

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS AGUAS DEL
RÍO RONQUILLO DESTINADAS PARA CONSUMO
HUMANO – CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Silvia Noemi Leon Plasencia
Jorge Martin Nureña Torres

Asesor:

MCs. Juan Carlos Flores Cerna
<https://orcid.org/0000-0001-7638-3456>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Julián Ricardo Díaz Ruiz	09294063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Marieta Eliana Cervantes Peralta	29425048
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Irma Geralda Horna Hernández	40317442
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis Martín y Silvia

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	geox.udistrital.edu.co Internet Source	1%
2	revistas.unilibre.edu.co Internet Source	1%
3	Submitted to Universidad Santo Tomas Student Paper	1%
4	repositorio.uwiener.edu.pe Internet Source	1%
5	revistas.unal.edu.co Internet Source	<1%
6	ojs.unemi.edu.ec Internet Source	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Student Paper	<1%
8	portal.unas.edu.pe Internet Source	<1%
9	edoc.pub Internet Source	<1%

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que me apoyaron para seguir adelante, en especial a mi familia, quienes desde el inicio de la carrera me contagiaron de entusiasmo y las ganas de superación.

Martín Nureña.

Este trabajo está dedicado especialmente a mi persona por mantenerme fuerte y perseverante a pesar de las dificultades permitiéndome seguir luchando siempre con una sonrisa, también lo dedico a mi hermosa madre por darme la vida y su apoyo incondicional en todo momento.

Silvia León.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su apoyo y motivación, que me ha permitido seguir adelante en este desafío y sé que no los he defraudado.

Martín Nureña.

Agradezco a mi hermosa hija Sayuri por su compañía en todo este largo camino y a mi hermana Nancita por creer en mí, apoyándome incondicionalmente siempre y a todos quienes intervinieron en hacer realidad este nuevo reto.

Silvia León.

Tabla de contenido

Jurado Evaluador	2
Informe de Similitud	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Tabla de Contenido.....	6
Índice de Tablas.....	8
Índice de Figuras	9
Resumen	10
Capítulo I: Introducción	11
1.1. Realidad Problemática	11
Antecedentes.	16
Justificación.....	22
1.2. Formulación del Problema	23
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo General	23
1.3.2. Objetivos Específicos	23
1.4. Hipótesis.....	23
1.4.1. Hipótesis General	23
1.4.2. Hipótesis específicas	24
Capítulo II: Metodología	25
2.1. Tipo de Investigación.....	25
2.2. Población y Muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	25
2.2.1. Población.....	25
2.2.2. Muestra.....	27
2.2.3. Materiales	30
2.2.4. Método	31
2.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos	31
2.3.1. Técnicas de recolección de datos:	31
2.3.2. Análisis de datos:	33
2.4. Procedimiento	34
Capítulo III. Resultados.....	40

Capítulo IV: Discusión Y Conclusiones.....	61
4.1. Discusión	61
Limitaciones:.....	65
Implicancias:	65
4.2. Conclusiones	66
Referencias	68
Anexos.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Efectos crónicos a la salud por exposición de arsénico, cadmio, cromo y plomo en agua potable - EPA	14
Tabla 2. Puntos de muestreo y coordenadas	28
Tabla 3. Características de los puntos de muestreo	29
Tabla 4. Cálculo del caudal	32
Tabla 5. Caudales obtenidos en cada fecha de toma de muestras	34
Tabla 6. Información de precipitaciones SENAMHI	35
Tabla 7. Procedimiento para la toma de muestras	37
Tabla 8. Resultados de medición de parámetros de campo	40
Tabla 9. Resultados obtenidos del laboratorio.....	41
Tabla 10. Resultados obtenidos de las muestras vs. ECA A1	45
Tabla 11. Resultados obtenidos de las muestras vs. ECA A2, A3	46

Índice de figuras

Figura 1. Mapa simplificado de la cuenca del Ronquillo.....	26
Figura 2. Disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo	27
Figura 3. Tramo del río Ronquillo en donde se realizó la toma de muestra.....	30
Figura 4. Valores promedios de las precipitaciones – SENAMHI.....	36
Figura 5. Comparativo de los elementos detectados en las muestras de agua del río Ronquillo	43
Figura 6. Valores obtenidos de pH vs. ECA A1	47
Figura 7. Valores obtenidos de pH vs. ECA A2, A3.....	48
Figura 8. Valores obtenidos de turbiedad vs. ECA A1	49
Figura 9. Valores obtenidos de turbiedad vs. ECA A2, A3	49
Figura 10. Valores obtenidos de conductividad vs. ECA A1.....	50
Figura 11. Valores obtenidos de conductividad vs. ECA A2, A3.....	51
Figura 12. Valores obtenidos de dureza vs. ECA A1.....	52
Figura 13. Valores obtenidos de fósforo total vs. ECA A1.....	53
Figura 14. Valores obtenidos de fósforo total vs. ECA A2, A3.....	54
Figura 15. Valores obtenidos de aluminio vs. ECA A1	55
Figura 16. Valores obtenidos de aluminio vs. ECA A2, A3	55
Figura 17. Valores obtenidos de bario vs. ECA A1	56
Figura 18. Valores obtenidos de bario vs. ECA A2, A3	57
Figura 19. Valores obtenidos de hierro vs. ECA A1.....	58
Figura 20. Valores obtenidos de hierro vs. ECA A2, A3	58
Figura 21. Valores obtenidos de manganeso vs. ECA A1	59
Figura 22. Valores obtenidos de manganeso vs. ECA A2, A3.....	59
Figura 23. Valores obtenidos de molibdeno vs. ECA A1	60

RESUMEN

Esta investigación se enfocó en realizar el análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo usadas para consumo humano en la ciudad de Cajamarca en el año 2020, tomándose muestras en dos puntos diferentes durante enero, febrero, agosto, setiembre y octubre. Se analizó el pH, la conductividad eléctrica, turbiedad y metales; comparando los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas subcategoría A1, A2 y A3, aprobados con el DS N° 004-2017-MINAM. La investigación fue cualitativa-descriptiva. Se rechazó la hipótesis referida a los resultados del análisis físicoquímico del agua, ya que los valores de estos parámetros cumplen con los ECA para aguas subcategoría A1, a excepción del pH, ya que obtuvimos un valor máximo de 8,86 excediendo en 0,4 unidades de pH a lo establecido en la norma vigente, por lo cual se acepta la hipótesis planteada para este parámetro, convirtiéndola en un agua subcategoría A2, la cual, de acuerdo a la normativa actual deberá recibir un tratamiento convencional para su potabilización. Concluyendo que, si bien estas aguas no exceden los parámetros físicoquímicos e inorgánicos de los ECA A2, aún no podemos afirmar si estas aguas reciben el tratamiento adecuado, ya que es necesario realizar el análisis de los parámetros orgánicos-bacteriológicos complementarios.

PALABRAS CLAVES: Ronquillo, físicoquímico, metales pesados, pH, turbiedad, agua superficial, ECA

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Es innegable que hoy en día el agua es uno de nuestros principales recursos naturales y fundamentales para que toda población pueda lograr un desarrollo sostenible; Alarcón y Peláez (2012, p. 2) dan a conocer que las fuentes de agua se encuentran en estrecha relación con factores climáticos diversos, hidrológicos, geológicos y más que nada, se encuentran bajo la influencia de las diversas actividades realizadas por el hombre, ya sea en actividades domésticas, agrícolas, e industriales, incluso mineras, afectando sus características fisicoquímicas, lo cual es preocupante ya que muchas de estas aguas serán utilizadas para consumo humano.

Debido al fácil acceso que tienen las aguas superficiales, son muy susceptibles a ser contaminadas, sobre todo por actividades antrópicas, ya sean de tipo doméstico e industrial. Además, como sabemos, también existe una contaminación de tipo natural ya que el agua va modificando sus propiedades físicas y químicas a medida que avanza por su cauce. La contaminación de los cuerpos de agua, mayormente se debe a la evacuación de desechos producto de las actividades humanas, los que son vertidos a estas fuentes hídricas, aun sabiendo que posteriormente estas se utilizarán para consumo humano, como es el caso del río Ronquillo, cuyas aguas son utilizadas por la EPS SEDACAJ S.A., para el abastecimiento de agua potable a una parte de la población de la ciudad de Cajamarca (SEDACAJ, p. 4), por lo tanto, es importante realizar un análisis fisicoquímico de estas aguas que son captadas por dicha empresa, a fin de conocer sus características y si el tipo de tratamiento que se le aplica es el más adecuado, ya que de no ser así provocaría algunos efectos negativos a la salud a largo plazo, siendo más susceptibles las poblaciones de niños y adultos mayores. Compartimos lo expuesto por Macías et. al (2016, p. 35), quienes afirman que existe un

riesgo inminente de contaminación por cadmio y plomo en los productos agrícolas regados con estas aguas, los cuales pueden causar problemas de salubridad al consumidor final, con mayor peligro para la población infantil. También podemos agregar que, la alta contaminación de agua fresca se traduce en problemas de salud pública que afectan no sólo las poblaciones humanas y animales, sino también el ambiente natural en general. Las tasas elevadas de morbilidad infantil por enfermedad diarreica aguda es un claro ejemplo de los resultados de la contaminación del agua (Gómez, 2018, párr. 4).

En los últimos tiempos, el aumento de la población, las industrias, la falta de una adecuada legislación ambiental y sobre todo la ausencia de una conciencia ambiental, la cual se ve muy marcada en países en vías de desarrollo y de tercer mundo, permite que los cuerpos de agua sean contaminados de manera indiscriminada, ya sea por efluentes domésticos, residuos químicos utilizados en la agricultura, controladores de plagas, etc., van alterando las características fisicoquímicas del agua y dejando gran cantidad de metales pesados en el ambiente y por ende en las fuentes de agua.

De lo citado líneas arriba, se entiende que, las propiedades fisicoquímicas de las aguas superficiales pueden alterarse fácilmente por diferentes contaminantes y/o actividades de origen antrópico, afectando a largo plazo la salud de la población que la utilizan para su consumo. Como lo afirman Torres et. al (2009, p. 81) haciendo referencia al consumo de agua contaminada: “El riesgo crónico está relacionado con la presencia de contaminantes de naturaleza química como compuestos orgánicos e inorgánicos que afectan la salud del ser humano después de largos períodos de exposición”.

Citando a Juárez (2012, p. 15), menciona que, de acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), existen 80 contaminantes que pueden residir en el agua, y que podrían ocasionar problemas a la salud humana. Estos contaminantes se pueden

dividir en dos grupos, de acuerdo a los efectos que causan (agudos y crónicos). Siendo los agudos los que ocurren dentro de unas horas o días posteriores al momento en que la persona consume un contaminante. Los contaminantes más probables que causen efectos agudos son las bacterias y virus. Los efectos crónicos ocurren mucho después (incluso luego de varios años) de haber consumido algún tipo de contaminante sobre los niveles de seguridad que la EPA recomienda, causando daños mayores como cáncer, enfermedades al hígado o riñones y dificultades en la reproducción.

En la siguiente tabla se muestran algunos contaminantes presentes en el agua potable y los problemas que causan en la salud:

Tabla 1

Efectos crónicos a la salud por exposición de arsénico, cadmio, cromo y plomo en agua potable – EPA

Elemento	MNMC* (mg/L)	NMC o TT** (mg/L)	Posibles consecuencias nocivas a la Salud	Fuentes de contaminación comunes en agua potable
Arsénico	ninguno	0,05	Lesiones en la piel; trastornos circulatorios; alto riesgo de cáncer.	Erosión de depósitos naturales; agua de escorrentía de huertos; aguas con residuos de fabricación de vidrio y productos electrónicos.
Cadmio	0,005	0,005	Lesiones renales.	Corrosión de tubos galvanizados; erosión de depósitos naturales; efluentes de refinerías de metales; líquidos de escorrentía de baterías usadas y de pinturas.
Cromo (Total)	0,1	0,1	Dermatitis alérgica.	Efluentes de fábricas de acero y papel; erosión de depósitos naturales.
Plomo	0	Nivel de acción = 0,015; TT	Bebés y niños: retardo del desarrollo físico o mental; podrían sufrir leve déficit de atención y de capacidad de aprendizaje. Adultos: trastornos renales; hipertensión	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales.

* (MNMC) Meta del nivel máximo del contaminante

** (NMC o TT) Nivel máximo de contaminantes o técnicas de tratamiento

Fuente. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)

Estos precedentes citados nos motivan a realizar el estudio de una de las fuentes hídricas utilizadas para abastecer de agua potable a una parte de la ciudad de Cajamarca, hablamos del río “Ronquillo”, el cual se ubica en el norte del Perú en la provincia de Cajamarca, del cual no se conocen muchos estudios realizados en cuanto a sus características físicoquímicas, a comparación de las otras fuentes utilizadas para abastecer de agua potable a la ciudad de Cajamarca, como son el río Porcón y río Grande.

El río Ronquillo se caracteriza por tener una topografía accidentada y altitudes que varían desde los 2 835 hasta los 3 986 msnm. Este río es importante para la población Cajamarquina, ya que es utilizado por la EPS SEDACAJ S.A., en la PTAP Santa Apolonia, abasteciendo de agua potable al 23 % de la población (SEDACAJ, p. 14). La EPS SEDACAJ S.A., en su Plan de Control de Calidad, indica que las aguas del río Ronquillo se clasifican como Categoría 1, subcategoría A2 (SEDACAJ, p. 20), para dicha afirmación se basan en la Resolución Jefatural 056-2018-ANA, la cual deroga la Resolución Jefatural 202-2010-ANA, cabe indicar que en ambas resoluciones no se encuentra listado el río Ronquillo, por tanto, se acepta la información indicada por la EPS SEDACAJ S.A. El caudal de este río depende de la época del año y va disminuyendo debido al paulatino y desmedido incremento de los usos del agua por parte de los agricultores y pobladores cercanos, generando alteraciones en su composición a causa de su uso. De acuerdo a nuestras mediciones, en el año 2020 caudal medio de este río en época de lluvia fue de 133,79 L/s y en época de estiaje fue 81,2 L/s.

Los ecosistemas dependen de un equilibrio muy delicado, los cuales se ven alterados por los niveles actuales de contaminación, afectando a todos los componentes de la cadena trófica. Por tanto, la cuenca del río Ronquillo y sus alrededores también se ve afectada.

Las características que posee el agua del río Ronquillo, responde a las concentraciones de los elementos que contiene, como por ejemplo metales, minerales, entre otros; estas características al ser comparadas con los ECA, determinarán su calidad.

Por lo tanto, es importante realizar un análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano en el distrito de Cajamarca 2020, a fin de conocer sus características y comparar los resultados obtenidos con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para aguas subcategoría A1.

Antecedentes.

En el plano internacional Gualdrón (2016, p. 98) en su estudio “Evaluación de la Calidad de Agua de Ríos de Colombia Usando Parámetros Físicoquímicos y Biológicos”, luego de analizar los valores de: temperatura, turbiedad, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno, el autor llegó a la conclusión que los valores de dichos parámetros están dentro de lo aceptable según la normativa colombiana, mientras que, la turbiedad y los sólidos disueltos totales presentaron valores muy por encima de lo permitido por dicha normativa. Por otro lado, al realizar un análisis bacteriológico se encontraron altos niveles de coliformes totales, los cuales son un indicativo que el estado de algunos ríos de Colombia según palabras del autor “es deplorable”, debido a la existencia de vertimientos de aguas residuales, además indica que los altos niveles de turbiedad son el resultado no sólo de las condiciones geomorfológicas de dicho país generados por procesos de arrastre, sino también debido a vertimientos de tipo industrial y/o urbano, lo cual muestra que gran parte del agua de los ríos de Colombia no es apta para consumo humano.

Asimismo, Baque et. al (2016, p. 116), quienes en su investigación llamada “Calidad del Agua Destinada al Consumo Humano en un Cantón de Ecuador”, analizaron las aguas

del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador, en nueve estaciones de bombeo de EPMAPAQ (Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Quevedo – Ecuador), tanto en época de lluvia y estiaje, concluyendo que, “El Índice de calidad del agua determina que esta agua no es apta para consumo humano, debido a que los indicadores la ubican en agua de dudoso consumo, que requiere tratamiento de potabilización.” Puesto que los parámetros de pH, turbidez, color, dureza total, sólidos disueltos, hierro y nitritos tienen una calidad aceptable, mientras que los valores de coliformes fecales, manganeso y oxígeno disuelto en época de lluvia, sobrepasan los límites permitidos de acuerdo a la normativa de dicho país. Además de esto, debido a que los parámetros pH, dureza, color, nitritos y fosfatos aumentan en la época lluvia, y los nitratos y hierro aumentan en la época de estiaje, recomiendan que se debe realizar un monitoreo permanente de dichas aguas, a fin de identificar los focos de contaminación.

Tal como ya hemos mencionado, que debido al fácil acceso que tienen las aguas superficiales, son muy susceptibles a ser contaminadas, sobre todo por actividades antrópicas, ya sean de tipo doméstico e industrial. Díaz y Granada (2018, p. 51) en su investigación “Efecto de las Actividades Antrópicas Sobre las Características Físicoquímicas y Microbiológicas del río Bogotá a lo Largo del Municipio de Villapinzón, Colombia”, luego de analizar las características físicoquímicas y microbiológicas de las aguas de dicho río, dan a conocer que las concentraciones de cromo total superan entre 2 a 10 veces los límites de la normativa colombiana debido a la presencia de curtiembres, al igual que los valores de carbono total, color y turbiedad, además que el pH presentó valores por debajo de 4, por lo cual concluyen que dichas aguas no son aptas para consumo humano ni agropecuario. Este estudio muestra con claridad el proceso de degradación del río Bogotá causado por los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales. De los resultados

obtenidos en dicho trabajo, determinan que: “El deterioro progresivo de la calidad del agua del río Bogotá, es ocasionado por las actividades antrópicas que se realizan en Villapinzón; lo cual posiblemente sea la causa de la alta incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias del sistema digestivo en niños menores de 5 años en dicha localidad”.

Por otra parte, a nivel nacional, Graza y Quispe (2015, pp. 95 - 96). En cuyo trabajo de investigación para determinar metales pesados en el Río Santa, denominado “Determinación de Pb, Cd, As en Aguas del Río Santa en el Pasivo Minero Ambiental de Recuay, Ticapampa; Recuay - Ancash” menciona que, durante el desarrollo de su trabajo cuantificó las concentraciones de algunos metales como arsénico, cadmio y plomo en las aguas de un tramo del río en mención, en una zona adyacente al pasivo ambiental minero de Recuay, Ticapampa, departamento de Ancash. Las muestras, se tomaron en nueve puntos consecutivos, analizándose la concentración de los metales indicados utilizando el método de espectrofotometría de absorción atómica. Encontrado las siguientes concentraciones: arsénico 0,0404 mg/L, plomo 0,6402 mg/L y cadmio 0,0396 mg/L; siendo todos ellos superiores a los ECA normados en el D.S. 004-2017 “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del MINAM, los cuales indican que parte de la contaminación de estos metales en el río Santa, es provocada principalmente por la descarga de residuos mineros ubicados en el tramo Ticapampa – Recuay. En cuanto a los análisis de sedimentos, se evidencian diferentes grados de toxicidad por presencia de metales pesados, siendo comparados con los ECA. Concluyendo que la contaminación por Pb, Cd, y Ar, tienen origen minero. Determinándose que dicha agua, no es adecuada para el uso y consumo humano.

Espinoza (2019, p. 83), al realizar la medición de algunos parámetros físicoquímicos como pH, sulfatos, conductividad, cloruros, sólidos disueltos totales, dureza, nitratos y nitritos, turbiedad y parámetros microbiológicos, entre los cuales tenemos: coliformes

totales, termotolerantes y bacterias; en su tesis “Determinación del Índice de Calidad Ambiental de las Aguas Destinadas a Consumo Humano en el Sector de Chanchajalla, Distrito la Tinguña – ICA 2019”, concluyó, que el Índice de Calidad Ambiental (ICA) de las aguas del pozo nombrado IRHS 23 Grifo (el autor no indica el significado de dichas siglas), comparó los resultados físicoquímicos y microbiológicos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - A1, aprobados por el D.S. N° 004-2017-MINAM y con los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de calidad del agua aprobado en el D.S. N°031-2010-SA, aplicando el ICA-PE, determinó que el nitrito, sulfato, bacterias coliformes totales y termotolerantes fueron los parámetros que incumplieron con la normativa. Con estos resultados procedió a calcular el ICA, arrojando 33,33 como resultado, lo cual indica que dicha agua no es apta para el consumo humano, a pesar que los resultados físicoquímicos si están dentro de los ECA para la subcategoría A1 aprobados por el D.S. N°004-2017-MINAM y con los LMP establecidos en el reglamento de calidad del agua aprobado en el D.S. N°031-2010-SA.

En tanto que, a nivel regional, Tirado y Valverde (2019, pp. 30 – 32). En su tesis “Determinación de la Concentración de Hierro, Manganeso y Cobre en Aguas del Río Chiminero de la Provincia de Cajabamba” afirman que, en la actualidad, a pesar que la actividad humana es poca en algunos lugares inhóspitos, la contaminación de metales pesados se ha incrementado debido al uso de diferentes fertilizantes químicos, pesticidas y detergentes, entre otros, los cuales al acumularse en los diferentes ecosistemas y trasladarse en las fuentes de agua alteran sus características físicoquímicas. Se determinó que la concentración de hierro en el mes de julio fue 6,258 mg/L y en setiembre fue 6,321 mg/L, en el caso del cobre, para julio fue 2,451 mg/L y en setiembre 2,451 mg/L. En el punto RCH-2 superaron los estándares de calidad ambiental, en el punto tomado después del área

influenciada por la minería informal. Mientras que el metal manganeso en todos los puntos tomados, superan el estándar de calidad ambiental, siendo el punto RCH-4 en el que las concentraciones de manganeso fueron más altas, en julio fue 8,548 mg/L y setiembre 8,561 mg/L.

De acuerdo en la afirmación de Muñoz (2016, p. 67) en su tesis “Caracterización Físicoquímica y Biológica de las Aguas del Río Grande Celendín – Cajamarca”, que en la última década se ha incrementado el uso de macroinvertebrados acuáticos y/o bentónicos, como una herramienta biológica para la evaluación del agua. El objetivo de su investigación fue caracterizar las aguas del río Grande en Celendín Cajamarca Perú, en cinco estaciones de muestreo ubicadas en los sectores de Chupset, el Gaitán, Shuitute, los Pajuros y Llangat; en la cuenca del río Grande entre octubre y noviembre de 2014 así como también en enero y febrero de 2015, correspondiente a épocas de estiaje y de lluvias. Midiendo los siguientes parámetros físicoquímicos: pH, conductividad eléctrica (CE), temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno disuelto (OD), turbiedad, y sólidos totales, en cada punto de muestreo. Para determinar la calidad del agua en general se asignaron valores de ponderación a los índices bióticos, los mismos que establecieron un valor de ponderación (2) correspondiente a una calidad del agua “Regular” en el río Grande en su valoración por estaciones de muestreo.

Además, Saldaña (2017 pp. 84 – 85) en su tesis “Determinación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Distrito de Bambamarca, Provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca – 2017” quien tuvo como objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, región Cajamarca – 2017, entre los meses de agosto – octubre en cuatro puntos de monitoreo, recolectando mensualmente muestras de agua natural y agua potable, para cumplir su objetivo. El agua natural de la captación “Tres

Chorros” (CTC) presentando bajos niveles de contaminación (58 NMP/100 mL en agosto para coliformes totales), mientras que en los reservorios (Reservorio R-1 y R-2) y la red de conexión domiciliaria (Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña”) el agua para el abastecimiento hacia la población, presentó una buena calidad, siendo aptas para el consumo humano, después de utilizar los parámetros físicos empleados en campo como la conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, sólidos totales disueltos, temperatura y turbidez, también se colectaron muestras de parámetros químicos como el color, cloro libre residual, dureza total, metales totales y mercurio. Se evaluaron también los parámetros microbiológicos como los coliformes totales y coliformes termotolerantes. El agua potable no presentó metales pesados, pero sí metaloides como calcio, magnesio y sodio en bajas concentraciones y están dentro de los parámetros permitidos. Los datos tomados en campo se mantuvieron estables, presentando los siguientes valores promedio, pH 7,84, temperatura 19,04 °C, conductividad eléctrica 501,08 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez 1,35 NTU, oxígeno disuelto 6,12 mg/L y sólidos disueltos totales 279,17 mg/L. Para los valores químicos, se obtuvo los siguientes resultados: dureza total 281,01 mg/L, cloro libre residual 0,75 mg Cl_2/L , aluminio 0,028 mg/L, bario 0,029 mg/L, berilio 0,001 mg/L, boro 0,037 mg/L, calcio 97,71 mg/L, fósforo 0,01 mg/L, manganeso 0,001 mg/L y sodio 2,2 mg/L; y en parámetros microbiológicos se obtuvo: coliformes totales 8,50 NMP/100 mL y termotolerantes 3,50 NMP/100 mL; evaluados en las cuatro estaciones de monitoreo no superaron los límites máximos permisibles para los ECA subcategoría A1. Se llegó a la conclusión que los coliformes es el mayor agente contaminante del agua en el distrito de Bambamarca. Sin embargo, se afirma que el agua utilizada para consumo humano en el distrito de Bambamarca cumple con la normativa vigente según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

De acuerdo a Guevara (2023, p. 59) en su investigación “Calidad del Agua Pre y Post Tratada de las Plantas de Agua Potable El Milagro y Santa Apolonia de la Ciudad de Cajamarca” al analizar las muestras de siete puntos diferentes tanto en época de lluvia y estiaje de los ríos que se sirve la EPS SEDACAJ S.A., entre ellos el río Ronquillo cuyos resultados promediados para turbiedad fue 22 NTU, para pH 7,36, aluminio 1,38, y otros elementos como: cromo, cadmio y arsénico los valores de sus concentraciones fue 0, llegando a la conclusión que dichos valores no fueron significativos ya que no superan los ECA que se encuentran dentro de lo establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Justificación

Como sabemos, el agua es un recurso para el desarrollo de la vida. Este recurso en los últimos tiempos ha venido siendo contaminado debido al desarrollo de actividades antropogénicas como el uso fertilizantes, insecticidas, desechos domésticos, entre otros, y causas naturales como las características propias del suelo, eventos volcánicos, deslizamientos de suelo, etc., por lo tanto nuestra preocupación de realizar un análisis fisicoquímico del agua del Río Ronquillo, puesto que abastece a una de las captaciones de la EPS SEDACAJ S.A., de la cual se sirve el 23 % de la población de Cajamarca (SEDACAJ p. 14), pues es sabido que el consumo de agua contaminada puede provocar efectos nocivos para la salud. Las aguas del Río Ronquillo están clasificadas como Categoría 1, subcategoría A2 (SEDACAJ p. 20). Concentraciones elevadas de sus características fisicoquímicas, son uno de los principales agentes causantes de problemas de salud a largo plazo, debido a su bioacumulación en nuestros organismos. Por ello la presente investigación se basa en analizar las características fisicoquímicas de las aguas del río Ronquillo.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo, destinadas para consumo humano en Cajamarca 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano – Cajamarca 2020

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el pH, la conductividad, la turbiedad y la temperatura en las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano – Cajamarca 2020.
- Determinar las concentraciones de: dureza, fósforo total, aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobre, cromo total, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, uranio y zinc, en las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano – Cajamarca 2020.
- Comparar los resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental para agua categoría A: subcategorías A1, A2 y A3 para consumo humano, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Los resultados del análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano superan los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 1-A1, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las características físicas como el pH, conductividad, temperatura y turbiedad de las aguas del río Ronquillo en los puntos RRONQ1 y RRONQ2 superan los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 1-A1, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- Las concentraciones de dureza, fósforo total, aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobre, cromo total, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, uranio y zinc, de las aguas del río Ronquillo en los puntos RRONQ1 y RRONQ2 superan los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 1-A1, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- Los resultados fisicoquímicos obtenidos exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría A: subcategorías A1 establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue cualitativa y descriptiva, pues se tomaron muestras puntuales de las aguas del río Ronquillo en dos épocas del año muy diferenciadas (lluvia y estiaje) con la finalidad de analizar sus aspectos físicoquímicos, y la variabilidad de estos en cada época del año, lo cual nos permitió definir las características de sus aguas y tener un concepto de su calidad.

2.2 Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos)

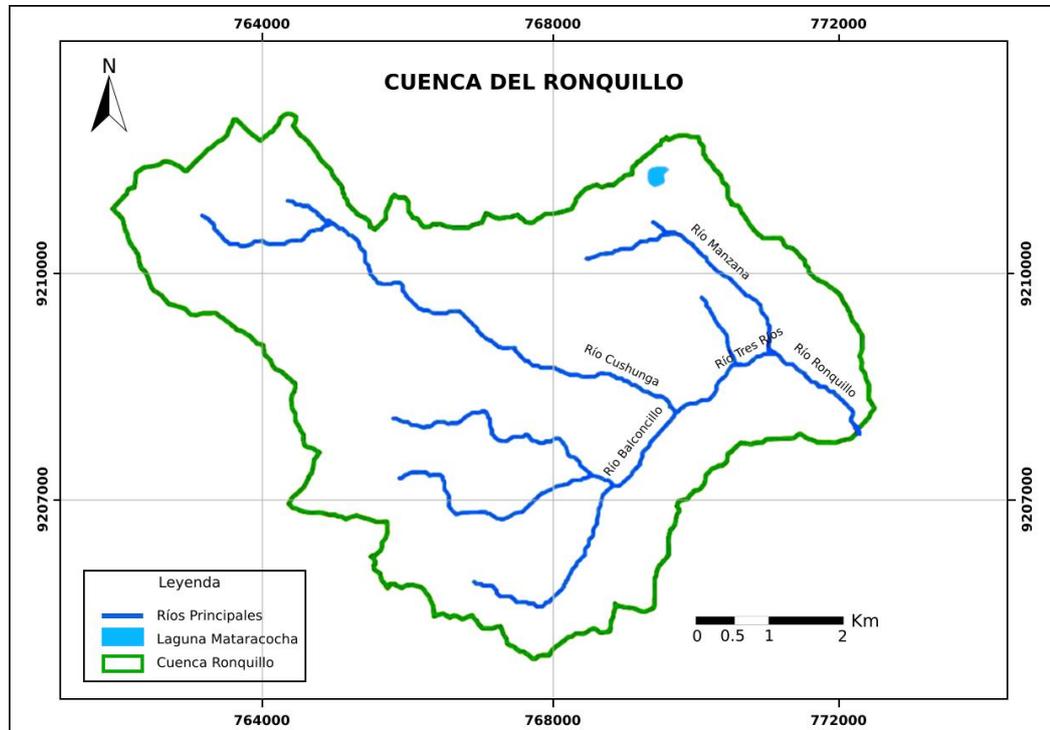
2.2.1 Población

La población en el presente estudio, son las aguas del río Ronquillo, cuyo volumen está determinado por la época del año.

La cuenca del Ronquillo la conforman tres ríos: Cushunga, Balconcillo y Manzana, la unión de estos forman el río Tres Ríos el mismo que metros más abajo cambia su nombre a Río Ronquillo, tomando el nombre de dicha zona (Díaz 2018, p. 13). La cuenca del Ronquillo tiene un área total de 42 km² aproximadamente (Krois y Schulte, 2014, párrafo 1). Se encuentra entre las cotas de 2 840 msnm y 3 950 msnm (Álvarez 2016, p. 52). En época de estiaje, experimenta una marcada escasez del recurso hídrico que se agudiza en los meses de agosto a septiembre, afectando a la población que se sirve del agua de esta cuenca. (Ministerio del Ambiente e Instituto Geofísico del Perú 2019, pp.17-18).

Figura 1

Mapa simplificado de la cuenca del Ronquillo

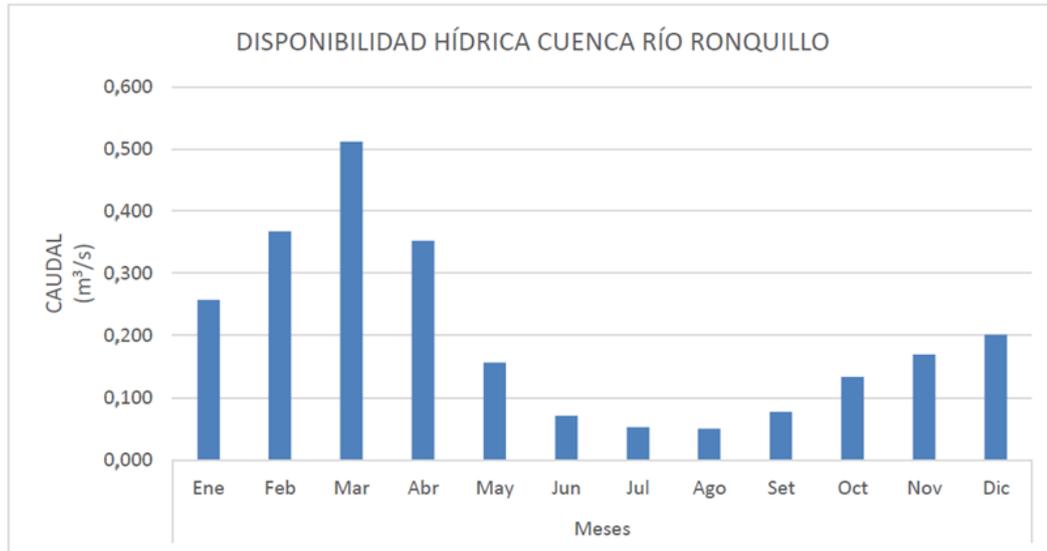


Fuente. Instituto Geofísico del Perú, 2019

El cauce principal, tiene una longitud de 9,72 km, y una pendiente de 2,79 % (Tello 2019, p. 60). Su disponibilidad hídrica está determinada por la época del año, (lluvia o estiaje), en el siguiente cuadro se aprecia la variabilidad de la disponibilidad hídrica de la cuenca del río Ronquillo:

Figura 2

Disponibilidad de agua por escorrentía cuenca río Ronquillo



Fuente: (Tello 2019, p. 67)

El gráfico muestra el promedio mensual de los caudales de la cuenca del río Ronquillo, en donde se observa que la mayor disponibilidad de agua se presenta entre los meses de enero hasta abril.

2.2.2 Muestra

Los puntos de muestreo se seleccionaron debido a su cercanía al ingreso de la captación denominada “El Ronquillo de la EPS SEDACAJ S.A.”, de la cual se abastece al 23% de la población de Cajamarca, además se buscó una zona en la cual el río no presente demasiada turbulencia a fin de evitar alterar las características del agua por remoción de sedimentos.

Tabla 2
Puntos de muestreo y coordenadas

Punto de Muestreo	Coordenadas		Altitud
	Norte	Este	
RRONQ1	9208476	771830	2 818 m.s.n.m.
RRONQ2	9208235	772038	2 816 m.s.n.m.

Cada uno de los puntos especificados, los cuales son: RRONQ1 (300 m aguas arriba de la captación “El Ronquillo” de la EPS SEDACAJ S.A.) y RRONQ2 (ingreso de aguas a la captación “El Ronquillo”), los mismos que fueron seleccionados por su relevancia con la presente investigación, tomando en consideración lo indicado en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales del ANA; el cual estipula que los puntos de muestreo deben ser establecidos en lugares específicos entre los cuales podemos mencionar: centros poblados y zonas urbanas, pasivos mineros, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminadas puntuales y difusas, y toda información concerniente al área de evaluación. Además, entre los aspectos que el protocolo indica, también se debe considerar lo siguiente: Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal, etc. Además, el lugar establecido para la toma de las muestras de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, etc.

Tabla 3

Características de los puntos de muestreo

Características	Enero 2020	Febrero 2020	Agosto 2020	Setiembre 2020	Octubre 2020
Clima	Soleado	Nublado con lluvias ligeras.	Soleado	Parcialmente nublado.	Nublado, lluvia ligera.
Accesibilidad	Fácil accesibilidad. Existe una carretera angosta en la margen derecha del río.	Fácil accesibilidad. Existe una carretera angosta en la margen derecha del río.	Fácil accesibilidad. Existe una carretera angosta en la margen derecha del río.	Fácil accesibilidad. Existe una carretera angosta en la margen derecha del río.	Fácil accesibilidad. Existe una carretera angosta en la margen derecha del río.
Fuente de agua	El río en este mes se encontraba tranquilo, con poca agua, de color transparente	El río en este mes se encontraba tranquilo, pero aumentó su caudal, pero el agua se mantenía de color transparente	El río en esta fecha se encontraba con bajo caudal, poca corriente y agua muy transparente.	Al igual que en el mes de agosto, es caudal estaba bajo, con poca corriente y el agua a la vista estaba muy transparente. Bastante presencia de grava.	El río presentaba más caudal que en los 2 meses anteriores, el agua se mantenía de color transparente.
Entorno	Zona agreste, se encontró a unos niños que pastaban ovejas en las orillas del río.	El lugar es agreste, se encontró un animal muerto y en condiciones de descomposición.	Zona agreste, con regular vegetación. Con alta sensación térmica.	Zona agreste, vegetación parcialmente seca. Había gente lavando ropa unos metros aguas arriba de la toma de muestras.	El lugar es agreste, casi sin cambios con respecto a los 2 meses previos.

Figura 3

Tramo del río Ronquillo en dónde se realizó la toma de muestras (Punto de Muestreo 1 y 2). El círculo rojo indica el lugar en el cual se realizó la medición del caudal.



Fuente. Captura de pantalla de Google Earth

2.2.3 Materiales

En la presente investigación los materiales utilizados para la toma de muestras fueron:

- Ficha de campo.
- Etiquetas para la identificación de muestras.
- Frascos de polietileno de alta densidad de 1litro.
- Reactivos para la preservación de muestras (ácido nítrico al 1%).
- Plumón indeleble.
- Guantes de nitrilo.
- Medidor multiparámetro portátil para determinar parámetros de campo:

Marca HACH, modelo HQ30d.

- Cooler de alimentos para el transporte de las muestras.

2.2.4 Método

El método utilizado para la presente investigación se basó en la observación, medición y comparación de datos.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas de recolección de datos:

La recolección de datos y toma de muestras se realizó de acuerdo a lo estipulado en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” – ANA. El cual, en lo referente al monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, estipula que el equipo encargado de realizar el muestreo debe tener un mínimo de 2 personas, a fin de tener una distribución homogénea de las actividades de campo.

Se hizo un reconocimiento de la zona, teniendo en cuenta las características de la zona, las cuales sean accesibles y que cumplan con lo indicado en el protocolo mencionado.

Previo a la toma de muestras se realizó la medición del caudal utilizando el método del flotador, metodología que se explica en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” – ANA. Para esto, se debe elegir una sección homogénea del río, la misma que debe tener una distancia adecuada. Para este caso seleccionamos una zona de 30 metros de longitud lo más recta y homogénea posible, se arrojó un flotador desde el punto de inicio al punto final y se midió el tiempo que tardó en recorrer el flotador entre los dos puntos, se midió la profundidad del

río en ambas orillas y en la parte central. Con los valores de campo se realizaron los cálculos respectivos, obteniendo los siguientes resultados para el caudal:

Tabla 4

Cálculo del caudal (Método del flotador- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales)

Descripción	Valores				
	Enero 2020	Febrero 2020	Agosto 2020	Setiembre 2020	Octubre 2020
Tiempo promedio recorrido del flotador (s)	77,60	53,20	61,03	78,60	70,79
Distancia (cm)	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00
Ancho del río (cm)	248,00	260,00	250,00	245,00	250,00
Profundidad promedio (cm)	9,50	16,60	9,67	9,00	16,67
Factor de corrección (fondo irregular)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Velocidad de flotador (cm/s)	38,66	56,39	49,16	38,17	42,38
Área sección (cm ²)	2 356,00	4 316,00	2 417,50	2 205,00	4 167,50
Pre caudal (cm ³ /s)	91 082,47	243 383,46	118 835,00	84 160,31	17 661,93
Corrección caudal	72 865,98	194 706,77	95 068,00	67 328,24	141 291,14
Caudal Final (L/s)	72,87	194,71	95,07	67,33	141,29

Los parámetros de campo como son pH, temperatura y conductividad se realizaron en la zona de toma de muestras utilizando un equipo medidor multiparámetro marca HACH, modelo HQ30d.

Se programó realizar 6 tomas de muestras en el año, tres (03) en época de lluvias (enero, febrero y marzo) y tres (03) en época de estiaje (julio agosto y setiembre), realizadas en la misma zona. La primera toma de muestras se realizó el 16 de enero de 2020. La segunda toma de muestras se realizó el 17 de febrero de 2020.

Debido a la pandemia de la COVID 19, se detuvo la investigación, ya que el gobierno decretó el estado de emergencia y el aislamiento total el 15 de marzo de 2020, por lo que la tercera toma de muestras, que correspondía a la época de lluvias y que estaba programada para el 21 de marzo de 2020, así como también la primera toma de muestras de la época de estiaje programada para el mes de julio de 2020, no fueron posibles de realizar, retomando esta actividad en los meses de agosto setiembre y octubre de 2020.

Las muestras tomadas se preservaron en frascos de polietileno de alta densidad de 1litro para cada punto de muestreo, agregando 20 gotas de ácido nítrico al 1%, y se trasladaron en coolers hasta el laboratorio.

2.3.2. Análisis de datos:

Para el análisis y tratamiento de los datos se utilizó el programa Microsoft Excel, en el cual se ingresaron los datos en diferentes hojas de cálculo de acuerdo al tipo de resultado que se necesitó obtener, como gráficos puros, cálculo de valores, etc., a fin de poder interpretar la información y realizar las comparaciones con los ECA.

2.4. Procedimiento

El método de tratamiento de datos ha sido estadístico descriptivo, el cual se limita a describir un conjunto de datos y su comportamiento, haciendo referencia al cálculo del promedio a fin de conocer el comportamiento general de la población. (Excel para todos, 2023, párr. 1).

El tipo de muestra tomada fue de tipo simple o puntual, la cual consiste en tomar una porción de agua de un punto o lugar específico ya determinado, para la realización del análisis, este representará las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias en el instante de la toma de muestras.

Los caudales medidos en cada mes varían bastante, ya que son condicionados a las precipitaciones, como se muestra a continuación:

Tabla 5

Caudales obtenidos en cada fecha de toma de muestras (L/s)

Meses:	Enero 2020	Febrero 2020	Agosto 2020	Setiembre 2020	Octubre 2020
Caudal:	72,87	194,71	95,07	67,33	141,29

Como muestra la tabla 5, en el mes de febrero de 2020, el caudal fue mayor que en el mes de enero, debido a que las lluvias se habían intensificado.

También podemos apreciar que en los meses de agosto y setiembre de 2020 el caudal disminuyó considerablemente debido a la ausencia de lluvias en esta época del

año y aumentando dicho caudal en el mes de octubre, debido a la presencia de lluvias en el día previo a la toma de muestra. Lo cual se puede evidenciar de acuerdo a la información de las precipitaciones obtenidas del SENAMHI, tal como se me muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6
Información de precipitaciones SENAMHI

FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	(°C)		RELATIVA	(mm/día)
	MAX	MIN	(%)	TOTAL
13/01/2020	21,2	8	64,2	0,4
14/01/2020	21,1	8,2	54,6	0,1
15/01/2020	23	10,3	57,1	0
16/01/2020	23,2	11,2	51,5	0
14/02/2020	21,8	10,2	67,3	0
15/02/2020	23,6	7,8	70,1	0,7
16/02/2020	24	8,6	67,1	0,8
17/02/2020	23	10,6	60,7	< 0,1 mm/día
18/08/2020	22,8	7,1	61	< 0,1 mm/día
19/08/2020	23,8	8,6	55,4	0,4
20/08/2020	23,6	9,4	58,5	0
21/08/2020	20,4	8,2	67,9	0,3
11/09/2020	24,2	5,6	52,8	< 0,1 mm/día
12/09/2020	22,6	5,8	47,2	0
13/09/2020	20,8	4,5	54,2	0
14/09/2020	20,9	5,4	51,9	0
16/10/2020	21,7	7,4	46,2	0
17/10/2020	23,4	8,2	46,1	0

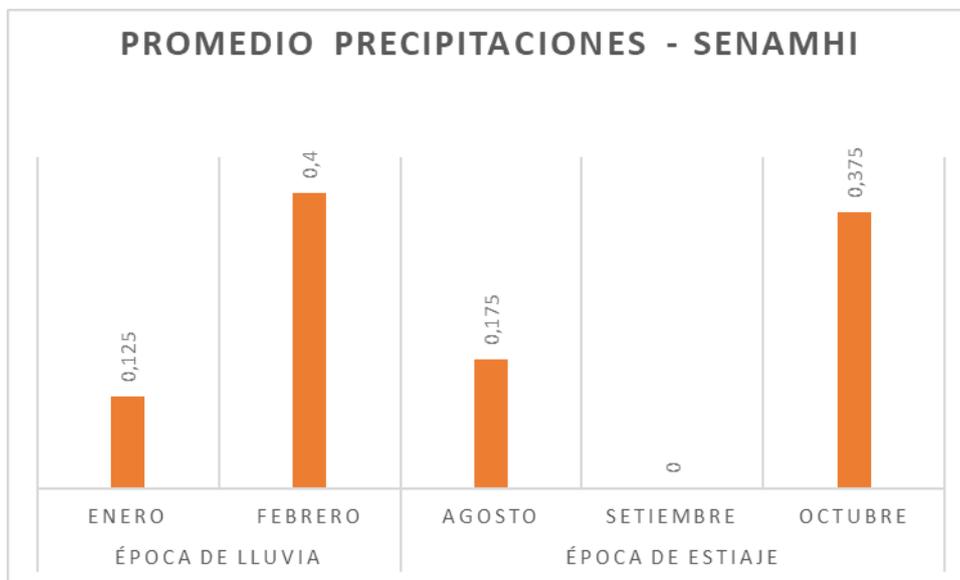
18/10/2020	24,0	6,9	56,2	1,5
19/10/2020	23,6	6,4	48,5	0

Fuente. SENAMHI (Estación Augusto Weberbauer)

En la tabla 6 se ha considerado los valores de las precipitaciones hasta tres días previos de la fecha de toma de muestras.

Figura 4

Valores promedio de las precipitaciones obtenidos del SENAMHI en los meses que se tomaron las muestras de agua.



Valores promedio de precipitaciones 3 días previos a cada toma de muestra. Evidenciándose que para el mes de enero entre los días indicados se tuvo una precipitación promedio de 0,125 mm/día. En febrero 0,4 mm/día; para agosto tenemos 0,175 mm/día; en setiembre 0 mm/día y en octubre 0,375 mm/día.

Si bien en octubre, a pesar de ser época de estiaje se tiene un valor similar a febrero, esto se debe a que coincidentemente un (01) día antes de la toma de muestras llovió bastante, pero el resto de días no se habían presentado precipitaciones, tal como se ve en la tabla 5.

La toma de muestras se realizó cumpliendo con los requisitos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7

Procedimiento para la toma de muestras

Ensayo realizado	Recipiente / Envase	Cantidad de muestra	Modo de preservación de muestra	Tiempo de transporte al laboratorio
pH, temperatura, turbidez y conductividad			Mediciones realizadas en campo	
Metales	Fascos de polietileno de alta densidad	1000 mL	Se agregó 3 mL de Ácido Nítrico (HNO ₃), depositando los fascos en un cooler hasta llegar al laboratorio	2 horas

Cada uno de los fascos correspondientes a los puntos de muestreo se rotularon para su identificación, los cuales tenían un volumen de 1 litro por cada muestra de agua.

El método de preservación de las muestras de agua fue mediante la acidificación con ácido nítrico al 1%, y transportaron las muestras en un cooler.

Las muestras tomadas, se llevaron al “Laboratorio Regional del Agua” del Gobierno Regional de Cajamarca para realizar los respectivos análisis.

Los métodos de ensayo utilizados por el Laboratorio Regional del Agua, fueron los siguientes:

- **Metales Disueltos y Totales por ICP-OES:** EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- **Mercurio por AAS-CV:** EPA 245.1. Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry.

Los cuales están indicados en los informes de los resultados de los análisis de agua entregados por el laboratorio, y se adjuntan en los anexos.

Los resultados obtenidos nos permitirán conocer si el tratamiento aplicado a estas aguas por la EPS SEDACAJ S.A., está acorde a su categoría, como lo estipulan en su Plan de Control de Calidad, donde hacen referencia que el tipo de tratamiento utilizado para potabilizar las aguas del río Ronquillo en la PTAP “Santa Apolonia” es de tipo “convencional” (SEDACAJ p. 4) y de acuerdo a lo indicado en el Decreto Supremo – 004-2017-MINAM, el cual establece que:

Las aguas para uso poblacional y recreacional pertenecen a la categoría 1, en donde las aguas subcategoría A son aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, del cual se subdividen en:

Subcategoría A1. Estas aguas debido a su calidad presentan las condiciones suficientes para ser potabilizadas aplicando solamente métodos de desinfección.

Subcategoría A2. A estas aguas se les debe aplicar un tratamiento convencional, el cual consiste en la aplicación de procesos como coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración y adicionalmente la desinfección.

Subcategoría A3. Aquellas aguas que además del tratamiento convencional se deberán incluir procesos físicos y químicos avanzados como precloración, microfiltración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las muestras de agua, son los siguientes:

Tabla 8

Resultados de medición de parámetros de campo.

Parámetro	Época de lluvias				Época de estiaje					
	Enero 2020		Febrero 2020		Agosto 2020		Setiembre 2020		Octubre 2020	
	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2
Temperatura °C	21,1	20,1	20,1	20,6	21,6	21,9	21,8	22,1	20,9	21,2
pH	8,51	8,58	8,50	8,56	8,30	8,38	8,86	8,82	8,50	8,56
Turbidez (UNT)	2,23	2,39	2,23	2,38	2,20	2,23	2,18	2,21	2,48	2,52
Conductividad (µS/cm)	336	347	338	351	341	349	343	350	339	342

Esta tabla, muestra los resultados de la medición de los parámetros de campo: temperatura, pH, turbidez y conductividad; medidos en cada punto de muestreo.

Tabla 9

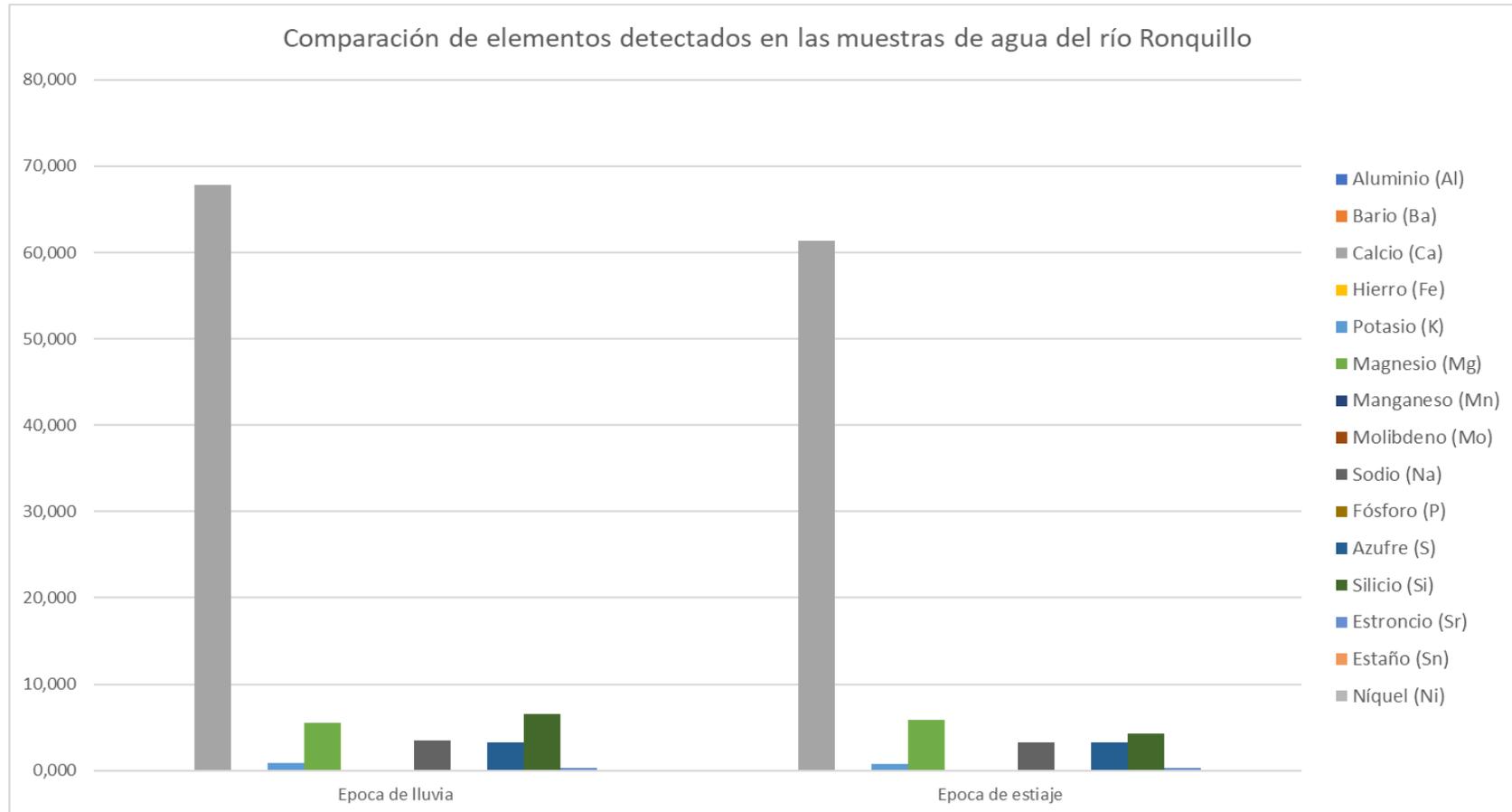
Resultados de las muestras de agua obtenidos del Laboratorio Regional del Agua (sólo se muestran los parámetros que fueron detectados).

Parámetro mg/L	LCM	Época de lluvia				Época de estiaje					
		Enero		Febrero		Agosto		Setiembre		Octubre	
		RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2
Aluminio	0,023	0,116	0,113	0,052	0,059	<LCM	<LCM	0,050	0,054	<LCM	<LCM
Bario	0,004	0,042	0,041	0,040	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035	0,034	0,034
Calcio	0,124	60,06	61,28	75,54	74,27	59,41	58,11	59,78	58,60	67,56	64,72
Hierro	0,023	0,064	0,049	<LCM	0,025	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Manganeso	0,003	<LCM	<LCM	0,004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Potasio	0,051	1,031	0,974	0,792	0,769	0,710	0,692	0,963	0,960	0,580	0,617
Magnesio	0,019	5,397	5,402	5,697	5,657	6,246	6,067	5,693	5,754	5,776	5,759
Molibdeno	0,002	<LCM	<LCM	<LCM	0,002	<LCM	<LCM	<LCM	0,003	<LCM	<LCM
Sodio	0,026	3,852	3,734	3,265	3,169	3,417	3,323	3,715	3,472	2,855	3,011
Níquel	0,006	<LCM	<LCM	0,006	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

Fósforo	0,024	0,067	0,061	0,053	0,050	0,049	0,056	0,080	0,102	0,035	0,034
Azufre	0,091	3,485	3,435	2,975	2,942	3,251	3,216	3,320	3,412	3,207	3,233
Silicio	0,104	6,443	6,446	6,766	6,623	3,582	3,407	4,835	4,778	4,485	4,637
Estroncio	0,003	0,238	0,235	0,382	0,382	0,328	0,319	0,306	0,306	0,327	0,323
Estaño	0,0070	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0,008	0,007	0,008	0,009	0,013	0,011

Figura 5

Comparativo de los elementos detectados en las muestras de agua del río Ronquillo (lluvia/estiaje).



La figura 5 muestra una comparación de los valores promedio hallados en las muestras de agua en época de estiaje y de lluvia, se puede observar que los valores más representativos corresponden al calcio, luego al magnesio, sodio y silicio. Mas adelante se muestran los valores de cada uno de los elementos y su respectiva comparación con los ECA A1, A2 y A3.

Estos resultados nos permiten responder a la pregunta planteada en el presente trabajo, el cual busca conocer los resultados del análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo, destinadas para consumo humano en la ciudad de Cajamarca en el año 2020.

En las siguientes tablas se muestra un comparativo de los resultados de las muestras obtenidas, frente a los valores de los ECA para agua de consumo humano – 2017 (DS 004-2017-MINAM; subcategoría A1):

Tabla 10

Resultados obtenidos en época de estiaje y lluvia vs. ECA para agua, subcategoría A1.

Parámetro	Unidad	ECA Agua A1	Época de lluvia				Época de estiaje					
			Enero		Febrero		Agosto		Setiembre		Octubre	
			RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2
pH	Unidad de PH	6,5 – 8,5	8,51	8,58	8,50	8,56	8,30	8,38	8,86	8,82	8,50	8,56
Turbiedad	NTU	5	2,23	2,39	2,23	2,38	2,20	2,23	2,18	2,21	2,48	2,52
Conductiv.	(µS/cm)	1 500	336	347	338	351	341	349	343	350	339	342
Dureza	mg/L	500	172,21	175,28	212,11	208,77	174,07	170,08	172,71	170,02	192,48	185,32
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,067	0,061	0,053	0,050	0,049	0,056	0,080	0,102	0,035	0,034
Aluminio	mg/L	0,9	0,116	0,113	0,052	0,059	--	--	0,050	0,054	--	--
Bario	mg/L	0,7	0,042	0,041	0,040	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035	0,034	0,034
Hierro	mg/L	0,3	0,064	0,049	--	0,025	--	--	--	--	--	--
Manganeso	mg/L	0,4	--	--	0,004	--	--	--	--	--	--	--
Molibdeno	mg/L	0,07	--	--	--	0,002	--	0,003	--	--	--	--
Níquel	mg/L	0,07	--	--	0,006	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 11

Resultados obtenidos en época de estiaje y lluvia vs. ECA para agua, subcategoría A2, A3.

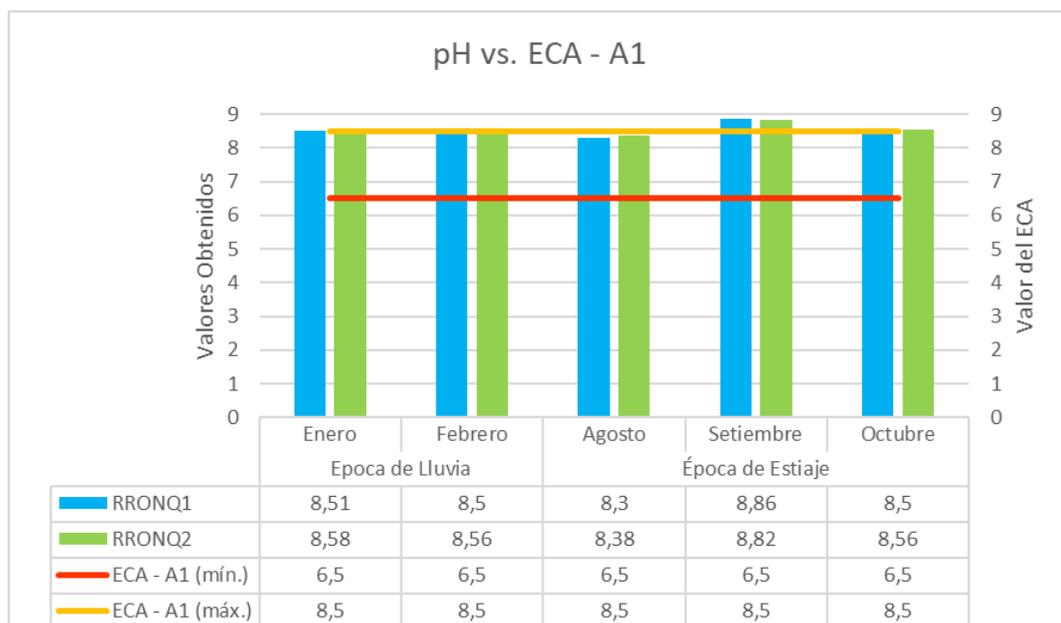
Parámetro	Unidad	ECA Agua A2/A3	Época de lluvia				Época de estiaje					
			Enero		Febrero		Agosto		Setiembre		Octubre	
			RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2	RRONQ1	RRONQ2
pH	Unidad de PH	5,5 - 9,0	8,51	8,58	8,50	8,56	8,30	8,38	8,86	8,82	8,50	8,56
Turbiedad	NTU	100/--	2,23	2,39	2,23	2,38	2,20	2,23	2,18	2,21	2,48	2,52
Conductiv.	(µS/cm)	1 600/--	336	347	338	351	341	349	343	350	339	342
Dureza	mg/L	--/--	172,21	175,28	212,11	208,77	174,07	170,08	172,71	170,02	192,48	185,32
Fósforo Total	mg/L	0,15/0,15	0,067	0,061	0,053	0,050	0,049	0,056	0,080	0,102	0,035	0,034
Aluminio	mg/L	5/5	0,116	0,113	0,052	0,059	--	--	0,050	0,054	--	--
Bario	mg/L	1/--	0,042	0,041	0,040	0,040	0,038	0,037	0,036	0,035	0,034	0,034
Hierro	mg/L	1/5	0,064	0,049	--	0,025	--	--	--	--	--	--
Manganeso	mg/L	0,4/0,5	--	--	0,004	--	--	--	--	--	--	--
Molibdeno	mg/L	--/--	--	--	--	0,002	--	0,003	--	--	--	--
Níquel	mg/L	--/--	--	--	0,006	--	--	--	--	--	--	--

En la tabla 10 se comparan los valores obtenidos en cada punto de muestreo en los meses de enero, febrero, agosto, setiembre y octubre, frente a los valores de los parámetros establecidos en los ECA para aguas subcategoría A1, mientras que en la tabla 11, los valores obtenidos se comparan con los ECA A2 y A3.

Los siguientes gráficos nos dan una mejor idea de los valores obtenidos en las pruebas de laboratorio, frente a los ECA 2017 para aguas subcategoría A1 (sólo se incluyen los gráficos de los elementos que han sido detectados en las pruebas de laboratorio a fin de poder hacer la comparación):

Figura 6

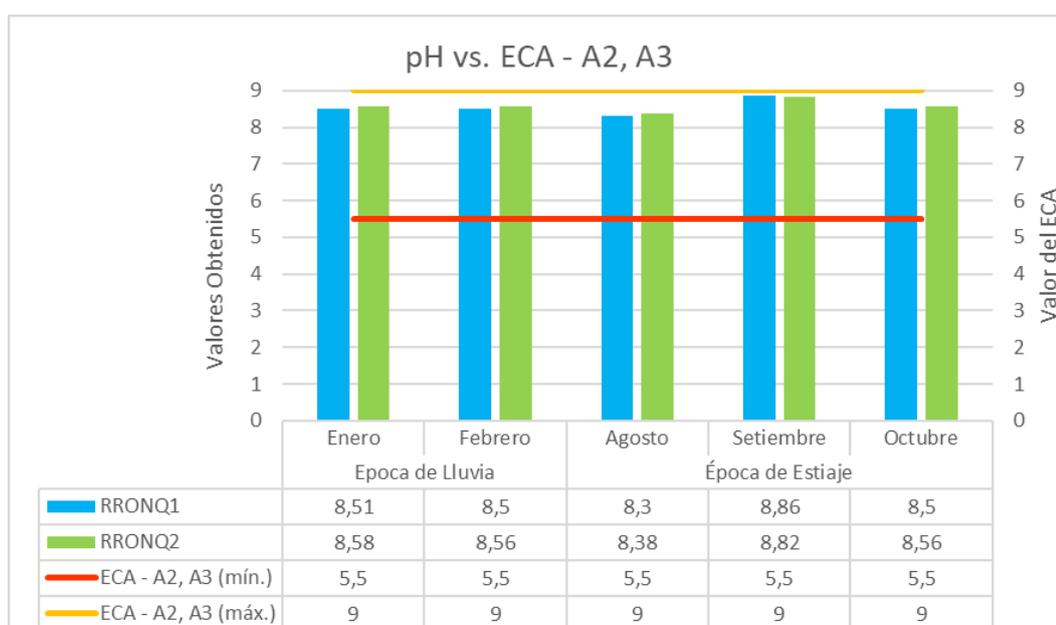
Valores obtenidos del pH comparados con los ECA para aguas subcategoría A1.



La Figura 6 se nos indica que al comparar los resultados obtenidos en los puntos 1 y 2 frente al ECA para aguas subcategoría A1, son superados en el mes de enero, febrero (RRONQ2), setiembre y octubre (RRONQ2). En agosto este valor se encuentra por debajo de este parámetro.

Figura 7

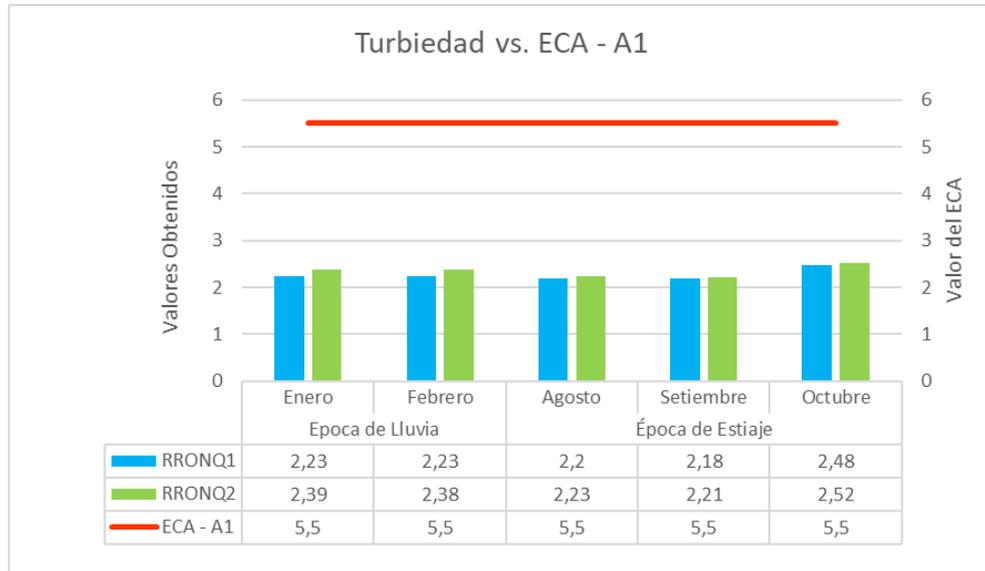
Valores obtenidos de pH comparados con los ECA para aguas subcategoría A2 y A3.



En la presente figura se puede observar, que los valores obtenidos de pH para aguas subcategoría A2 y A3 en los 2 puntos de muestreo sí cumplen con lo establecido en la normativa, ya que se encuentran dentro del rango establecido, por lo tanto, estas aguas serían calificadas como aguas subtipo A2.

Figura 8

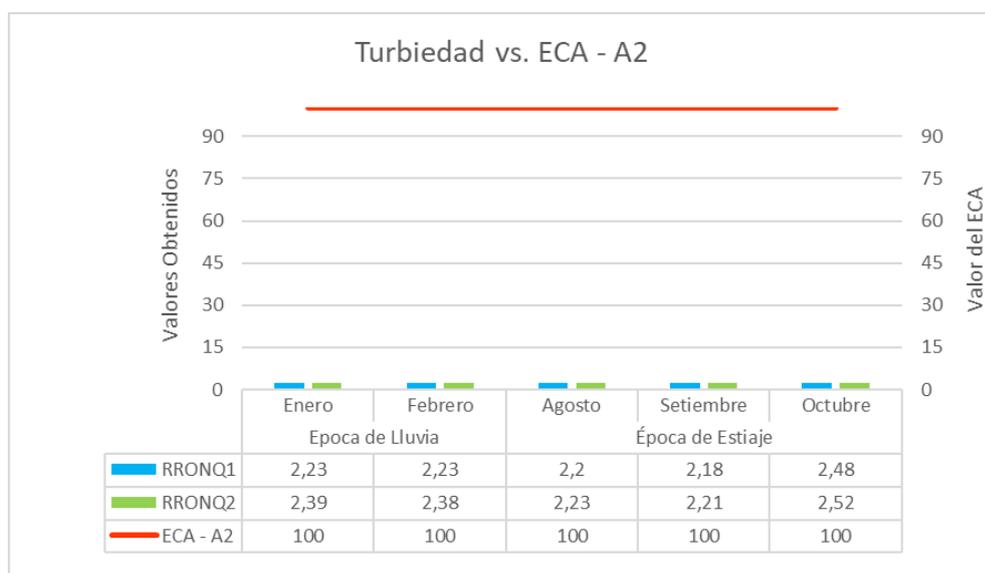
Valores de turbiedad comparados con los ECA para agua A1.



En la figura 8 se puede apreciar que, para el caso de la turbiedad, las muestras obtenidas llegan a un máximo de 2,52 en el mes de octubre, por tanto, estas aguas cumplen con la normativa para aguas subcategoría A1, ya que no superan el valor máximo establecido que es 5,5.

Figura 9

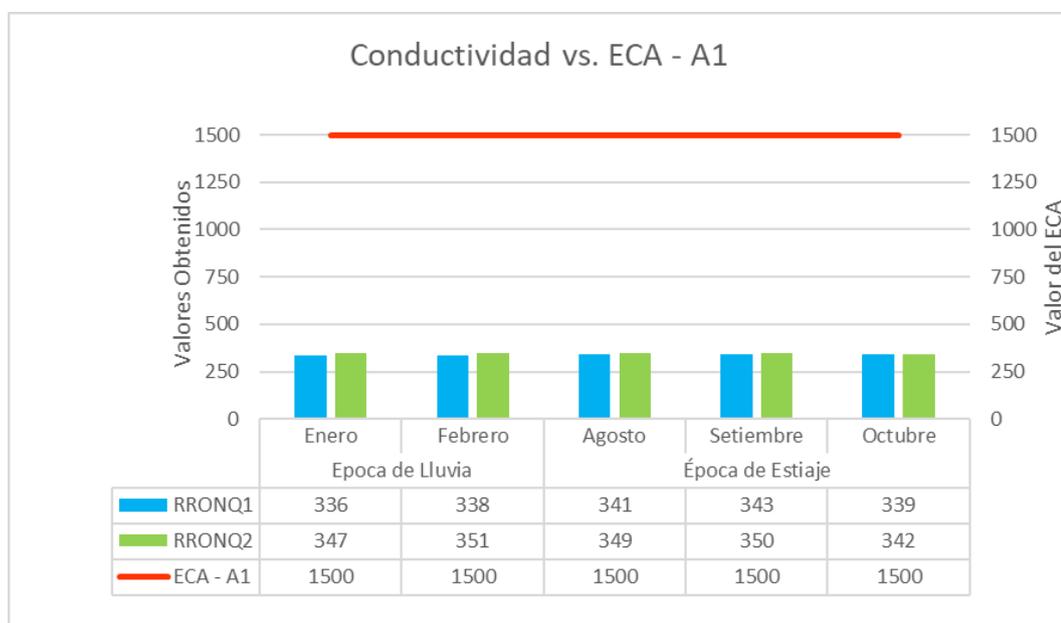
Valores obtenidos de turbiedad comparados con los ECA para agua A2 y A3.



Como se puede apreciar en la figura 9, los valores de turbiedad están muy por debajo de lo establecido en los ECA para aguas subcategoría A2. Para aguas subcategoría A3 este parámetro no está considerado en los ECA, por lo que se estaría cumpliendo con la norma.

Figura 10

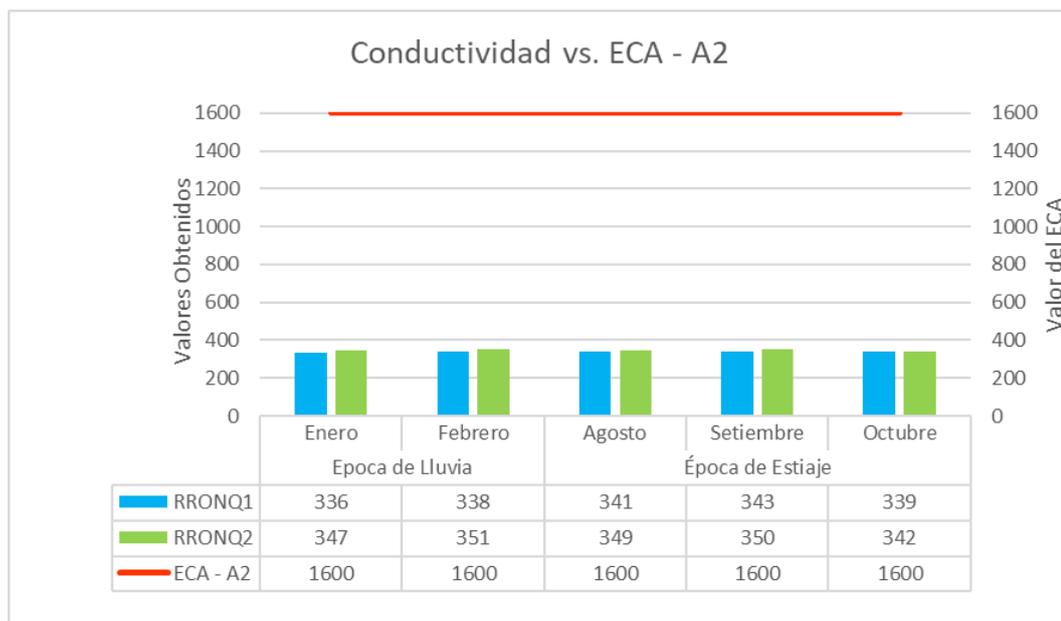
Valores obtenidos de conductividad comparados con los ECA para agua subcategoría A1.



En el caso de la conductividad, también se estaría cumpliendo con la norma ya que los valores obtenidos no sobrepasan el ECA para aguas subcategoría A1.

Figura 11

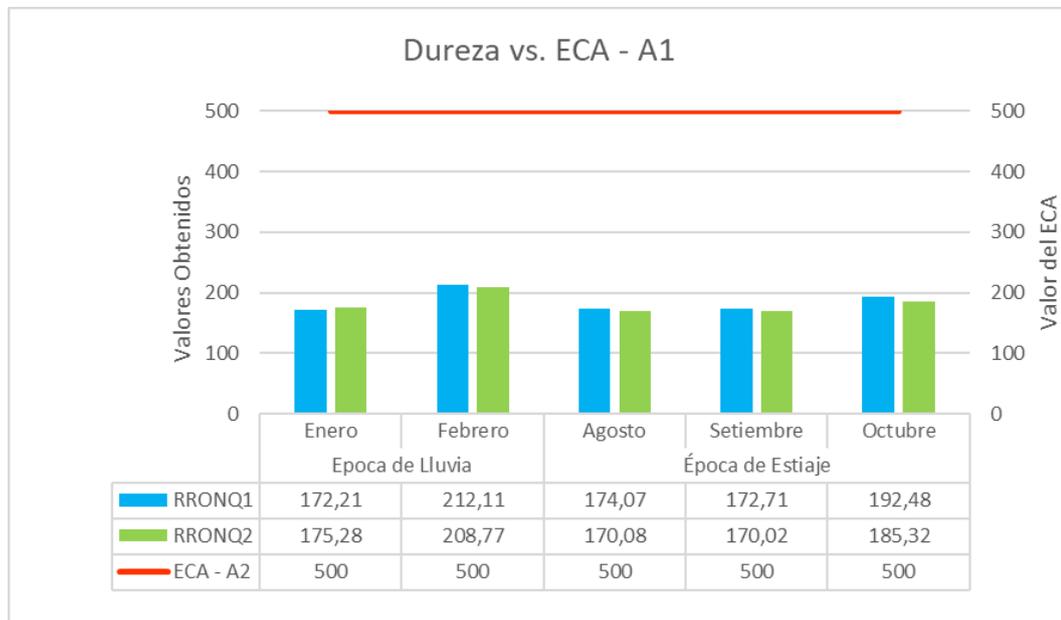
Valores obtenidos de conductividad comparados con los ECA para agua subcategoría A2 y A3.



En lo referente a la conductividad, se aprecia que el valor de este parámetro, al igual que para el caso de aguas subcategoría A1, en A2 tampoco sobrepasa lo establecido en la norma. Para la subcategoría A3 este parámetro no está considerado en los ECA, por lo que se estaría cumpliendo con la norma.

Figura 12

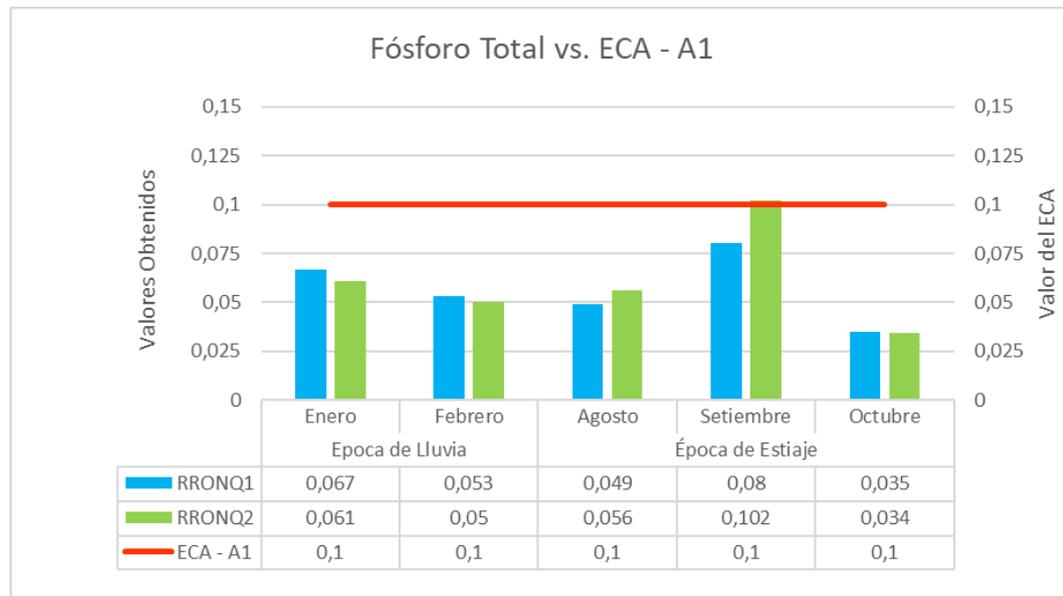
Valores obtenidos para la dureza del agua comparados con los ECA para agua subcategoría A1.



En la figura 12 se puede apreciar que los valores obtenidos para la dureza están dentro de los ECA para aguas subcategoría A1, por lo que en este parámetro se estaría cumpliendo con la normativa. Para las subcategorías A2 y A3, los ECA no consideran este parámetro.

Figura 13

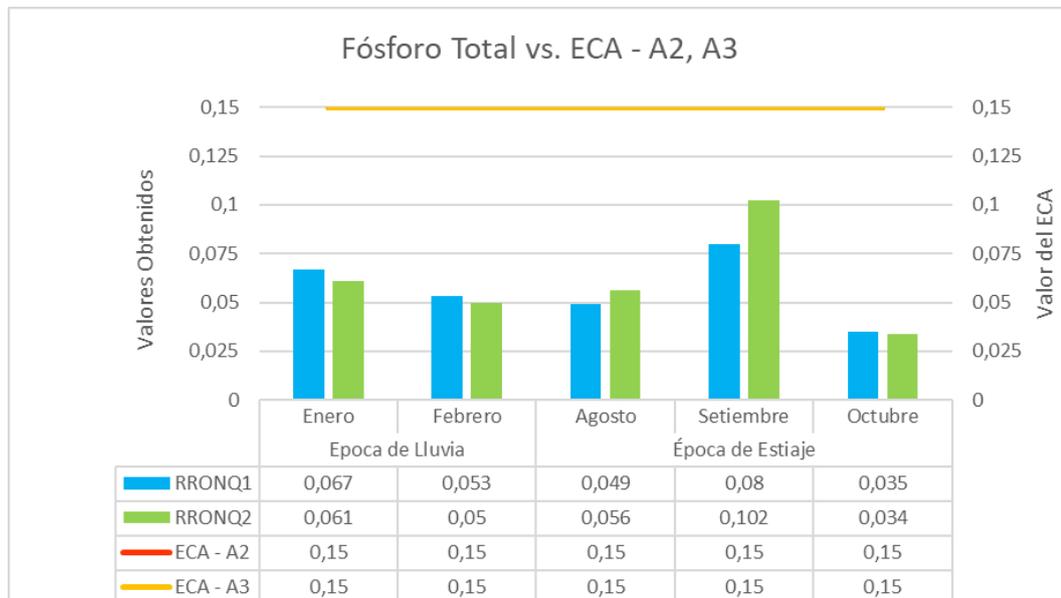
Valores obtenidos para fósforo total comparados con los ECA para agua subcategoría A1.



Se puede apreciar que las concentraciones de fósforo total se encuentran dentro de lo permitido en la normativa, pero, como se refleja en el gráfico, en el mes de setiembre se sobrepasa este parámetro en el punto de muestreo RRONQ2. Esta condición puede deberse a la presencia de residuos de detergentes, ya que en dicho mes se encontró a pobladores lavando ropa en el río, unos metros aguas arriba del primer punto de muestreo (RRONQ1), si bien el valor de este parámetro es más alto en el punto de muestreo RRONQ2, se asume que podría ser debido al resultado de su cercanía a la captación de SEDACAJ, ya que en este lugar el cauce del río es más ancho, haciendo que la corriente de agua sea más lenta, dando como resultado que en dicho punto las concentraciones de diversos elementos sea mayor, sumado a ello el caudal del río fue el más bajo en relación a las mediciones tomadas en los otros meses, presentando un caudal de sólo 67,33 L/s.

Figura 14

Valores obtenidos para fósforo total comparados con los ECA para agua subcategoría A2, A3.



Para aguas subcategoría A2 y A3, en relación al fósforo total sí se estaría cumpliendo con lo establecido en los ECA, puesto que los valores obtenidos están por debajo de este parámetro.

Figura 15

Valores obtenidos del aluminio comparados con los ECA para agua A1.

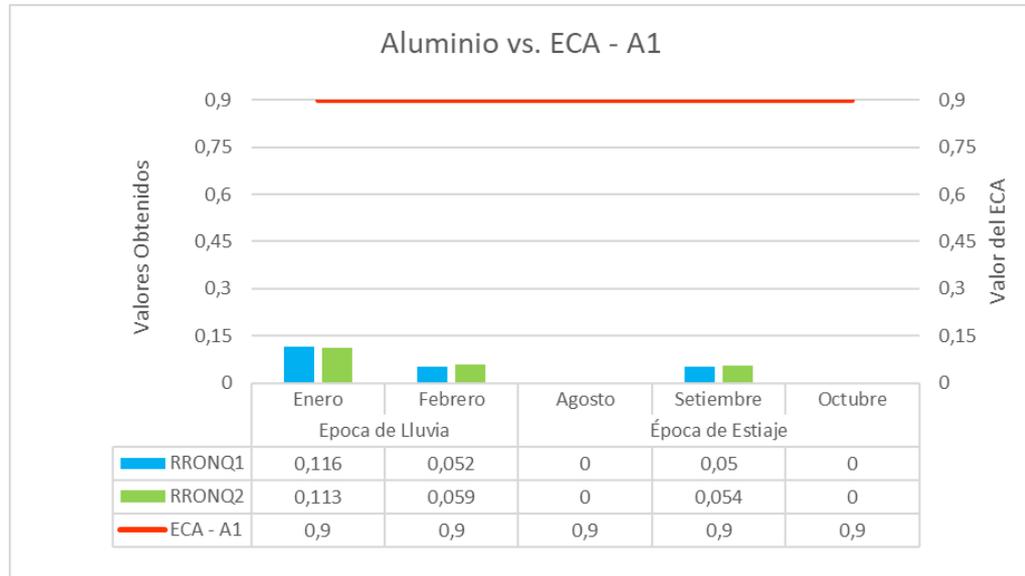
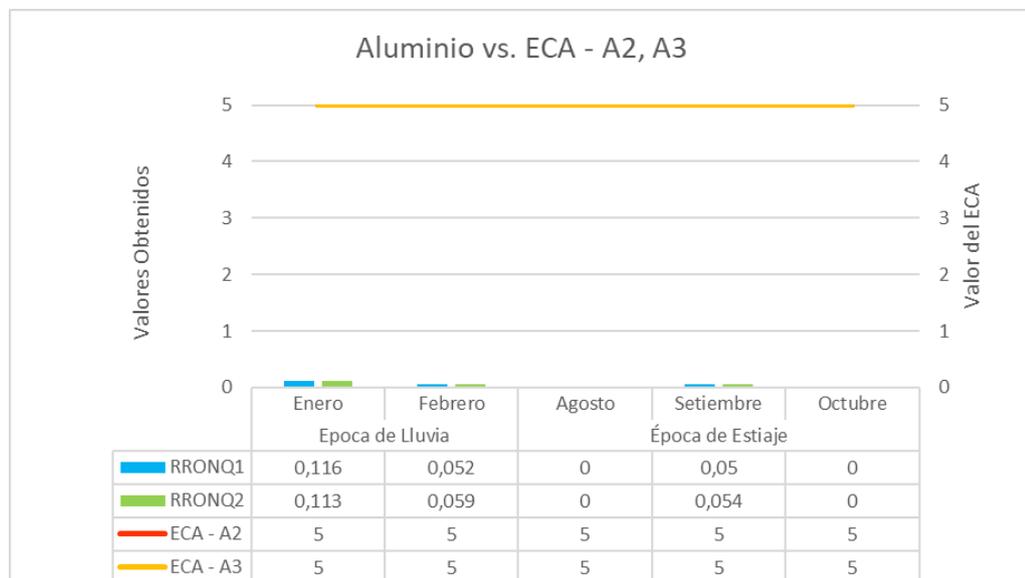


Figura 16

Valores obtenidos del aluminio comparados con los ECA para agua A2, A3.

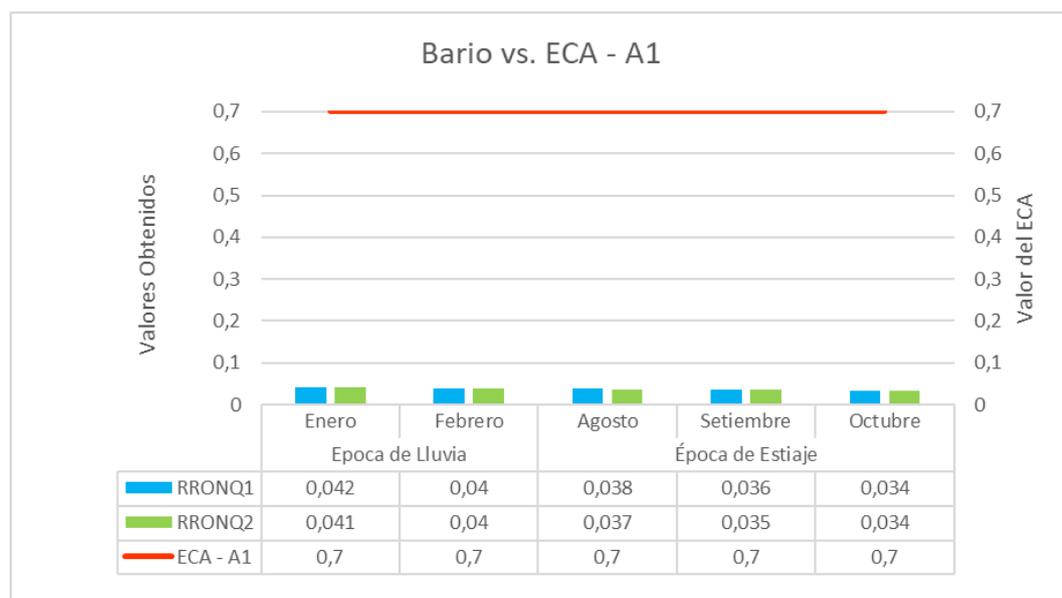


Como se aprecia en las figuras 15 y 16, los valores obtenidos de aluminio si estarían cumpliendo con lo estipulado en los ECA tanto para aguas subcategoría A1, como para aguas subcategoría A2 y A3. Si bien en el gráfico 15 se puede apreciar que

el valor del aluminio fue más alto en los primeros meses, dicha diferencia no es muy significativa para el ECA. Por otro lado, también se puede apreciar que este parámetro ha sido muy variable, puesto que en los meses de agosto y octubre fue 0, el motivo de esta variabilidad no ha sido determinada, pues en la zona de muestra, en dichos meses no se vio nada fuera de lo normal, por lo que pueda ser una influencia de aguas más arriba de la zona de muestreo, en tal caso sería adecuado realizar un monitoreo más amplio de la cuenca del Ronquillo.

Figura 17

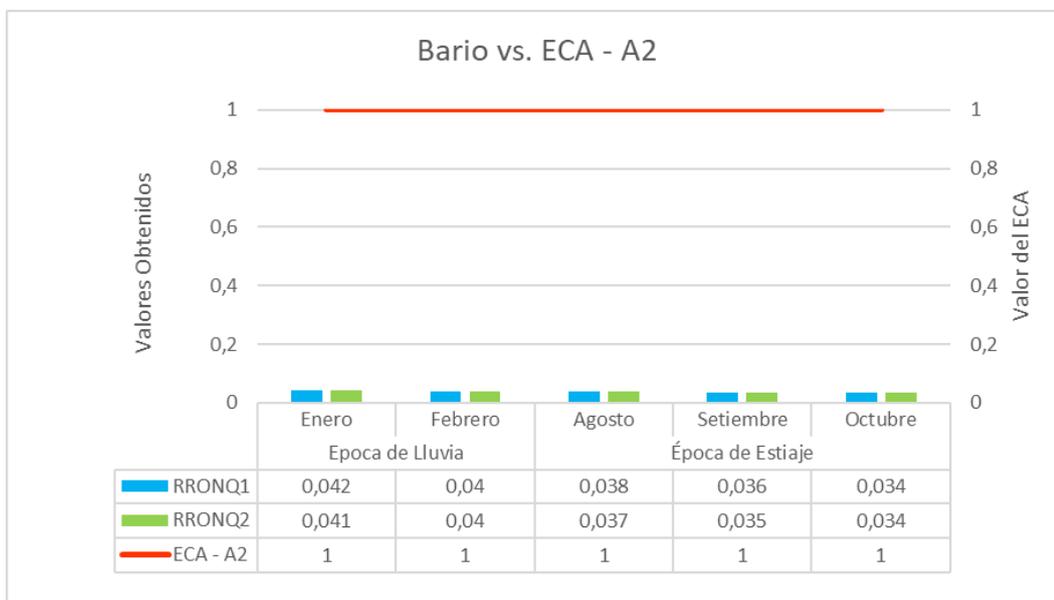
Valores obtenidos del barío comparados con los ECA para agua A1.



Los valores obtenidos en el caso del barío, son bajos comparados con los ECA 2017 para aguas A1, ya que estos están entre 0,034 mg/L a 0,042 mg/L, siendo el valor de ECA 0,7 mg/L como máximo para esta subcategoría.

Figura 18

Valores obtenidos del bario comparados con los ECA para agua A2 y A3.



Se puede apreciar que para el caso de los ECA para aguas subcategoría A2, el bario también cumple con este parámetro, ya que se encuentra muy por debajo del permitido. Para aguas subcategoría A3, los ECA no toman en cuenta este parámetro.

Los tres últimos parámetros medidos que corresponden al hierro, manganeso y molibdeno, no presentaron valores relevantes en la presente investigación, dado que estos están muy por debajo de los ECA para aguas A1, y mucho menores para aguas subcategoría A2 y A3, tal como se aprecia a continuación:

Figura 19

Valores obtenidos del hierro comparados con los ECA para agua subcategoría A1.

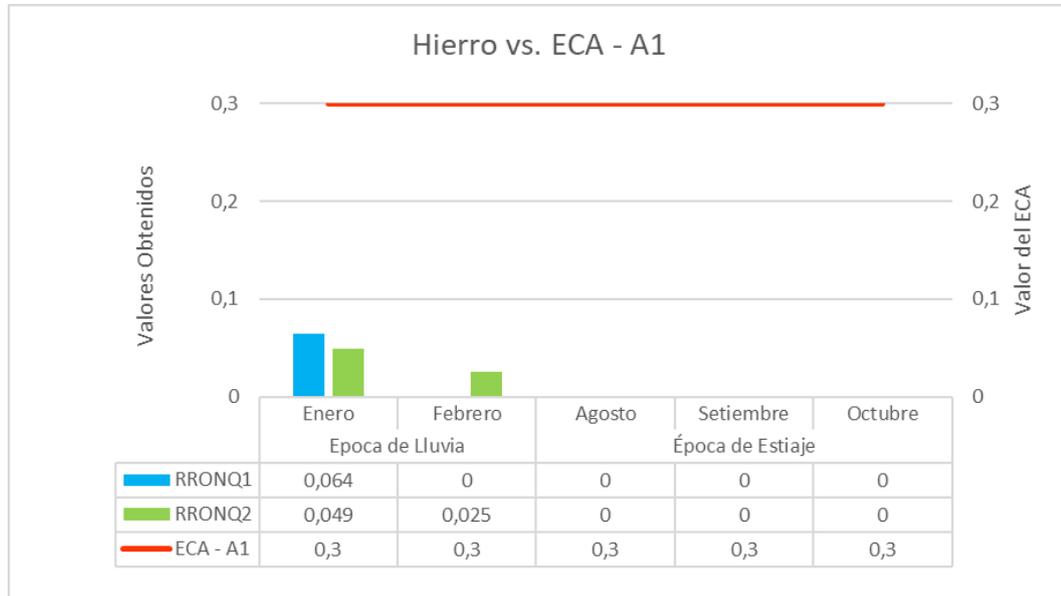


Figura 20

Valores obtenidos del hierro comparados con los ECA para agua subcategoría A2 y A3.



Las figuras 19 y 20, muestran que para el caso del hierro las muestras obtenidas llegan a un máximo de 0,064 mg/L, estando dentro de los parámetros del ECA para

aguas subcategoría A1 el cual es 0,3 mg/L. Para las subcategorías A2 y A3, se cumple este parámetro con mucha más soltura.

Figura 21

Valores obtenidos del manganeso comparados con los ECA para agua subcategoría A1.

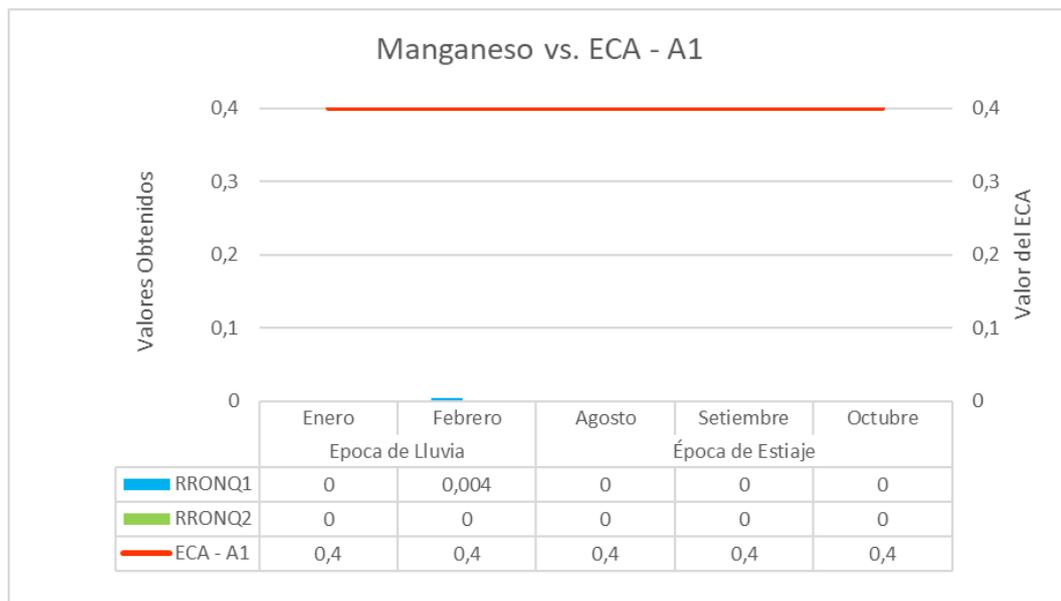
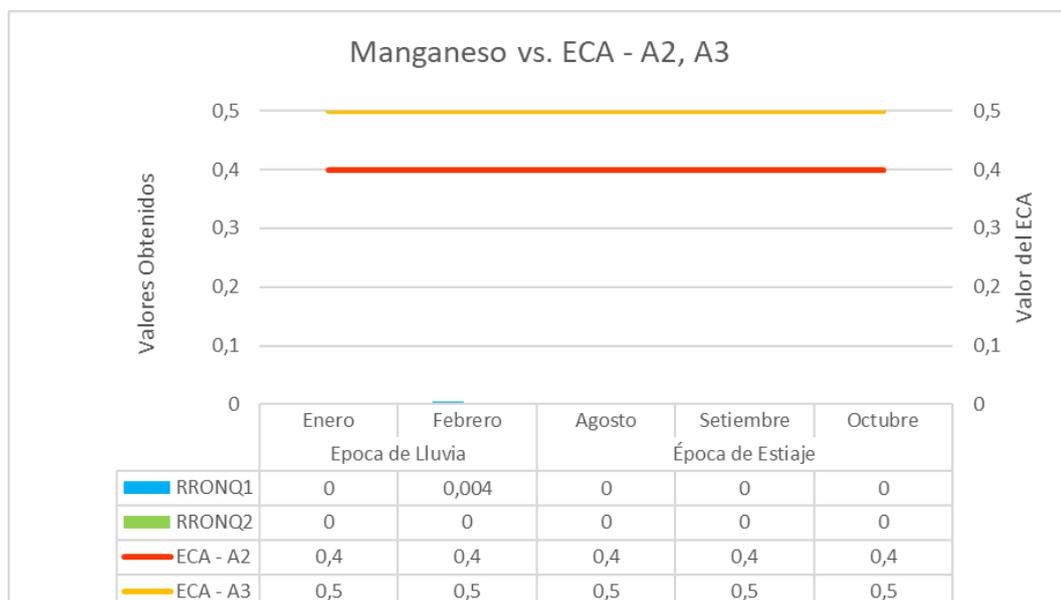


Figura 22

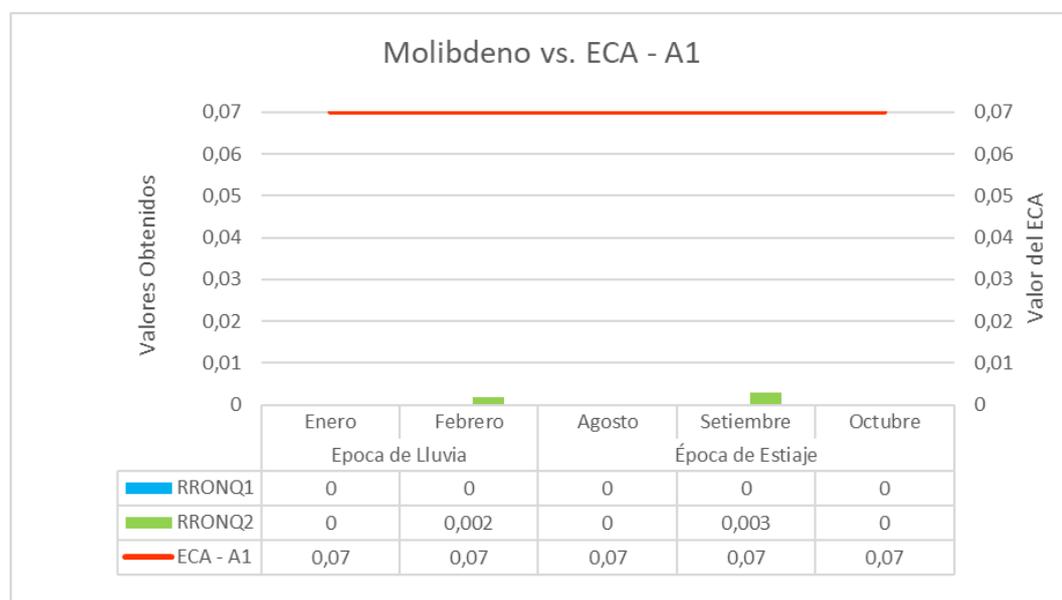
Valores obtenidos del manganeso comparados con los ECA para agua subcategoría A2 y A3.



Con relación al manganeso, los valores obtenidos de las muestras son irrelevantes, puesto que están muy por debajo de los ECA para aguas subcategoría A1, A2 y A3, ya que el máximo valor obtenido es de 0,004 mg/L, siendo el ECA para A1 y A2 0,4 mg/L, y para A3 es 0,5 mg/L.

Figura 23

Valores obtenidos del comparados con los ECA para agua subcategoría A1.



Para el molibdeno el ECA A1 es 0.07 mg/L, nuestras muestras presentaron un valor máximo de y 0,002 mg/L, por lo que para aguas subcategoría A1 se estaría cumpliendo con este parámetro. Para aguas A2 y A3, los ECA no especifican un límite.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la presente investigación, los resultados obtenidos del pH superan levemente los ECA para aguas subcategoría A1, cómo se observa en la figura 6, sin embargo, están dentro del rango aceptado para aguas subcategoría A2 y A3 (figura 7). Al comparar estos valores, con los de las otras investigaciones, nuestros resultados superaron a todos. Esto podría deberse a las características del cauce del río, ya que, al realizar la toma de muestras, se verificó que la zona de muestreo presenta una casi nula actividad humana, en consecuencia, las concentraciones de pH, no son influenciadas por actividades antrópicas.

La DIGESA en la página 7 de su informe técnico “PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS”, en relación al pH menciona que: el pH es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua para consumo humano, aun así, este no ejerce efectos directos en los consumidores. Sin embargo, valores de pH superiores a 11 producen irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos; además, para que la desinfección con cloro sea eficaz, es preferible que el pH tenga valores inferiores a 8. Por lo tanto, habría que considerar lo mencionado en dicho informe para que se realice un adecuado tratamiento del agua de este río. El presente informe nos permite comprender, que los valores del pH de las aguas del río Ronquillo no causarían daño a la salud, ya que estos no sobrepasan el valor de 11.

Si bien es cierto que nuestros resultados, presentan valores entre 8,30 y 8,86 en época de estiaje, y de 8,50 a 8,58 en época de lluvia, se obtiene un promedio de 8,55 unidades de pH, por lo tanto, nuestra hipótesis planteada en relación a este

parámetro es aceptada, ya que excede el ECA para aguas subcategoría A1 en 0,05 unidades de pH promedio.

En relación a la turbiedad, al comparar los valores obtenidos en nuestra investigación, frente a los resultados de los diferentes trabajos citados en los antecedentes, podemos dividirlos en dos grupos, los de menor turbidez y los de mayor turbidez, siendo uno de los valores más representativos los obtenidos por Saldaña (2018, p. 64) en su tesis “Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017”, obteniendo un valor de turbidez promedio de 0,91 NTU en el punto de muestreo denominado CTC, ubicado en la captación “Tres Chorros”, frente a los 2,3 NTU obtenidos en nuestra investigación. Esta diferencia puede deberse a que la muestra de agua obtenida por Saldaña (2018) proviene de un manantial (p. 40), a diferencia de la nuestra que fue tomada de un río, el cual presenta remoción de partículas debido a la corriente.

Si contrastamos los valores hallados en nuestra investigación frente a los obtenidos por Gualdrón (2016), quien obtiene una turbidez de 49,9 NTU (p. 97), lo cual es un valor relativamente alto, esto se debe no sólo a las condiciones geomorfológicas de dicho país, sino también a vertimientos de tipo industrial y/o urbano, problema que no presentan las aguas del Río Ronquillo en la zona de toma de muestras, por lo que el valor obtenido de turbidez en nuestra investigación es bajo.

DIGESA (2010, p. 19) menciona que una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden provocar síntomas tales como náuseas, retortijones, diarreas y dolores de cabeza.

Si bien los valores obtenidos en relación a este parámetro están muy bajos, no se descartaría la posibilidad de la existencia de algunos microorganismos patógenos, lo cual se determinará realizando un análisis bacteriológico de estas aguas, aspecto que no se contempla en los objetivos de la presente investigación.

En relación a la dureza, si bien, los valores obtenidos no superan los ECA para aguas subcategoría A1 (500 mg/L); Quispe (2016, p. 10), menciona que el agua calcárea o agua dura es aquella que contiene un alto nivel de minerales, especialmente sales de magnesio y calcio, estableciendo que un agua es dura cuando supera los 120 mg CaCO₃/L.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación presentan valores de dureza entre 170 a 212 mg/L, por lo tanto, podemos indicar, que el agua del río Ronquillo es dura.

En los estudios presentados en los antecedentes, se muestran valores promedio de dureza muy variables, que llegan hasta 298,8 (Saldaña, 2018, p. 57), por lo que, los valores obtenidos de nuestras muestras, si bien son altos (llegando a un promedio de 183,305 mg/L), no superan los valores de las otras investigaciones realizadas.

La Organización Mundial de la Salud (2011, p. 264) menciona que una persona puede tolerar una concentración máxima de 500 mg/L de carbonato de calcio como dureza. Las aguas duras también afectan a las tuberías en los sistemas de abastecimiento mediante entubado, y crea corrosión en los metales expuestos a este tipo de agua. Molina (2019, p. 136) también menciona que el agua dura puede ocasionar problemas en la salud, pues existe una relación entre el nivel de dureza del agua con la enfermedad de litiasis urinaria.

Aun siendo los valores obtenidos para la dureza un poco altos, estos rangos no llegarían a ocasionar daños a la salud ya que están por debajo de los valores máximos estipulados en los ECA vigente, incluso para aguas sub categoría A1, por lo cual se estaría cumpliendo con este parámetro.

Para los casos del fósforo y aluminio, estos se encuentran muy por debajo de los ECA A1, ya que las concentraciones de fósforo obtuvieron valores entre 0,034 mg/L y 0,102 mg/L, siendo el ECA A1 para fósforo 0,1 mg/L.

El aluminio presentó valores que van desde 0,05 mg/L hasta 0,116 mg/L, siendo el ECA A1 para aluminio 0,9 mg/L. Por tanto, las concentraciones de estos metales en las aguas del río Ronquillo, nos son significativas, a diferencia de Guevara (2023, p. 41), quien obtuvo para aluminio en su muestra M3 un valor máximo de 3,77 mg/L, en la misma fuente de agua usada en la presente investigación. Si bien Guevara no le presta mayor importancia a dicho resultado, esta diferencia en la concentración del aluminio, frente a nuestros resultados, puede deberse a que la muestra M3 realizada por Guevara fue tomada el día 20 de diciembre del 2019, época donde se registraron fuertes lluvias en la localidad de Cajamarca de acuerdo a lo mencionado por el autor.

En relación al bario, coincidimos con Saldaña (2017, p. 57) quien obtuvo un promedio de 0,03 mg/L, frente a los 0,037 mg/L, obtenidos en nuestra investigación, lo cual es un valor muy por debajo del ECA para aguas subcategoría A1 el cual es 0,7 mg/L. De acuerdo al sitio web Lenntech (Efectos del Bario sobre la salud, párrafos 1-5), que se dedica a la producción de soluciones para tratamiento de agua, menciona que: “Los efectos sobre la salud del bario dependen de la solubilidad de los compuestos, los cuales se disuelven en agua y pueden ser dañinos para la salud

humana. La toma de gran cantidad de bario que es soluble puede causar parálisis y en algunos casos incluso la muerte. Pequeñas cantidades de bario soluble en agua puede causar en las personas dificultad al respirar, incremento de la presión sanguínea, arritmia, dolor de estómago, debilidad en los músculos, cambios en los reflejos nerviosos, inflamación del cerebro y el hígado, daño en los riñones y el corazón. No se ha demostrado que el bario cause cáncer en los humanos ni que pueda causar infertilidad o defectos de nacimiento.”

Las Guías para la calidad del agua potable de la OMS (2011, p, 552) indican que un valor de 1,3 mg/L de bario en el agua, representa una preocupación para la salud, pero no se detalla alguna enfermedad en específico.

Los resultados obtenidos, al ser comparados con los ECA, no exceden los valores de la norma, cumpliendo la condición de aguas subcategoría A1, a excepción del pH cuyo valor promedio es de 8,54 en nuestros resultados, convirtiéndola en un agua subcategoría A2.

Limitaciones:

En el mes de septiembre se observó la presencia de personas lavando ropa en el río, este suceso provocó que las concentraciones químicas de fósforo total sean más elevadas que en los otros meses.

Implicancias:

Debido a que solo el pH supere los ECA para agua subcategoría A1, y el fósforo total lo haga levemente, las aguas del río Ronquillo pasan a ser aguas subcategoría A2, lo cual define el tipo de tratamiento que esta agua debe recibir, que debe ser de tipo convencional.

4.2. Conclusiones

- De acuerdo al análisis de las características fisicoquímicas de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano, estas se encontrarían dentro de la subcategoría A2, por lo que cumplen para ser tratadas mediante un proceso convencional. Sin embargo, sin la realización de un análisis de los parámetros orgánicos-bacteriológicos complementarios, aún no se puede determinar si estas aguas están siendo tratadas correctamente.
- Luego del análisis de los resultados de las muestras de agua en los puntos de muestreo RRONQ1 y RRONQ2, el promedio obtenido para el pH fue de 8,507, para la conductividad 343,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la turbiedad 2,304 NTU y la temperatura 21,14 °C.
- Luego del análisis de los resultados de las muestras de agua en los puntos de muestreo RRONQ1 y RRONQ2, se obtuvieron los siguientes valores promedio: dureza 183,305 mg/L, fósforo total 0,0587 mg/L, aluminio 0,0444 mg/L, bario 0,0377 mg/L, hierro 0,0138 mg/L, manganeso 0,0004 mg/L, potasio 0,8088 mg/L, molibdeno 0,0005 mg/L y níquel 0,0006 mg/L. Lo siguientes parámetros no fueron detectados en el análisis de las muestras de agua: antimonio, arsénico, berilio, boro, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo, selenio, uranio y zinc.
- Al comparar los resultados obtenidos con los ECA para aguas categoría A1; se concluye que el pH supera en 0,4 unidades de pH incumpliendo lo establecido en los ECA para aguas subcategoría A1, por lo cual se ubica dentro de las aguas subcategoría A2. Para la conductividad, turbiedad y temperatura, sí cumplen los parámetros para aguas subcategoría A1. Para el caso del fósforo total, este

parámetro supera en el mes de septiembre 0,002 mg/L al ECA para aguas subcategoría A1, siendo aceptado para aguas subcategoría A2, el resto de parámetros se encuentran dentro de lo establecido en los ECA para aguas subcategoría A1.

Referencias

- Alarcón Rojas & Peláez Peláez, (2012). “*Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú)*”. Publicaciones Científicas de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Álvarez Villanueva, J. I. (2016). “*Aporte de Agua en la Captación en El Ronquillo-Cajamarca Según el Caudal Recesivo en Estiaje, para los Años Hidrológicos 2008-2015*”. Cajamarca.
- Baque Mite, et. al, (2016). “*Calidad del Agua Destinada al Consumo Humano en un Cantón de Ecuador*”. Ecuador
- Díaz Llatas, D. V. (2018). “*Estudio de Transporte de Sedimentos en la Cuenca del Río Ronquillo*”. Cajamarca.
- Díaz, Martínez & Granada Torres (2018). “*Efecto de las Actividades Antrópicas Sobre las Características Físicoquímicas y Microbiológicas del Río Bogotá a lo Largo del Municipio Villapinzón, Colombia*”. Colombia
- DIGESA. (2010). *Informe Técnico "Parámetros Organolépticos"*.
- Espinoza Hernandez, P. D. (2019). “*Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano en el sector de Chanchajalla, distrito la Tinguña, Ica – 2019*”. Ica.
- EPS SEDACAJ S.A. (2022). “*Plan de Control de Calidad*”. Cajamarca
- Excel Para Todos (2023). “*Método estadístico*”, <https://excelparatodos.com/metodo-estadistico/>.

- Flores Lozano, H. H. (2016). “*Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas del río Grande y su relación con la actividad minera*”. Cajamarca.
- Gómez Duarte, O. (2018). “*Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública*”– Revista de la Facultad de Medicina, Volumen 66”. (http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112018000100007). Bogotá.
- Graza, E., Franklin, W., & Quispe Pozo. (2015). “*Determinación de Pb, Cd, As en aguas del río Santa en El Pasivo Minero Ambiental de Recuay, Ticapampa; Recuay – Ancash*”. Ancash.
- Gualdrón, Durán. (2016). “*Evaluación de la Calidad de Agua de Ríos de Colombia Usando Parámetros Físicoquímicos y Biológicos*”. Colombia
- Guevara, Hoyos, C. (2023). “*Calidad del Agua Pre y Post Tratada de las Plantas de Agua Potable El Milagro y Santa Apolonia de la Ciudad de Cajamarca*”. Cajamarca
- Juárez, H. (2012). “*Contaminación del Río Rímac por metales pesados y efecto en la agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana*”. Lima
- Krois, J., & Schulte, A. (Julio de 2014). Science Direct - Journal & Books. Obtenido de Applied Geography:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622814000769?via%3Dihub>
- Lenntech. (2022) “<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/ba.htm>”
- Llovera Carahuatay, L. F. (2018). “*Determinación del índice de calidad ambiental del agua del manantial el azufre y quebrada el azufre, en el caserío el pabellón, la encañada, Cajamarca, 2016-2018*”. Cajamarca.

- Macías Socha, C., García Colmenares, M., & Chaparro S., P. (2016). “*Determinación Electroquímica de Plomo y Cadmio en Aguas Superficiales*”. Revista Electrónica Luna Azul. (http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742017000100003)
- Marín Villanueva, Z. Y. (2019). “*Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca – Celendín*”. Celendín.
- Ministerio del Ambiente / Instituto Geofísico del Perú. (2019) “*Ecosistema de Páramo Andino: Cuenca del Río Ronquillo*”. Lima.
- Molina Queneya, S. S. (2019). “*Consumo de Agua Dura en la Población de Las Irrigaciones de la Parte Baja del Río Chili – Arequipa 2016*”. Lima.
- Muñoz Aguilar, C. R. (2016). “*Caracterización fisicoquímica y biológica de las aguas del río Grande Celendín – Cajamarca Celendín*”.
- Organización Mundial de la Salud (OMS), (2011). “*Guías para la calidad del agua potable - Cuarta edición*”.
- Quispe Díaz, C. (2016). “*Estudio Técnico, Económico De Tratamiento De Agua Dura Mediante Desincrustante Magnético Para Riego Presurizado En Circamarca – Víctor Fajardo – Ayacucho- 2016*”. Ayacucho.
- Saldaña Vásquez, E. J. (2017). “*Determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017*”. Hualgayoc.
- Tello Casas, K. R. (2019). “*Disponibilidad de Agua de Escorrentía en la Captación del Río Ronquillo en Base a Información Climática*”. Cajamarca

Tirado Ríos, P. H., & Valverde Gómez, L. (2019). “*Determinación de la concentración de hierro, manganeso y cobre en aguas del Rio Chiminero de la provincia de Cajabamba*”. Cajabamaba.

Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (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, 16.

Universia Costa Rica. (2017). Portal de Univeridades Costarricenses. Obtenido de Universia Costa Rica.

ANEXOS

Anexo N° 1

Matriz de Consistencia

Título: Análisis de las Características Físicoquímicas de las Aguas del Río Ronquillo Destinadas para Consumo Humano – Cajamarca 2020						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano en Cajamarca 2020?	Objetivo general: Realizar el análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano – Cajamarca 2020	Hipótesis General: • Los resultados del análisis físicoquímico de las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano superan los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 1-A1, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.	Independiente: Las concentraciones de los parámetros físicoquímicos de las aguas del río Ronquillo	Valor de las concentraciones de pH, conductividad, temperatura y turbiedad de las aguas del río Ronquillo		Cuantitativa y descriptiva
	Objetivos específicos: • Determinar el pH, la conductividad, la turbiedad y la temperatura en las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano – Cajamarca 2020. • Determinar las concentraciones de: dureza, fósforo total, aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobre, cromo total, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo selenio uranio y zinc, en las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano – Cajamarca 2020. • Comparar los resultados	Hipótesis específicas: • Las características físicas como el pH, conductividad, temperatura y turbiedad de las aguas del río Ronquillo en los puntos RRONQ1 y RRONQ2 superan los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 1-A2, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. • Las concentraciones de dureza, fósforo total, aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cobre, cromo total, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, uranio y zinc, de las aguas del río Ronquillo en los	Dependiente: Las aguas del río Ronquillo destinadas para consumo humano	Valor de las concentraciones de bario, calcio, potasio, magnesio, sodio, fósforo, silicio, estroncio y estaño de las aguas del río Ronquillo	Estándares de Calidad Ambiental D.S. 004-2017 MINAM	POBLACIÓN Y MUESTRA: Población: Río Ronquillo Muestra: 2 puntos de muestreo en el río Ronquillo. El primero al ingreso de las aguas a la captación de Sedacaj, y el segundo 300 m aguas arriba de la captación.
				Valores de los parámetros físicoquímicos del agua del río Ronquillo		Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos: Instrumentos:

obtenidos con los estándares de calidad ambiental para agua categoría A: subcategorías A1, A2 y A3 para consumo humano, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

puntos RRONQ1 y RRONQ2 superan los valores establecidos en los ECA para aguas Categoría 1-A2, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

- Los resultados fisicoquímicos obtenidos exceden los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría A: subcategorías A1, A2 y A3 establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Procedimiento de recolección de datos de acuerdo a la metodología indicada en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Autoridad Nacional del Agua

Métodos de Tratamiento de datos:
Estadístico descriptivo

Anexo N° 2

Resultados de análisis presentados por el Laboratorio Regional del Agua – Enero 2020

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA			
		GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084	
			
INFORME DE ENSAYO N° IE 0120029-A			
DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	JORGE MARTÍN NUREÑA TORRES		
Dirección	Cajamarca		
Persona de contacto	Jorge Martín Nureña Torres	Correo electrónico	jmartin.nt@gmail.com
DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	16/01/2020	Hora de Muestreo	11:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	P-20 "Procedimiento de muestreo"		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	2		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Río Ronquillo-Cajamarca		
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO			
N° Contrato		Cadena de Custodia	CC - - 20
Fecha y Hora de Recepción	16/01/2020 16:30	Inicio de Ensayo	17/01/2020 15:00
Reporte Resultado	27/01/2020 10:00		



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0120029-A

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra			RRONQ1	RRONQ2		
Código Laboratorio			0120001-01	0120001-02		
Matriz			NATURAL	NATURAL		
Descripción			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL		
Localización de la Muestra			N: 9208398, E: 77189, A:2818 msnm	N: 920245, E: 77203, A:2816 msnm		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM		
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	0.116	0.113		
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM		
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.042	0.041		
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM		
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	60.06	61.28		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	0.064	0.049		
Potasio (K)	mg/L	0.051	1.031	0.974		
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	5.397	5.402		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Sodio (Na)	mg/L	0.026	3.852	3.734		
Níquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM		
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.067	0.061		
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Azufre (S)	mg/L	0.091	3.485	3.435		
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Selenio (Se)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Silicio (Si)	mg/L	0.104	6.443	6.446		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.238	0.235		
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Vanadio (V)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM		
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM		

Cajamarca, 27 de Enero de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N°



IE 0120029-A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1. Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+. B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 23rd Ed. 2017: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017: Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12.2012. Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017: DPD Colorimetric Method.
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G. 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2. a, c.1, 23rd Ed.2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

(*) Los métodos y/o matriz indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Resultados de análisis presentados por el Laboratorio Regional del Agua – Febrero 2020



**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0220091-A

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	JORGE MARTÍN NUREÑA TORRES		
Dirección	Cajamarca		
Persona de contacto	Jorge Martín Nureña Torres	Correo electrónico	jmartin.nt@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	17/02/2020	Hora de Muestreo	11:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	2		
Ensayos solicitados	Químicos Instrumentales		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	Río Ronquillo-Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato		Cadena de Custodia	CC - 091A - 20
Fecha y Hora de Recepción	17/02/2020 15:30	Inicio de Ensayo	17/01/2020 16:30
Reporte Resultado	26/02/2020 10:00		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028



Freddy López León
Especialista de Química
CIP: 198264

Cajamarca, 26 de Febrero de 2020.

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio.del.agua@regioncajamarca.gob.pe FON: 599000 anexo 1140.

Página: 1 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N°

IE 0220091-A

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra			RRONQ1	RRONQ2		
Código Laboratorio			0120001-01	0120001-02		
Matriz			NATURAL	NATURAL		
Descripción			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL		
Localización de la Muestra			N: 9208476, E: 771830, A:2839 msnm	N: 9208235, E: 772837, A:2837 msnm		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM		
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	0.052	0.059		
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM		
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.040	0.040		
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM		
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	75.54	74.27		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	<LCM	0.025		
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.792	0.769		
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	5.697	5.657		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	0.004	<LCM		
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	0.002		
Sodio (Na)	mg/L	0.026	3.265	3.169		
Níquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM		
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.053	0.050		
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Azufre (S)	mg/L	0.091	2.975	2.942		
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Selenio (Se)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Silicio (Si)	mg/L	0.104	6.766	6.623		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.382	0.382		
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Vanadio (V)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM		
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM		



Cajamarca, 26 de Febrero de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0220091-A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1. Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+.B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A.C, 23rd Ed. 2017: Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017: Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12.2012 Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 : DPD Colorimetric Method.
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017: Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G. 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2. a, c.1, 23rd Ed.2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton. Zooplankton. Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

(*) Los métodos y/o matriz indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°01 Fecha : 02/01/2020

Cajamarca, 26 de Febrero de 2020.

Resultados de análisis presentados por el Laboratorio Regional del Agua – Agosto 2020



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N°

IE 0820304-A

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JORGE MARTIN NUREÑA TORRES**
Dirección **Cajamarca**
Persona de contacto **Jorge Martin Nureña Torres** Correo electrónico jmartin.nt@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **21/08/2020** Hora de Muestreo **10:30**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **2**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Río Ronquillo-Cajamarca**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **CC - 304A - 20** Cadena de Custodia
Fecha y Hora de Recepción **21/08/2020 15:30** Inicio de Ensayo **17/01/2020 16:30**
Reporte Resultado **01/09/2020 10:00**



Edder Neyra Jalco
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028



Freddy López León
Especialista de Química
CIP: 198264

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0820304-A

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra			RRONQ1	RRONQ2		
Código Laboratorio			0120001-01	0120001-02		
Matriz			NATURAL	NATURAL		
Descripción			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL		
Localización de la Muestra			N: 8208476, E: 771830, A: 2839 msom	N: 8208235, E: 772837, A: 2837 msom		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM		
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM		
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM		
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.038	0.037		
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM		
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	59.41	58.11		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM		
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.710	0.692		
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	6.246	6.067		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Sodio (Na)	mg/L	0.026	3.417	3.323		
Níquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM		
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.049	0.056		
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Azufre (S)	mg/L	0.091	3.251	3.216		
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Selenio (Se)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Silicio (Si)	mg/L	0.104	3.582	3.407		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.328	0.319		
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Vanadio (V)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM		
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.008	0.007		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM		

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0820304-A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metasles Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bromuro, Sulfato, Nitrato, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510. B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness EDTA Titrimetric Method
Cianuro Total	mg/L	ASTM D7511-12 2012 Standard Test Method for Total Cyanide by Segmented Flow Injection Analysis, In-Line Ultraviolet Digestion and Amperometric Detection.
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl G, 23rd Ed. 2017 : DPD Colorimetric Method.
Bacterias Heterotrofas	UFC/mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 A,B, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E, 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E,G, 23rd Ed. 2017: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures.
Organismos de Vida Libre	N° Org/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2. a, c.1, 23rd Ed. 2017 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton, Zooplankton, Counting Techniques.
Formas Parasitarias	N° Org/L	Concentración por centrifugación - Filotación: Método de Filuzat. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Auraco. Lima, Perú. 1993.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos y/o matriz. Indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°01 Fecha : 02/01/2020

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2020.

Resultados de análisis presentados por el Laboratorio Regional del Agua – Setiembre 2020



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N°

IE 0920379-A

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JORGE MARTÍN NUREÑA TORRES**
Dirección **Cajamarca**
Persona de contacto **Jorge Martin Nureña Torres** Correo electrónico imartin.nt@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **14/09/2020** Hora de Muestreo **12:00**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **2**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Río Ronquillo-Cajamarca**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **CC - 379A - 20** Cadena de Custodia
Fecha y Hora de Recepción **14/09/2020 13:00** Inicio de Ensayo **14/09/2020 13:30**
Reporte Resultado **23/09/2020 11:00**



Edder Neyra Jalco
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028



Freddy López León
Especialista de Química
CIP: 180264

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0920379-A

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra			RRONQ1	RRONQ2		
Código Laboratorio			IE 0920379A-1	IE 0920379A-1		
Matriz			NATURAL	NATURAL		
Descripción			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL		
Localización de la Muestra			N: 9200476, E: 771830, A:2039 msnm	N: 9200235, E: 772837, A:2037 msnm		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM		
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	0.050	0.054		
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM		
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.036	0.035		
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM		
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	59.78	58.60		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM		
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.963	0.960		
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	5.693	5.754		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	0.003		
Sodio (Na)	mg/L	0.026	3.715	3.472		
Níquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM		
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.080	0.102		
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Azufre (S)	mg/L	0.091	3.320	3.412		
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Selenio (Se)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Silicio (Si)	mg/L	0.104	4.835	4.778		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.306	0.306		
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Vanadio (V)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM		
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.008	0.009		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM		

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0920379-A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Usuales y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos y/o matriz indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas a campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida solo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev-N°01 Fecha : 02/03/2020

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2020.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Resultados de análisis presentados por el Laboratorio Regional del Agua – Octubre 2020



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1020510-A

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre **JORGE MARTÍN NUREÑA TORRES**
Dirección **Cajamarca**
Persona de contacto **Jorge Martin Nureña Torres** Correo electrónico imartin.nt@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **19/10/2020** Hora de Muestreo **De 11:00 a 11:30 am**
Responsable de la toma de muestra **Cliente** Plan de muestreo N° -
Procedimiento de Muestreo -
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de puntos de muestreo **2**
Ensayos solicitados **Químicos Instrumentales**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**
Referencia de la Muestra: **Río Ronquillo-Cajamarca**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **CC - 510A - 20** Cadena de Custodia
Fecha y Hora de Recepción **19/10/2020 13:20** Inicio de Ensayo **19/10/2020 14:40**
Reporte Resultado **28/10/2020 12:20**



Edder Neyra Jalco
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028



Freddy López León
Especialista de Química
CIP: 180264

Cajamarca, 28 de Octubre de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1020510-A

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código de la Muestra			RRONQ1	RRONQ2		
Código Laboratorio			10203510A-1	10203510A-2		
Matriz			NATURAL	NATURAL		
Descripción			SUPERFICIAL	SUPERFICIAL		
Localización de la Muestra			N: 9200476, E: 771830, A:2039 msnm	N: 9200235, E: 772837, A:2037 msnm		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM		
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM		
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM		
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.034	0.034		
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM		
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	67.56	64.72		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM		
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.580	0.617		
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	5.776	5.759		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM		
Sodio (Na)	mg/L	0.026	2.855	3.011		
Níquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM		
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.035	0.034		
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Azufre (S)	mg/L	0.091	3.207	3.233		
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM		
Selenio (Se)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Silicio (Si)	mg/L	0.104	4.485	4.637		
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.327	0.323		
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM		
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Vanadio (V)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM		
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM		
Cerio	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM		
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	0.013	0.011		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM		

Cajamarca, 28 de Octubre de 2020.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1020510-A

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metasles Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Mercurio por AAS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry

NOTAS FINALES

(*) Los métodos y/o matriz indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(**) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev: N°01 Fecha : 02/01/2020

Cajamarca, 28 de Octubre de 2020.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Mes de octubre 2020

Código número de custodia: CC-310A-20	Solicitante: Jorge Martín Nureña Torres	DNI: 26710575	Firma: <i>M. Nureña</i>
Institución: Laboratorio Regional del Agua	Dirección: Jr. Revilla Pérez 246 Distrito: Cajamarca	Provincia: Cajamarca	Dpto.: Cajamarca
Teléfono: 076-599000 FAX:	Responsable del muestreo: Solicitante	Firma: <i>M. Nureña</i>	Urgencia: <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Alta

Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N.º de envases por punto de muestreo			Preservación			Parámetros físico-químicos (4)													Parámetros Biológicos (4)					Observaciones										
					P (3)	V (3)	E (3)	HCL	H2SO4	HNO3	NaOH	Zn(O ₂ CCH ₃) ₂	Otro:	SST	STD	DBO ₅	DOO	Acéites y grasas (MEH)	Metales totales (corrida)	Cromo hexavalente	Nitrógeno total	Nitrógeno amoniacal	Nitratos	Nitritos	Fosfatos	Fosforo total	Cianuro WAD	Fenoles		SAAM-Detergentes	Sulfuros	Fluoruros	Plaguicidas (todos: D.S.-015-2015-MINAM)	Mercurio	Coli. termotolerantes	Coliformes totales	Escherichia Coli	Enterococos	Huevos de helmintos
10203510A-1	RRONQ1	19/10/20	11:30	AS	X											X																							
10203510A-2	RRONQ2	19/10/20	11:30	AS	X											X																							



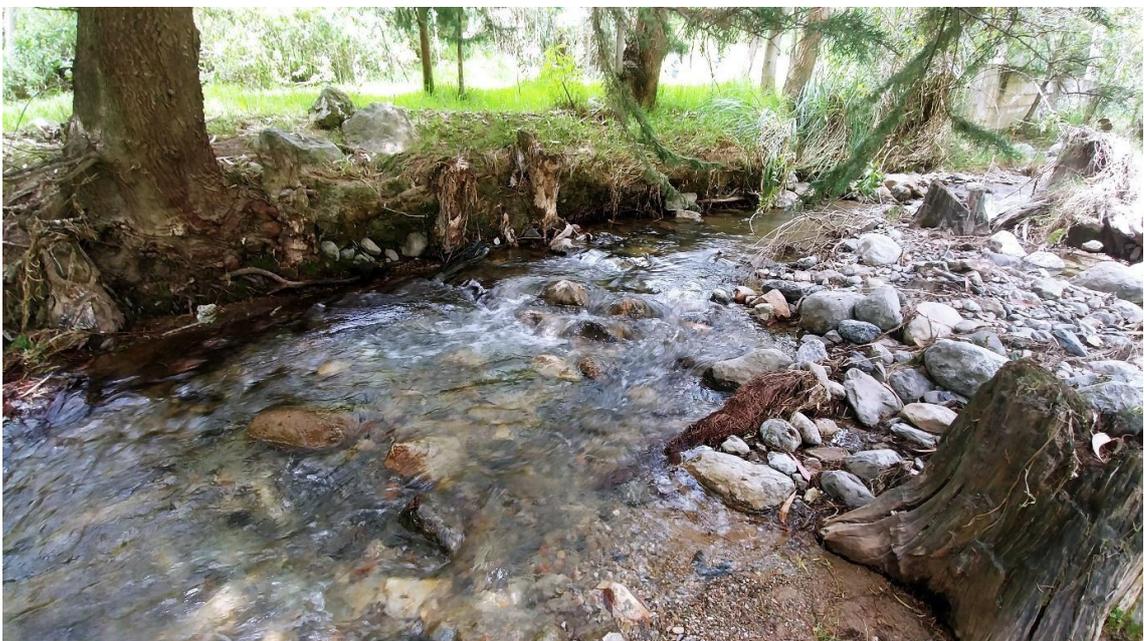
Entregado			Recibido				
Nombre y apellidos	Firma	Institución/empresa	Nombre y apellidos	Firma	Institución/empresa	Fecha	Hora
			Jorge Martín Nureña Torres	<i>M. Nureña</i>		28/10/2020	12:30

Condición y temperatura de llegada de las muestras: Cumplen requisitos de volumen, preservación y conservación Comentarios: _____

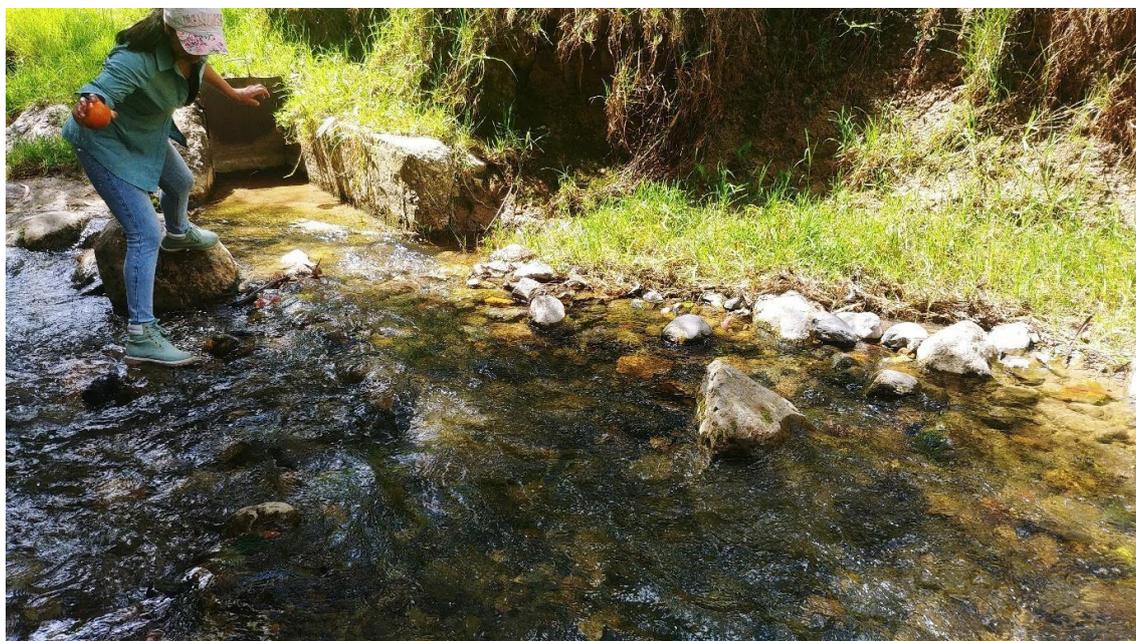
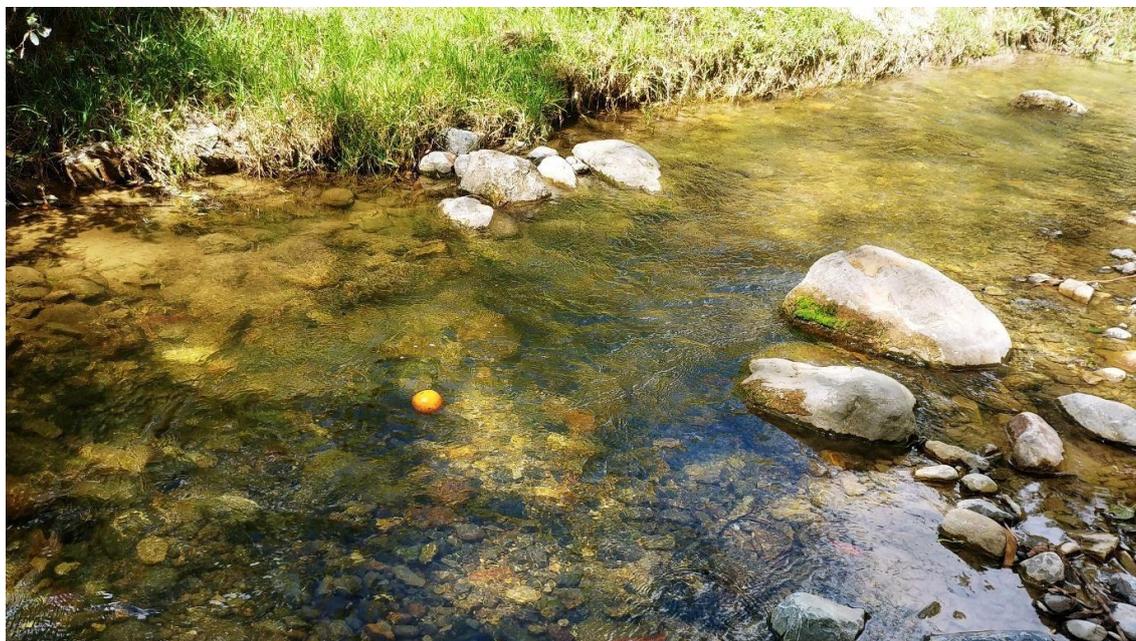
(1) Campo exclusivo para el laboratorio
 (2) AS (Agua Superficial); AM (Agua de Mar); AR (Agua Residual); BV (Blanco Viajero); BC (Blanco de Campo); BE (Blanco de Equipo); SE (Sedimentos); LD (Lodos); SU (Suelos)
 (3) P. Plástico; V. Vidrio; E. Estéril
 (4) Véase lista de parámetros del Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua" y otros que se requiera para investigación.

Anexo N° 4

Fotografías de campo



Aspecto del río Ronquillo en el mes de enero



Zona de medición del caudal (Método del flotador)



Toma de muestras de agua – enero



Medida de caudal – Febrero 2020



Toma de muestras – Febrero 2020



Restos de un perro muerto en la toma de muestras del mes de febrero 2020







Toma de muestras – Agosto 2020



Toma de muestras – Setiembre 2020





Toma de muestras – Setiembre 2020 (Se encontró personas lavando ropa)



Toma de muestras – Octubre 2020