) y por la ley General de Aguas en su Clase IV (Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial).

1.6 Hipótesis

“Si se realiza un estudio comparativo entonces se podrá medir los niveles de contaminación en el cauce Alto y Bajo del Río Colpamayo, Chota – 2017.”

1.7 Objetivos

Objetivo General.

Realizar un estudio comparativo para medir los niveles de contaminación en el cauce Alto y Bajo del Río Colpamayo, Chota – 2017.

Objetivos Específicos.

1. Realizar los exámenes Físicoquímicos en los cauces alto y bajo del río Colpamayo.
2. Determinar la correlación de las muestras independientes entre los parámetros físicoquímicos de la calidad de agua de la quebrada Colpamayo – en los Cauce alto y bajo.
3. Realizar la comparación de los exámenes Físicoquímicos en los cauces alto y bajo del río Colpamayo.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

2.1.1.1. De acuerdo al fin que se persigue:

Aplicada:

Este estudio dio a conocer la calidad de agua en el cauce alto y bajo del río Colpamayo y realizar un estudio comparativo de niveles de contaminación y el impacto que genera las aguas residuales orgánicas generadas por actividad antropogénica a la calidad de agua de dicho río y tomar medidas para que se realice el tratamiento de las aguas residuales.

2.1.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación:

Descriptiva.

Porque se describe la toma de muestras para el análisis de la calidad de agua en el cauce alto y bajo del río Colpamayo en el lugar in situ a 100 metros aguas arriba cauce alto y a 100 metros aguas abajo cauce bajo de la fuente de contaminación fija del camal municipal para conocer los niveles de contaminación.

2.1.1.3. De acuerdo al régimen de investigación:

Libre:

El estudio es propio del investigador.

2.1.2. Diseño de investigación

Diseño no experimental: Se determinó la calidad de agua en cauce alto y bajo y se realizó un estudio comparativo de dichos cauces hallando los niveles de contaminación.

2.2 Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	DIMENSIONES	Indicadores	Escala de medición	Instrumentos
Niveles de contaminación en el cauce alto y bajo del río Colpamayo	Son los grados de afectación detectados bajo mediciones que nos permiten observar los cambios físicos, químicos y microbiológicos del río comprobando su contaminación.	Caudal	L/seg	De razón	Medidor de flujo
		Temperatura	° C	De razón	Termómetro
		pH	Unidad	De razón	pH metro
		Oxígeno disuelto	mg/L	De razón	Análisis volumétrico
		DBO ₅	mg/L	De razón	Medidor de DBO
		DQO	mg/L	De razón	Medidor de DQO
		Aceites y grasas	mg/L	De razón	Análisis de aceites y grasas
		Coliformes fecales	NMP/100 mL	De razón	Equipo para determinación de E. Coli
		Coliformes totales	NMP/100 mL	De razón	Equipo para determinación de C. totales

2.3 Población y muestra.

Población: El promedio total del caudal de agua del efluente quebrada Colpamayo es de 3.38 l/segundo.

Muestra: La cantidad de agua que se empleó para el análisis físicos, químicos y bacteriológicos son 4.5 litros a 100 metros aguas arriba del efluente quebrada Colpamayo y 4.5 litros a los 100 metros aguas abajo de dicho efluente, analizándose parámetros de campo básico: Turbiedad, conductividad, temperatura, pH y Oxígeno disuelto se utilizó un multiparámetro y turbidímetro. Dicho análisis se realizó de manera quincenal del mes de agosto, setiembre y octubre cuando haya vertimientos de aguas residuales del camal municipal. De los cuales se enviaron al laboratorio 2 litros para el análisis DQO, DBO 5, aceites y grasas, coliformes totales y termotolerantes.

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

Técnicas de recolección de datos:

Observación:

El estudio se llevó a cabo en el Río Colpamayo el cual se encuentra ubicado en el departamento de Cajamarca en el distrito y provincia de Chota, a 2367 msnm en las coordenadas 6° 33' 00'' de latitud este y 78° 07' 00'' de longitud norte. Se realizaron visitas previas al estudio para la identificación de los lugares idóneos donde realizar los muestreos y ver las condiciones en las que se encontraba el río a lo largo de su cauce dentro de la ciudad de Chota. Los puntos se localizaron en dos zonas y por cada zona se tomaron muestreos en lugares representativos:

1. Zona Alta o de inicio: con las coordenadas UTM 760531 E, 9273929 N.
2. Zona Baja o final: con las coordenadas UTM E, 760404 N. 2973790.

Experimentación:

Se determinó el caudal promedio de las aguas arriba y abajo utilizando el método volumétrico, para lo cual se determinó el tiempo que demora en llenarse un balde de un volumen conocido; se dividió la capacidad del balde (litros) por el tiempo empleado (segundos) obteniéndose el caudal en L/s de la quebrada Colpamayo.

Con la ayuda en un vaso de precipitación de 500 mL o en un balde de 5 L a los 100 metros aguas arriba de la quebrada Colpamayo se realizó el análisis físico –químico en campo (en situ) como: pH, conductibilidad, turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, y el mismo procedimiento se realizó a los 100 metros aguas abajo, además se tomó una muestra de 250 ml de agua en envase de vidrio esterilizado para el análisis de coliformes termotolerantes los cuales se colocaron en un cooler con 2 paquetes de frío, además se tomarán muestras de agua para la DBO 5 en 1L en envase de plástico y DQO 5 en 500 mL en envase de plástico que se colocó preservante 15 gotas de H₂SO₄ para las muestra tomada aguas arriba y 20 gotas en la muestra tomada aguas abajo.

Métodos de recolección:

El estudio se realizó en los meses de agosto, septiembre, y octubre del 2017, considerando que estos meses representan a la época de verano (agosto), seca (septiembre) e intermedia (octubre), realizándose muestreos en dos sectores a lo largo de su cauce, además en cada sector se tomaron dos puntos de muestreos y la distancia entre cada punto de muestreo por sector fue de 100 metros. La distancia en línea recta que existe entre la Zona alta y la Zona baja es de 1 km. Para determinar el grado de contaminación del río Colpamayo y la zona más afectada se realizaron pruebas de DBO₅, DQO y otros exámenes fisicoquímicos.

Instrumento de Recolección de Datos

Instrumentos técnicos para el monitoreo:

- a. Equipo de bioseguridad.
- b. Alcohol 70 °
- c. Fichas de observación para análisis de campo validada.
- d. Wincha métrica.
- E. Guantes.
- f. Mascarilla.
- g. lápiz.

Equipos a utilizar:

- a. GPS
- b. Turbidímetro: Mide la turbidez
- c. PH metro: Mide el pH.
- d. Multiparámetro: Mide oxígeno y conductividad.
- e. Cámara fotográfica.

Validez y confiabilidad

Validez:

Sera dada por un especialista de la materia de estudio.

Confiabilidad:

Esta investigación obtendrá la solidez o continuidad de los resultados logrados, aceptando mejoras de culminación.

2.5 Métodos de análisis de datos

Básicamente para probar los datos se utilizará una prueba de hipótesis para la diferencia de medias para cada uno de los parámetros de calidad de agua seleccionados con un nivel de confianza del 5%.

2.6 Aspectos éticos

Este trabajo de Investigación se realizó utilizando los criterios éticos y morales, respetando la propiedad intelectual de los diferentes autores tanto Nacionales, Locales e Internacionales, evitando de no caer en conflicto de intereses.

III. RESULTADOS

3.1 Materiales y métodos

Se realizó visitas previas al estudio para la identificación de los lugares idóneos donde aplicar los muestreos y ver las condiciones en las que se encontraba el río a lo largo de su cauce dentro de la ciudad de Chota. Los puntos se localizaron en dos zonas y por cada zona se tomaron muestreos en lugares representativos: (1) Zona Alta o de inicio: con las coordenadas UTM 760531 E, 9273929 N; (2) Zona Baja o final: con las coordenadas UTM E, 760404 N. 2973790.

Figura 1



Ubicación del río Colpamayo

- a) **Medición del caudal.** Se determinó el caudal promedio utilizando el método volumétrico, para lo cual se midió el tiempo que demora en llenarse un recipiente de un volumen conocido; se dividió la capacidad del balde (litros) por el tiempo empleado (segundos) obteniéndose el caudal en L/s para cada zona de muestreo.
- b) **Análisis fisicoquímico y microbiológico.** Con la ayuda en un vaso de precipitación de 500 mL o en un balde de 5 L a los 100 metros aguas arriba de la quebrada Colpamayo se realizó el muestreo para las pruebas del análisis físico – químico en campo como: pH, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, y el mismo procedimiento se realizó a los 100 metros aguas abajo, además se tomó una muestra de 250 ml de agua en envase de vidrio esterilizado para el análisis de coliformes termotolerantes los cuales se colocaron en un cooler con 2 paquetes de frío, además se tomaron muestras de agua para la DBO-5 en 1L en envase de plástico y DQO-5 en 500 mL en envase de plástico, a la que se agregó 15 gotas de H₂SO₄ como preservante para las muestra tomada aguas arriba y 20 gotas de H₂SO₄ en la muestra tomada aguas abajo.

Para los análisis fisicoquímicos se usaron los métodos que propone la EPA (Environmental Protection Agency) en Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y residuales, presentadas en la Tabla 6, cuyo manual ofrece los métodos de análisis y límites de detección para determinar la concentración de diferentes elementos presentes en los efluentes líquidos.

Para los análisis microbiológicos, de coliformes termotolerantes, se usó el método normalizado de la APHA, bibliografía del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS).

3.2 Métodos de análisis de datos.

Se elaboró la base de datos según los datos recolectados para luego ser utilizados en el análisis descriptivo e inferencial mediante el programa SPSS vs 23 Y EL EXCEL 2010. Para la presentación de los resultados de la investigación se elaboraron graficas de líneas con la finalidad de resumir

informaciones y conseguir un rápido análisis visual donde ofrezca la mayor información.

Tabla 6.

Métodos de análisis

PARÁMETROS	Normas EPA (propuesta por MITINCI)	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN mg/L
pH	Método 150.1	Electrométrico	0.1
Temperatura	Método 170.1	Termométrico	0.5 °C
Oxígeno disuelto	Método 380.1	Modificado Winkler	0.1
Sólidos totales	Método 160.3	Gravimétrico	10
DBO	Método 405.1	DBO 5 días, 20°C	0.1
DQO	Método 410.1	Titulación	0.1

Fuente: Adaptado de Protocolo de Monitoreo de Efluentes Líquidos. RM 026-2000 MITINCI.

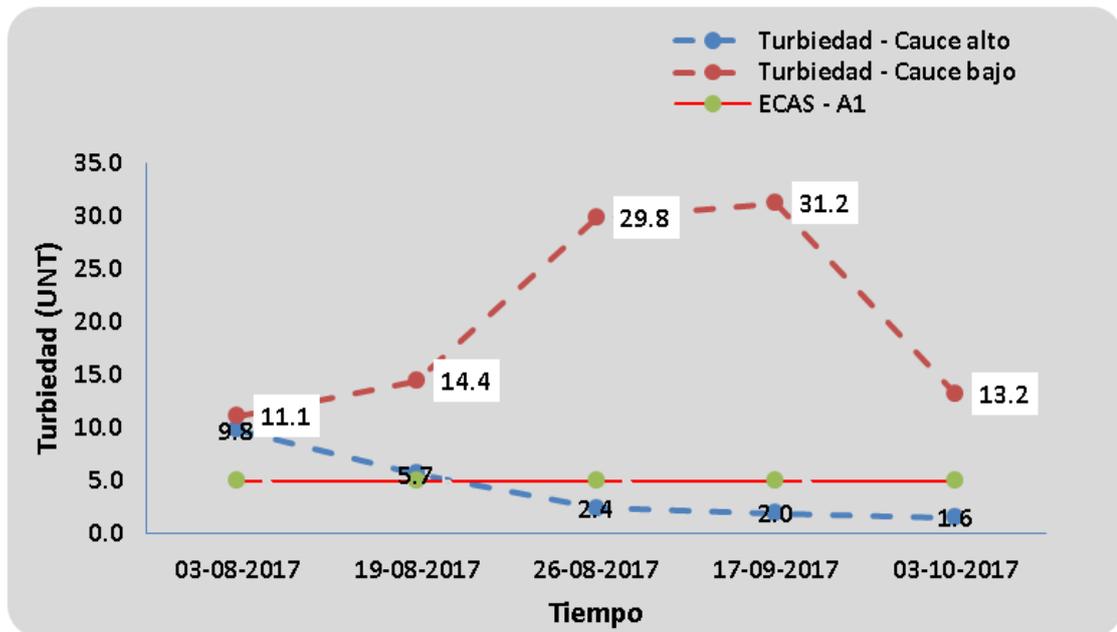
Para procesar los datos recolectados se realizó: 1) prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, 2) prueba de t para la diferencia de medias entre los grupos de datos en el cauce alto y bajo de la quebrada Colpamayo y 3) prueba de correlación de los parámetros de calidad de agua en el cauce alto y bajo en la quebrada Colpamayo.

3.3 Resultados

3.3.1 Indicadores de calidad de agua

3.3.1.1 Turbiedad

Figura 2

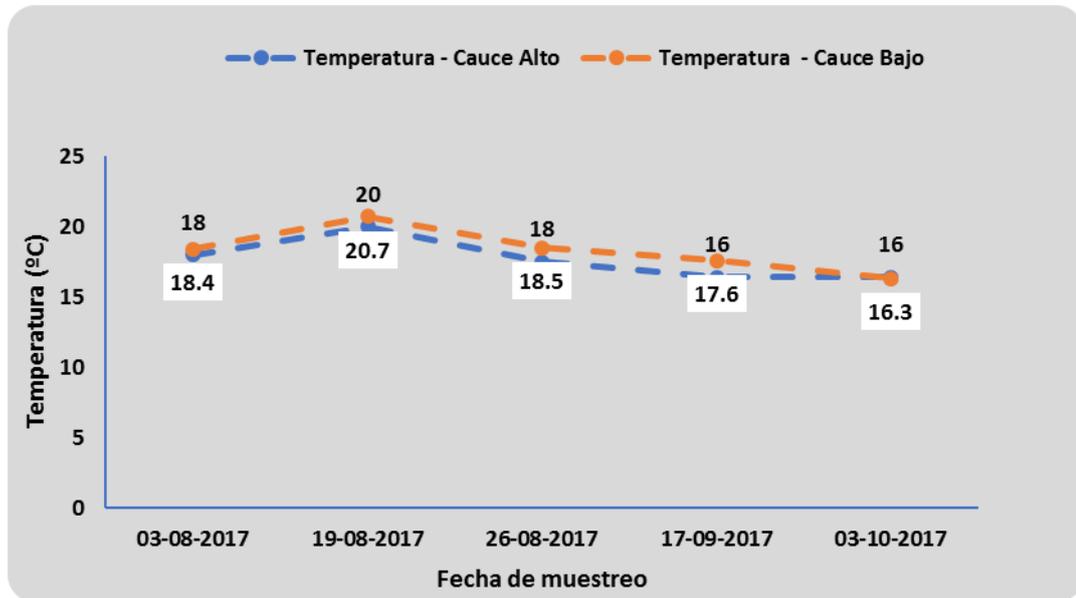


Comparación de la turbiedad en el cauce alto y bajo del río Colpamayo.

Se observa mayor turbiedad en el cauce bajo en relación al cauce alto llegando a un pico de 31.2 UNT de turbiedad en las aguas del río Colpamayo estas altas turbiedades son generados por los impactos negativos por el vertimiento con aguas residuales del camal y de las alcantarillas del Distrito de Chota, siendo en el mes de agosto (29.8 UNT) y setiembre (31.2 UNT) con mayor turbiedad debido a que se genera mayores aguas residuales por las fiestas patronales con alto consumo de carnes de cerdo y otros animales los cuales son sacrificados en el camal municipal del Distrito de Chota siendo sus residuos arrojados a la río Colpamayo.

3.3.1.2 Temperatura

Figura 3

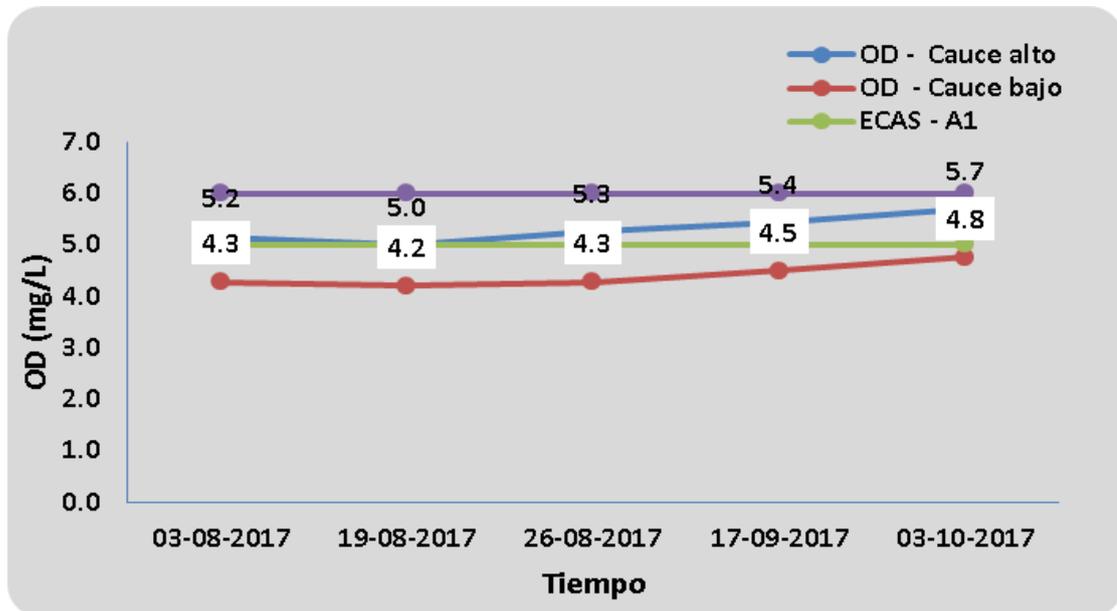


Comparación de la temperatura en el cauce alto y bajo del río Colpamayo

Como podemos observar la mayor temperatura en el cauce bajo fue 20.7 °C en relación a la temperatura cauce alto pero la diferencia no es muy significativa, el incremento de la temperatura en las aguas del río Colpamayo son generadas por los impactos negativos por los vertimientos de aguas residuales del camal municipal y las alcantarillas del distrito de chota.

3.3.1.3 Oxígeno disuelto

Figura 4



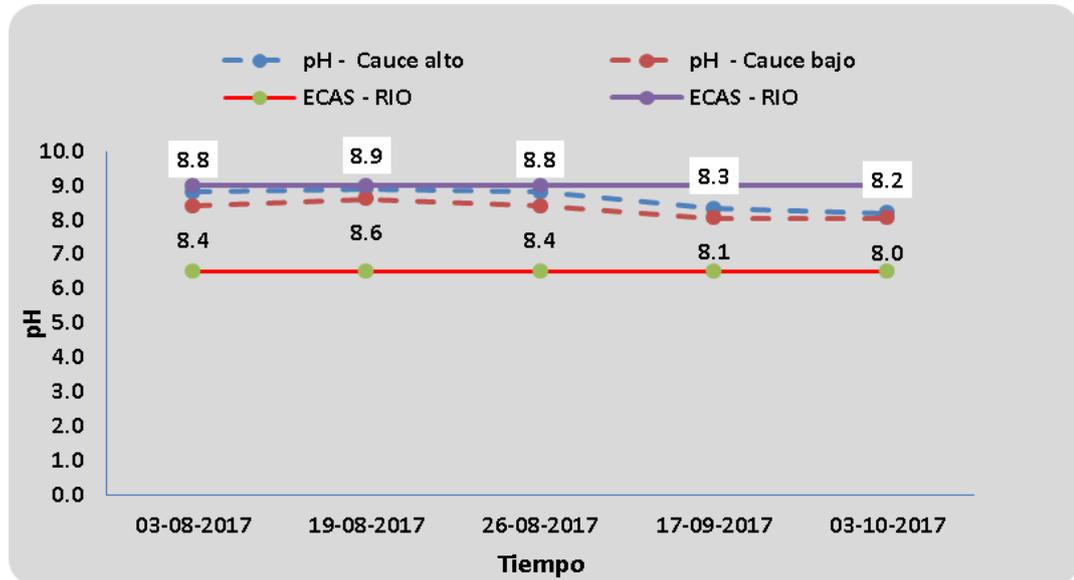
Comparación del oxígeno disuelto en el cauce alto y bajo del río Colpamayo.

Se observa menor concentración de oxígeno disuelto en el cauce bajo en relación a la concentración del oxígeno disuelto en el cauce alto en la mayoría de los análisis, estas bajas concentraciones de oxígeno disuelto en las aguas del río Colpamayo son generadas por los impactos negativos por el vertimiento con aguas residuales del camal municipal, y las alcantarillas del Distrito de Chota debido a la materia orgánica y microorganismos que consumen oxígeno para la putrefacción de la materia orgánica, siendo en el mes de agosto las menores concentraciones de oxígeno debido a que se genera mayores aguas residuales por las fiestas patronales con un alto consumo de carne de cerdo y otros animales los cuales son sacrificados en el camal municipal del Distrito de Chota siendo sus residuos arrojados a la quebrada Colpamayo.

El oxígeno disuelto en el cauce alto está dentro de las ECAS para agua de riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto.

3.3.1.4 pH

Figura 5



Comparación del pH en el cauce alto y bajo del río Colpamayo.

El valor promedio de pH encontrado en el cauce alto es de 8.6 ± 0.32 ; para el cauce bajo es de 8.3 ± 0.24 . Según se observa el pH en el cauce bajo es ligeramente menor que el pH en el cauce alto, debido a las aguas residuales del camal y de las alcantarillas lo acidifican. El pH se encuentra dentro de los rangos de los ECAS para agua de río.

3.3.1.5 Coliformes termotolerantes

Figura 6

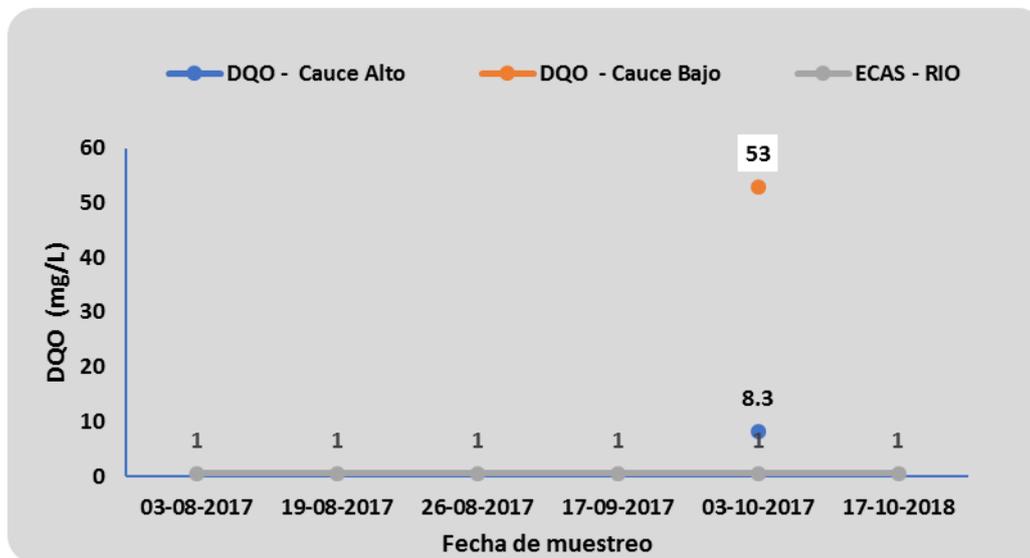


Comparación de los coliformes termotolerantes (fecales) en el cauce alto y bajo del río Colapayo, con los ECAS para agua de río.

Se observa presencia de coliformes termotolerantes (fecales) indicador de contaminación fecal con alta presencia de coliformes termotolerantes en el cauce bajo en relación a los coliformes termotolerantes cauce alto en la mayoría de los análisis, esta alta presencia de coliformes fecales en el cauce bajo en las aguas del río Colapayo son generadas por los impactos negativos por el vertimiento con aguas residuales del camal y de las alcantarillas del Distrito de Chota, los coliformes termotolerantes están muy por encima de los ECAS para agua de río en el cauce bajo y dentro de los ECAS para aguas de río en el cauce alto.

3.3.1.6 Demanda Química de oxígeno

Figura 7

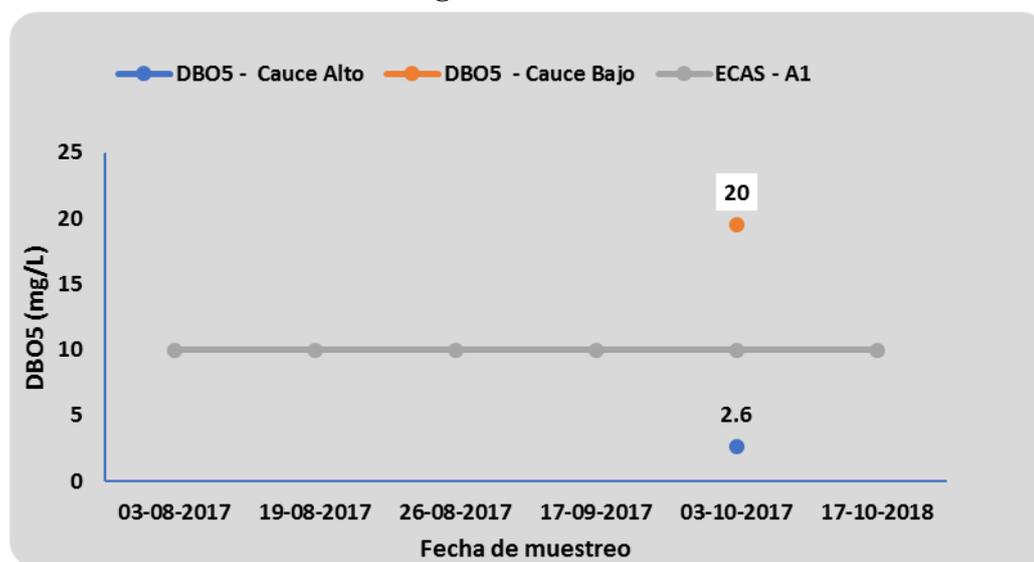


Comparación de la demanda química de oxígeno en el cauce alto y bajo río Colpamayo, con los ECAS para agua de consumo humano sub categoría A1.

Se observa una mayor demanda química de oxígeno en el cauce bajo en relación a la demanda química de oxígeno del cauce alto, esta alta demanda química de oxígeno cauce bajo en las aguas del río Colpamayo fueron generadas por los impactos negativos por el vertimiento con aguas residuales del camal y de las alcantarillas del Distrito de Chota, la demanda química de oxígeno cauce alto está dentro de los ECAS para agua de río y por encima de los ECAS de agua de río.

3.3.1.7 Demanda bioquímica de oxígeno

Figura 8

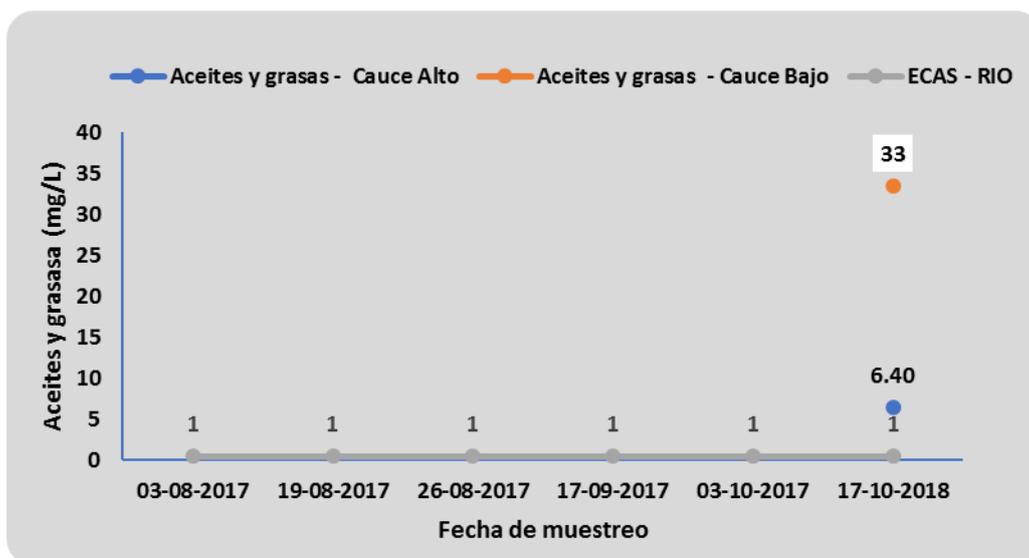


Comparación de la demanda bioquímica de oxígeno en el cauce alto y bajo del río Colpamayo, con los ECAS para agua de consumo humano sub categoría A1.

Se observa la demanda bioquímica de oxígeno más alta en el cauce bajo en relación a la demanda bioquímica de oxígeno cauce alto, esta alta demanda bioquímica de oxígeno cauce bajo en las aguas del río Colpamayo son generadas por los impactos negativos por el vertimiento con aguas residuales del camal y de las alcantarillas del Distrito de Chota. Las altas demanda bioquímica de oxígeno en el cauce bajo debido a las aguas residuales del camal que son arrojadas en este cauce con alta presencia de materia orgánica, la DBO5 en el cauce bajo están por encima de los ECAS para agua de consumo humano sub categoría A1 y en el cauce alto dentro de los ECAS para para agua de consumo sub categoría A1.

3.3.1.8 Aceites y grasas (mg/l)

Figura 9

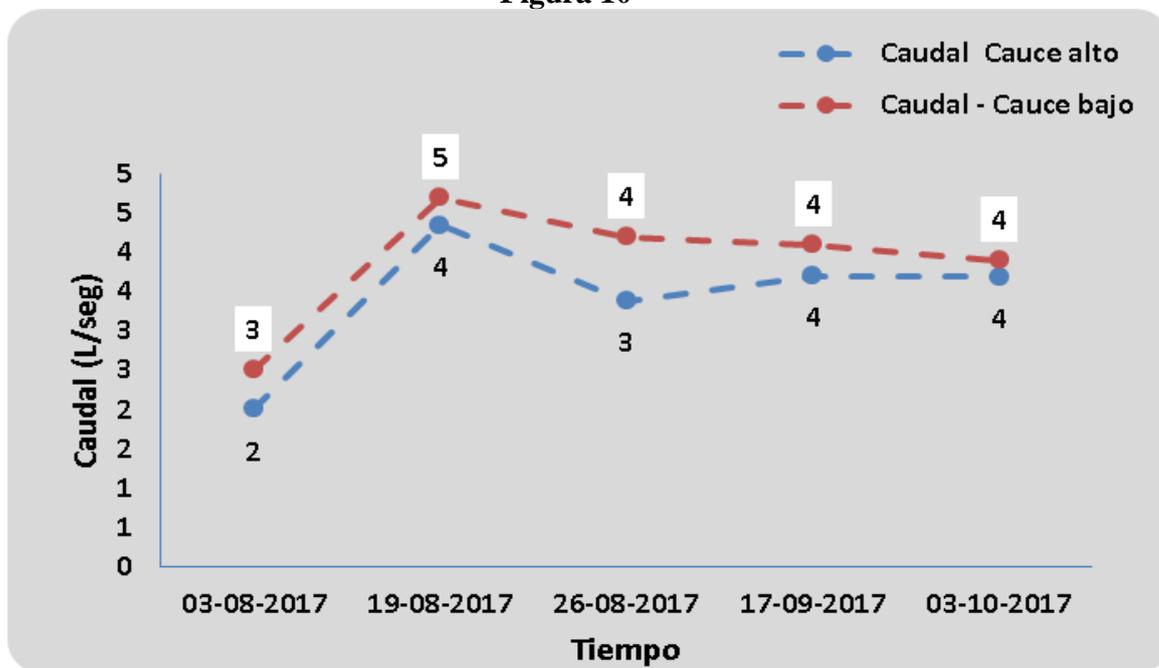


Comparación de los Aceites y grasas en el cauce alto y bajo del río Colpamayo, con los ECAS para agua de consumo humano sub categoría A1 y ECAS para agua de río.

Se observa que las concentraciones de aceites y grasas son más altas en el cauce bajo que el cauce alto, estas alta concentraciones de aceites y grasas cauce bajo en las aguas del río Colpamayo son generadas por los impactos negativos por el vertimiento con aguas residuales del camal y de las alcantarillas del Distrito de Chota. Las concentraciones de los aceites y grasas en el cauce alto y Bajo están por encima de los ECAS para agua de consumo humano sub categoría A1.

3.3.1.9 Caudal

Figura 10



Comparación del caudal en el cauce alto y bajo del río Colpamayo

El aumento del caudal medido en ambos sectores (Figura 9) se debe a los vertimientos no declarados que encontramos en los sectores del río bajo estudio. Se observa caudales más altos en el cauce bajo en relación a los caudales en el cauce alto en todas las muestras, los caudales en el cauce bajo del río Colpamayo se incrementan por el ingreso de aguas residuales de todo el distrito de Chota y por los vertimientos aguas servidas del camal municipal que se incrementa según los animales sacrificados y el incremento de la población en las fiestas patronales como son en el mes de agosto.

3.2.2 Prueba de hipótesis de Normalidad.

La hipótesis de Normalidad de los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua de la quebrada Colpamayo se contrastó usando la prueba de Shapiro – Wilk, recomendable si las muestras son pequeñas ($n < 30$):

Se plantean: H_0 : Hipótesis nula; H_1 : hipótesis alternativa.

H_0 : La variable sigue una distribución normal.

H_1 : La variable no sigue una distribución normal.

Regla de decisión para Prueba de Shapiro – Wilk:

Si $p > 0.05$, no se rechaza H_0

Si $p \leq 0.05$, se rechaza H_0

Tabla 7. Prueba de normalidad para los parámetros fisicoquímico de la calidad de agua de la quebrada Colpamayo

CAUCE		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Turbiedad	Cauce Alto	0.30	5	0.15	0.84	5	0.15
	Cauce Bajo	0.31	5	0.12	0.80	5	0.08
Conductividad	Cauce Alto	0.22	5	0.200 [*]	0.93	5	0.61
	Cauce Bajo	0.23	5	0.200 [*]	0.91	5	0.47
Sólidos Disueltos Totales	Cauce Alto	0.25	5	0.200 [*]	0.92	5	0.52
	Cauce Bajo	0.25	5	0.200 [*]	0.88	5	0.33
pH	Cauce Alto	0.33	5	0.08	0.83	5	0.14
	Cauce Bajo	0.26	5	0.200 [*]	0.87	5	0.26
Temperatura	Cauce Alto	0.24	5	0.200 [*]	0.96	5	0.81
	Cauce Bajo	0.19	5	0.200 [*]	0.97	5	0.90
Caudal	Cauce Alto	0.28	5	0.200 [*]	0.89	5	0.34
	Cauce Bajo	0.31	5	0.13	0.86	5	0.24
Oxígeno Disuelto	Cauce Alto	0.18	5	0.200 [*]	0.97	5	0.90
	Cauce Bajo	0.31	5	0.12	0.86	5	0.22
% de saturación de oxígeno disuelto	Cauce Alto	0.35	5	0.04	0.72	5	0.01
	Cauce Bajo	0.23	5	0.200 [*]	0.91	5	0.48

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

3.2.3 Prueba de hipótesis para la diferencia de medias.

La hipótesis para las pruebas t Student:

H_0 [Hipótesis nula]: No existe diferencia significativa entre la media del cauce alto y la media del cauce bajo.

H_1 [Hipótesis alternativa]: Existe diferencia significativa entre la media del cauce alto y la media del cauce bajo.

Se usa el estadístico t de Student. Se analiza la prueba de Levene para la igualdad de varianzas. Si la probabilidad asociada al estadístico Levene es $p > 0.05$, suponemos varianzas iguales, si es < 0.05 , suponemos varianzas distintas, con un nivel de confianza al 95%.

Tabla 8. *T de student de igualdad de medias para muestras independientes para los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua de la Quebrada Colpamayo.*

Parámetros		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de	
									Inferior	Superior
Turbiedad	varianzas iguales	20.11	0.00	-3.39	8.00	0.01	-15.65	4.62	-26.30	-5.00
	No varianzas iguales			-3.39	5.02	0.02	-15.65	4.62	-27.51	-3.79
Conductividad	varianzas iguales	0.19	0.68	-1.53	8.00	0.16	-135.80	88.61	-340.13	68.53
	No varianzas iguales			-1.53	7.33	0.17	-135.80	88.61	-343.40	71.80
Sólidos Disueltos	varianzas iguales	0.25	0.63	-1.42	8.00	0.19	-63.20	44.48	-165.77	39.37
	No varianzas iguales			-1.42	7.25	0.20	-63.20	44.48	-167.64	41.24
pH	varianzas iguales	1.50	0.25	1.72	8.00	0.12	0.31	0.18	-0.11	0.72
	No varianzas iguales			1.72	7.52	0.13	0.31	0.18	-0.11	0.73
Temperatura	varianzas iguales	0.01	0.93	-0.66	8.00	0.53	-0.50	0.76	-2.25	1.25
	No varianzas iguales			-0.66	7.93	0.53	-0.50	0.76	-2.25	1.25
Oxígeno Disuelto	varianzas iguales	0.01	0.92	-0.85	8.00	0.42	-0.46	0.54	-1.69	0.78
	No varianzas iguales			-0.85	7.98	0.42	-0.46	0.54	-1.69	0.78
Porcentaje de saturación OD	varianzas iguales	0.09	0.77	5.70	8.00	0.00	0.91	0.16	0.54	1.27
	No varianzas iguales			5.70	7.81	0.00	0.91	0.16	0.54	1.27
Caudal	varianzas iguales	1.85	0.21	3.22	8.00	0.01	16.59	5.15	4.72	28.46
	No varianzas iguales			3.22	5.20	0.02	16.59	5.15	3.51	29.67

La tabla N° 8, muestra que el estadístico de Levene para turbiedad toma el valor $F= 20.11$ y su valor p (significación estadística) toma el valor (0.000) esto nos dice que las varianzas de las dos muestras son distintas. Entonces se tomará para el análisis t de varianzas diferentes, $t = -3.39$ y su valor p es 0,02 indicándonos que las medias son diferentes rechazando la hipótesis nula H_0 , de igualdad de medias.

El intervalo de confianza 95% que comprende valores entre -27.51 y -3.79 NTU; dado que la diferencia entre las dos medias es de -15.65 NTU y este valor se encuentra dentro del intervalo de confianza, nos permite aceptar que las medias de ambas muestras son estadísticamente diferentes, siendo la turbiedad mayor en el cauce bajo.

El aumento de la turbiedad en el cauce bajo se debe a la contaminación por aguas residuales y aguas de lluvias y escorrentías.

Respecto a la conductividad toma el valor $F= 0.19$ y su valor p (significación estadística) toma el valor 0.68 esto nos dice que se puede asumir el supuesto de igualdad de las varianzas de las dos muestras. Entonces solo se tomará en cuenta valor del estadístico t es el que se obtuvo con anterioridad $t = -1.53$ y su valor p es 0,16 indicando que las medias son iguales. Pero además da el intervalo de confianza que comprende las diferencias de medias para poder aceptar la hipótesis nula, e indica que la diferencia está comprendida entre los valores -340.13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 68.53 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y dado que la diferencia entre las dos medias es de 88.61 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y este valor no se encuentra dentro del intervalo; se rechaza la hipótesis alternativa H_1 de diferencia de medias entre el cauce bajo y el cauce alto.

Al verificar la prueba de Levene en caso de los sólidos disueltos con $F = 0.25$, $p > 0.05$, no se rechaza el H_0 , se asumen varianzas iguales, Entonces solo se tomará en cuenta valor del estadístico t es el que se obtuvo con anterioridad $t = -1.42$ y su valor p es 0,19 aceptando la hipótesis nula H_0 , los resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos grupos.

La prueba de Levene de la temperatura no es significativa ($p = 0,77$), por lo que asumimos la homogeneidad de varianzas y observamos la t Student en la fila superior (se asume igualdad de varianzas), el estadístico $t = 0.64$ y el valor "p" asociado es 0,54. Concluyéndose que se acepta H_0 , que la media del cauce alto y cauce bajo que son estadísticamente iguales al nivel de significación $p > 0.05$.

Respecto al oxígeno disuelto, se observa que la prueba de Levene $F=0.01$ con una significancia ($p=0.92$) es $p > 0.05$ se concluye varianzas iguales, entonces el $t=-0.85$ con el $p=0.42$ siendo $p > 0.05$ aceptándose H_0 , y se concluye que las medias de ambos cauces son estadísticamente iguales.

En el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto, se observa que la prueba de Levene $F=0.09$ con una significancia ($p=0.77$) es $p > 0.05$ se concluye varianzas iguales, entonces el valor $t = 5.7$ con el $p=0.00$ siendo $p < 0.05$ se rechaza H_0 , y se concluye que las medias de ambos cauces son estadísticamente diferentes.

La disminución del porcentaje de saturación en el cauce bajo se debe a la contaminación con materia orgánica que requiere el oxígeno para su descomposición.

La prueba de Levene del Caudal no es significativa ($p = 0,92$), por lo que se asume la homogeneidad de varianzas y se obtiene la t Student en la fila superior (se asume igualdad de varianzas), el estadístico $t = - 0.85$ y el valor "p" asociado es 0,01 siendo $p < 0.05$ rechazándose H_0 , concluyéndose que estadísticamente son diferentes al nivel de significación $p > 0.05$

El aumento del caudal en el cauce bajo se debe a la contaminación por aguas residuales y aguas de lluvias y escorrentías.

3 DISCUSIÓN

1.- Los parámetros fisicoquímicos turbiedad, conductividad, sólidos totales, pH, oxígeno disuelto, DBO 5, coliformes termotolerantes y grasas en el cauce alto no exceden los ECA's para la categoría 4 conservación del ambiente acuático (agua de río de la sierra, costa y selva) y los parámetros fisicoquímicos turbiedad, oxígeno disuelto, DBO 5, coliformes termotolerantes y grasas en el cauce bajo están por encima de los ECA's para la categoría 4 debido a que está siendo impactada negativamente por las aguas residuales del camal municipal, el arrojamiento de aguas domésticas de las alcantarilla del distrito de Chota, los residuos sólidos, los insecticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura, esto concuerda con la calidad de agua del río Colpamayo en el cauce alto y no concordante con la calidad del agua del río Colpamayo en el cauce bajo con el estudio realizado por SAMILLAN D. (2014), quien determinó que los parámetros físico-químicos: pH, turbiedad, conductividad, sólidos totales, Oxígeno disuelto, DBO5, Coliformes totales y termotolerantes del río Reque no exceden los ECA's para la Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático en lagunas, lagos y ríos de la selva) y por la ley General de Aguas en su Clase IV (Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial), indicando como fuentes de contaminación el vertimiento de aguas residuales domésticas, los residuos fecales de aves y los fertilizantes dispersos usados en los campos de cultivo, dichos resultados en el río Reque de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos nos indicaron que es un río de buena calidad de agua.

Las principales fuentes de contaminación fueron el vertimiento de aguas residuales domésticas, los residuos fecales de agua y los fertilizantes utilizados en los campos de cultivos.

2.- Los parámetros fisicoquímicos turbiedad, DBO 5, coliformes termotolerantes y grasas en el cauce bajo del río Colpamayo se han incrementado y han disminuido el pH y oxígeno disuelto en relación a los resultados determinados en el cauce alto del río Colpamayo esto se debió

a los impactos negativos por las aguas residuales del camal municipal, el arroyo de aguas domésticas de las alcantarilla del distrito de Chota, los residuos sólidos, los insecticidas y fertilizantes utilizados en la agricultura; esto es concordante con el estudio realizado por SIERRA J., JAIME A., y MORA A. (2002), quienes indican que la contaminación del río Bogotá ocurre a través del recorrido del río; la contaminación proviene de vertimientos de la industria y alcantarillas municipales, aumentando primero los valores de DBO, alcalinidad y pH y luego la turbiedad, temperatura, conductividad y dureza, mientras el oxígeno disuelto disminuye, dando así evidencia del deterioro de la calidad del agua del río.

4 CONCLUSIONES

1.- La calidad fisicoquímica del cauce alto del río Colpamayo fueron aguas más básicas con un pH promedio de 8.30, con una menor turbiedad en promedio de 4.29 UNT, mas oxigenadas con oxígeno disuelto promedio de 5.31 mg /L dentro de los Estándares de Calidad de Agua de categoría 4: conservación del ambiente acuático de los río de la sierra y en el cauce bajo presentó mayor turbiedad en promedio de 19.94 UNT, mayor DBO 5 con un promedio de 19.50 mg O₂/L, DQO 53 mg O₂/L por encima de los ECAS de Agua de categoría 4: conservación del ambiente acuático de los ríos de la sierra y para agua de consumo humano subcategoría A1, y menor concentración de oxígeno disuelto en promedio 4.20 mg/L por debajo ECAS categoría 4: conservación del ambiente acuático de los ríos de la sierra y para agua de consumo humano subcategoría A1, además son aguas menos básicas con un pH promedio de 8.16 dentro de los ECAS río de la sierra, debido al impacto de la polución orgánica.

2.- En cuanto a la calidad bacteriológica en el río Colpamayo en el cauce alto existe una menor contaminación orgánica con la presencia de coliformes termotolerantes indicadores de contaminación fecal aguas arriba con 920 NMP/ 100 mL dentro de los ECAS de agua de río que en el cauce bajo con 1 600 000 NMP/100 mL de la quebrada Colpamayo, debido a que en el cauce bajo son impactadas con aguas residuales del camal municipal y aguas de las alcantarillas urbanas que son arrojadas sin tratar a dicho río de la sierra, alcanzando valores por encima de los Estándares de Calidad de Agua de río de la sierra.

3.- En cuanto a los aceites y grasas en el cauce alto tuvo un promedio menor de 6,40 ug/L que el cauce bajo con un promedio de 33.4 ug/L en ambos cauces sus valores están por encima de los Estándares de Calidad de Agua de río de la sierra y agua de consumo humano subcategoría A1.

4.- Las zonas más contaminadas del río Colpamayo es el cauce bajo donde existe una mayor DQO 5 DBO 5 con un promedio de 19.50 mg O₂/L, DQO 53 mg O₂/L por encima de los ECAS de Agua de categoría 4: conservación del ambiente acuático de los ríos de la sierra y para agua de consumo humano subcategoría A1, además hay una alta contaminación orgánica con alta presencia de coliformes termotolerantes indicador de contaminación fecal con un promedio de 1 600 000 NMP/100 mL.

5 RECOMENDACIONES

Realizar análisis fisicoquímicos, bacteriológico y monitoreos permanentes en los cauces alto y bajo de Río Colpamayo por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Área de Medio Ambiente de la municipalidad provincial y evaluar los impactos negativos del ecosistema acuático y la pérdida de la biodiversidad.

Se propone que se haga realidad la implementación y ejecución de una planta de tratamiento de aguas residuales por parte de la autoridad regional y local, además que comience a funcionar el nuevo camal municipal el cual cuenta con planta de tratamiento, disminuyendo sustancialmente la polución orgánica del río Colpamayo.

Para otros estudios de ingeniería ambiental se recomienda continuar con las investigaciones y determinar el grado de contaminación por el vertimiento de aguas residuales tanto en el cauce alto y en el cauce bajo del río Colpamayo, con la finalidad de disminuir la contaminación de los ríos y quebradas que se desplazan por todo el ámbito de la provincia de Chota y región Cajamarca.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ESTHER P, Blogverde.com. [Fecha de consulta: 21/05/2017]

Disponible en: <https://elblogverde.com/author/esther/>. (2017).

SAMILLAN, Danilo. Evaluación Físico-Química y Microbiológica de las Aguas del Rio Reque - Chiclayo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2014.

ESPINOZA, Manuel y SANTARIA, kenji. Análisis Comparativo entre los Sistemas de Galerías Filtrantes y Pozos Profundos en la Etapa de Captación y Conducción para el Mejoramiento del Abastecimiento de Agua Potable en el Distrito de Ica, Sector N°4: Santa María. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016.

ROJAS, Citlalli. Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Rio San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) Nayarit –Universidad de Guadalajara: México, 2011.

CAVA, Tania y RAMOS, Fiorella. Caracterización físico-química y microbiológica del agua para consumo humano de la localidad de las Juntas del Distrito de Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016.

SIERRA, Julia, JAIME, Alexandra, y MORA, Andrea. Monitoreo de parámetros fisicoquímicos, en la cuenca alta del rio Bogotá. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina ISSN 0124-8170 N° 12 – Julio 2002. (Pags. 23-30). Universidad Militar Nueva Granada Colombia, 2012.

YANA Evelin. Contaminación por materia orgánica en el rio Torococha de la ciudad de Juliaca. Escuela de Biología. Universidad Nacional del Antiplano, 2014.

LENNTECH B.V FAQ de la Evaluación de la Calidad del agua; *LENNTECH*, 2017.

HERRERA, Jorge. Variación temporal y espacial de la calidad de las aguas superficiales en la Subcuenca del río Virilla (Costa Rica) entre 2006 y 2010. Universidad Nacional de Costa Rica, 2013.

ROMERO, Alfonso, FLORES, Silvana y PACHECO, Werner. Estudio de la calidad de agua de la cuenca del río Santa. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. Vol. 13 N° 25, 26-69 (2010) UNMSN: 1561-0888 (impreso) /1628-8097 (electrónico). [Fecha de consulta: 21/05/2017]

Disponible en:

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n25/.../a09v13n25.pdf

CALLA Helen, CABRERA Carlos. Calidad del agua en la cuenca del río Rímac, sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras. Revista del Instituto de Investigaciones Figmmg. Vol. 13 N° 25, 87-94 UNMSN: 1561-0888 (impreso) /1628-8097 (electrónico), 2010. [Fecha de consulta: 21/05/2017]

Disponible en:

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n25/pdf/a12v13n25.pdf

MALPICA, Miury. Resultado del monitoreo participativo de calidad de agua de la cuenca río Moche, La Libertad - Perú, noviembre, 2015. [Fecha de consulta: 21/05/2017]

Disponible en:

<Http://Sial.Segat.Gob.Pe/Download/File/Fid/67777>

ATKINS, David. Evaluación de la calidad del agua en Cajamarca, Perú. [Fecha de consulta: 21/05/2017]

Disponible en: <http://www.cao-ombudsman.org/cases/document-links/documents/EvaluaciondeLaCalidaddelAgua2004-2005.pdf>

OMS. Organización Mundial de la Salud; págs. 27-28; 2008.

Cepal; 2007.

OMS. Organización Mundial de la Salud; actualizado 2017

OMS. Organización Mundial de la Salud; págs. 32-37; 2008.

OMS. Organización Mundial de la Salud; págs. 33-38; 2008

ESPINOZA, Virgilio CASTILLO, Rosario y ROVIRA, Dalys. Parámetros Físicoquímicos y microbiológicos como indicadores de calidad de las aguas de la subcuenca del río David, Provincia de Chiriquí Panamá. Universidad Tecnológica Oteima, 2014.

Disponible en:

<http://www.oteima.ac.pa/nueva/investigaciones/Par%C3%A1metros%20F%C3%A4Dsico-quimico%20listo.pdf> [Fecha de consulta: 21/05/2017]

ROMERO, Jairo. Calidad del Agua; p. 154; Alfaomega; México, 1999.

VÁSQUEZ A. D. “Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental del Agua”; Tingo María – Perú, 2016.

WALL, citado por Cardona, 2003 p, 1). (1991)

Ministerio de Salud; Decreto Supremo N°031-2010-SA

Ley de Recursos Hídricos (ley 29338) en su artículo 34

Ministerio del Medio Ambiente; en su categoría 4; Decreto Supremo N° 002-2008.

HERNÁNDEZ; y Col Fernández et al Baptista (2003); pp. 119.

ZACARIAS, Eladio. Así se Investiga, Pasos para hacer una Investigación. Clásicos ROXSIL. 2000. ISBN 84-89899-30-4, 1998.

GRASSO, Livio. Encuestas. Elementos para su diseño y análisis. Editorial Brujas, Nov 13, 2006.

GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica Editor, Editorial Brujas, 2006. p. 127-128;

ÁLVAREZ-Gayou, JUAN. Cómo hacer investigación cualitativa: fundamentos y metodología. Editorial Paidós, 2009.

ANEXOS

ANEXO N°1: FICHA DE OBSERVACIÓN

“Estudio Comparativo de los Niveles de Contaminación en el Cauce Alto y Bajo del río Colpamayo, Chota – 2017”.

VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	INDICADORES	Unidad	LMP	ECA	ANOTACIONES
V.I. Niveles de contaminación en el cauce alto y bajo del río Colpamayo	Caudal	L/S	---		
	Temperatura	°C	40		
	pH	Und. de pH	6 – 9		
	Oxígeno disuelto	mg/L	---		
	DBO ₅	mg/L	50		
	DQO	mg/L	250		
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	---		
	Coliformes totales	NMP/100 mL	---		
	Aceites y grasas	mg/L	10		
VD. Calidad de agua en el cauce alto y bajo.	Caudal	L/S		---	
	Temperatura	°C		---	
	pH	Und. de pH		6.5 – 8.5	
	Oxígeno disuelto	mg/L		≥ 4	
	DBO ₅	mg/L		15	
	DQO	mg/L		40	
	Aceites y grasas	mg/L		1	
	Coliformes fecales	NMP/100 mL		2 000	
	Coliformes totales	NMP/100 mL		5 000	

LMP: Límite máximo permisible
calidad ambiental

ECA: Estándar de



Jorge Cabrejos Barriga
 Ing. Jorge Cabrejos Barriga
 CIP. N° 38570

ANEXO N° 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

	PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
G	¿En qué medida la evaluación del análisis comparativo de los niveles de contaminación del río Colpamayo tanto en el cauce alto y bajo ayudara a resarcir los daños ambientales recuperando su biodiversidad?	Evaluar los niveles de contaminación en los cauces alto y bajo del río Colpamayo, Chota - 2017.	Existen diferencias significativas en la calidad de aguas entre los cauces alto y bajo del río Colpamayo, Chota-2017.
E1	¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua en los cauces alto y bajo del río Colpamayo?	Realizar los exámenes Fisicoquímicos en los cauces alto y bajo del río Colpamayo.	Los resultados de análisis fisicoquímico del Río Colpamayo, arroja datos mayores a los ECA's y LMP's
E2	¿Cuáles son las zonas más contaminadas y las soluciones para su recuperación?	Determinar las zonas más contaminadas para buscar soluciones de recuperación de este y su biodiversidad.	Los resultados de análisis fisicoquímico del Río Colpamayo, permite identificar las zonas más contaminadas.
E3	¿Cuáles son las alternativas de solución que ayuden a mitigar los niveles de contaminación en el cauce del río?	Proponer alternativas de solución que ayuden a mitigar los niveles de contaminación en el cauce del río.	Las propuestas de solución permitirán conocer como mitigar los niveles de contaminación.
E4	¿Qué medida es posible implementar con la comunidad para protegerla de los efectos de la contaminación del río Colpamayo)	Concientizar a la comunidad sobre los efectos de la contaminación del río Colpamayo tanto en la salud como en lo ambiental.	Concientizar a la comunidad mediante educación ambiental contribuye a disminuir los efectos de la contaminación del Río Colpamayo.

ANEXO 3. Estándares de calidad de agua (ECAS) Categoría 1: Poblacional y Recreacional-Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y río de la costa y sierra según D.S. N° 004-2017-MINAM.

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3	E2: Ríos
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Costa y sierra
Turbiedad	NTU	5	100	**	
Conductividad	uS/cm	1500	1600	**	1000
SDT	Ppm	1000	1000	1500	
pH	Unidad de pH	6.5 -8.5	5.5 -9.0	5.5 -9.0	6.5 - 9,0
OD (valor mínimo)	mg /L	≥ 6	≥ 7	≥ 8	≥ 5
DBO5	mg /L	3	5	10	10
DQO	mg /L	10	20	30	
Coliformes					
Termotolerantes	NMP/ 100 mL	20	2,000	20,000	2000
Aceites y grasas	Ug/L	0.5			5

**ANEXO 4. ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD DE AGUA
CATEGORIA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES**

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Caldo	mg/L	200
Carbonatos	mg /L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(μ S/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos – P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	unidad de pH	6,5 - 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	1,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO			
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR	
Orgánicos			
Aceites y grasas	µg/L	1	
Fenoles	µg/L	0,001	
S.A.A.M. (Detergentes)	µg/L	1	
Plaguicidas			
Aldicarb	µg/L	1	
Aldrin (CAS 309-00-2)	µg/L	0,004	
Cordano (CAS 57-74-9)	µg/L	0,3	
DDT	µg/L	0,001	
Dieldrin (CAS 72-20-8)	µg/L	0,7	
Endrin	µg/L	0,004	
Endosulfan	µg/L	0,02	
Heptacloro	µg/L	0,1	
Lindano	µg/L	4	
Paration	µg/L	7.5	
Biológicos		Vegetales tallo alto	Vegetales tallo bajo
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1 000	2 000
Coliformes totales	NMP/100 mL	5 000	5 000
Enterococos	NMP/100 mL	20	100
Escherichia coli	NMP/100 mL	100	100
Huevos de Helminthos	NMP/100 mL	< 1	< 1
Salmonella sp.	NMP/100 mL	Ausente	Ausente
Vibrio Cholerae	NMP/100 mL	Ausente	Ausente

Fuente: D.S. N° 002 – 2008 Minam. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Nota:

NMP: Numero más probable en 100 mL.

Vegetales de tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen buena longitud de tallo, las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 2 metros). Ejemplo: forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de tallo bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (1 a 15 cm.) Ejemplo: Hortalizas y verduras de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio, arveja, etc.

ANEXO N° 4: Mapa de la Provincia de Chota



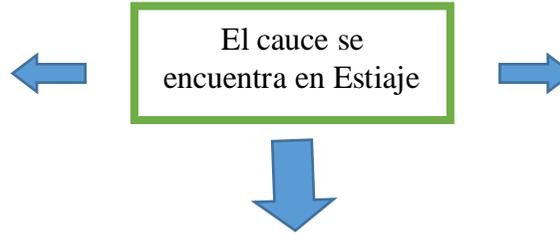
**Anexo N° 5. Imagen de las aguas servidas ingresando al cauce del río,
tomada en el 2010**



El río Colpamayo está contaminado por: el arrojo de basura directamente a sus aguas, la basura de la ciudad es arrojada en gran cantidad a la ladera que queda a lado del Ministerio de Agricultura y ésta con una simple lluvia o viento es arrastrada al río; pero el agente más contaminante del río Colpamayo es la ubicación del "Camal" en la orilla de este río, las aguas se mezclan con el estiércol, sangre y desperdicios; el agua posteriormente en su recorrido es utilizada para irrigar cultivos especialmente verduras que luego son comercializadas en los mercados de nuestra provincia de Chota, para ser consumidos por toda la población trayendo como consecuencia distintas enfermedades. (<http://yulithanaceli.blogspot.pe/2010/07/contaminacion-del-rio-colpamayo.html>)

Anexo N° 6 Fotos actuales

CAUCE ALTO DEL RIO COLPAMAYO:



Alrededor del cauce se observan pastizales y pequeñas chacras, sus aguas en este sector son utilizadas para el riego, el agua se observa un poco más clara y a simple vista no se ven patógenos que la estén contaminando.

CAUCE MEDIO DEL RIO ALTURA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CAMAL MUNICIPAL



Se puede apreciar en las imágenes aguas estancadas, animales carroñeros, sacos de desperdicios, moscas, además que se perciben olores nauseabundos.



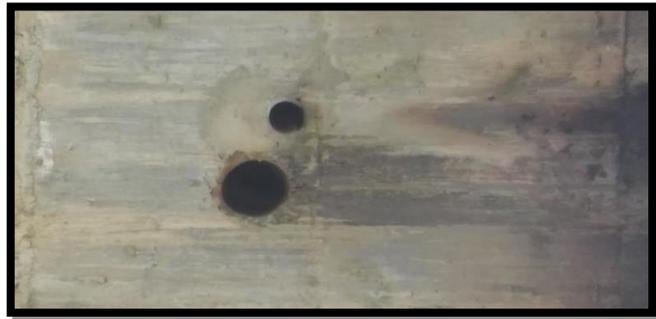
La basura acumulada se es notorio por la poca cantidad de agua en el cauce, a la fecha no existe un plan de contingencia ambiental para resarcir este problema que sigue siendo de un alto nivel de riesgo para la salud.



Se puede además observar animales muertos en estado de descomposición mezclado con desperdicios alimenticios, botellas plásticas, plásticos, pañales descartables entre otros contaminantes.



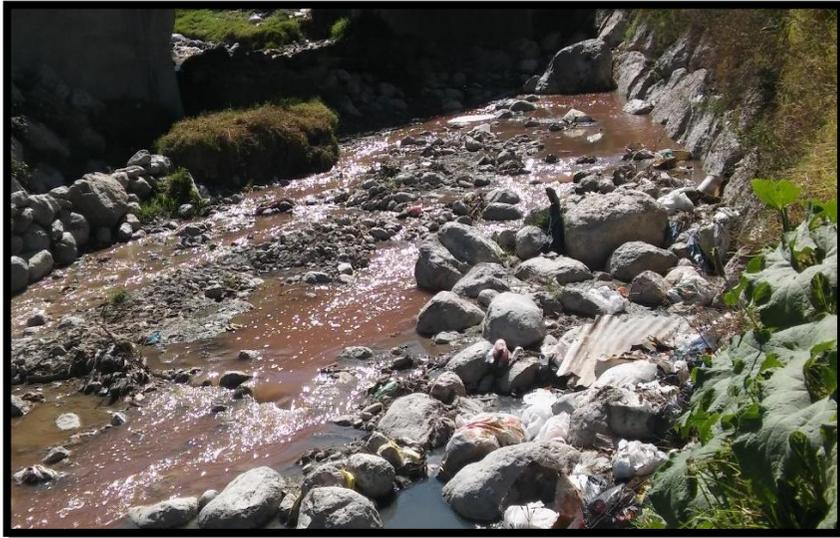
Salida de los desagües de la ciudad al río Colpamayo



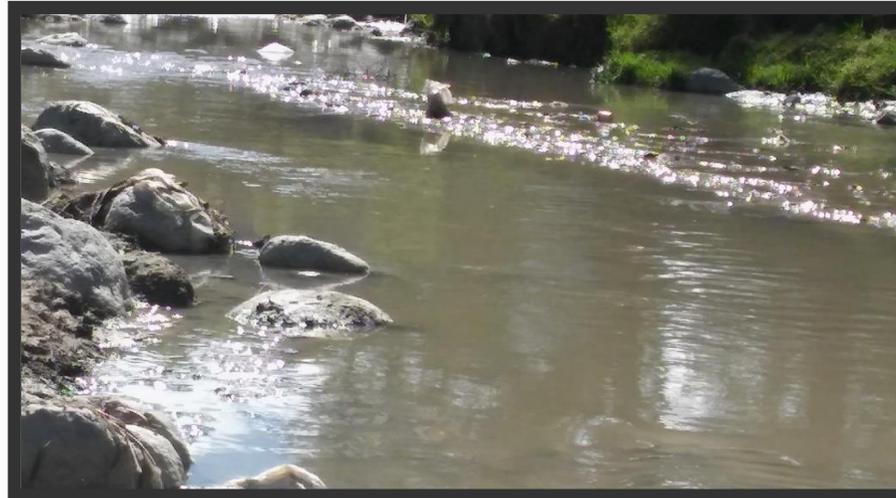
Sacos de basura, plástico alrededor
del Rio Colpamayo



Anexo N° 7 FOTOS CAUCE BAJO DEL RIO COLPA



Hay agua empozada produciendo olores fétidos además de basura existente como pedazos de calaminas oxidadas.



Se observa mucha turbidez del agua además de un color rojizo.

Tabla 24

Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos determinados en el cauce alto del río Colpamayo de agosto a octubre año 2017.

PARÁMETROS	Unidad	ECAS - RIO	ECAS - A1	03-08-2017	19-08-2017	26-08-2017	17-09-2017	03-10-2017	17-10-2017	PROM.	DESV.
Turbiedad - Cauce Alto	NTU		5	9.8	5.7	2.4	2.0	1.6		4.29	3.13
Conductividad - Cauce Alto	uS/cm	1000	1500	759	656	741	868	441		693.00	142.94
SDT - Cauce Alto	ppm		1000	380	327	378	434	220		347.80	72.31
pH - Cauce Alto		6.5 - 9,0	6.5 -8.5	8.8	8.9	8.8	8.3	8.2		8.61	0.28
Temperatura - Cauce Alto	°C			18	20	18	16	16		17.66	1.33
OD - Cauce Alto	mg O2/L	≥ 5	≥ 6	5.2	5.0	5.3	5.4	5.7		5.31	0.24
Porcentaje de saturación de OD - Cauce Alto	% mg O2/L			70	71	72	75	96		76.94	9.55
DBO5 - Cauce Alto	mg O2/L	10	3					2.6		2.60	0.00
DQO - Cauce Alto	mg O2/L		10					8.3		8.30	0.00
Coliformes Termotolerantes - Cauce Alto	NMP/100 mL	2000	20					920		920.00	0.00
Coliformes Totales - Cauce Alto	NMP/100 mL		50								
Aceites y grasas - Cauce Alto	ug/L	5	0,5						6.40	6.40	0.00
Caudal Cauce Alto				2	4	3	4	4		5.42	21.78

Tabla 24

Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos determinados en el cauce alto del río Colpamayo de agosto a octubre año 2017.

PARÁMETROS	Unidad	ECAS - RIO	ECAS - A1	03-08-2017	19-08-2017	26-08-2017	17-09-2017	03-10-2017	17-10-2017	PROM.	DESV.
Turbiedad - Cauce Bajo	NTU		5	11.1	14.4	29.8	31.2	13.2		19.94	8.70
Conductividad - Cauce Bajo	us/cm	1000	1500	812	687	750	941	954		828.80	104.75
SDT - Cauce Bajo	ppm		1000	396	343	374	470	472		411.00	51.81
pH - Cauce Bajo		6.5 - 9,0	6.5 -8.5	8.4	8.6	8.4	8.1	8.0		8.30	0.22
Temperatura - Cauce Bajo	°C			18.4	20.7	18.5	17.6	16.3		18.30	1.44
OD - Cauce Bajo	mg O2/L	≥ 5	≥ 6	4.3	4.2	4.3	4.5	4.8		4.40	0.21
Porcentaje de saturación de OD - Cauce Bajo	% mg O2/L			67	56	61	66	56		61.29	4.64
DBO5 - Cauce Bajo	mg O2/L	10	3					20		19.50	0.00
DQO - Cauce Bajo	mg O2/L		10					53		53.00	0.00
Coliformes Termotolerantes - Cauce Bajo	NMP/100 mL	2000	20					1600000		1600000.00	0.00
Coliformes Totales - Cauce Bajo	NMP/100 mL		50						3500000	3500000.00	0.00
Aceites y grasas - Cauce Bajo	ug/L	5	0,5						33	33.40	0.00
Caudal Cauce Bajo				3	5	4	4	4		3.88	21.78



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1017664

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD) 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

- LCM: Límite de cuantificación de los métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
 Los Resultados Microbiológicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1,8, 1,0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (°) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°05 Fecha : 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



Cajamarca, 16 de Octubre de 2017.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1017664

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código Cliente	MQCA 2		MQCA 3	-	-	-
Código Laboratorio	1017664-01		1017664-02	-	-	-
Matriz de Agua	NATURAL		RESIDUAL	-	-	-
Descripción	Superficial		Municipal	-	-	-
Localización de la Muestra	Colpamayo		Colpamayo	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	<LCM	19.5	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	<LCM	53.0	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	920	16x10 ⁵	-	-

Mariano de la Cruz Sarmiento

Ing. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Analista Responsable de Biología
CBP: 9778

Cajamarca, 16 de Octubre de 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL

ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA

CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1017664

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **LUIS HUMBERTO CORONEL DELGADO**

N° RUC/DNI **44456577**

Dirección **Jr. Edelmira Silva N° 222 - Chota**

Región/Provincia/Distrito **Cajamarca/Chota/Chota**

Persona de contacto **Correo electrónico luis_cd90@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **03.10.17** Hora: **08:00 a 09:00**

Tipo de Muestreo **Puntual**

Número de Muestra **02 Muestra** N° Frascos x muestra **03**

Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**

Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario.**

Procedencia de la Muestra: **Colpamay - Chota**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 732** Cadena de Custodia **CC - 664 - 17**

N° Orden de Trabajo **1017664**

Fecha y Hora de Recepción **03.10.17 14:41** Inicio de Ensayo **03.10.17 15:10**

Fecha Término de Ensayo **10.10.17 14:40** Reporte Resultado **10.10.17 16:10**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Bigo Ronald A. Caceda Cuya
Bigo Ronald A. Caceda Cuya
RESPONSABLE DE LA CALIDAD
CEP: 4945

Cajamarca, 16 de Octubre de 2017.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°0011-2016-UCV-VA

ANEXO 1

ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO ACADEMICO DE LA UCV DE TESIS

Yo, Dra. Bertha Gallo Gallo, docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la UCV – Sede Chiclayo, y asesor del trabajo académico (Tesis) Titulado **"ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL CAUCE ALTO Y BAJO DEL RÍO COLPAMAYO, CHOTA - 2017"** del bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental:

CORONEL DELGADO, Luis Humberto

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 21%, verificable en el reporte de originalidad del Programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierten el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de las citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 30 de Octubre del 2018

Dra. Bertha Gallo Gallo
Docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental de UCV

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Luis Humberto Caswell Delgado....., identificado con DNI N° 44456577... egresada de la Escuela de Ingeniería Ambiental..., de la Universidad César Vallejo, autorizo (), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "Estudio Comparativo de los Niveles de Contaminación en el cauce Alto y Bajo del Rio Calpomayo, Chota - 2017".....

.....;

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 44456577

FECHA: 01 de Noviembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------