



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO
EN EL RÍO CHIAPUQUIO, POR EL CENTRO PISCÍCOLA
“EL INGENIO” DEPARTAMENTO DE JUNÍN EL AÑO 2018**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
CASTELLANOS DE LA CRUZ, ABDIEL**

**ASESOR:
ING. HUAMÁN AYALA, SEGUNDO JOSÉ**

HUANCAYO – PERÚ

2019

ASESOR

ING. HUAMÁN AYALA, SEGUNDO JOSÉ

DEDICATORIA

A mi hermana Nélide Castellanos y esposo por la ayuda fraterna que demostraron en toda mi formación profesional, por la confianza y comprensión que siempre han depositado en mí.

A mi familia, amigos y docentes que de una u otra manera han estado atentos y prestos a brindarme su ayuda desinteresada.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitir que cumpla uno de mis objetivos a nivel profesional y haberme guardado en todo momento, por darme entendimiento, sabiduría, y momentos de alegría.

A mi hermana Nélide por animarme siempre y por darme la oportunidad para poder estudiar y tener una buena educación.

A mis familiares, amigos y docentes, por sus consejos, paciencia y toda la ayuda que me brindaron para concluir mis estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1 Caracterización del problema	17
1.2 Formulación del problema.	19
1.2.1 Problema general.	19
1.2.2 Problemas específicos.	19
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general.	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 Hipótesis.....	20
1.4.1 Hipótesis general.....	20
1.4.2 Hipótesis específicas.....	20

1.5	Justificación e importancia de la investigación	21
1.5.1	Justificación.....	21
1.5.2	Importancia.....	21
1.6	Limitaciones de la investigación.	21
CAPÍTULO II		22
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN		22
2.1	Marco referencial.....	22
2.1.1	Antecedentes de la investigación.....	22
2.2	Marco conceptual	26
2.2.1	Calidad del agua.....	26
2.2.2	Parámetros de calidad.....	26
2.2.3	Estándares de calidad ambiental para agua (ECA - agua).....	26
2.2.4	Estado trófico.....	26
2.2.5	Parámetros bacteriológicos	27
2.2.6	Monitoreo	27
2.3	Marco teórico	27
2.3.1	Impacto medioambiental de la producción de la acuicultura	27
2.3.2	Impacto de la salmonicultura.....	28
2.3.3	Efectos Ambientales.....	28
2.3.4	Decreto supremo N° 015-2015-MINAM.....	29
2.3.5	Medios de cultivo en laboratorio.....	29
2.3.6	Impacto ambiental	30
2.3.7	Muestra simple o puntual	30
2.3.8	Muestras compuestas	30

2.3.9 Muestras integradas	31
2.3.10 Bacterias	31
2.3.11 Coliformes totales	31
CAPÍTULO III	32
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	32
3.1 Metodología	32
3.1.1 Ubicación geográfica	32
3.1.2 Ubicación de las estaciones de monitoreo	34
3.2 Diseño de la investigación	39
3.3 Cobertura de estudio	39
3.3.1 Universo	39
3.3.2 Población.....	39
3.3.3 Muestra	39
3.4 Variables.	39
3.4.1 Variable independiente.....	39
3.4.2 Variable dependiente.....	39
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	39
3.5.1 Técnicas de la investigación.....	39
3.5.2 Instrumentos de la investigación	40
3.6 Procesamiento de la información	42
3.6.1 Medidas (<i>Tendencia central y/o dispersión</i>)	42
CAPÍTULO IV	43
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	43
4.1 Resultados.....	43

4.1.1 Datos generales.....	44
4.1.2 Resultado de los parámetros físicos	45
4.1.2.1 De la temperatura del río Chiapuquio.....	45
4.1.2.2 De la conductividad eléctrica.....	47
4.1.2.3 De los sólidos totales.....	49
4.1.3 Resultado de los parámetros químicos	50
4.1.3.1 Del pH del río Chiapuquio	50
4.1.3.2 Del oxígeno disuelto	52
4.1.3.3 De la demanda bioquímica de oxígeno	53
4.1.4 Resultado de los parámetros bacteriológicos.....	55
4.1.4.1 De los coliformes totales	55
4.1.4.2 De los coliformes fecales.....	56
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	64

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- ECA : Estándares de Calidad Ambiental.
- LMP : Límite Máximo Permisible.
- OD : Oxígeno Disuelto.
- DBO₅ : Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- pH : Potencial de hidrógeno.
- ST : Sólidos totales.
- CT : Coliformes totales.
- CF : Coliformes fecales.
- CE : Conductividad eléctrica
- °C : Grados Celsius.
- NMP : Número más probable.
- mg/l : Miligramos por litro.
- CLSS : Caldo lauril sulfato de sodio.
- EC : Escherichia coli.
- uS/cm : Micro siemens por centímetro.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Parámetros y puntos de muestreo de campo.....	44
Tabla N° 2: Temperaturas por puntos de muestreo	45
Tabla N° 3: Datos en campo de la conductividad eléctrica.	47
Tabla N° 4: Datos tomados en campo para sólidos totales.....	49
Tabla N° 5: Datos de campo del pH del río Chiapuquio.....	50
Tabla N° 6: Datos tomados en campo de oxígeno disuelto.	52
Tabla N° 7: Datos tomados en campo para demanda bioquímica de oxígeno..	53
Tabla N° 8: Datos tomados en campo para coliformes totales.	55
Tabla N° 9: Datos tomados en campo para coliformes fecales.....	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Comparativo por puntos de monitoreo del río Chiapuquio.....	45
Gráfico N° 2: Promedio de temperaturas por estación de monitoreo	46
Gráfico N° 3: Variación de temperatura en relación a los puntos muestreados.....	46
Gráfico N° 4: Comparativo de conductividad eléctrica por estación y fecha de muestreo.....	48
Gráfico N° 5: Promedio de conductividad eléctrica por estación.....	48
Gráfico N° 6: Comparativo de sólidos totales por estación y fecha de muestreo	49
Gráfico N° 7: Promedios de sólidos totales por estación	50
Gráfico N° 8: Comparativo de pH por estación y fecha de muestreo.	51
Gráfico N° 9: Promedios de pH por estación	51
Gráfico N° 10: Comparativo de oxígeno disuelto por estación y fecha de muestreo.	52
Gráfico N° 11: Promedio de oxígeno disuelto por estación.....	53
Gráfico N° 12: Comparativo de la demanda bioquímica de oxígeno por estación y fecha de muestreo	54
Gráfico N° 13: Promedio de la demanda bioquímica de oxígeno.....	54
Gráfico N° 14: Comparativo de coliformes totales por estación y fecha de muestreo.	55
Gráfico N° 15: Promedio de coliformes totales por estación	56
Gráfico N° 16: Comparativo de coliformes fecales por estación y fecha de muestreo	57
Gráfico N° 17: Promedio de coliformes fecales por estación	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Mapa de ubicación del centro piscícola “El Ingenio” y el río Chiapuquio.	33
Figura N° 2: Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo	34
Figura N° 3: Determinación en laboratorio del NMP de coliformes totales y fecales	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Ubicación principal del centro piscícola “El Ingenio”	64
Anexo N° 2: Ubicación del primer punto de monitoreo para la toma de muestras (ingreso de agua a la piscigranja).	64
Anexo N° 3: Toma de muestras en la estación 1.	65
Anexo N° 4: Toma de muestras en la estación 2 (estanque de truchas juveniles).	66
Anexo N° 5: Determinando los parámetros físicos en la estación 2.....	66
Anexo N° 6: Toma de muestras en balde para determinar los parámetros físicos en la estación 3 (estanque de truchas reproductores). ...	66
Anexo N° 7: Medida de los parámetros físicos en la estación 3.	67
Anexo N° 8: Obtención muestral de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).	67
Anexo N° 9: Desarenador y acumulación de partículas en los fondos de la posa de la piscigranja “El Ingenio”.....	68
Anexo N° 10: Materiales y reactivos para el previo monitoreo.....	69
Anexo N° 11: Muestreo para determinar coliformes totales y fecales.	69
Anexo N° 12: Turbiedad por la concentración de partículas concentradas en los estanques.	70
Anexo N° 13: Presencia de algas por el aumento de temperatura y el contenido de nutrientes en los alimentos de las truchas.....	70
Anexo N° 14: Prueba presuntiva con caldo lauril sulfato de sodio llevado al horno a 37°C.....	71
Anexo N° 15: Prueba confirmativa con caldo lactosa verde para coliformes (concentración de gases o burbujas).....	71
Anexo N° 16: Informe de análisis del primer muestreo de los parámetros de DBO ₅ y OD.....	72
Anexo N° 17: Informe de análisis del segundo muestreo de los parámetros de DBO ₅ y OD.....	73
Anexo N° 18: Informe de análisis del tercer muestreo de los parámetros de DBO ₅ y OD.....	74

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad la determinación del impacto ambiental generado al río Chiapuquio, por las actividades productivas del centro piscícola “El Ingenio” en el departamento de Junín el año 2018 donde los resultados obtenidos nos indican que las actividades antrópicas modifican ligeramente la temperatura superficial del agua del río (12°C), con respecto a la conductividad eléctrica se muestran niveles normales en comparación al máximo presentado por el ECA CAT1-SUB C2 no existiendo alteraciones gravitantes, en lo referente a los sólidos totales las concentraciones de sólidos solubles de las aguas del río son sumamente bajas y se concluye que las actividades piscícolas no alteran trascendentemente. En las características químicas evaluadas como el pH se encuentran dentro de los niveles normales de agua para consumo humano no viéndose alterada por las actividades piscícolas del entorno, en el OD se puede apreciar ligeras variaciones de disminución correspondiente a la última estación (6.33 mg/l), debido principalmente a que las diversas actividades piscícolas hacen que disminuya significativamente el OD del medio. Al referirnos a la DBO₅ las medias encontradas 5.96 mg/l; 6.12 mg/l; 8.05 mg/l y 9.23 mg/l toman valores relativamente preocupantes ya que superan el máximo permisible del ECA, en razón de que concluyen ahí todas las actividades antrópicas piscícolas. Las características bacteriológicas como coliformes totales se evaluaron encontrándose las siguientes medias 5.57 NMP/100ml; 7.07 NMP/100ml; 40.67 NMP/100ml y 42.67 NMP/100ml. Concluyendo que sobrepasan el ECA de la ECA CAT1-SUB C2, a excepción de la estación 3 y 4 que se encuentra cerca de los niveles normales y aceptables y las medias de coliformes fecales indican cantidades de NMP/100ml más elevadas en la estación 4, ya que es en este punto donde se concentra toda la carga orgánica resultante del proceso productivo de la crianza de trucha.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the environmental impact generated by the Chiapuquio River, by the productive activities of the "El Ingenio" fish center in the department of Junín in 2018, where the results indicate that anthropic activities slightly modify the surface temperature of the river water (12°C), with respect to the electrical conductivity, normal levels are shown in comparison to the maximum presented by the ECA CAT1-SUB C2, there being no gravitational alterations, in relation to the total solids, the concentrations of soluble solids of the waters of the river are extremely low and it is concluded that the fishing activities do not alter transcendently. In the chemical characteristics evaluated as the pH are within the normal levels of water for human consumption not being altered by the fish farming activities in the environment, in the OD slight variations of decrease corresponding to the last season (6.33 mg/l), mainly due to the fact that the different fish activities mean that the OD of the medium decreases significantly. When referring to the BOD₅ the means found 5.96 mg/l; 6.12 mg/l; 8.05 mg/l and 9.23 mg/l are relatively worrying values since they exceed the maximum allowable ECA, because all anthropic fish activities end there. The bacteriological characteristics such as total coliforms were evaluated finding the following means 5.57 NMP/100ml; 7.07 NMP/100ml; 40.67 NMP/100ml and 42.67 NMP/100ml. Concluding that they exceed the ECA of the ECA CAT1-SUB C2, with the exception of season 3 and 4 which is close to normal and acceptable levels and the fecal coliform means indicate higher amounts of NMP/100ml in season 4, since it is at this point that all the organic load resulting from the productive process of trout farming is concentrated.

INTRODUCCIÓN

La actividad piscícola se ha incrementado en los últimos 20 años experimentando un crecimiento acelerado por todo el mundo, convirtiéndose en una fuente exitosa de economía y producción alimenticia, sin embargo estudios realizados sugieren que es una actividad poco amigable con el medio ambiente al impactar cuerpos de agua receptores con sus efluentes que contienen nutrientes y materia orgánica, sin embargo es difícil determinar con exactitud el impacto causado ya que existen una variedad de interacciones con otros factores ambientales. (Velasco et al, 2012)

Nuestro valle del Mantaro no escapa de ello, ya que existen piscigranjas representativas dentro del ámbito de la región Junín donde la alimentación artificial de truchas y los residuos que ésta actividad produce son preocupantes, sobre todo cuando se conjugan con actividades antrópicas turísticas y comerciales. (Chanca & Eulogio, 2015)

El centro piscícola “El Ingenio” es la piscigranja más representativa y de mayor producción de truchas (*Oncorhynchus mykiss*), para su producción se abastece de las aguas del río Chiapuquio, se realiza todo el ciclo de producción, incluyendo éste las actividades de alimentación, selección e inventario, limpieza, reproducción, entre otras faenas propias de la crianza que generan el vertimiento de materia orgánica y nutrientes al cauce del río Chiapuquio, existiendo un problema de contaminación de las aguas desde su captación hasta su devolución a dicha fuente de agua, preocupación que genera la investigación presente. (Huamaní, 2017)

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Caracterización del problema

La piscicultura impacta a nuestro ambiente por tres procesos: La adquisición de recursos, el proceso de alteración y la formación del producto final; la intervención intensiva que generan las actividades piscícolas atenúa el espacio ambiental, para iniciar por el empleo del agua que obtiene enormes porciones de materia desechable como comidas y nutrientes que no es disipado por los animales acuáticos y que al final se concentra en las profundidades de los cuerpos de agua impactando espacios que no sólo es aprovechado por animales acuáticos cultivados, también afecta a otras especies; segundo se da por introducir antibióticos y también químicos a los cuerpos de agua, útiles para accionar las actividades dadas, también la inmersión de ovas foráneas incrementa la posibilidad de presentarse enfermedades en nuestro medio y una variedad de impactos; por último se genera grandes cantidades de residuos en las actividades de faena del producto que mayormente finaliza en los cuerpos de agua, seguidamente se añade que una gran cantidad de los nutrientes se diluyen dentro de los cuerpos de agua, generando eutrofización en las aguas. (Buschmann, 2001). Se ha presentado en una variedad de lugares, organismos y sistemas de

cultivo con concentraciones mayores al 80% del nitrógeno y el 60% de fósforo, generado por residuos de las especies cultivadas que acaban concentrándose en los cuerpos de agua, estas alteraciones en los cuerpos de agua determinarían concentraciones altas de nutrientes (P y N); el incremento del material orgánico; una disminución del nivel de oxígeno disuelto; un gran cambio de pH, conductividad y turbiedad, generando niveles de eutrofización, estimulando el aumento de una variedad de organismos y la desaparición de otros, y alterando gran parte de los cuerpos acuáticos. (Buschmann, 2001).

Otro problema es la utilización de una variedad de agentes químicos, en este caso los antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios, aunque sus efectos en la salud humana no han sido detectados por categorías y sus impactos en los ecosistemas marinos tienden a variar dependiendo de las condiciones del cultivo, se advierte sobre la incertidumbre de su inocuidad. (Buschmann, 2001).

Se determina también que la calidad del agua es representativa en producciones no tradicionales, pero de avanzado crecimiento en los últimos años, como las de animales acuáticos donde es el eje central de su desarrollo. Otros cambios en los elementos físicos y químicos como (temperatura, OD, nitritos, nitratos, pH, entre otros) tendrían a incitar una reducción en la producción y también una total pérdida; siendo claro las características más representativas que dañan principalmente a animales con consecuencias graves en un corto tiempo son el oxígeno disuelto e incluido las especies nitrogenadas, también existen otras características que generan efectos en un tiempo más largo. (Fernández et al.,2010).

En cuanto al departamento de Junín, es el segundo lugar más importante que produce truchas a nivel nacional, las entidades productivas se determinan por la crianza en espacios convencionales (mampostería, estanques de concreto, etc.), estas son piscigranjas que alcanzaron en los últimos años una gran calidad de producción, su relativa tecnificación ha beneficiado estos resultados, es considerable recalcar que en este lugar se encuentra el consorcio público de producción a gran escala como es

denominado la Piscigranja “El Ingenio”. Los consorcios que representan mas a la región Junín son: “Piscifactorías de los Andes S.A.” que tuvo una productividad de 1,413.69 TM en el año 2009, de tal manera es fruto de su propia producción y la operación complementaria de otras piscigranjas (arrendadas, apoyo técnico y económico), por otro lado está la Piscigranja “El Ingenio” con una productividad de 148.66 TM en el año 2009 y el Centro de Producción de “Pachacayo” con una productividad de 73.4 TM en el año 2009. (DIREPRO, 2010)

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál será el impacto ambiental generado en el río Chiapuquio, por las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio” en el departamento de Junín el año 2018?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características físicas de las aguas del río Chiapuquio antes, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio”?
- ¿Cuáles serán las características químicas de las aguas del río Chiapuquio antes, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio”?
- ¿Cuáles serán las características y concentraciones bacteriológicas de las aguas del río Chiapuquio antes, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio”?
- ¿Cuáles serán los resultados de comparación con los estándares de calidad ambiental ECA del agua?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar el impacto ambiental generado en el río Chiapuquio, por las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio” en el

departamento de Junín el año 2018.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físicas de las aguas del río chiapuquio antes, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio”.
- Determinar las características químicas de las aguas del río chiapuquio antes, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio”.
- Determinar las características y concentraciones bacteriológicas de las aguas del río chiapuquio antes, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio”.
- Evaluar los resultados de comparación con los estándares de calidad ambiental ECA del agua.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

- El impacto ambiental generado en el río Chiapuquio, por las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio” en el departamento de Junín el año 2018, es medianamente severo, dependiendo de las épocas de estiaje o lluviosas del Valle del Mantaro.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Las características físicas de las aguas del río Chiapuquio, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio” se verán afectadas conjuntamente con la calidad del agua.
- Las características químicas de las aguas del río Chiapuquio, durante y después de las actividades productivas del Centro Piscícola “El Ingenio” se verán afectadas conjuntamente con la calidad del agua.
- Las características bacteriológicas de las aguas del río Chiapuquio durante y después de las actividades de producción se verán

afectadas con el incremento de colonias de bacterias patógenas y sus concentraciones irán en aumento.

- A la comparación de los resultados obtenidos con el ECA nacional, éstos superan ligeramente los estándares de calidad.

1.5 Justificación e importancia de la investigación

1.5.1 Justificación

La piscicultura es una de las actividades productivas que se encuentra difundida en nuestro país y en principal en el departamento de Junín, encontrándose muchas empresas involucradas en esta actividad, haciendo un uso de los avances científicos y tecnológicos que se encuentran al alcance de ellas.

Entre los aspectos mas determinantes dentro de la producción de truchas es el aspecto productivo que es la base fundamental dentro de cualquier tipo de crianza utilizando enormes cantidades de alimento balanceado que no es consumido en los estanques en su totalidad, generando principalmente material orgánico que se va diluyendo con el agua; además de las excretas que aportan concentraciones de nitrógeno y fósforo al agua, esto conlleva entonces a trabajar con cuidado y esmero a fin de lograr buenos resultados en la obtención de animales ecológicamente agradables, saludables y una crianza técnicamente amigable con el medio ambiente.

1.5.2 Importancia

La importancia del estudio se enfoca en la investigación del impacto ambiental que origina la actividad piscícola en todo el proceso de producción, toda vez que éstas aguas abajo son utilizadas para consumo humano, bebida de animales y riego de cultivos, generándose a la larga un problema de salud pública.

1.6 Limitaciones de la investigación

La investigación presenta como limitación a los recursos financieros básicos para los análisis requeridos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco referencial

2.1.1 Antecedentes de la investigación

Vásquez et al. (2016) Realizaron la siguiente investigación; Evaluación del impacto en la calidad del agua por la producción semi intensiva de truchas en la laguna Arapa, ubicada en Puno, con el objetivo de determinar los factores físico, químico y un modelo matemático para determinar el fósforo. En esta investigación realizó cinco sementeras de 70 000 truchas cada tres meses, registrando consumo de alimento y aumento de la biomasa, durante el tiempo determinado hubo diferencias considerable en acidez, CO₂, conductividad y fosfato, con respecto a los sólidos suspendidos totales se registró una reducción y por último la alcalinidad, pH y oxígeno disuelto se determinaron ligeramente constantes. Se determinó que de 611 kg vertidos en el humedal, 245 kg es acumulación de sedimentos y 365 kg se llegaron a disolver en toda la columna de agua. De tal manera se llega a la conclusión que los valores del fósforo (P) en el humedal Arapa aumentó con la actividad de crianza de truchas, llegando a alcanzar valores de 32,79 mg/m³ de PO₄-P que lo determinaron como un nivel eutrófico según los índices de Vollenweider.

Ingle et al. (2003) realizaron la investigación con el objetivo de evaluar indicadores de la calidad del agua en un sistema hermético de recirculación llevado a cabo en la acuicultura, sujeto a diferentes cargas de biomasa de Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* y de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*. Las especies como peces fueron alimentados dos veces por día durante 120 días con el 2% de su biomasa total. Se determinaron los parámetros de oxígeno disuelto, amoníaco, temperatura, nitrato, pH, nitrógeno amoniacal total (NAT), y DBO₅. Los valores promediados con respecto al NAT y nitrato nos determinaron una incrementada eficiencia en los procesos de nitrificación, ya que el sistema fue realizado a diferentes cargas de biomasa de peces. Los reducidos datos determinados del amoníaco y NAT fue dado al arrastre eficiente dirigido a la atmósfera (50% NAT y más del 90% respectivamente). Los resultados nos determinaron que la calidad del líquido estancado en el sistema permitió el 99% de sobrevivencia de ambas especies y una tasa de favorable de crecimiento.

Chaname, (2016) En su trabajo de investigación titulada: Evaluación de la calidad del agua del río Chiapuquio en el distrito de Ingenio - 2016 por efecto de la crianza intensiva de truchas, menciona que se obtuvieron muestras de agua del río Chía, en tres puntos de muestreo en forma trimestral durante el año 2016, obteniendo los resultados que indican que los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos de las tres zonas del recurso hídrico evaluado, presentaron variación según las zonas de muestreo: La temperatura entre 12.15 y 13 °C, el oxígeno disuelto entre 7 y 7.88 ppm, la dureza total entre 189.68 y 205.20 ppm y el pH entre 7.63 a 8.13, valores se encuentran dentro los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de truchas; mientras que el anhídrido carbónico varió de 5 y 6.63 ppm y la alcalinidad total de 141.08 a 209.95 ppm, valores que superan los parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo truchas. De esta manera se llega a la conclusión de que los

indicadores físicos, químicos y biológicos obtenidos en este trabajo, permiten afirmar que el agua del río Chía, aún puede ser considerada como de regular a buena calidad ambiental, a pesar de la piscicultura intensiva de la trucha y las actividades antropogénicas.

Baldeon (2013) realizó el trabajo de investigación titulada de la siguiente manera “Calidad bacteriológica del agua de cultivo de *Oncorhynchus mykiss* del centro piscícola “El Ingenio”, Huancayo-Junín”. Se determinaron dos puntos de monitoreo, a la entrada de la piscigranja se determine el primer punto, el segundo punto de monitoreo fue a la salida. Los resultados a la entrada de la piscigranja fueron 400; 102.25 y de 9,5 NMP/100ml para las concentraciones medias de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* respectivamente y en la salida se obtuvo 631,63; 89,5 y de 6,13 NMP/100ml, respectivamente. Se llega a la conclusión que la concentración de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* determinados en el cuerpo de agua de cultivo de *Oncorhynchus mykiss* de la piscigranja el Ingenio, fue un valor mínimo comparando con el ECA, para las categorías 3 y 4.

Custodio & Pantoja, (2012) realizaron la investigación titulada “Impactos que generan las actividades antrópicas en la calidad del agua del río Cunas, en las provincias de Chupaca y Concepción del departamento de Junín en el año 2012”. Las muestras de agua se obtuvo en frascos de plástico con una capacidad de 2 L y frascos de vidrio estériles para obtener los valores de (fosfatos y nitratos) y coliformes termotolerantes, respectivamente. Los indicadores medidos en campo fueron los sólidos totales disueltos (mg/l), conductividad eléctrica (mS/cm), temperature (°C), oxígeno disuelto (mg/l), pH y transparencia (FTU); estos datos se obtuvieron con un multiparámetro. La identificación y valoración cualitativa de impactos se obtuvo previa determinación de las acciones de las actividades antrópicas que se a dado en el río Cunas y como resultado de la calidad del agua se determinó que en el punto N°1 (Angasmayo),

65,83 como media; punto N°2 (Antacusi), 61,08 como media; y punto N°3 (La Perla), 57,18 como media. Por lo tanto se concluyó que en el punto N° 1 el impacto fue levemente moderado; en el punto N° 2 fue moderado; y finalmente en el punto N° 3 fue severo.

Mariano et al. (2010) reportaron los cambios producidos por el cultivo intensivo de la trucha *Oncorhynchus mykiss* en siete lagunas andinas. Se realizaron observaciones en el año 1996, y los años 2002 al 2007 y se pudo observar en las lagunas un previo deterioro, dado por las mínimas concentraciones de oxígeno disuelto y turbiedad y el alto contenido de fósforo total. La comunidad béntica fue estudiada en las siete lagunas el año 2007, dando como resultado la cantidad de especies y los índices de diversidad bajos ($H' < 1,26$; < 8 spp.), la abundancia dio una variabilidad entre 7 y 35 ind./0,04 m², la materia orgánica y carbonatos en fondo se determinaron altos (30,22 y 42,45%).

Marín et al. (2002) en el trabajo de investigación examinaron el impacto de una descarga de materiales orgánicos que proceden de un centro acuícola y la evaluación de la influencia de la ictiofauna silvestre sobre el ensamblaje de la macroinfauna y las propiedades biogeoquímicas del sedimento, se determinaron pruebas de exclusión sobre fondos de partículas finas y gruesas. La ictiofauna silvestre tiende a suavizar las acumulaciones de partículas orgánicas por debajo de unas jaulas flotantes consumiendo las heces, el pienso y la infauna, o bien facilitando la suspensión y transporte de material orgánico hacia otros puntos. Se ha determinado como una de las características más sobresalientes a la granulometría que expone las diferencias en la respuesta de los sedimentos, de tal manera se concluyó que la ictiofauna silvestre suaviza los impactos derivados del excedente del material orgánico de las granjas marinas.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Calidad del agua

La calidad y cantidad del agua va a determinar la eficiencia de las actividades; con respecto a la calidad del agua, ésta se va a cuantificar cuando se determinen los factores físicos y químicos, los mismos que van hacer favorables o no favorables desde un punto de vista técnico y económico al desarrollo de las especies acuáticas, éstas evaluaciones las tienen que determinar las empresas o laboratorios con buen prestigio y especialistas sobre el tema que analicen los resultados. (FONDEPES, 2014).

2.2.2 Parámetros de calidad

Los parámetros de calidad como elementos, componentes, indicadores, compuestos, factores físico-químicos y factores biológicos son muy importantes para poder determinar la calidad de agua. (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

2.2.3 Estándares de calidad ambiental para agua (ECA - agua)

Se define como los niveles de concentración máximo de componentes, elementos, factores físico-químicos y factores biológicos presentes en los cuerpos líquidos superficiales que no muestran algún riesgo significativo afectando la salud poblacional ni tampoco afectando al ambiente. Los ECAs aprobados se aplican a los cuerpos de agua del territorio nacional en su propio estado natural y de obligatoriedad en el diseño de las normas legales y políticas públicas, siendo un referente de suma obligación en el diseño y aplicación para todo los instrumentos de gestión ambiental. (Autoridad Nacional del Agua & Ministerio de Agricultura y Riego, 2016)

2.2.4 Estado trófico

El estado trófico de un cuerpo de agua da cuenta de su grado de "eutrofización", el cual es un estado de enriquecimiento de los efluentes superficiales con nutrientes como nitrógeno y fósforo

principalmente, que estimulan el desarrollo de las plantas, las algas y las cianobacterias, la eutrofización está acelerada debido a las fuentes antropogénicas de nutrientes, dichas fuentes provienen de aportes difusos y puntuales, externos e internos del cuerpo de agua. (MVOTMA-DINAMA, 2015)

2.2.5 Parámetros bacteriológicos

Se define como microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos antropogénicos analizados en el líquido que el hombre consume, los principales indicadores para determinar los parámetros bacteriológicos son los coliformes totales y fecales y también la bacteria echerichia coli ya que estos provienen de las heces de origen antrópico y animal. (Dirección General de Salud, 2009).

2.2.6 Monitoreo

Se define al monitoreo como “acompañamiento y comprobación de indicadores fisico-químicos, microbiológicos y otros mencionados en el reglamento y también incluidos los de factores de riesgo dados en los sistemas de abastecimiento de agua”. (Dirección General de Salud, 2009).

2.3 Marco teórico

2.3.1 Impacto medioambiental de la producción de la acuicultura

El impacto al ambiente va a depender principalmente del método de cultivo, la especie, condiciones hidrográficas, el tipo de alimentación y la densidad del stock, los restos de la piscigranja como orgánicos e inorgánicos pueden efectuar un exceso de nutrientes y de esa manera llegar a un estado eutrófico con respecto a los puntos direccionados al cultivo sean zonas semi confinadas. Un aproximado de 85% de fósforo (P) y de un 80 a 88% de carbón (C) y de un 52 al 95% de nitrógeno (N) alojadas en las jaulas se transportaría a las aguas

marinas con los restos de alimentos, la excreción, los heces generados y la respiración. (Borja, 2002)

2.3.2 Impacto de la salmonicultura

En su trabajo de investigación menciona que el no conocer los impactos generados al ambiente por una acuícola y en forma notable de la salmonicultura en Chile, nos muestra riesgos en dos sentidos contrarios. Primeramente si la acuícola presenta impactos negativos al medio ambiente y estos no son notables pues podría ser afectado negativamente el patrimonio ambiental, agravando negativamente las actividades productivas; en segundo lugar, si la acuícola no presenta impactos negativos y probablemente las ocasiona, el crecimiento de estas actividades comerciales podrían enfrentar problemas serios e innecesarios, por lo tanto un estudio objetivo y técnicamente incuestionable podría ser un requisito que no sólo es altamente grato en Chile sino también una necesidad real. (Buschmann, 2001)

2.3.3 Efectos ambientales

En su trabajo de investigación sobre los efectos ambientales producidos por una acuícola manifiesta que las actividades usuales que se usan para los cultivos de peces afectan el ambiente de diferentes maneras. Por lo tanto la nutrición de salmones es uno de ellos, la que interviene ya sea en los fondos marinos y en las columnas de agua, a través de alimentos no consumidos que tienen un exceso de proteínas y la concentración de heces de los peces. Las investigaciones que se ha obtenido para este estudio determinaron que el último fenómeno impacta incrementando la cantidad de nitrógeno (N) y fósforo (P) de los cuerpos acuáticos, reduciendo el oxígeno disponible, produciendo eutrofización, estimulando la presencia de una variedad de organismos y la falta de otros, e impactando altamente los cuerpos acuáticos. (Buschmann, 2001)

2.3.4 Decreto supremo N° 015-2015-MINAM

Se menciona en la Ley N° 28611 ley General del Ambiente, en el artículo 31° el que fija el marco ideal de los “Estándares de Calidad Ambiental - ECA, como una medida que constituye los niveles de concentración, sustancias o factores fisico-químicos y biológicos, que están en contacto con el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no simboliza algún riesgo que afecte a la salud de las personas y al medio ambiente; según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrán ser expresados en máximos, mínimos o rangos; los estándares de calidad ambiental son obligatorios con respecto a las normas legales y políticas públicas, es un referente indispensable en el planteamiento y estudio para todo los mecanismos de gestión ambiental, no se concede la certificación ambiental constituida mediante la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, cuando el correspondiente EIA finaliza indicando que la implementación de las actividades conllevaría la infracción de alguno de los Estándares de Calidad Ambiental; los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental deberían tener en cuenta cada Estándar de Calidad Ambiental en el momento de constituir los compromisos respectivos. (Jesús, 2012)

2.3.5 Medios de cultivo en laboratorio

Uno de los métodos más importantes para estudiar las bacterias son los medios de cultivo en laboratorio, se realiza cultivos en un estado líquido o en un estado sólido en la superficie, estos medios de cultivos tienen una variedad de nutrientes y van desde la glucosa simple hasta componentes complejos como la sangre o el extracto de caldo de carne; para poder purgar una bacteria a partir de una muestra conformada por una variedad de bacterias, se implanta en un medio de cultivo sólido donde las células que se reproducen no se trasladan a otro espacio; tras varios periodos reproductivos, cada bacteria individual propaga por escisión binaria una colonia macroscópica compleja por infinidades de células semejantes a la original; si se

siembra esta colonia particular a la vez en un nuevo espacio se desarrollará como un cultivo puro de una sola clase de bacteria. (Mayorga, 2011)

2.3.6 Impacto ambiental

El impacto medioambiental se define como la variación que se causa sobre las condiciones o características del medio ambiente por efecto de una acción, obra o actividad ya que esto puede ser favorable o desfavorable a fin de mejorarlo o deteriorarlo, esto se puede producir en cualquier fase o periodo de vida de los proyectos y así obtener una variedad de niveles de significancia. (Arboleda, 2008).

2.3.7 Muestra simple o puntual

Una muestra personifica los componentes del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancia particular en la que se determina su captación. En el momento en que la composición de una fuente es concernientemente constante a través de un espacio alargado o a lo largo de una distancia sustancial en toda dirección, se puede decir que la muestra va a representar una pausa de tiempo o una capacidad más grande, en esta circunstancia, los cuerpos de agua se pueden representar por muestras simples, como por ejemplo aguas de suministro, aguas superficiales, pero mínimas veces de un efluente residual. (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

2.3.8 Muestras compuestas

Hace referencia a la conjunción de muestras simples o puntuales obtenidas en el mismo lugar por intervalos de tiempos; la parte principal de las muestras compuestas en un periodo de tiempo se usa para ver las concentraciones promedios, usadas para obtener las cargas o la eficacia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Al usar las muestras compuestas van representar un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio relativamente con el análisis por

separado de una cantidad de números de muestras y sus respectivos promedios calculados. (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

2.3.9 Muestras integradas

Para ciertos propósitos, se prioriza analizar mezclas de muestras fijas obtenidas simultáneamente en puntos distintos o puntos que estén mas cercanos; un ejemplo de la necesidad de muestreo integrado se da en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce y para poder estudiar la composición media o la carga total, se tiene que usar una combinación de muestras que representan una variedad de puntos de la sección transversal, en proporción a sus flujos relativos. (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

2.3.10 Bacterias

Determinadas también como organismos unicelulares y microscópicos que necesitan de núcleo diferenciado y se propagan por división celular sencilla. Las bacterias están incluidos dentro del reino monera, son organismos que tienden a formar colonias, estas presentan ribosomas pero no tiene mitocondrias, retículo endoplasmático, aparato de Golgi y lisosomas; su material genético está contenido en una sola molécula de ADN (nucleótido); no efectúan mitosis ni meiosis, se multiplican por fisión binaria. (Mayorga, 2013).

2.3.11 Coliformes totales

Se define como bacterias gram negativas, no esporoformadoras, oxidasa negativa, que tiene la capacidad de crecimiento aeróbico y facultativamente anaeróbico en presencia de sales biliares, que a una temperatura (°C) especificada de 35 °C +/- 2 °C generan fermentación de lactosa con una concentración de burbujas y gas, estos poseen la enzima B - galactosidasa. (Mayorga, 2013)

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

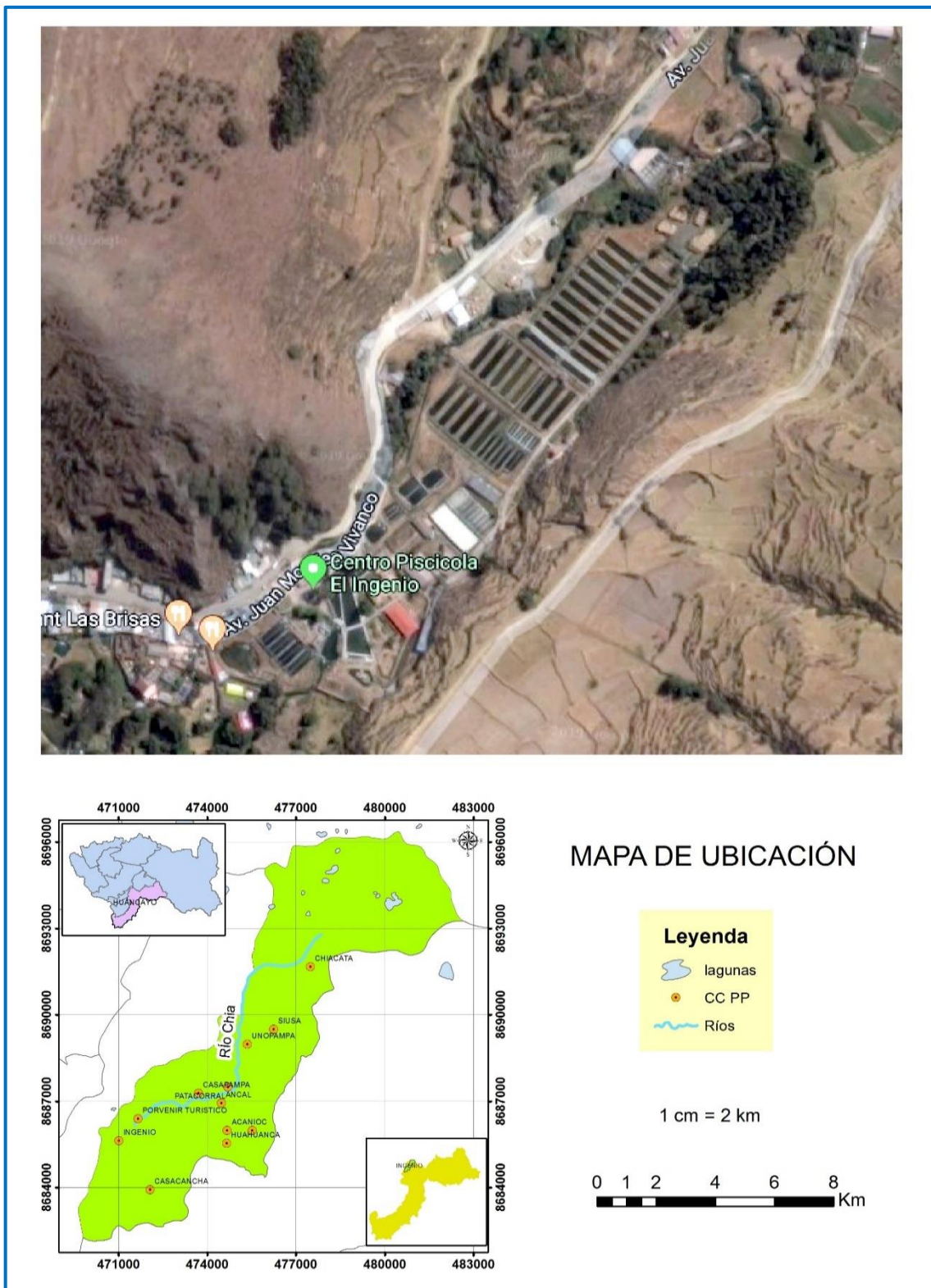
3.1 Metodología

3.1.1 Ubicación geográfica

El centro piscícola “El Ingenio”, está a una altitud de 3460 m.s.n.m es una piscigranja que pertenece a la provincia de Huancayo, se encuentra al noreste de la provincia de Huancayo, en el departamento de Junín, con la provincia de Concepción limita por el Norte, con el distrito de Quilcas al (Este y sur), con el distrito de Quichuay al Oeste y el distrito de Concepción se ubica en la parte Noroeste del distrito de Huancayo a 24,6 Km de distancia y a 1 hora con 15 minutos desde el centro de Huancayo. (Chanca & Eulogio, 2015)

El río Chiapuquio es una de las fuentes de agua más significativas porque abastece de agua para riego, consumo antropogénico, piscícola y energético, este cuenta con una variedad de manantiales con fluidos cristalinos que surgen del “Cerro Campana” y “Cerro Anca”, en el transcurso del río Chiapuquio se dan actividades pastorales, la ganadería que han arrastrado sus desechos durante años. (PEP, 2008)

Figura N° 1: Mapa de ubicación del centro piscícola “El Ingenio” y el río Chiapuquio.



Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Ubicación de las estaciones de monitoreo

El estudio contemplará la evaluación y toma de muestra de cuatro puntos, los mismos que serán: Un punto antes de la bocatoma; para determinar la calidad del agua del río chiapuquio antes del inicio del proceso de producción; dos dentro del centro piscícola a la altura de los estanques de truchas juveniles y otra a la altura de los estanques de reproductores y la última a la salida del centro piscícola. Donde se tomarán las muestras para sus respectivos análisis físicos, químicos y bacteriológicos; con equipos portátiles y kit de análisis de la calidad de agua según los protocolos.

Figura N° 2: Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo.



Fuente: Elaboración propia

a. Toma de muestras para ríos

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo. (Autoridad Nacional del Agua & Ministerio de Agricultura y Riego, 2016)

- El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes quirúrgicos antes de iniciar la toma de muestras de agua.
- Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- Antes de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo mínimo dos veces, luego tomar la muestra de agua para medir los parámetros de campo y registrar las mediciones en la libreta de campo.
- Para la toma de muestras colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague por lo menos dos veces, a excepción de los frascos esterilizados que son de un solo uso para parámetros orgánicos o microbiológicos.
- Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo del río.
- Para muestras microbiológicas dejar un espacio de 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.

- Para la demanda bioquímica del oxígeno (DBO₅), el frasco debe llenarse poco a poco para impedir que se formen burbujas en el objeto.
- Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.
- La muestra debe ser perfectamente etiquetada con punto de muestreo, fecha, hora y alguna condición especial.

b. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

- Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas, de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes deben ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte.
- Para su conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas bajo un adecuado sistema de enfriamiento (5°C), refrigerante (hielo, colocar en bolsas herméticas). Las cajas térmicas deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.
- Las muestras obtenidas deben ser transportados de inmediato al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo para cada parámetro, la caja debe ser sellada para asegurar la integridad.

c. Procedimiento de laboratorio

- Coliformes Totales

Para poder obtener concentraciones de coliformes totales se determinó por el método del Número Más Probable (NMP), este método es muy ventajoso ya que proporciona una evaluación estadística de la densidad microbiana que se presentan en las muestras. A continuación de detalla el procedimiento del método.

- Prueba presuntiva

1. Se difiere 10 ml de la muestra a tres tubos de ensayo con caldo lauril sulfato de sodio (doble concentración), con 10 ml, 1 ml y 0.1 ml a tres tubos de ensayo respectivamente con caldo lauril sulfato de sodio (básica concentración).
2. Llevar al horno a 37°C. Sacar los tubos contenidos de 24 a 48 horas y ver si hay formación de burbujas o gases. Si no se observa producción de gas volver al horno por 24 a 48 horas más.

- Prueba confirmativa

1. Se difiere de 0.1 ml de cada tubo con muestra positiva en la prueba presuntiva, a otro tubo conteniendo el caldo (bilis verde brillante con campana de Durham).
2. Sacudir los tubos de ensayo y llevar al horno a 37°C. Durante 24 a 48 horas. Observar la formación de gas o burbujas y comparar con la tabla del NMP, y así determinar el Número Más Probable de coliformes totales por 100ml.

- Coliformes fecales

Se efectuó el método del (NMP) para poder obtener las concentraciones de coliformes fecales. En seguida, se explica los pasos utilizando el método (NMP) mencionado.

1. Prueba presuntiva

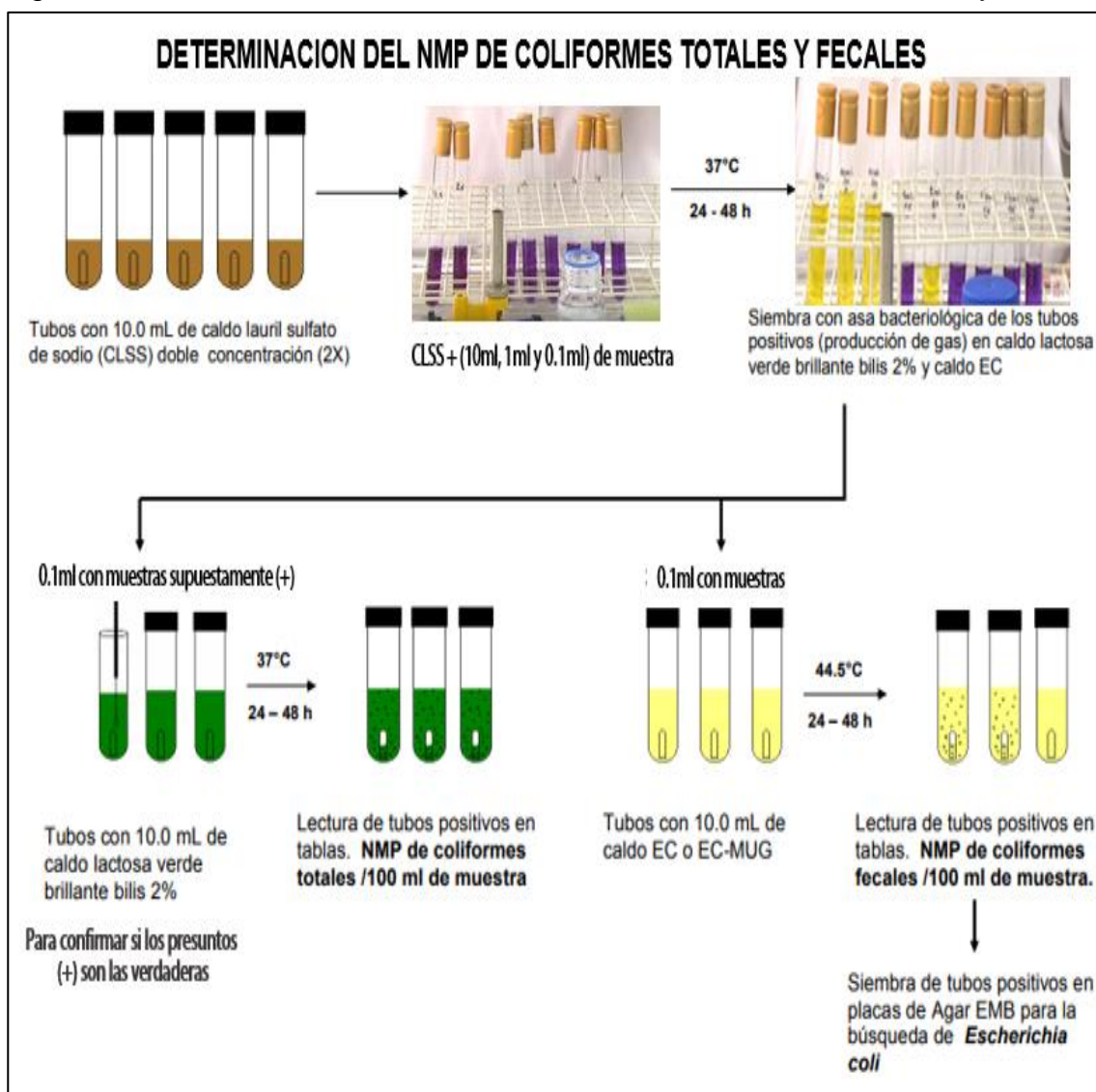
Transferir 0.1 ml de la muestra de cada tubo de ensayo positivo de la prueba presuntiva caldo lauril sulfato de sodio (CLSS) a un tubo de ensayo de 16 x 150 mm con caldo (EC) con una campana Durham invertida, agitar los tubos e incubar a 45°C por 24 a 28 horas, tubos positivos serán los que presenten crecimiento y gas y luego consultar con la tabla de organismos coliformes fecales/100ml.

2. Prueba confirmativa

Para cada tubo de ensayo positivo de la fase presuntiva tomar 1 ml y sembrar en tubos de igual número, en medio de caldo bilis verde brillante e incubar a 45°C por 24 horas, siendo positivos los que presente color amarillo con gas en la campana Durham.

Si el cultivo es positivo comparar con la tabla de (Número Más Probable NMP) de *Escherichia coli* (solo *E.coli* puede fermentar lactosa a esta temperatura).

Figura N° 3: Determinación en laboratorio del NMP de coliformes totales y fecales



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, porque no hay manipulación de las variables.

3.3 Cobertura de estudio

3.3.1 Universo

Se tiene como universo del estudio al río Chiapuquio a lo largo de su recorrido.

3.3.2 Población

La población en el estudio son todos los puntos donde se tomarán las muestras a ser evaluadas.

3.3.3. Muestra

La muestra a trabajar será el total de todos los puntos trabajados antes, durante y después del proceso de producción de la piscigranja “El Ingenio”

3.4 Variables

3.4.1 Variable independiente

- Impacto ambiental generado por el proceso de producción del centro piscícola “El Ingenio”

3.4.2 Variable dependiente

- Calidad física, química y bacteriológica del agua del río Chiapuquio

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.5.1 Técnicas de la investigación

Las respectivas técnicas de la investigación estarán basadas en los protocolos a seguir en los diversos análisis de laboratorio, como para el DBO₅ y las pruebas bacteriológicas.

3.5.2 Instrumentos de la investigación

a. Para la toma de muestra de agua

- Mapa hidrográfico
- Frascos rotulados de vidrio neutro o plástico, esterilizable, de boca ancha con tapa protectora y cierre hermético, con capacidad de 700ml.
 1. Balde de 10 a 15 litros
 2. Etiquetas
- Guantes descartables/ mascarillas
- Cuaderno de notas
- Rotuladores/Etiquetas
- Bolígrafos

b. Para la evaluación In Situ

- Equipos portátiles (hanna instruments)
- GPS
- Agua destilada
- Papel secante

c. Para el transporte y conservación de la muestra

- Cajas isotérmicas
- Hielo

d. Material de laboratorio

- Tubos de ensayo
- Pipetas graduadas 1,5 ml y 10 ml
- Placa Petri de 10 cm de diámetro.
- Campanas de Durham

- Matraces
- Mechero
- Gradillas
- Asa de kolle

e. Equipos de laboratorio

- Autoclave
- Incubadora
- Microscopio
- Cuenta colonias
- Refrigeradora

f. Medios de cultivo y reactivos

- Caldo lauril sulfato triptosa
- Agua peptonada al 0.1%
- Reactivo solución de alfa naftol y solución KOH al 40%
- Reactivos tinción de Gram

g. Materiales para la obtención de datos

- Libreta de campo/ Bolígrafo
- Calculadora
- Laptop
- Cámara fotográfica

h. Estándares de calidad ambiental para el agua (ECA)

- Se aprueba los estándares de Calidad ambiental para agua (ECA) con el D.S. N° 004-2017 - MINAM y establecen disposiciones complementarias.

3.6 Procesamiento de la información

3.6.1 Medidas (*Tendencia central y/o dispersión*)

Los datos obtenidos serán analizados mediante cuadros comparativos calculando el intervalo de confianza de los puntos evaluados, los mismos que se presentan y se discuten en el capítulo de resultados y discusión.

3.6.2 Representaciones.

Mediante tablas y gráficos como resultado de los análisis estadísticos realizados.

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

Se realizó un procedimiento para obtener los resultados de los parámetros establecidos como parámetros físicos que son temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales; al igual con los parámetros químicos como el pH, oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y por último los parámetros bacteriológicos como los coliformes totales y coliformes fecales para la evaluación del impacto ambiental en el río Chiapuquio tomando 4 puntos diferentes de monitoreo ubicado en el río Chía y parte de la piscigranja “El Ingenio” durante tres meses diferentes del año 2018.

Adicional a esto se comparó los valores dados con los estándares de calidad ambiental para agua (ECA) teniendo como resultado lo siguiente:

4.1.1 Datos generales

Tabla N° 1: Parámetros y puntos de muestreo de campo.

		PRIMER MUESTREO				SEGUNDO MUESTREO				TERCER MUESTREO			
		05/10/2018				06/11/2018				07/12/2018			
PARÁMETRO		PUNTOS DE MONITOREO				PUNTOS DE MONITOREO				PUNTOS DE MONITOREO			
		EST. 1	EST. 2	EST. 3	EST. 4	EST. 1	EST. 2	EST. 3	EST. 4	EST. 1	EST. 2	EST. 3	EST. 4
Características físicas	Temperatura (°C)	10.5	11	11.8	12	11	11.4	11.8	12	10.3	10.8	10.8	11
	Conductividad eléctrica (µS/cm)	255	300	283	340	240	290	305	335	237	303	305	325
	Sólidos totales (mg/l)	186	201	273	678	191	204	302	620	191	200	295	588
Características químicas	Oxígeno disuelto (mg/l)	7.39	7.32	6.45	6.03	7.32	7.03	6.51	5.98	7.42	7.42	7.1	6.98
	pH	7.83	7.8	7.85	7.79	7.79	7.82	7.85	8.03	7.6	7.82	7.79	7.8
	DBO5 (mg/l)	5.98	6.08	8.24	9.35	5.9	6.24	8.12	9.95	6	6.05	7.78	8.39
Características bacteriológicas	Coliformes totales (NMP/100ml)	5.3	7	41	49	5.9	7.1	38	41	5.5	7.1	43	38
	Coliformes fecales (NMP/100ml)	3.2	5.4	16	23	3.8	5.1	14	24	3.8	5.7	16	24

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Resultado de los parámetros físicos

4.1.2.1 De la temperatura del río Chiapuquio

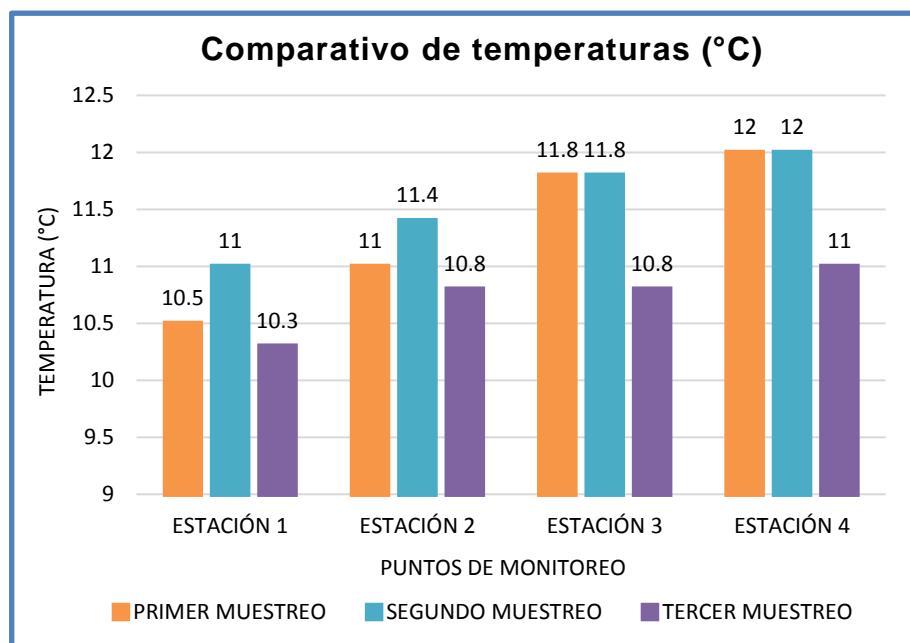
Tabla N° 2: Temperaturas por puntos de muestreo.

	TEMPERATURAS EN °C			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	10.5	11	11.8	12
SEGUNDO MUESTREO	11	11.4	11.8	12
TERCER MUESTREO	10.3	10.8	10.8	11
PROM	10.6	11.07	11.47	11.67

Fuente: Elaboración propia

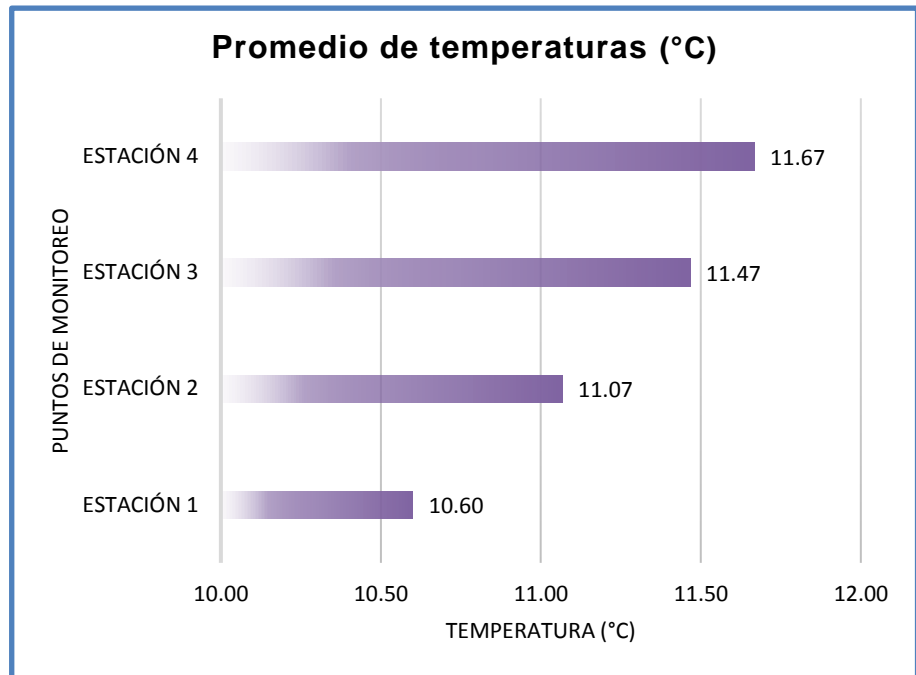
De la Tabla N° 2 se obtienen mediciones térmicas promedio de los puntos o estaciones de muestreo, se observa con relativa concurrencia que la máxima temperatura se aproxima a los 12°C (ver estación 3 y 4), lo que indica que en dichas estaciones existen actividades antrópicas persistentes lo que modifica la escorrentía natural del río Chiapuquio y genera un aumento gradual de la temperatura superficial, esto se corrobora en la apreciación visual de las gráficas de barras (ver gráfico N°1 y 2).

Gráfico N° 1: Comparativo de temperatura por estación y fecha de muestreo.



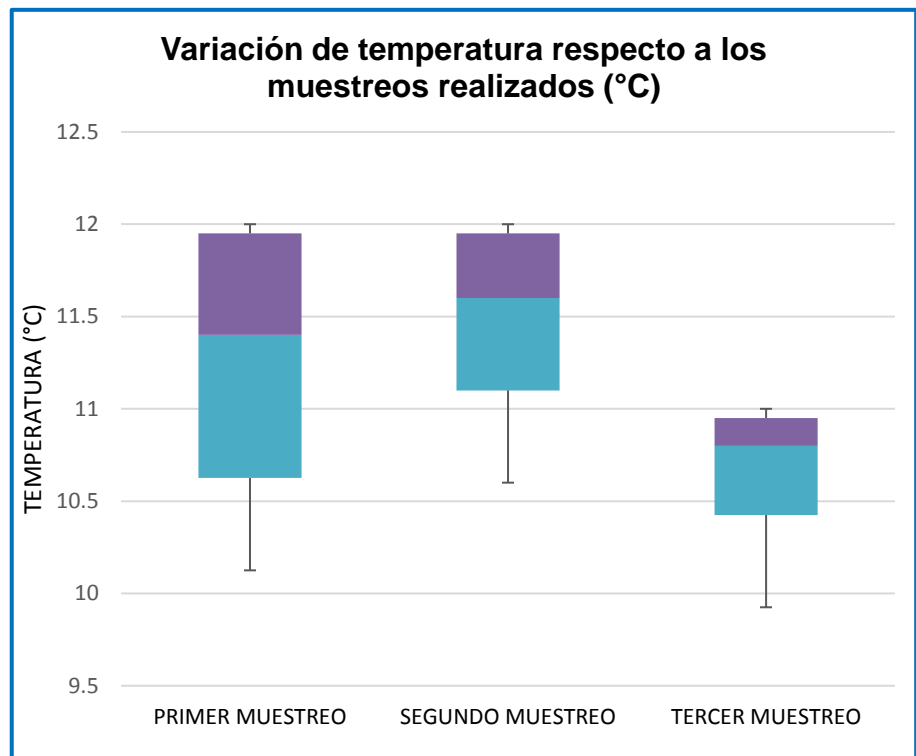
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 2: Promedio de temperaturas por estación de monitoreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3: Variación de temperatura en relación a los puntos muestreados.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el tercer muestreo presenta temperaturas más bajas en comparación a los dos anteriores, mientras que el primer y segundo muestreo presentan temperaturas más altas correspondientes a un 25% de los datos; esto respalda que el aumento térmico es debido a las actividades antrópicas desarrolladas en los puntos de muestreo 3 y 4. (ver gráfico N°3).

4.1.2.2 De la conductividad eléctrica

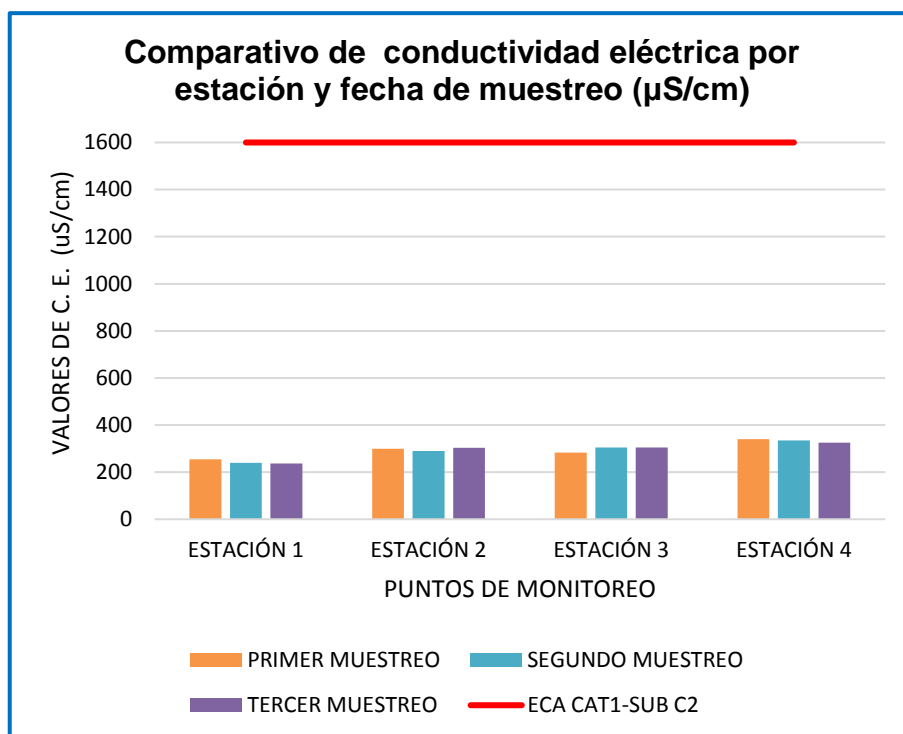
Tabla N° 3: Datos en campo de la conductividad eléctrica.

	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	255	300	283	340
SEGUNDO MUESTREO	240	290	305	335
TERCER MUESTREO	237	303	305	325
ECA CAT1-SUB C2	1600	1600	1600	1600
PROM	244	297.67	297.67	333.33

Fuente: Elaboración propia

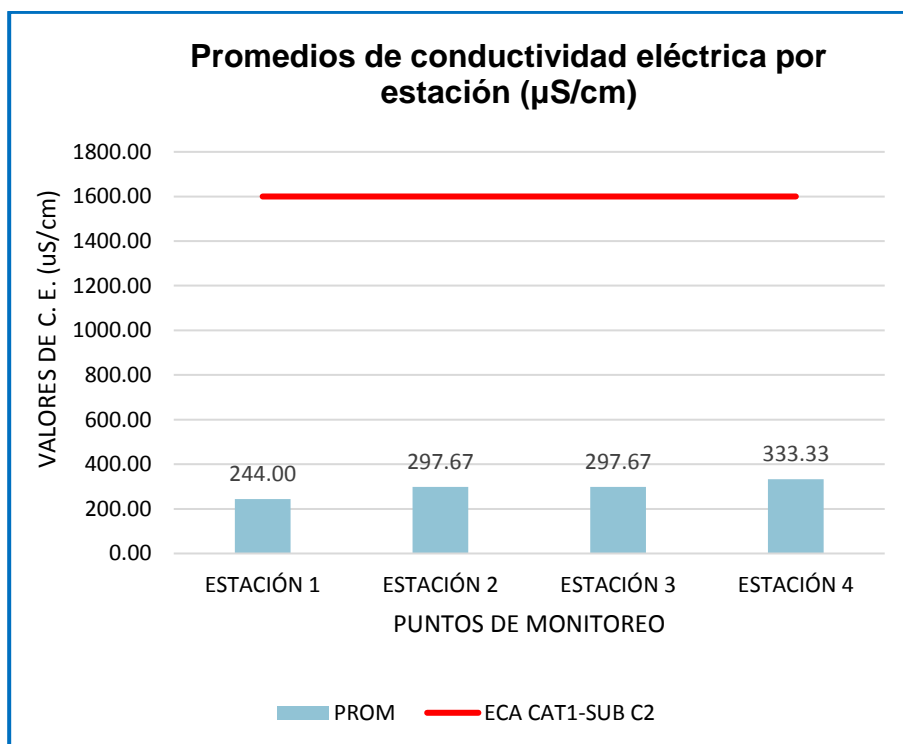
Los niveles de conductividad eléctrica del río Chiapuquio muestran niveles normales en comparación al máximo presentado por el ECA CAT1-SUB C2 como se observa en la Tabla N° 3, esto indica que las concentraciones de sólidos solubles de las aguas del río son sumamente bajas y como mínimo en la estación 1 con 244 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y como máximo en la estación 4 con 333.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la que se concluye que las actividades piscícolas (crianza, alimentación, manejo, selección e inventario y limpieza) no alteran trascendentemente los sólidos disueltos del medio, haciendo que la conductividad permanezca en valores promedio constantes para la estación 2 y 3, en cuanto a la estación 4 estos aumentan gradualmente pero sin generar preocupación gravitante. (Ver Gráfico N° 4 y N° 5)

Gráfico N° 4: Comparativo de conductividad eléctrica por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5: Promedio de conductividad eléctrica por estación.



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3 De los sólidos totales

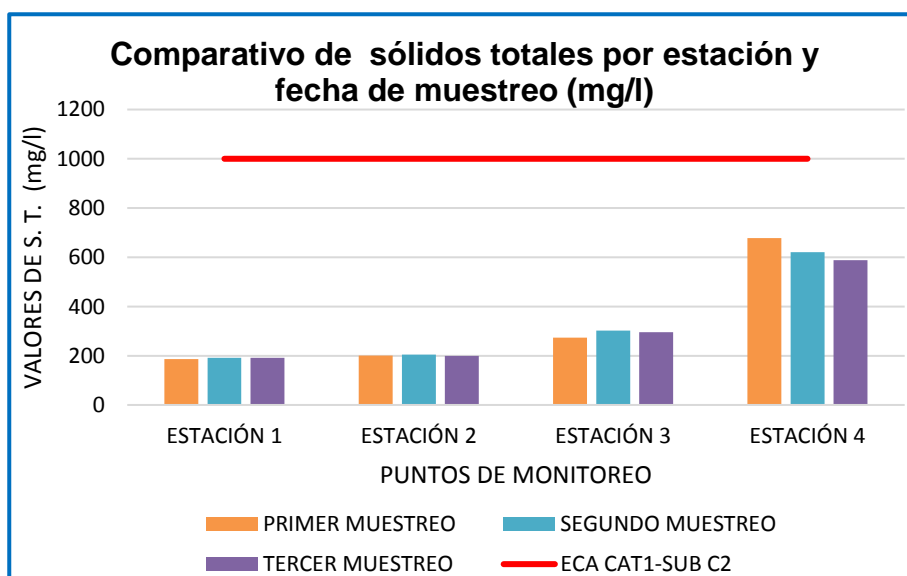
Tabla N° 4: Datos tomados en campo para sólidos totales.

	SÓLIDOS TOTALES (mg/l)			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	186	201	273	678
SEGUNDO MUESTREO	191	204	302	620
TERCER MUESTREO	191	200	295	588
ECA CAT1-SUB C2	1000	1000	1000	1000
PROM	189.33	201.67	290	628.67

Fuente: Elaboración propia

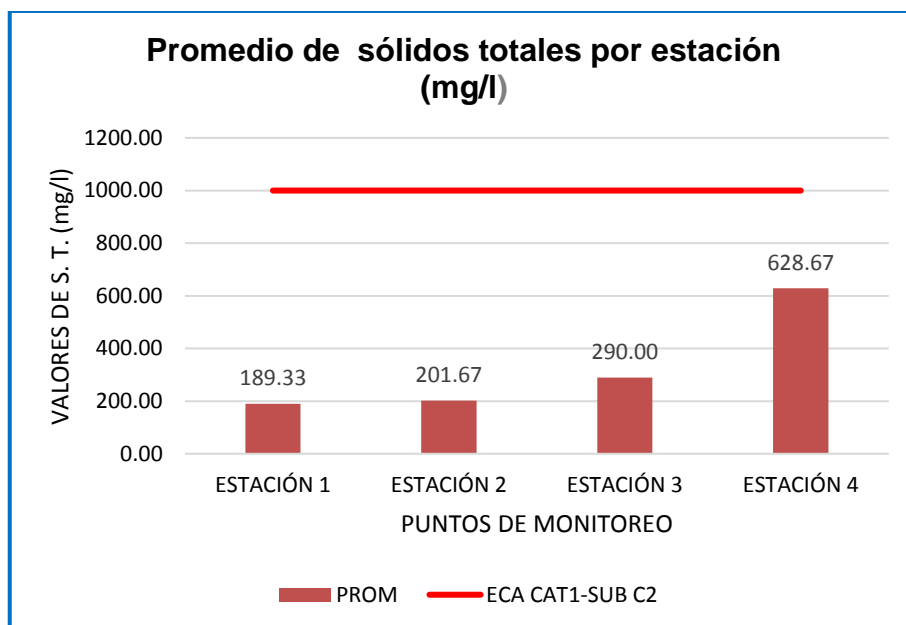
Las concentraciones de sólidos totales (ST) en las estaciones de muestreo no sobrepasan el (ECA CAT1-SUB C2), esto se observa en la Tabla N° 4, tanto en los niveles repetitivos como en los promedio respectivos; llegando a un máximo en la estación de monitoreo 4 de 628.67 mg/l, esto debido a la sobreacumulación natural de sólidos de todo el proceso productivo de la crianza de truchas en el punto referido, esto también se respalda en el gráfico N° 6 y N° 7 respecto al comparativo de barras correspondiente a los sólidos totales.

Gráfico N° 6: Comparativo de sólidos totales por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 7: Promedios de sólidos totales por estación.



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Resultado de los parámetros químicos

4.1.3.1 Del pH del río Chiapuquio

Tabla N° 5: Datos de campo del pH del río Chiapuquio.

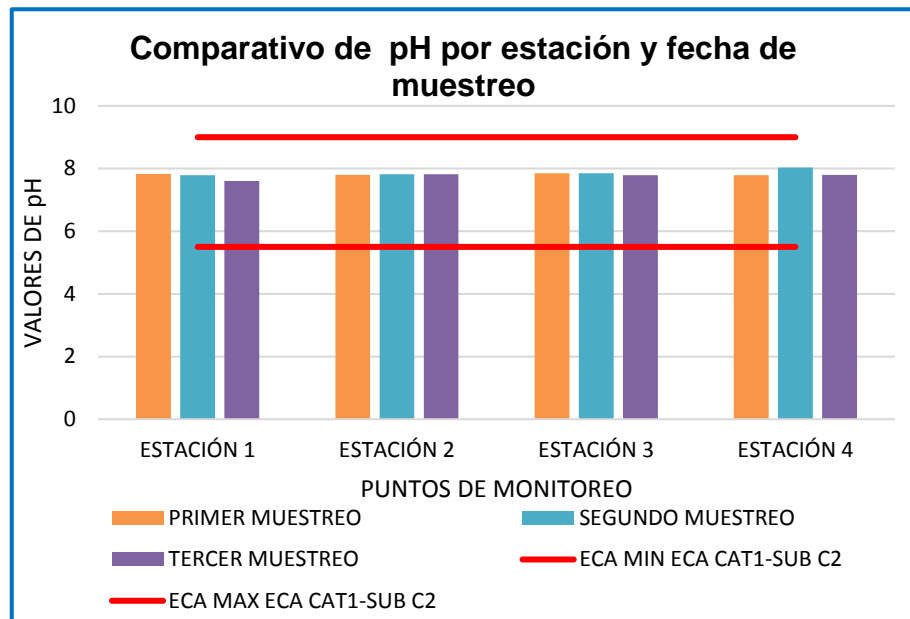
	pH			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	7.83	7.8	7.85	7.79
SEGUNDO MUESTREO	7.79	7.82	7.85	8.03
TERCER MUESTREO	7.6	7.82	7.79	7.8
ECA MIN ECA CAT1-SUB C2	5.5	5.5	5.5	5.5
ECA MAX ECA CAT1-SUB C2	9	9	9	9
PROM PH	7.74	7.81	7.83	7.87

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 5 se ve que en los valores de pH de los puntos de muestreo, en todas las estaciones éstos no sobrepasan el (ECA CAT1-SUB C2). Los promedios de pH en cada estación también se encuentran dentro de los niveles normales de agua para consumo humano dando como mínimo en la estación 1 con 7.74 de pH y como máximo en la estación 4 con 7.87 de pH de

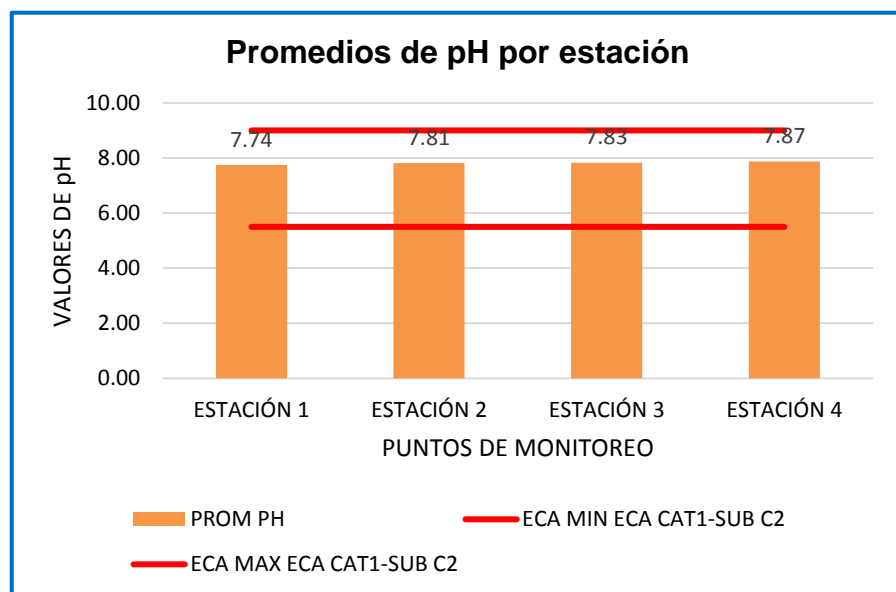
promedio, no viéndose alterada por las actividades piscícolas del entorno. El Gráfico N°8 y N°9, referente a las repeticiones y promedios de pH demuestra la poca variabilidad en cuanto al monitoreo del mismo.

Gráfico N° 8: Comparativo de pH por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 9: Promedios de pH por estación.



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2 Del oxígeno disuelto

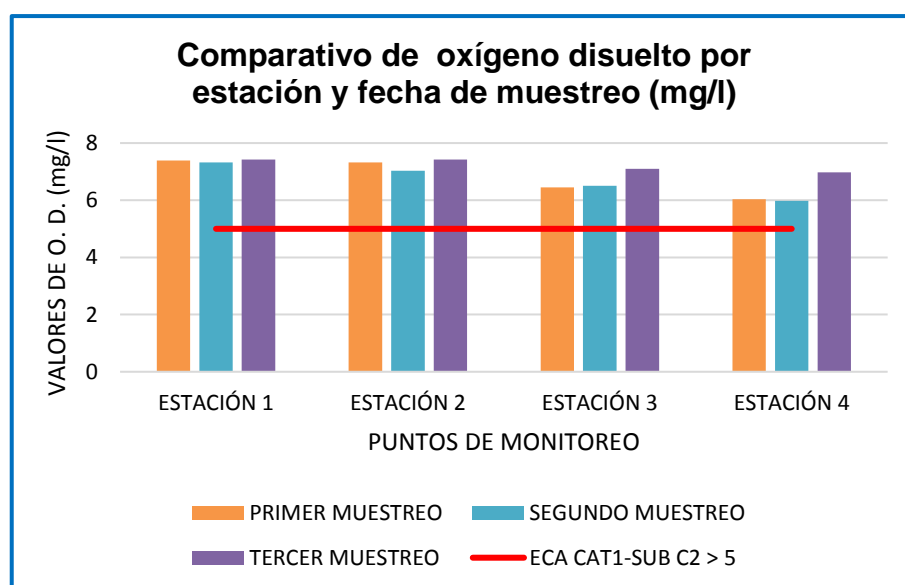
Tabla N° 6: Datos tomados en campo de oxígeno disuelto.

	OXÍGENO DISUELTO (mg/l)			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	7.39	7.32	6.45	6.03
SEGUNDO MUESTREO	7.32	7.03	6.51	5.98
TERCER MUESTREO	7.42	7.42	7.1	6.98
ECA CAT1-SUB C2 > 5	5	5	5	5
PROM	7.38	7.26	6.69	6.33

Fuente: Elaboración propia

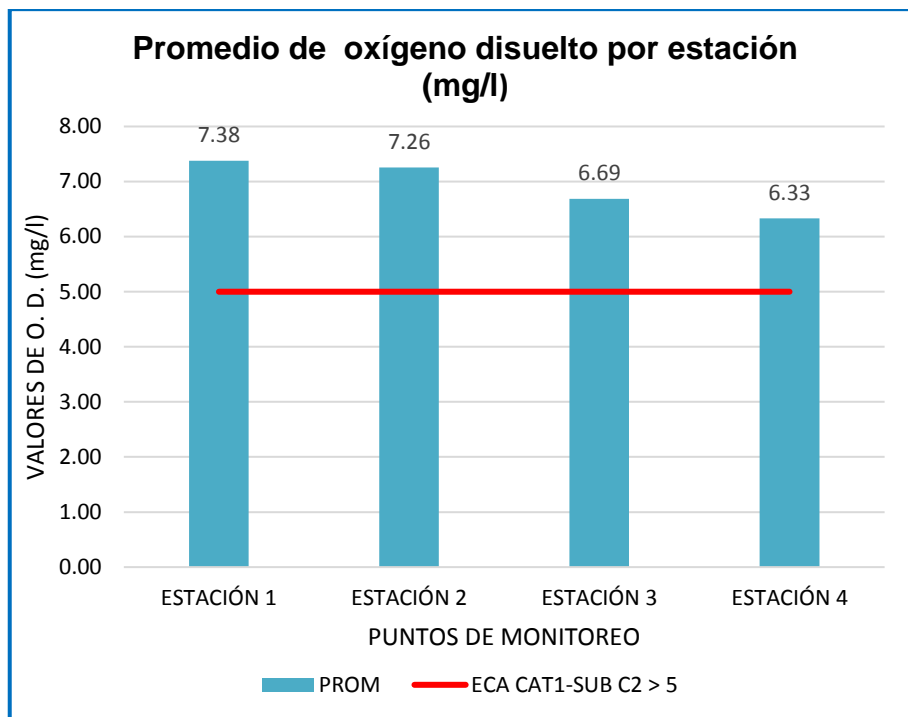
En la Tabla N°6 apreciamos que los niveles de oxígeno disuelto en las cuatro estaciones de monitoreo son normales, con ligeras variaciones de disminución promedio correspondiente a la última estación, debido principalmente a que las diversas actividades piscícolas hacen que disminuya significativamente el OD del medio, llegando hasta un mínimo de 6.33 mg/l, muy cercano y preocupante al mínimo permitible por el ECA. (Ver gráfico N°10 y 11)

Gráfico N° 10: Comparativo de oxígeno disuelto por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 11: Promedio de oxígeno disuelto por estación.



Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3 De la demanda bioquímica de oxígeno

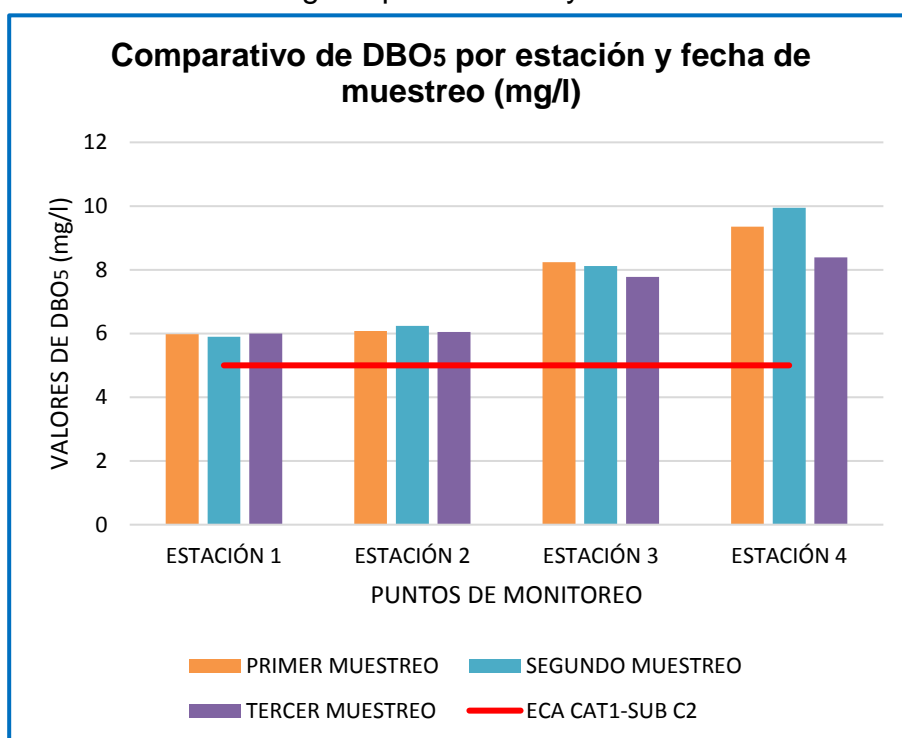
Tabla N° 7: Datos tomados en campo para demanda bioquímica de oxígeno.

	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (mg/l)			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	5.98	6.08	8.24	9.35
SEGUNDO MUESTREO	5.9	6.24	8.12	9.95
TERCER MUESTREO	6	6.05	7.78	8.39
ECA CAT1-SUB C2	5	5	5	5
PROM	5.96	6.12	8.05	9.23

Fuente: Elaboración propia

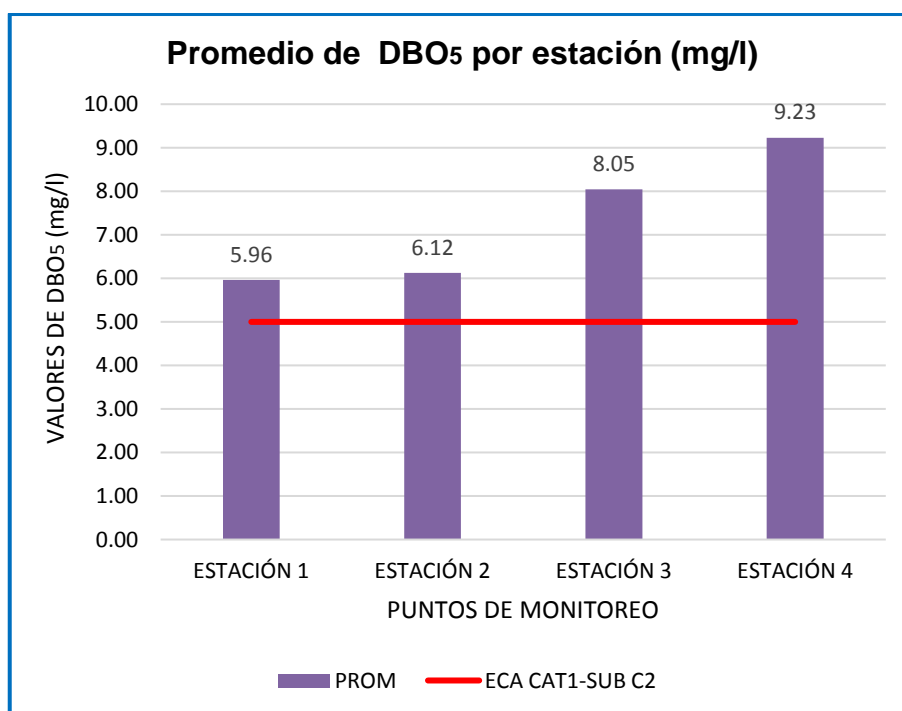
Los niveles de DBO₅ presentados en el monitoreo de las cuatro estaciones adquieren valores relativamente preocupantes ya que superan el máximo permisible del ECA (ver Tabla N° 7), apreciando que en la estación 4 se torna gravitante con un valor promedio de 9.23 mg/l, en razón de que concluyen ahí todas las actividades antrópicas. (Ver Gráfico N° 12 y 13)

Gráfico N° 12: Comparativo de la demanda bioquímica de oxígeno por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 13: Promedio de la demanda bioquímica de oxígeno.



Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Resultado de los parámetros bacteriológicos

4.1.4.1 De los coliformes totales

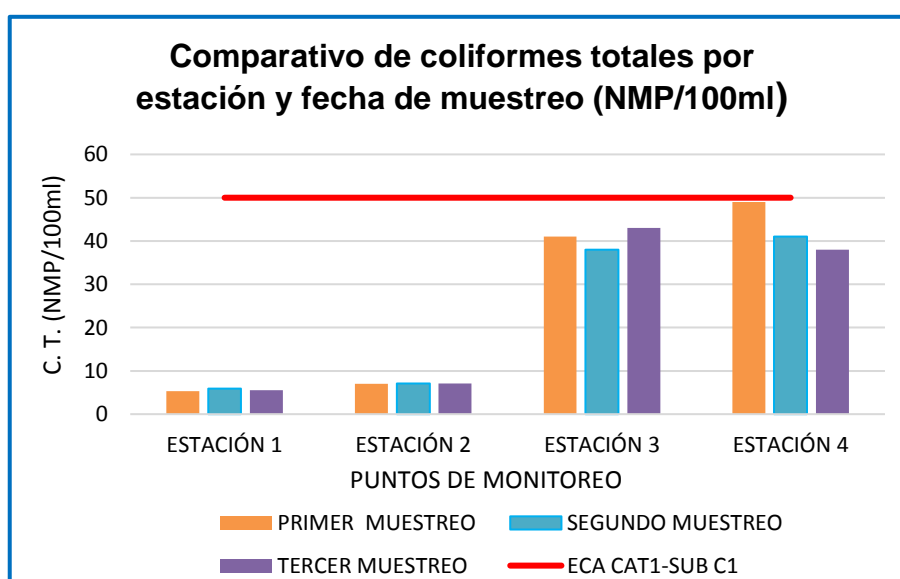
Tabla N° 8: Datos tomados en campo para coliformes totales.

	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	5.3	7.0	41	49
SEGUNDO MUESTREO	5.9	7.1	38	41
TERCER MUESTREO	5.5	7.1	43	38
ECA CAT1-SUB C1	50	50	50	50
PROM	5.57	7.07	40.67	42.67

Fuente: Elaboración propia

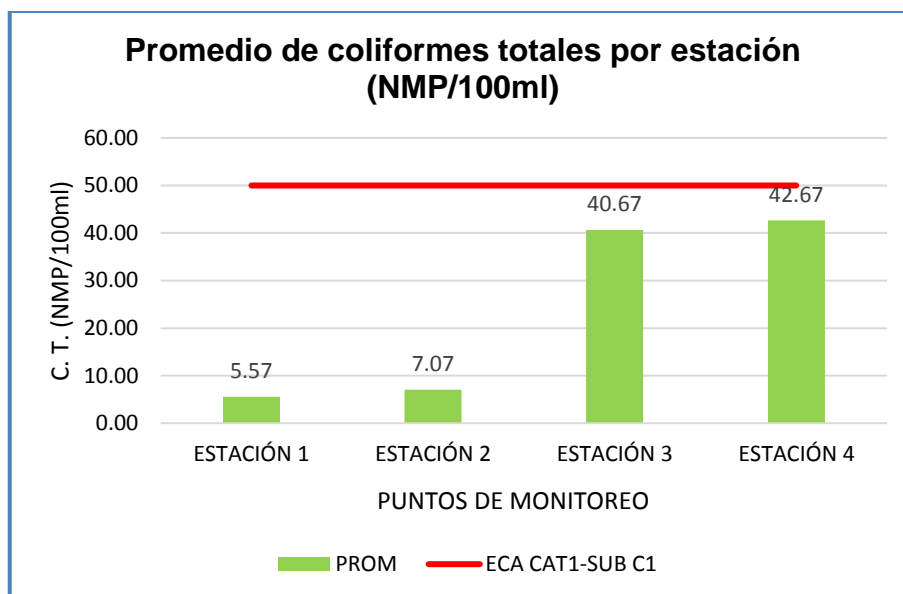
Según la Tabla N° 8, Los niveles de coliformes totales de los puntos de monitoreo están dentro del (ECA CAT1-SUB C2), ya que en las estaciones 3 y 4 presentan promedios de 40.67 y 42.67 NMP/100ml respectivamente siendo las más altas cargas de coliformes debido a la emanación de escorrentías con carga orgánica elevada proveniente de la actividad piscícola (alimentación, desechos metabólicos del proceso productivo). (Ver Gráfico N° 14 y N°15)

Gráfico N° 14: Comparativo de coliformes totales por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 15: Promedio de coliformes totales por estación.



Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que en la estación de monitoreo N° 2 se encuentran en menor número la cantidad de truchas, toda vez que en dicha estación están animales juveniles, lo que disminuye el volumen de carga orgánica vertida, materia necesaria para la supervivencia de los coliformes totales.

4.1.4.2 De los coliformes fecales

Tabla N° 9: Datos tomados en campo para coliformes fecales.

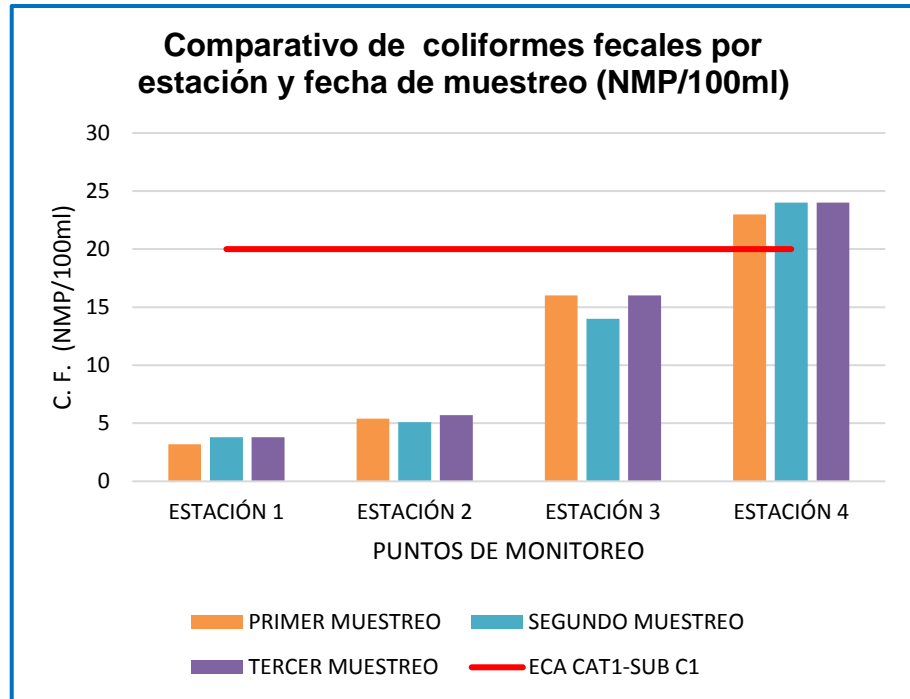
	COLIFORMES FECALES (NMP/100ml)			
	ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3	ESTACIÓN 4
PRIMER MUESTREO	3.2	5.4	16	23
SEGUNDO MUESTREO	3.8	5.1	14	24
TERCER MUESTREO	3.8	5.7	16	24
ECA CAT1-SUB C1	20	20	20	20
PROM	3.6	5.4	15.33	23.67

Fuente: Elaboración propia

La estación que presenta una mayor cantidad promedio con 23.67 NMP/100ml de coliformes fecales es la estación 4 (Ver Tabla N°9), toda vez que en este punto de monitoreo se concentran toda la carga orgánica resultante del proceso

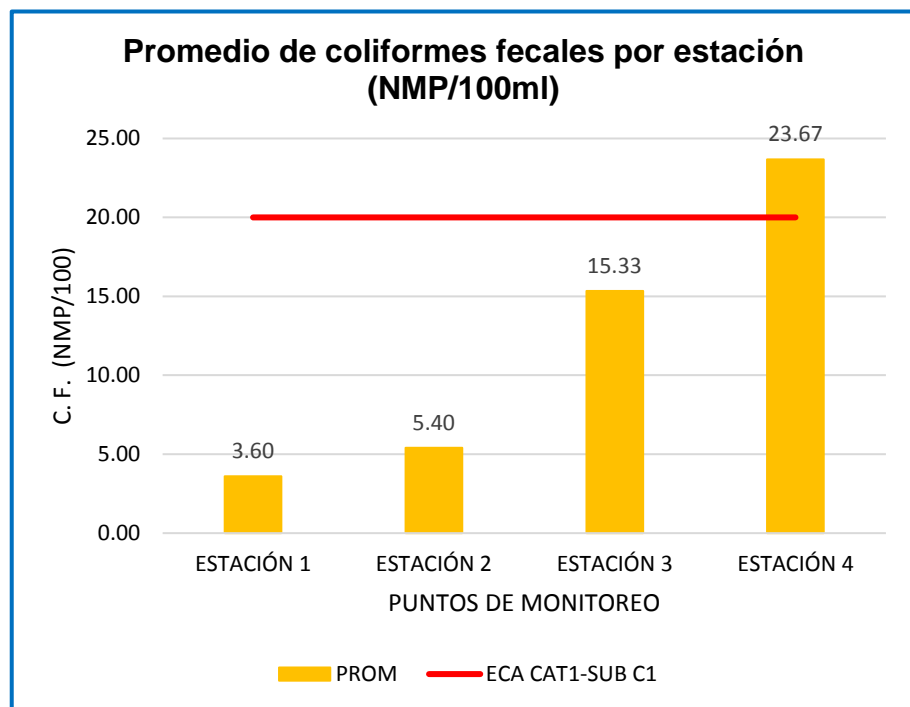
productivo de la crianza de truchas. (Ver Gráfico N°16 y N° 17)

Gráfico N° 16: Comparativo de coliformes fecales por estación y fecha de muestreo.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 17: Promedio de coliformes fecales por estación.



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Se han determinado características físicas, químicas y bacteriológicas en la investigación donde se concluye que el centro piscícola “El Ingenio” impacta al ambiente con concentraciones que sobrepasan los límites de los Estándares de calidad ambiental para agua como demanda bioquímica de oxígeno que nos dio el promedio más alto en la estación 4 con 9.23 mg/l, concentraciones de coliformes totales con un promedio más alto en la estación 4 con 42.67 NMP/100ml que se encuentra cerca del límite del ECA y los coliformes fecales que nos dio el promedio más alto en la estación 4 con 23.67 NMP/100ml que sobrepasó los ECA, situación preocupante para la población ya que estas aguas van directamente al río Chiapuquio que es una de las fuentes principales para consumo humano.
2. Las características físicas determinados fueron los parámetros de temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales ya que con respecto a la temperatura se tuvieron las medias de 10.6; 11.07; 11.47; 11.67 (°C) en las estaciones 1; 2; 3 y 4 respectivamente, donde se observa con relativa concurrencia que la máxima temperatura se aproxima a los 12°C (en las estaciones 3 y 4) lo que indica que en dichas estaciones existen actividades antrópicas persistentes que modifican la escorrentía natural del río Chiapuquio y genera un aumento gradual de la temperatura superficial. Referente a la conductividad eléctrica se ha encontrado que los resultados obtenidos muestran niveles normales en comparación a los ECA CAT1-SUB C2, esto indica que las concentraciones de sólidos solubles de las aguas del río son sumamente bajas y se concluye que las actividades piscícolas como (crianza, alimentación, manejo, selección e inventario y limpieza) no alteran trascendentemente los sólidos disueltos del medio, haciendo que la conductividad permanezca en valores promedio constantes para la estación 2 y 3 mientras que para la estación 4 éstos aumentan gradualmente pero sin generar preocupación gravitante.
3. Las características químicas contempladas en el centro piscícola “El Ingenio” fueron pH, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno; con respecto al pH se determinaron medias de 7.74; 7.81; 7.83 y 7.87 en las estaciones 1,

2, 3 y 4 respectivamente, notándose que en los puntos de monitoreo existe poca variabilidad, además los promedios de pH en cada estación también se encuentran dentro de los niveles normales de agua para consumo humano, no viéndose alterada por las actividades piscícolas del entorno. También se determinó concentraciones de oxígeno disuelto en la que las medias encontradas en los diversos puntos arrojan los resultados siguientes: 7.38; 7.26; 6.69; 6.33 mg/l en la estación 1; 2; 3 y 4 respectivamente pudiéndose apreciar ligeras variaciones de disminución correspondiente a la última estación, debido principalmente a las actividades que realiza el centro piscícola el Ingenio que hacen que disminuya significativamente el OD del medio. Con respecto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) las medias encontradas fueron las siguientes: 5.96; 6.12; 8.05 y 9.23 mg/l en la estación 1; 2; 3 y 4 respectivamente, observándose que los niveles de DBO₅ toman valores relativamente preocupantes ya que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), apreciando que en la estación 4 se torna gravitante por tener más concentración de DBO₅, en razón de que concluyen ahí todas las actividades antrópicas del centro piscícola “El Ingenio”.

4. Las características bacteriológicas que se determinó en el centro piscícola “El Ingenio” fueron coliformes totales y coliformes fecales, siendo éstos los resultados encontrados con respecto a los coliformes totales fueron 5.57; 7.07; 40.67 y 42.67 NMP/100ml en la estación 1; 2; 3 y 4 respectivamente; concluyendo que los niveles de coliformes totales no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs), las estaciones 1 y 2 presentan bajas cargas de coliformes a excepción de las estaciones 3 y 4 que se encuentran cerca del límite del ECA y presentan altas cargas de coliformes debido a la emanación de esorrentías con carga orgánica elevada proveniente de la actividad piscícola (alimentación, desechos metabólicos del proceso productivo). También se ha determinado concentraciones de coliformes fecales en la que se encontraron las siguientes medias 3.60; 5.40; 15.33 y 23.67 NMP/100ml en la estación 1; 2; 3 y 4 respectivamente donde se puede apreciar que la estación que presenta mayor cantidad promedio de NMP/100ml de coliformes fecales es la estación 4, ya que es en este punto

de monitoreo donde se concentran toda la carga orgánica resultante del proceso productivo de la crianza de truchas.

5. Las concentraciones obtenidas se han evaluado y comparado con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua dando como resultado un ligero impacto al río Chiapuquio por parte de las actividades que se realizan en el centro piscícola "El Ingenio" ya que a superado algunos parámetros al monitorear y analizar las aguas de esta piscigranja.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una exhaustiva limpieza, y posterior a ello un control adecuado en todas las actividades antrópicas (restaurantes, construcciones, crianza de animales al pastoreo) que se encuentren antes de la bocatoma o captación de agua de ingreso a la piscigranja “El Ingenio” ya que estos van a impactar directamente al río Chiapuquio.
2. Técnicamente el centro piscícola “El Ingenio” debería realizar la programación de su limpieza de pozas semanalmente, ya que así la escorrentía del agua mantendría su cantidad de oxígeno disuelto dentro de los estándares normales y recuperar su oxigenación en un recorrido no tan grande; evitándose también con esto la acumulación de carga orgánica y residuos de alimentación en los estanques de crianza que a la larga apocan la oxigenación del agua e incrementan la demanda bioquímica de oxígeno.
3. El Centro Piscícola “El Ingenio” debería implementar una poza de tratamiento de aguas antes de devolver sus aguas residuales de producción al río Chiapuquio, evitándose con ello la presencia de coliformes totales y fecales en el río, que aguas abajo sirven de riego para cultivos, consumo para animales y consumo para la población, esto evitaría un impacto directo no solo al río Chiapuquio sino también a todo aquel que esté en contacto directo con estas aguas.
4. Para futuras investigaciones se recomienda usar estos datos obtenidos en la investigación como referencia y si es posible analizar otros parámetros para así obtener con más exactitud la problemática o impacto que se está generando al río Chiapuquio que es una de las fuentes principales para la población.
5. Al ver que estas aguas superan los estándares de calidad ambiental con respecto a los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y coliformes se recomienda que no se use para actividades como riego en áreas de siembra, consumo para animales y consumo para la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades.
- Autoridad Nacional del Agua, & Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). Estudio evaluación de recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Mantaro.
- Autoridad Nacional del Agua. (2010). protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos,. 1-34.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
- Borja, A. (2002). Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad,. 18, 41-49.
- Buschmann, A. (2001). Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigación en Chile y el mundo.
- Chanca, P., & Eulogio, M. (2015). Los impactos generados por el turismo en el distrito de Ingenio . *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 45.
- Custodio, M., & Pantoja, R. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. 2, 130-137.
- Desarrollo de la Acuicultura Continental de Aguas Frías en la Región Junín. (s.f.). 26.
- Dirección General de Salud. (2009). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Obtenido de Dirección General de Salud Ambiental DelMinisteriodeSalud:http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf
- Fernández, A. et al. (2010). Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales. 45-66.
- FONDEPES. (2014). *Manual de crianza de truchas en ambientes convencionales*. Lima - Perú.
- Gómez, J. (2012). *Derecho y gestión ambiental, recursos naturales y desarrollo sostenible*. Obtenido de <http://jfgomezu.blogspot.pe/2012/04/eca-y-imp>

en-la-legislacion- peruana.html

- Huamani, M. (2017). Importación de ovas de trucha arco iris y la sostenibilidad del centro piscícola el ingenio. *Universidad San Martin de Porres*.
- Ingle, G. et al. (2003). *Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces*. Obtenido de Hidrobiológica: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972003000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mariano, M. et al. (2010). Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín. Perú.
- Marín, A. et al. (2002). Impacto ambiental de la acuicultura en el bentos marino : experimentos de exclusión - inclusión Impacto ambiental de la acuicultura en el bentos marino : experimentos de exclusión - inclusión.
- Mayorga, N. (2011). Manual De Prácticas De Microbiología. En F. D. Zootecnia, *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*.
- MVOTMA-DINAMA. (2015). *División Calidad Ambiental- Departamento de Seguimiento de Componentes Ambientales*. Obtenido de La información proviene del Programas de Monitoreo de Calidad de Agua de la cuenca del Santa Lucía, Río Negro y sus embalses, Río Cuareim: https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/indice_estado-trofico/
- PEP. (2008). Plan Estratégico Participativo de Ingenio. *Municipalidad Distrital de Ingenio*.
- Vásquez, W. et al. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa - Puno.
- Velasco, A., Calvario, M., Pulido, F., Acevedo, S., Castro, R., & Román, G. (2012). Problemática Ambiental de la Actividad Piscícola. *Sistema de Información Científica*, 165.

ANEXOS

Anexo N° 1: Ubicación principal del centro piscícola “El Ingenio”.



Fuente: Propia

Anexo N° 2: Ubicación del primer punto de monitoreo para la toma de muestras (ingreso de agua a la piscigranja).



Fuente: Propia

Anexo N° 3: Toma de muestras en la estación 1.



Fuente: Propia

Anexo N° 4: Toma de muestras en la estación 2 (estanque de truchas juveniles).



Fuente: Propia

Anexo N° 5: Determinando los parámetros físicos en la estación 2.



Fuente: Propia

Anexo N° 6: Toma de muestras en balde para determinar los parámetros físicos en la estación 3 (estanque de truchas reproductores).



Fuente: Propia

Anexo N° 7: Medida de los parámetros físicos en la estación 3.



Fuente: Propia

Anexo N° 8: Obtención muestral de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).



Fuente: Propia

Anexo N° 9: Desarenador y acumulación de partículas en los fondos de la posa de la piscigranja “El Ingenio”.



Fuente: Propia

Anexo N° 10: Materiales y reactivos para el previo monitoreo.



Anexo N° 11: Muestreo para determinar coliformes totales y fecales.



Fuente: Propia

Anexo N° 12: Turbiedad por la concentración de partículas concentradas en los estanques.



Fuente: Propia

Anexo N° 13: Presencia de algas por el aumento de temperatura y el contenido de nutrientes en los alimentos de las truchas.



Fuente: Propia

Anexo N° 14: Prueba presuntiva con caldo lauril sulfato de sodio llevado al horno a 37°C.



Fuente: Propia

Anexo N° 15: Prueba confirmativa con caldo lactosa verde para coliformes (concentración de gases o burbujas).



Fuente: Propia

Anexo N° 16: Informe de análisis del primer muestreo de los parámetros de DBO₅ y OD.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N°1-04952/19

Pág. 1/1

Solicitante	Castellanos de la Cruz, Abdiel
Domicilio legal	Ocopilla S/N
Producto declarado	Muestras de agua del Río Chiapuquio-Concepción
Cantidad de Muestras para el Ensayo	4 Muestras x 1.5 L c/u
Identificación de la muestra	M1, M2, M3, M4
Forma de Presentación	En frascos de plásticos cerrados, refrigerado y preservado
Fecha de recepción	2019-01-11
Fecha de inicio del ensayo	2019-01-11
Fecha de término del ensayo	2019-01-18
Ensayo realizado en	Laboratorio Ambiental
Identificado con	H/S 18006072
Validez del documento	Este documento es válido solo para la muestra descrita

Ensayos	LD	Unidad	Muestras/Resultados/1° Muestreo			
			Estación 1 Este: 472137.8 Norte: 8686795 Altitud: 4790 msnm	Estación 2 Este: 472016.9 Norte: 8686641 Altitud: 4790 msnm	Estación 3 Este: 471956.5 Norte: 8686579.8 Altitud: 4790 msnm	Estación 4 Este: 471835.6 Norte: 8686456.9 Altitud: 4790 msnm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2.00	mg/L	5.98	6.08	8.24	9.35
Oxígeno Disuelto (OD)	10	mg O ₂ /L	7.39	7.32	6.45	6.03


MÉTODOS:

Demanda Bioquímica de Oxígeno: SNEW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd ED. 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD).
5- DAY BOD Test.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de enero del 2019



CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 30302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centre Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 905 / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: CERPER

Anexo N° 17: Informe de análisis del segundo muestreo de los parámetros de DBO₅ y OD.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N°2-04970/19

Pág. 1/1

Solicitante	Castellanos de la Cruz, Abdiel
Domicilio legal	Ocopilla S/N
Producto declarado	Muestras de agua del Río Chiapuquio-Concepción
Cantidad de Muestras para el Ensayo	4 Muestras x 1.5 L c/u
Identificación de la muestra	M1, M2, M3, M4
Forma de Presentación	En frascos de plásticos cerrados, refrigerado y preservado
Fecha de recepción	2019-02-08
Fecha de inicio del ensayo	2019-02-08
Fecha de término del ensayo	2019-02-15
Ensayo realizado en	Laboratorio Ambiental
Identificado con	H/S 18006072
Validez del documento	Este documento es válido solo para la muestra descrita

Ensayos	LD	Unidad	Muestras/Resultados/1° Muestreo			
			Estación 1 Este: 472137.8 Norte: 8686795 Altitud: 4790 msnm	Estación 2 Este: 472016.9 Norte: 8686641 Altitud: 4790 msnm	Estación 3 Este: 471956.5 Norte: 8686579.8 Altitud: 4790 msnm	Estación 4 Este: 471835.6 Norte: 8686456.9 Altitud: 4790 msnm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2.00	mg/L	5.90	6.24	8.12	9.95
Oxígeno Disuelto (OD)	10	mg O ₂ /L	7.32	7.03	6.51	5.98

MÉTODOS:

Demanda Bioquímica de Oxígeno: SNEW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 2nd ED. 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5- DAY BOD Test.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 19 de Febrero del 2019

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 90S / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR: LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: CERPER

Anexo N° 18: Informe de análisis del tercer muestreo de los parámetros de DBO₅ y OD.



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N LE - 003

INFORME DE ENSAYO N°3-04987/19

Pág. 1/1

Solicitante	: Castellanos de la Cruz, Abdiel
Domicilio legal	: Ocopilla S/N
Producto declarado	: Muestras de agua del Río Chiapuquio-Concepción
Cantidad de Muestras para el Ensayo	: 4 Muestras x 1.5 L c/u
Identificación de la muestra	: M1, M2, M3, M4
Forma de Presentación	: En frascos de plásticos cerrados, refrigerado y preservado
Fecha de recepción	: 2019-02-22
Fecha de inicio del ensayo	: 2019-02-22
Fecha de término del ensayo	: 2019-02-27
Ensayo realizado en	: Laboratorio Ambiental
Identificado con	: H/S 18006072
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita

Ensayos	LD	Unidad	Muestras/Resultados/1° Muestreo			
			Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
			Este: 472137.8 Norte: 8686795 Altitud: 4790 msnm	Este: 472016.9 Norte: 8686641 Altitud: 4790 msnm	Este: 471956.5 Norte: 8686579.8 Altitud: 4790 msnm	Este: 471835.6 Norte: 8686456.9 Altitud: 4790 msnm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2.00	mg/L	6.00	6.05	7.78	8.39
Oxígeno Disuelto (OD)	10	mg O ₂ /L	7.42	7.42	7.10	6.98

MÉTODOS:

Demanda Bioquímica de Oxígeno: SNEW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd ED, 2012 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5- DAY BOD Test.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 28 de Febrero del 2019



CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centre Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 90S / 9975 63161

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: CERPER