

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Aplicación del método “Índice de calidad de agua The National Sanitation Foundation – ICA NSF” en un tramo de la microcuenca de Huatatas, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho.

Por:

Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra

Ruth Tabita Toscano Salazar

Asesor:

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, agosto de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE LA AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“APLICACIÓN DEL MÉTODO “ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA THE NATIONAL SANITATION FOUNDATION – ICA NSF” EN UN TRAMO DE LA MICROCUENCA DE HUATATAS, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO”** constituye la memoria que presenta las **Bachilleres Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra y Ruth Tabita Toscano Salazar** para aspirar al título de Profesional Ingeniería Ambiental cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, al 23 de agosto del año 2019.




Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga.

Aplicación del método “Índice de calidad de agua The National Sanitation Foundation – ICA NSF” en un tramo de la microcuenca de Huatatas, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho

TESIS

Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Mg. Iliana del Carmen Gutiérrez Rodríguez
Presidenta




Mg. Joel Hugo Fernández Rojas
Secretario



Ing. Ferrer Canaza Rojas
Vocal



Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio
Vocal



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga
Asesora

Lima, 08 de Agosto del 2019

DEDICATORIA

A mi familia por todo su amor, cariño y apoyo incondicional que me brindan, en especial a mis padres Haydee y Juan, por su apoyo y dedicación en cumplir mis metas y lograr mis objetivos.

Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra

A mis padres Pablo Pedro Toscano Quispe y Maria Eufemia Salazar Chávez por ser la fuente de inspiración para seguir adelante y por su motivación que me brindaron para concluir con esta investigación. A Julio Cesar Mendoza Vilcas por motivarme a ser mejor cada día.

Ruth Tabita Toscano Salazar

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a Dios, en primer lugar, por el don de la vida, por la sabiduría otorgada para llevar a cabo esta investigación y por sus múltiples bendiciones desde que somos bachilleres. También agradecerle por habernos permitido ser grandes amigas en nuestra vida universitaria y trabajar juntas por un objetivo común.

Damos un agradecimiento especial a nuestros padres Eufemia, Pablo, Haydee y Juan; quienes fueron nuestro sustento y motivación para seguir adelante. A nuestros hermanos y hermanas.

También agradecer a la Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga por apoyarnos y orientarnos en cada proceso. Al Ing. Juan Huallanca Calderon por habernos guiado durante nuestros monitoreos.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------------|
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| CAPITULO I | 17 |
| INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1.1. Identificación del problema | 17 |
| 1.2. Justificación de la investigación | 18 |
| 1.3. Objetivo General | 19 |
| 1.3.1. Objetivos específicos | 19 |
| CAPITULO II | 21 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 21 |
| 2.1. Definiciones conceptuales de términos | 21 |
| 2.1.1. Agua | 21 |
| 2.1.2. Cuenca..... | 21 |
| 2.1.3. Microcuencas de investigación..... | 23 |
| 2.2. Contaminación de ríos en el Perú | 24 |
| 2.2.1. Municipalidades como ente responsable | 25 |
| 2.3. Calidad del agua | 25 |
| 2.3.1. Monitoreo de la calidad del agua..... | 26 |
| 2.3.2. Índices de la calidad del agua (ICA)..... | 27 |
| 2.4. Seguridad hídrica | 35 |
| 2.5. Marco legal | 35 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO III..... | 37 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 37 |
| 3.1. Descripción del área de estudio..... | 37 |
| 3.1.1. Características de la Microcuenca | 40 |
| 3.2. Variables de estudio | 41 |
| 3.2.1. Variables independientes | 41 |
| 3.2.2. Variables dependientes | 42 |
| 3.2.3. Operacionalización de variables..... | 42 |
| 3.2.4. Descripción de la investigación | 43 |
| 3.3. Proceso metodológico | 44 |
| 3.3.1. Metodología para el monitoreo..... | 44 |
| 3.4. Medios de verificación..... | 46 |
| 3.4.1. Materiales..... | 46 |
| 3.4.2. Equipos | 46 |
| 3.4.3. Indumentaria | 46 |
| 3.5. Tipo de estudio..... | 47 |
| 3.6. Análisis Estadístico | 47 |
| 3.7. Diseño del experimento..... | 47 |
| CAPITULO IV | 49 |
| RESULTADOS | 49 |
| 4.1. Presentación de resultados | 49 |
| 4.1.1. Cálculo para determinación del ICA-NSF en el I monitoreo – 2017... 49 | |
| 4.1.2. Cálculo para determinación del ICA-NSF en el II monitoreo – 2018. 52 | |

| | | |
|---------------------------------------|--|------------|
| 4.1.3. | Cálculo para determinación del ICA-NSF en el III monitoreo -2018.. | 55 |
| 4.1.4. | Resumen de la aplicación del ICA - NSF | 58 |
| 4.1.5. | Análisis estadístico de los Índices de Calidad de Agua..... | 62 |
| 4.1.6. | Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo | 77 |
| 4.2. | Discusión | 82 |
| 4.3. | Alternativas de la conservación de la Microcuenca | 83 |
| 4.4. | Impacto Ambiental | 84 |
| 4.5. | Programas propuestos..... | 86 |
| CAPITULO V | | 89 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 89 |
| 5.1. | Conclusiones..... | 89 |
| 5.2. | Recomendaciones | 90 |
| REFERENCIAS | | 92 |
| ANEXO | | 101 |

TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales..... | 26 |
| Tabla 2. Ventajas y Limitaciones de los ICAs..... | 29 |
| Tabla 3. ICA NSF Variables y pesos..... | 32 |
| Tabla 4. Rango de clasificación del agua ICA | 33 |
| Tabla 5. Operacionalización de Variables | 42 |
| Tabla 6. Descripción de la investigación..... | 43 |
| Tabla 7. Resultados del I Monitoreo - 2017 | 49 |
| Tabla 8. Aplicación del ICA NSF en el límite del Río Chiara y Tambillo (R-HUA 1) | 50 |
| Tabla 9. Aplicación del ICA NSF a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2) | 50 |
| Tabla 10. Aplicación del ICA NSF entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3)..... | 51 |
| Tabla 11. Aplicación del ICA NSF en el límite de San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4) | 51 |
| Tabla 12. Aplicación del ICA NSF entre Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5) | 52 |
| Tabla 13. Resultados del I Monitoreo – 2018 | 52 |
| Tabla 14. Aplicación del ICA NSF en el límite del Río Chiara y Tambillo (R-HUA 1)..... | 53 |
| Tabla 15. Aplicación del ICA NSF a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2) | 53 |
| Tabla 16. Aplicación del ICA NSF entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3)..... | 54 |
| Tabla 17. Aplicación del ICA NSF en el límite de San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4) | 54 |
| Tabla 18. Aplicación del ICA NSF entre Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5) | 54 |

| | |
|---|----|
| Tabla 19. Resultados del II Monitoreo – 2018 | 55 |
| Tabla 20. Aplicación del ICA NSF en el límite del Río Chiara y Tambillo (R-HUA 1) | 56 |
| Tabla 21. Aplicación del ICA NSF a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2) | 56 |
| Tabla 22. Aplicación del ICA NSF entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3)..... | 56 |
| Tabla 23. Aplicación del ICA NSF en el límite de San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4) | 57 |
| Tabla 24. Aplicación del ICA NSF entre Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5) | 57 |
| Tabla 25. Resumen de la aplicación del ICA-NSF durante la época de transición | 58 |
| Tabla 26. Tabla comparativa con los valores ICA de calidad excelente..... | 61 |
| Tabla 27: Unidades experimentales del estudio correspondiente a cada mes. | 62 |
| Tabla 28. Índice promedio de calidad de agua según los meses de transición | 63 |
| Tabla 29. Unidades experimentales..... | 65 |
| Tabla 30. Supuestos de normalidad | 66 |
| Tabla 31. Supuesto de normalidad - Media residual | 67 |
| Tabla 32: Prueba estadística de Bartlett..... | 68 |
| Tabla 33: ANOVA..... | 69 |
| Tabla 34. Unidades experimentales del estudio correspondiente a los puntos de monitoreo. | 69 |
| Tabla 35: Supuesto de normalidad | 70 |
| Tabla 36: Supuesto de normalidad - Media residual | 71 |
| Tabla 37: Prueba estadística de Bartlett..... | 72 |
| Tabla 38: Análisis de varianza | 72 |
| Tabla 39: Coeficiente de determinación | 73 |
| Tabla 40: Reporte de comparación múltiple -1 | 74 |
| Tabla 41: Reporte de comparación múltiple -2..... | 74 |

| | |
|--|----|
| Tabla 42. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua comparado con el ECA - Categoría 1 durante los meses de monitoreo. | 78 |
| Tabla 43. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua comparado con el ECA - Categoría 3 durante los meses de monitoreo. | 79 |
| Tabla 44. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua comparado con el ECA - Categoría 4 durante los meses de monitoreo | 80 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cuenca Hidrográfica (Sociedad Geográfica de Lima, 2011). | 22 |
| Figura 2: Cuenca Hidrológica (Monterrosa, 2015)..... | 23 |
| Figura 3: Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio, extraído de Arcgis | 39 |
| Figura 4: Variación de los valores ICA – NSF durante la época de transición | 60 |
| Figura 5: ICA – NSF durante los meses de Transición del 2017 – 2018..... | 62 |
| Figura 6: Valores del ICA-NSF según los meses de la época de transición. | 63 |
| Figura 7: Grafica de cajas y bigotes de medias correspondientes a las unidades experimentales correspondiente a cada mes. | 64 |
| Figura 8: Unidades experimentales – residuos | 66 |
| Figura 9: Residuales contra el tiempo | 67 |
| Figura 10: Supuesto de igualdad de varianza | 68 |
| Figura 11: Grafica de cajas y bigotes de medias correspondientes a las unidades experimentales correspondiente a los puntos de monitoreo..... | 70 |
| Figura 12: Supuestos de normalidad – residuos | 71 |
| Figura 13: Supuesto de igualdad de varianza | 72 |

ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Ficha de identificación del punto de monitoreo | 101 |
| Anexo 2. Mapa de puntos de monitoreo | 106 |
| Anexo 3. Registro de datos en campo | 108 |
| Anexo 4. Etiqueta de muestra de agua..... | 111 |
| Anexo 5. Cadena de custodia | 112 |
| Anexo 6. Metodología para calcular el ICA NSF - funciones para determinar el subíndice ICA NSF en cada parámetro | 115 |
| Anexo 7. Hoja de cálculo para el ICA NSF | 122 |
| Anexo 8. Informe de laboratorio | 123 |
| Anexo 9. Acervo fotográfico | 146 |

SIMBOLOS

ICA: Índice de calidad de agua.

ICA NSF: Índice de Calidad de Agua National Sanitation Foundation

ECA: Estándar de calidad de agua

R-HUA: Río Huatatas

RESUMEN

El estudio identificó el Índice de Calidad de Agua a través del método establecido por The National Sanitation Foundation en un tramo de la Microcuenca Huatatas ubicado en la Provincia de Huamanga – Distrito y Departamento de Ayacucho, a través de cinco puntos de monitoreo durante la época de transición que corresponde a los meses de noviembre 2017, enero y febrero del 2018, estos a la vez se identificaron, teniendo en cuenta la influencia de la población hacia la microcuenca.

Se tomaron muestras de cada punto de monitoreo, siendo un total de cinco muestras por cada monitoreo que se realizó durante los meses de Noviembre 2017, Enero 2018 y Febrero 2018, identificados como R-HUA 1, R-HUA 2, R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5; realizando análisis físicos, químicos y microbiológicos acuerdo a las nueve variables del ICA NSF. Los cuales tres parámetros fueron medidos en campo (Oxígeno disuelto, pH, temperatura) y seis parámetros en el laboratorio (Coliformes fecales, DBO5, nitratos, fosfatos totales, turbidez y sólidos totales). Con los resultados obtenidos de los monitoreos, se procedió a realizar el cálculo ICA NSF logrando obtener la calidad de agua del tramo de estudio de la microcuenca Huatatas, identificado como calidad MEDIA que son aguas moderadamente contaminadas durante la época de transición; asimismo en cada punto muestreado se identificó el ICA NSF donde en R-HUA 1 se mantuvo la calidad en BUENA, en R-HUA 2 su calidad fue variables de BUENA a MEDIA y en el último monitoreo (Febrero) a BUENA, R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5 se obtuvo una calidad MEDIA en los 3 monitoreos. Con los resultados obtenidos se realizó un programa para la conservación de la microcuenca de Huatatas, donde se propone diversas actividades por un periodo de 12 meses.

Palabras claves: ICA NSF, monitoreo, calidad, microcuenca, agua.

ABSTRACT

The study identified the Water Quality Index through the method established by The National Sanitation Foundation in a section of the Huatatas Microbasin located in the Province of Huamanga - District and Department of Ayacucho, through five monitoring points during the time of transition corresponding to the months of November 2017, January and February 2018, these at the same time were identified, taking into account the influence of the population towards the microbasin.

Samples were taken from each monitoring point, with a total of five samples for each monitoring carried out during the months of November 2017, January 2018 and February 2018, identified as R-HUA 1, R-HUA 2, R-HUA 3 , R-HUA 4 and R-HUA 5; performing physical, chemical and microbiological analysis according to the nine variables of the NSF ICA. Which three parameters were measured in the field (dissolved oxygen, pH, temperature) and six parameters in the laboratory (faecal coliforms, BOD5, nitrates, total phosphates, turbidity and total solids). With the results obtained from the monitoring, the ICA NSF calculation was preceded, obtaining the water quality of the study section of the Huatatas microbasin, identified as MEDIUM quality that are moderately contaminated waters during the transition period; Likewise, at each sampled point the ICA NSF was identified, where in R-HUA 1 the quality was maintained in GOOD, in R-HUA 2 its quality was variable from GOOD to HALF and in the last monitoring (February) to GOOD, R-HUA 3, R-HUA 4 and R-HUA 5 a MEDIUM quality was obtained in the 3 monitoring. With the results obtained, a program for the conservation of the micro basin of Huatatas was carried out, where various activities are proposed for a period of 12 months.

Keywords: ICA NSF, monitoring, quality.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Identificación del problema

La conservación de las aguas superficiales origina un tema de discusión a nivel mundial principalmente en la calidad de las aguas superficiales, debido a que se ve afectada con la introducción de agentes contaminantes de origen antrópico (aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros) y que por su naturaleza química son más difíciles de tratar. (Coello et al, 2013).

Los ríos a nivel mundial han sido afectados convirtiéndolo en sumideros de residuos siendo el hombre el principal causante, conllevando a un conflicto con su entorno y afectando la calidad de sus aguas; por tal razón se debe implementar estrategias y acciones para aprender a vivir con ellos y enfrentarlos adecuadamente. (Dourojeanni & Jouravlev, 1999).

Las cuencas hidrográficas son grandes unidades de territoriales ideales para la planeación y gestión de los recursos naturales (Nuñez, 2015). Es por ello por lo que la protección, mejora y restauración de cuencas hidrográficas de montaña o de cabecera tienen una importancia fundamental para lograr los objetivos generales de desarrollo. Habiéndolo reconocido, muchos países en desarrollo están dedicando una atención y recursos crecientes al estudio y protección de ellas (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1992).

Este problema ambiental tiene sus repercusiones en la Provincia de Huamanga, tal es así que en dicha provincia se encuentra la Microcuenca Huatatas y Alameda afectada visiblemente por las actividades humanas que aprovechan su recurso inadecuadamente poniendo en riesgo a la población urbana y rural (UNALAM & Yakunchik, 2003).

En este contexto, el grado de contaminación de las aguas en la Microcuenca Huatatas, son principalmente por los químicos usados crecientemente en las labores agrícolas (Gobierno Regional de Ayacucho, 2013). Sin embargo, los procesos de contaminación se incrementan debido a que la precipitación pluvial en la región varía desde escasos milímetros en épocas de estiaje hasta un promedio de 900 milímetros anuales en el sector puna (4,200 msnm). (Proyecto Especial Rio Cachi, 2017)

Siendo la evaluación de la calidad del agua un elemento importante que garantiza el análisis integral de los recursos hídricos, donde permite que se puedan tomar acciones para un manejo integral del recurso hídrico; una de las herramientas más empleados es el Índice de Calidad de agua (ICA), que permite identificar los factores que involucran el cambio de la calidad. A nivel mundial se destaca el de la National Sanitation Foundation (ICA-NSF), desarrollado por Brown en 1970 para ríos de Estados Unidos y validado por diferentes estudios internacionales. (Torres, Cruz, Patiño , Escobar, & Perez, 2010)

En función a lo indicado, en esta investigación se realizó la aplicación de los índices de calidad de agua (ICA) en un tramo de la Microcuenca Huatatas mediante la aplicación de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF).

1.2. Justificación de la investigación

El Ministerio de Cultura en la Resolución Suprema N°2900-72-ED declaro a la Provincia de Huamanga “Zona Monumental, Ambientes Urbano Monumentales y Monumentos integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación” y con Ordenanza Municipal N°061-2004-MPH/A establece la delimitación del centro histórico, ubicado en el Departamento de Ayacucho con una población de 221 390, según el Censo Nacional de Población y Vivienda - 2007 (INEI, 2007).

Huamanga es la principal provincia del departamento de Ayacucho, está rodeada por la Microcuenca Huatatas y Alameda, quien a raíz de su reconocimiento busca elaborar

planes y programas que orientan a la población en la protección del patrimonio de su localidad enfocándose en su ordenamiento urbano y arquitectónico según indica la Ordenanza Municipal 037-2007-MPH/A y el Reglamento para la Gestión y Administración del Centro Histórico de Ayacucho (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2007). Sin embargo, los programas de protección o conservación de la calidad de las aguas de las microcuencas del Gobierno Regional o Local se enfocan principalmente a evitar el vertimiento de los residuos sólidos.

Para esto proponemos desarrollar un estudio para determinar el ICA que tiene una combinación más o menos compleja de un número de parámetros las cuáles sirven como una medida de calidad del agua; siendo el más utilizado el ICA-NSF ya que mide los cambios en la calidad de agua en tramos particular de las cuencas, comparando la calidad del agua de diferentes tramos de la misma cuenca además de compararlo con la calidad de agua de diferentes cuencas alrededor del mundo determinado si la cuenca es saludable o no.

El presente trabajo busca determinar la variación de los valores del Índice de Calidad de Agua en la microcuenca Huatatas durante la temporada de transición (Época de Estiaje a Época de Avenida) en los diferentes tramos seleccionados en la microcuenca, para luego proponer alternativas de conservación en la Microcuenca Huatatas.

1.3. Objetivo General

Determinar los valores de la calidad del agua en tramo de la Microcuenca del Rio Huatatas aplicando el Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF), durante la época de transición.

1.3.1. Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los puntos de muestreo.
- Determinar la calidad del agua en 05 puntos establecidos aplicando el ICA NSF.
- Proponer alternativas de conservación de la Microcuenca Huatatas.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definiciones conceptuales de términos

2.1.1. Agua

La Real Academia Española - RAE (2014), define al agua como un líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario en todos los seres vivos.

Es el componente que se encuentra en mayor cantidad en la superficie terrestre, cubre el 71% de la tierra, forma los océanos, ríos y lluvias, además de que es una parte constituyente de los seres vivos. (Pérez & Gardey, 2010). Siendo de vital importancia para la vida con excepcionales propiedades consecuencia de su composición y estructura. (Carbajal & Gonzales, 2012).

2.1.2. Cuenca

La RAE, (2014), define a cuenca como el territorio cuyas aguas fluyen a un mismo río, lago o mar. O como un territorio que encuentra rodeado de alturas.

Una cuenca incluye ecosistemas terrestres (selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, entre otros) y ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, etc.), y sus límites se establecen desde donde escurre el agua que se precipita en el territorio delimitado por éste, hasta un punto de salida” (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

2.1.2.1. Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica se define como una unidad natural, que por las precipitaciones y la existencia de flujos o caudales bajos, forma un sistema fluvial que canaliza las aguas hacia otros ríos, al mar u otros cuerpos de agua como los lagos y

embalses artificiales y naturales; en otras palabras es el río es un río principal con sus afluentes, que va desde la parte alta hasta su punto de emisión en la zona de menor altitud (Milán & Cruz, 2007; Speer, 2010).

Vega, (2015), también define como una unidad de territorio delimitada que propicia el escurrimiento de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, que tienden a drenar y confluir hacia un mismo punto terminal.

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es delimitada por la línea de las cumbres, es un territorio que encauza su escorrentía a un único sistema de drenaje natural, es decir, es el área de captación de agua de lluvia que drena sus aguas a través de un único colector. (Figura 1)

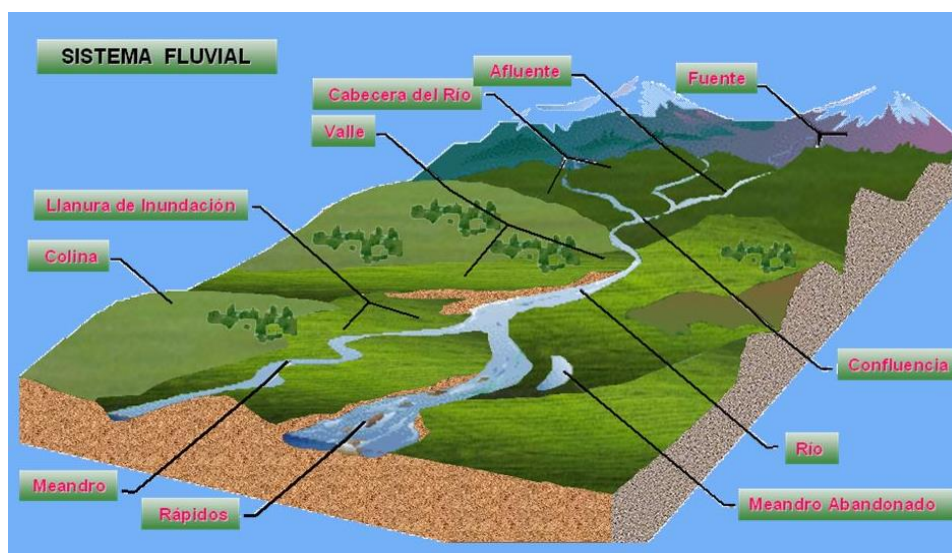


Figura 1. Cuenca Hidrográfica (Sociedad Geográfica de Lima, 2011).

2.1.2.2. Cuenca hidrológica

Monterrosa, (2015), indica el concepto de cuenca hidrológica como la unidad territorial en donde se encuentra el agua en sus diversas formas, la cual se almacena o fluye hasta un punto de salida a través de una red hidrográfica de causas confluyen en uno principal, para luego llegar a un punto de desembocadura, ya sea un mar o lago.

Por otro lado Maass, (2015), menciona que dicho espacio se encuentra delimitado por una diversidad topográfica, donde coexisten recursos como el agua, suelo, flora, fauna y otros recursos naturales relacionados con estos y el medio ambiente.



Figura 2: Cuenca Hidrológica (Monterrosa, 2015)

En conclusión la cuenca hidrológica se entiende como una unidad de gestión que se efectúa dentro de una cuenca hidrográfica, esta representa el elemento mínimo de conservación, preservación y desarrollo sostenible (Ordóñez, 2011).

2.1.3. Microcuencas de investigación

La Microcuenca del río Huatatas se encuentra en la provincia de Huamanga ubicado entre los 2 600 a 4 200 msnm, su recorrido es de 27 917 km, las actividades principales de la provincia de Huamanga son el turismo, agricultura, ganadería, entre otros.

La Microcuenca Huatatas está conformada por los ríos afluentes: Carimayo, Rodeohuaycco, Jatun Sallahuayco, Toctobamba, Cacharana, Ancapacganhuaycco, Huayjo Corral, Chacllamachay, Patahuasi en la cabecera de cuenca, en la parte media por los ríos Ayamachayhua Ycco, Torhuichcanan, Molinohuaycco, Joscco Huaycco,

Labrashuayco y en la parte baja por el río Tipiccasa, y otras entregando sus aguas al Río Huatatas.

A sus riveras presenta un valle con vegetación regular y permanente, contribuyendo a mantener la estabilidad del suelo suelen ser profundos, principalmente arcillosos y rico en nutrientes. Sin embargo en las épocas de lluvia que son de regular intensidad se unen a las aguas provenientes de las partes altas que, en algunas ocasiones causa huaycos destructores (Paucar, 2005).

La importancia de la microcuenca Huatatas es que abastece en un 20% a la planta de tratamiento de agua potable a la ciudad de Ayacucho y es la cuenca más antigua de la ciudad (UNALAM & Yakunchik, 2003).

El valle de Huatatas se caracteriza por ser un lugar de recreación de la población en general por sus valles pintorescos y atractivos (Paucar, 2005).

2.2. Contaminación de ríos en el Perú

En el Perú se cuenta con tres vertientes hidrográficas: la vertientes del Atlántico, vertiente del Pacífico y vertiente del Titicaca, y la mayor parte de la población se encuentra ubicada en la vertiente del pacífico (MINAM, 2010); esta situación genera un estrés hídrico, ya que las aguas que provienen de las alturas en su recorrido recibe diversos agentes que reduce su calidad y cantidad para su aprovechamiento.

Es el país más rico en recursos naturales y su población obtiene el agua para el desarrollo de sus actividades de los ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo, sin embargo esto está generando la contaminación de los ríos, principalmente por relaves mineros, residuos sólidos e industriales y aguas residuales; en la últimas investigaciones del Ministerio del Ambiente se determinó que el 50% de los ríos están contaminados, el cual es una alerta preocupante (García, Bravo, Campos, & Medina, 2015).

La Autoridad Nacional del Agua realizó un estudio de 129 de las 159 cuencas hídricas existentes en el Perú, reportando que todos los ríos estudiados están contaminados por coliformes o metales; la alteración de la calidad del agua para el uso de consumo humano, agricultura e industrial, también se ve afectado principalmente por el vertimiento de aguas residuales y residuos sólidos provenientes de las poblaciones que se encuentran cerca de los cauces (Talledo, 2016).

2.2.1. Municipalidades como ente responsable

El sistema hídrico se ve afectado por los diversos factores de deterioro ambiental, la más resaltante es la contaminación, que es un tema de mayor énfasis por su aumento en grandes proporciones, esto va de la mano con la concentración de la población en grandes ciudades y de los desplazamientos de la población rural hacia ellas, el cual se comporta como un déficit hídrico.

Frente a este problema la solución no está en que cada municipio resuelva su problema de forma individual, sino está en plantear un trabajo consolidado regional por cuencas o microcuencas, el cual podría ser una solución para algunos de los problemas (Guzmán, 2015).

2.3. Calidad del agua

Antes de poder hacer uso del agua, es necesario conocer sus características físicas, químicas y biológicas en la que se encuentra; el término calidad de agua es usado para describir estas características, que dependerá del uso que se le quiera dar (Gail, 2014)

Trapote, (2011) menciona que la evaluación de la calidad del agua es definir sus características, las cuales son un conjunto de parámetros para tener en cuenta. Para poder clasificar el agua de acuerdo a sus características, se debe de hacer un análisis de contaminación del agua y luego comparar con los estándares establecidos por la

legislación vigente, los cuales están definidos de acuerdo al uso que se le quiera dar (Chán & Peña, 2015).

El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y su modificatoria el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM que Aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, establece las características que debe cumplir los cuerpos de agua de acuerdo con el uso que se quiera dar, estas están clasificadas por categorías:

- Categoría 1: Poblacional y Recreacional.
- Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales.
- Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales.
- Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

2.3.1. Monitoreo de la calidad del agua

El monitoreo es un proceso que ayuda a recolectar datos para poder analizar y sacar la información estudio realizado, esto nos indicara la situación en la que se encuentra el objeto de estudio.

Está encaminado a la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua, el cual es un diagnóstico de su estado actual por medio de la evaluación de sus indicadores químico – físico, por lo que requiere de metodologías y procedimientos estandarizados para la toma de muestras (ANA, 2016). La finalidad de un monitoreo es poder identificar y mitigar los agentes contaminantes, asimismo proteger y recuperar la calidad del agua (ANA, 2014).

Tabla 1. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

| PARÁMETRO | CATEGORÍA 1 | CATEGORÍA 2 | CATEGORÍA 3 | CATEGORÍA 4 RÍOS, LAGUNAS Y LAGOS | CATEGORÍA 4 ECOSISTEMAS MARINO – COSTEROS |
|---------------------|-----------------|-------------|----------------|--|--|
| Parámetros de campo | pH, T, Cond, OD | pH, T, OD | pH, T Cond, OD | pH, T, Cond, OD | pH, T, OD |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|---|---|---|---|
| Parámetro químico – físico | DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO ₅ , AyG, SST, N-NO ₃ , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn) | DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Fe, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO ₅ , AyG, SST, N _{tot} , N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) | DBO ₅ , AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) |
| Parámetros microbiológicos | Coliformes termotolerantes, Escherichia Coli, Organismo de vida libre | Coliformes termotolerantes | Coliformes termotolerantes, Escherichia Coli, Huevos y larvas de helmitos | Coliformes termotolerantes | |

Fuente: (ANA, 2016)

En el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por Resolución Jefatural N°010-2016-ANA recomienda los parámetros que se deben considerar para el monitoreo de los recursos hídricos superficiales de acuerdo con la categoría.

Es necesario tener en cuenta que los parámetros están relacionados entre sí, por lo que la interpretación de los análisis debe hacerse considerando todos parámetros simultáneamente. (Trapote, 2011).

2.3.2. Índices de la calidad del agua (ICA)

Una de las actividades más importantes en la gestión de los recursos hídricos es el monitoreo periódico de los cuerpos de agua, el cual es una herramienta de importancia para su vigilancia, estos datos deben presentar un formato que permita su análisis y pueda ser favorable para el uso de estadísticas (Castro, Almeida, Ferrer, & Díaz, 2014).

La Organización de las Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, en la Cumbre de las Tierras de las Naciones Unidas (1992) en el capítulo 40 de la agenda 21 menciona que existe una diferencia entre la disponibilidad, calidad y características de los datos de los países desarrollados y los países en desarrollo, lo que dificulta la capacidad de tomar decisiones informadas sobre el medio ambiente y el desarrollo; por lo que para remediar esta desigualdad de información, se planteó la

creación de indicadores que proporcionen bases sólidas en la toma de decisiones en todos los niveles.

La OECD, (2003) menciona las principales funciones de los indicadores ambientales, las cuales son:

- Reduce la cantidad de mediciones y parámetros que se requieran para poder representar la situación exacta.
- Minimiza el proceso de comunicación de los resultados de la medición.

Por otro lado la OECD, (2003) también define los siguientes términos:

- Indicador: es el parámetro o valor que deriva de los parámetros y que proporciona la información del estado de un fenómeno/ambiente/área, cuyo significado se extiende más allá de un valor directamente relacionado con un parámetro.
- Índice: es el conjunto de parámetros o indicadores agregados o ponderados.
- Parámetro: es la propiedad que se observa o se mide.

Teniendo en cuenta estas definiciones, los índices es un valor generado a partir de un conjunto de valores obtenidos en los análisis de una muestra, el cual nos brindara la información necesaria y resumida del estado en la que se encuentre la muestra.

En la evaluación y valoración de la calidad del agua, se emplean diversas metodologías para conocer la situación en que se encuentran, entre esas metodologías se encuentra: la comparación de las variables con la normatividad, los indicadores ICA el cual deriva de un grupo de variables medidas y genera un valor que califica y cualifica la fuente (Valdes, Samboni, & Carvajal, 2011).

Los ICAs dan a conocer el grado de contaminación del agua que esta expresado en porcentaje, va de un 0% que indica agua altamente contaminada a un 100% que indica un agua en excelente condición, para poder llegar a un porcentaje, se integra la información

de varios parámetros de la calidad del agua el cual a través de cálculos matemáticos se transforma grandes cantidades de datos a una escala de medición única; este se ha convertido en un instrumento fundamental para transmitir la información sobre la calidad del recurso hídrico a autoridades y público en general (Castro et al., 2014).

Por lo tanto Kumar Prason, Kumar Tiwari, Prakash, & Kumar Mahato, (2013) menciona que el ICA es un conjunto de números que por medio de cálculos matemáticos combina múltiples factores de calidad del agua en un solo número. En la tabla 2 se presenta las principales ventajas y limitaciones de los ICAs.

Tabla 2. Ventajas y Limitaciones de los ICAs.

| VENTAJAS | LIMITACIONES |
|--|---|
| Permite mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua | Proporcionan un resumen de los datos |
| Método simple, conciso y valido para expresar la importancia de los datos generados regularmente en el laboratorio | No proporciona información completa sobre la calidad del agua |
| Útiles en la evaluación de la calidad del agua para usos generales | No pueden evaluar todos los riesgos presentes en el agua |
| Permiten a los usuarios una fácil interpretación de los datos | Pueden ser subjetivos y sesgados en su formulación |
| Pueden identificar tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas | No son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra. |
| Permiten priorizar para evaluaciones de calidad del agua más detallada | Se basan en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal. |
| Mejoran la comunicación con el público y aumentan su conciencia sobre las condiciones de calidad del agua | Algunos científicos y estadísticos tienden a rechazar y criticar su metodología, lo que afecta la credibilidad de los ICA como una herramienta para la gestión. |
| Ayudan en la definición de prioridades con fines de gestión | |

Fuente: (Torres, Cruz, & Patiño, 2009)

2.3.2.1. Desarrollo del ICA

La evaluación de la calidad del agua es un objeto de múltiples discusiones, ya que los criterios que se consideran no siempre garantiza el resultado esperado para regiones con diferentes características, por lo que muchos países desarrollados han desarrollado sus propios indicadores con el fin de cubrir sus necesidades (Torres et al, 2009).

Por lo que, para poder elaborar los índices que permita calificar la calidad del agua, ha pasado mucho de historia. En 1848 en Alemania se empezaron a realizar intentos para

relacionar la presencia de organismos biológicos con la pureza del agua, y en los últimos 130 años los países europeos han desarrollado diversos sistemas para poder clasificar la calidad del agua, pero el desarrollo de los ICAs el cual es el uso de valores numéricos para asignar la calidad del agua en una escala es reciente (Behar, Zúñiga, & Rojas, 1997)

Los intentos de clasificar el agua de acuerdo a su grado de pureza, se remonta a mediados del siglo XX con Horton en la década de los sesenta y Landwehr en la década de los setenta (Lumb, Halliwell, & Sharma, 2006).

Horton, (1965) propuso fue el primero en proponer los índices de calidad del agua, el cual logro con la aplicación de una gran variedad de consideraciones. Dando inicio al desarrollo de varios métodos aritméticos y el aumento de datos de monitoreo de la calidad del agua, para poder originar un índice general de calidad (Castro et al, 2014).

2.3.2.2. ICA según Horton

Horton fue el primero en proponer un ICA, con la aplicación de una metodología unificada de cálculo, para valorar patrones o condiciones de contaminación acuática (Rodríguez, Ramos, & Hernández, 1997).

Ott, (1978) menciona que Horton utilizó 10 variables, incluidos los comúnmente controlados tales como Oxígeno Disuelto (OD), coliformes, pH, conducta específica, alcalinidad, contenido de cloruro, temperatura y materia orgánica; el índice es calculado con la suma de los sub índices (cada variable tiene un sub índice correspondiente), donde el rango va de 0 (agua de mala calidad) a 100 (agua de buena calidad).

2.3.2.3. ICA de Oregon (OWQI)

Luego de la década de 1970, el Departamento de Calidad Ambiental de Oregon (DEC) en 1995 con el propósito de reflejar los avances en el conocimiento, mejoró el diseño de los índices de calidad del agua, con el fin de observar los impactos de las fuentes de contaminación en variedad de condiciones (Castro et al., 2014).

El método de Oregón es un número simple que expresa la calidad del agua por la integración de las medidas de 8 variables: Temperatura, oxígeno disuelto, DBO, pH, sólidos totales, amonio y nitratos, fósforo total y coliformes fecales; este diseño permite comparar la calidad del agua y tendencias en el espacio y tiempo (Fernández & Solano, 2013).

2.3.2.4. ICA según Dinius

Dinius (1987) desarrollo un ICA similar al NSF, pero desarrollo un valor agregado, el planteamiento de rangos de clasificación basados en usos específicos, como para el de consumo humano, agua de riego, entre otros (Torres, Cruz, Patiño, Escobar, & Pérez, 2010). El ICA planteado está conformado por nueve variables fisicoquímicas y dos microbiológicas, mientras que el ICA NSF está conformado por ocho variables fisicoquímicas y una microbiológica (González, Caicedo, & Aguirre, 2013).

Los sub índices planteados por Dinius fueron desarrollados por medio de una revisión de la literatura científica, el cual examino la calidad de agua descrita por diversas autoridades y diferentes niveles de variables contaminantes, generando a partir de esta información ecuaciones para el cálculo de subíndices (Castro et al., 2014).

2.3.2.5. ICA de la National Sanitation Foundation – ICA NSF

Continuando con la propuesta de Horton, la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF, por sus siglas en inglés, The National Sanitation Foundation), creo nuevas variables de ICA (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007).

En 1970 fue Brown, MacClelland, Deiniger y Tozer apoyados por la National Sanitation Foundation de los Estados Unidos propusieron un índice basado en la estructura de Hortosn, conocido como ICA NSF (NSFWQI, en inglés) (Behar et al., 1997).

Para poder proponer este indicador se reunieron un grupo de 142 expertos en gestión de la calidad del agua, donde se plantearon tres cuestionarios; el primer cuestionario consistía en listar 35 variables más importantes que se considerarían en un

ICA; el segundo cuestionario se pidió que calificaran las variables en una escala de 1 (más significativo) a 5 (menos significativo); por último se solicitó dibujar una curva de gastos para cada variable, donde los niveles de la calidad del agua 0 a 100 se indican en el eje y mientras que en el eje x va el aumento de los niveles de cada variable, luego se promediaron todas las curvas para obtener una sola línea para cada variable y se realizó el análisis estadístico para asignar un peso a cada variable, donde la suma de los pesos es igual a 1 (Castro et al, 2014).

El establecimiento de cada sub índice, fue una tarea compleja, ya que los pesos deberían sumar 1, por lo que para poder llegar a ese valor se hicieron cálculos en promedios aritméticos de las valoraciones para todas las variables (Fernández & Solano, 2013). Los pesos relativos para cada variable se presentan en la tabla 3.

El ICA NSF utiliza nueve parámetros donde involucra a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales, nitratos (NO₃⁻), pH, cambio de temperatura, sólidos disueltos totales (SDT), fosfatos totales y turbiedad (Samboni et al, 2007).

Tabla 3. ICA NSF Variables y pesos

| VARIABLE | PESO ICA |
|--------------------|-----------------|
| Oxígeno disuelto | 0,17 |
| Coliformes fecales | 0.15 |
| pH | 0,12 |
| DBO ₅ | 0.10 |
| Nitratos | 0,10 |
| Fosfatos totales | 0,10 |
| T °C de equilibrio | 0,10 |
| Turbiedad | 0,08 |
| Sólidos totales | 0,08 |

Fuente: (Wills & Irvine, 1996)

Para el cálculo del índice de calidad del agua, se utiliza una suma lineal ponderada de los subíndices, el cual debe dar como resultado un número entre 0 y 100, la ecuación se presenta a continuación:

$$WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i$$

Donde:

WQI: Índice de calidad de agua

SI_i: Sub índice del parámetro i

W_i: Factor de ponderación para el Subíndice i

El subíndice del parámetro es el promedio de todas las curvas, el cual se presentan en el Anexo 1. Luego el resultado final es interpretado de acuerdo con la tabla 4.

Tabla 4. Rango de clasificación del agua ICA

| CLASE | DESCRIPCIÓN | RANGO NUMÉRICO | SIGNIFICADO |
|-------|-------------|----------------|----------------------------------|
| V | Muy mala | 0-25 | Aguas fuertemente contaminadas |
| IV | Mala | 26-50 | Aguas muy contaminadas |
| III | Media | 51-70 | Aguas moderadamente contaminadas |
| II | Buena | 71-90 | Aguas ligeramente contaminadas |
| I | Excelente | 91-100 | Aguas muy limpias |

Fuente: (Wills & Irvine, 1996)

Según Darvishi, Kootenaei, Ramezani, Lotfi, & Asgharnia, (2016) el indicador ICANSF es una metodología que brinda una alta precisión, simplicidad y se necesita de una cierta cantidad de parámetros para su estudio. Los trabajos de mayor importancia a nivel mundial se deben al índice desarrollado por la National Sanitation Foundation (NSF) y es el más usado y modificado en muchos países del mundo como España, Brasil y Colombia, entre otros (Samboni et al., 2007).

Migno Magro (1981), propone un índice de calidad que pondera a 23 variables fisicoquímicas y microbiológicas que a su vez sean básica o complementarias, de acuerdo al uso del agua; mientras que en España el índice más empleado es el Índice de Calidad General ICG, que lo desarrolló el antiguo Ministerio de Obras Públicas en 1983, el cual contenía 23 parámetros de la calidad de las aguas, que luego serían procesados por ecuaciones lineales (Miravet, Ramírez, Montalvo, Delgado, & Perigó, 2009).

El Índice de Calidad del Agua fue desarrollado con el fin de proporcionar un método más simple para describir la calidad de las aguas superficiales usadas para el agua potable, la ventaja de la UWQI (Parámetros ICA NSF) con respecto a los demás índices preexistentes es reflejar adecuación del agua para un uso específico (Boyacioglu, 2007).

- Turbidez: La turbidez es la propiedad óptica de una muestra que causa que la luz no ingrese en línea recta, hace que se disperse e impide su absorción (Carrillo, 2013). La presencia de partículas coloidales es la causante de la turbidez del agua (Olivero, Mercado, & Montes, 2013)
- Temperatura: La temperatura es un regulador importante en el proceso del desarrollo de los organismos vivos, así como también afecta en las propiedades químicas y físicas de un ecosistema (Riós, 2013). También interfiere en la conductividad del agua, ya que el aumento de la temperatura producirá una mayor conductividad, es decir si la temperatura aumenta en un 1°C su conductividad se incrementará en un 2% (Carrillo, 2013).
- Oxígeno disuelto: Es la cantidad de oxígeno disuelto que se encuentra en el agua, este puede ser un indicador de la contaminación de cuán contaminada está el agua o cuán bien se encuentra para la vida vegetal o animal (Carrillo, 2013). La medición del oxígeno disuelto como porcentaje de saturación, facilita la comparación de sitios con distintas temperaturas, presiones o salinidades; donde el porcentaje ideal para muchos peces es mayor a 67%, mientras que las concentraciones menores a 55%

producen un efecto en la biodiversidad y las concentraciones mayor al 100% resulta peligroso para la vida acuática (Pérez & Rodríguez, 2008)

- Potencial de hidrogeno (pH): Esta variable mide el grado de acidez que presenta el agua, radica entre 6.5 y 8.5 si esta no contiene vertidos industriales, si oscila entre estos valores no traerá problemas en los procesos de depuración (Trapote, 2011). El pH es una variable común como indicador de la calidad del agua en general, los cambios del pH indican el ingreso de fertilizantes, presencia de procesos de eutrofización, presencia de metales, entre otros (Pérez & Rodríguez, 2008).
- Coliformes fecales: Los coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas, se caracteriza por crecer en temperaturas altas, estas se encuentran en los intestinos de los animales homeotérmicos (Arcos et al, 2005).

2.4. Seguridad hídrica

La seguridad hídrica es la capacidad de una población para preservar el acceso sostenible del agua de calidad aceptable, bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para asegurar la protección contra la contaminación y desastres relacionados con el agua y así conservar los ecosistemas, en un clima de paz y de estabilidad política (Arroyo, Ballesteros, & Mejía, 2015).

2.5. Marco legal

- Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”:

Artículo 142: De la protección de la calidad de las aguas; 120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

Artículo 113: De la calidad ambiental; 113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental: a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según

corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.

- Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”

Artículo 3, Principio de la valoración del agua y de gestión integrada del agua: El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos.

- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338)

Artículo 126°.- Protocolo para el monitoreo de la calidad de las aguas

126.1 El monitoreo de la calidad de las aguas, en el marco del Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua, se efectúa de acuerdo con el protocolo aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Artículo 201°.- Proceso de elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca

201.1 La elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca responden a un proceso que partiendo de una línea base, permite establecer objetivos, metas, estrategias, acciones y programas que pueden ejecutarse en el corto, mediano y largo plazo para un aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, su conservación, protección de la calidad y su uso multisectorial dentro de un marco económico y social en la que intervienen todos los actores de la cuenca. 201.2 Los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca reflejan el potencial de desarrollo socio económico de la cuenca basado en el aprovechamiento de los recursos hídricos. Asimismo, constituyen instrumentos de referencia para la elaboración de los planes de desarrollo regional y local.

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.

De acuerdo con la legislación nacional vigente mediante este busca cumplir y establece los estándares de calidad ambiental del agua de acuerdo a su uso y detallado en el artículo 3.

- Índice de calidad de agua (ICA) por la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF – National Science Foundation)

El ICA es una herramienta que permite diagnosticar la calidad de este recurso natural y es considerado como una de las herramientas más eficaces para la obtención y comparación de resultados, desarrollado por primera vez por la Fundación Nacional de la Ciencia en los Estados Unidos de Norteamérica. (Rubio Arias , 2014)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en la Microcuenca Huatatas, ubicada en el departamento de Ayacucho a 2,500 m.s.n.m. en la provincia de Huamanga, entre los distritos de Andrés Avelino Cáceres, San Juan Bautista y Tambillo, el río sirve de línea divisoria entre los distritos de Tambillo (al margen derecho del río) y San Juan Bautista y Andrés Avelino Cáceres Dorregaray (al margen izquierdo del río).

Para el estudio se ha identificado 5 puntos de muestreo representativos de la cuenca, teniendo en cuenta la accesibilidad a la zona y la cercanía a la población urbana y rural, tal y como se detalla en la Figura 3. Para poder ver la influencia de ellos en la calidad del agua. El punto1 representa a la cabecera de microcuenca, ya que es el punto

que presenta menos influencia del hombre, el punto 2 se consideró la influencia que puede presentar las aguas provenientes de la quebrada Molinohuaycco. Los puntos 3, 4 y 5 se consideró por su fácil acceso a ella y el inicio de las zonas recreativas a los márgenes de la microcuenca Huatatas.

Para el análisis de las muestras en el laboratorio se ha contratado los servicios de K-LAB S.A.C. empresa prestadora de servicios de análisis de muestras de agua, suelo, aire y otros servicios teniendo su sede central en la ciudad de Ayacucho trabajando bajo las normas técnicas de calidad.

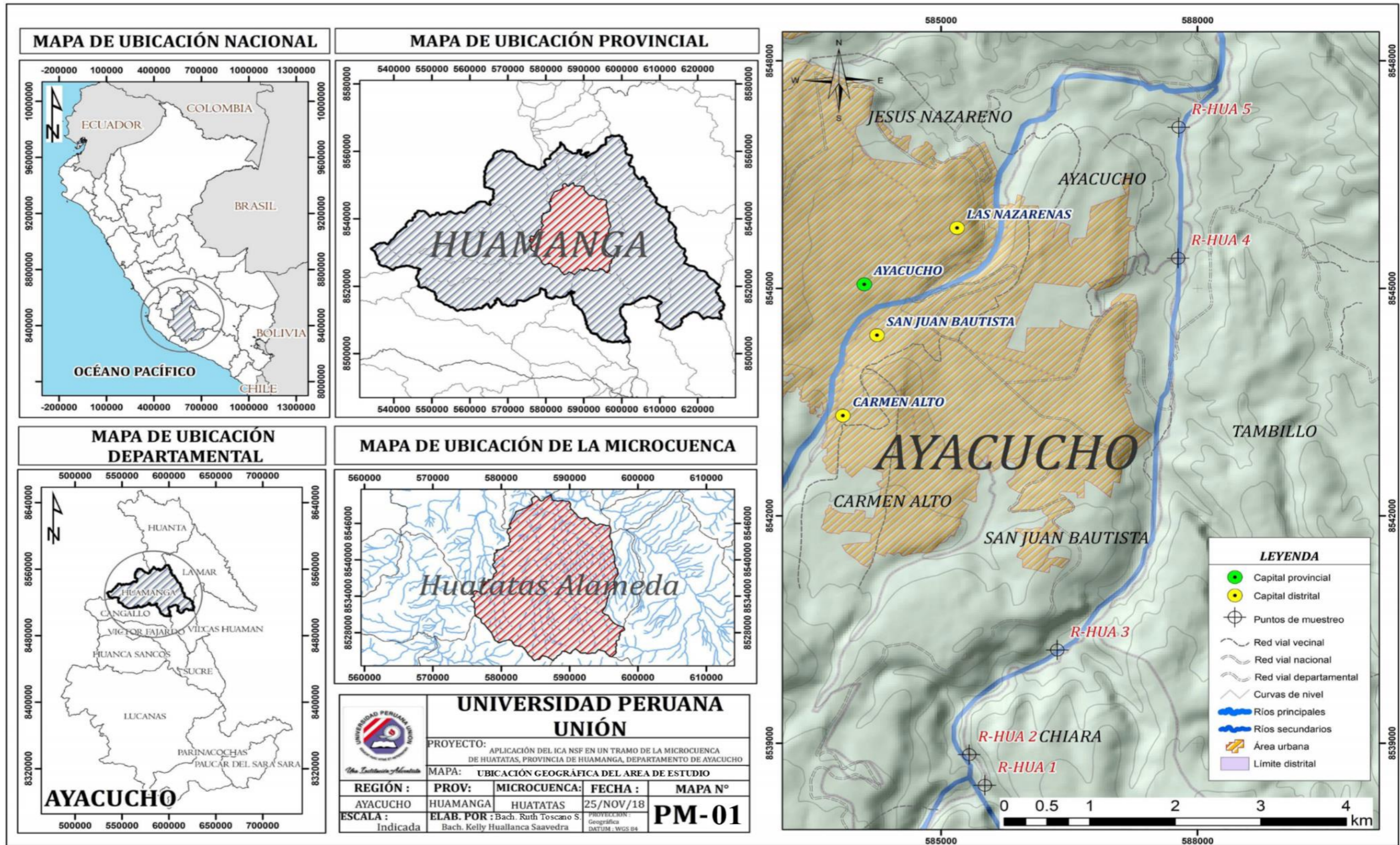


Figura 3: Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio, extraído de Arcgis

3.1.1. Características de la Microcuenca

3.1.1.1. Características socioeconómicas

La principal actividad que se desarrolla en la microcuenca es la agricultura, la siembra más predominante son las hortalizas de tallo bajo y el maíz. Otra actividad por encontrarse es el comercio, como recreos que brindan espacios de para la recreación de la población y a la venta de comidas y bebidas.

3.1.1.2. Población

En el último censo realizado por el INEI en el 2007 se registraron 221,390 habitantes en la provincia de Huamanga, sin embargo la población involucrada se encuentran en los distritos de Andrés Avelino Cáceres (21,585 hab.), San Juan Bautista (38,457 hab.) y Tambillo (5,068 hab.) ya que se encuentra bajo su jurisdicción, pero también los distritos cercanos al valle de Huatatas son Ayacucho (100,935 hab.), Carmen Alto (16,080 hab.) y Jesús Nazareno (15,248 hab.) los cuales hacen usos de sus aguas ya sea con motivos de recreación y agricultura.

3.1.1.3. Organización comunitaria

En el valle de Río Huatatas se encuentran juntas vecinales, juntas de usuarios de agua, asociación de productores, asociaciones comunitarias y asentamiento humanos, las están organizadas y presentan un comité de junta directiva.

3.1.1.4. Clima

El clima que presenta es seco y templado, su temperatura media anual registrada es de 23,8 °C (máximo) a 9,3°C (mínimo).

3.1.1.5. Precipitación Pluvial

El área de Hidrología del Proyecto Especial Rio Cachi (2017) indica que la precipitación pluvial en la región varía desde escasos milímetros en épocas de estiaje hasta un promedio de 900 milímetros anuales en el sector de puna con una altitud aproximada de 4,200 m.s.n.m.

Las estaciones ubicadas en la microcuenca Huatatas presentan un régimen pluvial netamente de verano, ya que las lluvias tienen sus inicios en los meses primaverales y van cobrando mayor intensidad (mes de Febrero), para luego decrecer casi bruscamente durante el mes de Abril, en que se inicia un periodo de estiaje que se caracteriza por la ocurrencia de precipitaciones muy escasas o por la ausencia definitiva de estas en algunos meses, especialmente durante los meses más fríos de Junio y Agosto. (Gobierno Regional de Ayacucho, 2013)

3.2. Variables de estudio

3.2.1. Variables independientes

Para el cálculo del ICA-NSF y la clasificación de la calidad del agua se necesita los valores de 9 parámetros, los cuales actuarán como las variables independientes, estas son:

- Temperatura (°C).
- Potencial de hidrogeno (Ph).
- Nitratos (mg/l).
- Oxígeno disuelto (mg/l).
- Fosfatos (mg/l).
- Coliformes fecales (NMP/100ml).
- DBO₅ (mg O₂/l).
- Sólidos totales disueltos (mg/l).
- Turbiedad (NTU).

3.2.2. Variables dependientes

La calidad del agua depende de diferentes factores, tanto naturales y antrópicas, que mediante ecuaciones con los valores obtenidos de los factores, se obtiene un valor indicador del Índice de la Calidad del Agua (ICA-NSF), la cual se comporta como la variable dependiente.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de Variables

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | INDICADORES | DEFINICION OPERACIONAL |
|---------------|--|---|--|
| DEPENDIENTE | Índice de calidad de agua – NSF La calidad de cualquier masa de agua depende tanto de factores naturales como antrópica. | WQI: Índice de calidad de agua. SI _i : Sub índice del parámetro i. W _i : Factor de ponderación para el Subíndice i. | Cálculo del índice de calidad de agua $WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i$ |
| INDEPENDIENTE | Parámetros del índice de calidad de agua (ICA – NSF) Su objetivo es clasificar el agua en base a un valor calculado mediante los parámetros establecidos. | Temperatura Potencial de Hidrogeno Oxígeno disuelto Fosfatos Coliformes fecales DBO ₅ Solidos totales disueltos Turbiedad Nitratos | Para los parámetros, pH, temperatura, OD se ha utilizado el Multiparámetro Marca: Hydrolab, Modelo: Quanta, Serie: 15 2QD004562 del Gobierno Regional de Ayacucho; previamente calibrado. Los demás parámetros fueron refrigerados con ice pack para su traslado a laboratorio |

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Descripción de la investigación

Tabla 6. Descripción de la investigación

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | MARCO TEÓRICO | VARIABLES E INDICADORES |
|--|--|--|---|
| <p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿La falta de evaluación de la calidad del agua en la microcuenca del Río Huatatas, no índice de calidad del agua del Río Huatatas?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar los valores de la calidad del agua en tramo de la Microcuenca del Río Huatatas aplicando el Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF), durante la época de transición.</p> | <p>La ley de creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) establece que el SEIA es un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.</p> | <p>Variable dependiente</p> <p>WQI = Índice de calidad del agua</p> <p>Indicadores:</p> $WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i$ |
| <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿La carencia de evaluación los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, no permite determinar la calidad del agua?</p> <p>¿La falta de identificación de puntos de monitoreo no permite identificar la calidad del agua?</p> <p>¿La falta del índice de calidad del agua del río Huatatas nos permite identificar sus usos alternativos?</p> | <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los puntos de muestreo. • Determinar la calidad del agua en 05 puntos establecidos aplicando el ICA NSF. • Proponer alternativas de conservación de la Microcuenca Huatatas. | <p>La ley de creación del SEIA incorpora la obligación de que todos los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impactos ambientales negativos significativos deberán contar necesariamente con una certificación ambiental, previamente a su ejecución. La certificación ambiental es la resolución que emite la autoridad competente aprobando el EIA (MINAM, 2011).</p> | <p>Variable Independiente:</p> <p>P_{iq}= Parámetros fisicoquímicos.</p> <p>Indicadores:</p> <p>P_{iq} = Unidades</p> <p>P_m=Parámetro microbiológicos.</p> <p>Indicadores:</p> <p>P_{iq} = #/100 mL</p> |

Fuente: Elaboración propia

3.3. Proceso metodológico

3.3.1. Metodología para el monitoreo

La metodología de monitoreo empleada es según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016):

3.3.1.1. Primera Fase: Gabinete

Es la planificación del monitoreo, identificación del área de estudio y la frecuencia de este, así como la selección y coordinación con el laboratorio que se encarga del análisis de las muestras.

También se ha identificado los 05 puntos de monitoreo para determinar los valores del ICA-NSF de acuerdo con la disponibilidad del laboratorio para analizar las muestras. La elección de estos puntos se tuvo en cuenta la técnica de muestreo sistemático cumpliendo los criterios de identificación, accesibilidad y representatividad. (Anexo 4)

Para determinar la variación de los valores de la calidad del agua de la Microcuenca Huatatas se eligió la época de transición (Estiaje - Avenida) por ser una microcuenca de mayor época de estiaje y tener un periodo corto de avenida, definiendo los meses de monitoreo fines del mes de noviembre e inicios de los meses de enero y febrero, con una frecuencia de una vez por mes.

3.3.1.2. Segunda Fase: Monitoreo

En esta fase se realizará el reconocimiento de campo e identificación de puntos de muestreo, así como su georreferenciación completando los registros establecidos en el anexo 2, 5 y 7.

La recolección de muestras se utilizará envases de plástico enjuagando con agua de la misma fuente y seguidamente se sumergió en forma inclinada en el Angulo

de 30° y a una altura de 20 cm de profundidad, luego se etiquetará (Anexo 6) y acondicionará adecuadamente para su traslado al laboratorio de K-LAB S.A.C.

- Conservación y transporte de la muestra: Serán recolectadas y conservadas a temperatura de 4°C, en cajas térmicas y transportadas al laboratorio para su análisis dentro de las 24 horas.
- Medición de parámetros indicadores in situ: Se solicitó al Gobierno Regional de Ayacucho en calidad del préstamo un Multiparámetro para determinar in situ los parámetros de campo (Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH).
- Medición de parámetros en el laboratorio: El laboratorio que prestará sus servicios para el presente estudio analizará las muestras en base a las siguientes técnicas de ensayo:

#Coliformes termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p.9-74. 22nd. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).

N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983.

N-Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983.

Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983

Turbidez en Agua. EPA Method 180.1 Revised 2.0 August 1983

DBO5. Agua. EPA Method 405.1. 600/4-79-020 Revised March. 1983.

Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

3.3.1.3. Tercera Fase: Posmonitoreo

Fase en la cual se realiza la interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio y determinar los valores ICA NSF en un tramo de la Microcuenca Huatatas y elaboración del informe técnico del monitoreo.

Metodología para determinar la calidad del agua:

Para determinar la calidad del agua, se realizará mediante el cálculo del ICA NSF, según la fórmula: $WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i$

Para los cual se estimará el subíndice del parámetro SI_i el cual se transformará cada parámetro que el ICA estable mediante las curvas o ecuaciones matemáticas (Anexo 8), el cálculo se realizará aplicando el método Abaco. Luego se le asignará a cada parámetro su peso correspondiente W_i , el cual se encuentra en la tabla 3. Por último, se llenará la hoja de cálculo para el ICA (Anexo 9).

3.4. Medios de verificación

3.4.1. Materiales

- Cooler grande
- Frascos de plástico
- Guantes descartables
- Plumones indelebles
- Cuadernos de campo
- Lápiz
- Papel secante

3.4.2. Equipos

- GPS
- Cámara fotográfica
- Multiparámetro

3.4.3. Indumentaria

- Botas de jebe
- Gorra
- Guardapolvo

3.5. Tipo de estudio

El estudio a realizarse el exploratorio. Según Mohammad Naghi (2005) este estudio se utiliza para descifrar conceptos con los siguientes propósitos:

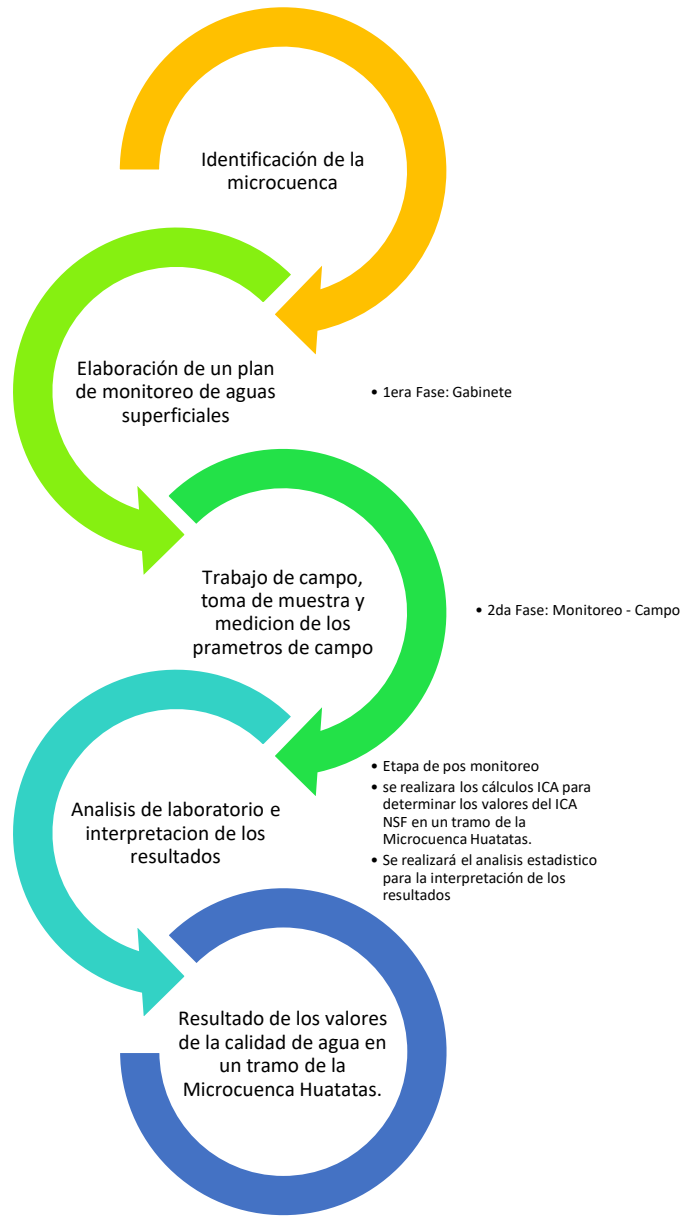
- Establecer prioridades para futuras investigaciones.
- Recopilar información acerca de un problema que luego se dedica a un estudio especializado particular.
- Aumentar el conocimiento respecto al problema.
- Crea antecedentes para realizar estudios más profundos.

3.6. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis estadístico con la finalidad de corroborar la existencia de igualdad entre la temporada de transición (noviembre, enero y febrero) y los puntos de monitoreo. El análisis estadístico aplicado es ANOVA de un factor y comparaciones múltiples, para el cual se trabajará con un software estadístico, en este caso el Statistica 13.3.

3.7. Diseño del experimento

En la investigación se aplica un ***Diseño Descriptivo***, donde el investigador recoge la información relacionada al objeto de estudio, en este caso es determinar los valores del ICA NSF en un tramo de la Microcuenca del río Huatatas.



CAPITULO IV

RESULTADOS

En base a los datos obtenidos en campo y a la toma de muestras realizadas y analizadas en el laboratorio especializado, se calculó el ICA en 5 puntos: Limite entre los distritos Chiara y Tambillo (R-HUA 1), a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2), Entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3), Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4) y Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5).

Los resultados se dividen en dos partes. La primera incluye la determinación del ICA NSF de acuerdo con los monitoreos realizados en la época de Transición entre los meses de noviembre 2017 a febrero del 2018 y la segunda detalla el análisis estadístico de los monitoreos realizados.

Para el cálculo del ICA NSF se utilizó la Ecuación 1, donde el Índice de calidad de agua es la sumatoria de la multiplicación del sub índice (Anexo 8) y el factor de ponderación (Tabla 3). El cálculo del sub índice se da partir de los resultados de cada parámetro analizado, donde el eje X representa el resultado de parámetro y el eje Y es el valor del sub índice ICA NSF.

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Cálculo para determinación del ICA-NSF en el I monitoreo – 2017

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del monitoreo realizado en noviembre del 2017 se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados del I Monitoreo - 2017

| PARÁMETRO | UNIDAD | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 |
|--------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Coliformes Fecales | Nmp/100 mL | < 2 | < 2 | < 2 | 90 | 7 |
| Ph | Unidades de pH | 7.58 | 7.27 | 7.4 | 7.54 | 7.06 |

| | | | | | | |
|---------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DBO ₅ | Mg/L | <1 | < 1 | 3 | 18 | 6 |
| Nitratos | Mg/L | 0.376 | 0.313 | 0.289 | 0.307 | 0.364 |
| Fosfatos | Mg/L | 0.031 | 0.041 | 0.044 | 0.053 | 0.016 |
| Cambio de Temperatura | °C | 13.4 | 13.2 | 14.88 | 15.95 | 17.96 |
| Turbidez | FAU | 0.62 | 3.52 | 1.9 | 1.84 | 1.53 |
| Sólidos disueltos Totales | Mg/L | 51 | 64 | 67 | 72 | 106 |
| Oxígeno Disuelto | % saturación | 6.2 | 7 | 7.24 | 7.01 | 8.64 |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla 7, se calculó la determinación de los subíndices respectivos (S_1), y su índice de calidad promedio (W_1), en los puntos de monitoreo, R-HUA 1, R-HUA 2, R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5; para ello se completó las siguientes tablas 8,9,10,11 y 12.

Tabla 8. Aplicación del ICA NSF en el límite del Río Chiara y Tambillo (R-HUA 1)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | < 2 | Nmp/100 mL | 88 | 0.15 | 13.20 |
| Ph | 7.58 | Unidades de pH | 93 | 0.12 | 11.16 |
| DBO ₅ | <1 | Mg/L | 98 | 0.10 | 9.80 |
| Nitratos | 0.376 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.031 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 13.4 | °C | 32 | 0.10 | 3.20 |
| Turbidez | 0.62 | FAU | 99 | 0.08 | 7.92 |
| Sólidos disueltos Totales | 51 | Mg/L | 86.5 | 0.08 | 6.92 |
| Oxígeno Disuelto | 6.2 | % saturación | 3.8 | 0.17 | 0.65 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 72.65 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 1 se obtuvo un valor de 72.65, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “BUENA” significando que son aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 9. Aplicación del ICA NSF a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | < 2 | Nmp/100 mL | 88 | 0.15 | 13.20 |
| pH | 7.27 | Unidades de pH | 93 | 0.12 | 11.16 |
| DBO ₅ | < 1 | Mg/L | 98 | 0.10 | 9.80 |
| Nitratos | 0.313 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.041 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |

| | | | | | |
|--|------|--------------|------|------|--------------|
| Cambio de Temperatura | 13.2 | °C | 32 | 0.10 | 3.20 |
| Turbidez | 3.52 | FAU | 93 | 0.08 | 7.44 |
| Sólidos disueltos Totales | 64 | Mg/L | 86.5 | 0.08 | 6.92 |
| Oxígeno Disuelto | 7 | % saturación | 4 | 0.17 | 0.68 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 72.20 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 2 se obtuvo un valor de 72.20, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “BUENA” significando que son aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 10. Aplicación del ICA NSF entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | < 2 | Nmp/100 mL | 88 | 0.15 | 13.20 |
| Ph | 7.4 | Unidades de pH | 93.5 | 0.12 | 11.22 |
| DBO ₅ | 3 | Mg/L | 71 | 0.10 | 7.10 |
| Nitratos | 0.289 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.044 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 14.88 | °C | 29 | 0.10 | 2.90 |
| Turbidez | 1.9 | FAU | 95 | 0.08 | 7.60 |
| Sólidos disueltos Totales | 67 | Mg/L | 86.5 | 0.08 | 6.92 |
| Oxígeno Disuelto | 7.24 | % saturación | 4.2 | 0.17 | 0.71 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 69.45 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 3 se obtuvo un valor de 69.45, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 11. Aplicación del ICA NSF en el límite de San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|---------------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | 90 | Nmp/100 mL | 47 | 0.15 | 7.05 |
| pH | 7.54 | Unidades de pH | 93 | 0.12 | 11.16 |
| DBO ₅ | 18 | Mg/L | 15 | 0.10 | 1.50 |
| Nitratos | 0.307 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.053 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 15.95 | °C | 26 | 0.10 | 2.60 |
| Turbidez | 1.84 | FAU | 95 | 0.08 | 7.60 |
| Sólidos disueltos Totales | 72 | Mg/L | 86 | 0.08 | 6.88 |
| Oxígeno Disuelto | 7.01 | % saturación | 4 | 0.17 | 0.68 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 4 se obtuvo un valor de 57.27, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 12. Aplicación del ICA NSF entre Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|---------------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | 7 | Nmp/100 mL | 77 | 0.15 | 11.55 |
| Ph | 7.06 | Unidades de pH | 90 | 0.12 | 10.80 |
| DBO ₅ | 6 | Mg/L | 49 | 0.10 | 4.90 |
| Nitratos | 0.364 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.016 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 17.96 | °C | 23.5 | 0.10 | 2.35 |
| Turbidez | 1.53 | FAU | 96 | 0.08 | 7.68 |
| Sólidos disueltos Totales | 106 | Mg/L | 84 | 0.08 | 6.72 |
| Oxígeno Disuelto | 8.64 | % saturación | 5 | 0.17 | 0.85 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 64.65 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 3 se obtuvo un valor de 64.65, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

4.1.2. Cálculo para determinación del ICA-NSF en el II monitoreo – 2018

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del monitoreo realizado en enero del 2018 se resumen en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados del I Monitoreo – 2018

| PARÁMETRO | UNIDAD | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 |
|---------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Coliformes Fecales | Nmp/100 mL | <1 | 3 | 4 | 84 | 10 |
| Ph | Unidades de pH | 7.47 | 7.41 | 7.64 | 7.64 | 7.11 |
| DBO ₅ | Mg/L | <1 | <1 | 2 | 14 | 4 |
| Nitratos | Mg/L | 0.302 | 0.324 | 0.302 | 0.289 | 0.337 |
| Fosfatos | Mg/L | 0.026 | 0.038 | 0.052 | 0.059 | 0.021 |
| Cambio de Temperatura | °C | 11.4 | 11.42 | 16.4 | 18.5 | 19.8 |
| Turbidez | FAU | 0.72 | 3.01 | 2.31 | 1.95 | 1.65 |
| Sólidos disueltos Totales | Mg/L | 72 | 59 | 56 | 69 | 99 |
| Oxígeno Disuelto | % saturación | 6 | 6.5 | 7 | 7.2 | 8.5 |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla 13, se calculó la determinación de los subíndices respectivos (S_i), y su índice de calidad promedio (W_i), en los puntos de monitoreo, R-HUA 1, R-HUA 2, R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5; para ello se completó las siguientes tablas 14, 15, 16, 17 y 18.

1) *Tabla 14. Aplicación del ICA NSF en el límite del Río Chiara y Tambillo (R-HUA 1)*

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | <1 | Nmp/100 mL | 99 | 0.15 | 14.85 |
| pH | 7.47 | Unidades de pH | 92.5 | 0.12 | 11.10 |
| DBO ₅ | <1 | Mg/L | 98 | 0.10 | 9.80 |
| Nitratos | 0.302 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.026 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 11.4 | °C | 49 | 0.10 | 4.90 |
| Turbidez | 0.72 | FAU | 99 | 0.08 | 7.92 |
| Sólidos disueltos Totales | 72 | Mg/L | 81.5 | 0.08 | 6.52 |
| Oxígeno Disuelto | 6 | % saturación | 2.5 | 0.17 | 0.43 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 75.32 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 1 se obtuvo un valor de 75.32, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “BUENA” significando que son aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 15. Aplicación del ICA NSF a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | 3 | Nmp/100 mL | 84.5 | 0.15 | 12.68 |
| pH | 7.41 | Unidades de pH | 92 | 0.12 | 11.04 |
| DBO ₅ | <1 | Mg/L | 98 | 0.10 | 9.80 |
| Nitratos | 0.324 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.038 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 11.42 | °C | 49 | 0.10 | 4.90 |
| Turbidez | 3.01 | FAU | 92 | 0.08 | 7.36 |
| Sólidos disueltos Totales | 59 | Mg/L | 4.5 | 0.08 | 0.36 |
| Oxígeno Disuelto | 6.5 | % saturación | 2.6 | 0.17 | 0.44 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 66.38 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 2 se obtuvo un valor de 66.38, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 16. Aplicación del ICA NSF entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | 4 | Nmp/100 mL | 83.9 | 0.15 | 12.59 |
| pH | 7.64 | Unidades de pH | 91 | 0.12 | 10.92 |
| DBO ₅ | 2 | Mg/L | 80 | 0.10 | 8.00 |
| Nitratos | 0.302 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.052 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 16.4 | °C | 40 | 0.10 | 4.00 |
| Turbidez | 2.31 | FAU | 94 | 0.08 | 7.52 |
| Sólidos disueltos Totales | 56 | Mg/L | 3.5 | 0.08 | 0.28 |
| Oxígeno Disuelto | 7 | % saturación | 2.7 | 0.17 | 0.46 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 63.56 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 3 se obtuvo un valor de 63.56, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 17. Aplicación del ICA NSF en el límite de San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | 84 | Nmp/100 mL | 46 | 0.15 | 6.90 |
| pH | 7.64 | Unidades de pH | 91 | 0.12 | 10.92 |
| DBO ₅ | 14 | Mg/L | 22 | 0.10 | 2.20 |
| Nitratos | 0.289 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.059 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 18.5 | °C | 38 | 0.10 | 3.80 |
| Turbidez | 1.95 | FAU | 94.5 | 0.08 | 7.56 |
| Sólidos disueltos Totales | 69 | Mg/L | 88 | 0.08 | 7.04 |
| Oxígeno Disuelto | 7.2 | % saturación | 2.7 | 0.17 | 0.46 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 58.68 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 4 se obtuvo un valor de 58.68, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 18. Aplicación del ICA NSF entre Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | 10 | Nmp/100 mL | 66 | 0.15 | 9.90 |
| pH | 7.11 | Unidades de pH | 90 | 0.12 | 10.80 |

| | | | | | |
|--|-------|--------------|-----|------|--------------|
| DBO ₅ | 4 | Mg/L | 62 | 0.10 | 6.20 |
| Nitratos | 0.337 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Fosfatos | 0.021 | Mg/L | 99 | 0.10 | 9.90 |
| Cambio de Temperatura | 19.8 | °C | 36 | 0.10 | 3.60 |
| Turbidez | 1.65 | FAU | 98 | 0.08 | 7.84 |
| Sólidos disueltos Totales | 99 | Mg/L | 84 | 0.08 | 6.72 |
| Oxígeno Disuelto | 8.5 | % saturación | 4.2 | 0.17 | 0.71 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 65.57 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 5 se obtuvo un valor de 65.57, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

4.1.3. Cálculo para determinación del ICA-NSF en el III monitoreo -2018

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del monitoreo realizado en febrero del 2018 se resumen en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados del II Monitoreo – 2018

| PARÁMETRO | UNIDAD | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 |
|---------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Coliformes Fecales | Nmp/100 mL | < 1 | 2 | 2 | 89 | 79 |
| Ph | Unidades de pH | 7.5 | 7.38 | 7.5 | 7.57 | 7.61 |
| DBO ₅ | Mg/L | < 1 | < 1 | 3 | 16 | 15 |
| Nitratos | Mg/L | 0.3 | 0.318 | 0.281 | 0.296 | 0.339 |
| Fosfatos | Mg/L | 0.018 | 0.035 | 0.051 | 0.061 | 0.047 |
| Cambio de Temperatura | °C | 12.7 | 14.1 | 16.8 | 14.4 | 13.8 |
| Turbidez | FAU | 0.5 | 2.68 | 2.13 | 1.79 | 1.72 |
| Sólidos disueltos Totales | Mg/L | 62 | 62 | 74 | 73 | 89 |
| Oxígeno Disuelto | % saturación | 7 | 7.9 | 7.89 | 7 | 6.8 |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla 19, se calculó la determinación de los subíndices respectivos (S_1), y su índice de calidad promedio (W_1), en los puntos de monitoreo, R-HUA 1, R-HUA 2, R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5; para ello se completó las siguientes tablas 20, 21, 22, 23 y 24.

1) *Tabla 20. Aplicación del ICA NSF en el límite del Río Chiara y Tambillo (R-HUA 1)*

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | < 1 | Nmp/100 mL | 99 | 0.2 | 14.85 |
| pH | 7.5 | Unidades de pH | 93 | 0.1 | 11.16 |
| DBO ₅ | < 1 | Mg/L | 98 | 0.1 | 9.8 |
| Nitratos | 0.3 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Fosfatos | 0.018 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Cambio de Temperatura | 12.7 | °C | 34 | 0.1 | 3.4 |
| Turbidez | 0.5 | FAU | 99 | 0.1 | 7.92 |
| Sólidos disueltos Totales | 62 | Mg/L | 86.5 | 0.1 | 6.92 |
| Oxígeno Disuelto | 7 | % saturación | 4 | 0.2 | 0.68 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 74.53 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 1 se obtuvo un valor de 74.53, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “BUENA” significando que son aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 21. Aplicación del ICA NSF a 100 metros aguas debajo de la unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco (R-HUA 2)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--|-------|----------------|------------------|----------------|--------------|
| Coliformes Fecales | 2 | Nmp/100 mL | 89 | 0.2 | 13.35 |
| pH | 7.38 | Unidades de pH | 93.5 | 0.1 | 11.22 |
| DBO ₅ | < 1 | Mg/L | 98 | 0.1 | 9.8 |
| Nitratos | 0.318 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Fosfatos | 0.035 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Cambio de Temperatura | 14.1 | °C | 30 | 0.1 | 3 |
| Turbidez | 2.68 | FAU | 94 | 0.1 | 7.52 |
| Sólidos disueltos Totales | 62 | Mg/L | 86.5 | 0.1 | 6.92 |
| Oxígeno Disuelto | 7.9 | % saturación | 5 | 0.2 | 0.85 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 72.46 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 2 se obtuvo un valor de 72.46, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “BUENA” significando que son aguas ligeramente contaminadas.

Tabla 22. Aplicación del ICA NSF entre San Juan Bautista y Tambillo (R-HUA 3)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | 2 | Nmp/100 mL | 89 | 0.2 | 13.35 |
| pH | 7.5 | Unidades de pH | 93 | 0.1 | 11.16 |

| | | | | | |
|---------------------------|-------|--------------|------|-----|-------|
| DBO ₅ | 3 | Mg/L | 71 | 0.1 | 7.1 |
| Nitratos | 0.281 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Fosfatos | 0.051 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Cambio de Temperatura | 16.8 | °C | 25 | 0.1 | 2.5 |
| Turbidez | 2.13 | FAU | 94.5 | 0.1 | 7.56 |
| Sólidos disueltos Totales | 74 | Mg/L | 86.3 | 0.1 | 6.904 |
| Oxígeno Disuelto | 7.89 | % saturación | 5 | 0.2 | 0.85 |

Valor del ICA Σ 69.22

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 3 se obtuvo un valor de 69.22, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 23. Aplicación del ICA NSF en el límite de San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 4)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|---------------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | 89 | Nmp/100 mL | 47 | 0.2 | 7.05 |
| pH | 7.57 | Unidades de pH | 86 | 0.1 | 10.32 |
| DBO ₅ | 16 | Mg/L | 18 | 0.1 | 1.8 |
| Nitratos | 0.296 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Fosfatos | 0.061 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Cambio de Temperatura | 14.4 | °C | 30 | 0.1 | 3 |
| Turbidez | 1.79 | FAU | 96 | 0.1 | 7.68 |
| Sólidos disueltos Totales | 73 | Mg/L | 86.3 | 0.1 | 6.904 |
| Oxígeno Disuelto | 7 | % saturación | 4.5 | 0.2 | 0.765 |

Valor del ICA Σ 57.32

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 4 se obtuvo un valor de 57.32, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

Tabla 24. Aplicación del ICA NSF entre Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo (R-HUA 5)

| PARÁMETRO | VALOR | UNIDADES | SUB _i | W _i | TOTAL |
|--------------------|-------|----------------|------------------|----------------|-------|
| Coliformes Fecales | 79 | Nmp/100 mL | 49 | 0.2 | 7.35 |
| pH | 7.61 | Unidades de pH | 82 | 0.1 | 9.84 |
| DBO ₅ | 15 | Mg/L | 20 | 0.1 | 2 |
| Nitratos | 0.339 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |

| | | | | | |
|--|-------|--------------|----|-----|--------------|
| Fosfatos | 0.047 | Mg/L | 99 | 0.1 | 9.9 |
| Cambio de Temperatura | 13.8 | °C | 32 | 0.1 | 3.2 |
| Turbidez | 1.72 | FAU | 96 | 0.1 | 7.68 |
| Sólidos disueltos Totales | 89 | Mg/L | 86 | 0.1 | 6.88 |
| Oxígeno Disuelto | 6.8 | % saturación | 4 | 0.2 | 0.68 |
| Valor del ICA Σ | | | | | 57.43 |

Fuente: Elaboración propia

En el punto de monitoreo R-HUA 5 se obtuvo un valor de 57.43, ubicando este en el rango de calidad de agua del ICA – NSF se obtiene como resultado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas.

4.1.4. Resumen de la aplicación del ICA - NSF

En la tabla 25, se presenta el resumen los valores de ICA-NSF durante la época de transición del año 2017 al 2018.

Tabla 25. Resumen de la aplicación del ICA-NSF durante la época de transición

| TEMPORADA | TIEMPO | VALOR | CALIDAD | |
|------------|----------------|---|---------|-------|
| Transición | Noviembre 2017 | R-HUA 1 (Limite Chiara y Tambillo) | 72.65 | BUENA |
| | | R-HUA 2 (Unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco) | 72.20 | BUENA |
| | | R-HUA 3 (San Juan Bautista y Tambillo) | 69.45 | MEDIA |
| | | R-HUA 4 (Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo) | 57.27 | MEDIA |
| | | R-HUA 5 (Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo) | 64.65 | MEDIA |
| Transición | Enero 2018 | R-HUA 1 (Limite Chiara y Tambillo) | 75.32 | BUENA |
| | | R-HUA 2 (Unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco) | 66.38 | MEDIA |
| | | R-HUA 3 (San Juan Bautista y Tambillo) | 63.56 | MEDIA |
| | | R-HUA 4 (Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo) | 58.68 | MEDIA |
| | | R-HUA 5 (Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo) | 65.57 | MEDIA |
| Transición | Febrero 2018 | R-HUA 1 (Limite Chiara y Tambillo) | 74.53 | BUENA |
| | | R-HUA 2 (Unión del Río Huatatas y la quebrada Molinohuaycco) | 72.46 | BUENA |
| | | R-HUA 3 (San Juan Bautista y Tambillo) | 69.22 | MEDIA |

| | | |
|---|-------|-------|
| R-HUA 4 (Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo) | 57.32 | MEDIA |
| R-HUA 5 (Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo) | 57.43 | MEDIA |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 25 se observa la variación de los valores ICA – NSF de acuerdo con la figura 4.

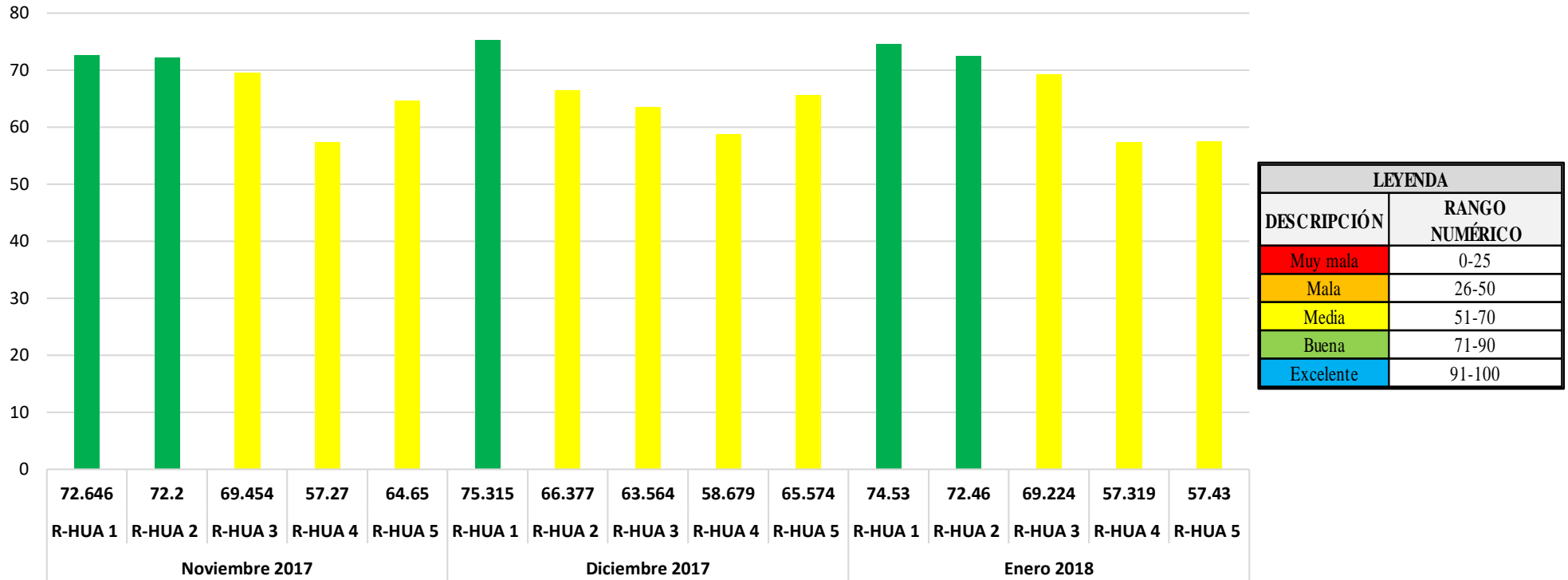


Figura 4: Variación de los valores ICA – NSF durante la época de transición

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Tabla comparativa con los valores ICA de calidad excelente

| N° | PARÁMETRO | NOVIEMBRE 2017 | | | | | ENERO 2018 | | | | | FEBRERO 2018 | | | | | VALORES PARA ICA NSF CALIDAD EXCELENTE |
|----|---------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|--|
| | | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | |
| 1 | Coliformes Fecales | <2 | <2 | <2 | 90 | 7 | <1 | 3 | 4 | 84 | 10 | <1 | 2 | 2 | 89 | 79 | <1.5 |
| 2 | pH | 7.58 | 7.27 | 7.4 | 7.54 | 7.06 | 7.47 | 7.41 | 7.64 | 7.64 | 7.11 | 7.5 | 7.38 | 7.5 | 7.57 | 7.61 | 7.1-7.7 |
| 3 | DBO ₅ | <1 | <1 | 3 | 18 | 6 | <1 | <1 | 2 | 14 | 4 | <1 | <1 | 3 | 16 | 15 | 0-0.9 |
| 4 | Nitratos | 0.376 | 0.313 | 0.289 | 0.307 | 0.364 | 0.302 | 0.324 | 0.302 | 0.289 | 0.337 | 0.3 | 0.318 | 0.281 | 0.296 | 0.339 | 0-1.9 |
| 5 | Fosfatos | 0.031 | 0.041 | 0.044 | 0.053 | 0.016 | 0.026 | 0.038 | 0.052 | 0.059 | 0.021 | 0.018 | 0.035 | 0.051 | 0.061 | 0.047 | 0-1.9 |
| 6 | Cambio de Temperatura | 13.4 | 13.2 | 14.88 | 15.95 | 17.96 | 11.4 | 11.42 | 16.4 | 18.5 | 19.8 | 12.7 | 14.1 | 16.8 | 14.4 | 13.8 | 0 |
| 7 | Turbidez | 0.62 | 3.52 | 1.9 | 1.84 | 1.53 | 0.72 | 3.01 | 2.31 | 1.95 | 1.65 | 0.5 | 2.68 | 2.13 | 1.79 | 1.72 | 0-3.9 |
| 8 | Sólidos disueltos Totales | 51 | 64 | 67 | 72 | 106 | 72 | 59 | 56 | 69 | 99 | 62 | 62 | 74 | 73 | 89 | 50 |
| 9 | Oxígeno Disuelto | 6.2 | 7 | 7.24 | 7.01 | 8.64 | 6 | 6.5 | 7 | 7.2 | 8.5 | 7 | 7.9 | 7.89 | 7 | 6.8 | 81-119 |

Fuente: Elaboración propia

La presentada nos muestra los datos máximos por cada parámetro para lograr una calidad ICA excelente, se observa en la tabla que los están por encima de valores máximos establecidos por el ICA para calidad excelente, a excepción del pH, nitratos, fosfatos y turbiedad que se encuentran dentro del rango. Los puntos de monitoreo 1 presenta mayor cantidad de parámetros dentro del rango establecido, con poca diferencia del punto 2 que también presenta mayor cantidad de parámetros dentro del rango en comparación de los puntos 3, 4 y 5.

4.1.5. Análisis estadístico de los Índices de Calidad de Agua

Para el análisis estadístico se estableció dos condiciones teniendo en cuenta el tiempo y los puntos de monitoreo con la finalidad de corroborar lo resultados expresados anteriormente.

Tabla 27: Unidades experimentales del estudio correspondiente a cada mes.

| Tiempo | UNIDADES EXPERIMENTALES | | | | |
|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Noviembre | 72.646 | 72.2 | 69.454 | 57.27 | 64.65 |
| Enero | 75.315 | 66.377 | 63.564 | 58.679 | 65.574 |
| Febrero | 74.53 | 72.46 | 69.224 | 57.319 | 57.43 |

Fuente: Elaboración propia

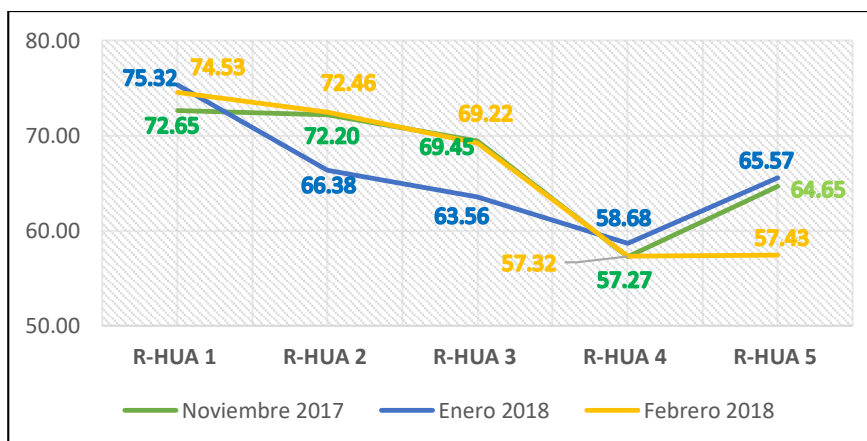


Figura 5: ICA – NSF durante los meses de Transición del 2017 – 2018.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 5, se muestra el índice de calidad durante los meses de noviembre del 2017, enero y febrero del 2018, identificado como la época de transición de verano a invierno en la Microcuenca del Rio Huatatas, donde se observa que el índice de calidad del agua es similar en los meses de noviembre y febrero a diferencia de los resultados obtenidos enero.

Tabla 28. Índice promedio de calidad de agua según los meses de transición

| MES | PROMEDIO | DESVIACION ESTANDAR |
|----------------|----------|---------------------|
| Noviembre 2017 | 67.24 | 6.42 |
| Enero 2018 | 65.90 | 6.05 |
| Febrero 2018 | 66.19 | 8.27 |

Fuente: Elaboración propia

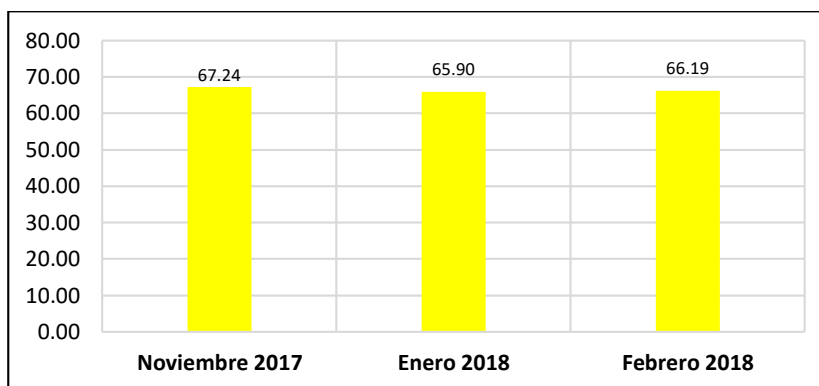


Figura 6: Valores del ICA-NSF según los meses de la época de transición.

Según la tabla 28 y figura 6, se observa:

- Durante noviembre del 2017 el promedio del ICA NSF es de 67.24 indicando que la calidad del tramo muestreado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas, sin embargo, su desviación estándar es de 6.42 demostrando que los resultados de campo y laboratorio de las muestras no tienen valores alejados al promedio, sino que estos son similares tal y como analizar en la tabla 25.
- En enero del 2018 el promedio del obtenido del ICA NSF es de 65.90 indicando que la calidad del tramo muestreado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas y su desviación estándar de las muestras es de 6.05 demostrando que los datos son cercanos al promedio obtenido, no existiendo una variación notable entre los 5 puntos de monitoreo.
- Durante el monitoreo de febrero del 2018 el ICA NSF es de 66.19 indicando que la calidad del tramo muestreado “MEDIA” significando que son aguas moderadamente contaminadas y su desviación estándar es de 8.27 este se debe

a que los resultados entre los puntos de monitoreo se encuentran más dispersos al promedio.

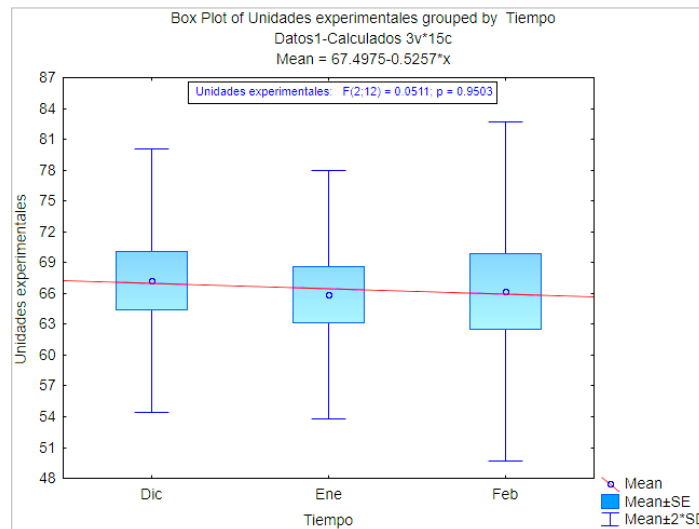


Figura 7: Grafica de cajas y bigotes de medias correspondientes a las unidades experimentales correspondiente a cada mes.

En la figura 7 se muestran los diagramas de caja para las unidades experimentales evaluadas en los meses de noviembre, enero y febrero.

Con base en este análisis gráfico simple, se tienen firmes sospechas de que la evaluación hecha por puntos de muestras en los tres meses no varía significativamente, por lo que se pretende probar la igualdad de las 3 medias, para lo cual se usará la prueba t, pero no es considerada la mejor solución, ya que si no se logra demostrar la igualdad de las medias se mostraría una distorsión considera un error de tipo I, si no se logra probar la igual , es decir, para probar la igualdad de las 3 medias, se hizo comparaciones en pares y se obtendría 3 pares posibles. Y si la probabilidad de “no rechazar” correctamente la igualdad de las medias en cada prueba individual es de $1 - \alpha = 0.95$, la probabilidad de “no rechazar” correctamente la igualdad de las medias en las 3 pruebas es de $(0.95)^3 = 0.86$ si las pruebas son independientes. Por lo tanto, ha ocurrido un incremento en el error tipo I.

En ese contexto, el procedimiento correcto para probar la igualdad de varias medias ($\neq 2$) es el análisis de varianza, comúnmente conocido como ANOVA. Probablemente, la técnica más útil para realizar inferencia estadística.

Para la verificación adecuada del modelo, es necesario explicar la descomposición de la variabilidad presente en las unidades experimentales mediante el ANOVA es una relación algebraica. No obstante, para probar formalmente que no existe diferencias en las medias de los tratamientos requiere satisfacer ciertos supuestos. Principalmente, que el modelo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Describe de manera adecuada los datos, y que los errores sigan una distribución normal e independiente con media cero y varianza σ^2 constante y desconocida. Si se cumplen con estos supuestos, el procedimiento del análisis de varianza es una prueba exacta.

Se realizará la prueba de supuesto de normalidad que se comprobará en función a los residuos, es decir, si estos satisfacen el supuesto de NID $(0, \sigma^2)$.

Tabla 29. Unidades experimentales

| | Unidades experimentales | Unidades experimentales Observed | Unidades experimentales Predicted | Unidades experimentales Resids |
|----|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 72.646 | 72.64600 | 67.24400 | 5.40200 |
| 2 | 72.2 | 72.20000 | 67.24400 | 4.95600 |
| 3 | 69.454 | 69.45400 | 67.24400 | 2.21000 |
| 4 | 57.27 | 57.27000 | 67.24400 | -9.97400 |
| 5 | 64.65 | 64.65000 | 67.24400 | -2.59400 |
| 6 | 75.315 | 75.31500 | 65.90180 | 9.41320 |
| 7 | 66.377 | 66.37700 | 65.90180 | 0.47520 |
| 8 | 63.564 | 63.56400 | 65.90180 | -2.33780 |
| 9 | 58.679 | 58.67900 | 65.90180 | -7.22280 |
| 10 | 65.574 | 65.57400 | 65.90180 | -0.32780 |
| 11 | 74.53 | 74.53000 | 66.19260 | 8.33740 |
| 12 | 72.46 | 72.46000 | 66.19260 | 6.26740 |
| 13 | 69.224 | 69.22400 | 66.19260 | 3.03140 |
| 14 | 57.319 | 57.31900 | 66.19260 | -8.87360 |
| 15 | 57.43 | 57.43000 | 66.19260 | -8.76260 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Supuestos de normalidad

| Tiempo | Unidades experimentales | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Noviembre | 72.646 | Residuos | 72.2 | Residuos | 69.454 | Residuos | 57.27 | Residuos | 64.65 | Residuos |
| Predicted | 67.244 | 5.402 | 67.244 | 4.956 | 67.244 | 2.21 | 67.244 | -9.974 | 67.244 | -2.594 |
| Enero | 75.315 | | 66.377 | | 63.564 | | 58.679 | | 65.574 | |
| Predicted | 65.9018 | 9.4132 | 65.9018 | 0.4752 | 65.9018 | -2.3378 | 65.9018 | -7.2228 | 65.9018 | -0.3278 |
| Febrero | 74.53 | | 72.46 | | 69.224 | | 57.319 | | 57.43 | |
| Predicted | 66.1926 | 8.3374 | 66.1926 | 6.2674 | 66.1926 | 3.0314 | 66.1926 | -8.8736 | 66.1926 | -8.7626 |

Fuente: Elaboración propia

Conforme la tabla 30 se verificará el supuesto en relación con la columna de residuos.

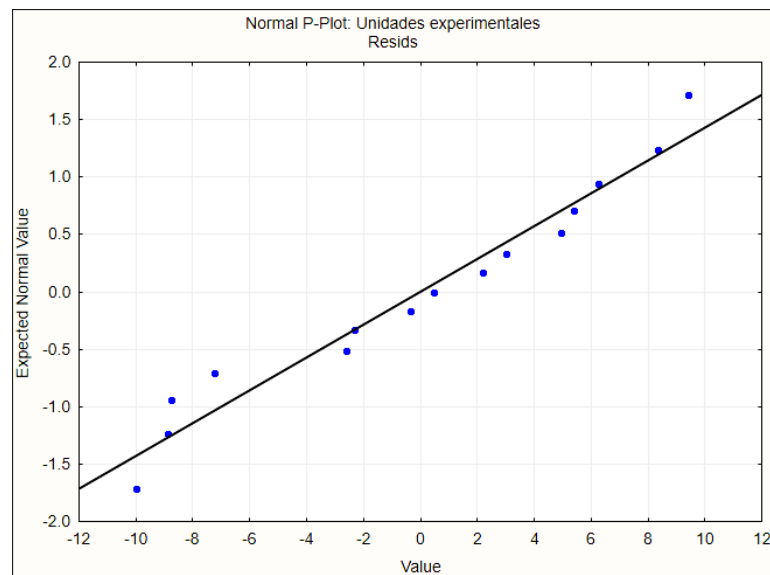


Figura 8: Unidades experimentales – residuos

En general, la gráfica de probabilidades es una técnica para determinar si los datos residuales se ajustan a una distribución normal con base en un examen visual subjetivo. Sin embargo, y para complementar la figura 8, también se utilizó una prueba t para evaluar si los residuos tenían media igual a 0.

Tabla 31. Supuesto de normalidad - Media residual

| Variable | Mean | Std.Dv. | N | Std.Err. | Reference Constant | t-value | df | p |
|--------------------------------|-----------|----------|----|----------|--------------------|-----------|----|----------|
| Unidades experimentales Resids | -0.000000 | 6.463738 | 15 | 1.668930 | 0.00 | -0.000000 | 14 | 1.000000 |

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la media residual es igual a 0, cumpliendo el supuesto de normalidad de los residuos. A continuación, se realizará la prueba del Supuesto de independencia, La graficación de los residuales en el orden temporal de la recolección de los datos es útil para detectar correlaciones entre los residuos, de existir la correlación se estaría incumpliendo la prueba del supuesto de independencia. En la figura 9 se presenta una gráfica de los residuales contra el tiempo, donde se demuestra que no hay razón para sospechar cualquier violación del supuesto de independencia, es decir los residuos son independendientes.

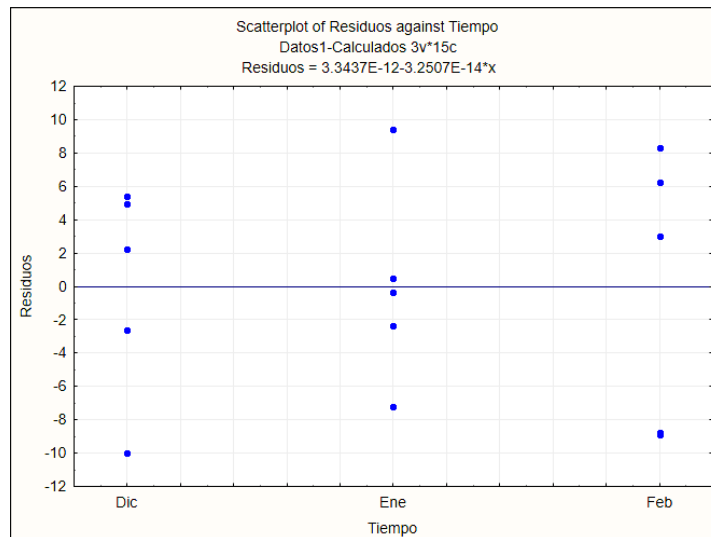


Figura 9: Residuales contra el tiempo

Si el modelo es el adecuado y se satisfacen los supuestos anteriores, los residuales deberán estar sin estructura; en particular, no deberán estar relacionados con ninguna otra variable, incluyendo la respuesta predicha. Para lo cual se realizará la prueba de Supuesto de igualdad de varianza, la cual consiste hacer una verificación simple y graficar los residuales contra los valores ajustados. Esta gráfica no deberá

mostrar ningún patrón obvio. Normalmente, esta gráfica saca a relucir una varianza no constante. Sin embargo, conforme la figura 9, no se muestra ninguna tendencia entre los datos.

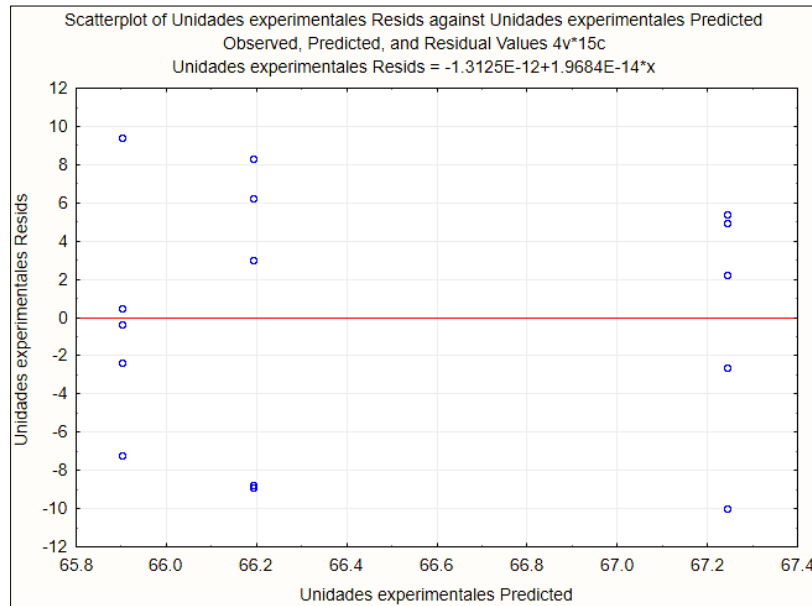


Figura 10: Supuesto de igualdad de varianza

Asimismo, reforzando la idea de objetividad, se realizará la prueba estadística de Bartlett, con el fin de corroborar homogeneidad de varianza. Se utilizará esta prueba, porque el supuesto de normalidad fue probado con éxito.

Este procedimiento incluye el cálculo de un estadístico cuya distribución de muestreo está aproximada por la distribución chi-cuadrada con $a - 1$ grados de libertad cuando las a muestras aleatorias son de poblaciones normales independientes.

Tabla 32: Prueba estadística de Bartlett

| | Hartley F-max | Cochran C | Bartlett Chi-Sqr. | df | p |
|----------|------------------|--------------|----------------------|----|----------|
| Residuos | 1.865969 | 0.467596 | 0.413131 | 2 | 0.813373 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 se observa que el valor del p es mayor al nivel de significancia (0.05), por lo que se concluye las 3 varianzas son iguales.

Tabla 33: ANOVA

| Effect | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p |
|-----------|----------|------------------|----------|----------|----------|
| Intercept | 66226.33 | 1 | 66226.33 | 1358.677 | 0.000000 |
| Tiempo | 4.99 | 2 | 2.49 | 0.051 | 0.950348 |
| Error | 584.92 | 12 | 48.74 | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33, el valor F del modelo de 0.051 implica que el modelo no es significativo. Hay una probabilidad de 0.950348 de que un “Valor F del modelo” pueda ocurrir debido a un error. Los valores de “p” mayores a 0.05 indican que los términos del modelo no son significativos.

Esto, confirma que las medias en la temporada de transición noviembre, enero y febrero son iguales.

Además, de los reportes y análisis realizados anteriormente, respecto al tiempo, se presenta la evaluación respecto a los *puntos de muestreo (PM)*, que es de vital importancia en la investigación. Esto permitirá conocer, detalladamente, las diferencias entre los puntos.

Los reportes serán idénticos a los generados respecto al mes.

Tabla 34. Unidades experimentales del estudio correspondiente a los puntos de monitoreo.

| Puntos de muestreo | Unidades experimentales | | |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| PM1 | 72.65 | 75.31 | 74.53 |
| PM2 | 72.20 | 66.38 | 72.46 |
| PM3 | 69.45 | 63.56 | 69.22 |
| PM4 | 57.27 | 58.68 | 57.32 |
| PM5 | 64.65 | 65.57 | 57.43 |

Fuente: Elaboración propia

Se observan las diferentes unidades experimentales correspondientes a cada punto de muestreo, antes de profundizar el análisis estadístico de realizar un previo examen gráfico de los datos experimentales.

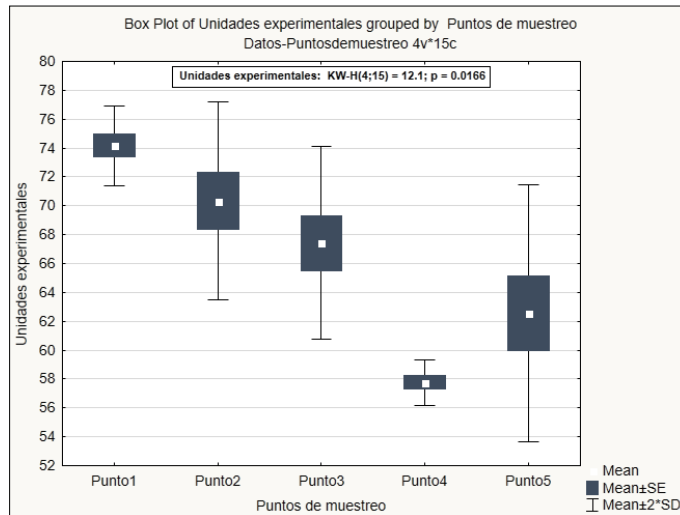


Figura 11: Grafica de cajas y bigotes de medias correspondientes a las unidades experimentales correspondiente a los puntos de monitoreo.

En la figura 11 se muestran los diagramas de caja para las unidades experimentales evaluadas en los 5 puntos de muestreo. Aparentemente hay diferencia significativa y se realizará la verificación de la adecuación del modelo, para lo cual se realizará la prueba de supuesto de normalidad en función a los residuos

Tabla 35: Supuesto de normalidad

| 1 Puntos de muestreo | 2 Unidades experimentales | 3 Predicted | 4 Residuos |
|-------------------------|------------------------------|----------------|---------------|
| Punto1 | 72.65 | 74.16367 | -1.51767 |
| Punto1 | 75.31 | 74.16367 | 1.15133 |
| Punto1 | 74.53 | 74.16367 | 0.36633 |
| Punto2 | 72.20 | 70.34567 | 1.85433 |
| Punto2 | 66.38 | 70.34567 | -3.96867 |
| Punto2 | 72.46 | 70.34567 | 2.11433 |
| Punto3 | 69.45 | 67.41400 | 2.04000 |
| Punto3 | 63.56 | 67.41400 | -3.85000 |
| Punto3 | 69.22 | 67.41400 | 1.81000 |
| Punto4 | 57.27 | 57.75600 | -0.48600 |
| Punto4 | 58.68 | 57.75600 | 0.92300 |
| Punto4 | 57.32 | 57.75600 | -0.43700 |
| Punto5 | 64.65 | 62.55133 | 2.09867 |
| Punto5 | 65.57 | 62.55133 | 3.02267 |
| Punto5 | 57.43 | 62.55133 | -5.12133 |

Fuente: Elaboración propia

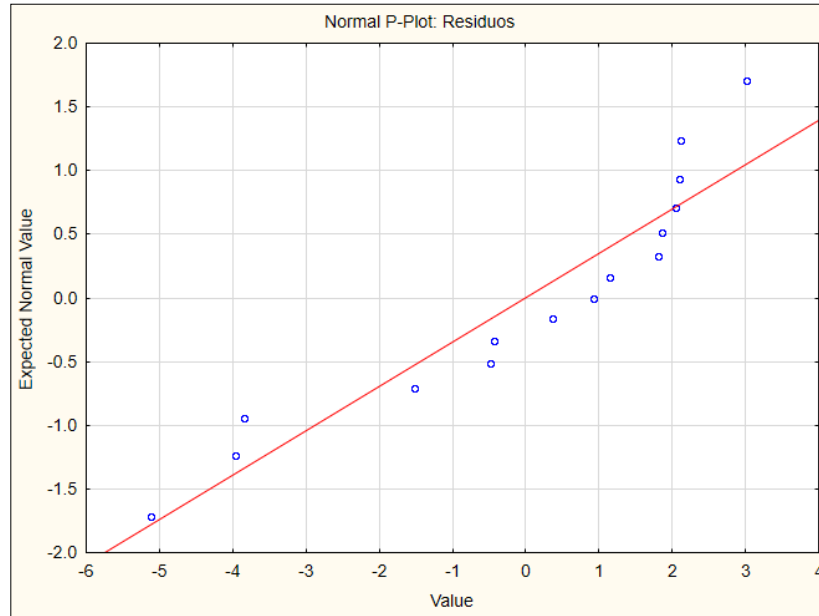


Figura 12: Supuestos de normalidad – residuos

De acuerdo con un examen visual, los residuos se juntan a una distribución normal, para completar la figura 12, se aplicará la prueba t para evaluar si los residuos tienen media igual a 0

Tabla 36: Supuesto de normalidad - Media residual

| Variable | Mean | Std.Dv. | N | Std.Err. | Reference Constant | t-value | df | p |
|----------|-----------|----------|----|----------|--------------------|-----------|----|----------|
| Residuos | -0.000000 | 2.545733 | 15 | 0.657306 | 0.00 | -0.000000 | 14 | 1.000000 |

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la media residual es igual a 0, lo cual se está cumpliendo el supuesto de normalidad de los residuos. Cumpliendo con el supuesto anterior se realizará la prueba de igualdad de varianza.

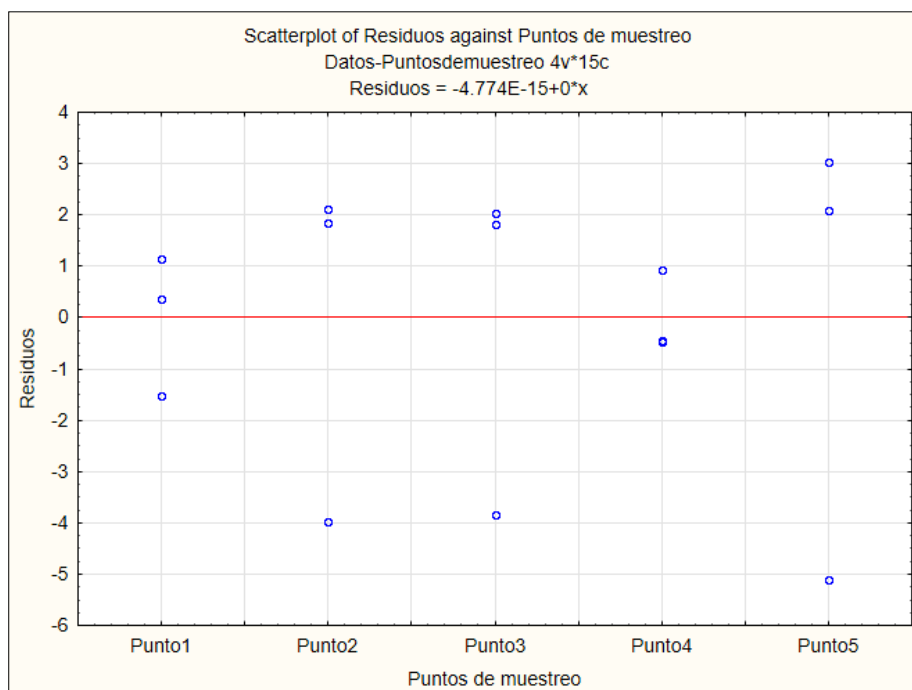


Figura 13: Supuesto de igualdad de varianza

En la figura 13 no se muestra ninguna tendencia entre los datos, para poder reforzar la idea de objetividad, se realizará una prueba estadística de Bartlett para corroborar la homogeneidad de la varianza

Tabla 37: Prueba estadística de Bartlett

| | Hartley F-max | Cochran C | Bartlett Chi-Sqr. | df | p |
|----------|------------------|--------------|----------------------|----|----------|
| Residuos | 31.09152 | 0.438319 | 4.952087 | 4 | 0.292249 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 se observa que el valor del p es mayor al nivel de significancia (0.05), por lo que se concluye las varianzas son iguales.

Tabla 38: Análisis de varianza

| Effect | Univariate Results for Each DV (Datos-Puntosdemuestreo) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition | | | | |
|--------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Degr. of Freedom | Unidades experimentales SS | Unidades experimentales MS | Unidades experimentales F | Unidades experimentales p |
| Intercept | 1 | 66226.33 | 66226.33 | 7299.226 | 0.000000 |
| Puntos de muestreo | 4 | 499.17 | 124.79 | 13.754 | 0.000450 |
| Error | 10 | 90.73 | 9.07 | | |
| Total | 14 | 589.90 | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 se resume el análisis de varianza. Se observa que el cuadrado medio entre los tratamientos (124.79) es varias veces mayor que el cuadrado medio dentro de los tratamientos o cuadrado medio del error (9.07). Esto indica que no es posible que las medias de los puntos de muestreo sean iguales. En términos formales, puede calcularse el cociente $F = 124.79/9.07 = 13.754$, y comparar este valor con un punto porcentual apropiado de la cola superior de la distribución $F_{4,10}$, siendo $\alpha=0.05$. Puesto que, $F=13.754 > 3.48$, se rechaza que las medias de los puntos de monitoreo sean iguales, es decir, el punto de muestreo afecta de manera significativa la ICA.

Tabla 39: Coeficiente de determinación

| Dependent Variable | Multiple R | Multiple R ² | Adjusted R ² | SS Model | df Model | MS Model | SS Residual | df Residual | MS Residual | F | p |
|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|
| Unidades experimentales | 0.919888 | 0.846194 | 0.784672 | 499.1740 | 4 | 124.7935 | 90.73062 | 10 | 9.073062 | 13.75429 | 0.000450 |

Fuente: Elaboración propia

La cantidad R^2 se define como:

$$R^2 = \frac{SS_{Modelo}}{SS_{Total}} = \frac{499.17}{589.90} = 0.846194$$

Lo que indica la proporción de la variabilidad en los datos “explicada” por el modelo del análisis de varianza. Por lo tanto, en los datos para probar en relación a los puntos de monitoreo, el factor “puntos de muestreo” explica cerca de 84.62% de la variabilidad.

Finalmente, se evaluará el reporte de las comparaciones múltiples, también conocido como contrastes. Puesto que rechazó que exista una igual entre los puntos de monitoreo, se sabe que algunos puntos de muestreo producen mejores resultados respecto al ICA, pero ¿cuáles son los que causan en realidad esta diferencia?

Tabla 40: Reporte de comparación múltiple -1

| Tukey HSD test; variable Unidades experimentales (Datos-Puntosdemuestreo) | | | | | | |
|---|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Approximate Probabilities for Post Hoc Tests | | | | | | |
| Error: Between MS = 9.0731, df = 10.000 | | | | | | |
| Cell No. | Puntos de muestreo | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} |
| | | 74.164 | 70.346 | 67.414 | 57.756 | 62.551 |
| 1 | Punto1 | | 0.555319 | 0.115862 | 0.000537 | 0.005784 |
| 2 | Punto2 | 0.555319 | | 0.756002 | 0.003316 | 0.060493 |
| 3 | Punto3 | 0.115862 | 0.756002 | | 0.018791 | 0.341529 |
| 4 | Punto4 | 0.000537 | 0.003316 | 0.018791 | | 0.353516 |
| 5 | Punto5 | 0.005784 | 0.060493 | 0.341529 | 0.353516 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Reporte de comparación múltiple -2

| Tukey HSD test; variable Unidades experimentales (Datos-Puntosdemuestreo) | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------------|-----|-----|----|-----|-----|
| Homogenous Groups, alpha = .05000 | | | | | | | |
| Error: Between MS = 9.0731, df = 10.000 | | | | | | | |
| Cell No. | Puntos de muestreo | Unidades experimentales Mean | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Punto1 | 74.164 | | * | ** | *** | *** |
| 2 | Punto2 | 70.346 | * | | * | *** | ** |
| 3 | Punto3 | 67.414 | ** | * | | ** | * |
| 4 | Punto4 | 57.756 | *** | *** | ** | | * |
| 5 | Punto5 | 62.551 | *** | ** | * | * | |

Fuente: Elaboración propia

Al haber rechazado la existencia de igualdad entre los puntos de monitoreo se podrá probar todas las comparaciones de las medias por pares:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

para toda $\mu_i \neq \mu_j$. Tukey propuso un procedimiento para probar hipótesis para las que el nivel de significación global es exactamente α cuando los tamaños de las muestras son iguales. Se trata de un procedimiento sólido para evaluar los datos cuando el interés se centra en pares de medias. Esta técnica hace uso de la distribución del estadístico del rango studentizado.

$$q = \frac{\bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min}}{\sqrt{MS_E/n}} = \frac{16.408}{\sqrt{9.07/15}} = \frac{16.408}{0.78} = 21.04$$

Para tamaño de las muestras iguales, la prueba Tukey declara que dos medias son significativamente diferentes si el valor absoluto de sus diferencias excede

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{MS_E}{n}} = q_{0.05}(5,10) \sqrt{\frac{9.07}{15}} = (6.14) \sqrt{\frac{9.07}{15}} = 6.14(0.78) = 4.77$$

Por lo tanto, cualquier par de promedios de los tratamientos que difieran en valor absoluto por más de 4.77 implicaría que el par correspondiente de medias poblacionales son significativamente diferentes.

En este caso los 5 promedios de los tratamientos son:

$$\bar{y}_1 = 74.164; \bar{y}_2 = 70.346; \bar{y}_3 = 67.414; \bar{y}_4 = 57.756; \bar{y}_5 = 62.551;$$

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 = 3.82 *$$

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_3 = 6.75 **$$

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_4 = 16.41 ***$$

$$\bar{y}_1 - \bar{y}_5 = 11.61 ***$$

$$\bar{y}_2 - \bar{y}_3 = 2.93 *$$

$$\bar{y}_2 - \bar{y}_4 = 12.59 ***$$

$$\bar{y}_2 - \bar{y}_5 = 7.80 **$$

$$\bar{y}_3 - \bar{y}_4 = 9.66 **$$

$$\bar{y}_3 - \bar{y}_5 = 4.86 *$$

$$\bar{y}_4 - \bar{y}_5 = -4.80 *$$

Los valores marcados con asterisco (*) indican pares de medias que no son significativamente diferentes. Asimismo, los valores identificados con doble asterisco (**) muestran que los pares de medias son relativamente diferentes, su relevancia está dado por el investigador, puesto que hay valores importantes que considerar. Finalmente, los valores señalados con triple asterisco (***) son significativamente diferentes, aquellos que demuestran su diferencia por sí solos.

Se realizó el análisis estadístico de los 5 puntos de monitoreo estudiados, teniendo en cuenta que el punto 1 representa aguas arriba y con mayor lejanía a la

población, el punto 5 representa el final del río y es el que tiene mayor cercanía a la población.

$\bar{y}_1 - \bar{y}_2 = 3.82$ * muestra 1 asterisco, la cual indica que la media entre los puntos 1 y 2 son significativamente iguales, es decir la calidad no varía en esos dos puntos.

$\bar{y}_1 - \bar{y}_3 = 6.75$ ** muestra 2 asteriscos, la cual indica que hay una diferencia relativa en las medias, da a conocer que la calidad del agua varía poco en forma decreciente, de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente.

$\bar{y}_1 - \bar{y}_4 = 16.41$ *** muestra 3 asteriscos, indicando que las medias varían de una manera significativa, pues la calidad del punto 1 al 4 no es igual y de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente la calidad decrece enormemente.

$\bar{y}_1 - \bar{y}_5 = 11.61$ *** muestra 3 asteriscos, indicando que las medias varían de una manera significativa, pues la calidad del punto 1 al 5 no es igual y de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente la calidad decrece enormemente.

$\bar{y}_2 - \bar{y}_3 = 2.93$ * muestra 1 asterisco, la cual indica que la media entre los puntos 2 y 3 son significativamente iguales, es decir la calidad no varía en esos dos puntos.

$\bar{y}_2 - \bar{y}_4 = 12.59$ *** muestra 3 asteriscos, indicando que las medias varían de una manera significativa, pues la calidad del punto 2 al 4 no es igual y de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente la calidad decrece enormemente.

$\bar{y}_2 - \bar{y}_5 = 7.80$ ** muestra 2 asteriscos, la cual indica que hay una diferencia relativa en las medias, da a conocer que la calidad del agua varía poco en forma decreciente, de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente.

$\bar{y}_3 - \bar{y}_4 = 9.66$ ** muestra 2 asteriscos, la cual indica que hay una diferencia relativa en las medias, da a conocer que la calidad del agua varía poco en forma decreciente, de acuerdo a los resultados mostrados anteriormente.

$\bar{y}_3 - \bar{y}_5 = 4.86$ * muestra 1 asterisco, la cual indica que la media entre los puntos 3 y 5 son significativamente iguales, es decir la calidad no varía en esos dos puntos.

$\bar{y}_4 - \bar{y}_5 = -4.80$ * muestra 1 asterisco, la cual indica que la media entre los puntos 4 y 5 son significativamente iguales, es decir la calidad no varía en esos dos puntos.

Siendo el punto 1, el punto de control de calidad, se mostró que aguas arriba la calidad es superior en comparación al punto 5, pues en recorrido del agua del punto 1 al 5 su calidad va decreciendo, ya que se ve involucrada la actividad humana, que aprovecha el recurso hídrico sin un interés en su cuidado y conservación, generando una decadencia en calidad del agua.

4.1.6. Parámetros fisicoquímicos de los puntos de muestreo

De acuerdo con los datos obtenidos en campo y resultados del laboratorio de los puntos de muestreo del tramo analizado de la microcuenca del Rio Huatatas, son evaluados por el Decreto Supremo 004-2017-MINAM de acuerdo con:

A. Categoría 1: Poblacional y recreacional

- A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
- A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

B. Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

- D1: Riego de vegetales.
- D2: Bebida de animales.

C. Categoría 4: Conservación del medio acuático

- E2: Ríos (Costa y Sierra)

Tabla 42. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua comparado con el ECA - Categoría 1 durante los meses de monitoreo.

| N° | PARÁMETRO | NOVIEMBRE 2017 | | | | | ENERO 2018 | | | | | FEBRERO 2018 | | | | | ECA CATEGORIA 1: Poblacional y recreacional | | |
|----|---------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---|-----------|-----------|
| | | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | A1 | A2 | A3 |
| 1 | Coliformes Fecales | <2 | <2 | <2 | 90 | 7 | <1 | 3 | 4 | 84 | 10 | <1 | 2 | 2 | 89 | 79 | 20 | 2000 | 20000 |
| 2 | pH | 7.58 | 7.27 | 7.4 | 7.54 | 7.06 | 7.47 | 7.41 | 7.64 | 7.64 | 7.11 | 7.5 | 7.38 | 7.5 | 7.57 | 7.61 | 6.5 - 8.5 | 5.5 - 9.0 | 5.5 - 9.0 |
| 3 | DBO ₅ | <1 | <1 | 3 | 18 | 6 | <1 | <1 | 2 | 14 | 4 | <1 | <1 | 3 | 16 | 15 | 3 | 5 | 10 |
| 4 | Nitratos | 0.376 | 0.313 | 0.289 | 0.307 | 0.364 | 0.302 | 0.324 | 0.302 | 0.289 | 0.337 | 0.3 | 0.318 | 0.281 | 0.296 | 0.339 | 50 | 50 | 50 |
| 5 | Fosfatos | 0.031 | 0.041 | 0.044 | 0.053 | 0.016 | 0.026 | 0.038 | 0.052 | 0.059 | 0.021 | 0.018 | 0.035 | 0.051 | 0.061 | 0.047 | | | |
| 6 | Cambio de Temperatura | 13.4 | 13.2 | 14.88 | 15.95 | 17.96 | 11.4 | 11.42 | 16.4 | 18.5 | 19.8 | 12.7 | 14.1 | 16.8 | 14.4 | 13.8 | | | |
| 7 | Turbidez | 0.62 | 3.52 | 1.9 | 1.84 | 1.53 | 0.72 | 3.01 | 2.31 | 1.95 | 1.65 | 0.5 | 2.68 | 2.13 | 1.79 | 1.72 | 5 | 100 | ** |
| 8 | Sólidos disueltos Totales | 51 | 64 | 67 | 72 | 106 | 72 | 59 | 56 | 69 | 99 | 62 | 62 | 74 | 73 | 89 | 1000 | 1000 | 1500 |
| 9 | Oxígeno Disuelto | 6.2 | 7 | 7.24 | 7.01 | 8.64 | 6 | 6.5 | 7 | 7.2 | 8.5 | 7 | 7.9 | 7.89 | 7 | 6.8 | ≥6 | ≥5 | ≥4 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42 se resalta en las columnas de “Noviembre 2017”, “Enero 2018” y “Febrero 2018” los resultados que sobrepasaron el estándar de calidad ambiental de la columna “ECA CATEGORIA 1: Poblacional y recreacional”.

Se observa que respecto a los coliformes fecales se ha sobrepasado el ECA en la Categoría 1 – A1 en las siguientes muestras: R-HUA 4 (noviembre 2017), R-HUA 4 (enero 2018), R-HUA 4 y R-HUA 5 (Febrero 2018).

Respecto al parámetro DBO₅ se ha sobrepasado en los puntos R-HUA 4 y 5 de Noviembre 2017 (Categoría 1 – A1, A2 y A3), R-HUA 4 de Enero 2018 (Categoría 1 –A3), R-HUA 5 de enero 2018(Categoría 1 – A2 y A3) y en R-HUA 4 y 5 de febrero 2018 (Categoría 1 – A1, A2 y A3).

Tabla 43. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua comparado con el ECA - Categoría 3 durante los meses de monitoreo.

| N° | PARÁMETRO | NOVIEMBRE 2017 | | | | | ENERO 2018 | | | | | FEBRERO 2018 | | | | | ECA CATEGORIA 3: Riego de vegetales y bebida de animales | |
|----|------------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--|-----------|
| | | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | D1 | D2 |
| 1 | Coliformes Fecales | <2 | <2 | <2 | 90 | 7 | <1 | 3 | 4 | 84 | 10 | <1 | 2 | 2 | 89 | 79 | 1000 | 1000 |
| 2 | pH | 7.58 | 7.27 | 7.4 | 7.54 | 7.06 | 7.47 | 7.41 | 7.64 | 7.64 | 7.11 | 7.5 | 7.38 | 7.5 | 7.57 | 7.61 | 6.5 - 8.5 | 6.5 - 8.4 |
| 3 | DBO ₅ | <1 | <1 | 3 | 18 | 6 | <1 | <1 | 2 | 14 | 4 | <1 | <1 | 3 | 16 | 15 | 15 | 15 |
| 4 | Nitratos | 0.376 | 0.313 | 0.289 | 0.307 | 0.364 | 0.302 | 0.324 | 0.302 | 0.289 | 0.337 | 0.3 | 0.318 | 0.281 | 0.296 | 0.339 | 100 | 100 |
| 5 | Fosfatos | 0.031 | 0.041 | 0.044 | 0.053 | 0.016 | 0.026 | 0.038 | 0.052 | 0.059 | 0.021 | 0.018 | 0.035 | 0.051 | 0.061 | 0.047 | | |
| 6 | Cambio de Temperatura | 13.4 | 13.2 | 14.88 | 15.95 | 17.96 | 11.4 | 11.42 | 16.4 | 18.5 | 19.8 | 12.7 | 14.1 | 16.8 | 14.4 | 13.8 | Δ 3 | Δ 3 |
| 7 | Turbidez | 0.62 | 3.52 | 1.9 | 1.84 | 1.53 | 0.72 | 3.01 | 2.31 | 1.95 | 1.65 | 0.5 | 2.68 | 2.13 | 1.79 | 1.72 | | |
| 8 | Sólidos disueltos Totales | 51 | 64 | 67 | 72 | 106 | 72 | 59 | 56 | 69 | 99 | 62 | 62 | 74 | 73 | 89 | | |
| 9 | Oxígeno Disuelto | 6.2 | 7 | 7.24 | 7.01 | 8.64 | 6 | 6.5 | 7 | 7.2 | 8.5 | 7 | 7.9 | 7.89 | 7 | 6.8 | ≥4 | ≥5 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 43 se resalta en las columnas de “Noviembre 2017”, “Enero 2018” y “Febrero 2018” los resultados que sobrepasaron el estándares de calidad ambiental de la columna “ECA CATEGORIA 3: Riego de vegetales y bebida de animales”; se observa que ha sobrepasado

el ECA en la sub categoría D1 y D2 en los puntos de monitoreo R-HUA 4 (Noviembre 2017) y el R-HUA 4 (Febrero 2018), respecto al parámetro de la DBO₅.

Tabla 44. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua comparado con el ECA - Categoría 4 durante los meses de monitoreo

| N° | PARÁMETRO | NOVIEMBRE 2017 | | | | | ENERO 2018 | | | | | FEBRERO 2018 | | | | | ECA CATEGORIA 4: Conservación del ambiente acuático |
|----|---------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---|
| | | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | R-HUA 1 | R-HUA 2 | R-HUA 3 | R-HUA 4 | R-HUA 5 | |
| 1 | Coliformes Fecales | <2 | <2 | <2 | 90 | 7 | <1 | 3 | 4 | 84 | 10 | <1 | 2 | 2 | 89 | 79 | 2000 |
| 2 | pH | 7.58 | 7.27 | 7.4 | 7.54 | 7.06 | 7.47 | 7.41 | 7.64 | 7.64 | 7.11 | 7.5 | 7.38 | 7.5 | 7.57 | 7.61 | 6.5 - 9.0 |
| 3 | DBO ₅ | <1 | <1 | 3 | 18 | 6 | <1 | <1 | 2 | 14 | 4 | <1 | <1 | 3 | 16 | 15 | 10 |
| 4 | Nitratos | 0.376 | 0.313 | 0.289 | 0.307 | 0.364 | 0.302 | 0.324 | 0.302 | 0.289 | 0.337 | 0.3 | 0.318 | 0.281 | 0.296 | 0.339 | 13 |
| 5 | Fosfatos | 0.031 | 0.041 | 0.044 | 0.053 | 0.016 | 0.026 | 0.038 | 0.052 | 0.059 | 0.021 | 0.018 | 0.035 | 0.051 | 0.061 | 0.047 | |
| 6 | Cambio de Temperatura | 13.4 | 13.2 | 14.88 | 15.95 | 17.96 | 11.4 | 11.42 | 16.4 | 18.5 | 19.8 | 12.7 | 14.1 | 16.8 | 14.4 | 13.8 | Δ 3 |
| 7 | Turbidez | 0.62 | 3.52 | 1.9 | 1.84 | 1.53 | 0.72 | 3.01 | 2.31 | 1.95 | 1.65 | 0.5 | 2.68 | 2.13 | 1.79 | 1.72 | |
| 8 | Sólidos disueltos Totales | 51 | 64 | 67 | 72 | 106 | 72 | 59 | 56 | 69 | 99 | 62 | 62 | 74 | 73 | 89 | |
| 9 | Oxígeno Disuelto | 6.2 | 7 | 7.24 | 7.01 | 8.64 | 6 | 6.5 | 7 | 7.2 | 8.5 | 7 | 7.9 | 7.89 | 7 | 6.8 | ≥5 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 44 se resalta en las columnas de "Noviembre 2017", "Enero 2018" y "Febrero 2018" los resultados que sobrepasaron el estándares de calidad ambiental de la columna "ECA CATEGORIA 4: Conservación del medio ambiente acuático"; se observa que ha sobrepasado el ECA en la sub categoría E2 correspondiente al DBO₅ en los puntos de monitoreo R-HUA 4 (Noviembre 2017), el R-HUA 4 (Enero 2018), R-HUA 4 y R-HUA 5 (Febrero 2018).

De las tablas 42, 43 y 44 se evidencia que el punto más vulnerable es el R-HUA 4 dentro del parámetro DBO5 indicando la presencia de microorganismos biológicos el cual hace que la calidad del agua sea menor y afectaría el ecosistema acuático.

4.2. Discusión

La metodología del ICA-NSF, nos permite determinar la calidad de agua de un punto de monitoreo definiendo así un antecedente para establecer las prioridades de gestión y/o conservación del área en estudio; se determinó mediante nueve variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DBO5, nitratos, fosfatos totales, temperatura, turbidez y sólidos totales.

El estudio realizado en un tramo de la microcuenca del río Huatatas a través de un número rango y color, determino si los tramos analizados tienen una buena calidad o no, siendo los resultados en el estudio entre Media y Buena; asimismo sirve como data para iniciar una línea de base de varios programas de conservación de la microcuenca y/o un aprovechamiento hídrico sustentable.

Estudios realizados como el de Torres P. , Cruz, Patiño , Escobar, & Pérez (2010) aplicando el ICA-NSF al río Cauca en el tramo Salvajina-Bocatoma Puerto Mallarino en Colombia mostraron que el río presenta un deterioro creciente y presenta una calidad entre regular y mala, el deterioro se da a medida que avanza en su recorrido las cuales están asociadas a las actividades agrícolas, industriales y urbanas; actividades que también se han identificado en el presente estudio por lo mismo que se ha propuesto poder desarrollar diversas actividades de conservación para mejorar la calidad de las aguas en la microcuenca de Huatatas.

Según Fontalvo & Tamaris (2018), en la evaluación de la calidad del agua donde se aplicó la metodología NSF al río Córdoba se categorizo entre regular y buena en los cinco puntos de monitoreo identificados debido a la actividad antrópica que se desarrolla en las márgenes del río; demostrando así la influencia de las actividades que se realiza en las márgenes del río con la calidad del agua del río, resultado que también se identificó en el presente estudio.

Los resultados obtenidos a través de la metodología que pueda establecer cualquier ICA, como el de la NSF es eficiente; sin embargo, el ICA-NSF es una metodología eficaz y rápida para determinar la calidad del agua. Asimismo, Perú también ha establecido el ICA-PE en el año 2018 donde permite resumir y promediar la calidad del agua y expresar los resultados de manera simplificada facilitando su manejo, interpretación y comparación por parte de los especialistas de calidad de agua; evidenciando así que la metodología empleada es fehaciente para iniciar un proyecto de conservación de microcuenca ya que es comparable con la normativa vigente.

4.3. Alternativas de la conservación de la Microcuenca

La microcuenca de Huatatas tiene una temperatura promedio de 17,5 °C y una humedad relativa de 56%, lo cual se considera como un valle a media altura. Presenta una topografía irregular con pendientes leves, laderas con pendientes leves, suelos con erosiones moderadas a fuertes, se encuentra rodeado de cerros bajos y altos con vegetación natural pronunciada y quebradas con cultivos. (SHARESLIDE, 2015)

En un trabajo realizado por (Aucasime & Cardenas, 2012) sobre la flora presente en el río Huatatas, lograron identificar las siguientes especies *Alnus Acuminata*, *Baccharis Tricuneata*, *Berberis Flexuosa*, *Muehlenbeckia Volcánica*, *Shinus Molle*, *Junglans Neotropica*, *Caesalpinia Spinosa*, *Acacia Macracantha*, *Distichia Muscoides*, *Plantago Rigida*, *Wernwria Nubigena*, *Festuca Dolychophylla*, *Calamagrostis Rigida*, *Piptochaetium Panicoides*.

El valle del río Huatatas al ser considerado un valle de altura media se desarrolla una producción agropecuaria, en la siembra de hortalizas como cebolla, zanahoria, col, lechuga, betarraga, acelga, orégano, plantaciones de paltos y plantas aromáticas. (Proyecto GESAAM, 2016)

Al ser una zona cercana a la ciudad, se le considera una zona recreacional por sus paisajes agradables hacia la vista donde se vienen expendiendo servicios de alimentación y recreación a los visitantes. (Municipalidad Distrital de Tambillo, 2011)

Así mismo es considerada como una zona turística por su historia y restos arqueológicos que alberga como molinos de piedra de la época colonial y huancas de diferentes formas y tamaño que se encuentran en la zona alta (entre los 3900 a 4300 msnm). (Carhuas, 2016)

4.4. Impacto Ambiental

El río Huatatas al ser el atractivo natural más cercano a la ciudad, tiene una numerosa cantidad de visitas, las cuales aprovechan sus aguas para realizar diversas actividades domésticas como lavado de prendas de vestir y vehículos, desarrollo de actividades recreativas y la agricultura. Sin embargo, la falta de cultura en la población hace que generen una degradación en los ecosistemas existentes.

En el recorrido al río Huatatas para el desarrollo del trabajo se identificó las zonas más vulnerables, las cuales son los puntos que se encuentran más cerca de una carretera que es a partir del punto 3 aguas abajo, ya que, por tener más facilidades de llegar al río, las personas que se dirigen a recrearse, aprovechan las aguas en el uso doméstico y para la agricultura las cuales generan contaminación de suelo y agua.

(Zarate, 2015) Realizo una investigación de la calidad del agua del río Huatatas, con índices bióticos de macroinvertebrados, estableció puntos de monitoreo e indico que cuanto más cercanía tiene a la ciudad la calidad del agua es menor en comparación a las aguas arriba.

En el estudio realizado, la calidad del agua desciende a partir del punto 3, donde comienza la accesibilidad a la población la cual se ve afectada por las actividades

realizadas por la humanidad, lo que indica que la cercanía tiene a la ciudad, la contaminación asciende.

4.5. Programas propuestos

| Inversión del proyecto S/. | | | | | | | | | | | | | 79,700.00 | TOTAL |
|---|----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|-----------|-------|
| COMPONENTE 1: Realizar un diagnóstico del medio biofísico S/. 3,650.00 S/. 1,550.00 S/. 350.00 S/. 5,450.00 S/. 1,850.00 S/. 3,350.00 S/. 350.00 S/. 350.00 S/. 5,450.00 S/. 350.00 S/. 3,350.00 S/. 350.00 S/. 26,400.00 Objetivo: Conservación de flora y fauna por efecto del aprovechamiento de las áreas del valle del Río Huatatas como zonas recreativas por efecto de la invasión de las áreas naturales, pérdida de la flora y fauna y la contaminación del agua y el suelo. | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | MES 9 | MES 10 | MES 11 | MES 12 | | |
| <i>Actividad 1: Realizar la identificación de áreas para cultivo y de comercio</i> | 2,100.00 | - | - | - | - | 1,500.00 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.1 Talleres de concientización a la población que acude a la rivera de los ríos | 1500 | | | | | 1500 | | | | | | | | |
| 1.2. Instalación de letreros amigables | 600 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Actividad 2: Identificación de peces para el comercio en la provincia de Ayacucho</i> | 1,200.00 | 1,200.00 | - | - | 1,500.00 | 1,500.00 | - | - | - | - | 3,000.00 | - | - | |
| 2.1. Monitoreo de vida acuática | 1200 | 1200 | | | | | | | | | | | | |
| 2.2. Presentación del proyecto "Piscicultura en mi hogar" | | | | | 1500 | 1500 | | | | | | | | |
| 2.3. Concurso de fondos para la ejecución del proyecto "Piscicultura en mi hogar" | | | | | | | | | | | 3000 | | | |
| <i>Actividad 3: Clasificación de las áreas de conservación, áreas de comercio y producción.</i> | 350.00 | 350.00 | 350.00 | 5,450.00 | 350.00 | 350.00 | 350.00 | 350.00 | 5,450.00 | 350.00 | 350.00 | 350.00 | | |
| 3.1. Monitoreo de cálida de agua | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | 350 | |
| 3.2. Reunión con los anexos que se encuentran cercanos a la franja del río | | | | 2100 | | | | | 2100 | | | | | |
| 3.3. Talleres a anexos sobre el impacto socioambiental que se tiene en el agua. | | | | 3000 | | | | | 3000 | | | | | |
| COMPONENTE 2: Realizar un diagnóstico socioeconómico S/. 8,500.00 S/. - S/. 1,000.00 S/. 1,000.00 S/. 8,000.00 S/. 2,100.00 S/. 7,100.00 S/. 1,600.00 S/. 1,600.00 S/. 1,600.00 S/. 3,600.00 S/. 1,600.00 S/. 37,700.00 | | | | | | | | | | | | | | |

Objetivo: Identificar las actividades que se realizar en el valle del Rio Huatatas

| ACTIVIDAD | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | MES 9 | MES 10 | MES 11 | MES 12 |
|--|----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Actividad 1: Realizar talleres de concientización ambiental</i> | 3,000.00 | - | 1,000.00 | 1,000.00 | 3,000.00 | - | 3,500.00 | - | - | - | 2,000.00 | - |
| 1.1. Identificar cuáles son las actividades que se realizan y afectan en los márgenes de la microcuenca | 3000 | | | | | | | | | | | |
| 1.2. Presentación del proyecto "Rio Huatatas Limpio" | | | 1000 | 1000 | 1000 | | | | | | | |
| 1.3. Capacitación sobre economía ambiental en relación a la generación de residuos solidos | | | | | 2000 | | | | | | 2000 | |
| 1.4. Taller sobre agricultura orgánica dirigido a los anexos. | | | | | | | 3500 | | | | | |
| <i>Actividad 2: Gestión ambiental</i> | 5,500.00 | - | - | - | 5,000.00 | 2,100.00 | 3,600.00 | 1,600.00 | 1,600.00 | 1,600.00 | 1,600.00 | 1,600.00 |
| 2.1. Convenio con la municipalidad y los segregadores formales para la disposición de residuos en los recreos campestres | 500 | | | | | 500 | | | | | | |
| 2.2. Conformar brigadas ambientales para la fiscalización a los anexos y recreos campestres | | | | | 5000 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 2.3. Promover programas de voluntariado ambiental | | | | | | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 2.4. Identificar e informar a los pueblos aledaños sobre los sitios arqueológicos cercanos | | | | | | | 2000 | | | | | |
| 2.5. Convenio con la Municipalidad y el Gobierno regional para establecer sanciones ante cualquier impacto | 5000 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-----|---|--------------|-----|---|--------------|-----|---|--------------|-----|---|--------------|-----|---|--------------|-----|---|---------------|
| COMPONENTE 3: Diagnostico de la calidad del agua | S/. 2,100.00 | S/. | - | S/. 2,100.00 | S/. | - | S/. 5,100.00 | S/. | - | S/. 2,100.00 | S/. | - | S/. 2,100.00 | S/. | - | S/. 2,100.00 | S/. | - | S/. 15,600.00 |
| Objetivo: Informar a la población sobre el progreso del | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

plan de conservación de la microcuenca

| ACTIVIDAD | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | MES 9 | MES 10 | MES 11 | MES 12 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Actividad 1: Realizar un monitoreo de aguas permanente</i> | 2,100.00 | - | 2,100.00 | - | 2,100.00 | - | 2,100.00 | - | 2,100.00 | - | 2,100.00 | - |
| 1.1. Establecer y comprometer a los establecimientos y anexos a realizar un monitoreo de aguas permanente | 300 | | 300 | | 300 | | 300 | | 300 | | 300 | |
| 1.2. Talleres informativos sobre el progreso de la conservación | 1800 | | 1800 | | 1800 | | 1800 | | 1800 | | 1800 | |
| <i>Actividad 2: Promover la investigación en colegios y escuelas cercanos al Rio Huatatas</i> | - | - | - | - | 3,000.00 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2.1. Realizar una feria de ciencias donde los niños puedan plantear sus proyectos. | | | | | 1000 | | | | | | | |
| 2.2. Talleres informativos sobre la ejecución del proyecto | | | | | 2000 | | | | | | | |

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó los valores de la calidad del agua en el tramo de la Microcuenca del Rio Huatatas aplicando el Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (ICA-NSF) durante la época de transición del año 2017 al 2018 donde la media es de 66.45 representando una calidad "MEDIA", es decir aguas moderadamente contaminadas.

Se evaluó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los cinco puntos representativos de monitoreo de la microcuenca donde se analizaron Coliformes Fecales, pH, DBO5, Nitratos, Fosfatos, Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno Disuelto representados desde la Tabla 7 a la 24; los cuales fueron variables para interpretar mediante un puntaje establecido para obtener el valor del ICA NSF.

Se determinó la calidad de agua en los cinco puntos establecidos obteniendo que el ICA NSF es "MEDIA"; sin embargo, se obtuvo un ICA NSF "BUENA" en el R-HUA1 durante los meses de noviembre, enero y febrero a diferencia del R-HUA2 que solo se obtuvo esa calidad en el mes de noviembre y febrero. En el punto de monitoreo R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5, durante los 3 meses de monitoreo se obtuvo una calidad "MEDIA".

Se realizó el análisis estadístico, teniendo en cuenta las temporadas de monitoreo (noviembre, enero y febrero) y los puntos de monitoreo, indicando que durante los 3 meses no existe una diferencia de medias con respecto al primer, segundo y tercer monitoreo, la calidad de agua en las tres temporadas es igual. Asimismo, se

realizó un análisis estadístico teniendo en cuenta los puntos de monitoreo (R-HUA 1, R-HUA 2, R-HUA 3, R-HUA 4 y R-HUA 5), para evaluar la relación que existe entre ellas, estableciendo pares de puntos de monitoreo (total 10 pares) donde se obtuvo tres tipos de diferencia significativa entre las medias, expresando que cuanto más lejanía hay entre los puntos de monitoreo, la diferencia de medias es mayor.

Se propuso en base los resultados obtenidos alternativas de conservación de la microcuenca que involucre la participación del área de influencia directa e identificar la calidad socioeconómica de la población involucrada para que se determine las actividades que se puedan implementar a fin de concientizar sobre el progreso de la conservación de la flora y fauna como resultado de las actividades que se implemente.

5.2. Recomendaciones

Sugerir a la población cercana a la rivera del rio o a los que capten el agua para el riego de sus cultivos realizar actividades de monitoreo de efluentes de manera permanente, gestionándolo a través de sus autoridades locales, regionales u otras autoridades competentes.

Durante la ejecución del estudio se ha observado la construcción de un canal de riego donde captaran las aguas del Rio Huatatas, ejecutado por el Gobierno Regional de Ayacucho, recomendando realizar un análisis microbiológico a los productos de tallo corto teniendo como antecedente los resultados del presente estudio.

Hacer un trabajo coordinado entre las municipales involucradas, las cuales se encarguen en el control de las vistas y el desarrollo de sus actividades, estableciendo reglamentos municipales.

Elaborar un programa de monitoreo anual para hacer el seguimiento a la calidad de agua y fortalecer la cultura ambiental en cuidado y protección de la cuenca del río Huatatas.

Realizar coordinaciones con las autoridades competentes, en temas de protección de la microcuenca del río Huatatas, como restauración de las fajas marginales, diagnóstico de zonas turísticas, elaboración de mapeado de distribución de áreas de comercio, cultivo y otras actividades.

Programar un mantenimiento del río, con la extracción de material de acarreo, la cual permitirá la mantener el curso del río y evitar inundaciones en las máximas avenidas.

Educar a la población en cuidado y aprovechamiento adecuado del agua, y promover visitas turísticas y educativas al valle de la microcuenca de Huatatas, con el fin de sensibilizar y culturalizar a la población de temas ambientales.

REFERENCIAS

- Aguilar, A., & Pérez, R. (2008). La Contaminación Agrícola del Agua en México: Retos y Perspectivas. *Problemas Del Desarrollo*, 39(153), 205–2015.
- Alianza por el Agua. (2008). *Manual de depuración de aguas residuales urbanas* (Ideasamare). <https://doi.org/Z-2802/08>
- ANA. (2014). *¿Qué es la ANA?* (p. 1). Autoridad Nacional del Agua.
- ANA. (2015a). *¿En qué se basa la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos?* (p. 1). Autoridad Nacional del Agua.
- ANA. (2015b). *¿Qué es la cultura del agua?* Autoridad Nacional del Agua.
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Autoridad Nacional del Agua.
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S., & Gómez, A. (2005). Indicadores Microbiológicos de Contaminación de las Fuentes de Agua. *Nova*, 3(4), 69–79.
- Arroyo, V., Ballesteros, M., & Mejía, A. (2015). *Inseguridad Económica del Agua en Latinoamérica: de la abundancia a la inseguridad*.
- Behar, R., Zúñiga, M., & Rojas, O. (1997). Análisis y Valoración del índice de Calidad de Agua (ICA) de la NSF: Caso Ríos Cali y Meléndez. *Ingeniería Y Competitividad*, 1(1), 17–27.
- Benez, M., Kauffer, E., & Álvarez, G. (2010). Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas. *Frontera Norte*, 22, 129–158.
- Bolaños, A., Pérez, M., & Garza, E. (2014). Determinación de la conductividad eléctrica.

- Boyacioglu, H. (2007). Development of a water quality index based on a European classification scheme. *Water SA*, 33(1), 101–106.
- Carbajal A., González M., 2012. Propiedades y funciones biológicas del agua. Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. 16 pags.
- Cárdenas, G., & Sánchez, I. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad Y Salud*, 15(1), 72–88.
- Carrillo, J. (2013). *Análisis geoestadístico de los índices de calidad del agua y su representación cartográfica en el río Armería, en el periodo comprendido desde el año 2000 al 2006*. Universidad de Colima.
- Castro, E., Vásquez, E., & Jaramillo, L. (2011). La planeación urbana y la política de gestión de residuos sólidos en Medellín, cuestiones preliminares para un análisis jurídico y económico. (Spanish). *Urban Planning and Management Policy of Solid Wastes in Medellin City; Preliminary Topics for Conducting a Juridical and Economic Analysis. (English)*, 10, 141–156.
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (2014). Indicadores de la calidad del agua : evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 111–124.
- Chán, M., & Peña, W. (2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán , Guatemala. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(1), 19–23.
- Clavo, G., & Mora, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad de agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón. *Tecnología En Marcha*, 20(4), 59–67.

- Coello, J., Ormaza, R., Déley, Á., Recalde, C., & Rios, A. (2013). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Instituto de Investigación*, 15(February 2012), 66–71.
- Colos, D. (2013). *Anteproyecto de restauración de los molinos hidráulicos Chakamolino y Huamanhuayra y levantamiento arquitectónico de los ocho molinos hidráulicos del valle de Huatatas*.
- Cordero, M., Franco, L., & Hernández, R. (2005). *Diagnóstico de la calidad de agua en época seca en el canal principal del Río Jiboa y propuesta de mitigación de fuentes contaminadas, en una zona crítica*. *Journal of Chemical Information and Modeling*. Universidad de El Salvador. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Darvishi, G., Kootenaei, F., Ramezani, M., Lotfi, E., & Asgharnia, H. (2016). Comparative Investigation of River Water Quality by OWQI, NSFQI and Wilcox Indexes (Case study: the Talar River – IRAN). *Archives of Environmental Protection*, 42(1), 41–48. <https://doi.org/10.1515/aep-2016-0005>
- De La Mora, C., Flores, G., Ruiz, A., & García, J. (2004). Modelaje Estocástico de la Variabilidad Espacial de la Calidad de Agua en un Ecosistema Lacustre. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 20(3), 99–108.
- De la Peña, M., Ducci, J., & Zamora, V. (2013). Tratamiento de aguas residuales en México. *Nota Técnica #IDB-TN-521*, 42. <https://doi.org/IDB-TN-521>
- Departamento de asuntos económicos y sociales, D. de desarrollo sostenible. (1992). *Agenda 21*.
- Dourojeanni, A., & Jouravlev, A. (1999). Gestión de Cuencas y Ríos Vinculados con Centros Urbanos.pdf. *División de Recursos Naturales E Infraestructura*, 181.

- Dinius, S.H. (1987) Design of a Index of Water Quality, vol. 23, 1987.
- Evans, R. (2007). El Futuro de China se seca.
- Fernández, N., & Solano, F. (2013). Índices de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial. *Conferencia Internacional Usos Múltiples Del Agua: Para La Vida Y El Desarrollo Sostenible*, (III), 116.
- Fernández, Álvarez, & Espigares. (2001). Transmisión fecohídrica y virus de la hepatitis A. *Higiene Y Sanidad Ambiental*, 1, 8–18.
- Gail, C. (2014). A Primer on Water Quality.
- Garcés, L., Mejía, E., Santamaría, J. (2012). La fotocatalisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Lasallista De Investigación*, 1(1), 83–92.
- García, A., Bravo, L., Campos, G., & Medina, D. (2015). Acción Antimicrobiana de la Pterigospermina de Moringa Olífera sobre los Contaminantes del Agua y su Efecto en el PH, Turbidez y Crecimiento Microbiano. *Revista Electrónica de La Facultad de Ingeniería*, 3(1), 11–19.
- García, I. M., Betancort, J. R., Salas, J. J., Suárez, B. P., Pidre, J. R., & Martín, N. S. (2006). Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. España.
- González, V., Caicedo, O., & Aguirre, N. (2013). Aplicación de los Índices de Calidad de Agua NSF, DINIUS y BMWP. *Revista Gestión Y Ambiente*, 16(1), 97–108.
- Guzmán, L. (2015). *Las aguas residuales en la jurisprudencia del consejo de estado: periodo 2003 - 2014*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la investigación*. México.

- Horton. (1965). An Index Number System for Rating Water Quality. *Jornal of Water Pollution Control Federation*, 37.
- Imbago, R. (2015). *Caracterización e identificación de fuentes de contaminación y propuesta de mitigación para la recuperación del Río Puuluví, ubicado en la provincia de Pichincha, Cantón Cayambe, Parroquia Ayora*. Universidad Técnica del Norte.
- INEI. (2007). Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda - Cuadros Estadísticos. Retrieved June 23, 2017, from <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>
- Kumar Prason, P., Kumar Tiwari, A., Prakash, B., & Kumar Mahato, M. (2013). Water Quality Indices Used for Water Resources Vulnerability Assessment Using GIS Technique: A Review, 6(601), 1594–1600.
- Lumb, A., Halliwell, D., & Sharma, T. (2006). Application of CCME water quality index to monitor water quality: A case of the Mackenzie River Basin, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*, 113(1–3), 411–429. <https://doi.org/10.1007/s10661-005-9092-6>
- Maass, J. (2015). El manejo de cuencas desde un enfoque Socioecosistémico. *Cuencas de México*, 3–8.
- Martín, F., & Gutiérrez, M. (2010). Estudio comparativo de la peligrosidad de jales en dos zonas mineras localizadas en el sur y centro de México. *Boletín de La Sociedad Geologica Mexicana*, 62(1), 43–53.
- Mexico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2000). *Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental: reporte 2000*. SEMARNAT. Retrieved from <https://books.google.com.pe/books?id=t3-kCO71VW8C&pg=PA120&dq=>

INDICE+DE+CALIDAD+DE+AGUA&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v= snippet&q
= El cambio climático global ha propiciado el desencadenamiento &f=false

Milán J., Cruz C. (2007). Agua, cultura y ambiente: El caso de la cuenca hidrográfica Morote, Guanacaste. *Revista Biocenosis*, 20, 119–125.

MINAM. (2010). La situación del agua en el Perú.

Miravet, Ramírez, Montalvo, Delgado, & Perigó. (2009). Índice Numérico Cualitativo para Medir la Calidad de las Aguas Costeras Cubanas de Uso Recreativo. *Serie Oceanologica*, (5), 45–56.

Monterrosa, G. (2015). Cuencas hidrológicas de México. *Cuencas de México*, (1), 9–12.

Municipalidad Provincial de Huamanga. (2007). *ORDENANZA MUNICIPAL N°037-2007-MPH/A*. Huamanga. Retrieved from http://www.munihuamanga.gob.pe/downloads/Ordenanzas/Ordenanzas2007/o_m_037_2007.pdf

Nuñez, M. (2015, June). Ayacucho: Convierten el río Huatatas en un lavadero de carros. *Diario Correo*, p. 1. Ayacucho.

OECD, O. for E. C. and D. (2003). OECD Environmental Indicators Development, Measurement and Use.

Olivero, R., Mercado, I., & Montes, L. (2013). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando el mucílago del Nopal *Opuntia ficus-indica*. *Producción Limpia*, 8(1), 19–27.

Ordóñez Gálvez, J. J. (2011). ¿Qué es Cuenca Hidrológica? *Sociedad Geológica de Lima*, 1, 1–44.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1992).

Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: estudio y planificación de cuencas hidrográficas. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Retrieved from https://books.google.com.pe/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&dq=cuencas&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=cuencas&f=false

Ott, W. (1978). *Water quality indices: a survey of indices used in the United States.*

Paucar, S. (2005). *Reconocimiento Arqueológico entre las quebradas Yucaes y Hutatas, Tambillo- Ayacucho.*

Peñañiel, A. (2013). *Evaluación de la calidad del agua del río Tomebamaba mediante el índice ICA del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.* Universidad de Cuenca.

Peredo, E. (2010). Contaminación del agua en la región del Maule y Biobío. *Revista Interamericana de Ambiente Y Turismo*, 6(1), 61–68.

Pérez, A., & Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de Lagunas Tropicales De Inundación. *Biologica Tropical*, 56(December), 1905–1918.

Pérez J., Gardey A. (2010). Agua.

Perú Ecológico. (2012). Contaminación del agua.

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23rd ed.).

Ríos, J. (2013). Depuración de las aguas residuales: Características de las aguas urbanas.



Rodríguez, E., Ramos, A., & Hernández, M. (1997). Aplicación de un Índice de Calidad Acuática en cuerpos de Agua de Tabasco, México. *CEPIS*.

- Rodríguez, J. (2008). El impacto ambiental de las actividades industriales: el cambio necesario. *Hacia Un Uso Sostenible de Los Recursos Naturales*, 55–63.
- Ronzano, E., & Dapena, J. (2002). *Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales (PRIDESA)*. Madrid.
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería E Investigación*, 27, 172–181.
- Sánchez, E., & Ortiz, M. (2010). Escenarios ambientales y sociales de la minería a cielo abierto. *Narraciones de La Ciencia Y La Tecnología*, 24, 8.
- Sarabia, I., Cisneros, R., Aceves, J., Duran, H., & Castro, J. (2011). Calidad Del Agua De Riego En Suelos Agrícolas Y Cultivos Del Valle De San Luis Potosí, México. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 27(2), 103–113.
- Simon, B. (2010). *Modelo para el manejo de los residuos sólidos generados por recinto Chiriboga y sus alrededores*. Books.Google.Com. Universidad Internacional SEK.
- Sociedad Geográfica de Lima, 2011. Cuenca hidrográfica. Foro Peruano para el Agua -GWP Perú. 44 págs.
- Speer Laínez, W. (2010). *Avances y experiencias aprendidas en la implementación del modelo cogestión de cuencas hidrográficas en la microcuenca del río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Talledo, J. (2016, January). Más de cien ríos están contaminados con coliformes o metales. *El Comercio*, p. 1.
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2009). Índices de Calidad de Agua en Fuentes

- Superficiales Utilizadas en la Producción de Agua Para Consumo Humano. Una Revisión Crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79–94.
- Torres, P., Cruz, C., Patiño, P., Escobar, J., & Pérez, A. (2010). Agua- ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería E Investigación*, 30(3), 86–95.
- Trapote, A. (2011). *Depuración de aguas residuales urbanas* (Espagráfic).
- UNALAM, (Escuela de Post-Grado EPG), & Yakunchik, (Plataforma de Gestión del Agua de Ayacucho). (2003). *Ayacucho Sostenible La ciudad y su entorno natural*.
- Valdes, J., Samboni, N., & Carvajal, Y. (2011). Desarrollo de un Indicador de la Calidad del Agua usando Estadística Aplicada, Caso de Estudio: Subcuenca Zanjón Oscuro. (Spanish). *Revista Tecno Lógicas*, (26), 165–180.
- Vega, E. (2015). Usos Consuntivos del y presiones atrópicas sobre las cuencas en México. *Cuencas de México*, (1), 20–32.
- Wills, M., & Irvine, K. (1996). Application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index in the Cazenovia Creek, Ny, Pilot Watershed Management Project. *Middle States Geographer*, 95–104.

ANEXO

Anexo 1. Ficha de identificación del punto de monitoreo

| FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO | |
|---|---|
| Nombre Del cuerpo de agua: | Río Huatatas |
| Clasificación del cuerpo de agua: | Categoría III |
| Código y nombre de la cuenca: | 2044 |
| IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO | |
| Código del punto de monitoreo: | R-HUA 1 |
| Descripción: | Punto limite entre los distritos de Chiara y Tambillo |
| Accesibilidad: | El ingreso es por la comunidad campencina de "Pucara ", esta se encuentra a 1 hora del centro de la ciudad de Ayacucho, llegado al punto se realiza una caminata de 1:30 de caminata hacia la cuenca, este camino es un cañon de poca accesibilidad |
| Representatividad: | Este es el punto de referencia del Río Huatatas |
| Finalidad del monitoreo: | La finalidad de establecer este punto, es tener la referencia de la calidad, en aguas arriba antes de llegar a la ciudad |
| Reconocimiento del Entorno: | La accesibilidad para la llegada al punto es de 1:30, esta rodeado de plantas silvestres como tunales y huarangos, por ser un cañon no se encuentra una fauna determinada |
| UBICACIÓN | |
| Distrito | Provincia |
| Tambillo - Chiara | Huamanga |
| Departamento | |
| Ayacucho | |
| Localidad: | Pucara |
| Coordenadas (WGS84) | Sistema de coordenadas: <input checked="" type="checkbox"/> Proyección UTM <input type="checkbox"/> Geográficas |
| Norte/Latitud: <input type="text" value="587515"/> | Zona: <input type="text" value="18L"/> (17, 18 o 19; para UTM solamente) |
| Este/Longitud: <input type="text" value="8535545"/> | Altitud: <input type="text" value="3097"/> (metros sobre el nivel del mar) |
| Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo | Fotografía: |
|  |  |
| Elaborado por: Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra, Ruth Tabita Toscano Salazar | Fecha: 20/11/2017 |

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre Del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

Código y nombre de la cuenca:

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

Descripción:

Accesibilidad:

Representatividad:

Finalidad del monitoreo:

Reconocimiento del Entorno:

UBICACIÓN

Distrito Provincia Departamento

Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo



Fotografía:



Elaborado por: Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra, Ruth Tabita Toscano Salazar

Fecha 20/11/2017

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre Del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

Código y nombre de la cuenca:

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

Descripción:

Accesibilidad:

Representatividad:

Finalidad del monitoreo:

Reconocimiento del Entorno:

UBICACIÓN

Distrito Provincia Departamento

Localidad:

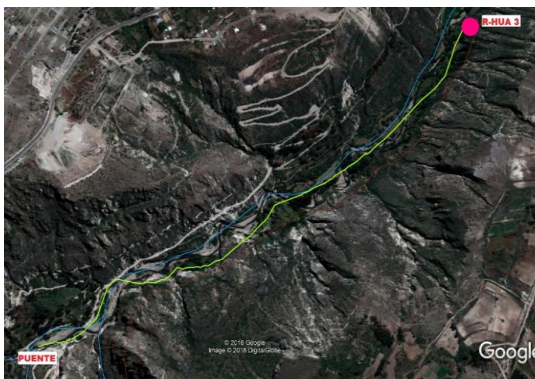
Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo

Fotografía:



Elaborado Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra, Ruth Tabita Toscano

Fecha 20/11/2017

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre Del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

Código y nombre de la cuenca:

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

Descripción:

Accesibilidad:

Representatividad:

Finalidad del monitoreo:

Reconocimiento del Entorno:

UBICACIÓN

Distrito Provincia Departamento

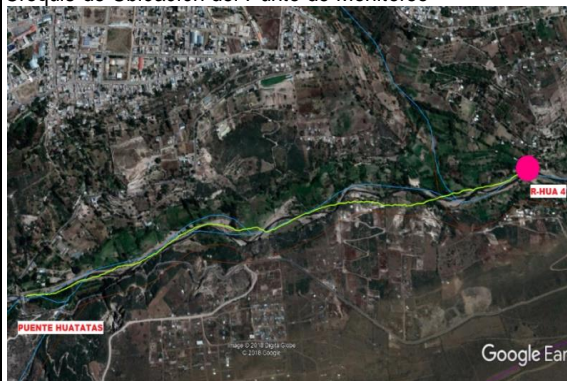
Localidad:

Coordenadas (WGS84) Sistema de coordenadas: Proyección UTM Geográficas

Norte/Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo



Fotografía:



Elaborado Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra, Ruth Tabita Toscano Fecha 20/11/2017

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Nombre Del cuerpo de agua: | Rio Huatatas |
| Clasificación del cuerpo de agua: | Categoria III |
| Código y nombre de la cuenca: | 2044 |

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

| | |
|--------------------------------|---|
| Código del punto de monitoreo: | R-HUA 5 |
| Descripción: | Punto limite entre los distritos de Andres Avelino Caceres y Tambillo |
| Accesibilidad: | Se llega por la carretera Ayacucho Huanta, se encuentra un desvío en el 3.40 km, el cual nos lleva al rio Huatatas, el viaje es 40 min |
| Representatividad: | Es una zona de facil acceso, por lo que hace un punto vulnerable al desarrollo de actividades domesticas, como lavado le prendas de vestir, zona de recreación, lavado de vehiculos, negocios como recreos y extracion de material de acarreo |
| Finalidad del monitoreo: | Al ser un punto de mayor vulnerabilidad, se encuentran residuos que son arrojados a las aguas del rio Huatatas, por lo que es necesario identificar el impacto generado en la calidad del agua |
| Reconocimiento del Entorno: | Es el punto final del rio Huatatas, donde se junta con el rio Alameda, es una zona agricola, recreativa y de negocios como recreos y extracion de material de acarreo |

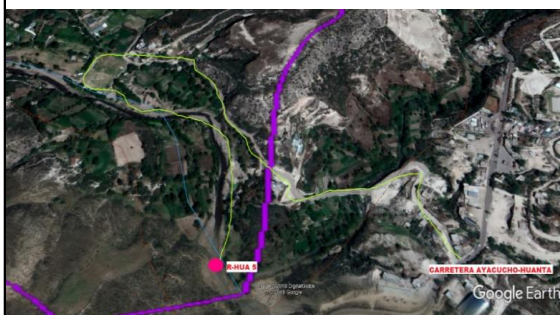
UBICACIÓN

| | | |
|------------------------|-----------|--------------|
| Distrito | Provincia | Departamento |
| Andres Avelino Caceres | Huamanga | Ayacucho |

Localidad: Andres Avelino Caceres

| | | | | |
|---------------------|---|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Coordenadas (WGS84) | Sistema de coordenadas: | <input checked="" type="checkbox"/> | Proyección UTM | |
| | | <input type="checkbox"/> | Geográficas | |
| Norte/Latitud: | 587781 | Zona: | 18L | (17, 18 o 19; para UTM solamente) |
| Este/Longitud: | 8547123 | Altitud: | 2550 | (metros sobre el nivel del mar) |

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo

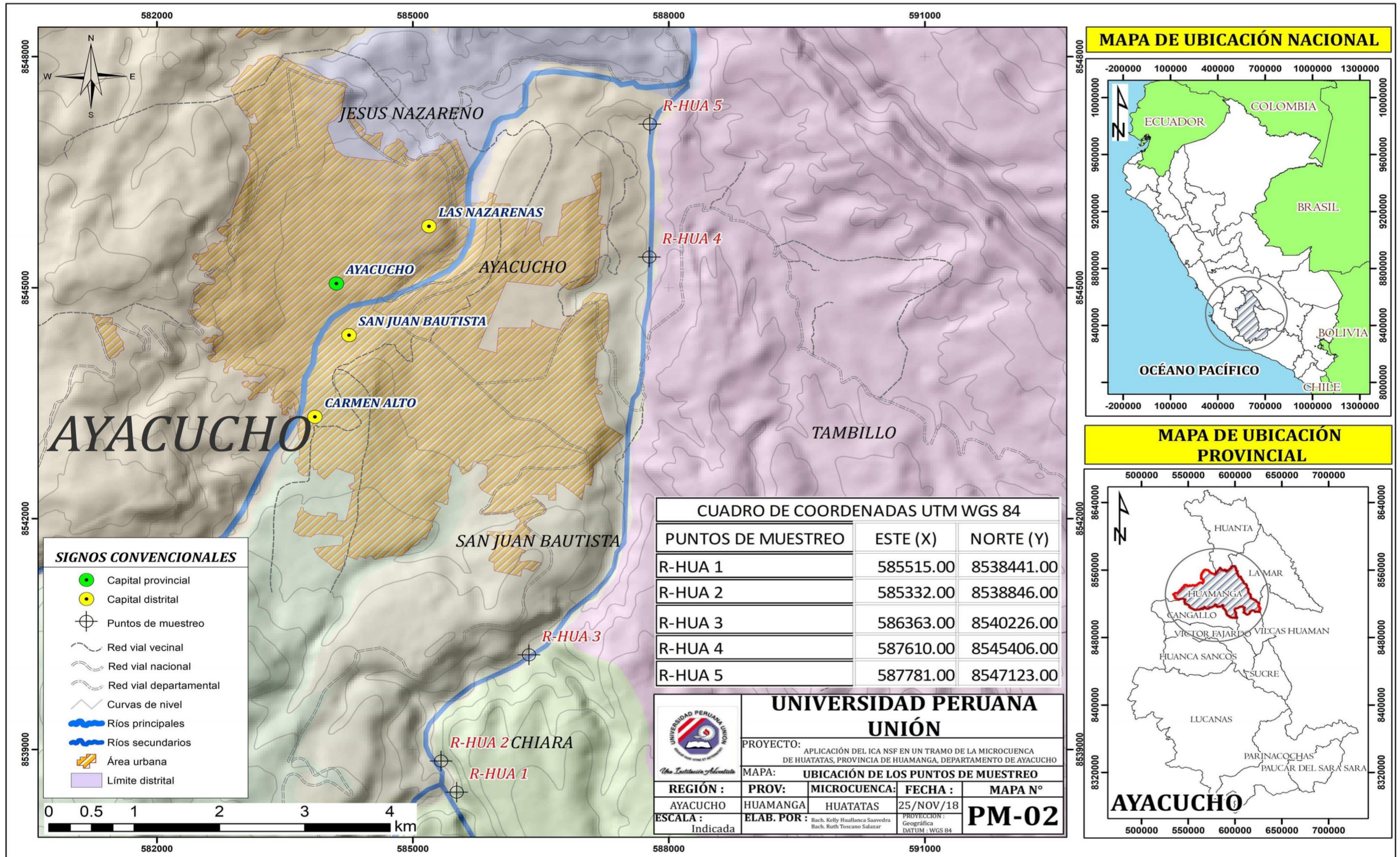


Fotografía:

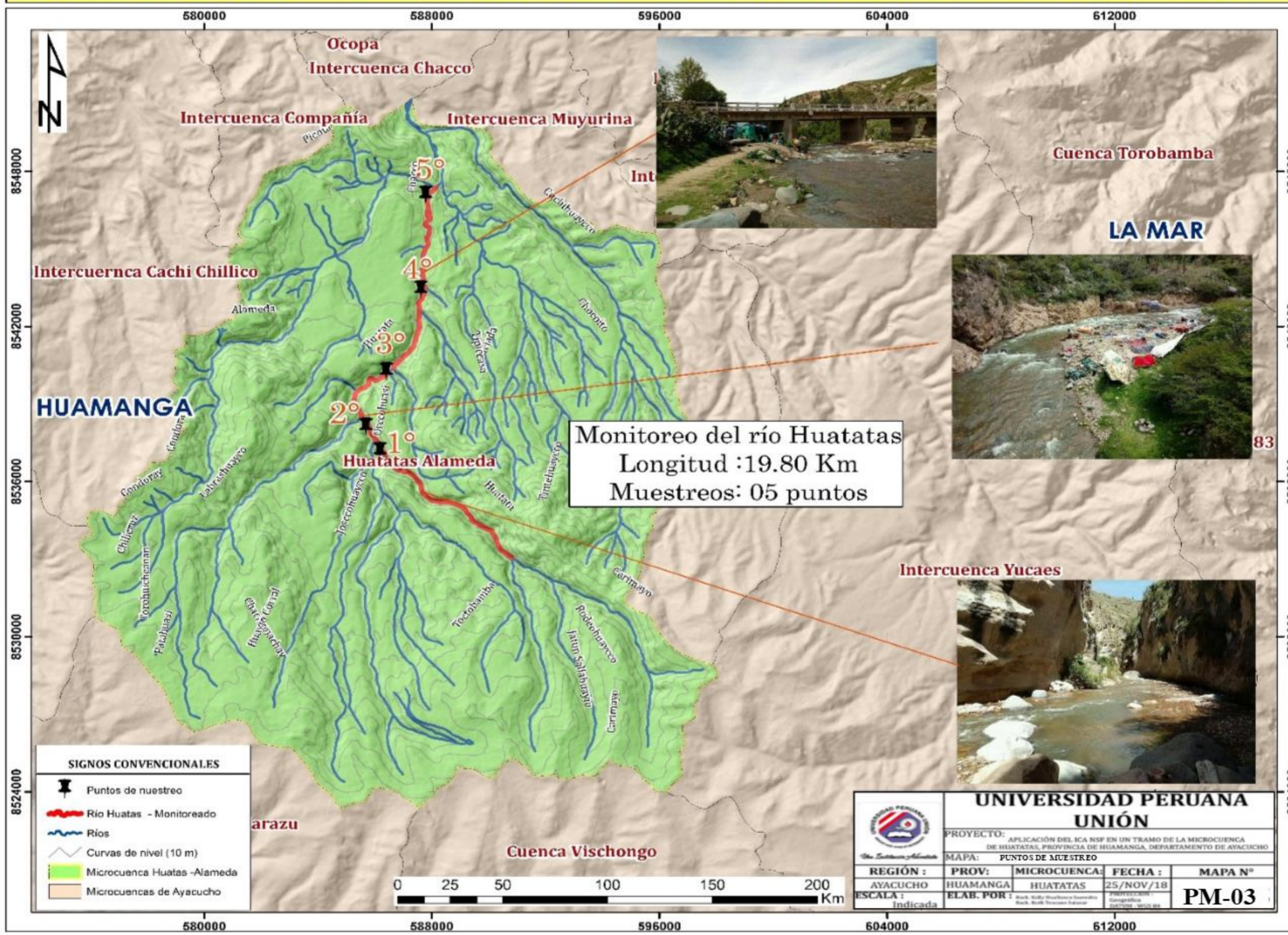


Elaborado Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra, Ruth Tabita Toscano Fecha 20/11/2017

Anexo 2. Mapa de puntos de monitoreo



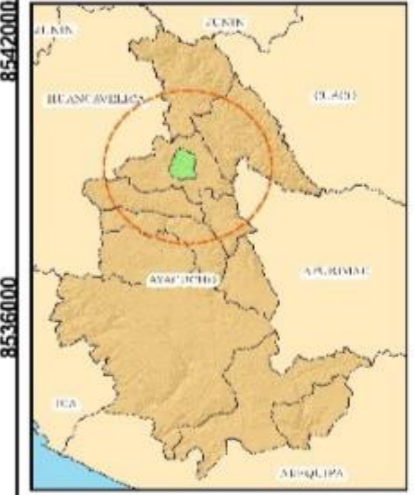
PUNTOS DE MUESTREO DEL RÍO HUATATAS - PROV. HUAMANGA - DEP. AYACUCHO



MAPA DE UBICACIÓN



MAPA DEPARTAMENTAL



MAPA PROVINCIAL



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

PROYECTO: APLICACIÓN DEL ICA NSF EN UN TRAMO DE LA MICROCUENCA DE HUATATAS, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

MAPA: PUNTOS DE MUESTREO

| | | | | |
|----------------------|---|---------------------------|----------------------|---------|
| REGIÓN : AYACUCHO | PROV : HUAMANGA | MICROCUENCA : HUATATAS | FECHA : 25/NOV/18 | MAPA N° |
| ESCALA : Indicada | ELAB. POR : Ruth, Kelly, Rocío, Daniela, Susana, Ruth, Ruth, Rocío, Susana | PROYECTOR : Geografía | PM-03 | |

Anexo 3. Registro de datos en campo

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

MICROCUENCA: Huatatas

REALIZADO POR: Ruth Tabita Toscano Salazar

AAA/ALA: Mantaro/Ayacucho

RESPONSABLE: Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra

| PUNTO DE MONITOREO | DESCRIPCIÓN ORIGEN/UBICACIÓN | LOCALIDAD | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO | COORDENADAS 1 | | Altura | Fecha | Hora | pH | T | OD | Observaciones 3 |
|--------------------|--|-----------|----------|-----------|--------------|---------------|------------|--------|------------|-------|------|-------|------|-----------------|
| | | | | | | Norte /Sur | Este/Oeste | msnm | | | | °c | mg/L | |
| R-HUA 1 | Limite Chiara y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 585515 | 8538441 | 2835 | 27/11/2017 | 11:35 | 7.58 | 13.40 | 6.20 | |
| R-HUA 2 | Limite Chiara y Tambillo | Huacara | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 585332 | 8538846 | 2814 | 27/11/2017 | 01:57 | 7.27 | 13.20 | 7.00 | |
| R-HUA 3 | San Juan Bautista y Tambillo | Huacara | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 586363 | 8540226 | 2725 | 27/11/2017 | 10:15 | 7.40 | 14.88 | 7.24 | |
| R-HUA 4 | Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 587610 | 8545406 | 2621 | 27/11/2017 | 11:15 | 7.54 | 15.95 | 7.01 | |
| R-HUA 5 | Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 587781 | 8547123 | 2554 | 27/11/2017 | 12:39 | 7.06 | 17.96 | 8.64 | |

1 Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y sistemas geográficos para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS 84

2 Para el caso de cuerpo lótico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo léntico o marino-costero, indicar la profundidad.

3. Las Observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

MICROCUENCA: Huatatas

REALIZADO POR: Ruth Tabita Toscano Salazar

AAA/ALA: Mantaro/Ayacucho

RESPONSABLE: Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra

| PUNTO DE MONITOREO | DESCRIPCIÓN ORIGEN/UBICACIÓN | LOCALIDAD | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO | COORDENADAS 1 | | Altura msnm | Fecha | Hora | pH | T | OD | Observaciones 3 |
|--------------------|--|-----------|----------|-----------|--------------|---------------|------------|-------------|------------|------|------|-------|------|-----------------|
| | | | | | | Norte /Sur | Este/Oeste | | | | | °c | mg/L | |
| R-HUA 1 | Limite Chiara y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 585515 | 8538441 | 2835 | 17/01/2018 | | 7.47 | 11.40 | 6.00 | |
| R-HUA 2 | Limite Chiara y Tambillo | Huacara | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 585332 | 8538846 | 2814 | 17/01/2018 | | 7.41 | 11.42 | 6.50 | |
| R-HUA 3 | San Juan Bautista y Tambillo | Huacara | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 586363 | 8540226 | 2725 | 17/01/2018 | | 7.64 | 16.40 | 7.00 | |
| R-HUA 4 | Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 587610 | 8545406 | 2621 | 17/01/2018 | | 7.64 | 18.50 | 7.20 | |
| R-HUA 5 | Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 587781 | 8547123 | 2554 | 17/01/2018 | | 7.11 | 19.80 | 8.50 | |

1 Las coordenadas del punto de control deberan ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y sistemas geografico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estandar geodesico WGS 84

2 Para el caso de cuerpo lotico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo lentic o marino-costero, indicar la profundidad.

3. Las Observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

MICROCUENCA: Huatatas

REALIZADO POR: Ruth Tabita Toscano Salazar

AAA/ALA: Mantaro/Ayacucho

RESPONSABLE: Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra

| PUNTO DE MONITOREO | DESCRIPCIÓN ORIGEN/UBICACIÓN | LOCALIDAD | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO | COORDENADAS 1 | | Altura msnm | Fecha | Hora | pH | T | OD | Observaciones 3 |
|--------------------|--|-----------|----------|-----------|--------------|---------------|------------|----------------|-----------|------|------|-------|------|-----------------|
| | | | | | | Norte /Sur | Este/Oeste | | | | | °c | mg/L | |
| R-HUA 1 | Limite Chiara y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 585515 | 8538441 | 2835 | 6/02/2018 | | 7.50 | 12.70 | 7.00 | |
| R-HUA 2 | Limite Chiara y Tambillo | Huacaca | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 585332 | 8538846 | 2814 | 6/02/2018 | | 7.38 | 14.10 | 7.90 | |
| R-HUA 3 | San Juan Bautista y Tambillo | Huacaca | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 586363 | 8540226 | 2725 | 6/02/2018 | | 7.50 | 16.80 | 7.89 | |
| R-HUA 4 | Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 587610 | 8545406 | 2621 | 6/02/2018 | | 7.57 | 14.40 | 7.00 | |
| R-HUA 5 | Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo | | Ayacucho | Huamanga | Ayacucho | 587781 | 8547123 | 2554 | 6/02/2018 | | 7.61 | 13.80 | 6.80 | |

1 Las coordenadas del punto de control deberan ser expresadas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y sistemas geografico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estandar geodesico WGS 84

2 Para el caso de cuerpo lotico, indicar el caudal. Para el caso de cuerpo lentic o marino-costero, indicar la profundidad.

3. Las Observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

Anexo 4. Etiqueta de muestra de agua

| | | |
|---------------------------|-------|----------------|
| Solicitante: | | |
| Nombre laboratorio: | | |
| Código punto de muestreo: | | |
| Tipo de cuerpo de agua: | | |
| Fecha de muestreo: | Hora: | |
| Muestreado por: | | |
| Parámetro requerido: | | |
| Preservada: | SI NO | Tipo reactivo: |

| | | |
|---------------------------|-------|----------------|
| Solicitante: | | |
| Nombre laboratorio: | | |
| Código punto de muestreo: | | |
| Tipo de cuerpo de agua: | | |
| Fecha de muestreo: | Hora: | |
| Muestreado por: | | |
| Parámetro requerido: | | |
| Preservada: | SI NO | Tipo reactivo: |

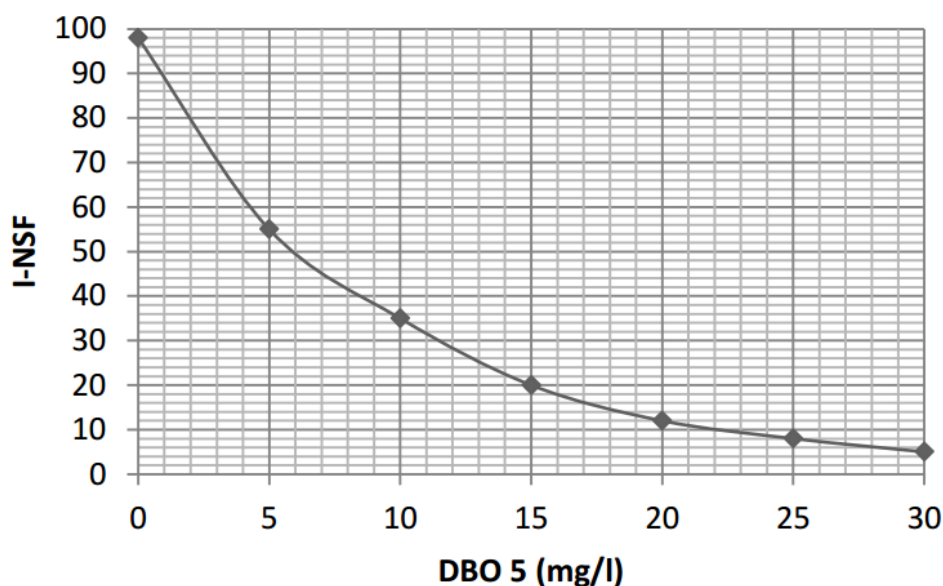
| | | |
|---------------------------|-------|----------------|
| Solicitante: | | |
| Nombre laboratorio: | | |
| Código punto de muestreo: | | |
| Tipo de cuerpo de agua: | | |
| Fecha de muestreo: | Hora: | |
| Muestreado por: | | |
| Parámetro requerido: | | |
| Preservada: | SI NO | Tipo reactivo: |

Anexo 6. Metodología para calcular el ICA NSF - funciones para determinar el subíndice ICA NSF en cada parámetro

(Peñañiel, 2013)

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

$$I_{DBO} = -3E - 05DBO^5 + 0.0022 DBO^4 - 0.0701 DBO^3 + 1.1556 DBO^2 - 12.841 DBO + 97.968$$



Gráfica 1: Comportamiento del índice de calidad NSF de la DBO₅

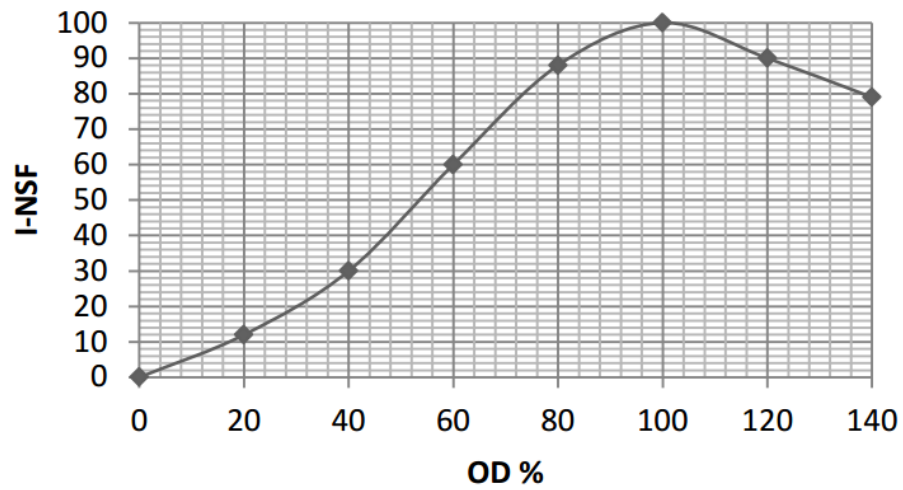
- **Oxígeno disuelto**

Para:

$$0 \leq OD (\%) \leq 60 \quad I_{OD} = 0,0113OD^2 + 0.315OD + 0.3$$

$$60 < OD(\%) \leq 100 \quad I_{OD} = -0.02OD^2 + 4.2OD - 120$$

$$100 < OD(\%) \leq 140 \quad I_{OD} = -62.18 \ln(OD) + 386.79$$



Gráfica 2: Comportamiento del índice de calidad NSF del Oxígeno Disuelto

- **Potencial de hidrogeno pH**

Para:

$$2 \leq pH \leq 5$$

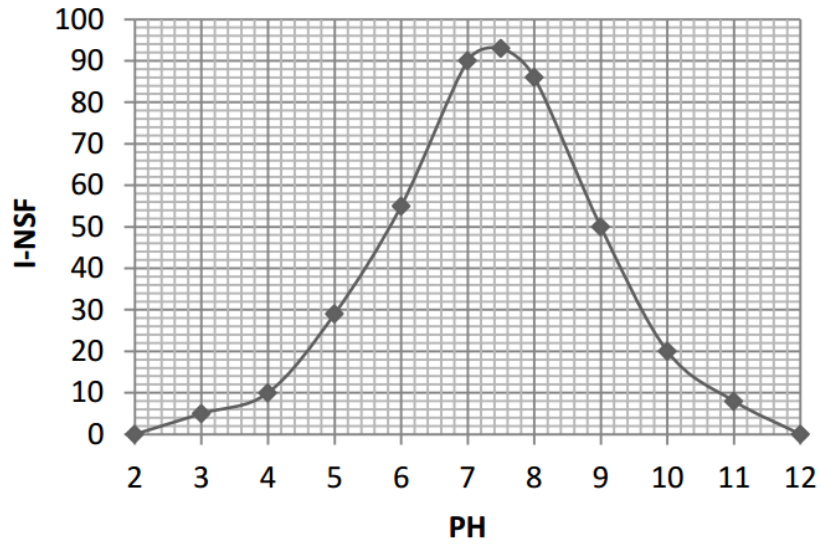
$$I_{pH} = 2.3333pH^3 - 21pH^2 + 65.667pH - 66$$

$$5 < pH \leq 10$$

$$I_{pH} = -0.2pH^5 + 9.2756pH^4 - 164.1pH^3 + 1383.4pH^2 - 5552.1pH + 8544.3$$

$$10 < pH \leq 12$$

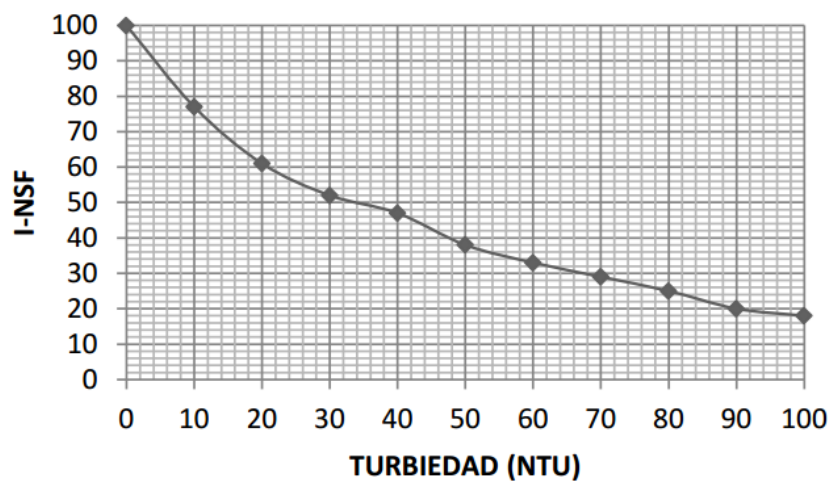
$$I_{pH} = 2pH^2 - 54pH + 360$$



Gráfica 3: Comportamiento del índice de calidad NSF del pH

- **Turbiedad**

$$I_T = 3E - 08T^5 + 9E - 06T^4 - 0.0011T^3 + 0.0734T^2 - 2.9951T + 100.1$$



Gráfica 4: Comportamiento del índice de calidad NSF de la Turbiedad

- **Fósforo total**

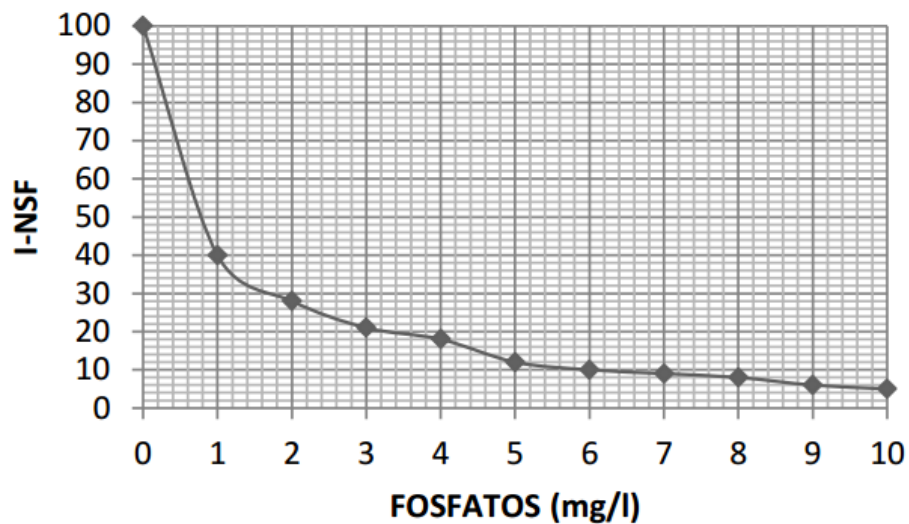
Para:

$$0 \leq PO_4 \leq 7$$

$$I_{PO_4} = 0.0167 (PO_4)^6 - 0.4346(PO_4)^5 + 4.5641(PO_4)^4 - 24.533(PO_4)^3 + 71.066(PO_4)^2 - 110.42(PO_4) + 99.967$$

$$7 < PO_4 \leq 10$$

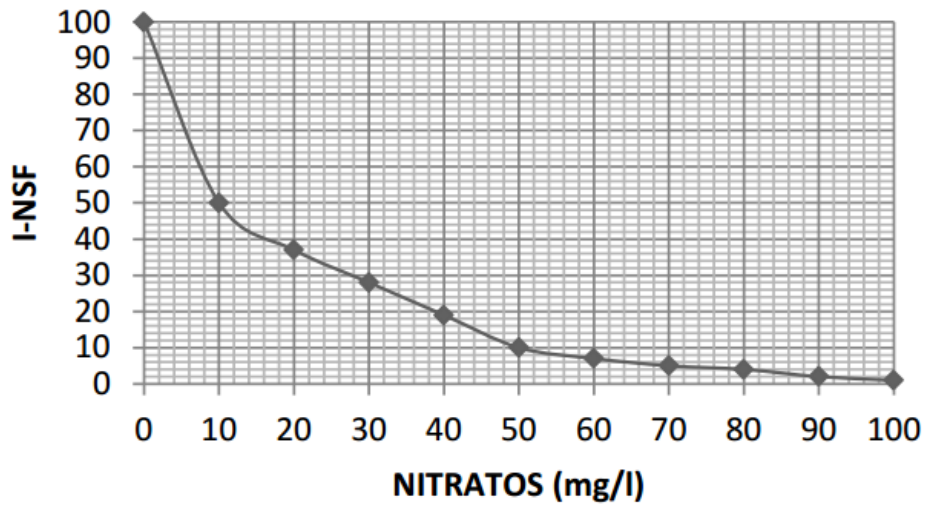
$$I_{PO_4} = 0.3333x^3 - 8.5x^2 + 70.167x - 180$$



Gráfica 5: Comportamiento del índice de calidad NSF de los Fosfatos

- **Nitratos**

$$I_{N-NO_3} = 6E - 09(N - NO_3)^6 - 2E - 06(N - NO_3)^5 + 0.0002(N - NO_3)^4 - 0.0151(N - NO_3)^3 + 0.4873(N - NO_3)^2 - 8.529(N - NO_3) + 99.9$$



Gráfica 6: Comportamiento del índice de calidad NSF de los Nitratos

- **Temperatura**

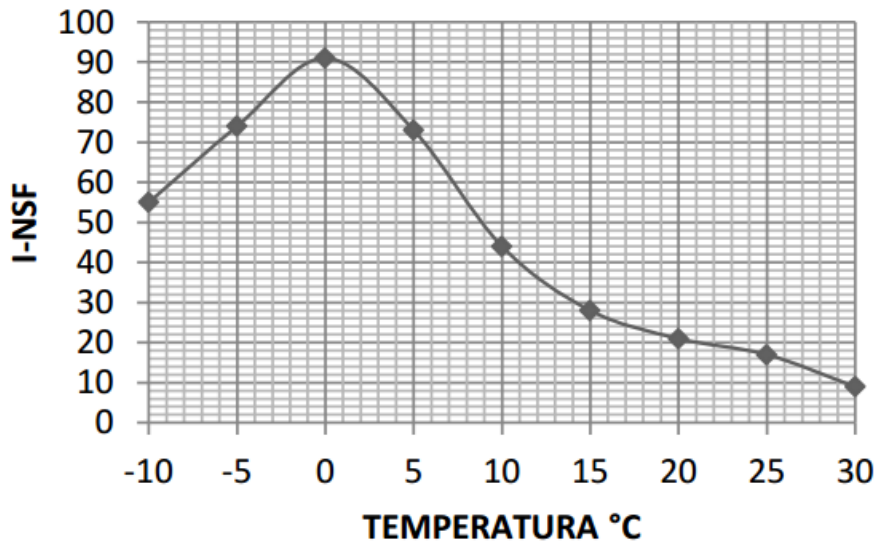
Para:

$$-10 \leq \Delta T \leq 5$$

$$I_{\Delta T} = -0.044\Delta T^3 - 0.7\Delta T^2 + 1\Delta T + 91$$

$$5 < \Delta T \leq 30$$

$$I_{\Delta T} = 3E - 06\Delta T^5 - 0.0003\Delta T^4 + 0.007\Delta T^3 + 0.2283\Delta T^2 - 9.8767\Delta T + 116$$



Gráfica 7: Comportamiento del índice de calidad NSF de la temperatura

- **Coliformes fecales**

Para:

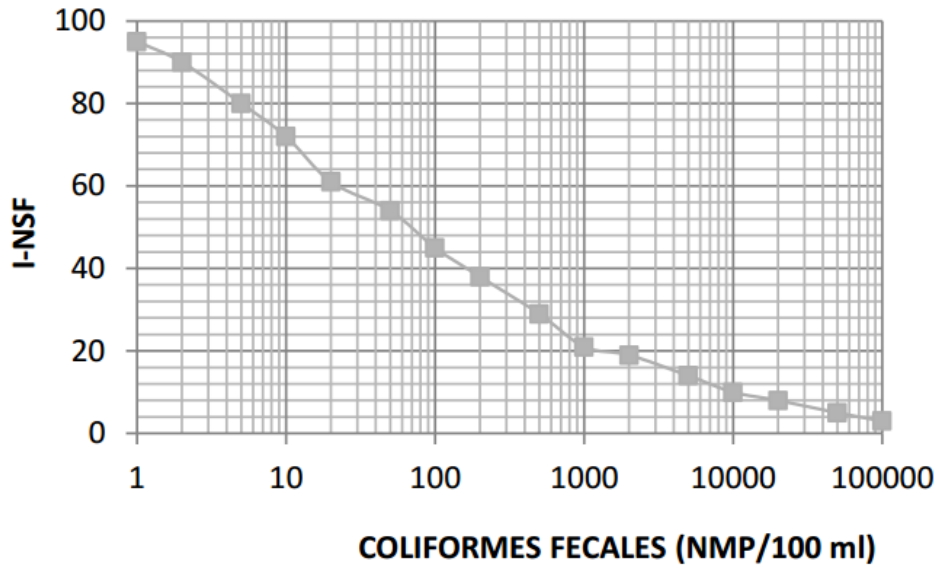
$$1 \leq CF \leq 10 \quad I_{CF} = -10.12 \ln(CF) + 95.896$$

$$10 < CF \leq 100 \quad I_{CF} = 111.86CF^{-0.194}$$

$$100 < CF \leq 1000 \quad I_{CF} = -10.34 \ln(CF) + 92.777$$

$$1000 < CF \leq 10000 \quad I_{CF} = 1E - 07CF^2 - 0.0024CF + 23.308$$

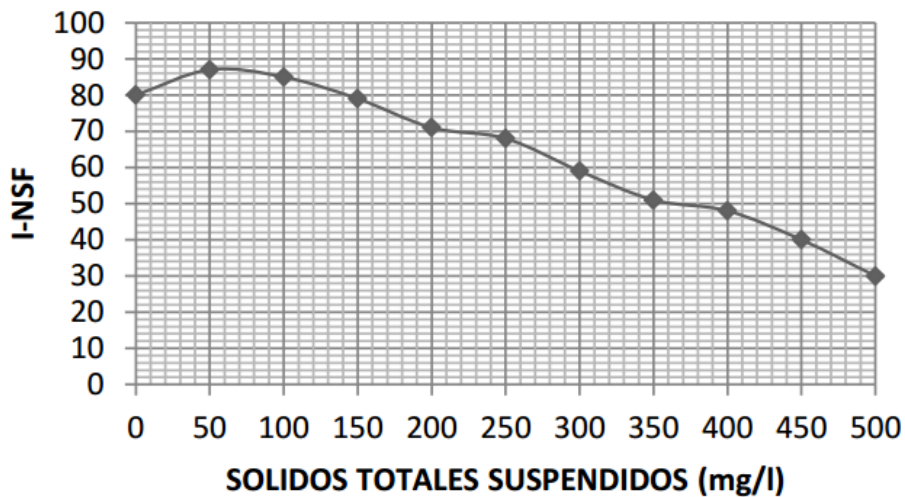
$$10000 < CF \leq 100000 \quad I_{CF} = -3.072 \ln(CF) + 38.331$$



Gráfica 8: Comportamiento del índice de calidad NSF de los Coliformes Fecales

- **Sólidos Totales Suspendedos**

$$I_{SS} = -1E - 13SS^6 + 2E - 10SS^5 - 9E - 08SS^4 + 3E - 05SS^3 - 0.0051SS^2 + 0.3382SS + 79.945$$



Gráfica 9: Comportamiento del índice de calidad NSF de los Sólidos Totales Suspendedos

Anexo 7. Hoja de cálculo para el ICA NSF

| Parámetro | | Valor | Unidades | Sub_i | W_i | Total |
|--|---------------------------|--------------|-----------------|------------------------|----------------------|--------------|
| 1 | Coliformes Fecales | | Nmp/100 mL | | 0.15 | |
| 2 | pH | | Unidades de pH | | 0.12 | |
| 3 | DBO ₅ | | Mg/L | | 0.10 | |
| 4 | Nitratos | | Mg/L | | 0.10 | |
| 5 | Fosfatos | | Mg/L | | 0.10 | |
| 6 | Cambio de Temperatura | | °C | | 0.10 | |
| 7 | Turbidez | | FAU | | 0.08 | |
| 8 | Sólidos disueltos Totales | | Mg/L | | 0.08 | |
| 9 | Oxígeno Disuelto | | % saturación | | 0.17 | |
| Valor del ICA Σ | | | | | | |

Anexo 8. Informe de laboratorio



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C"

JR. Celis de la Neyra N°. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO

Tel. RPM: #981847545, #966881440 #971621875 RPC: 934952556. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

K-LAB S.A.C.

Laboratorio de ensayo

INFORME FINAL

DIRECCIÓN DE ENTREGA:
Ayacucho – Huamanga – Ayacucho

SOLICITANTE:
Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra.
Ruth Tabita Toscano Salazar.

| | |
|-------------------|------------------------------------|
| Procedencia | Rio Huatatas – Huamanga – Ayacucho |
| Producto | Agua |
| Tipo de servicio | Análisis |
| Informe de ensayo | N° 00145 – 2017 |
| Coordinador | Saúl Alonso Chuchon Martínez |

Informe autorizado por:

Saúl A. Chuchón Martínez
GERENTE GENERAL

Fecha de emisión: 22/12/2017

Pág 1-2

"Buscamos el desarrollo armónico con la naturaleza; para una vida digna, justa y humana"

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0585515 8538441 |
| Lugar de muestreo | Limite Chiara y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 1 |
| Fecha de recepción | 28/11/2017 |
| Fecha y hora de muestreo | 27/11/2017 08:00 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 29/12/17 | <2 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 29/12/17 | 7.58 | — |
| Fosfatos | 29/12/17 | 0.031 | mg/L |
| Nitratos | 29/12/17 | 0.376 | mg/L |
| Turbidez | 29/12/17 | 0.62 | UNT |
| Conductividad | 29/12/17 | 103 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 29/12/17 | 51 | ppm |
| DBO5 | 29/12/17 | <1 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Pág 2-2

"Buscamos el desarrollo armónico con la naturaleza; para una vida digna, justa y humana"

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0585332 8538846 |
| Lugar de muestreo | Limite Chiara y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 2 |
| Fecha de recepción | 28/11/2017 |
| Fecha y hora de muestreo | 27/11/2017 09:00 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 29/12/17 | <2 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 29/12/17 | 7.27 | — |
| Fosfatos | 29/12/17 | 0.041 | mg/L |
| Nitratos | 29/12/17 | 0.313 | mg/L |
| Turbidez | 29/12/17 | 3.52 | UNT |
| Conductividad | 29/12/17 | 129 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 29/12/17 | 64 | ppm |
| DBO5 | 29/12/17 | <1 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Pág 2-2

"Buscamos el desarrollo armónico con la naturaleza; para una vida digna, justa y humana"

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0586363 8540226 |
| Lugar de muestreo | San Juan Bautista y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 3 |
| Fecha de recepción | 28/11/2017 |
| Fecha y hora de muestreo | 27/11/2017 12:00 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 29/12/17 | 2 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 29/12/17 | 7.40 | --- |
| Fosfatos | 29/12/17 | 0.044 | mg/L |
| Nitratos | 29/12/17 | 0.289 | mg/L |
| Turbidez | 29/12/17 | 1.90 | UNT |
| Conductividad | 29/12/17 | 134 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 29/12/17 | 67 | Ppm |
| DBO5 | 29/12/17 | 3 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Pág 2-2

"Buscamos el desarrollo armónico con la naturaleza; para una vida digna, justa y humana"

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0587610 8545406 |
| Lugar de muestreo | Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 4 |
| Fecha de recepción | 28/11/2017 |
| Fecha y hora de muestreo | 27/11/2017 13:00 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 29/12/17 | 90 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 29/12/17 | 7.54 | --- |
| Fosfatos | 29/12/17 | 0.053 | mg/L |
| Nitratos | 29/12/17 | 0.307 | mg/L |
| Turbidez | 29/12/17 | 1.84 | UNT |
| Conductividad | 29/12/17 | 144 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 29/12/17 | 72 | Ppm |
| DBO5 | 29/12/17 | 18 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C"

JR. Celis de la Noya N°. 2496 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO

Tel. RPM: #981847545, #966881440 #971621875 RPC: 934952556. E-mail: kawsaylab@gmail.com

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0587781 8547123 |
| Lugar de muestreo | Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 5 |
| Fecha de recepción | 28/11/2017 |
| Fecha y hora de muestreo | 27/11/2017 14:00 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 29/12/17 | 7 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 29/12/17 | 7.06 | --- |
| Fosfatos | 29/12/17 | 0.016 | mg/L |
| Nitratos | 29/12/17 | 0.364 | mg/L |
| Turbidez | 29/12/17 | 1.53 | UNT |
| Conductividad | 29/12/17 | 212 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 29/12/17 | 106 | Ppm |
| DBO5 | 29/12/17 | 6 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Pág 2-2

"Buscamos el desarrollo armónico con la naturaleza; para una vida digna, justa y humana"



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C"

JR. Cella de la Negra N°. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO

Tel. RPM: #981847545, #966881440 #971621875 RPC: 934952556. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

K-LAB S.A.C.

Laboratorio de ensayo

INFORME FINAL

DIRECCIÓN DE ENTREGA:

Ayacucho – Huamanga – Ayacucho

SOLICITANTE:

Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra.

Ruth Tabita Toscano Salazar.

| | |
|-------------------|------------------------------------|
| Procedencia | Rio Huatatas – Huamanga – Ayacucho |
| Producto | Agua |
| Tipo de servicio | Análisis |
| Informe de ensayo | N° 00187 – 2018 |
| Coordinador | Saúl Alonso Chuchon Martinez |

Informe autorizado por:

K-LAB S.A.C.
Saúl A. Chuchón Martínez
GERENTE GENERAL

Fecha de emisión: 11/02/2018

Pág 1-2

"Buscamos el desarrollo armónico con la naturaleza; para una vida digna, justa y humana"

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0585515 8538441 |
| Lugar de muestreo | Limite Chiara y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 1 |
| Fecha de recepción | 17/01/2018 |
| Fecha y hora de muestreo | 17/01/2018 09:30 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 17/01/18 | N.D. (<1) | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 17/01/18 | 7.47 | --- |
| Fosfatos | 17/01/18 | 0.026 | mg/L |
| Nitratos | 17/01/18 | 0.302 | mg/L |
| Turbidez | 17/01/18 | 0.72 | UNT |
| Conductividad | 17/01/18 | 114 | µs/cm |
| Solidos totales disueltos (STD) | 17/01/18 | 72 | ppm |
| DBO5 | 17/01/18 | <1 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0585332 8538846 |
| Lugar de muestreo | Limite Chiara y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 2 |
| Fecha de recepción | 17/01/2018 |
| Fecha y hora de muestreo | 17/01/2018 10:20 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 17/01/18 | 3 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 17/01/18 | 7.41 | --- |
| Fosfatos | 17/01/18 | 0.038 | mg/L |
| Nitratos | 17/01/18 | 0.324 | mg/L |
| Turbidez | 17/01/18 | 3.01 | UNT |
| Conductividad | 17/01/18 | 145 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 17/01/18 | 59 | ppm |
| DBO5 | 17/01/18 | <1 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple -Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0586363 8540226 |
| Lugar de muestreo | San Juan Bautista y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 3 |
| Fecha de recepción | 17/01/2018 |
| Fecha y hora de muestreo | 17/01/2018 13:00 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 17/01/18 | 4 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 17/01/18 | 7.64 | --- |
| Fosfatos | 17/01/18 | 0.052 | mg/L |
| Nitratos | 17/01/18 | 0.302 | mg/L |
| Turbidez | 17/01/18 | 2.31 | UNT |
| Conductividad | 17/01/18 | 160 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 17/01/18 | 56 | Ppm |
| DBO5 | 17/01/18 | 2 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0587610 8545406 |
| Lugar de muestreo | Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 4 |
| Fecha de recepción | 17/01/2018 |
| Fecha y hora de muestreo | 17/01/2018 14:20 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 17/01/18 | 84 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 17/01/18 | 7.64 | --- |
| Fosfatos | 17/01/18 | 0.059 | mg/L |
| Nitratos | 17/01/18 | 0.289 | mg/L |
| Turbidez | 17/01/18 | 1.95 | UNT |
| Conductividad | 17/01/18 | 132 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 17/01/18 | 69 | Ppm |
| DBO5 | 17/01/18 | 14 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

Información general

| | |
|---------------------------|--|
| Muestreado por | Cliente |
| Coordenadas | 0587781 8547123 |
| Lugar de muestreo | Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo |
| Tipo de muestra | Agua Superficial |
| Identificación de muestra | R-HUA 5 |
| Fecha de recepción | 17/01/2018 |
| Fecha y hora de muestreo | 17/01/2018 15:10 |
| Proyecto | Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga. |

| Análisis | Fecha de fin de análisis | Resultado | Unidad |
|---------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Microbiológico | | | |
| Coliformes fecales | 17/01/18 | 10 | NMP/100mL |
| Química | | | |
| pH | 17/01/18 | 7.11 | --- |
| Fosfatos | 17/01/18 | 0.021 | mg/L |
| Nitratos | 17/01/18 | 0.337 | mg/L |
| Turbidez | 17/01/18 | 1.65 | UNT |
| Conductividad | 17/01/18 | 225 | µs/cm |
| Sólidos totales disueltos (STD) | 17/01/18 | 99 | Ppm |
| DBO5 | 17/01/18 | 4 | mg/L |

Notas de ensayo:

N.D.: Significa que el Resultado es No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis.

TECNICAS DE ENSAYO:

- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric).
- N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983
- N- Nitrito en Agua. EPA Method 354.1, Revised March 1983
- Sólidos Totales Disueltos en Agua. EPA 160.1 March 1983
- Turbidez en Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993
- Conductividad en Agua. EPA Method 120.1 Revised March 1983
- DBO5. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C)

**INFORME DE ENSAYO 0192-2018-K LAB
 CON VALOR OFICIAL**

Pág. 1/3

RAZÓN SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL :
LOCALIDAD : Huamanga
REGIÓN : Ayacucho – Perú
SOLICITADO POR : Kelly Jackelyn Huallanca Saavedra.
 Ruth Tabita Toscano Salazar.

N° DE COTIZACIÓN :
MUESTREADO POR : Cliente
VALIDEZ DEL DOCUMENTO : Este documento es válido solo para la muestra descrita

| Resultado | Referencia | Fecha de Informe: 2018 - 03 - 01 |
|----------------------------|--|----------------------------------|
| Procedencia | Rio Huatatas – Huamanga – Ayacucho | |
| Producto | Agua Superficial | |
| Tipo de Servicio | Análisis | |
| Informe de Ensayo N° | 0192-2018-K LAB | |
| Coordinador de K-Lab | Jhonatan Espinoza | |
| Ensayo realizado en el Lab | Laboratorio de Físico- química/ Laboratorio de Microbiología | |

Gracias por utilizar los servicios de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Por favor, póngase en contacto con el Coordinador de K-LAB, si desea información adicional o cualquier aclaración que pertenecen a este informe.

Informe Autorizado por

Ayacucho 01 de marzo de 2018


Sabi A. Chucho Martínez
 GERENTE GENERAL

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Cellis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

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

Información General

Matriz : Agua Superficial Pág. 2/3
 Coordinadas : 0585515
 8538441
 Procedencia : Limite Chiara y Tambillo
 Proyecto : Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para
 determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el
 departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Identificación de Laboratorio : K-00192
 Tipo de Muestra : Agua Superficial
 Identificación de Muestra : R-HUA 1
 Forma de presentación : En frascos de plástico cerrado y preservado
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2018-02-06
 Fecha Muestreo : 2018-02-05 Hora de muestreo : 08:00
 Fecha de Inicio del ensayo : 2018-02-06 Fecha de término : 2018-02-14

| Análisis | Resultado | Unidad |
|---|-----------|------------|
| Microbiología | | |
| Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW - APHA/WWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). | | |
| Coliformes Termotolerantes | N.C.(<1) | NMP/100 mL |
| Fisico-química | | |
| Conductividad. Agua. EPA Method 120.1 600/4-79-020, Revised March 1983 Conductance (Specific Conductance, μ mhos at 25 °C) | | |
| Conductividad | 128 | uS/cm |
| pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric) | | |
| Ph | 7.5 | |
| Sólidos Totales Disueltos. Agua. EPA Method 160.1 600/4-79020, Revised March 1983. Residue, Filterable (Gravimetric, Dried at 180°C) | | |
| Sólidos Totales Disueltos | 62 | mg/L |
| Turbidez. Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993. Turbidity (Nephelometric) | | |
| Turbiedad | 0.5 | N.T.U. |
| N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983 | | |
| N - Nitrato | 0.3 | mg/L |

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

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C"
LABORATORIO DE ENSAYO



| | | |
|---|----------|------|
| DB05. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C) | | |
| DB05 | N.C.(<1) | mg/L |
| Fosfatos | 0.018 | mg/L |

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Limite de Cuantificación indicado en el paréntesis.

Saul A. Chucho Martínez
GERENTE GENERAL



El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

Información General

Matriz : Agua Superficial Pág. 2/3
 Coordinadas : 0585332
 8538846
 Procedencia : Limite Chiara y Tambillo
 Proyecto : Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huatatas, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Identificación de Laboratorio : K-00193
 Tipo de Muestra : Agua Superficial
 Identificación de Muestra : R-HUA 2
 Forma de presentación : En frascos de plástico cerrado y preservado
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2018-02-06
 Fecha Muestreo : 2018-02-05 Hora de muestreo : 09:00
 Fecha de Inicio del ensayo : 2018-02-06 Fecha de término : 2018-02-14

| Análisis | Resultado | Unidad |
|--|-----------|------------------|
| Microbiología | | |
| Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E.1, p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). | | |
| Coliformes Termotolerantes | 2 | NMP/100 mL |
| Fisico-química | | |
| Conductividad. Agua. EPA Method 120.1 600/4-79-020. Revised March 1983 Conductance (Specific Conductance, $\mu\text{mhos at } 25^\circ\text{C}$) | | |
| Conductividad | 167 | $\mu\text{S/cm}$ |
| pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric) | | |
| Ph | 7.38 | |
| Sólidos Totales Disueltos. Agua. EPA Method 160.1 600/4-79020, Revised March 1983. Residue, Filterable (Gravimetric, Dried at 180°C) | | |
| Sólidos Totales Disueltos | 62 | mg/L |
| Turbidez. Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993. Turbidity (Nephelometric) | | |
| Turbiedad | 2.68 | N.T.U. |
| N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983 | | |
| N - Nitrato | 0.318 | mg/L |

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

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

| | | |
|--|----------|------|
| DB05. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 | | |
| Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C) | | |
| DB05 | N.C.(<1) | mg/L |
| Fosfatos | 0.035 | mg/L |

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Limite de Cuantificación indicado en el paréntesis.



K-LAB S.A.C.
 ASOCIADOS Y CONSULTORES
 Srta. A. Chuchón Martínez
 GERENTE GENERAL



Información General

Matriz : Agua Superficial Pág. 2/3
 Coordenadas : 0586363
 8540226
 Procedencia : San Juan Bautista y Tambillo
 Proyecto : Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huataías, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Identificación de Laboratorio : K-00193
 Tipo de Muestra : Agua Superficial
 Identificación de Muestra : R-HUA 3
 Forma de presentación : En frascos de plástico cerrado y preservado
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2018-02-06
 Fecha Muestreo : 2018-02-05 Hora de muestreo : 12:00
 Fecha de Inicio del ensayo : 2018-02-06 Fecha de término : 2018-02-14

| Análisis | Resultado | Unidad |
|--|-----------|------------------|
| Microbiología | | |
| Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). | | |
| Coliformes Termotolerantes | 2 | NMP/100 mL |
| Físico-química | | |
| Conductividad. Agua. EPA Method 120.1 600/4-79-020. Revised March 1983 Conductance (Specific Conductance, $\mu\text{mhos at } 25^\circ\text{C}$) | | |
| Conductividad | 151 | $\mu\text{S/cm}$ |
| pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric) | | |
| Ph | 7.5 | |
| Sólidos Totales Disueltos. Agua. EPA Method 160.1 600/4-79020, Revised March 1983. Residue, Filterable (Gravimetric, Dried at 180°C) | | |
| Sólidos Totales Disueltos | 74 | mg/L |
| Turbidez. Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993. Turbidity (Nephelometric) | | |
| Turbiedad | 2.13 | N.T.U. |
| N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983 | | |
| N - Nitrato | 0.281 | mg/L |

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

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

DB05. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020
 Revised March, 1983. Biochemical Oxygen Demand
 (5 Days, 20°C)

| | | |
|----------|-------|------|
| DB05 | 3 | mg/L |
| Fosfatos | 0.051 | mg/L |

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Limite de Cuantificación indicado en el paréntesis.



Santi A. Chuchón Martínez
 GERENTE GENERAL



Información General

Matriz : Agua Superficial Pág. 2/3
 Coordenadas : 0587610
 8545406
 Procedencia : Limite San Juan Bautista, Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo
 Proyecto : Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para determinar para determinar la calidad del agua del Rio Huataías, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Identificación de Laboratorio : K-00195
 Tipo de Muestra : Agua Superficial
 Identificación de Muestra : R-HUA 4
 Forma de presentación : En frascos de plástico cerrado y preservado
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2018-02-06
 Fecha Muestreo : 2018-02-05 Hora de muestreo : 13:00
 Fecha de Inicio del ensayo : 2018-02-06 Fecha de término : 2018-02-14

| Análisis | Resultado | Unidad |
|--|-----------|------------|
| Microbiología | | |
| Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW - APHAWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). | | |
| Coliformes Termotolerantes | 89 | NMP/100 mL |
| Físico-química | | |
| Conductividad. Agua. EPA Method 120.1 600/4-79-020. Revised March 1983 Conductance (Specific Conductance, μ mhos at 25 °C) | | |
| Conductividad | 155 | μ S/cm |
| pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric) | | |
| Ph | 7.57 | |
| Sólidos Totales Disueltos. Agua. EPA Method 180.1 600/4-79020, Revised March 1983. Residue, Filterable (Gravimetric, Dried at 180°C) | | |
| Sólidos Totales Disueltos | 73 | mg/L |
| turbidez. Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993. Turbidity (Nephelometric) | | |
| Turbiedad | 1.79 | N.T.U. |
| N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983 | | |
| N - Nitrato | 0.296 | mg/L |

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

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



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y
CONSULTORES S.A.C."
LABORATORIO DE ENSAYO



| | | |
|---|-------|------|
| DB05. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March, 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C) | | |
| DB05 | 16 | mg/L |
| Fosfatos | 0.061 | mg/L |

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Limite de Cuantificación indicado en el paréntesis.


Saul A. Chuchón Martínez
GERENTE GENERAL



Pág. 3/3

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM:
#981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

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

Información General

Matriz : Agua Superficial Pág. 2/3
 Coordenadas : 0587781
 8547123
 Procedencia : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y Tambillo
 Proyecto : Identificación de fuentes de contaminación y aplicación del ICA-NSF para
 determinar para determinar la calidad del agua del Río Huafatas, ubicado en el
 departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Identificación de Laboratorio : K-00196
 Tipo de Muestra : Agua Superficial
 Identificación de Muestra : R-HUA 5
 Forma de presentación : En frascos de plástico cerrado y preservado
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2018-02-06
 Fecha Muestreo : 2018-02-05 Hora de muestreo : 14:00
 Fecha de Inicio del ensayo : 2018-02-06 Fecha de término : 2018-02-14

| Análisis | Resultado | Unidad |
|--|-----------|------------|
| Microbiología | | |
| Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E:1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). | | |
| Coliformes Termotolerantes | 79 | NMP/100 mL |
| Físico-química | | |
| Conductividad. Agua. EPA Method 120.1 600/4-79-020. Revised March 1983 Conductance (Specific Conductance, umhos at 25 °C) | | |
| Conductividad | 208 | uS/cm |
| pH. Agua. EPA 150.1 600/4-79-020, Revised March 1983. pH (Electrometric) | | |
| Ph | 7.61 | |
| Sólidos Totales Disueltos. Agua. EPA Method 160.1 600/4-79020, Revised March 1983. Residue, Filterable (Gravimetric, Dried at 180°C) | | |
| Sólidos Totales Disueltos | 89 | mg/L |
| Turbidez. Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993. Turbidity (Nephelometric) | | |
| Turbiedad | 1.72 | N.T.U. |
| N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983 | | |
| N - Nitrato | 0.339 | mg/L |

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

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



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y
CONSULTORES S.A.C."
LABORATORIO DE ENSAYO



| | | |
|---|-------|------|
| DB05. Agua. EPA Method 405.1 600/4-79-020 Revised March. 1983. Biochemical Oxygen Demand (5 Days, 20°C) | | |
| DB05 | 15 | mg/L |
| Fosfatos | 0.047 | mg/L |

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Limite de Cuantificación indicado en el paréntesis.


Saul A. Chuchón Martínez
GERENTE GENERAL



Pág. 3/3

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

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM:
#981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

Anexo 9. Acervo fotográfico



Reconocimiento de campo



Reconocimiento de campo R-HUA-01 Y R-HUA-02



Reconocimiento de campo R-HUA-02



Reconocimiento de campo R-HUA-03 y uso de multiparametro



Reconocimiento de campo R-HUA-04



Reconocimiento de campo R-HUA-05



Recolección de muestras



*Medición de parámetros de campo con un multiparámetro prestado por el
Gobierno Regional de Ayacucho*



Toma de muestras



Medición de parámetros en campo