

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA
DE SUBCUENCA CAJAMARQUINO - CRISNEJAS,
QUE RECIBE VERTIMIENTOS DE AGUAS
RESIDUALES POBLACIONALES Y PASIVOS
AMBIENTALES MINEROS, DEL 2016-2020”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor:

July Maria Milagros Cruzado Suarez

Asesor:

Mg. Julián Ricardo Díaz Ruíz

<https://orcid.org/0000-02-1870-6648>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Juan Carlos Flores Cerna	18898536
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Marieta Cervantes Peralta	29425048
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Gladys Sandi Licapa Redolfo	41379556
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mi familia, principalmente a mis padres que han sido un pilar fundamental en mi formación académica como profesional, por brindarme toda la confianza, consejos, oportunidades, y los recursos para poder lograr mis metas, dedicado también a los docentes por su paciencia y comprensión, dedicado a mi abuelito Víctor por siempre estar conmigo y por su apoyo, y por ultimo dedicado a Alexis mi esposo el cual me apoyo en todo momento sin dudar de mí.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado una familia, amigos y compañeros que, a lo largo de mi realización como profesional en esta apasionante carrera de ingeniería ambiental, siempre me han dado ese aliento y apoyo para poder seguir adelante y nunca decaer en especial mis hijos, que ellos fueron mi más grande motivación. Agradezco también a mis maestros en especial consideración al Ing. Mg. Julián Ricardo, Díaz Ruíz por el sacrificio de su tiempo en responder mis dudas académicas y al Ing. Pedro Jesús Jiménez Bermejo por su apoyo en investigación y conocimiento teórico-práctico.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Bases Teóricas.....	21
Justificación.....	32
1.3. Formulación del problema.....	33
1.4. Objetivos.....	33
1.4.1. Objetivos Específicos	33
1.5. Hipótesis.....	34
1.5.1. Hipótesis General	34
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	34
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	35
2.1. Tipo de Investigación	35
2.2. Población y Muestra	36
2.2.1. Población.....	36
2.2.2. Muestra.....	36

2.3.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	38
2.4.Procedimiento de recolección de datos.	39
2.4.1. Procedimiento para documentación:	39
2.4.2. Procedimiento para la observación y registro de fichas de datos:.....	40
2.4.3. Procedimiento para el cálculo de ICA:	41
2.5.Análisis de datos.	42
2.6.Aspectos éticos	43
CAPÍTULO III: RESULTADOS	45
3.1.Descripción del Área de Estudio.....	45
3.2.Efectos de los vertimientos	60
3.2.1. Características de los Parámetros para el año 2020.	60
3.2.2. Características de los Parámetros para el año 2019.	62
3.2.3. Características de los Parámetros para el año 2018.	66
3.2.4. Características de los Parámetros para el año 2017.	69
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	78
Comparación de los Factores Contaminantes con los Estándares de Calidad Ambiental	80
Contaminantes Metálicos	80
Contaminantes Microbiológicos.....	82
Potencial de Hidrógeno (pH).....	84
Conclusiones.....	86
Recomendaciones.....	87
REFERENCIAS	88
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorización de Aguas Residuales.....	22
Tabla 2. Parámetros que se evalúan en ICARHS	24
Tabla 3. Interpretación Valorativa del ICA.	26
Tabla 4. Interpretación Valorativa del ICA-Perú.	28
Tabla 5. Parámetros y Datos ECA, según DS 004-2017-MINAM.....	30
Tabla 6. Parámetros y Datos ECA, según DS 004-2017-MINAM.....	30
Tabla 7. Puntos de muestreos referenciados para su análisis.	36
Tabla 8. Límites de Acción de AAA VI Marañón.....	45
Tabla 9. Cuerpos de Agua de Influencia directa en la Cuenca de Rio Crisnejas.	46
Tabla 10. Puntos de muestreos referenciados para su análisis.	47
Tabla 11. Parámetros y cálculos ICA por cada Fuente Hídrica de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino (2020-2017).....	54
Tabla 12. Clasificación de ICA (2020-2017).	58
Tabla 13. Interpretación de Clase ICA.	59
Tabla 14. Resumen de las fuentes hidrográficas que NO cumplen los Parámetros Fisicoquímicos.....	73
Tabla 15. Resumen de las fuentes hidrográficas que NO cumplen los ECA de Concentraciones Metálicas.....	75
Tabla 16. Contaminantes Microbiológicos identificado en los monitoreos 2016-2020.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Referencial de subíndices ICARHS.	27
Figura 2. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 1/5. .	49
Figura 3. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 2/5. .	50
Figura 4. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 3/5. .	51
Figura 5. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 4/5. .	52
Figura 6. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 5/5. .	52
Figura 7. Resultados del pH en el monitoreo de 2020.	60
Figura 8. DQO en el monitoreo de 2020.	60
Figura 9. DBO en el monitoreo de 2020.	61
Figura 10. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2020.	61
Figura 11. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, monitoreo de 2020. .	62
Figura 12. Resultados del pH en el monitoreo de 2019.	63
Figura 13. DQO en el monitoreo de 2019.	63
Figura 14. DBO en el monitoreo de 2019.	64
Figura 15. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2019.	64
Figura 16. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, en el monitoreo de 2019.	65
Figura 17. Resultados del pH en el monitoreo de 2018.	66
Figura 18. DBO en el monitoreo de 2018.	67
Figura 19. DQO en el monitoreo de 2018.	68
Figura 20. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2018.	68
Figura 21. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, monitoreo de 2018. .	69
Figura 22. Resultados del pH en el monitoreo de 2017.	70

Figura 23. DBO en el monitoreo de 2017.....	70
Figura 24. DQO en el monitoreo de 2017.....	71
Figura 25. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2017.....	71
Figura 26. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, monitoreo de 2017..	72
Figura 27. Índice de Calidad de Agua de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino.	77

RESUMEN

El desarrollo de la presente investigación se realizó para calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA) de la Sub Cuenca Cajamarquino de la Cuenca Crisnejas, en el ámbito de la Autoridad Local del Agua Cajamarca; se siguió la metodología con enfoque cuantitativo, tomando en cuenta la investigación básica con diseño no experimental. La muestra empleada para el estudio deriva de los monitoreos realizados por el MINAN, estos como reportes anuales entre los años 2016-2020. Los resultados indican que el año 2020, ha recibido el mayor impacto ambiental a causa de Aguas Residuales Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, ya que se tiene a los ríos Ronquillo, Mashcón y Namorino con clasificación de ICA de 66.67, 65.20 y 67.24 respectivamente, clasifican en calidad Regular a Mala. La comparación de los parámetros de los monitoreos con los ECA ha dejado al descubierto que se ha sobrepasado en Concentraciones Metálicas de Aluminio, Hierro, Arsénico y Manganeseo. En cuanto a presencia Microbiológica se ha podido evaluar que tanto Coliformes Termotolerantes como Escherichia Coli son recurrentes en los ríos Mashcón, Cajamarquino y Namorino; lo que implica riesgos potenciales para las personas, animales y vegetación.

PALABRAS CLAVES: Índice de Calidad de Agua, Cuenca Crisnejas, Aguas Residuales Poblacionales, Pasivos Ambientales Mineros.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las aguas de las Cuenca Crisnejas tienen una importancia relevante dentro de las actividades de la población cajamarquina y sus alrededores, que se usan de manera esencial para el riego de sus cultivos, bebida de animales y en pocas ocasiones para el consumo humano en zonas rurales; es por ello que se debe mantener una calidad de agua lo más cercana a los parámetros ideales, sin embargo, la realidad se aleja de ello ya que estas aguas en diferentes puntos reciben en su flujo contaminantes provenientes de Aguas Residuales Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros (PAM), descrito por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) existe un ineficiente uso del agua ya que las autoridades no contemplan un seguimiento adecuado, en el 2015 se tuvo la autorización de uso de aguas para actividades consuntivas un 23 927 hm³ con vertimientos de 2 712.1 hm³ y un volumen de reutilización de 124 hm³, esto deja una diferencia considerable donde el 88.15% no se conoce el uso, se presume de ello como descargas informales que generan contaminación (Aquino , 2017, p. 117).

La problemática radica en que el control para tratamiento de aguas residuales en general es deficiente o en ocasiones inexistente, al no realizar un control estricto de ello las descargas de dichas aguas afectan a las fuentes hídricas que las reciben sin tratamiento alguno, esto sucede porque se requiere de una inversión considerable de los tratamientos que se deben emplear, en las poblaciones extensas es aún más vago el control por la extensión misma de la demografía, en cuanto al tratamiento en aguas de PAM existen normativas que regulan y fiscalizan los planes que contrarresten sus posibles impactos antes de una descarga irresponsable, pero esto solo sucede para las organizaciones que trabajan de manera formal más no para aquellas que se desarrollan por el ámbito ilegal o informal, entonces de una u

otra manera hay un margen de control que no permite asegurar una descarga de aguas de ambas procedencias en condiciones de calidad (Vergara & Jugo, 2015, p. 133).

La “Tecnología para el uso sostenible del agua” describe que al reconocer los factores contaminantes dando una solución para la disminución de aguas residuales es crear un uso eficaz del agua para poder, disminuir en lo más viable la práctica de productos químicos que puedan contaminar y lo más significativo es que las administraciones públicas implementen las infraestructuras necesarias para que estas aguas sean devueltas al medio ambiente habiendo sido depuradas preliminarmente. Como asimismo llevar a cabo una correcta categorización y reciclaje de los residuos es uno de los elementos que más nos puede ayudar a aminorar la contaminación (Martínez, 2013, p. 25).

Vista la necesidad de mantener un control en la calidad de las aguas, esta investigación se orienta conocer las condiciones de calidad de agua de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino que tiene constantes impactos de aguas residuales y desechos, en tal sentido se conocerán los detalles de la evaluación del recurso hídrico como un sistema de gestión que ha realizado la Autoridad Nacional del Agua, lo cual nos ayudará a obtener factores contaminantes que generan diversos problemas en la población dando una solución como por ejemplo la reducción de aguas residuales haciendo un uso eficiente del agua en los sectores más necesitados (Autoridad Nacional del Agua, 2015, pp. 11-12).

1.1. Realidad problemática

Las actividades domésticas e industriales son factores que impactan la calidad de las aguas en una sociedad, si es que estas no son controladas adecuadamente; según lo informa la fundación Manos Verdes, los contaminantes que se generan dentro de los hogares y que se emiten hacia los efluentes cercanos pueden ser de 5 tipos: (I) Pinturas, se tiene el dato de

que tan solo 4 litros de pintura pueden contaminar más de 1 millón de litros de agua; (II) Insecticidas, el impacto de los insecticidas es que pueden ser transportados a través del agua y ser consumidos en bebederos de animales, e incluso se conoce que los peces pueden acumular sus componentes por lo que indirectamente a los consumidores se pueden ver afectados; (III) Productos de Limpieza, los químicos son desechados sin control alguno en los desagües de las casas, estos se conducen hacia los ríos y posteriormente a los mares, la composición química de dichos productos es generalmente altamente tóxica; (IV) Productos de Higiene Personal, al igual que los productos de limpieza en estos no existe control interno dentro de las viviendas así que son desechados por canales domésticos que no son los adecuados; y (V) Aceites de Cocina, se estima que un litro de aceite usado puede lograr la contaminación de 1000 litros de agua, estos contaminantes no tienen regulación dentro de los hogares y son potenciales desechos domésticos que contaminan las aguas (Fundación Manos Verdes, 2020, pp. 2-4).

En cuanto a los contaminantes industriales se tiene que estos tienen un mayor impacto a las aguas del medio ambiente, ya que los productos químicos que se manipulan en las diversas industrias son de composición química más concentrada; se generan sustancias tóxicas como ácidos, metales pesados, sales y restos de materiales en descomposición; todas las industrias sin excepción generan contaminación de los recursos hídricos, dicho sea de paso que su impacto depende del tipo de sustancias que manejan y el tipo de actividad industrial que se desarrolla. El manejo inadecuado de los residuos industriales es lo que genera contaminación, si bien es cierto actualmente existen disposiciones legales o normativas de protección al medio ambiente, es aún deficiente el control de prevención en los sectores industriales; en tal sentido según indica la Organización

de las Naciones Unidas (ONU) se conoce que las industrias que más contaminan aguas son las siguientes: (I) Industrias Minero-Energéticas, se tiene que aproximadamente un 60% de contaminantes en aguas es derivado de la actividad energética en quema de combustibles fósiles, extracción de petróleo y sus componentes asociados, explotación de yacimientos mineros y generación energética; (II) Industrias Textiles, este sector genera impactos desmedidos por la idea de fast fashion ya que se producen unidades de ropa a nivel masivo que son temporalmente descartadas; (III) Industria Alimentaria, se estima que la producción de un kilo de carne necesita de 15.000 litros de agua, también se tiene que se requieren entre 1.000 y 3.000 litros para obtener un kilo de arroz, indica la ONU, el sector de la alimentación consume el 70% de los recursos hídricos del planeta; (IV) Industria del Transporte, este sector genera en Europa el 24% de las emisiones hacia el aire; y (V) Industria de la Construcción, en cuanto a este sector se estiman que las emisiones de CO₂ son del 40%, además el 80% del desmonte que genera la construcción son desechados sin tratamientos competentes (BREEAM, 2021).

La sociedad actualmente demanda del recurso hídrico en condiciones favorables para el uso doméstico, ganadero y agricultor; por lo que es necesario que las fuentes del recurso sean constantemente observadas en mediciones de análisis para determinar si cumplen con los requisitos para los usos antes mencionados. Hoy en día el tema del cuidado de la calidad de aguas es muy relevante ante un sistema de desarrollo sostenible, en tal sentido se tienen que observar parámetros que nos ayuden a conocer dicha calidad, estos son los parámetros fisicoquímicos como “pH, conductividad, salinidad, temperatura, cloruros fluoruros, sulfatos, DQO, DBO, fosfatos, nitritos, nitratos” (Villena, 2018, p. 4).

Antecedentes de Investigación

En el ámbito internacional tenemos a Abril et al. (2017) con una investigación orientada a la caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo, para ello se realizó el monitoreo de 15 puntos del río mencionado, dichos puntos distribuidos en 6 para la zona urbana y los restantes 7 para la zona rural; los parámetros medidos corresponden a los componentes fisicoquímicos y microbiológicos. Para refuerzo de la investigación se considera evaluar características del agua como cantidad de oxígeno disuelto, pH, temperatura, tensoactivos, coliformes fecales, nitratos, nitritos, sulfatos, DBO5, cloro residual y organofosforados. Tras realizar una correlación de Pearson, se establece que en el pH promedio es de 3.90, un DBO5 como Tensoactivos en 20.19 y en coliformes fecales se está sobrepasando hasta un 19.02, por lo tanto, los Límites Máximos Permisibles establecen estas concentraciones como anómalas, esta información cotejada con la normativa de Ecuador, tal dato con mayor relevancia en las zonas urbanas (pp. 60, 71-72).

Los autores Pérez et al.(2017), asociados con la Universidad de Nariño y la Universidad de Sao Paulo, desarrollaron una investigación orientada al uso del suelo y la influencia en la presión y degradación de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas, en esta investigación se logró caracterizar en 6 clases el uso potencial del recurso hídrico, para el uso en áreas urbanas, en terrenos agrícolas, para el pastoreo de animales domesticados, como fuentes de bosques, suelo expuesto y fuente hídrica en cuerpos de aguas. La relación más relevante es que el deterioro del suelo es impacto directo en las fuentes de agua ya que se observan cambios notorios en las condiciones o características del agua en dichas zonas, además de ello se determinó que el uso del suelo aumento para las áreas urbanas, las áreas destinadas o previstas como forestales han disminuido. Finalmente la contaminación de agua

determinó que las correlaciones entre la DBO, pH y la DBO entre áreas urbanas resultaron en 0.7, los sólidos totales y el nitrógeno, proveniente de la erosión, para la correlación entre coliformes y la temperatura se determinó que las variaciones de pH influyen directamente en el ICA, tal que el pH mínimo resultó en 5.8 y un máximo de 8.3; en cuanto a coliformes se obtuvo un mínimo en 94.7 y un valor máximo de 13 745.3; el DBO mínimo resultó en 1.0 y alcanzó una máxima de 6.1; en cuanto a turbidez la mínima se estableció en 1.7 y un máximo de 7.8 (pp. 43, 45, 56).

Se tiene la mención de Gil et al. (2018), quienes realizaron una investigación con objetivo de evaluar la calidad del agua superficial, para ello los investigadores usaron el índice de calidad de agua; la aplicación de este estudio se llevó a la Cuenca del Río Guarapiche. Los autores consideraron evaluar 14 características del agua, de las cuales se menciona las siguientes: temperatura, pH, dureza, CE, nitrato, nitritos, sulfato, cloruros, OD, Fe, Mn, Ni, K, y CF). Se destaca de los resultados obtenidos en esta investigación que el peso relativo que se le asignó a los parámetros antes mencionados tuvo una variación de uno a cuatro, lo que nos da a conocer que si existen impactos considerables de las concentraciones de dichos parámetros en la vida acuática de la cuenca en mención, para los muestreos específicos de San Félix el ICA inicia en 44,38 y alcanza hasta 363,69. También se menciona que esta investigación es una representación no tan extensa como debería ser en casos de estudios referidos a la calidad de agua, por lo tanto es sugerente que se realicen los muestreos en puntos de control estratégicos con los protocolos más acertados y aumentando el muestreo para disminuir el error de los datos, la aplicación ICA es ideal, se mostró que el ICA que se calcularon para 7 puntos de muestreo del río Guarapiche muestran una variación entre 44.38 hasta 363.79, y el valor medio resultó en 83.1 lo que nos da a conocer que se ubican dichas

aguas en el nivel II, como aguas de buena calidad. Además cabe rescatar que el “14.29 del agua del río se ubicó en la clase I: agua excelente, el 69.05 % en clase II - agua buena, el 11.90% en clase III pobre, el 2.38 % en clase IV muy pobre y solo el 2.38 % en clase V no apta para consumo humano. Si se toma el valor de ICA de 100, como límite superior o umbral para agua potable, podemos decir 83.34 % (suma de las clases I y II), son aptas para consumo humano.”(pp. 114-117).

En torno a la evaluación del ICA en los ríos de la ciudad de Cuenca (Ecuador), nos encontramos con Pauta et al. (2019), quienes caracterizan el conjunto de fuentes hídricas como ríos: Tarqui, Yanuncay, Machángara y Tomebamba, afluentes del río Paute. La aplicación realizada de Water Quality Index, permitió la identificación y caracterización de 18 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Este estudio es destacable por la extensión y rigurosidad de su puesta en marcha, para tal mención se tomaron 9 campañas de monitoreo en cada río, destacando que se cubrieron los periodos hidrológicos representativos y midiendo descargas de flujo. Se obtuvo que las captaciones de flujo a cada río tienen condiciones adecuadas para usos domésticos, ganaderos, agrícolas; pero a medida que se sigue la ruta del flujo estas condiciones varían por acción o contacto directo con actividades humanas, industriales y más. Se evidencia que la calidad del agua varía, las causas inmediatas de esta variación son las descargas que se diluyen, provenientes de descargas de aguas residuales sanitarias, industriales y a factores naturales como escorrentía o sedimentos por erosión. Cabe resaltar que durante los periodos de lluvias intensas o constantes, la calidad de agua disminuye, en específico los parámetros de color, turbidez contenidos de fósforo o nitrógeno se ven variables; finalmente se resumen que la calidad del agua no es extrema, pero sí es de tener cuidado, sobre todo para mantener el control en estaciones de alta

actividad humana, así mismo es necesario la evaluación periódica de los parámetros con fines de mantener las condiciones ambientales de las cuencas con el menor impacto posible (pp. 83-86)

También se tiene a Herrera, et al. (2013), quienes estudiaron a los metales pesados porque tienen una importante fuente en las actividades de origen antropogénico y constituyen un peligro para la biota acuática y el ser humano y un factor de deterioro de la calidad hídrica y ambiental. Los sedimentos ribereños, uno de los principales reservorios de estos elementos, actúan como fuentes secundarias de contaminación de los cuerpos de agua, por lo que resulta importante evaluar la concentración de metales como una herramienta que permite rastrear el origen de los contaminantes en el medio y predecir los impactos que pueden producir en los ecosistemas acuáticos. Se analizó por espectrofotometría de absorción atómica la concentración de Cd, Ag, Se, Sn, Ni, Cr, Cu, B, Zn, Hg, Ba, Pb, Mn, As y Al en los sedimentos superficiales del sector medio del río Pirro (Heredia, Costa Rica). Las concentraciones de estos elementos fueron muy elevadas para la mayoría de las sustancias analizadas en todos los puntos de muestreo seleccionados. Su distribución no fue homogénea, ni presentó un patrón geográfico marcadamente definido, pudiéndose encontrar altos niveles.

En el marco nacional tenemos a Valdivia (2017) con una investigación realizada en con objeto de evaluar y caracterizar de la calidad de aguas subterráneas del sector de Jaguay (Cuenca Camaná). Ante ello se abordó la correlación de datos geológicos, geofísicos y una exploración directa en la cuenca Camaná. De los datos previstos a evaluar se realizó un inventario que estableció 31 pozos, de los mismos que el 90% son de uso agrícola; la calidad de agua de los cuerpos identificados evidencia valores de oxígeno disuelto entre 3.2 a 4.0

mg/L, también se logró identificar que la salinidad presente es de 2.5 mmhos/cm lo que indica que se pueden usar en la agricultura siempre que su uso no sea prolongado. Es importante mencionar que esta red de acuíferos no se encuentra tan impactados ya que su ubicación lejos de las zonas urbanas o industriales les permite tener ecosistemas estables, más sin embargo es necesario el control de monitoreo en dichos acuíferos por ser potencialmente zonas de extensión demográfica en el futuro cercano, ante dicha preocupación es recomendable que los ministerios ambientales consideren categorizar las aguas (pp. 2, 11, 98-100).

Un artículo elaborado por Pino et al. (2021), en relación a la calidad de agua en la cuenca del río Caplina (Tacna), en esta investigación se establecen parámetros de investigación con carácter de comparación a los Estándares de Calidad Ambiental que ha sido designado por el Ministerio del Ambiente. El estudio abarca desde concentraciones metálicas, pH, oxígeno disuelto y caracterizaciones fisicoquímicas del agua, se logró identificar que debido a las lluvias en el verano, existe erosión de rocas andesitas que revelan sus componentes en las aguas, las precipitaciones alcanzan entre 70 y 150 mm/año, y en años húmedos llegan a los 300 mm/año. Se observó alto contenido de arsénico (1.43 mg/l), plomo (0.22 mg/l) y sodio (296.72 mg/l), que sobrepasan los ECA, además se determinó que la de calidad de agua, presenta una concentración de arsénico de 0.31 mg/l en épocas de estiaje y 0.055 mg/l en temporadas de lluvia; 124.7 mg/l de hierro en temporadas de estiaje y 9.54 mg/l en temporadas de lluvia, estas características cambian la coloración del agua que se coteja con los análisis de laboratorio y confirma lo descrito (pp. 4-6, 20-22).

Los autores Balmaceda et al. (2009), quienes realizaron un estudio sobre el potencial hidrobiológico del río Huancabamba sector presa Limón. Para el análisis de los parámetros

fisicoquímicos concluyen que, para los valores encontrados de la alcalinidad total, turbiedad y temperatura, no se encuentra valores de comparación en nuestra legislación, las concentraciones que se presentan son naturales y representativas del río Huancabamba y no representan o evidencian contaminación alguna. Respecto a los bicarbonatos, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica, las concentraciones que se presentan son todos valores menores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua (D.S. 002-2008-MINAM). Y en general, la superficie de la cuenca drenada y la distancia al origen del río provocan una mayor concentración de estas variables en las aguas, incrementándose progresivamente con el discurrir de las aguas hacia las partes más bajas. Los cambios, en las concentraciones de los sólidos suspendidos totales y en el color aparente y real, se evidencian posteriormente a los aumentos de avenidas o precipitaciones esporádicas arriba de la cuenca, que traen como consecuencia procesos de erosión del substrato superficial, debido a la fuerte escorrentía generada, esto también afectó la concentración de oxígeno disuelto, pero sin llegar a afectar las condiciones de oxigenación en los cuerpos de agua evaluados.

En cuanto a las menciones locales asociadas al tema de investigación citamos a García (2015), quien evaluó la calidad y usos del agua de la subcuenca del San Lucas (Cajamarca) en función del Índice de Brown, este es un método de evaluación química, que permite mostrar la variación espacial y temporal de la calidad del agua para evaluar el problema de contaminación de la subcuenca y encontró que los ríos Tres Ríos, Ronquillo, Urubamba y San Lucas, tributarios de la subcuenca del San Lucas también se ven afectados por cambios climáticos y acciones antropogénicas desarrolladas a lo largo de su recorrido. Asimismo realizó análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para determinar el Índice de Calidad de Agua (ICA), en base a ecuaciones matemáticas propuestas por Brown, y demostró en primer

lugar, que existe diferencia sustancial entre los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), considerados para los diferentes usos a los que son destinados las aguas superficiales en el D.S. N.º 002-2008-MINAM y el ICA, siendo este último más exigente en la ponderación de los parámetros en estudio sobre todo en lo que respecta a la presencia de coliformes termotolerantes (0,16) y al oxígeno disuelto (0,17) en aguas superficiales. Segundo, los ríos Tres Ríos, Ronquillo y la estación Barrio Urubamba II del río Urubamba califican en la categoría regular (ICA: 50 - 56); mientras que, la estación Barrio Urubamba I y las dos estaciones del río San Lucas califican en la categoría mala (ICA: 45 – 49).

También se tiene la mención de Romero (1999), quien afirma que toda agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua de la fuente o cuerpo receptor. Sin embargo, se dice que un agua residual causa contaminación solamente cuando ella introduce condiciones o características que hacen el agua de la fuente o cuerpo receptor inaceptable para el uso propuesto de la misma. Tal es así, es sumamente preocupante los vertimientos que se hacen a los ríos que atraviesan el valle de Cajamarca provenientes de las actividades antrópicas de la ciudad y sus alrededores, dado el hecho que éstas pueden variar de acuerdo con la época de lluvia y a la época de estiaje.

1.2. Bases Teóricas

La clasificación de aguas residuales, se identifican las categorías siguientes: (I) Agua Residual Doméstica (ARD), (II) Agua Residual Municipal o Urbana (ARU), (III) Agua Residual Industrial (ARI), (IV) Aguas Lluvias (ALL) y (V) Aguas Residuales Agrícolas (ARA). Se define que las aguas residuales son “el conjunto de aguas afectadas ya sea por acciones naturales o antrópicas, que se generan a partir de residuos líquidos domésticos, urbanos, agrícolas, pluviales o industriales.” (Herbas, 2021, p.12).

Tabla 1. Categorización de Aguas Residuales.

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES		
ADR	Aguas Negras	Transportan sustancias residuales originarias del excusado que pueden estar presentes como disueltos, suspendidos o en estado intermedio denominado coloidal.
	Aguas Grises	Son Aguas jabonosas con contenidos de grasas, provenientes del lavado de utensilios de cocina, del uso de la ducha, la tina o el lavamanos o del lavado de ropa en el lavadero y la lavadora.
ARU		Estas aguas se caracterizan por ser los residuos de un conjunto urbano; de lo cual tiene actividades residenciales, recreativas e industriales, transportadas por una red de alcantarillado.
ADI	Industrias con vertimientos Orgánico	Provenientes de industrias papeleras, azucareras, lugares de sacrificio de animales, fábricas de curtidos, conserveras, fábricas de lácteos y subproductos, fermentaciones, preparación de productos alimenticios, bebidas y lavanderías.
	Industrias con vertimientos orgánico e inorgánico	Provenientes de refinerías y petroquímicas, coquerías, químicas y fábricas textiles, este tipo de industrias vierten concentraciones de concentración de materia orgánica, aceites, fenoles, amoníaco y sulfuros.
	Industrias con vertimientos inorgánico	Provenientes de industrias químicas de limpieza y recubrimiento de metales, explotaciones mineras y salinas. Presentan vertimientos con concentraciones de metales pesados, fenoles, alquitranes, cianuros libres y complejos, sulfuros, materias en suspensión, hierro, aceites, grasas y pH.
	Industrias con vertimientos que contienen materia en suspensión	Provenientes de industrias que se dedican al lavado de minerales y carbón, corte y pulido de mármol y otros minerales, laminación en caliente y colada continua. Muestran concentraciones de productos tóxicos empleados, sólidos en suspensión, aceites, grasas y sedimentables
	Industria con vertimientos refrigerantes	Provenientes de centrales térmicas y centrales nucleares, estas industrias generan vertimientos tóxicos y peligrosos como concentraciones de ácidos, sólidos sedimentables, arsénico, selenio y mercurio.
ALL		Producto de escorrentía superficial de las lluvias las cuales fluyen por techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Pueden ser muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie.
ARA		Estas aguas se caracterizan por ser originadas a partir de la escorrentía superficial de zonas de riego agrícolas y se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y altos contenidos de sólidos en suspensión.

Fuente: Blog Fibras y Normas S.A.S. (2021).

Los denominados Pasivos Ambientales Mineros (PAM), son los estragos de la actividad minera de antaño que genera actualmente Drenaje Ácido de Mina con altos contenidos de metales y metaloides; mismos que a su vez son transportados por escorrentías hasta ir a parar en las redes hidrográficas de más cercanía. Según definición del Ministerio de Energía y Minas (2015), un PAM “Aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonadas o inactivas a la fecha de vigencia de la Ley, y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad” (p. 2).

Una de las técnicas más usadas para aguas es el ICA (Índice de Calidad de Agua), que es una adaptación de la metodología canadiense CCME_WQI, misma que ha sido enfocada en condiciones específicas junto con legislaciones para la evaluación de los recursos hídricos; en tal mención se tiene que el ICA es una herramienta matemática que contiene un conjunto de parámetros que se traducen en valores numéricos para comparar con los datos obtenidos de uno o varios puntos de muestreo. (ANA, 2018, pp. 7-10).

Expresado por la Autoridad Nacional del Agua (2018), como se visualiza en la **Tabla 2**; se tiene: 1/ Poblacional y recreacional: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. 2/ Riego de vegetales y bebida de animales. 3/ Conservación del ambiente acuático (Ríos de la Costa, Sierra y Selva), 4/ Aplica para la vertiente del Amazonas con categoría E2 ríos de la selva. 5/ Aplica para la vertiente del Pacífico (zona sur).

Tabla 2. *Parámetros que se evalúan en ICARHS*

		Categoría 1 Subcategoría A2 1/	Categoría 3 2/	Categoría 4 Subcategoría E2 3/
Materia Orgánica	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	X	X	X
	Demanda química de oxígeno (DQO)	X	X	X
	Oxígeno disuelto (valor mínimo)	X	X	X
	Coliformes termotolerantes	X	X	X
	Fósforo total	X		X
	Amoniaco -N	X		
	Nitratos (NO ₃ ⁻)			X
	Hidrocarburos totales de petróleo 4/			X
Físico-químico Metal	Potencial de hidrógeno (pH)	X	X	X
	Arsénico	X	X	X
	Aluminio	X	X	
	Manganeso	X	X	
	Hierro	X	X	
	Cadmio	X	X	
	Plomo	X	X	X
	Boro 5/	X	X	
	Cobre		X	X
	Mercurio			X
	Zinc			X
	Sólidos suspendidos totales			X

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2018.

La referencia que se tiene para poder calcular el ICARHS procede del Consejo de Ministros del Medio Ambiente (CCME WDI), el mismo que considera la siguiente igualdad para su respectivo calculo:

Ecuación 1. Ecuación para el Cálculo ICA

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

De la ecuación se rescata que los valores para F corresponden a: (I) F1, Alcance, que se entiende como la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los ECA en comparación al total de parámetros evaluados; (II) F2, Frecuencia, para este caso hace referencia a la cantidad de datos que no cumplen los ECA en comparación al total de datos de los parámetros evaluados y (III) F3, Amplitud, Mide la desviación existente de los datos que va de la suma normalizada de excedentes con respecto número al total de datos. Estos indicadores se calculan de la siguiente manera:

Ecuación 2. Cálculo del Alcance.

$$F_1 = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de parámetros que NO cumplen ECA}}{\text{N}^\circ \text{ total de parámetros a evaluar}} \right)$$

Ecuación 3. Cálculo de la Frecuencia

$$F_2 = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de datos que NO cumplen ECA}}{\text{N}^\circ \text{ total de parámetros a evaluar}} \right)$$

Ecuación 4. Cálculo de la Amplitud.

$$F_3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

Para determinar la Suma Normalizada de Excedentes, se usa la Igualdad siguiente:

Ecuación 5. Cálculo de la Amplitud.

$$\text{Suma Normalizada de Excedentes} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}} \right)$$

Un “Excedente” se puede dar para cada parámetro, es el valor que resulta de la diferencia del dato de muestreo restado al valor ECA referencial de la norma. Se tiene la particularidad de excedentes en dos casos singulares:

Caso 1: Para el valor que supera la concentración del ECA de la norma, se usa la expresión:

Ecuación 6. Excedente que supera el ECA.

$$Excedente = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que NO cumple ECA}}{\text{Valor ECA en norma}} \right) - 1$$

Caso 2: Para el valor que es menor a la concentración del ECA de norma, se usa la expresión:

Ecuación 7. Excedente que es menor al ECA.

$$Excedente = \left(\frac{\text{Valor establecido del ECA}}{\text{Valor del parámetro que NO cumple ECA}} \right) - 1$$

El cálculo resultante de las ecuaciones nos sirve para poder ubicar en escala valorativa el ICA, según CCME_WQI se tiene la representación visual siguiente:

Tabla 3. Interpretación Valorativa del ICA.

ICARHS	Valor	Interpretación
	95-100	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.
	80-94	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
	65-79	La calidad de agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
	45-64	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
	0-44	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento.

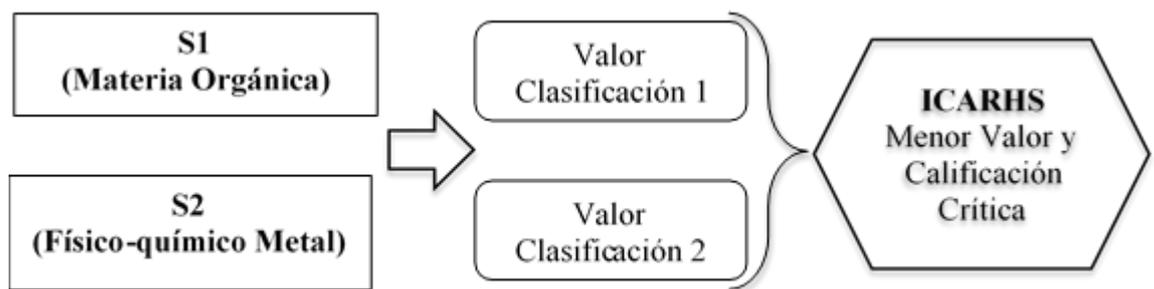
Fuente: CCME_WQI, 2001.

Finalmente se opta por determinar los subíndices, esto debido a que el cálculo de ICARHS depende directamente de los índices que son asignados como S_1 y S_2 , los que son calculables en función a los parámetros establecidos anteriormente, esto aporta a la clasificación final por el resultado de menor valor y calificación crítica. En tal mención se tiene la clasificación final por la igualdad siguiente:

Ecuación 8. Igualdad final de clasificación ICARHS.

$$ICARHS = \text{mín.}(S_1, S_2)$$

Figura 1. Referencial de subíndices ICARHS.



Nota: Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá (2001).

El cálculo del ICA en el Perú conlleva la metodología similar, el proceso y los indicadores como variables de la ecuación de cálculo son los mismos, lo único que cambia es la codificación de colores para la clasificación del ICA (Autoridad Nacional del Agua, 2018, p. 21). La ventaja que nos brinda la metodología peruana es que interpola los datos para determinar el ICA puntual, es decir de un solo monitoreo, en tal caso se tiene la secuencia siguiente:

Ecuación 9. Alcance y Frecuencia

$$F_2 = F_2 = \left(\frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}} \right)$$

Ecuación 10. Amplitud

$$F_3 = \left(\frac{\text{Suma de Excedentes}}{\text{Suma Excedentes} + 1} \right) * 100$$

Ecuación 11. Cálculo del ICA.

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{3} \right)$$

Como se mencionaba en el párrafo anterior, solo se cambia la interpretación con colores de tonos similares, se tiene la clasificación de la manera siguiente: (I) Buena, con un valor entre 95-100; (II) Buena, con un valor entre 80-94; (III) Favorable, con un valor entre 65-79; (IV) Regular, con un valor entre 45-64 y (V) Mala, con un valor entre 0-44. El rango de colores indica lo siguiente:

Tabla 4. Interpretación Valorativa del ICA-Perú.

ICA	95-100	80-94	65-79	45-64	0-44
Calificación	Excelente	Buena	Favorable	Regular	Mal

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2018.

Para la correcta evaluación de la calidad del agua existen también parámetros denominados Estándares de Calidad de Agua (ECA), dichos valores son proporcionados por el Ministerio del Ambiente (MINAM); dichos ECA con DS N° 004-2017-MINAM han sido aprobados, modificados y actualizados debidamente (Sistema Nacional de Información Ambiental , 2017). El ECA sirve como instrumento para poder realizar la gestión ambiental que ayuda a verificar mediante medición la calidad del ambiente en sus diversas fuentes, así mismo los valores que presentan los ECA son aquellos que no representan riesgos tanto para la salud como para el ambiente, actualmente en el Perú existen varios ECA como son para

evaluar la calidad en: Agua, Aire, Suelo, Ruidos y Radiaciones no Ionizantes; la importancia de estos radica en que provee una evaluación periódica para seguimiento de los medios estudiados y si se diera el caso de percibir algún impacto en dichas fuente optar por medidas preventivas o correctivas de mitigación (MINAM, 2018). La clasificación de tipos de agua según los ECA considera las categorías:

❖ Categoría 1: Poblacional y recreacional

✓ *Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.*

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

❖ Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

✓ *Subcategoría D1: Riego de vegetales.*

- Agua para riego no restringido.
- Agua para riego restringido.

✓ *Subcategoría D2: Bebida de animales.*

❖ Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

✓ *Subcategoría E2: Ríos*

- Ríos de la costa y sierra.
- Ríos de la selva.

Tabla 5. Parámetros y Datos ECA, según DS 004-2017-MINAM.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Tabla 6. Parámetros y Datos ECA, según DS 004-2017-MINAM.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5

Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
<u>Bifenilos Policlorados</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

La Dirección Nacional de Cuentas Nacionales (2019), en el Anuario de Estadísticas Ambientales (2019) indica que se realizaron descargas de aguas residuales domésticas fuera de tratamiento en Cajamarca, vertiéndose entre en el año 2013 7 516 715 m³ y en año 2014 6 888 962 m³, conjuntamente causándoles numerosas enfermedades, problemas respiratorios, problemas a la epidermis, y malos olores, aparición de vectores (moscas, zancudos, roedores) causando enfermedades gastrointestinales en niños menores de un año, causados por bacterias, virus y protozoarios patógenos que se dispersan a través de la ruta fecal-oral y que potencialmente pueden ser transmitidos por el agua de empleo, utilizada para diversas actividades en el domicilio. Entre las enfermedades tenemos cólera, hepatitis y disentería asimismo tendríamos contaminación de la tierra que nos provocaría inestabilidad físico, químico y orgánico causado por el arrojado de residuos domésticos, uso indiscriminado

de agroquímicos y ay aguas residuales, que afectan negativamente a las plantas, a los animales y a los seres vivos también en la ciudad se manejan 173 toneladas diarias de residuos sólidos priorizando su reducción, re uso y reciclaje (pp. 412-413).

Justificación

Es importante conocer las diferentes concentraciones y sus variaciones de los parámetros físico-químicos y biológicos de las aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, para lograr comprender el estado de preservación y tomar acciones que contrarresten los impactos generados; en tal sentido podemos afirmar que se cuenta con **Justificación Social**, porque al tratar de revertir los impactos se provee mejor calidad de agua para los diferentes usos destinados por la población a lo largo de la cuenca en mención. La Justificación Social corresponde a las razones que provee la investigación en beneficio de la población objetivo de estudio (Montaguud, 2020).

Por otra parte, también decimos que se cuenta con una **Justificación Teórica**, ya que al realizar la comparación de la Calidad del Agua en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, el documento servirán de línea base para futuras investigaciones sobre el estado ambiental de estos cuerpos de agua; así mismo se aporta a la teoría al brindar una extensión de la información a manera de que los investigadores puedan comprender con mayor facilidad el tema en estudio. Las Justificaciones Teóricas aportan menciones con fin de ampliar la teoría existente del fenómeno de investigación (Gutiérrez Rosas, 2020).

Finalmente es necesario complementar con una **Justificación Metodológica**, esto debido a que se conocerán el cómo y por qué de realizar los Monitoreos Ambientales pertinentes de parte de la autoridad competente que es el ANA; así mismo es necesario recalcar que se cotejará la información obtenida con los LMP y ECA que maneja el MINAN

actualmente, por lo tanto la metodología implica establecer la comparación de la evolución de la calidad del agua durante el periodo de 2016 a 2020 y verificar cuál es el estado actual. Ello mismo sirve como base de datos para el planteamiento futuro de medidas para prevenir que los impactos sean más dañinos para las fuentes hídricas. La justificación metodológica responde a las preguntas de cómo y por qué realizar la investigación (Alvarez, 2020).

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es Índice de Calidad de Agua que presentan las aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, que reciben vertimientos de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros?

1.4. Objetivos

Calcular el ICA de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, que recibe vertimiento de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros, durante el periodo de 2016 a 2020.

1.4.1. Objetivos Específicos

- Calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA) de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino que recibe vertimiento de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros
- Identificar y comparar los ECA con los factores contaminantes que presentes en las aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino.
- Evaluar los efectos del vertimiento de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros por contaminantes metálicos y contaminantes microbiológicos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

HG. El ICA en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, impactada por el vertimiento de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros, tendrá una variación de calificación dentro del rango de 65-94; ubicando a dichas aguas como Buenas o Regulares, durante el periodo de 2016 a 2020.

1.5.2. Hipótesis Específicas

HE1. El ICA mostrará que la calidad de aguas en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, ha evolucionado la calidad de un estado inicial de Excelente – Bueno hasta Regular – Malo.

HE2. Los factores contaminantes son producto de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros, pocas cantidades de metales/metaloides producto de la industria minera, en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino

HE3. Los efectos de por contaminantes metálicos y contaminantes microbiológicos impactan de manera significativa, las aguas permanecerán constantemente con turbidez; en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

El enfoque que se orientó para la investigación es de tipo Cuantitativo, debido a que se presentarán datos cuantitativos comparativos correlacionales de los Parámetros Fisicoquímicos de las Aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino; dichos datos comparados entre sí para verificar la calidad de las aguas durante el periodo comprendido entre 2016 – 2020. Los enfoques cuantitativos, según Ramírez (2018), son aquellos en los que se expresa las cualidades que tiene el fenómeno de investigación, es decir observan la realidad y la describen de manera que sea comprensible para el lector.

Se cuenta con un diseño de investigación No Experimental, generalmente se adecua los enfoques cuantitativos a estos diseños porque no hay presencia de experimento en el desarrollo integral de la investigación, es decir las variables iniciales del fenómeno investigativo siguen siendo las mismas al finalizar la investigación. Para Godoy (2020), los diseños No experimentales no comprenden en sí la manipulación deliberada de las variables, es más, solo se orientan a la observación y análisis de las mismas.

El tipo de investigación se alcanza como Básica, ya que los conceptos iniciales de observación permanecen hasta el final de realización de la investigación, dentro del desarrollo el enfoque permite conocer la situación de las aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino. En tal sentido esta investigación en estado puro o dogmático, coherente con Muntané (2010) estas investigaciones apuntan solo a hacer crecer el conocimiento del fenómeno en observación, las investigaciones básicas que no contemplan contrastación y tampoco implicancias prácticas.

El nivel de investigación es correlacional ya que se cotejarán Parámetros Fisicoquímicos de las Aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, obtenidos estos del ANA durante los años 2016 a 2020.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Se considera como Población a Todos los puntos de muestreo monitoreados por el MINAM reportados durante el periodo de 2016 a 2020, en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino.

2.2.2. Muestra

La muestra y objetivo de análisis se determinó como los reportes de Monitoreos Ejecutados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) durante los años 2016 a 2020 en las Aguas de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino. Dentro de dichos Monitoreos, se tiene los siguientes puntos de muestreo

Tabla 7. *Puntos de muestreos referenciados para su análisis.*

Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84, (ZONA 17S))		
		Norte	Este	
RIO MASHCON				
1	QCall1	Quebrada Callejón, naciente del rio Grande	9 223 050	771 287
2	QEnca1	Quebrada Encajón, naciente del rio Grande	9 223 549	772 063
3	RGrap2	Rio Grande, 200 m. aguas abajo de la unión con quebrada Encajón	9 221 871	771 828
4	QQuil1	Quebrada Quilish, antes de la captación canal Quilish Porcón Bajo	9 220 904	766 920
5	RChil2	Rio Chilincaga, a 2 Km. aproximadamente aguas arriba antes de la unión con el rio Porcón	9 216 464	767 779

6	RPorc1	Rio Porcón, 100 m. aguas arriba Planta de Tratamiento de Agua Potable El Milagro	9 214 184	771 113
7	RGrap3	Rio Grande, 100 m. aguas arriba captación Planta de Tratamiento de Agua Potable El Milagro	9 215 818	773 823
8	RMash1	Rio Mashcón, 200 m. aguas abajo confluencia rio Porcón y Grande	9 212 629	773 163
9	RCush1	Rio Cushunga, naciente del rio	9 208 739	768 568
10	RRonq2	Rio Ronquillo, 100 m. aguas arriba captación Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Apolonia	9 208 237	772 043
11	RMash2	Rio Mashcón, 300 m. aguas abajo puente Mashcón	9 207 053	778 515

RIO CHONTA

12	LMama1	Laguna Yanacocha o Mamacocha, altura del rebose caserío Chancas	9 226 301	793 282
13	QChai1	Quebrada Chailhuagón, aguas abajo del campamento Conga	9 230 728	790 354
14	LChai1	Laguna Chailhuagón, altura del dique	9 230 264	789 773
15	QNNom2	Quebrada No Nominada, 500 m. aguas debajo de la confluencia con quebrada Chailhuagón	9 229 678	789 685
16	QNNom1	Quebrada No Nominada, antes de la confluencia con quebrada Chailhuagón	9 230 088	789 427
17	QHBue1	Quebrada Hierba Buena, antes de confluir con el rio Grande	9 227 549	789 524
18	QChan1	Quebrada Chancas, antes de confluir con el río Grande	9 223 336	791 624
19	RGran1	Rio Grande, 500 m. aguas abajo de la comunidad Chancas	9 222 900	791 651
20	QOcun1	Quebrada Ocuchamachay, aguas arriba 250 m. quebrada Arnacocha	9 227 059	779 433
21	FVent1	Manantial Ventanillas de Combayo	9 222 367	787 251
22	QArna1	Quebrada Arnacocha, aguas abajo operaciones Maquimaqui	9 227 004	780 692
23	QChaq1	Quebrada Chaquicocha, 50 m. aguas arriba bocatoma canal Azufre	9 224 458	780 761

24	RChon1	Río Chonta, 500 m. después de la unión de los ríos Azufre, Quinario y Grande	9 216 481	787 096
25	RChon2	Río Chonta, puente Baños del Inca	9 207 450	779 714

RIO CAJAMARQUINO

26	RName1	Río Namorino, antes de la confluencia con el río Cajamarquino	9 193 951	798 163
27	RCaja1	Río Cajamarquino, antes de la confluencia con el río Namorino	9 193 886	798 139
28	QChul1	Quebrada Chullumayo, aguas abajo mina Michiquillay	9 213 444	796 890
29	QQuin1	Quebrada Quinuas, antes de confluir con el río Chuchum	9 213 249	797 025
30	RMich1	Río Michiquillay, aguas abajo de mina Michiquillay, altura ex-campamento Michiquillay	9 219 500	794 645

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- **Documentación**, la técnica de documentación de información ha sido de gran ayuda a la investigación ya que con ella se ha logrado recopilar la información acerca de los Monitoreos ejecutados por la Autoridad Nacional del Agua, se documenta los informes técnicos de dichos Monitoreos realizados durante los años 2016 a 2020.
- **Observación indirecta**, en complemento a la documentación se llevó a cabo la técnica de observación indirecta, ya que los datos observados en los informes técnicos son aquellos que han sido debidamente procesados, organizados y reportados por ANA entonces como investigadores nos acoplamos a observar el comportamiento de lo que se haya reportado como parámetros fisicoquímicos del agua en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino.

- **Fichas de registro de datos**, adicional a la observación indirecta tomamos en cuenta las fichas de registro de datos, que son aquellas vistas como tablas organizativas para poder expresar en los resultados la información relevante a comparar y cotejar con los ECA según corresponda o sea relevante para la investigación.
- **Método cálculo ICA:** Este método es un conjunto de ecuaciones para determinar y comparar los ECA de la norma con los datos muestreados en campo, la referencia que se tiene para poder calcular el ICARHS procede del Consejo de Ministros del Medio Ambiente (MINAM).

2.4. Procedimiento de recolección de datos.

2.4.1. Procedimiento para documentación:

El procedimiento de documentación consiste en adquirir la información necesaria para la investigación de una fuente externa, dicha fuente puede ser de acceso público o acceso cerrado; para el caso presente la información es de acceso al público mediante solicitud de requerimiento o acceso, por lo que el proceso para adquirir los Monitoreos Ejecutado durante el periodo de 2016 a 2020 sigue la secuencia siguiente:

- (I) ***Solicitud de acceso a la información pública***, mediante el Formulario N° 003 se extiende el llenado de la solicitud con datos del interesado hacía la autoridad competente que es la Autoridad Nacional del Agua bajo dirección el Ministerio de Agricultura y Riego.
- (II) ***Registro de solicitud***, está solicitud previamente llenada se hace llegar en físico a la ANA

- (III) ***Evaluación de solicitud***, existen 22 días calendario que recomienda el ANA para analizar la solicitud y recopilar la información que se ha solicitado.
- (IV) ***Recepción documental***, habiendo indicado en la solicitud el medio de recepción de la documentación requerida y pasado el plazo acordado se Recepciona la información, en el caso actual se recibió la información en la dirección de correo electrónico.

2.4.2. Procedimiento para la observación y registro de fichas de datos:

Estas dos técnicas van de la mano ya que se complementan una con la otra, la observación indirecta ayuda a verificar y visualizar la información que se desea extraer de los documentos recopilados y el registro atrae la información necesaria para poder procesarla según corresponda de importancia a la investigación, por lo tanto, el procedimiento sigue la secuencia siguiente:

- (I) ***Orden de cronología***, la documentación primero se ordenó por fechas para poder observar los parámetros fisicoquímicos que se han realizado en los monitores ejecutados por el ANA, entonces el orden obedece de manera creciente desde el 2016 hasta el 2020.
- (II) ***Lectura rápida de identificación***, se brinda una lectura de cada documento tratando de identificar los apartados donde se ubica la información de los parámetros fisicoquímicos de interés para la investigación,
- (III) ***Análisis de información***, habiendo identificado la información que es relevante de analizar, se hace una lectura minuciosa a detalle de los

parámetros fisicoquímico de interés y cómo es que han ido evolucionando en impactos a través del tiempo.

(IV) **Registro de información**, finalmente la información estudiada se traslada a tablas de múltiple entrada para adjuntar a la investigación como evidencias y así mismo para realizar el estudio estadístico comparativo básico en Excel.

2.4.3. Procedimiento para el cálculo de ICA:

En la presente investigación se realiza el cálculo del ICA basado en la metodología CCME_WQI, que ha sido desarrollada por el Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá. Este método es un conjunto de ecuaciones para determinar y comparar los ECA de la norma con los datos muestreados en campo, la referencia que se tiene para poder calcular el ICARHS procede del Consejo de Ministros del Medio Ambiente (CCME WDI). El procedimiento se desarrolla de la siguiente manera:

Ecuación 12. Cálculo General del ICA

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Ecuación 13. Variables de Cálculo ICA

$$F_1 = \left(\frac{N^\circ \text{ de parámetros que NO cumplen ECA}}{N^\circ \text{ total de parámetros a evaluar}} \right)$$

$$F_2 = \left(\frac{N^\circ \text{ de datos que NO cumplen ECA}}{N^\circ \text{ total de parámetros a evaluar}} \right)$$

$$F_3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

Ecuación 14. Normalización de Excedentes

$$\text{Suma Normalizada de Excedentes} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}} \right)$$

Ecuación 15. Excedente Mayor al ECA

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que NO cumple ECA}}{\text{Valor ECA en norma}} \right) - 1$$

Ecuación 16. Excedente Menor al ECA

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor establecido del ECA}}{\text{Valor del parámetro que NO cumple ECA}} \right) - 1$$

- (I) **Interpretación de valores referenciales calculados:** Clasificación por rango de colores, dicha clasificación asume las denominaciones: Excelente, Bueno, Regular, Malo y Pésimo.

2.5. Análisis de datos.

Los datos obtenidos de las fichas, son organizados en tablas de Excel para su interpretación y lectura, a los datos coincidentes en los distintos años comprendido entre el periodo de 2016 a 2020 se realizará el **análisis estadístico comparativo**, que nos da conocer que niveles de los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los LMP o ECA según corresponda, así mismo se hace una comparativa año tras año para verificar la Calidad del agua de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino y como es que ha ido cambiando en el transcurso del periodo antes mencionado. La secuencia de realización del análisis corresponde según el desarrollo siguiente:

- (I) **Tabulación de datos**, los datos de parámetros fisicoquímicos serán tabulados en Excel para la organización y lectura.

- (II) ***Prueba de normalidad***, con el apoyo del gráfico de distribución normal comprobaremos si los datos tabulados conforman una distribución normal, en el caso de que no sea así se realiza la transformación de los mismos.
- (III) ***Comparativo estadístico***, habiendo comprobado que los datos cuentan con distribución adecuada, se procede a realizar los gráficos de parámetros similares con representación de estadísticos significativos.
- (IV) ***Interpretación de datos***, los gráficos obtenidos se interpretan y se procede con la descripción de los mismos, dicha descripción contiene la interpretación de lo visualizado y redactado de manera comprensible.

2.6. Aspectos éticos

La investigación comparativa de la calidad de agua en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, comprende el desarrollo integral de todo el contenido en autoría de Cruzado Suárez July María Milagros, el mismo documento en calidad de Tesis de Grado para la carrera profesional de Ingeniería Ambiental en la casa de estudios de la Universidad Privada del Norte; se sigue la estructura de citas y bibliografía bajo normativa APA style que es la norma vigente de formato con la que realiza investigaciones la antes mencionada casa de estudios. Así mismo cabe recalcar que la documentación de Monitoreos Ejecutados corresponde a la Autoridad Nacional del Agua, quienes brindaron el acceso a dicha información de lectura pública mediante Solicitud N°003, con fines educativos. El documento integral responde a la denominación “Cálculo del ICA de la Sub Cuenca Cajamarquino - Cuenca Crisnejas, ALA Cajamarca que recibe vertimientos de Aguas

Residuales Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.”, finalmente los derechos de autor se comparten entre la casa de estudios y la autora, la lectura es abierta en el repositorio institucional de UPN para el público general de interés en investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Descripción del Área de Estudio.

Le compete realizar los seguimientos y Monitoreos pertinentes de la calidad del agua en la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino a la Autoridad Administrativa del Agua VI Maraón quien a su vez delega a la Administración Local de Agua Cajamarca; en tal sentido los límites y ámbitos de acción de esta son:

Tabla 8. *Límites de Acción de AAA VI Maraón.*

Límites de Acción			
Norte	Sur	Este	Oeste
Con las ALAs Chotano – Llaucano y Las Yangas – Suite.	Con la ALA Crisnejas (AAA Maraón)	Con las ALAs Las Yangas – Suite y Crisnejas	Con la AAA Jequetepeque - Zarumilla

Fuente: Recuperado de la Autoridad Nacional del Agua, 2022.

La Sub Cuenca Cajamarquino, tiene composición de diversos cuerpos naturales, entre los que se destacan: Ríos, Quebradas, Lagunas e incluso un Manantial. El monitoreo de la Calidad de Agua corresponde a la Administración Local de Agua Cajamarca, para facilitar el trabajo a lo largo de dicha cuenca se estableció el monitoreo en 29 puntos estratégicos de la cuenca, estos puntos con criterio de categorizar las aguas según su uso destinado; entre los usos se tiene aplicación: (I) Minería, con las empresas mineras de Yanacocha S.R.L. y en acción al Proyecto Michiquillay; (II) Domestico, en algunos lugares cercanos a población se destina el uso para labores cotidianas como el consumo y (III)

Agropecuario, para la zona rural la gente usa el agua en los bebederos de sus animales y en el riego de sus cultivos.

Tabla 9. *Cuerpos de Agua de Influencia directa en la Cuenca de Río Crisnejas.*

Cuerpo Natural de Agua	Categoría - Clasificación		
	1-A2	3-D1	4-E1
	Manantial Ventanillas de Combayo	✓	
Quebrada Encajón			
Quebrada Callejón			
Río Grande – en Mashcón			
Río Quilish			
Río Porcón			
Río Mashcón			
Río Ronquillo			
Río Sin Nombre			
Río Grande-Chonta			
Río Chonta			
Río Namorino		✓	
Río Cajamarquino			
Quebrada Chailhuagón			
Quebrada Sin Nombre			
Quebrada Hierba Buena			
Quebrada Chancas			
Quebrada Ocuchamachay			
Quebrada Arnacocha			
Quebrada Chaquicocha			
Quebrada Chullumayo			
Quebrada Quinuas			
Río Michiquillay			
Laguna Chailhuagón			
Laguna Mamacocha-Yanacocha			✓

Fuente: Informe Técnico X Monitoreo de Calidad de Agua Superficial de la Cuenca, 2020.

Tabla 10. Puntos de muestreos referenciados para su análisis.

Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84, (ZONA 17S)		
		Norte	Este	
RIO MASHCON				
1	QCall1	Quebrada Callejón, naciente del rio Grande	9 223 050	771 287
2	QEnca1	Quebrada Encajón, naciente del rio Grande	9 223 549	772 063
3	RGrap2	Rio Grande, 200 m. aguas abajo de la unión con quebrada Encajón	9 221 871	771 828
4	QQuil1	Quebrada Quilish, antes de la captación canal Quilish Porcón Bajo	9 220 904	766 920
5	RChil2	Rio Chilincaga, a 2 Km. aproximadamente aguas arriba antes de la unión con el rio Porcón	9 216 464	767 779
6	RPorc1	Rio Porcón, 100 m. aguas arriba Planta de Tratamiento de Agua Potable El Milagro	9 214 184	771 113
7	RGrap3	Rio Grande, 100 m. aguas arriba captación Planta de Tratamiento de Agua Potable El Milagro	9 215 818	773 823
8	RMash1	Rio Mashcón, 200 m. aguas abajo confluencia rio Porcón y Grande	9 212 629	773 163
9	RCush1	Rio Cushunga, naciente del rio	9 208 739	768 568
10	RRonq2	Rio Ronquillo, 100 m. aguas arriba captación Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Apolonia	9 208 237	772 043
11	RMash2	Rio Mashcón, 300 m. aguas abajo puente Mashcón	9 207 053	778 515
RIO CHONTA				
12	LMama1	Laguna Yanacocha o Mamacocha, altura del rebose caserío Chancas	9 226 301	793 282
13	QChai1	Quebrada Chailhuagón, aguas abajo del campamento Conga	9 230 728	790 354
14	LChai1	Laguna Chailhuagón, altura del dique	9 230 264	789 773

15	QNNom2	Quebrada No Nominada, 500 m. aguas debajo de la confluencia con quebrada Chailhuagón	9 229 678	789 685
16	QNNom1	Quebrada No Nominada, antes de la confluencia con quebrada Chailhuagón	9 230 088	789 427
17	QHBue1	Quebrada Hierba Buena, antes de confluir con el río Grande	9 227 549	789 524
18	QChan1	Quebrada Chancas, antes de confluir con el río Grande	9 223 336	791 624
19	RGran1	Río Grande, 500 m. aguas abajo de la comunidad Chancas	9 222 900	791 651
20	QOcun1	Quebrada Ocuchamachay, aguas arriba 250 m. quebrada Arnacocha	9 227 059	779 433
21	FVent1	Manantial Ventanillas de Combayo	9 222 367	787 251
22	QArna1	Quebrada Arnacocha, aguas abajo operaciones Maquimaqui	9 227 004	780 692
23	QChaq1	Quebrada Chaquicocha, 50 m. aguas arriba bocatoma canal Azufre	9 224 458	780 761
24	RChon1	Río Chonta, 500 m. después de la unión de los ríos Azufre, Quinuario y Grande	9 216 481	787 096
25	RChon2	Río Chonta, puente Baños del Inca	9 207 450	779 714

RIO CAJAMARQUINO

26	RNameo1	Río Namorino, antes de la confluencia con el río Cajamarquino	9 193 951	798 163
27	RCaja1	Río Cajamarquino, antes de la confluencia con el río Namorino	9 193 886	798 139
28	QChul1	Quebrada Chullumayo, aguas abajo mina Michiquillay	9 213 444	796 890
29	QQuin1	Quebrada Quinuas, antes de confluir con el río Chuchum	9 213 249	797 025
30	RMich1	Río Michiquillay, aguas abajo de mina Michiquillay, altura ex-campamento Michiquillay	9 219 500	794 645

Figura 2. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 1/5.



Figura 3. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 2/5.



Figura 4. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 3/5.



Figura 5. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 4/5.



Figura 6. Ubicación de puntos de monitoreo de seguimiento por ALA Cajamarca 5/5.

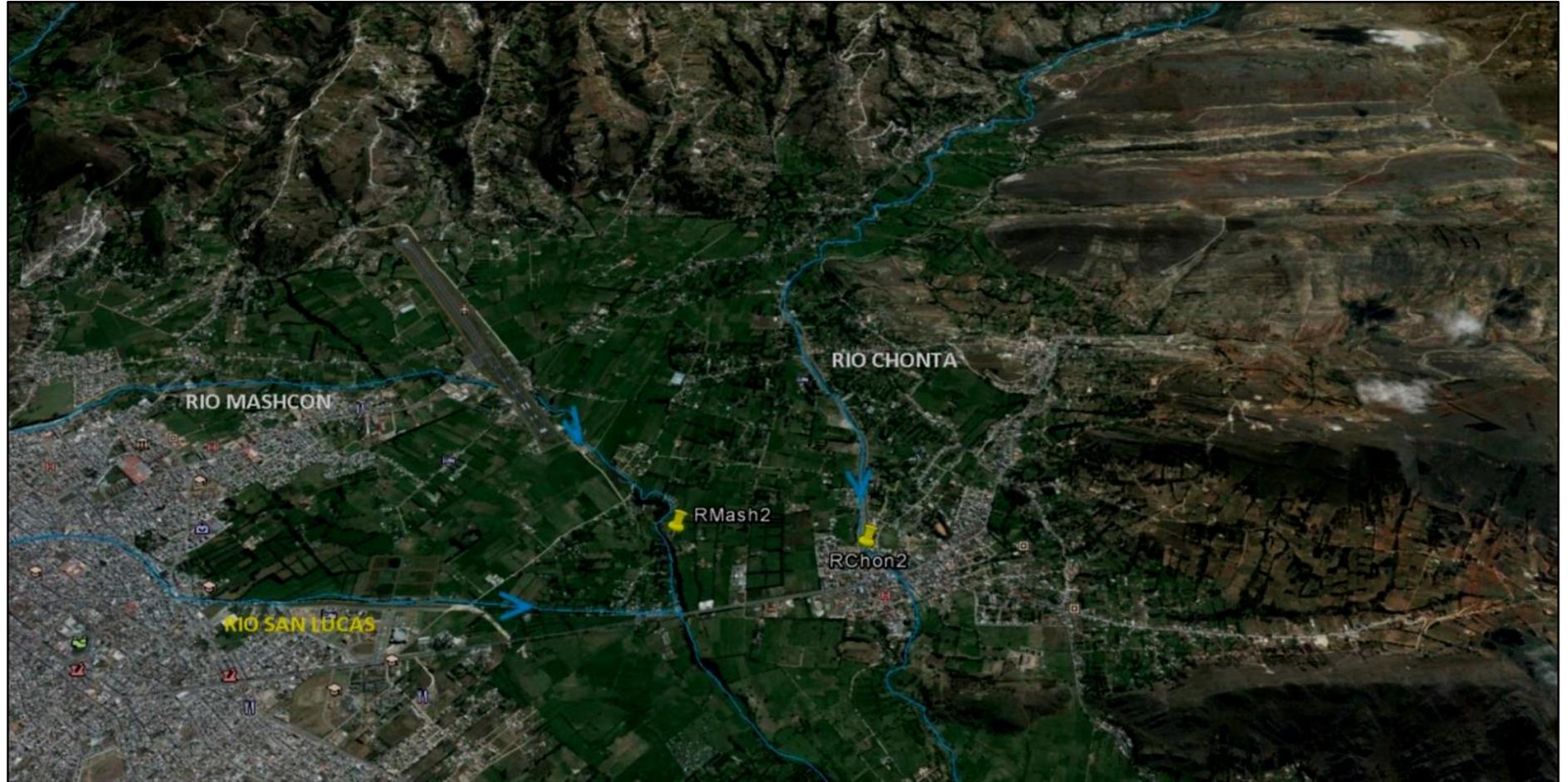


Tabla 11. Parámetros y cálculos ICA por cada Fuente Hídrica de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino (2020-2017).

		Unidad	ECA	Parámetro	RChil2	RCush1	RRonq2	RPorc1	RMash2	RNameo1	RCaja1	Rchon2	
Materia Orgánica	DBO5	DBO5	ppm	15	DBO5	<2	7.00	3.00	2.00	12.00	3.00	5.00	3.00
	DQO	DQO	ppm	40	DQO	21.00	184.00	36.00	13.00	45.00	9.00	30.00	19.00
	Oxígeno disuelto (mín)	O	ppm	≥ 4	O	7.03	6.54	6.77	7.29	5.85	7.49	7.16	7.22
	Coliformes termotolerantes	CTT	NMP/100 ml	1000	CTT	790.00	280000.00	7000.00	1300.00	490000.00	280.00	170000.00	16000.00
	Fósforo total	P	ppm	...	P	0.30	8.10	1630.00	0.10	0.63	0.26	0.48	0.21
	Amoniaco -N	NH3	ppm	...	NH3	...	...	...	...	...	...	...	...
	Nitratos (NO3-)	NO3-	ppm	100	NO3-	0,838	0,558	0,681	0,321	1819.00	0,985	4307.00	3069.00
	Hidrocarburos del petroleo 4/	H. Petro.	ppm	...	H. Petro.	...	...	...	...	...	...	...	...
2020	ICA				F1	0.00	0.25	0.13	0.13	0.25	0.00	0.13	0.13
					F2	0.00	0.25	0.13	0.13	0.25	0.00	0.13	0.13
					F3	0.00	200.00	42.86	3.61	98.39	0.00	95.48	65.22
					EXCEDENTE	0.00	35.45	0.75	0.04	61.27	0.00	21.13	1.88
					S1	100.00	33.33	85.71	98.79	67.20	100.00	68.17	78.26
Físico-químico Metal	pH	pH	pH	6.5-8.5	pH	6.77	8.11	8.47	7.81	7.63	8.64	8.25	8.26
	Arsénico	As	ppm	0.1	As	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Aluminio	Al	ppm	5	Al	11.60	75.89	14.70	1.07	3.35	1.30	2.67	1.48
	Manganeso	Mn	ppm	0.2	Mn	0.42	1.13	0.18	0.23	0.31	0.08	0.30	0.08
	Hierro	Fe	ppm	5	Fe	14.42	72.17	13.39	1.53	4.68	2.07	3.69	1.35
	Cadmio	Cd	ppm	0.01	Cd	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Plomo	Pb	ppm	0.05	Pb	0.06	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Boro 5/	B	ppm	1	B	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	<0.003	0.05	<0,003
	Cobre	Cu	ppm	0.2	Cu	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
	Mercurio	Hg	ppm	0.001	Hg	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
	Zinc	Zn	ppm	24	Zn	0.05	0.14	0.06	0.02	0.08	<0.008	0.03	<0.008
	Sólidos suspendidos totales	SSt	ppm	≤100	SSt	58.00	4034.00	485.00	29.00	172.00	71.00	132.00	48.00
2020	ICA				F1	0.17	0.25	0.17	0.08	0.17	0.08	0.17	0.00
					F2	0.17	0.25	0.17	0.08	0.17	0.08	0.17	0.00
					F3	30.09	62.71	35.23	1.21	15.96	-1.61	33.92	0.00
					EXCEDENTE	0.43	1.68	0.54	0.01	0.19	-0.02	0.51	
					S2	89.97	79.10	88.26	99.60	94.68	99.46	88.69	100.00
Materia		Unidad	ECA	Parámetro	QSinn1	QChan1	RGran1	RPorc1	RMash1	RCaja1	RChon2	RMash2	
	DBO5	DBO5	ppm	15	DBO5	<2	<2	<2	<2	<2	5.00	<2	<2
	DQO	DQO	ppm	40	DQO	8.00	9.00	112.00	30.00	69.00	44.00	27.00	231.00
	Oxígeno disuelto (mín)	O	ppm	≥ 4	O	7.26	7.24	7.18	7.24	7.67	7.59	7.36	5.67

	Coliformes termotolerantes	C TT	NMP/100 ml	1000	C TT	1300.00	1100.00	700.00	130000.00	2400.00	790.00	2400.00	460000.00			
	Fósforo total	P	ppm	...	P	0.11	0.18	0.31	0.20	0.47	0.39	0.22	0.80			
	Amoniaco -N	NH3	ppm	...	NH3	...	...	...	...	...	...	...	...
	Nitratos (NO3-)	NO3-	ppm	100	NO3-	<0.009	0.28	0.16	0.25	6449.00	3073.00	1566.00	2985.00			
	Hidrocarburos del petroleo 4/	H. Petro.	ppm	...	H. Petro.	...	...	...	...	...	...	...	...
2019	ICA				F1	0.13	0.13	0.13	0.13	0.25	0.13	0.13	0.25			
					F2	0.13	0.13	0.13	0.13	0.25	0.13	0.13	0.25			
					F3	3.61	1.23	18.37	94.16	28.09	1.23	14.89	98.31			
					EXCEDENTE	0.04	0.01	0.23	16.13	0.39	0.01	0.18	58.10			
					S1	98.79	99.58	93.88	68.61	90.64	99.58	95.04	67.23			
Físico-químico Metal	pH	pH	pH	6.5-8.5	pH	...	...	...	...	...	...	...	...
	Arsénico	As	ppm	0.1	As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00			
	Aluminio	Al	ppm	5	Al	0.05	1.41	1073.00	2.34	12.74	2.27	1.51	2.73			
	Manganeso	Mn	ppm	0.2	Mn	0.01	0.06	0.11	0.21	0.72	0.24	0.10	0.22			
	Hierro	Fe	ppm	5	Fe	0.06	2.20	1.67	4.26	12.05	3.28	1.74	2.79			
	Cadmio	Cd	ppm	0.01	Cd	<0.00010	<0.00010	<0.00010	<0.00010	0.00	<0.00010	<0.00010	<0.00010			
	Plomo	Pb	ppm	0.05	Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00			
	Boro 5/	B	ppm	1	B	0.01	0.00	6.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01			
	Cobre	Cu	ppm	0.2	Cu	0.00	0.06	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01	0.01			
	Mercurio	Hg	ppm	0.001	Hg	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005			
	Zinc	Zn	ppm	24	Zn	0.07	0.02	0.02	0.03	0.05	0.04	0.01	0.04			
	Sólidos suspendidos totales	SSst	ppm	≤ 100	SSst	5.00	61.00	54.00	73.00	656.00	222.00	58.00	104.00			
2019	ICA				F1	0.00	0.13	0.13	0.13	0.50	0.13	0.00	0.13			
					F2	0.00	0.13	0.13	0.13	0.50	0.13	0.00	0.13			
					F3	0.00	0.00	0.00	0.46	63.79	23.36	0.00	12.63			
					EXCEDENTE	0	0	0	0.0045833	1.761625	0.30475	0	0.1445			
					S2	100.00	99.94	99.94	99.84	78.74	92.21	100.00	95.79			
Materia Orgánica	DBO5	DBO5	ppm	15	DBO5	133.00	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2		
	DQO	DQO	ppm	40	DQO	306.00	<2	8.00	8.00	2.00	<2	<2	<2	7.00		
	Oxígeno disuelto (mín)	O	ppm	≥ 4	O	2.93	8.15	7.42	6.96	6.87	6.47	6.06	6.64	7.10	5.94	6.19
	Coliformes termotolerantes	C TT	NMP/100 ml	1000	C TT	4600000.00	2200.00	330.00	790.00	<1.8	2.00	2.00	600.00	79.00	<1.8	<1.8
	Fósforo total	P	ppm	...	P
	Amoniaco -N	NH3	ppm	...	NH3
	Nitratos (NO3-)	NO3-	ppm	100	NO3-

Hidrocarburos del petroleo 4/		H. Petro.	ppm	...	H. Petro.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2018	ICA				F1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			F2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			F3	99.83	13.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			EXCEDENTE	575.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			S1	66.72	95.65	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Físico-químico Metal	pH	pH	pH	6.5-8.5	pH	7.35	7.80	8.57	8.23	7.60	6.39	5.81	5.51	8.71	4.46	5.11	
	Arsénico	As	ppm	0.1	As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.00003	0.00	0.00	0.00	0.01	
	Aluminio	Al	ppm	5	Al	1.88	1.53	0.08	0.39	0.48	0.87	0.11	0.49	0.27	0.82	0.76	
	Manganeso	Mn	ppm	0.2	Mn	0.30	0.11	0.03	0.21	0.03	0.07	0.03	0.20	0.04	0.02	0.04	
	Hierro	Fe	ppm	5	Fe	2.42	1.99	0.27	0.70	1.46	0.33	0.28	0.85	0.38	0.76	0.24	
	Cadmio	Cd	ppm	0.01	Cd	0.00	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.01	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	
	Plomo	Pb	ppm	0.05	Pb	0.00	0.00	<0.0002	0.00	0.00	0.00	<0.0004	<0.0004	0.00	<0.0002	0.00	
	Boro 5/	B	ppm	1	B	0.01	<0.002	<0.002	0.09	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.01	0.02	
	Cobre	Cu	ppm	0.2	Cu	0.01	0.01	0.00	0.00	0.29	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	
	Mercurio	Hg	ppm	0.001	Hg	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	
	Zinc	Zn	ppm	24	Zn	0.05	0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	<0.01	0.01	<0.01	0.01	0.29	
	Sólidos suspendidos totales	SSt	ppm	≤ 100	SSt	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2018	ICA				F1	0.13	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.25	0.13	0.13	0.13	
			F2	0.13	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.25	0.13	0.13	0.13	
			F3	3.89	0.00	1.83	0.33	3.51	0.79	1.68	9.60	2.00	4.53	2.99			
			EXCEDENTE	0.04	0.00	0.02	0.00	0.04	0.01	0.02	0.11	0.02	0.05	0.03			
			S1	98.70	100.00	99.39	99.87	98.83	99.73	99.44	96.80	99.33	98.49	99.00			
Materia Orgánica		Unidad	ECA	Parámetro	RSinn1	RGrand1	QArna1	QChaq1	RChon2	RMash1	RMash2	RName1	RCaja1				
	DBO5	DBO5	ppm	15	DBO5	<2	<2	<2	<2	<2	5.00	<2	9.00				
	DQO	DQO	ppm	40	DQO	45.00	11.00	<2	<2	15.00	12.00	35.00	16.00				
	Oxígeno disuelto (mín)	O	ppm	≥ 4	O	7.13	6.91	5.80	6.01	6.67	7.17	4.92	7.14				
	Coliformes termotolerantes	CTT	NMP/100 ml	1000	CTT	17.00	1100.00	<1.8	2.00	1300.00	1700.00	280000.00	330.00	4600.00			
	Fósforo total	P	ppm	...	P	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Amoniaco -N	NH3	ppm	...	NH3	..	..	..	..	..	..	..	..	..
	Nitratos (NO3-)	NO3-	ppm	100	NO3-	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Hidrocarburos del petroleo 4/	H. Petro.	ppm	...	H. Petro.	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2017	ICA				F1	0.13	0.13	0.00	0.00	0.13	0.13	0.13	0.00	0.13			
			F2	0.13	0.13	0.00	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.00	0.13				
			F3	1.54	1.23	0.00	0.00	3.61	8.05	97.21	0.00	31.03					
			EXCEDENTE	0.02	0.01	0.00	0.00	0.04	0.09	34.88	0.00	0.45					

				S1	99.48	99.58	100.00	100.00	98.79	97.32	67.60	100.00	89.66	
Físico-químico Metal	pH	pH	pH	6.5-8.5	pH	8.70	8.76	4.86	5.65	8.20	7.87	7.14	8.60	8.25
	Arsénico	As	ppm	0.1	As	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	Aluminio	Al	ppm	5	Al	0.03	0.42	1.19	0.75	6.93	2.68	5.33	0.71	3.17
	Manganeso	Mn	ppm	0.2	Mn	0.01	0.04	0.03	0.07	0.04	0.26	0.04	0.07	0.38
	Hierro	Fe	ppm	5	Fe	0.07	0.51	0.51	0.46	8.54	3.79	6.98	0.89	4.57
	Cadmio	Cd	ppm	0.01	Cd	<0.00001	<0.00001	0.00	0.00	0.00	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
	Plomo	Pb	ppm	0.05	Pb	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
	Boro 5/	B	ppm	1	B	<0.002	<0.002	<0.002	0.01	<0.002	0.02	0.02	<0.002	0.03
	Cobre	Cu	ppm	0.2	Cu	<0.00003	0.01	0.04	0.05	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01
	Mercurio	Hg	ppm	0.001	Hg	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
	Zinc	Zn	ppm	24	Zn	<0.0100	<0.0100	0.01	0.03	0.03	0.02	0.06	0.40	0.04
	Sólidos suspendidos totales	SSt	ppm	≤ 100	SSt	<2	19.00	<2	5.00	314.00	204.00	377.00	61.00	255.00
2017	ICA			F1	0.00	0.00	0.13	0.13	0.25	0.25	0.38	0.13	0.25	
				F2	0.00	0.00	0.13	0.13	0.25	0.25	0.38	0.13	0.25	
				F3	0.00	0.00	3.54	1.95	24.28	16.38	30.37	1.87	22.33	
				EXCEDENTE	0.00	0.00	0.04	0.02	0.32	0.20	0.44	0.02	0.29	
				S2	100.00	100.00	98.82	99.35	91.91	94.54	89.88	99.37	92.56	

Nota: Los datos en amarillo son valores anómalos que se encuentran fuera de los ECA y en naranja los cálculos de ICA, cabe recalcar que el consolidado de la tabla mostrada solo está considerando los excedentes identificados, el resto de la data no muestra significancia en el cálculo de ICA, por categorizar como Excelente ya que sus datos se encuentran dentro de los parámetros del ECA comparado.

Fuente: Datos recuperados de la Autoridad Nacional del Agua, 2022.

Tabla 12. Clasificación de ICA (2020-2017).

ICA	MO	FQM	ICA	MO	FQM	ICA	MO	FQM	ICA	MO	FQM
	2020	2020		2019	2019		2018	2018		2017	2017
	S1	S2		S1	S2		S1	S2		S1	S2
QEnca1	100.0	100.0	QCall1	100.0	100.0	RPorc1	100.0	100.0	RRonq1	100.0	100.0
EGráp2	100.0	100.0	QEnca1	100.0	86.7	RMash1	100.0	100.0	QChai1	100.0	100.0
RQuil1	100.0	99.5	RGran2	100.0	98.8	RRonq1	100.0	100.0	QSinn1	100.0	100.0
RChil2	100.0	90.0	RQuil1	100.0	100.0	RRonq2	100.0	100.0	RSinn1	99.5	100.0
QNnom1	100.0	100.0	RQuil2	100.0	100.0	RMash2	66.7	98.7	QHier1	100.0	100.0
QNnom2	100.0	100.0	RGran3	100.0	100.0	RChon1	100.0	100.0	QChan1	100.0	100.0
QHue1	100.0	100.0	QChai1	100.0	100.0	RChon2	95.7	100.0	RGrand1	99.6	100.0
QChan1	100.0	100.0	QSinn1	98.8	100.0	RNamol	100.0	99.4	QArna1	100.0	98.8
RGran1	100.0	100.0	RSinn1	100.0	100.0	RCaja1	100.0	99.9	QOcun1	100.0	100.0
RCush1	33.3	79.1	QHier1	100.0	99.9	RMich1	100.0	98.8	QChaq1	100.0	99.3
RRonq2	85.7	88.3	QChan1	99.6	99.9	QChul1	100.0	100.0	RChon1	100.0	100.0
RPorc1	98.8	99.6	RGran1	93.9	99.9	QQuin1	100.0	100.0	RChon2	98.8	91.9
Rgráp3	100.0	100.0	QOcun1	100.0	100.0	QEnca1	100.0	99.2	RMash1	97.3	94.5
RMash1	100.0	100.0	QChaq1	100.0	100.0	QCall1	100.0	100.0	QChul1	100.0	100.0
RMash2	67.2	94.7	QArna1	100.0	99.9	RGran2	100.0	99.7	QQuin1	100.0	100.0
RNamol	100.0	99.5	RPorc1	68.6	99.8	RQuil1	100.0	99.4	RMash2	67.6	89.9
RCaja1	68.2	88.7	RMash1	90.6	78.7	RQuil2	100.0	96.8	RNamol	100.0	99.4
RChon1	100.0	100.0	RRonq1	100.0	100.0	RGran3	100.0	100.0	RCaja1	89.7	92.6
QChul1	100.0	100.0	RCaja1	99.6	92.2	QChai1	100.0	100.0			
QQuin1	100.0	100.0	RChon2	95.0	100.0	QSinn1	100.0	100.0			
RMich1	100.0	100.0	RChon1	100.0	100.0	RSinn1	100.0	100.0			
Rchon2	78.3	100.0	RMash2	67.2	95.8	QHier1	100.0	100.0			
			RRonq2	100.0	100.0	QChan1	100.0	100.0			
			RMich1	100.0	100.0	RGran1	100.0	99.3			
			Qquin	100.0	98.9	QArna1	100.0	98.5			
			QChul1	100.0	100.0	QOcun1	100.0	100.0			
						QChaq1	100.0	99.0			

Nota: Clasificación de ICA por categoría y rango calculado.

Fuente: Datos recuperados de la Autoridad Nacional del Agua, 2022.

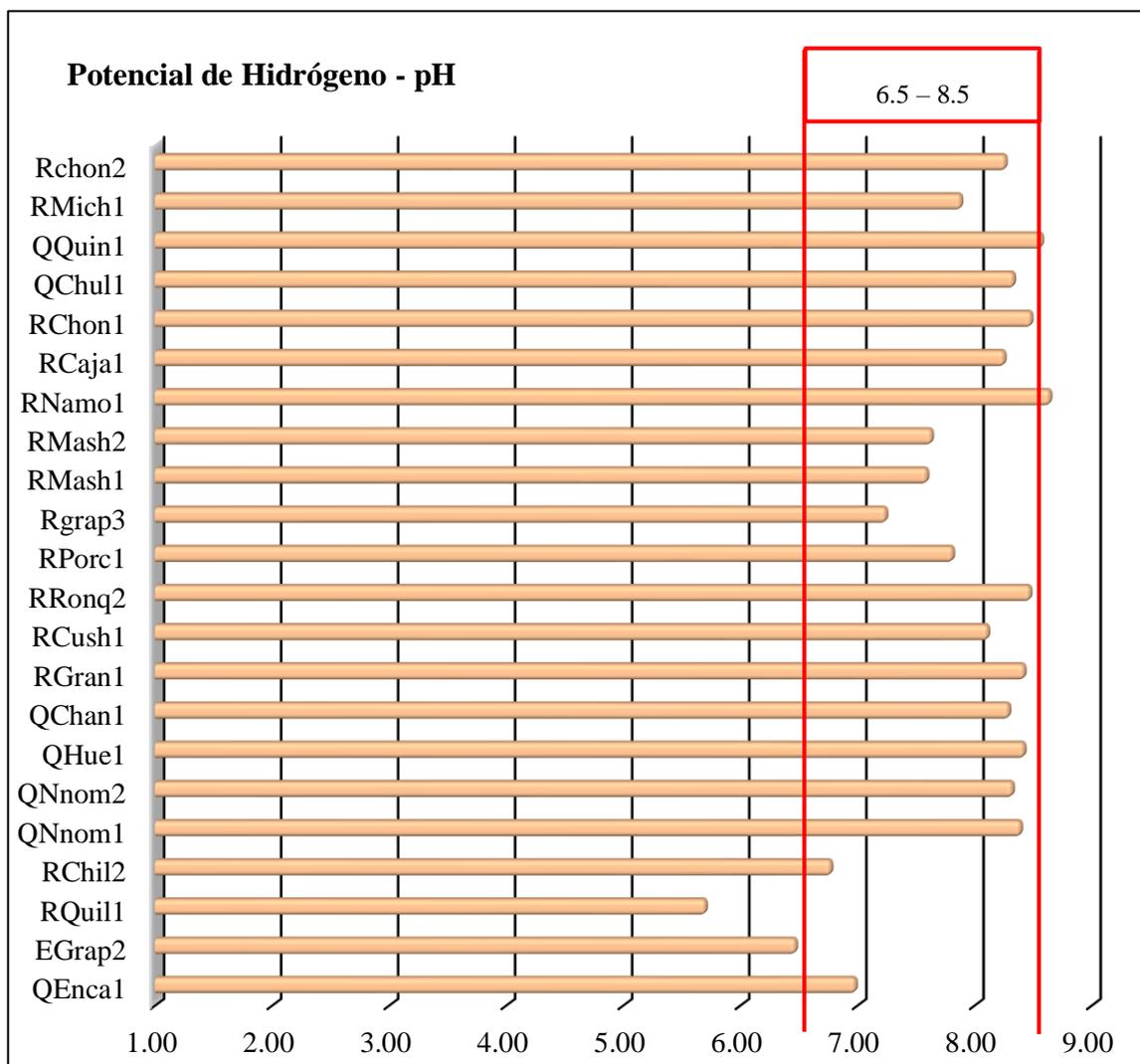
Tabla 13. Interpretación de Clase ICA.

ICA	Calificación	Interpretación
95-100	Excelente	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.
80-94	Buena	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65-79	Favorable	La calidad de agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45-64	Regular	El agua se impacta de manera consecutiva y su calidad se encuentra comprometida, es necesario evaluación de su tratamiento en el corto plazo.
0-44	Mal	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento

3.2.Efectos de los vertimientos

3.2.1. Características de los Parámetros para el año 2020.

Figura 7. Resultados del pH en el monitoreo de 2020.



Nota: El monitoreo ejecutado en al año 2020 muestra que las aguas mantienen un pH considerado dentro de los parámetros estables en cercanía a pH neutro.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Figura 8. DQO en el monitoreo de 2020.

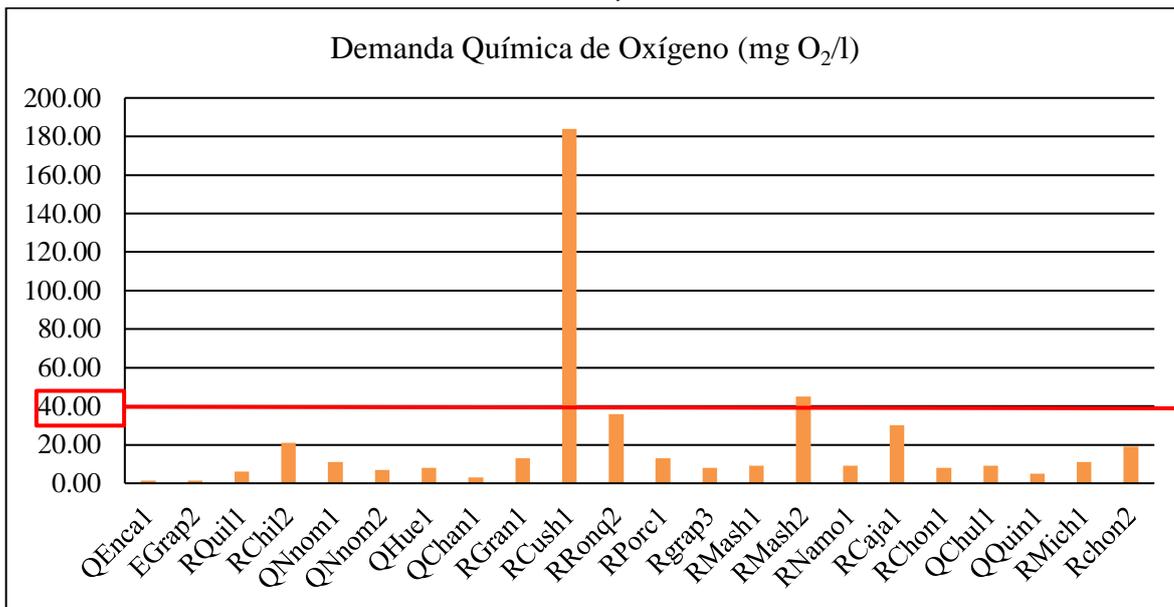


Figura 9. DBO en el monitoreo de 2020.

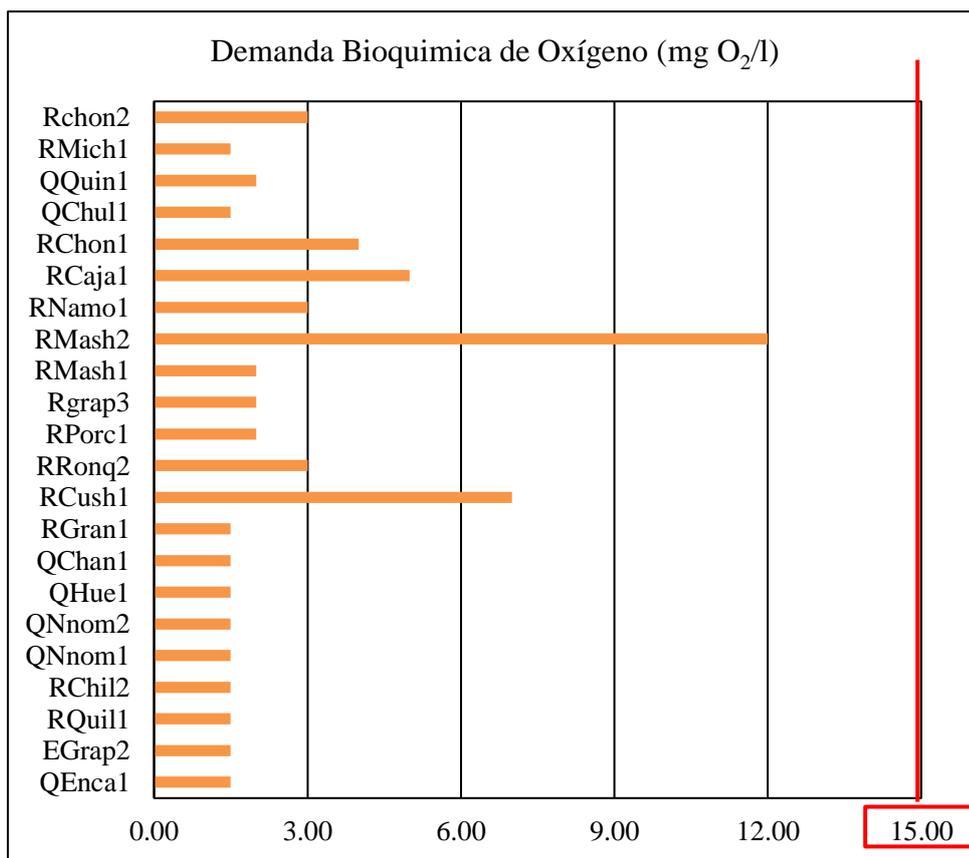


Figura 10. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2020.

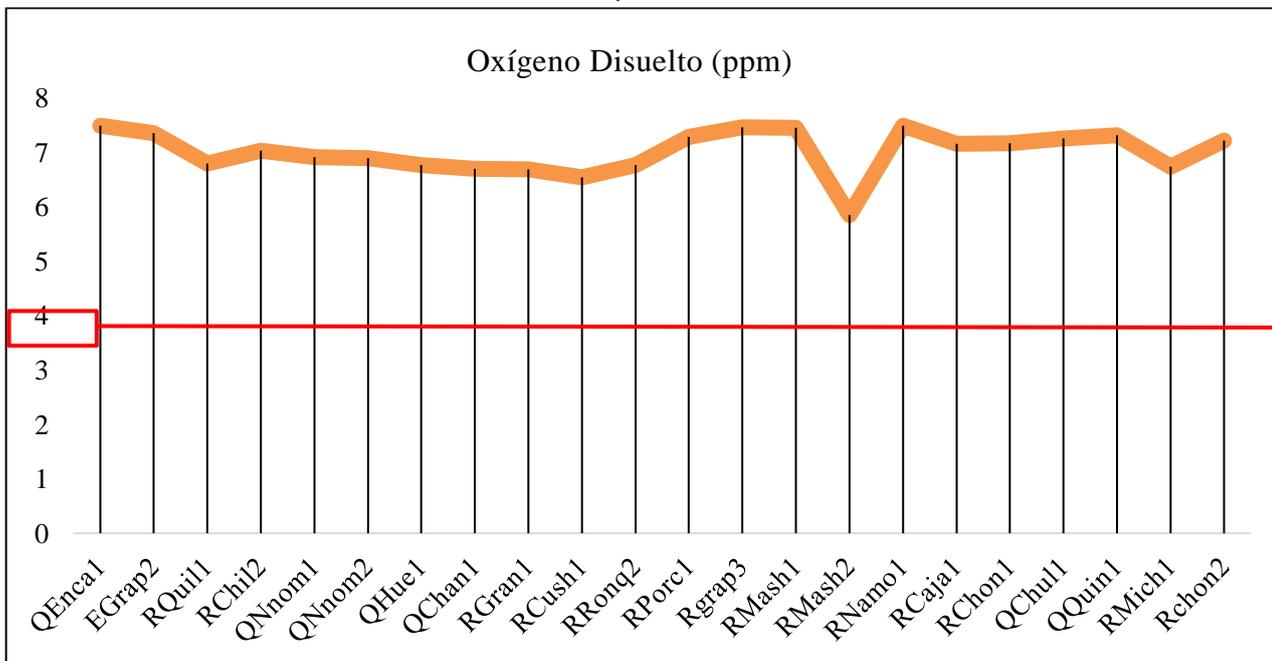
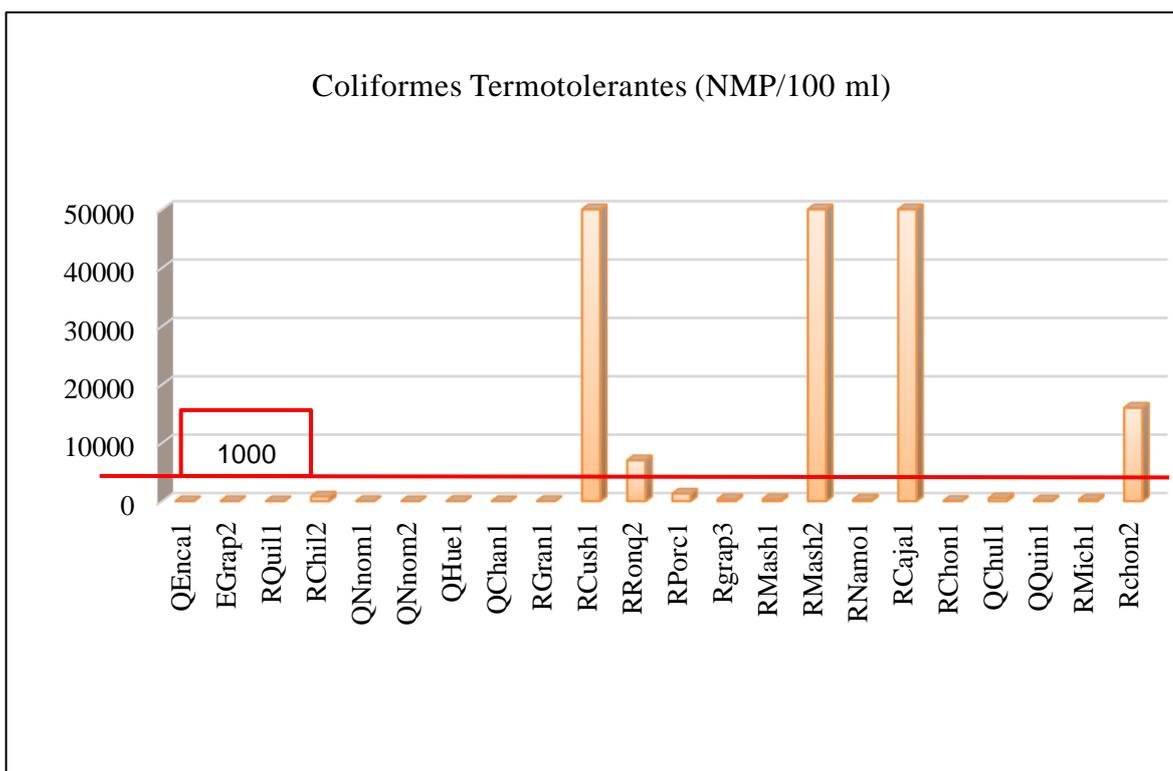
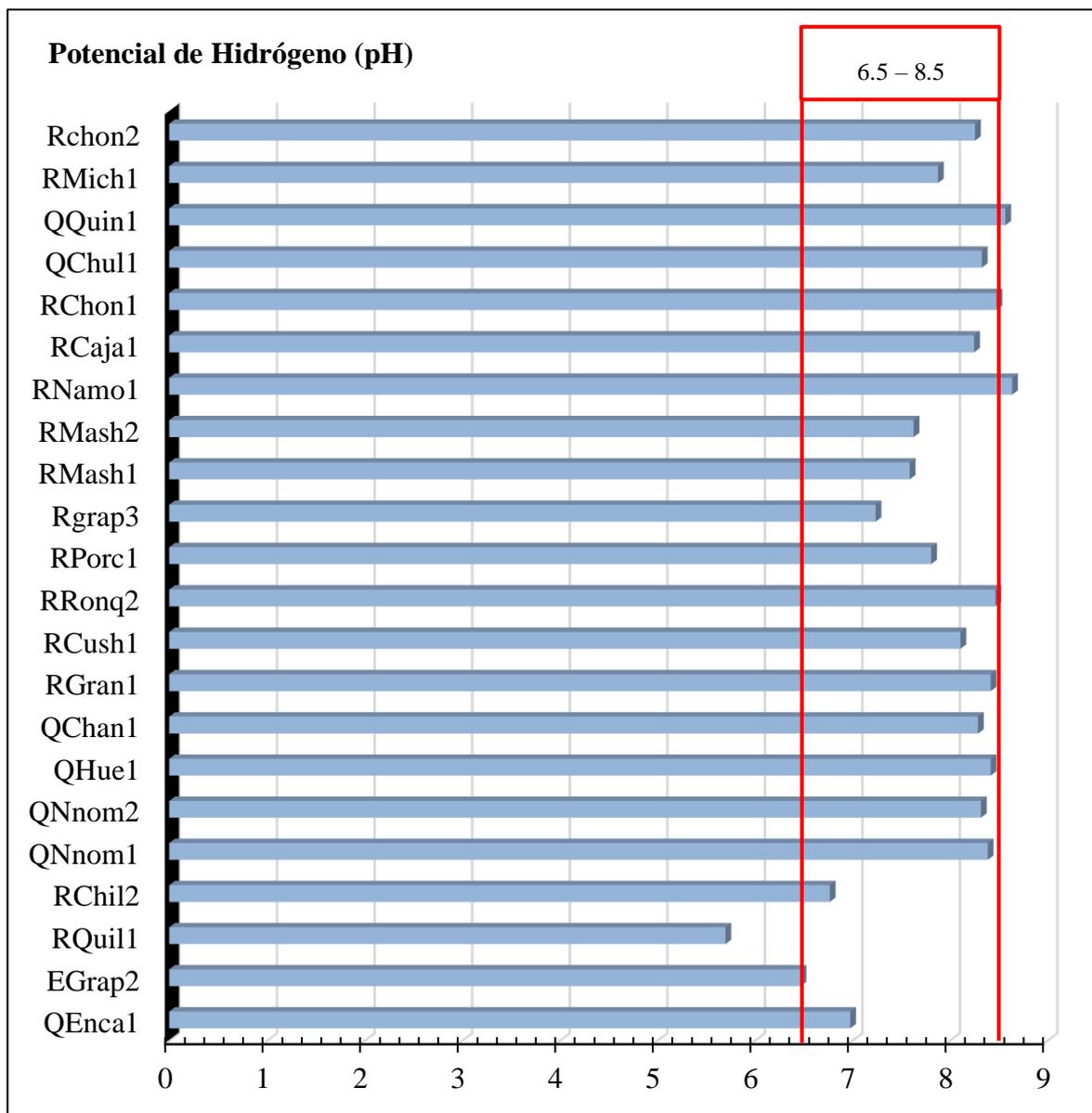


Figura 11. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, monitoreo de 2020.



3.2.2. Características de los Parámetros para el año 2019.

Figura 12. Resultados del pH en el monitoreo de 2019.



Nota: El monitoreo ejecutado en al año 2020 muestra que las aguas mantienen un pH considerado dentro de los parámetros estables en cercanía a pH neutro.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Figura 13. DQO en el monitoreo de 2019.

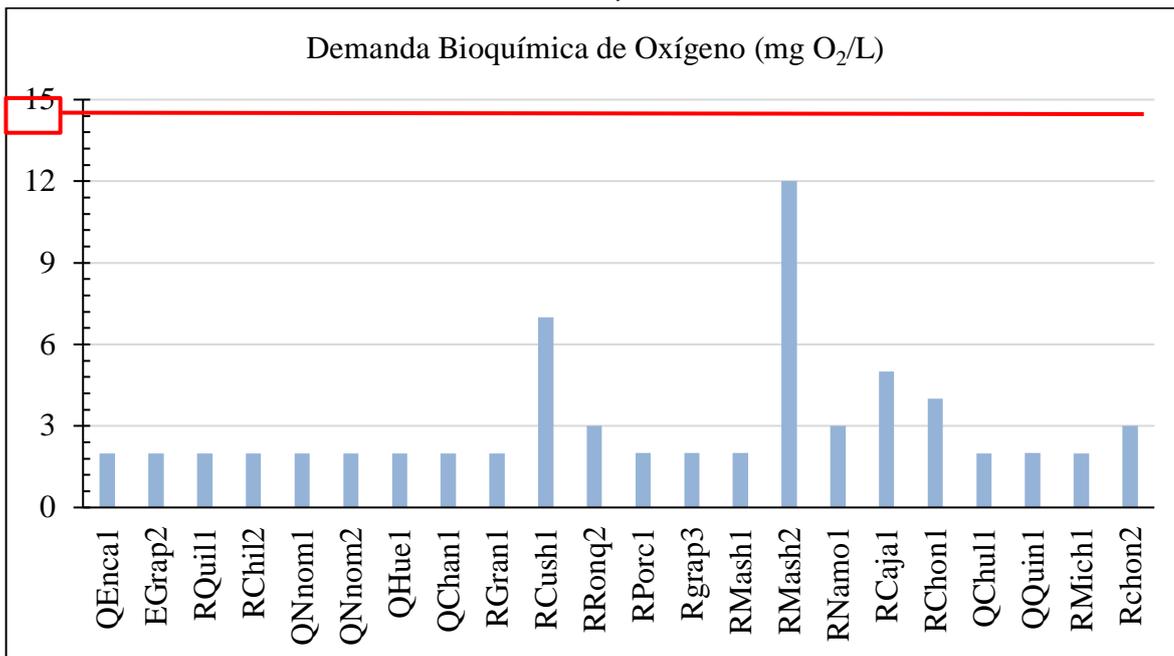


Figura 14. DBO en el monitoreo de 2019.

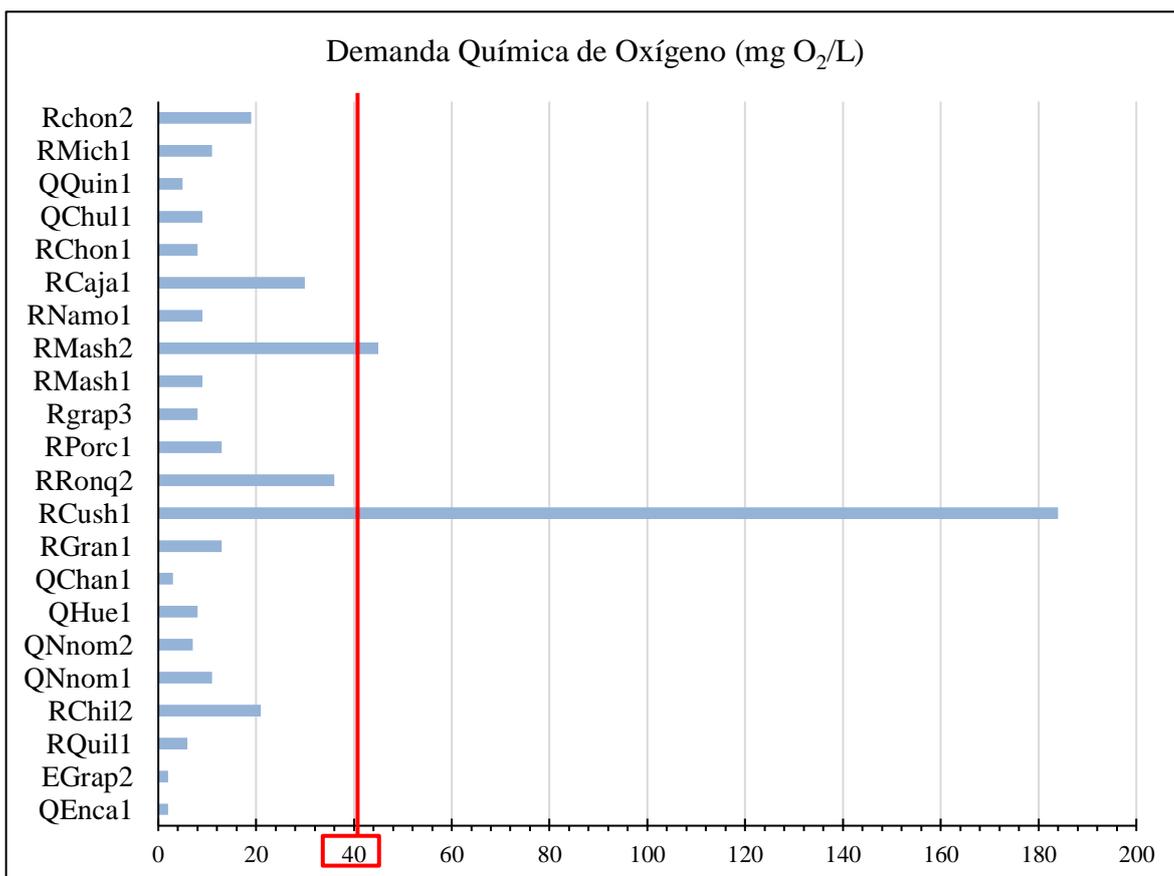


Figura 15. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2019.

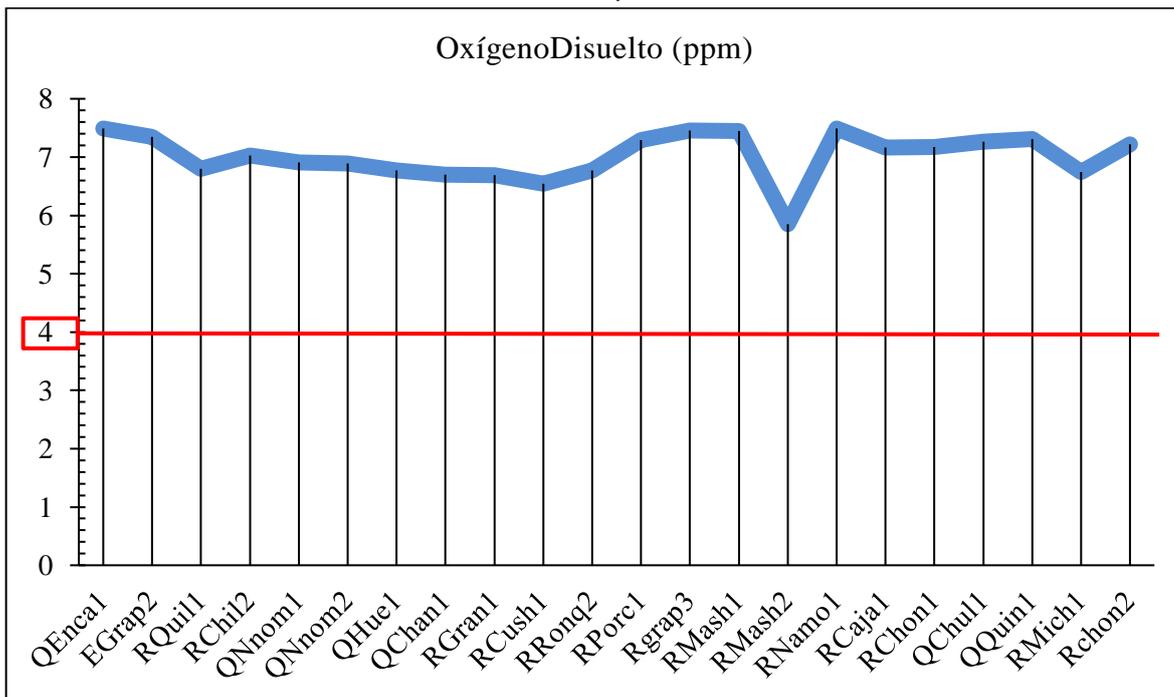
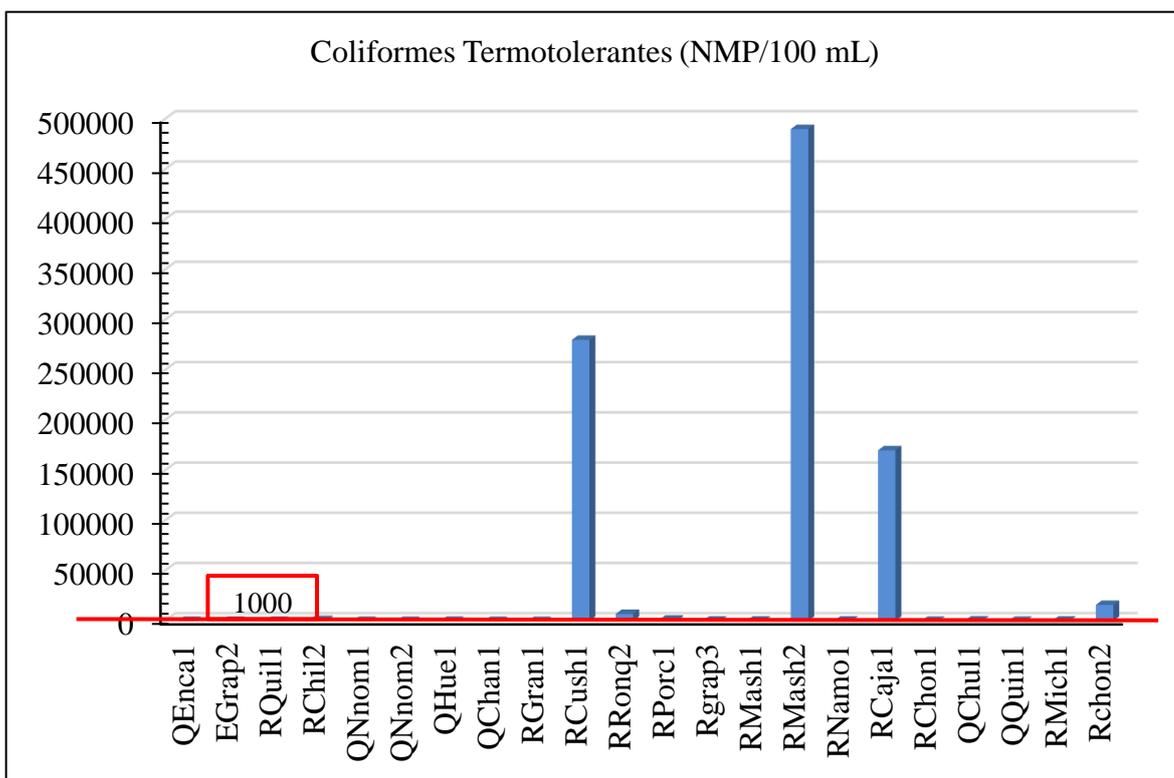
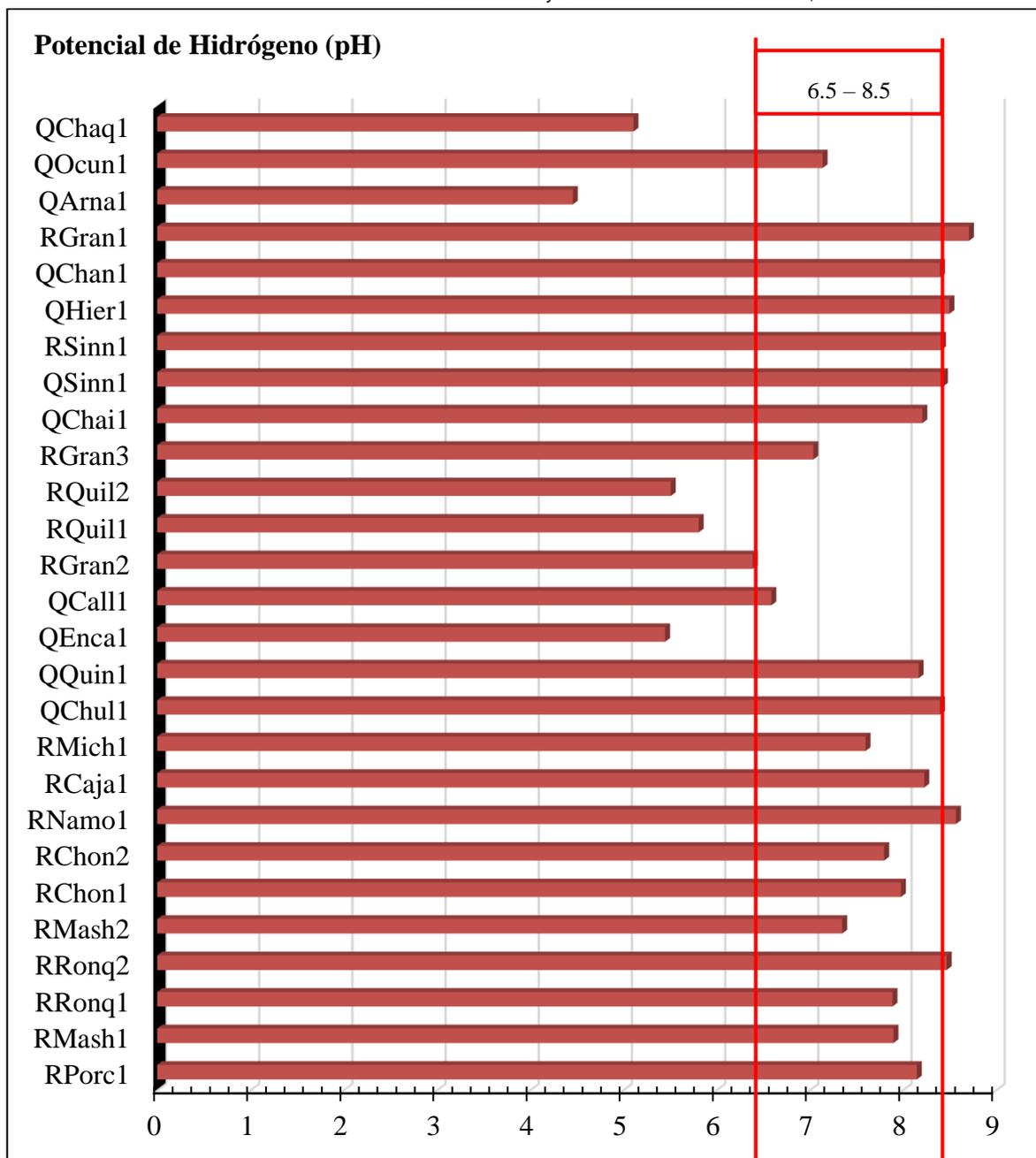


Figura 16. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, en el monitoreo de 2019.



3.2.3. Características de los Parámetros para el año 2018.

Figura 17. Resultados del pH en el monitoreo de 2018.



Nota: El monitoreo ejecutado en al año 2020 muestra que las aguas mantienen un pH considerado dentro de los parámetros estables en cercanía a pH neutro.

Figura 18. DBO en el monitoreo de 2018.

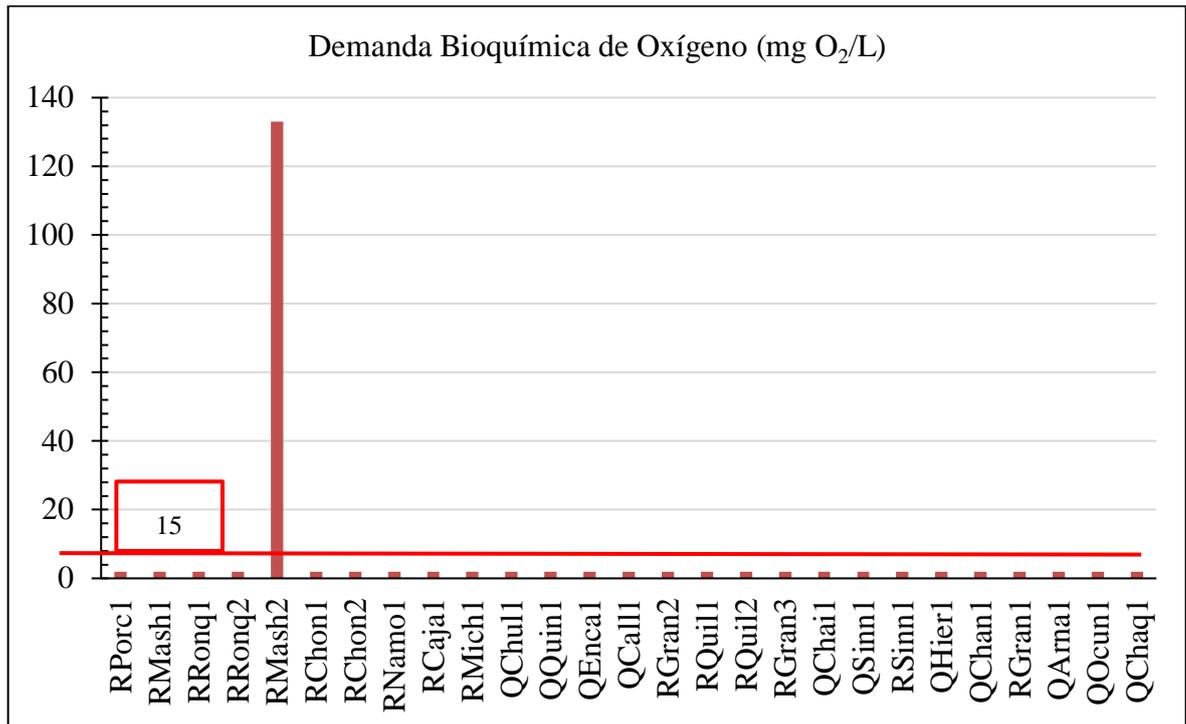


Figura 19. DQO en el monitoreo de 2018.

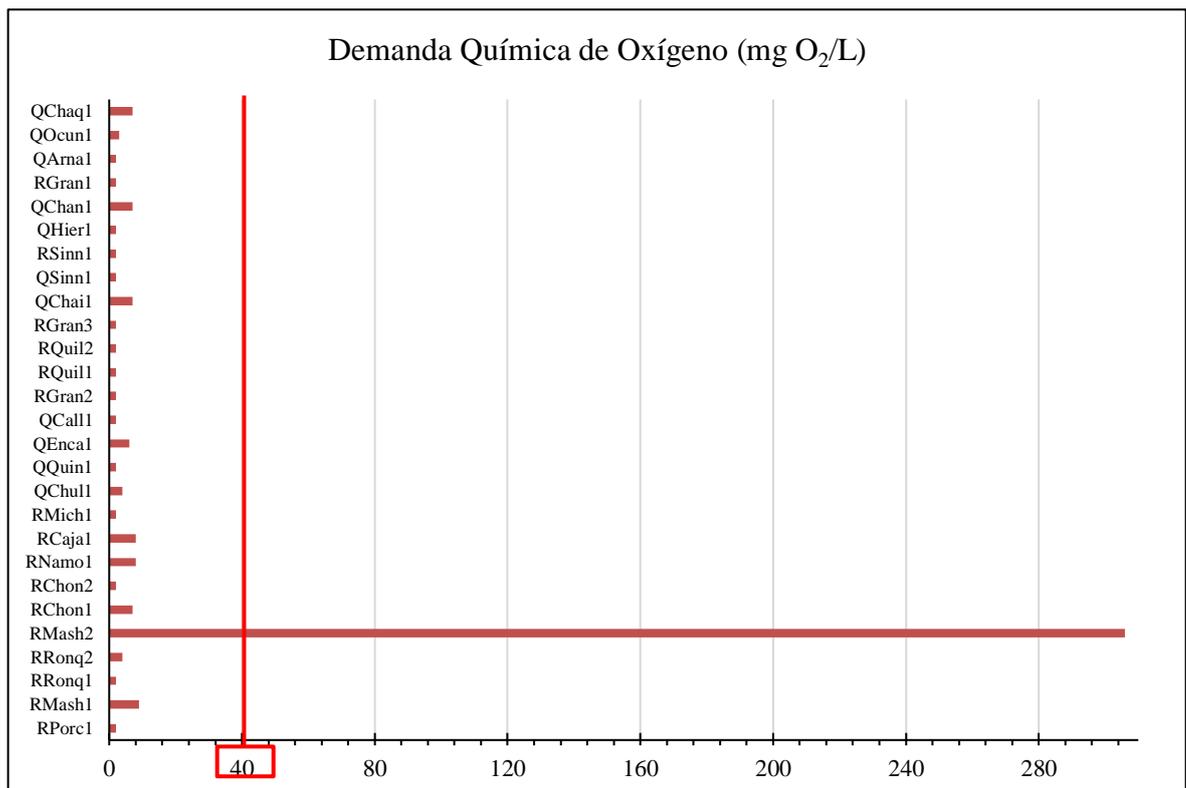


Figura 20. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2018.

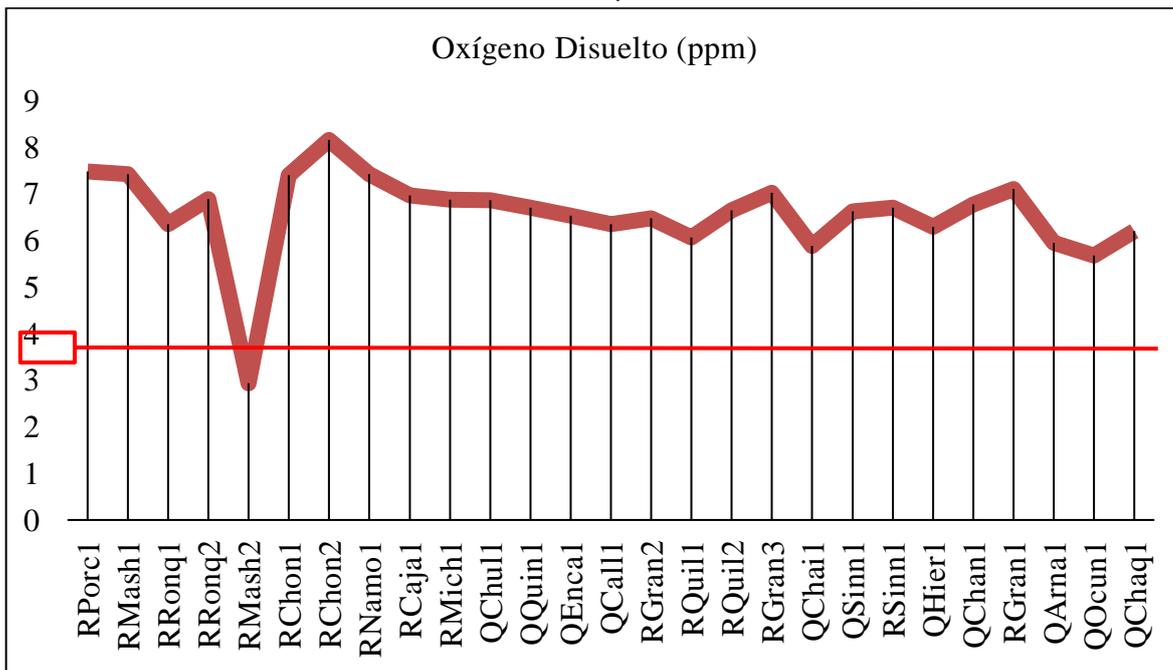
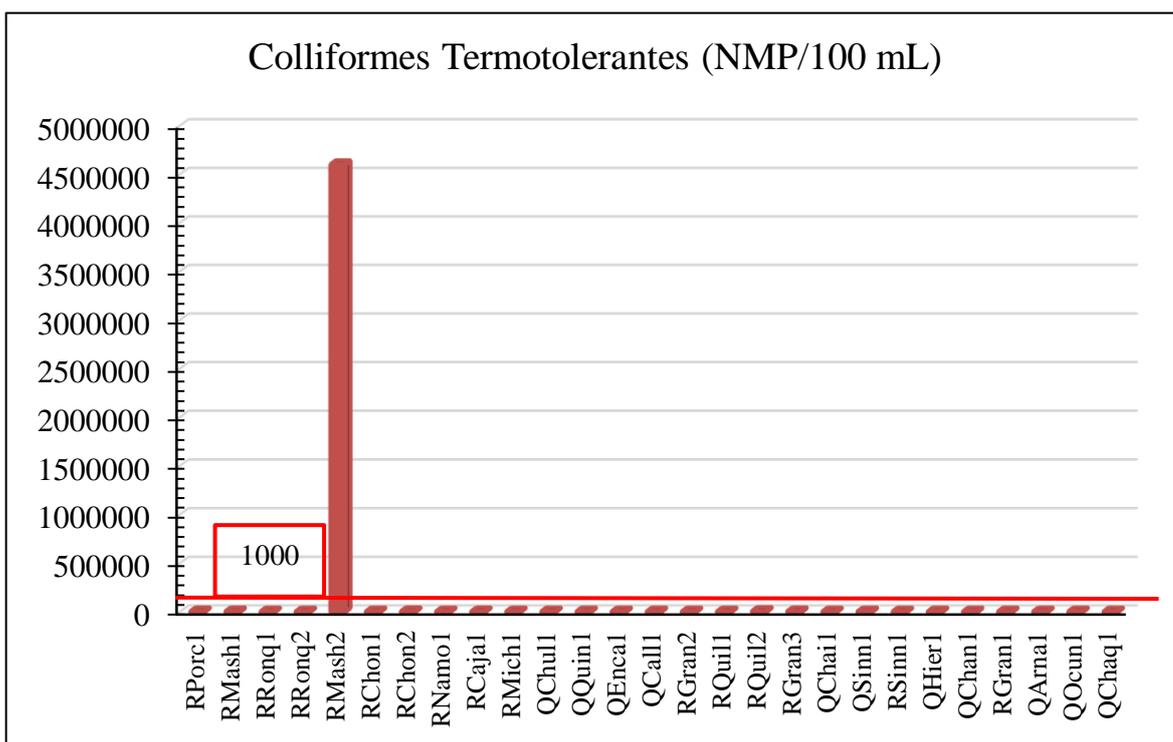
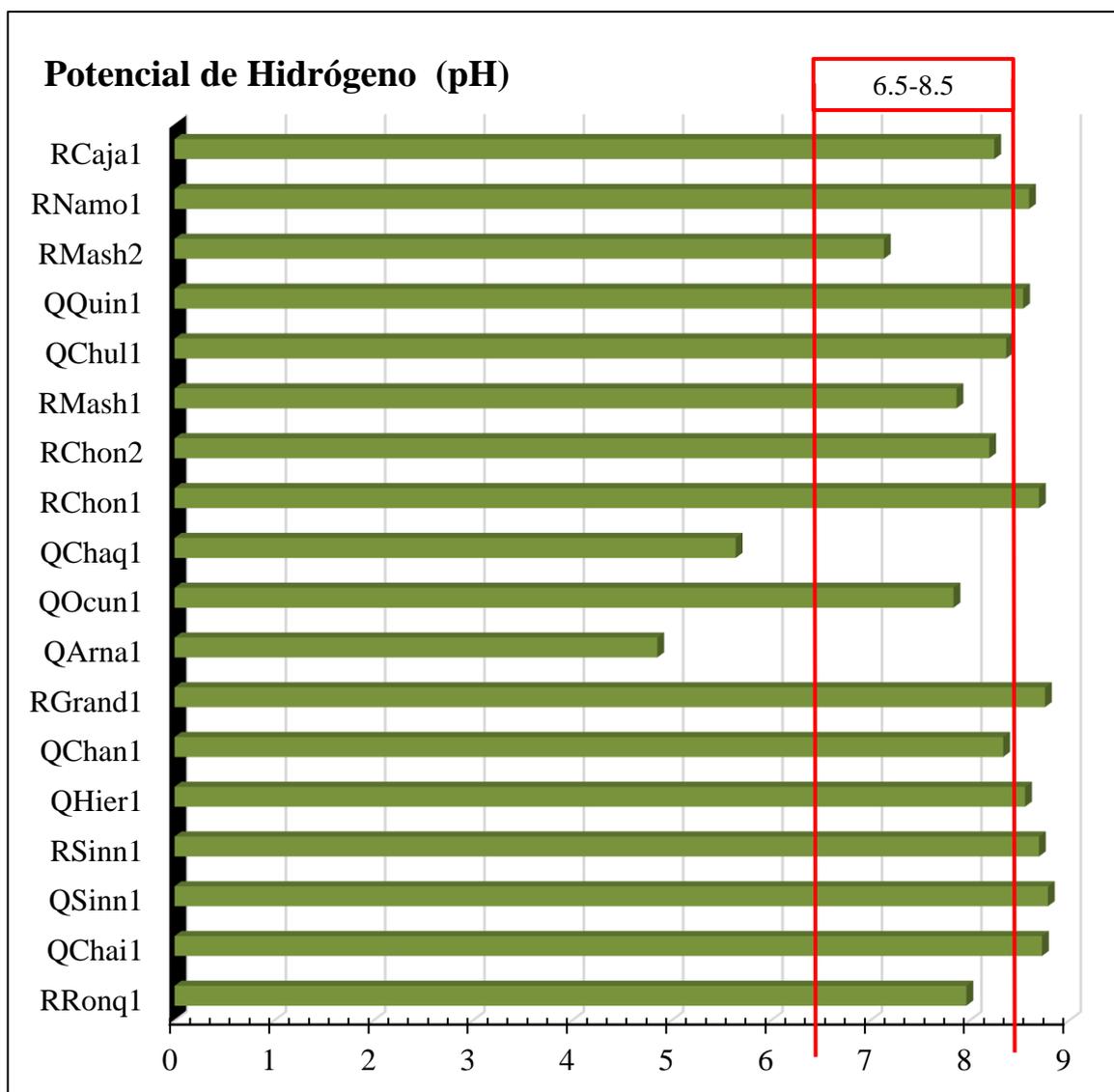


Figura 21. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, monitoreo de 2018.



3.2.4. Características de los Parámetros para el año 2017.

Figura 22. Resultados del pH en el monitoreo de 2017.



Nota: El monitoreo ejecutado en el año 2020 muestra que las aguas mantienen un pH considerado dentro de los parámetros estables en cercanía a pH neutro.

Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Figura 23. DBO en el monitoreo de 2017.

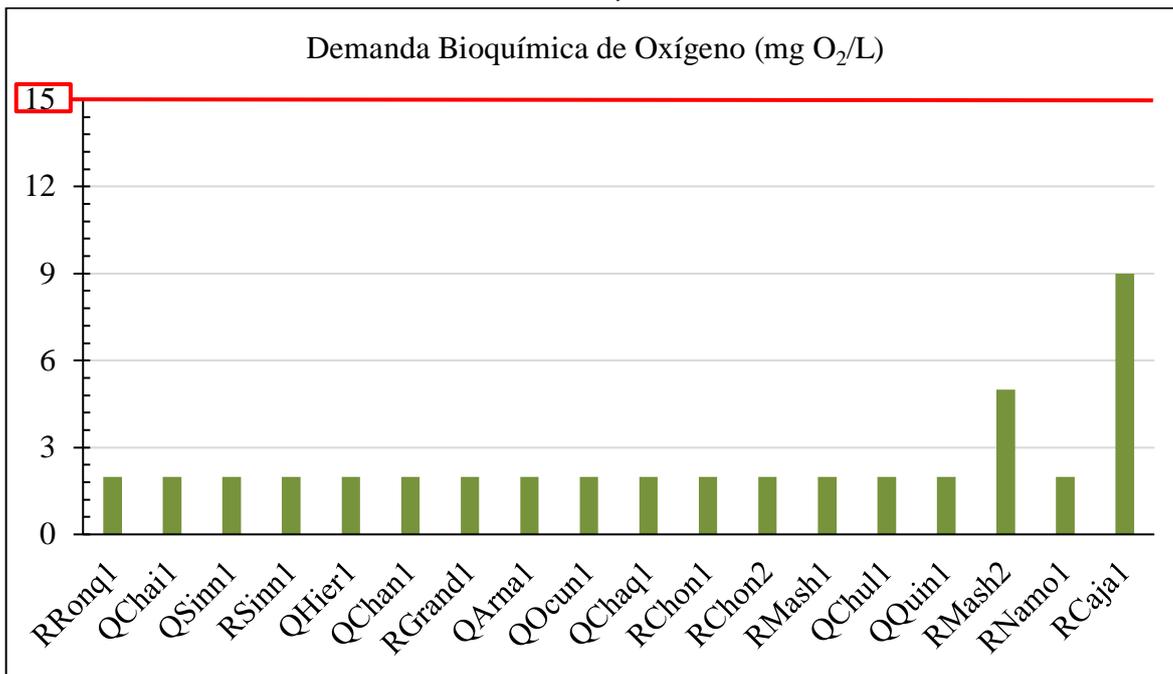


Figura 24. DQO en el monitoreo de 2017.

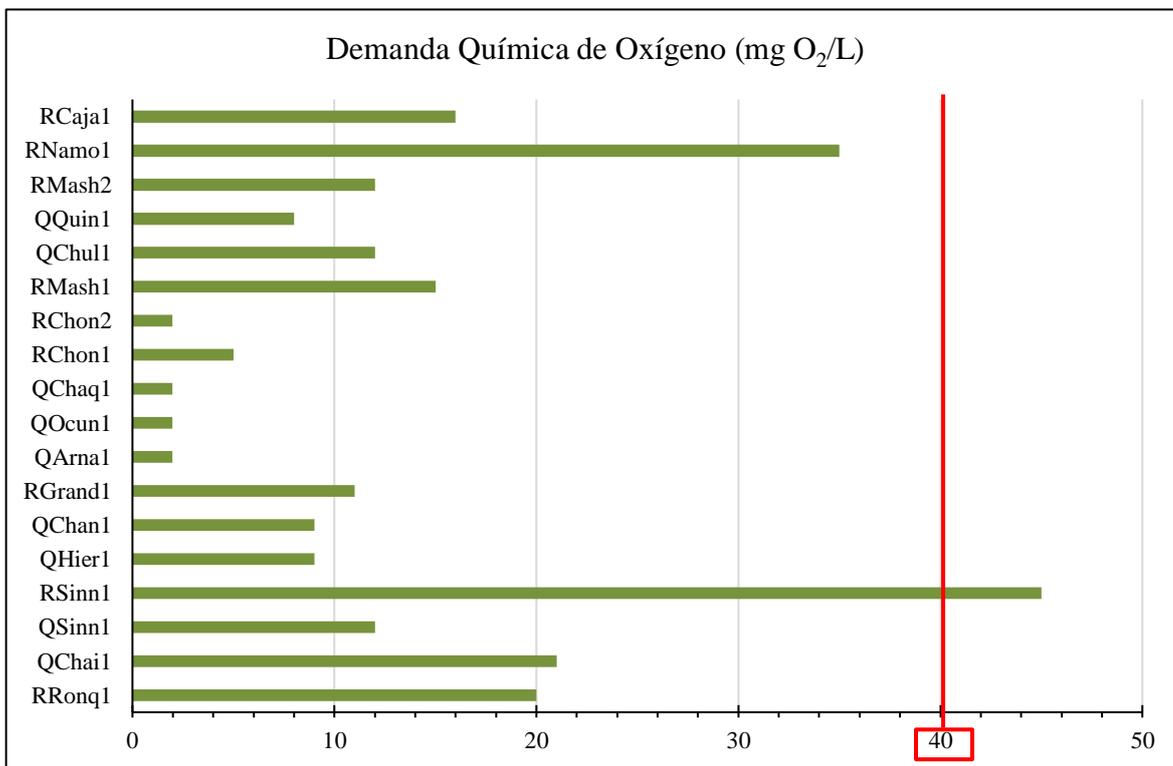


Figura 25. Cantidad de Oxígeno Disuelto, en el monitoreo de 2017.

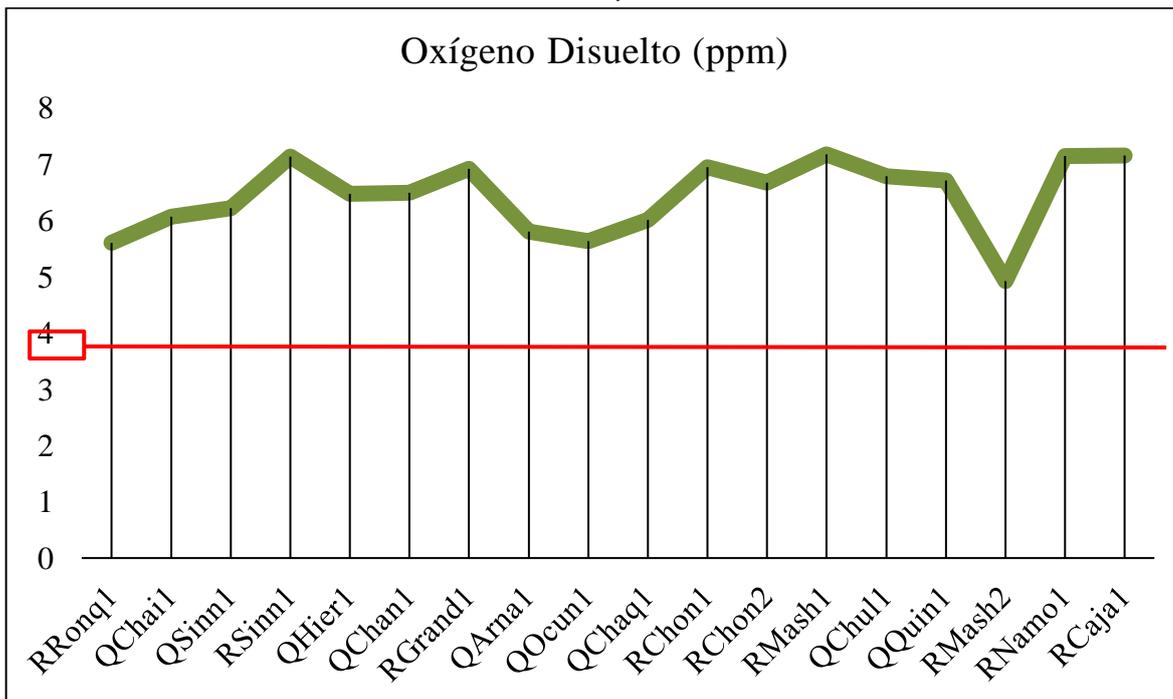


Figura 26. Número más probable de Coliformes Termotolerantes, monitoreo de 2017.

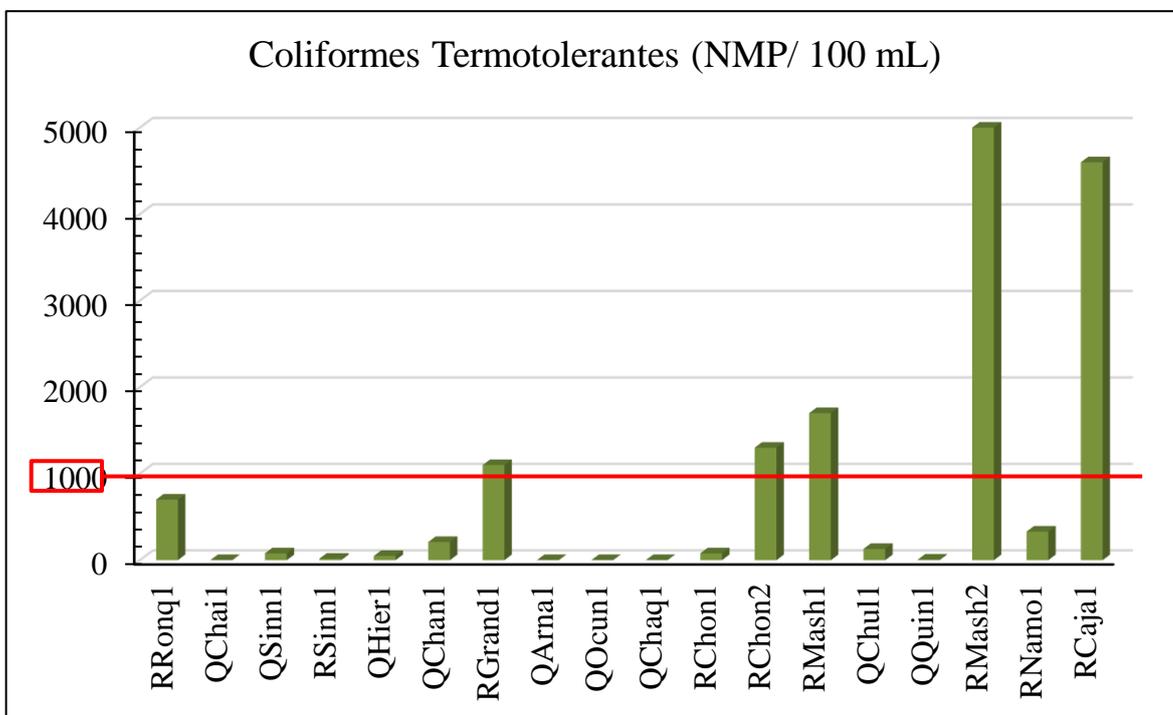


Tabla 14. Resumen de las fuentes hidrográficas que NO cumplen los Parámetros Físicoquímicos.

Parámetro	O.D.	pH	C.E.	DBO	DQO	S.S.T.		
Unidad	ppm	pH	C	s/cm	mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	NMP/100mL	
ECA - D1	>=4	6.5 - 8.5	D1	2500	15	40	-	
2020	RQuil1	6,8	5,7	12,3	20,05	<2	6	<3
	RChil2	7,03	6,77	13,5	133,6	<2	21	58
	RCush1	6,54	8,11	14,7	206	7	184	4034
	RRonq2	6,77	8,47	15,7	318	3	36	485
	RPorc1	7,29	7,81	15,6	197,7	2	13	29
	RMash2	5,85	7,63	16,5	515	12	45	172
	RCaja1	7,16	8,25	18,8	400	5	30	132
	Rchon2	7,22	8,26	14,9	242	3	19	48
2019	QEnca1	7.35	-	11.4	597	<2	4	177
	QSinn1	7.26	-	11.9	315	<2	8	5
	QChan1	7.24	-	12.1	1101	<2	9	61
	RGran1	7.18	-	12.1	1972	<2	112	54
	RPorc1	7.24	-	14.5	1653	<2	30	73
	RMash1	7.67	-	13.8	485	<2	69	656
	RCaja1	7.59	-	17.1	331	5	44	222
	RChon2	7.36	-	15.9	215	<2	27	58
	RMash2	5.67	-	16.5	543	<2	231	104
2018	QEnca1	7.35	-	11.4	597	<2	4	177
	QSinn1	7.26	-	11.9	315	<2	8	5
	QChan1	7.24	-	12.1	1101	<2	9	61

	RGran1	7.18	-	12.1	1972	<2	112	54
	RPorc1	7.24	-	14.5	1653	<2	30	73
	RMash1	7.67	-	13.8	485	<2	69	656
	RCaja1	7.59	-	17.1	331	5	44	222
	RChon2	7.36	-	15.9	215	<2	27	58
	RMash2	5.67	5.68	16.5	543	<2	231	104
2017	RPorc12	7.47	8.15	12.75	174.7	<2	2	-
	RMash2	2.93	7.35	17.81	597.8	133	306	-
	RChon2	8.15	7.8	16.47	317.8	<2	<2	-
	QEnca1	6.53	5.45	10.43	672.2	<2	6	-
	RQuil1	6.06	5.81	12.68	11.86	<2	<2	-
	RQuil2	6.64	5.51	14.4	138	<2	<2	-
	RGran1	7.1	8.71	15.6	286.4	<2	<2	-
	QArna1	5.940	4.460	12.07	562.2	<2	<2	-
	QChaq1	6.19	5.11	11.54	716.4	<2	7	-

Nota: Para el año 2016 no se reportó el monitoreo de la Cuenca Crisnejas.

Fuente: Monitoreos ANA de la Cuenca Crisnejas (2016-2020), 2022.

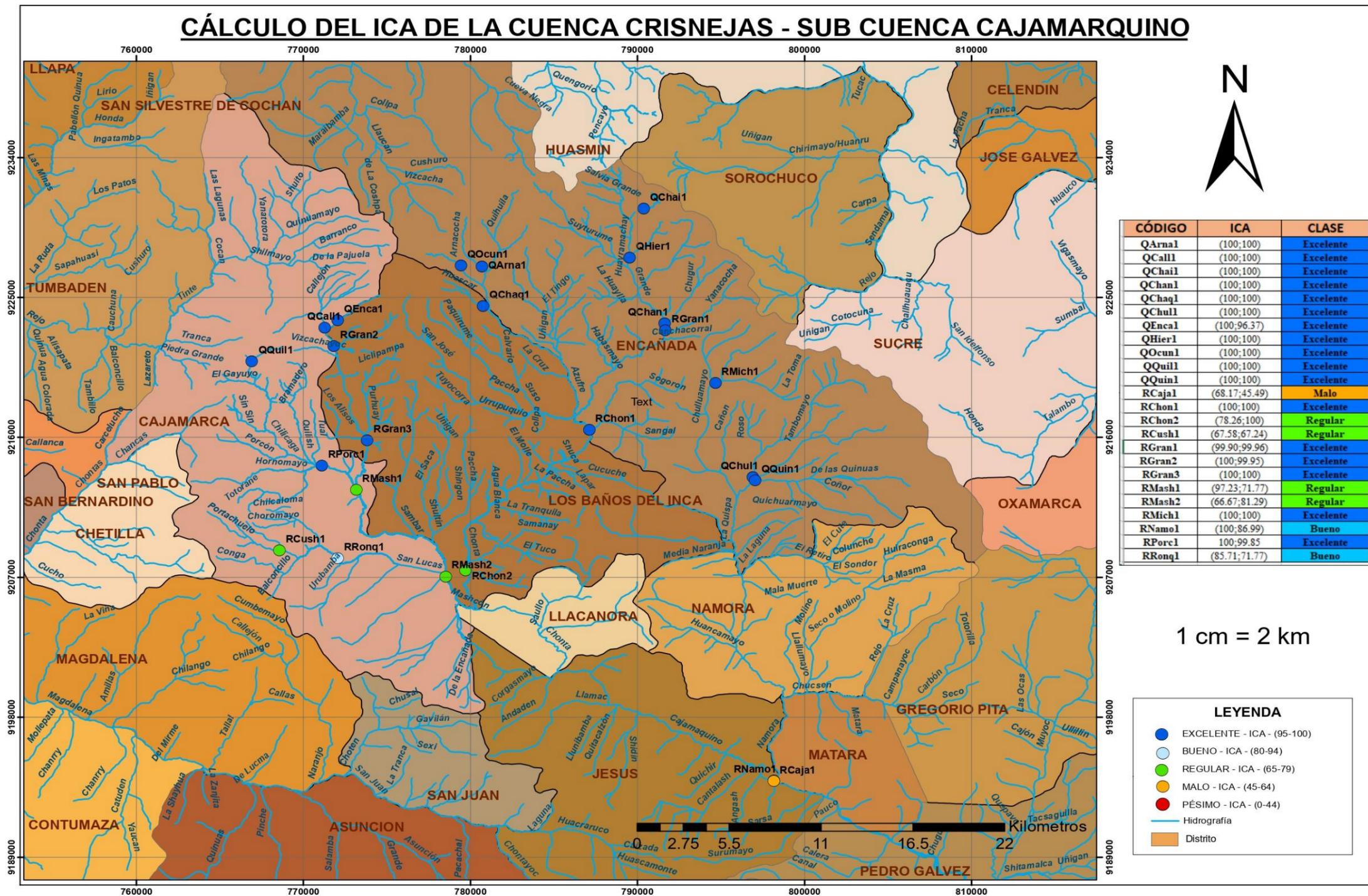
Tabla 15. Resumen de las fuentes hidrográficas que NO cumplen los ECA de Concentraciones Metálicas.

		Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Li	Mn	Ni	Pb	Se	Zn
ECA - D1		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		5	0.1	1	0.7	0.1	0.01	0.05	0.1	0.2	5	0.001	2.5	0.2	0.2	0.05	0.02	2
2020	RQuil1	0.147	<0.0001	<0.003	0.0150	<0,0002	<0,00010	0,0009	0,0017	0,0009	0,122	<0,00005	<0,0007	0,0190	<0,0002	0,0004	<0,0006	<0,008
	RChil2	11.6	0,0054	0,006	0,1505	0,0005	<0,00010	0,0071	0,0032	0,0156	14,42	0,00128	0,0016	0,4163	0,0047	0,0060	<0,0006	0,046
	RCush1	75.89	0,0273	0,028	0,5227	0,0046	<0,00010	0,0198	0,0488	0,0343	72,17	<0,00005	0,0320	1,125	0,0387	0,0560	0,0065	0,144
	RRonq2	14.7	0,0063	0,014	0,0947	0,0008	<0,00010	0,0032	0,0141	0,0084	13,39	<0,00005	0,0073	0,1820	0,0103	0,0360	0,0012	0,055
	RPorc1	1	0,0010	0,025	0,0515	<0,0002	<0,00010	0,0022	0,0011	0,0027	1,525	<0,00005	0,0020	0,2293	0,0023	0,0009	<0,0006	0,020
	RMash2	3	0,0036	0,011	0,0986	<0,0002	<0,00010	0,0043	0,0030	0,0126	4,681	<0,00005	0,0029	0,3119	0,0029	0,0047	<0,0006	0,082
	RCaja1	3	0,0035	0,053	0,0852	<0,0002	<0,00010	0,0027	0,0028	0,0090	3,688	<0,00005	0,0073	0,2973	0,0025	0,0031	<0,0006	0,026
	Rchon2	1	0,0026	<0,003	0,0405	<0,0002	<0,00010	0,0012	0,0016	0,0100	1,354	<0,00005	<0,0007	0,0782	0,0009	0,0021	<0,0006	<0,008
2019	QEnca1	3.569	0.538	0.025	0.112	<0.0002	0.001	0.004	<0.0007	0.061	3.290	0.001	0.002	0.100	0.001	0.090	<0.0006	0.042
	QSinn1	0.052	0.002	0.005	0.013	<0.0002	<0.00010	<0.0002	<0.0007	0.001	0.062	<0.00005	<0.0007	0.009	0.000	0.000	<0.0006	0.068
	QChan1	1.412	0.001	0.004	0.021	<0.0002	<0.00010	0.001	<0.0007	0.061	2.197	<0.00005	0.002	0.064	0.002	0.002	<0.0006	0.020
	RGran1	1.073	0.002	6.000	0.023	<0.0002	<0.00010	0.001	<0.0007	0.012	1.665	<0.00005	0.001	0.112	0.001	0.002	<0.0006	0.019
	RPorc1	2.338	0.002	0.009	0.074	<0.0002	<0.00010	0.002	0.002	0.005	4.256	<0.00005	0.001	0.211	0.002	0.004	<0.0006	0.028
	RMash1	12.740	0.007	0.008	0.238	0.001	0.000	0.009	0.003	0.036	1205.000	<0.00005	0.005	0.715	0.003	0.009	<0.0006	0.053
	RCaja1	2.265	0.004	0.033	0.125	<0.0002	<0.00010	0.003	0.002	0.010	3.280	<0.00005	0.005	0.244	0.002	0.003	<0.0006	0.043
	RChon2	1.512	0.002	0.007	0.046	<0.0002	<0.00010	0.001	0.001	0.008	1.742	<0.00005	<0.0007	0.099	0.001	0.002	<0.0006	0.011
	RMash2	2.733	0.004	0.011	0.097	<0.0002	<0.00010	0.004	0.001	0.013	2.785	<0.00005	0.003	0.223	0.002	0.003	<0.0006	0.042
	QEnca1	0.493	0.001	<0.002	0.042	<0.00002	<0.00001	0.002	<0.0001	0.001	0.894	<0.00003	<0.0001	0.222	0.002	<0.0002	<0.0004	0.011

	QSinn1	1.880	0.003	0.007	0.090	0.001	0.001	0.002	0.001	0.012	2.420	<0.00003	0.003	0.297	0.002	0.003	<0.0005	0.049
	QChan1	1.532	0.003	<0.002	0.061	<0.00002	<0.00001	0.003	0.001	0.007	1.989	<0.00003	0.002	0.111	0.002	0.002	<0.0004	0.014
	RGran1	1.749	0.000	<0.002	0.023	<0.00002	0.001	0.002	0.002	0.039	0.293	<0.00003	0.004	0.118	0.002	0.002	<0.0004	0.052
	RPorc1	0.109	<0.00003	<0.002	0.020	<0.00002	<0.00001	0.001	<0.0001	0.001	0.276	<0.00003	<0.0001	0.026	0.001	<0.0004	<0.0004	<0.01
	RMash1	0.486	0.001	<0.002	0.032	<0.00002	<0.00001	0.00217	<0.0001	0.00132	0.8517	<0.00003	<0.0001	0.20065	0.002	<0.0004	<0.0004	0.013
	RCaja1	0.267	0.001	<0.002	0.016	<0.00002	<0.00001	<0.00001	<0.0001	0.005	0.380	<0.00003	<0.0001	0.035	<0.0002	0.001	<0.0004	<0.01
	RChon2	0.815	0.003	0.012	0.035	<0.00002	<0.00001	0.015	<0.0001	0.066	0.761	<0.00003	0.002	0.020	0.003	<0.0002	<0.0004	0.014
	RMash2	0.758	0.00618	0.02	0.0224	<0.00002	<0.00001	0.01078	<0.0001	0.10395	0.2375	<0.00003	0.0027	0.03953	0.0013	0.0018	<0.0004	0.2926
2017	RGrand1	0.419	0.000	<0.002	0.013	<0.00002	<0.00001	<0.000012	<0.0001	0.007	0.511	<0.00003	<0.0001	0.037	0.001	<0.0002	<0.0004	<0.0100
	QArna1	1.191	0.002	<0.002	0.038	<0.00002	0.001	0.012	<0.0001	0.044	0.510	<0.00003	0.002	0.028	0.002	<0.0002	0.001	0.012
	RMash2	5.333	0.008	0.021	0.155	<0.00002	<0.00001	0.0056	0.0094	0.0188	6.982	<0.00003	0.005	0.044	0.007	0.009	0.002	0.055
	RCaja1	3.173	0.005	0.033	0.126	<0.00002	<0.00001	0.0037	0.0029	0.0082	4.566	<0.00003	0.011	0.381	0.005	0.004	<0.0004	0.040

Fuente: Monitoreos ANA de la Cuenca Crisnejas (2016-2020), 2022.

Figura 27. Índice de Calidad de Agua de la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino.



Fuente: Elaboración propia en Software ArcMap, 2022.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Respondiendo a la interrogante de investigación; ¿En qué condiciones de Calidad de Agua se encuentra la Cuenca Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino, que recibe vertimientos de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros?, se logró determinar que el Índice de Calidad de Agua (ICA) con los diversos puntos de muestreo con criterio de monitoreos estratégicos, se tiene al **Año 2020**, con ICA es variable de Regular a Malo, aguas clasifican de Buena a RRonq2 alcanzando un ICA de (66.67; 81.29) y a RNamo1 con (66.67; 67.24), estos valores nos indican que tanto el Río Ronquillo como el Río Namorino en los puntos muestreados tienen aguas que se alejan un poco de la calidad natural del agua; estos datos concuerdan con las menciones de Díaz (2018) que nos dice que las aguas del Río Ronquillo son consideradas como aguas de buena calidad y representan una fuente hídrica de importancia. Se tiene también a las fuentes como RCush1, RMash1 y RChon2 clasificadas con un ICA de tipo Regular, para estas fuentes hídricas la calidad es de tener en cuenta ya que existe amenaza según el uso potencial que se le puede dar a dichas aguas, Según lo indica León (2016) las aguas de la cuenca Crisnejas y las aguas del entorno de Cajamarca son de destino agrícola y de bebida de animales por lo que un agua categorizada como agua de calidad mala puede ser potencialmente dañina para estos medios. Un punto de monitoreo alarmante ha sido clasificado como agua de calidad mala y este es RCaja1 que es el río más próximo a la ciudad de Cajamarca, se puede analizar que el impacto en estas aguas es preocupante ya que el ICA calculado está por 45.49, lo que nos indica claramente que dichas aguas significan una amenaza para los riegos y para los animales que la consumen, esta afirmación la podemos comprobar con lo nos menciona el Indeci (2022) ya que nos dice que este ríos encuentra actualmente en alerta roja y además de ello que impacta directamente con

9 centros poblados aledaños a dicho río. De los años considerados para la evaluación en la presente investigación es el 2022 que muestra en el río antes mencionado el impacto más crítico, para los años de 2017 a 2019 se tienen resultados de ICA en valores que categorizan como aguas de calidad regular, en específico se tiene que en *el año 2019* se ubica a RMash1 y RMash2, analizando esta fuente es también cercana al río Cajamarquino por lo que se infiere que el impacto contaminante es considerable, parra este caso según Redacción Mano Alzada (2021) indica que existe una gran cantidad de residuos como contaminantes directos del río, entonces podemos afirmar que la contaminación aquí es más por Aguas Residuales Poblacionales. En el *año 2018* se puede observar que RMash2 es el río que también obtuvo un ICA de 66.72 ubicándose como calidad de agua regular, al igual que 2019 y 2020 es recurrente este río y supone una preocupación ambiental considerable, se contrasta esta información con lo mencionado por Palomino (2018) que afirma es deficiente la calidad de agua en el río Mashcón y que la contaminación es directa por los asentamientos humanos adyacentes al río en mención. Y para finalizar en el año 2017 se ubican a RChon2, RMash1, RMash2 y RCaja1; notando la recurrencia tanto del río Cajamarquino como la del río Mashcón, que nuevamente han obtenido cálculos de ICA en categorización de regular, adicional a esto podemos resaltar que el río Chonta tiene una composición no apta para el riego de vegetales y menos aún para ser usada en bebederos de animales, esto lo afirman Castillo & Quispe (2019), quienes concluyen que las aguas presentan contaminación directa de la población cercana.

Con estas menciones se puede comprobó la *hipótesis general* planteada en la investigación ya que la clasificación de ICA, ya que los índices calculados se encuentran dentro de la clasificación entre Buenas y regulares, las puntuaciones se mantienen dentro del

rango de 65-94 en promedio. Se comprueba también la **HEI**, ya que se verificó que la evolución año a año del índice de calidad de agua en algunos de los puntos evaluados las aguas que han recibido vertimientos de Aguas Residuales Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros muestran un deterioro de su calidad.

Comparación de los Factores Contaminantes con los Estándares de Calidad Ambiental

Contaminantes Metálicos

Aluminio

De los diversos componentes metálicos presentes en las fuentes hídricas de la Cuenca Crisnejas, mayor preocupación son el Aluminio, Arsénico, Hierro y Manganeso. Para el **año 2020**, las fuentes como RChil2, RCush1 y RRonqu2 han logrado superar el valor ECA para Al; en 11.6, 75.89 y 14.7 ppm respectivamente, las concentraciones con considerables en ppm que requieren de una alternativa de tratamiento o técnica de remediación de aguas. Para el **año 2019**, se identificó a RMash1 sobrepasando el ECA de Al alcanzando un valor de 12.74 ppm. Para el **año 2018** no se identificó que se haya superado este metal, y para el **año 2017** se verificó que RMash2 obtuvo una concentración de 5.333 ppm de Al. Según lo afirman Jiménez & Llanos (2019), el impacto de contaminación por Aluminio es de tener en cuenta ya que impacta un exceso de concentración de este metal en las raíces de los cultivos, para animales también supone un riesgo por contaminación. Del Águila (2015) confirma que el Aluminio deteriora la composición vegetal al encontrarse en cantidades superiores a las que indica la norma peruana del MINAN para ECA del Aluminio.

Arsénico

El arsénico es uno de los contaminantes más agresivos que pueden afectar a las plantas y a los animales, es por ello que su presencia en las aguas es de temer, en el año 2019, se encontró una concentración de 0.538 ppm de As en las aguas de QEnca1 (Quebrada de La Encañada), si bien es cierto la concentración supera en algunos decimales al valor ECA es necesario que se pueda mantener un control de monitoreos permanentes en dicha zona ya que es un punto de contacto directo con minería tanto de tipo formal como informal. Cabrera *et al.* (2013) no menciona que las aguas con contenidos de Arsénico son aguas con altos grados de óxidos y/o sulfuros, es decir pueden estar en contacto con la actividad minera, en tal sentido es necesario recalcar que el monitoreo en dicha quebrada debe ser constante.

Hierro

En el año 2022 según el monitoreo del MINAM se indica que las fuentes hídricas RChil2, RCush1 y RRonqu2 tienen 14.42, 72.17 y 13.39 ppm respectivamente, haciendo énfasis en el segundo dato que se encuentra elevado a tal punto de considerarse como peligroso para las aguas de dichas fuentes hídricas. Para el año 2019 se identificó una concentración de 12.05 ppm de Fe en RMash1, y para el 2017 una concentración de 6.982 ppm. Valencia (2011) nos dice que el Hierro supone una de las amenazas más difíciles de remover en aguas contaminadas, además de ello la remoción de este metal es de alto costo; es por ello que la contaminación por hierro en flora y fauna es recurrente.

Manganeso

De todos los contaminantes metálicos analizados, el que más ha superado el ECA ha sido el Manganeso, se tiene que en el año 2020 las fuentes hídricas como RChil2, RCuash1,

RPorc1, RMash2 y RCaja1 han superado el ECA en 0.41, 1.12, 0.23, 0.31 y 0.29 ppm respectivamente. En el año 2019 tenemos a RPorc1, RMash1, RCaja1 y RMash2 superando el ECA en 0.21, 0.71, 0.24 y 0.23 ppm consecutivamente. En el año 2018 QEnca1 y QSinn1 alcanzaron 0.22 y 0.29 ppm y finalmente en el 2017 RCaja1 alcanzó 0.38 ppm. Como los menciona Acevedo (2015) el manganeso es difícil de remover debido a que la precipitación de este, solo se alcanza al alcalinizar las aguas hasta un punto de superar el pH neutro, es decir se requiere de un proceso debidamente elaborado para que el manganeso sea removido de las aguas. Al modificar el pH de las aguas se pone en riesgo la resistencia de la fauna que entra en su contacto directo.

Contaminantes Microbiológicos

Tabla 16. *Contaminantes Microbiológicos identificado en los monitoreos 2016-2020.*

	Coliformes Termotolerantes	Escherichia Coli	
Unidad	NMP/100 mL	NMP/100 mL	
ECA - D1	1000	1000	
RCush1	280000	220000	2020
RRonq2	7000	4600	
RPorc1	1300	79	
RMash2	490000	110000	
RCaja1	170000	110000	
Rchon2	16000	700	
QSinn1	1300	110	2019
QChan1	1100	460	
RGran1	700	330	

RPorc1	130000	11000	
RMash1	2400	110	
RCaja1	790	330	
RChon2	2400	490	
RMash2	460000	70000	
RMash2	4600000	1700000	2018
RChon2	2200	700	
QEnca1	<1.8	<1.8	
RQuil2	4600	1100	
RGrand1	1100	490	2017
RMash2	280000	110000	
RCaja1	4600	1700	

Para el año 2016, no se ha reportado monitoreo por parte de MINAM. En todos los años de monitoreos se aprecia que tanto Coliformes Termotolerantes como Escherichia Coli superan ampliamente el ECA establecido, sin embargo, es de tener en cuenta estos parámetros solo para restringir el agua en bebederos de animales más no en el contacto con vegetación; así mismo es de total cuidado que se omita el uso de estas aguas para el consumo humano ya que supone un riesgo alto de contraer enfermedades asociadas a dichos contaminantes biológicos. Para aguas de uso agrícola y consumo de animales la presencia de contaminante microbiológicos supone un riesgo moderado, por lo contrario si se destina las aguas al uso doméstico, los contaminantes de este tipo son de riesgo alto (Castillo & Quispe, 2019). Los Coliformes Termotolerantes, por afirmación de Beltrán &

Campos (2016) tienen influencia directa en la calidad de las aguas y por lo tanto es necesario que las aguas con presencia que supera los ECA establecidos por el MINAM, tengan un tratamiento eficiente que pueda lograr un estándar que no efecto a animales. De acuerdo con un estudio realizado en Colombia por Molina & Jiménez (2016), la contaminación de aguas por presencia de Coliformes Termotolerantes afecta según el uso o destino de las agua, generalmente se puede apreciar su efecto en la bebida de animales, ya que estos contraen males intestinales que afectan su salud y armonía de vivencia, para el caso del consumo humano es una particularidad diferente ya que la tolerancia es menor.

Haciendo referencia a la presencia de Escherichia Coli en las aguas de la Cuenca Crisnejas, esto supone riesgo significativo ya que en algunas zonas rurales la población emplea las aguas como fuente de preparación para sus alimentos, consumo directo sin hervir el agua, aseo personal y otros usos más; por lo tanto existen personas en contacto directo si bien es cierto el contacto es perjudicial para la salud e integridad de las personas, se recomienda que las aguas lleven un tratamiento convencional de mejora de su calidad. Por mención de Rodríguez (2019) se conoce que las aguas aledañas en Cajamarca, específicamente las del Río Mashcón cuentan con altos contenidos de Escherichia Coli, esto corrobora lo identificado en los monitoreos proporcionados por el MINAM, cabe mencionar que además de presentar contenidos metálicos significativos también hay parámetros fisicoquímicos como el DBO y DQO que no cumplen los ECA establecidos.

Potencial de Hidrógeno (pH)

Dentro de los parámetros fisicoquímicos evaluados el que define una clasificación inicial de las aguas es el pH, ya que se puede verificar mediante este el tipo de agua a priori según afirma Royal (2020) se ubican a las aguas como ácidas con pH de [0 - 6.4], como

neutras a las que tiene un pH entre [6.5 – 8.5] y las de aguas básicas con un pH de [5.6 – 14]; de las aguas monitoreadas en la cuenca Crisnejas se ha podido observar que solo para los años 2018 y 2017 se han identificado fuentes hídricas que han superado o están por debajo de la clasificación neutra. En específico se tiene para el 2018, **RName1** con un pH de **8.57**, **QEnca1** con un pH de **5.45**, **RGran2** con un pH de **6.39**, **RQuil1** con un pH de **5.81**, **RQuil2** con un pH de **5.51**, **RGran1** con un pH de **8.71**, **QArna1** con un pH de **4.46** y **QChaq1** con **5.11** de pH. En el año 2017 se identificó a solo dos fuentes hídricas que se encuentra por debajo del valor neutro, estas son **QArna1** con un pH de **4.86** y **QChaq1** con un pH de **5.65**. Es de relevancia medir el pH en las aguas ya que de ello deriva una posible solución empleada en los tratamientos de aguas, el tener un pH elevado ayuda a remover con mayor facilidad la concentración metálica o contaminantes metálicos de las aguas; hay casos excepcionales en los que el pH debe ser de 10 u 11, estos aplican para el Aluminio y Manganeseo respectivamente, así lo afirma Litter (2016), quien además recalca que debe adicionarse un tratamiento complementario para neutralizar el pH después de haber removido en la proporción esperada los contaminantes metálicos. La difícil remoción del Manganeseo requiere de un tratamiento basado en alcalinización, e incluir en el tratamiento barreras con contenidos de Carbonato de Calcio, tal cual se realizó en la investigación de Jimenez & Llanos (2019).

Con esto quedan comprobadas las hipótesis específicas **HE2** y **HE3**, ya que los factores contaminantes son producto de aguas residuales poblacionales y pasivos ambientales mineros y en cuanto a concentraciones metálicas en ppm derivan de la actividad minera como Pasivos Ambientales Mineros. Por otra parte, el impacto que se tiene por el vertimiento de Aguas Residuales Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros hace que las

aguas en los puntos evaluados se mantengan con turbidez y tengan un riesgo considerable para el uso en cultivos o bebederos para animales.

Conclusiones

- Se ha logrado realizar los cálculos correspondientes al Índice de Calidad de Agua (ICA), lo que nos dio a conocer que el Año 2020, es el que presenta el ICA más impactante para las aguas de la Cuenca Crisnejas ya que los ríos Ronquillo, Mashcón y Namorino se categorizan con 66.67, 65.20 y 67.24 respectivamente, estos valores considerados como ICA de calidad Regular a Mala. Ante tal mención es necesario que el MINAM o los organismos competentes establezcan un tratamiento para dichas aguas ya que perjudican a la población, cultivos y ganadería aledaños a dichas fuentes hídricas.
- La comparación de los parámetros de los monitoreos con los ECA ha dejado al descubierto que se ha sobrepasado en *Concentraciones Metálicas* de Aluminio, Hierro, Arsénico y Manganeso; haciendo énfasis en que la movilidad para remoción de estos elementos es complicada, en tal sentido es de vital importancia que las medidas con objetivo de tratamiento para la mejora de calidad de aguas tomen en cuenta las concentraciones en ppm. En cuanto a presencia *Microbiológica* se ha podido evaluar que tanto Coliformes Termotolerantes como Escherichia Coli son recurrentes en los ríos Mashcón, Cajamarquino y Namorino; lo que implica riesgos potenciales para las personas, animales y vegetación.
- Los efectos de los vertimientos de las aguas residuales poblacionales y aguas de pasivos ambientales mineros han hecho que la calidad de aguas sea impactada hasta

un punto de desestabilizar la neutralidad de aguas, en cuanto a la Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno, no se ha presentado significancia relevante.

- Cabe mencionar que se presentó una limitación en el acceso a la información ya que el MINAM no cuenta con estos registros ordenados para la lectura pública y el trámite administrativo de solicitud de información es de demora, además de ello la legibilidad de los documentos de los monitoreos no presentan editables para ser procesados analíticamente.

Recomendaciones

- Solicitar la Información de Monitores en formatos legibles para su manejo adecuado y análisis correspondiente. Con esto se puede ayudar a extender el Análisis de Cálculo ICA de manera puntual a cada muestreo. Adicional a ello se puede complementar con información actualizada que permita comparar el estado actual de la calidad de agua, ya que se tiene registros solo hasta el año 2020, dejando vacíos en el 2021 y en lo que va del 2022.
- Por motivo del alcance y extensión de la Cuenca Crisnejas, es recomendable que los puntos de muestreo sean definidos con criterio de impactos ambientales potenciales, sobre todo en aquellos lugares donde abunda la actividad minera; también en aquellas zonas en las cuales continúan impactando los Pasivos Ambientales Mineros.

REFERENCIAS

- Abril, R. V., Rodríguez, L. M., Sucoshañay, D. J., & Bucaram, E. M. (2017). Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(2), 59-72. Recuperado el 11 de Enero de 2022, de <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n2/riha05217.pdf>
- Acevedo Luyo, K. A. (2015). *Tratamiento de aguas ácidas de drenaje de mina con alto contenido de aluminio y manganeso por tecnología de lodos de alta densidad (HDS [Tesis de Grado]*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Recuperado el 13 de Mayo de 2021, de http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_5c59c120ad27be6cf1191a73a5424919
- Alomía, J., Iannacone, J., Alvariano, L., & Ventura, K. (2017). Macrorinvertebrados Bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta de río Huallaaga, Perú. *The Biologist*, 15(1), 65-84. Recuperado el 27 de Enero de 2022, de <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/144/136>
- Alvarez Risco, A. (2020). *Justificación de la Investigación*. Universidad de Lima, Lima, Perú. Recuperado el 21 de Junio de 2021, de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%20C%20-%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Aquino, P. (2017). *Calidad del Agua en el Perú* (Vol. 1). (D. Villena, & V. Cueto, Edits.)

Lima, Lima, Perú: DERECHO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.

Recuperado el 14 de Mayo de 2022, de

https://www.dar.org.pe/archivos/publicacion/176_aguasresiduales.pdf

Autoridad Nacional del Agua. (2018). Determinación del ICA-PE para un monitoreo. En

MINAGRI, *Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA-PE)* (págs. 21-24). Lima: Rep.

del Perú. Recuperado el 20 de Mayo de 2022, de

[https://www.ana.gob.pe/publicaciones/metodologia-para-la-determinacion-del-
indice-de-calidad-de-agua-ica-pe-aplicado-los](https://www.ana.gob.pe/publicaciones/metodologia-para-la-determinacion-del-indice-de-calidad-de-agua-ica-pe-aplicado-los)

Autoridad Nacional del Agua. (2018). Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos

Superficiales (ICARHS). (MINAGRI, Ed.) *Ministerio de Agricultura y Riego.*

Recuperado el 27 de Enero de 2022, de

<https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/67400>

Autoridad Nacional del Agua, Consorcio Tyspa - Tecnomia - Engecorps, & Grupo Inclam.

(2015). *Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de Crisnejas*. Cajamarca:

Autoridad Nacional del Agua. Recuperado el 12 de Enero de 2020, de

<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/38>

Beltrán, T., & Campos, C. (2016). *Influencia de microorganismos eficacs sobre la callidad*

de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja [Tesis de Grado].

Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

Recuperado el 02 de Abril de 2022, de

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3461>

BREEAM. (23 de Junio de 2021). Los sectores más contaminante del planeta y sus soluciones. (R. DREEAM, Ed.) *Blog de BREEAM*, 14(2). Recuperado el 17 de Febrero de 2022, de <https://breeam.es/sectores-mas-contaminantes-del-planeta/>

Cabrera, M. A., Pinos, D., & Pulla, M. F. (2013). ARSÉNICO EN EL AGUA. *REVISTA GALILEO*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30009/1/173-635-1-PB.pdf>

Castillo, K., & Quispe, R. (2019). *Calidad Físicoquímica y Microbiológica del Río Chonta impactadas por vertimiento de aguas residuales urbanas e industriales en el distrito de Baños del Inca - Cajamarca 2018 [Tesis de Grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado el 04 de Abril de 2022, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21776>

Del Águila Guadalupe, N. (2015). *Gestión de efluentes, tratamiento de aguas ácidas y precipitación de aluminio y manganeso en la planta de tratamiento de la Empresa Minera de Yanacocha [Informe Técnico]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_d59dd3f9c77828efa4d690704d250e97

Díaz, D. (2018). *Estudio de Transporte de Sedimentos en la Cuenca del Río Ronquillo [Tesis de Grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 28 de Marzo de 2022, de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2F repositorio.unc.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FFUNC%2F2037%2FTESIS _DIANA%2520VIOLETA%2520D%25c3%258dAZ%2520LLATAS.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&clen=5102887

Fundación Manos Verdes. (12 de Noviembre de 2020). *5 contaminantes del agua que proceden de nuestros hogares*. Recuperado el 15 de Febrero de 2022, de Vertidos domésticos como contaminantes del agua.: <https://www.manosverdes.co/contaminantes-del-agua-que-producen-hogares/>

Gil, J. A., Vizcaino, C., & Montaña, N. J. (2018). Evaluación de la calidad del aguas superficial utilizando el índice de calidad de agua (ICA). Caso de estudio Cuenca del Río Guarachipe, Monagas, Venezuela. (D. d. Agrícola, Ed.) *Anales Científicos*, 79(1), 111-119. doi:<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i1.1146>

Gutiérrez Rosas, A. (2020). *Justificación teórica de un proyecto de investigación: definición y diferencias con otros tipos de justificación*. Recuperado el 16 de Agosto de 2021, de ALEOGUS: <https://aledgus.com/justificacion-teorica/>

Herbas, Y. (2021). *Tratamiento de Aguas Residuales, Clasificación y Caracterización de las Aguas Residuales*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado el 26 de Febrero de 2022, de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/21421>

INDECI. (27 de Febrero de 2022). *Cajamarca: río Cajamarquino está en alerta roja y corren riesgo 9 centros poblados*. Recuperado el 30 de Marzo de 2022, de Andina:

<https://andina.pe/agencia/noticia-cajamarca-rio-cajamarquino-esta-alerta-roja-y-corren-riesgo-9-centros-poblados-882641.aspx>

Jimenez Bermejo, P., & Llanos Rimarachin, J. (2019). *Evaluación del drenaje anóxico calizo, como técnica complementaria al cierre de la bocamina BQH5 de Colquirrumi [Tesis de Grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Recuperado el 21 de Junio de 2021, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1396/browse?type=author&value=Jim%C3%A9nez+Bermejo%2C+Pedro+Jes%C3%BA>s

León, L. (2016). *Evaluación de la socavación del cauce del río Crisnejas adyacente al muro de encausamiento, en el ámbito geográfico del centro poblado de Agua Calientes - San Marcos Cajamarca [Tesis de Doctorado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 28 de Marzo de 2022, de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Frepositorio.unc.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2FFUNC%2F1363%2FTESIS%2520JUNTO1.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3D1&clen=2443464](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/FUNC/1363/FTESIS%2520JUNTO1.pdf?sequence=1&isAllowed=1&clen=2443464)

Litter, M. I. (2016). Remoción de contaminantes metálicos. *Solar Safe Water*, 189-201. Recuperado el 21 de Junio de 2021, de https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/12_Capitulo_12.pdf

Martinez, M. A. (2013). *TECNOLOGIAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA: UNA CONTRIBUCION A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO*. (D. Cáceres, Ed.) Tegucigalpa: GLobal Water Partnership.

Recuperado el 11 de Enero de 2022, de

https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/tecnologias-para-el-uso-sostenible-del-agua.pdf

MINAM. (2018). *Estándares de Calidad Ambiental*. Ministerio del Ambiente, Lima. Lima:

Ministerio Central del Gobierno Peruano. Recuperado el 28 de Enero de 2022, de

<https://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Preguntas-frecuentes.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2015). *Remediación de Pasivos Ambientales Mineros en el*

Perú. Lima: MEM. Recuperado el 27 de Febrero de 2022, de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F

%2Fwww.minam.gob.pe%2Fcalidadambiental%2Fwp-

content%2Fuploads%2Fsites%2F22%2F2015%2F12%2FPRESENTACION-3-

MINEM-PERU.pdf&cLen=2998692&chunk=true

Molina , G., & Jiménez, I. (2017). Análisis de la Contaminación por Coliformes

termotolerantes en el Estuario del Río Rancherá, La Guajira (Colombia) [artículo de

Investigación Científica]. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia*

Natural. Recuperado el 06 de Abril de 2022, de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682017000200041)

[30682017000200041](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682017000200041)

Montaguud, N. (2020). *15 ejemplos de justificación de una investigación*. Recuperado el 01

de Octubre de 2021, de Ejemplos de uno de los apartados de cualquier proyecto de

investigación: la justificación del tema.:

<https://psicologiaymente.com/miscelanea/ejemplos-justificacion-investigacion>

Muntané, R. (2010). Introducción a la Investigación Básica. *RAPD ONLINE*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2021, de <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pdf>

Palomino, D. (2018). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón [Artículo Científico]. *Anales Científicos*, 79(2), 298-307. Recuperado el 01 de Abril de 2022, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6794813.pdf>

Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la calidad de Cuenca. Ecuador. *MASKANA*, 10(2), 76-88. doi:10.18537/mskn.10.02.08

Pérez, D. J., Segovia, J. A., Cabrera, P. C., Delgado, I. A., & Martins, M. L. (2017). Uso del Suelo y su Influencia en la Presión y Degradación de los Recursos Hídricos en Cuencas Hidrográficas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1). doi:<https://doi.org/10.22490/21456453.2089>

Pino, E., Tacora, P., Steenken, A., Alfaro, L., Valle, A., Chávarri, E., . . . Mejía, J. (2021). Efecto de la características ambientales y geológicas sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(6). doi:<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-06-06>

Ramírez, Y. (2018). *Aplicación del método cuantitativo en una investigación de mercados sobre el perfil de los vendedores ambulantes en lla localidad de L Candelaria en Bogotá [Trabajo de Grado]*. Universidad de La Salle, Bogotá. Recuperado el 02 de Octubre de 2021, de

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2558&context=administracion_de_empresas#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20cuantitativo%20se%20suele,al%20comportamiento%20del%20hecho%20estudiado.

Redacción Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2020). *Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S.* Recuperado el 24 de Febrero de 2022, de Aguas Residuales: Clasificación y Características: <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/aguas-residuales-clasificacion-y-caracteristicas/#Aguas-Negras>

Rodríguez, S. (2019). *Evaluación de la calidad físicoquímica y microbiológica de las aguas del Río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018 [Tesis de Grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Privada de Norte, Cajamarca. Recuperado el 05 de Abril de 2022, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22331>

Royal Brinkman. (2020). *¿Cómo se usan las tiras de pH?* Recuperado el 07 de Julio de 2021, de <https://royalbrinkman.es/centro-de-conocimiento/cuidado-del-cultivo/como-se-usan-las-tiras-de-ph>

Sistema Nacional de Información Ambiental . (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.* Autoridad Nacional del Agua, Lima. Lima: El Peruano. Recuperado el 28 de Enero de 2022, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

- Valdivia, A. R. (2017). *Evaluación y Caracterización de la Calidad de Aguas subterráneas del sector de jaguay en la unidad Hidrográfica 1354 de la Cuenca Camaná. [Tesis de Grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Recuperado el 26 de Enero de 2022, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3113/Gfvasua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valencia Espinoza, C. E. (2011). *QUÍMICA DEL HIERRO Y MANDANESO EN EL AGUA, MÉTODOS DE REMOCIÓN [Tesis de Bachiller]*. Repositorio Institucional de la Unniversidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/ti881.pdf>
- Vergara , A., & Jugo, M. (2015). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el ámbito de la operación de entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. (Vol. 1). Lima, Lima, Perú: Bilioteca Nacional del Perú. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>
- Villena, J. A. (2018). Calidad del Agua y desarrollo sostenible. (F. d. Ingeniería, Ed.) *Revista Peruaa de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2). doi:<http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

ANEXOS

En los anexos colocar sólo aquellos complementos que signifique evidencias o procedimientos realizados en la investigación de manera pertinente y suficiente. (Evitar excesos innecesarios)

Cada evidencia en los anexos va en hoja independiente. Cada hoja que contenga un anexo debe ser numerada: ANEXO N° 1. Título del anexo.

ANEXO N.º 1. Autorización de Uso de la Información

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Yo <u>Edwin Chalón Gálvez</u>	<small>(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)</small>	
Identificado con DNI <u>26689786</u> , en mi calidad de <u>Administrador de ALA - Cajamarca</u>	<small>(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)</small>	
-	del área de <u>ALA - Cajamarca</u>	<small>(Nombre del área de la empresa)</small>
-	de la empresa/institución <u>Autoridad Nacional del Agua</u>	<small>(Nombre de la empresa)</small>
con R.U.C N° <u>20520711865</u>	ubicada en la ciudad de <u>Cajamarca</u>	
OTORGO LA AUTORIZACIÓN,		
Al señor <u>Joly María Milagros Cruzado Suárez</u>	<small>(Nombre completo del Egresado/Bachiller)</small>	
identificado con DNI N° <u>71091186</u> , egresado de la <input checked="" type="checkbox"/> Carrera profesional o <input type="checkbox"/> Programa de Postgrado de <u>Ingeniería Ambiental</u>	<small>(Nombre de la carrera o programa)</small>	
para que utilice la siguiente información de la empresa:		
<u>Resultados de calidad de agua superficial de los años 2013 a 2020, correspondientes del primer hasta el décimo monitoreo de la cuenca Crisnejas - Subcuenca Cajamarquino.</u>		
<small>(Detallar la información a entregar)</small>		
con la finalidad de que pueda desarrollar su <input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación, <input checked="" type="checkbox"/> Tesis o <input type="checkbox"/> Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de <input type="checkbox"/> Bachiller, <input type="checkbox"/> Maestro, <input type="checkbox"/> Doctor o <input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional.		
Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vigencia de Poder. <i>(para el caso de empresas privadas).</i> • ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. <i>(para el caso de empresas públicas)</i> • Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato. 		
Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.		
<input type="checkbox"/> Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o <input checked="" type="checkbox"/> Mencionar el nombre de la empresa.		
		Firma y sello del Representante Legal o Representante del área DNI: 26689786
El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.		
		Firma del Egresado DNI: 71091186

ANEXO N.º 2. Data de Monitoreos del 2020, ANA-ALA Cajamar

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3-D1: "Riego de vegetales"	14/12/2020	14/12/2020	14/12/2020	14/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	16/12/2020	16/12/2020	
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Aqua para riego no restringido	Aqua para riego restringido	10:00	11:00	12:45	16:00	10:45	11:25	13:50	14:55	16:10	15:30	16:40
PARAMETROS FISICOQUIMICOS															
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	≥4		7,49	7,35	6,8	7,03	6,91	6,89	6,77	6,70	6,69	6,54	6,77
pH		Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,98	6,47	5,7	6,77	8,39	8,32	8,42	8,29	8,42	8,11	8,47
Temperatura		°Celsius	Δ 3		11,4	12,2	12,3	13,5	16,7	16,2	16,9	17,4	17,4	14,7	15,7
Conductividad Eléctrica		µs/cm	2500		661	823	20,05	133,6	291	292	296	164,5	238	206	318
Aceites y Grasas		mg/L	5		<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Alcalinidad Bicarbonato		mg CaCO ₃ /L	518		7,6	4,4	2,8	6,0	150,5	164,6	149,7	87,2	119,9	247,9	250,9
Alcalinidad Carbonatos		mg CaCO ₃ /L	—		<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	6,7	<0,6	6,7	<0,6	5,8	<0,6	<0,6
Cianuro Wad		mg CN-/L	0,1		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)		mg/L	15		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	7	3
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40		<2	<2	6	21	11	7	8	3	13	184	36
Detergentes Aniónicos		mg/L	0,2		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fosforo total		mg P/L	—		<0,010	<0,010	<0,010	0,302	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	8,100	1,630
Nitrógeno total		mg N/L	—		0,687	1,306	0,347	0,593	0,090	0,299	0,286	0,240	0,197	0,404	0,338
Sólidos Suspendedos Totales		mg/L	—		14	17	<3	58	5	<3	7	5	4034	485	
Sulfuros		mg/L	—		<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
ANIONES															
Cloruros, Cl-		mg/L	500		1,366	2,230	<0,061	2,088	0,426	0,307	0,876	0,442	0,684	1,065	1,463
Nitratos, NO ₃ -		mg NO ₃ -/L	—		2,950	4,328	<0,009	0,838	0,212	0,166	0,563	0,812	0,469	0,558	0,681
Nitratos (como N)		mg NO ₃ -N/L	—		0,666	0,978	<0,002	0,189	0,048	0,038	0,127	0,184	0,106	0,126	0,154
Nitritos, NO ₂ -		mg NO ₂ -/L	—		<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Nitritos (como N)		mg NO ₂ -N/L	10		<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Sulfatos, SO ₄ -2		mg SO ₄ -2/L	1000		277,4	403,9	5,937	50,64	6,962	6,046	7,470	5,725	8,251	3,011	7,598
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*		mg/L	100		0,666	0,978	<0,006	0,189	0,048	0,038	0,127	0,184	0,106	0,126	0,154
METALES TOTALES															
Plata (Ag)		mg/L	—		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Aluminio (Al)		mg/L	5		0,700	1,290	0,147	11,60	0,036	0,041	0,059	0,258	0,215	75,89	14,70
Arsénico (As)		mg/L	0,1		0,0024	0,0026	<0,0001	0,0054	0,0012	0,0016	0,0013	<0,0001	0,0007	0,0273	0,0063
Boro (B)		mg/L	1		0,004	<0,003	<0,003	0,006	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,028	0,014
Bario (Ba)		mg/L	0,7		0,0346	0,0307	0,0150	0,1505	0,0119	0,0106	0,0099	0,0124	0,0166	0,5227	0,0947
Berilio (Be)		mg/L	0,1		<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0005	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0046	0,0008
Bismuto (Bi)		mg/L	—		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0010	0,0009
Calcio (Ca)		mg/L	—		105,2	141,4	1,42	17,88	54,50	56,00	55,94	29,07	43,19	184,1	98,17



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ambito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		14/12/2020	14/12/2020	14/12/2020	14/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	15/12/2020	16/12/2020	16/12/2020
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Aqua para riego no restringido		QEnca1	RGrap2	RQuil1	RChi2	QNnom1	QNnom2	QHbue1	QChan1	RGran1	RCush1	RRong2	
			Aqua para riego no restringido	Aqua para riego restringido	10:00	11:00	12:45	16:00	10:45	11:25	13:50	14:55	16:10	15:30	16:40	
Cadmio (Cd)		mg/L	0,01		0,00051	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010
Cobalto (Co)		mg/L	0,05		0,0017	0,0044	0,0009	0,0071	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0198	0,0032
Cromo (Cr)		mg/L	0,1		0,0011	0,0013	0,0017	0,0032	0,0015	0,0011	0,0024	0,0015	0,0015	0,0015	0,0488	0,0141
Cobre (Cu)		mg/L	0,2		0,0280	0,0213	0,0009	0,0156	0,0007	0,0008	0,0012	0,0182	0,0034	0,0034	0,0343	0,0084
Hierro (Fe)		mg/L	5		0,438	0,585	0,122	14,42	0,067	0,086	0,114	0,384	0,266	72,17	13,39	
Mercurio (Hg)		mg/L	0,001		<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00128	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Polasio (K)		mg/L	---		0,99	1,77	0,40	3,00	0,30	0,43	0,50	0,62	0,71	16,24	4,29	
Litio (Li)		mg/L	2,5		0,0021	0,0031	<0,0007	0,0016	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	0,0320	0,0073	
Magnesio (Mg)		mg/L	---		1,159	1,202	0,227	4,143	2,619	2,568	2,515	1,889	2,378	12,72	5,447	
Manganeso (Mn)		mg/L	0,2		0,0636	0,0862	0,0190	0,4163	0,0077	0,0226	0,0141	0,0149	0,0185	1,125	0,1820	
Molibdeno (Mo)		mg/L	---		0,0043	0,0112	<0,0002	0,0005	<0,0002	0,0007	0,0007	<0,0002	<0,0002	0,0016	0,0029	
Sodio (Na)		mg/L	---		5,23	12,70	0,74	6,80	0,93	1,09	1,26	0,94	1,62	2,49	3,35	
Níquel (Ni)		mg/L	0,2		<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0047	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0387	0,0103	
Piomo (Pb)		mg/L	0,05		0,0033	0,0028	0,0004	0,0060	0,0004	<0,0002	<0,0002	0,0004	0,0004	0,0560	0,0360	
Antimonio (Sb)		mg/L	---		0,0008	0,0011	0,0005	<0,0002	0,0010	0,0010	0,0008	0,0007	0,0007	0,0008	0,0008	
Selenio (Se)		mg/L	0,02		<0,0006	0,0013	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	0,0065	0,0012	
Silicio (Si)		mg/L	---		3,70	4,00	3,40	23,90	1,60	1,90	2,60	2,90	4,50	62,40	22,60	
Estaño (Sn)		mg/L	---		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0032	0,0009	
Estroncio (Sr)		mg/L	---		0,2079	0,3420	0,01830	0,2478	0,1655	0,1632	0,1629	0,08410	0,1406	0,5736	0,3542	
Titanio (Ti)		mg/L	---		0,0020	0,0026	<0,0005	0,0759	<0,0005	<0,0005	0,0015	0,0034	0,0037	0,1350	0,0748	
Talio (Tl)		mg/L	---		0,0049	0,0031	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0010	0,0005	
Uranio (U)		mg/L	---		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0019	0,0012	
Vanadio (V)		mg/L	---		<0,0002	0,0006	<0,0002	0,0159	0,0005	0,0005	0,0005	0,0007	0,0008	0,0778	0,0326	
Zinc (Zn)		mg/L	2		0,031	0,122	<0,008	0,046	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	0,144	0,055	
MICROBIOLÓGICOS																
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL		1000	2000	<1,8	17	<1,8	790	13	7,8	33	2,0	14	280000	7000	
Escherichia Coli	NMP/100mL		1000	---	<1,8	7,8	<1,8	490	7,8	4,5	17	<1,8	11	220000	4600	
Huevos de Helminths	Huevos/L		1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
LEYENDA			Menor al Límite de Detección (LD) ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 64681/2020, 64742/2020, 65087/2020 NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"													



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ambito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		17/12/2020	17/12/2020	17/12/2020	17/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	19/12/2020	19/12/2020	19/12/2020	19/12/2020
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Aqua para riego no restringido	Aqua para riego restringido	11:00	11:45	12:30	15:00	11:45	12:30	16:00	10:45	11:35	16:30	18:45
PARAMETROS FISICOQUIMICOS															
Oxigeno Disuelto		mg Oz /L	≥4		7,29	7,46	7,45	5,85	7,49	7,16	7,17	7,26	7,31	6,74	7,22
pH		Unidad de pH	6,5 - 8,5		7,81	7,24	7,59	7,63	8,64	8,25	8,48	8,33	8,57	7,88	8,26
Temperatura		°Celsius	Δ 3		15,6	13,8	15,5	16,5	16,0	18,8	15,6	14,10	14,0	15,7	14,9
Conductividad Eléctrica		µscm	2500		197,7	515	453	515	292	400	243	355	317	75,0	242
Aceites y Grasas		mg/L	5		<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
Alcalinidad Bicarbonato		mg CaCO3/L	518		35,1	11,0	17,2	69,0	175,4	124,6	85,1	207,1	171,2	35,3	93,9
Alcalinidad Carbonatos		mg CaCO3/L	---		<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	9,5	<0,6	<0,6
Cianuro Wad		mg CN-L	0,1		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)		mg/L	15		2	2	2	12	3	5	4	<2	2	<2	3
Demanda Química de Oxigeno		mg Oz /L	40		13	8	9	45	9	30	8	9	5	11	19
Detergentes Aniónicos		mg/L	0,2		<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fosforo total		mg P/L	---		0,100	0,042	0,110	0,633	0,263	0,475	0,054	0,237	0,161	0,121	0,207
Nitrogeno total		mg N/L	---		0,395	0,974	0,830	0,873	0,359	1,050	1,020	0,263	0,371	0,117	0,722
Sólidos Suspendidos Totales		mg/L	---		29	15	59	172	71	132	4	9	23	14	48
Sulfuros		mg/L	---		<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
ANIONES															
Cloruros, Cl-		mg/L	500		2,891	3,583	3,927	9,573	1,237	10,28	1,451	1,187	0,438	0,701	1,833
Nitratos, NO3-		mg NO3-L	---		0,321	4,267	3,656	1,819	0,985	4,307	4,132	0,966	1,631	<0,009	3,069
Nitratos (como N)		mg NO3-N/L	---		0,073	0,964	0,826	0,411	0,222	0,973	0,933	0,218	0,369	<0,002	0,693
Nitritos, NO2-		mg NO2-L	---		<0,015	<0,015	0,067	0,140	<0,015	0,802	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Nitritos (como N)		mg NO2-N/L	10		<0,004	<0,004	0,020	0,043	<0,004	0,244	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Sulfatos, SO4-2		mg SO4-2/L	1000		55,26	231,1	199,3	177,7	3,793	76,53	36,32	2,690	1,589	6,755	29,98
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*		mg/L	100		0,073	0,964	0,846	0,454	0,222	1,217	0,933	0,218	0,369	<0,006	0,693
METALES TOTALES															
Plata (Ag)		mg/L	---		<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008	<0,00008
Aluminio (Al)		mg/L	5		1,069	0,844	2,208	3,345	1,295	2,665	0,319	0,295	0,652	0,418	1,476
Arsénico (As)		mg/L	0,1		0,0010	0,0018	0,0022	0,0036	0,0011	0,0035	0,0014	0,0005	0,0009	0,0009	0,0026
Boro (B)		mg/L	1		0,025	0,011	0,010	0,011	<0,003	0,053	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Bario (Ba)		mg/L	0,7		0,0515	0,0505	0,0667	0,0986	0,0242	0,0852	0,0293	0,0131	0,0109	0,0078	0,0405
Berilio (Be)		mg/L	0,1		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Bismuto (Bi)		mg/L	---		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcio (Ca)		mg/L	---		21,19	76,51	66,35	71,64	61,66	65,13	37,36	69,75	62,82	11,52	40,00



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
 - Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
 Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		17/12/2020	17/12/2020	17/12/2020	17/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	18/12/2020	19/12/2020	19/12/2020	19/12/2020	19/12/2020
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		RPorc1	RGrp3	RMash1	RMash2	RName1	RCaja1	RChon1	QChu1	QQuin1	RMich1	RChon2
			Aqua para riego no restringido	Aqua para riego restringido	11:00	11:45	12:30	15:00	11:45	12:30	16:00	10:45	11:35	16:30	18:45
Cadmio (Cd)		mg/L	0,01		<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010
Cobalto (Co)		mg/L	0,05		0,0022	0,0028	0,0031	0,0043	0,0014	0,0027	0,0008	0,0004	0,0007	0,0009	0,0012
Cromo (Cr)		mg/L	0,1		0,0011	0,0011	0,0020	0,0030	0,0026	0,0028	0,0010	0,0191	0,0019	0,0011	0,0016
Cobre (Cu)		mg/L	0,2		0,0027	0,0072	0,0087	0,0126	0,0038	0,0090	0,0059	0,0019	0,0014	0,0902	0,0100
Hierro (Fe)		mg/L	5		1,525	0,824	2,514	4,681	2,072	3,688	0,367	0,337	0,980	0,627	1,354
Mercurio (Hg)		mg/L	0,001		<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Potasio (K)		mg/L	---		1,92	1,86	2,19	3,77	1,38	3,61	1,30	0,65	0,59	0,74	1,73
Litio (Li)		mg/L	2,5		0,0020	0,0022	0,0020	0,0029	0,0017	0,0073	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
Magnesio (Mg)		mg/L	---		3,350	2,198	3,127	4,032	2,194	4,649	1,922	2,079	1,716	0,714	2,220
Manganeso (Mn)		mg/L	0,2		0,2293	0,1029	0,1997	0,3119	0,0792	0,2973	0,0391	0,0135	0,0331	0,0291	0,0782
Molibdeno (Mo)		mg/L	---		<0,0002	0,0047	0,0036	0,0032	0,0004	0,0011	0,0004	0,0004	<0,0002	<0,0002	0,0005
Sodio (Na)		mg/L	---		6,85	10,92	10,88	16,63	1,19	13,45	6,25	0,99	0,49	1,28	6,10
Níquel (Ni)		mg/L	0,2		0,0023	0,0008	0,0016	0,0029	0,0019	0,0025	0,0005	0,0053	0,0036	0,0007	0,0009
Plomo (Pb)		mg/L	0,05		0,0009	0,0023	0,0027	0,0047	0,0014	0,0031	0,0008	0,0004	0,0009	0,0010	0,0021
Antimonio (Sb)		mg/L	---		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0021	0,0027	0,0022	0,0019	0,0015	0,0015	0,0021
Selenio (Se)		mg/L	0,02		<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Silicio (Si)		mg/L	---		11,60	7,00	10,10	13,60	4,70	12,50	7,00	3,60	3,00	3,90	9,20
Estaño (Sn)		mg/L	---		<0,0002	<0,0002	0,0003	0,0004	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Estroncio (Sr)		mg/L	---		0,2138	0,3047	0,3038	0,3577	0,1238	0,3250	0,1819	0,1596	0,09360	0,03080	0,1925
Titanio (Ti)		mg/L	---		0,0110	0,0137	0,0292	0,0396	0,0104	0,0290	0,0029	0,0032	0,0051	0,0051	0,0134
Talio (Ta)		mg/L	---		<0,0002	0,0018	0,0015	0,0012	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Uranio (U)		mg/L	---		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Vanadio (V)		mg/L	---		0,0024	0,0019	0,0046	0,0081	0,0034	0,0069	0,0010	0,0013	0,0011	0,0006	0,0030
Zinc (Zn)		mg/L	2		0,020	0,013	0,024	0,082	<0,008	0,026	<0,008	<0,008	<0,008	0,026	<0,008
MICROBIOLÓGICOS															
Coliformes Termotolerantes		NMP/100mL	1000	2000	1300	330	350	490000	280	170000	49	490	130	280	16000
Escherichia Coli		NMP/100mL	1000	---	79	110	110	110000	170	110000	33	79	49	46	700
Huevos de Helminfos		Huevos/L	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
LEYENDA	Menor al Límite de Detección (LD)														
	ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 65135/2020, 65535/2020, 65588/2020														
	NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"														



ANEXO N.º 3. Data de Monitoreos del 2019, ANA-ALA Cajamarca

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	RQuit1	RQuit2	RPorc1	RMash1	RRong1	RRong2	RCaja1	RChon1	RChon2	RMash2
					10:00	11:23	12:35	13:40	16:20	17:45	10:00	14:15	15:10	15:43
PARAMETROS FISICO-QUIMICOS														
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	≥4		6.92	7.23	7.08	7.51	6.67	7.16	6.97	7.27	7.43	6.28
pH		Unidad de pH	6.5 - 8.5		5.86	7.45	7.94	7.82	8.39	8.67	8.28	8.30	8.39	8.39
Temperatura		°Celsius	Δ 3		12.5	13.8	16.70	16.4	15.80	15.4	15.0	15.2	15.4	17.0
Conductividad Eléctrica		µs/cm	2500		15.8	150.3	174.9	328	339	332	366	328	333.0	258
Aceites y Grasas		mg/L	5		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.6
Bicarbonato		mg HCO ₃ /L	518		3.5	16.4	49.7	32.5	213.1	192.7	124	100.7	121.3	135.8
Carbonato		mg CO ₃ -2/L	--		<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	3.4	9.2	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
Cianuro Wad		mg CN ⁻ /L	0.1		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cloruros, Cl ⁻		mg/L	500		<0.061	1.982	1.626	2.702	0.710	0.885	5.935	7.191	1.980	1.951
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L	15		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	17
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40		39	17	18	<2	10	10	12	10	15	87
Detergentes Aniónicos		mg/L	0.2		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Fosfatos, PO ₄ -3		mg PO ₄ -3/L	--		<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	0.199
Fosfatos (como P)		mg PO ₄ -3-P/L	--		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.065
Fosforo		mg P/L	--		<0.010	0.108	0.135	0.064	0.080	0.072	0.387	0.051	0.105	1.81
Nitratos, NO ₃ ⁻		mg NO ₃ ⁻ /L	--		0.033	0.566	0.562	2.334	0.738	0.874	5.398	7.952	7.107	2.999
Nitratos (como N)		mg NO ₃ -N/L	--		0.007	0.128	0.127	0.527	0.167	0.197	1.219	1.796	1.605	0.678
Nitritos, NO ₂ ⁻		mg NO ₂ ⁻ /L	--		<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	0.036	<0.015	<0.015	0.055
Nitritos (como N)		mg NO ₂ -N/L	10		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.011	<0.004	<0.004	0.017
Nitratos (como N) + Nitritos (como N)		mg/L	100		0.007	0.128	0.127	0.527	0.167	0.197	1.230	1.796	1.605	0.695
Nitrógeno total		mg N/L	--		0.066	0.314	0.32	0.804	0.389	0.447	1.87	2.06	1.89	2.40
Sólidos Totales Suspendidos		mg/L	--		<2	34	104	48	13	17	117	21	45	759
Sulfatos, SO ₄ -2		mg SO ₄ -2/L	1000		5.726	49.69	40.75	128.3	3.768	6.008	78.23	70.89	61.58	70.87
Sulfuros		mg/L	--		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.105	<0.0004	<0.0004
PARAMETROS INORGANICOS														
Aluminio (Al)		mg/L	5		0.133	1.965	4.141	1.697	0.309	0.466	3.027	0.622	0.975	12.710
Antimonio (Sb)		mg/L	--		<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00095	0.00039	0.00038	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00138
Arsénico (As)		mg/L	0.1		<0.00003	0.00103	0.00133	0.00095	0.00052	0.00050	0.00253	0.00162	0.00176	0.01211
Bario (Ba)		mg/L	0.7		0.0153	0.0414	0.0674	0.0560	0.0402	0.0350	0.0894	0.0485	0.0548	0.2236
Berilio (Be)		mg/L	0.1		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00052
Bismuto (Bi)		mg/L	--		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00063



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
 - Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
 Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ambito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3- D1: "Riego de vegetales"		05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	05/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019	06/04/2019
Parametro	Codigo de Punto de Muestreo	Unidad	Agua para riego		RQa1	RQa2	RPa1	RMa1	RRa1	RRa2	RCaj1	RCorr1	RCorr2	RMa2
			no restringido	restringido	10-30	11-29	12-35	13-40	14-20	17-45	10-00	14-15	15-10	15-43
Boro (B)		mg/L	1		<0.002	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.027	<0.004	<0.003	0.018
Calcio (Ca)		mg/L	--		1.42	16.01	22.95	44.76	60.65	57.52	69.65	58.61	61.27	65.77
Cadmio (Cd)		mg/L	0.01		<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00006	<0.00001	<0.00001	0.00008
Cobalto (Co)		mg/L	0.05		0.00052	0.00512	0.00346	0.00194	<0.00001	<0.00001	0.00251	0.00185	0.00468	0.00666
Cobre (Cu)		mg/L	0.2		<0.00003	0.00354	0.00520	0.00378	<0.00003	<0.00003	0.00626	0.01227	0.01358	0.04304
Cromo (Cr)		mg/L	0.1		<0.0001	0.0006	0.0011	0.002	<0.0001	0.0006	0.0016	<0.0001	0.0004	0.0107
Estafio (Se)		mg/L	--		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	0.00133
Estroncio (Sr)		mg/L	--		0.190	0.2016	0.2236	0.2911	0.2740	0.2709	0.3368	0.2268	0.2389	0.3402
Hierro (Fe)		mg/L	5		0.2134	1.946	3.379	1.293	0.1171	0.4036	2.883	0.6067	0.9511	0.0663
Litio (Li)		mg/L	2.5		<0.0001	<0.0001	0.0014	0.0015	<0.0001	0.0023	0.0064	<0.0001	0.0011	0.0063
Magnesio (Mg)		mg/L	--		0.237	3.003	3.661	2.530	2.770	3.710	4.167	2.125	2.545	4.597
Manganeso (Mn)		mg/L	0.2		0.01655	0.20651	0.29512	0.15438	0.04035	0.01853	0.20199	0.09076	0.0954	0.5654
Mercurio (Hg)		mg/L	0.001		<0.00002	<0.00002	0.00047	0.00119	0.00032	0.00130	0.00112	0.00135	0.00195	0.00174
Niquel (Ni)		mg/L	0.2		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Potasio (K)		mg/L	--		0.20	1.40	1.66	1.66	0.66	0.66	0.60	0.906	0.0007	0.107
Plata (Ag)		mg/L	--		<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Plomo (Pb)		mg/L	0.05		<0.0002	0.0010	0.0015	0.0011	<0.0002	0.0004	0.0022	0.0007	0.0006	0.0084
Selenio (Se)		mg/L	0.02		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0014	<0.0004	0.0013	0.0042
Silicio (Si)		mg/L	--		4.9	15.1	18.7	11.9	7.3	7.6	13.6	9.3	9.4	26.3
Sodio (Na)		mg/L	--		0.800	6.827	6.117	6.747	2.063	2.175	11.32	9.959	6.983	10.07
Talio (Tl)		mg/L	--		<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00006	<0.00002	<0.00002	0.00040	0.00107	0.00060	0.00098
Titanio (Ti)		mg/L	--		<0.0002	0.0194	0.0800	0.0328	0.0044	0.0061	0.0583	0.0077	0.0139	0.1053
Uranio (U)		mg/L	--		<0.00003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	0.000062	<0.000003	<0.000003	0.000030
Vanadio (V)		mg/L	--		<0.0001	0.0020	0.0060	0.0022	<0.0001	0.0013	0.0069	<0.0001	0.0017	0.0060
Zinc (Zn)		mg/L	2		<0.0100	0.0253	0.0215	0.0238	<0.0100	<0.0100	0.0141	<0.0100	0.0208	0.2101
PARÁMETROS DE BIOTESTES (BIOLOGICOS)														
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL		1000	2000	<1 B	3500	1300	1100	70	460	11000	1700	460	110000
Escherichia Coli	NMP/100mL		1000	--	<1 B	1700	490	330	33	170	7000	1100	460	70000
Huevos de Helminzas	Huevos/L		1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

LEYENDA



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ambito ALA Cajamarca)			ECA-Aguas: Categoría 3 - D1. "Riego de vegetales"		07/04/2015	07/04/2016	07/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	09/04/2019
			"Riego de vegetales"		Risch1	QChal1	QQuin1	QChal1	QQuin1	RSch1	QChal1	QChal1	RGran1
Parámetro	Código de Punto de Muestreo	Unidad	Aguas para riego no restringido	Aguas para riego restringido	13:40	16:28	16:58	10:57	12:30	13:40	14:44	15:28	15:45
PARAMETROS FISICO-QUIMICOS													
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	24		7.0	6.58	7.35	7.90	7.32	7.20	6.58	7.08	7.02
pH		Unidad de pH	6.5 - 8.5		7.88	8.35	8.58	8.40	8.90	8.48	8.57	8.48	8.48
Temperatura		°Celsius	Δ 3		14.5	14.7	13.80	12.8	11.8	13.0	13.1	13.7	13.5
Conductividad Eléctrica		us/cm	2500		95.4	92	349	274	339.0	313	305	213	268.0
Asales y Gases		mg/L	5		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Bicarbonato		mg HCO ₃ L	518		50.2	239.5	212.6	188.8	205.6	181.2	173.1	129.1	152.2
Carbonato		mg CO ₃ 2/L	--		<0.6	<0.6	10.3	<0.6	7.4	7.1	8.2	<0.6	6.9
Cloruro Wat		mg Cl/L	0.1		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cloruro, Cl-		mg/L	500		0.460	1.035	0.285	0.255	0.195	0.229	0.402	0.552	0.489
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)		mg/L	15		<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40		10	18	18	25	22	25	51	4	22
Detergentes Aniónicos		mg/L	0.2		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Fosfatos, PO ₄ -3		mg PO ₄ -3/L	--		<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012
Fosfatos (como P)		mg PO ₄ -3-P/L	--		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Fosforo		mg P/L	--		<0.010	0.154	0.073	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Nitratos, NO ₃ -		mg NO ₃ -L	--		0.299	1.620	1.333	<0.009	0.175	0.101	0.560	1.209	0.952
Nitrato (como N)		mg NO ₃ -N/L	--		0.068	0.366	0.301	<0.002	0.040	0.023	0.127	0.273	0.125
Nitros, NO ₂ -		mg NO ₂ -L	--		<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Nitros (como N)		mg NO ₂ -N/L	10		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Nitrato (como N) + Nitros (como N)		mg/L	190		0.068	0.366	0.301	<0.006	0.040	0.023	0.127	0.273	0.125
Nitrógeno total		mg N/L	--		0.152	0.440	0.384	0.121	0.139	0.148	0.249	0.314	0.264
Sólidos Totales Suspendedos		mg/L	--		3	13	10	5	3	5	3	7	8
Sulfatos, SO ₄ -2		mg SO ₄ -2/L	1000		6.813	2.164	1.143	7.089	4.658	5.796	8.392	6.125	6.201
Sulfuro		mg/L	--		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
PARAMETROS INORGANICOS													
Aluminio (Al)		mg/L	5		0.227	0.207	0.201	0.045	0.044	0.030	0.090	0.289	0.160
Antimonio (Sb)		mg/L	--		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Arsénico (As)		mg/L	0.1		0.0047	<0.00003	0.00060	0.00208	0.00115	0.00161	0.00121	<0.00003	0.00061
Bario (Ba)		mg/L	0.7		0.0075	0.0111	0.0101	0.0019	0.0125	0.0075	0.0074	0.0131	0.0185
Berilio (Be)		mg/L	0.1		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Bismuto (Bi)		mg/L	--		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
 - Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
 Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FCCHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Aguas Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		07/04/2019	07/04/2019	07/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019	08/04/2019
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Agua para riego		RMCh1	QChul1	QQuin1	QChul1	QSierr1	RSierr1	QPier1	QChan1	QGran1
			no restringido	restringido	13:40	16:20	16:50	19:57	12:30	13:00	14:40	15:20	15:45
Boro (B)		mg/L	1		0.013	0.035	0.019	0.063	0.004	0.003	0.005	<0.004	<0.002
Calcio (Ca)		mg/L	--		15.36	73.84	74.80	47.89	80.72	84.99	52.23	34.66	45.94
Cadmio (Cd)		mg/L	0.01		<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)		mg/L	0.05		0.00074	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)		mg/L	0.2		0.10613	0.00044	0.00064	0.00032	<0.00003	0.00134	0.00081	0.00024	0.00172
Cromo (Cr)		mg/L	0.1		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Estadío (Se)		mg/L	--		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estroncio (Sr)		mg/L	--		0.0361	0.1631	0.1063	0.2978	0.2021	0.1970	0.1563	0.1019	0.1968
Hierro (Fe)		mg/L	5		0.3272	0.2574	0.227	0.1391	0.0591	0.0696	0.0649	0.2403	0.2161
Litio (Li)		mg/L	2.5		<0.0001	<0.0001	0.0014	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Magnesio (Mg)		mg/L	--		0.818	2.189	1.895	1.806	2.930	2.314	2.290	2.295	2.523
Manganeso (Mn)		mg/L	0.2		0.02013	0.00631	0.0177	0.03127	0.00780	0.01144	0.0112	0.01255	0.01865
Moibdano (Mo)		mg/L	--		<0.00002	<0.00002	0.00047	0.00191	<0.00002	0.00135	0.00062	<0.00002	0.00046
Mercurio (Hg)		mg/L	0.001		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)		mg/L	0.2		0.0005	0.0008	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.0004	<0.00002
Plata (Ag)		mg/L	--		0.48	0.58	0.50	0.30	0.20	0.26	0.35	0.54	0.61
Plata (Ag)		mg/L	--		<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Plomo (Pb)		mg/L	0.05		0.0004	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Selenio (Se)		mg/L	0.02		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Silicio (Si)		mg/L	--		4.3	3.5	2.9	6.2	2.4	2.8	3.8	3.5	5.6
Sodio (Na)		mg/L	--		1.239	1.107	0.630	0.707	0.857	0.771	1.106	1.023	1.645
Talio (Tl)		mg/L	--		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Tiario (Ti)		mg/L	--		<0.00002	0.0030	0.0037	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.0012	0.0039	0.0023
Uranio (U)		mg/L	--		<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Vanadio (V)		mg/L	--		<0.00001	0.0012	0.0005	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Zinc (Zn)		mg/L	2		0.0216	0.0177	<0.0190	<0.0100	<0.0100	0.0140	<0.0100	<0.0100	<0.0100
PARAMETROS INORGANICOS													
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL		1000	2000	<1.8	260	70	11	33	460	63	39	280
Escherichia Coli	NMP/100mL		1000	--	<1.8	220	46	11	26	170	46	32	170
Huevos de Helminfos	Huevos/L		1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

LEYENDA

Menor al Límite de Detección (L.D)
 ANALISIS: A.L.S I.S PERU S.A.C. - Informe de Ensayo N° 2799/2019, 2804/2019, 22149/2019
 NORMA: DECRETO SUPLENDO N° 064-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias
 Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"



ANEXO N.º 4. Data de Monitoreos del 2018, ANA-ALA Cajamarca.

Cuadro N° 10: Resultados del Séptimo Monitoreo en Aguas Superficiales de la Cuenca Crisnejas-Sub Cuenca Cajamarquino – ECA Categoría 3-D1 (Ámbito ALA Cajamarca)

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018	05/05/2018	05/05/2018	05/05/2018	05/05/2018
					RPorc1	RMash1	RRonq1	RRonq2	RMash2	RChon1	RChon2	RName1	RCaja1
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	10:00	11:10	13:15	15:00	17:30	11:15	12:30	14:40	14:55
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS													
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	≥4		7.47	7.42	6.34	6.88	2.93	7.39	8.15	7.42	6.96
pH		Unidad de pH	6.5 - 8.5		8.15	7.90	7.89	8.47	7.35	7.98	7.80	8.57	8.23
Temperatura		°Celsius	Δ 3		12.75	14.41	14.23	17.15	17.81	13.75	16.47	17.57	20.13
Conductividad Eléctrica		µs/cm	2500		174.7	346.2	305.1	324.4	597.8	288.1	317.8	283.8	487.6
Aceites y Grasas		mg/L	5		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	8.9	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Bicarbonato		mg HCO ₃ /L	518		44.8	32.9	196.0	188.7	132.4	95.2	131	161.2	164.5
Carbonato		mg CO ₃ -2/L	--		<0.6	<0.6	5.0	15.1	<0.6	9.3	10.3	15.4	14.3
Cianuro Wad		mg CN-/L	0.1		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)		mg/L	15		<2	<2	<2	<2	133	<2	<2	<2	<4
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40		2	9	2	4	306	7	<2	8	8
Detergentes Aniónicos		mg/L	0.2		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.42	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sólidos Totales Suspendedos		mg/L	--		---	---	---	---	---	---	---	---	---
Sulfuros		mg/L	--		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.176	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
ANIONES													
Cloruros, Cl-		mg/L	500		1.009	2.298	0.332	0.535	44.55	1.803	2.145	0.881	19.35
Fosfatos, PO ₄ -3		mg PO ₄ -3/L	--		<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012
Fosfatos (como P)		mg PO ₄ -3-P/L	--		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Nitratos, NO ₃ -		mg NO ₃ -/L	--		0.199	1.680	0.320	0.758	<0.009	3.144	1.888	0.419	1.299
Nitratos (como N)		mg NO ₃ -N/L	--		0.045	0.38	0.072	0.171	<0.002	0.710	0.427	0.095	0.294
Nitritos, NO ₂ -		mg NO ₂ -/L	--		<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Nitritos (como N)		mg NO ₂ -N/L	10		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Sulfatos, SO ₄ -2		mg SO ₄ -2/L	1000		46.69	141.7	3.195	7.120	123.2	52.13	43.97	4.422	73.28
Nitratos (como N) + Nitritos (como N)		mg/L	100		0.045	0.380	0.072	0.171	<0.006	0.710	0.427	0.095	0.294
METALES TOTALES													
Aluminio (Al)		mg/L	5		0.493	0.422	0.183	0.090	1.880	0.234	1.532	0.079	0.392
Antimonio (Sb)		mg/L	--		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00039	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00057
Arsénico (As)		mg/L	0.1		0.00098	0.00010	0.00057	0.00051	0.00250	0.00134	0.00286	0.00057	0.00280
Bario (Ba)		mg/L	0.7		0.0422	0.0484	0.0502	0.0399	0.0903	0.0316	0.0612	0.0191	0.0751
Berilio (Be)		mg/L	0.1		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00008	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002

ca

Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
 - Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
 Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)		ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018	04/05/2018	05/05/2018	05/05/2018	05/05/2018	05/05/2018	
Código de Punto de Monitoreo		Unidad	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	RPorc1	RMash1	RRong1	RRong2	RMash2	RChon1	RChon2	RName1	RCaja1
Parámetro					10:00	11:10	13:15	15:00	17:30	11:15	12:30	14:40	14:55
Boro (B)	mg/L	1	<0.002	<0.002	0.091	0.034	0.007	0.010	<0.002	<0.002	0.092		
Calcio (Ca)	mg/L	--	21.62	53.72	61.61	65.00	63.75	47.04	63.69	59.53	71.75		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00014	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)	mg/L	0.05	0.00161	0.00130	<0.00001	<0.00001	0.00200	0.0021	0.00267	<0.00001	0.00138		
Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.00110	0.00285	0.00054	<0.00003	0.01194	0.00415	0.00653	0.00107	0.00242		
Cromo (Cr)	mg/L	0.1	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0013	<0.0001	0.0010	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Estafío (Sn)	mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estroncio (Sr)	mg/L		0.2229	0.3221	0.2920	0.3205	0.3909	0.2062	0.2281	1.989	0.2746	0.7038	
Hierro (Fe)	mg/L	5	0.8940	0.9919	0.3969	0.1064	2.420	0.2281	1.989	0.2746	0.7038		
Litio (Li)	mg/L	2.5	<0.0001	0.0019	<0.0001	0.0020	0.0026	<0.0001	0.0016	0.0015	0.0111		
Magnesio (Mg)	mg/L	--	3.431	3.137	3.102	5.119	4.961	2.293	3.563	2.668	6.445		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.22188	0.15353	0.05301	0.01204	0.29703	0.02910	0.11112	0.02604	0.20805		
Niobio (Nb)	mg/L	--	<0.00002	0.00073	<0.00002	0.00162	0.0014	0.00071	0.00072	<0.00002	0.00087		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)	mg/L	0.2	0.0015	0.0006	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Potasio (K)	mg/L	--	1.62	2.02	0.74	0.94	10.01	1.45	2.01	1.02	4.98		
Plata (Ag)	mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	<0.0002	0.0005	0.0007	<0.0002	0.0029	0.0004	0.0024	<0.0002	0.0008		
Selenio (Se)	mg/L	0.02	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0006	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Sodio (Na)	mg/L	--	6.983	7.046	3.063	3.018	41.30	9.729	9.167	1.649	22.63		
Talio (Tl)	mg/L	--	<0.00002	0.00108	<0.00002	<0.00002	0.00071	0.00037	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Titanio (Ti)	mg/L	--	0.0038	0.0062	0.0027	0.0018	0.0210	0.0010	0.0208	0.0009	0.0046		
Vanadio (V)	mg/L	--	0.0012	0.0013	0.0012	0.0011	0.0046	0.0005	0.0033	0.0005	0.0022		
Zinc (Zn)	mg/L	2	0.0106	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0.0490	0.0116	0.0137	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100
MICROBIOLÓGICOS													
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	940	79	7.8	4600000	330	2200	330	790			
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	--	490	700	33	4.5	1700000	240	700	130	330	
Huevos de Helminfos	Huevos/L	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
LEYENDA	Menor al Límite de Detección (LD)			<									
	ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 23021/2018, 23023/2018, 23029/2018, 23030/2018, 23032/2018												
	NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"												



Cuadro N° 11: Resultados del Séptimo Monitoreo en Aguas Superficiales de la Cuenca Crisnejas-Sub Cuenca Cajamarquino – ECA Categoría 3-D1 (Ámbito ALA Cajamarca)

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"	06/05/2018 RMich1	06/05/2018 QChul1	06/05/2018 QQuin1	07/05/2018 QEnca1	07/05/2018 QCall1	07/05/2018 RGran2	07/05/2018 RQuil1	07/05/2018 RQuil2	07/05/2018 RGran3
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Agua para riego no restringido	12:45	15:28	15:47	10:55	11:35	12:50	14:10	15:10	15:50
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS												
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	≥4	6.87	6.85	6.79	6.53	6.34	6.47	6.08	6.64	7.02
pH		Unidad de pH	6.5 - 8.5	7.60	8.40	8.17	5.45	6.59	6.39	5.81	5.51	7.04
Temperatura		Celsius	Δ 3	12.64	14.52	14.10	10.43	14.05	13.5	12.68	14.4	13.79
Conductividad Eléctrica		µs/cm	2500	105.7	377.4	350.0	672.2	959.6	856.4	11.86	138	452.4
Aceites y Grasas		mg/L	5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Bicarbonato		mg HCO ₃ /L	518	53.4	253.7	231.1	1.9	5.7	3.5	2.7	17.3	19.40
Carbonato		mg CO ₃ -2/L	--	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
Cianuro Wad		mg CN-/L	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L	15	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40	2	4	<2	6	<2	<2	<2	<2	<2
Detergentes Aniónicos		mg/L	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sólidos Totales Suspendidos		mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sulfuros		mg/L	--	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
ANIONES												
Cloruros, Cl-		mg/L	500	0.273	0.878	0.425	2.218	1.043	1.292	0.23	1.258	3.111
Fosfatos, PO ₄ -3		mg PO ₄ -3/L	--	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012
Fosfatos (como P)		mg PO ₄ -3-P/L	--	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Nitratos, NO ₃ -		mg NO ₃ -L	--	0.312	0.998	0.433	3.168	2.641	2.742	<0.009	0.120	2.754
Nitratos (como N)		mg NO ₃ -N/L	--	0.071	0.226	0.098	0.716	0.597	0.619	<0.002	0.027	0.622
Nitritos, NO ₂ -		mg NO ₂ -L	--	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Nitritos (como N)		mg NO ₂ -N/L	10	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Sulfatos, SO ₄ -2		mg SO ₄ -2/L	1000	13.29	3.139	2.709	413.9	567.700	518.4	6.001	54.150	202.1
Nitratos (como N) + Nitritos (como N)		mg/L	100	0.071	0.226	0.098	0.716	0.597	0.619	<0.006	0.027	0.622
METALES TOTALES												
Aluminio (Al)		mg/L	5	0.477	0.084	0.124	1.749	0.718	0.871	0.109	0.486	2.028
Antimonio (Sb)		mg/L	--	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	0.00077	0.00063	<0.00004	<0.00004	0.00045
Arsénico (As)		mg/L	0.1	0.00120	<0.00003	0.00101	0.00112	0.00286	0.00189	<0.00003	0.00091	0.00078
Bario (Ba)		mg/L	0.7	0.0096	0.0139	0.0122	0.0229	0.0178	0.0203	0.0197	0.0323	0.0982
Berilio (Be)		mg/L	0.1	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Boro (B)		mg/L	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

Cuadro N° 12: Resultados del Sexto Monitoreo en Aguas Superficiales de la Cuenca Crisnejas-Sub Cuenca Cajamarquino – ECA Categoría 3-D1 (Ámbito ALA Cajamarca)

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)		ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	09/05/2018	09/05/2018	09/05/2018	
			QChai1	QSinn1	RSinn1	QHier1	QChan1	RGran1	QArna1	QOunc1	QChaq1	
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	11:16	12:20	12:44	14:30	15:05	15:12	13:00	13:55	15:30	
PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS												
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	≥4	5.88	6.62	6.70	6.29	6.77	7.10	5.94	5.67	6.19
pH		Unidad de pH	6.5 - 8.5	8.21	8.43	8.41	8.50	8.40	8.71	4.46	7.14	5.11
Temperatura		°Celsius	Δ 3	11.50	10.74	11.5	12.0	12.28	15.6	12.07	12.73	11.54
Conductividad Eléctrica		µs/cm	2500	275.7	299.5	293.6	121.2	225.0	286.4	562.2	934.9	716.4
Aceites y Grasas		mg/L	5	<1.0	—	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Bicarbonato		mg HCO ₃ /L	518	181.7	183.9	181.7	71.2	75.0	127.0	57.7	9.4	2.40
Carbonato		mg CO ₃ -2/L	--	<0.6	10.1	9.8	<0.6	<0.6	8.2	<0.6	<0.6	<0.6
Cianuro Wad		mg CN-L	0.1	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/l	15	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40	7	<2	<2	<2	7	<2	<2	3	7
Detergentes Aniónicos		mg/L	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sólidos Totales Suspensidos		mg/L	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sulfuros		mg/L	--	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
ANIONES												
Cloruros, Cl-		mg/L	500	0.099	<0.061	0.018	0.062	0.188	0.232	9.80	2.301	6.104
Fosfatos, PO ₄ -3		mg PO ₄ -3/L	--	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012
Fosfatos (como P)		mg PO ₄ -3-P/L	--	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Nitratos, NO ₃ -		mg NO ₃ -L	--	<0.009	0.264	0.252	0.281	0.396	0.343	41.59	15.91	42.6
Nitratos (como N)		mg NO ₃ -N/L	--	<0.002	0.060	0.057	0.064	0.090	0.077	9.394	3.595	9.623
Nitritos, NO ₂ -		mg NO ₂ -L	--	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	0.437	0.225	<0.015
Nitritos (como N)		mg NO ₂ -N/L	10	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.133	0.068	<0.004
Sulfatos, SO ₄ -2		mg SO ₄ -2/L	1000	9.182	3.262	5.186	8.178	4.781	6.729	252.6	92.30	318.3
Nitratos (como N) + Nitritos (como N)		mg/L	100	<0.008	0.060	0.057	0.064	0.090	0.077	9.527	3.663	9.623
METALES TOTALES												
Aluminio (Al)		mg/L	5	0.046	0.114	0.100	0.387	0.178	0.267	0.815	0.714	0.758
Antimonio (Sb)		mg/L	--	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Arsénico (As)		mg/L	0.1	0.00263	0.00155	0.00184	<0.00003	<0.00003	0.00091	0.00323	0.00162	0.00618
Bario (Ba)		mg/L	0.7	0.0032	0.0150	0.0129	0.0093	0.0118	0.0152	0.0345	0.0077	0.0224
Berilio (Be)		mg/L	0.1	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)		ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	08/05/2018	09/05/2018	09/05/2018	09/05/2018	
Código de Punto de Monitoreo		Unidad	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	QChai1	QSinn1	RSinn1	QHier1	QChan1	RGran1	QArma1	QOcu1	QChaq1
Parámetro					11:16	12:20	12:44	14:30	15:05	15:12	13:00	13:55	15:30
Boro (B)	mg/L	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.012	0.038	0.020
Calcio (Ca)	mg/L	--	63.33	64.77	64.34	24.05	23.15	46.65	64.62	126.9	102.0		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)	mg/L	0.05	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00059	<0.00001	<0.00001	0.01493	0.01567	0.01078		
Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.00507	0.00114	0.00118	0.00479	0.02081	0.00479	0.06644	0.19658	0.10395		
Cromo (Cr)	mg/L	0.1	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Estaño (Sn)	mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estroncio (Sr)	mg/L	--	0.1232	0.1749	0.1715	0.0689	0.0656	0.1434	0.1532	0.2789	0.2542		
Hierro (Fe)	mg/L	5	0.1682	0.1241	0.1219	0.5002	0.2654	0.3795	0.7608	0.0136	0.2375		
Litio (Li)	mg/L	2.5	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0015	0.0032	0.0027		
Magnesio (Mg)	mg/L	--	2.096	2.804	2.742	1.506	1.65	2.532	0.487	0.746	0.673		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.06573	0.01507	0.02156	0.0391	0.01427	0.03536	0.02011	0.01933	0.03953		
Molibdeno (Mo)	mg/L	--	0.00216	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00452	0.00915	0.00602		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)	mg/L	0.2	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0012	<0.0002	<0.0002	0.0031	0.0019	0.0013		
Potasio (K)	mg/L	--	0.45	0.29	0.38	0.29	0.58	0.65	2.46	3.17	2.55		
Plata (Ag)	mg/L	--	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	<0.0002	0.0007	0.0008	0.0007	<0.0002	0.0008	<0.0002	<0.0002	0.0018		
Selenio (Se)	mg/L	0.02	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Sodio (Na)	mg/L	--	0.787	0.643	0.699	0.397	0.682	1.150	40.62	59.51	39.80		
Taio (Ta)	mg/L	--	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00266	0.00507	0.00463		
Titanio (Ti)	mg/L	--	<0.0002	<0.0002	0.0036	<0.0002	<0.0002	0.0041	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Vanadio (V)	mg/L	--	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0006	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Zinc (Zn)	mg/L	2	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0.0135	0.015	0.2926		
MICROBIOLÓGICOS													
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	2.0	79	79	49	130	79	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	--	<1.8	33	22	17	49	33	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
Huevos de Helminfos	l Huevos/L	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
LEYENDA	Menor al Limite de Detección (LD)												
	ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 23769/2018, 23770/2018, 23771/2018, 23772/2018, 24048/2018, 24047/2018												
	NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias												
	Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"												



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
 - Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
 Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ambito ALA Cajamarca)		ECA-Agua: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		06/05/2018	06/05/2018	06/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018	07/05/2018
Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	RMich1	QChul1	QQuin1	QEnca1	QCall1	RGran2	RQuil1	RQuil2	RGran3
				12:45	15:28	15:47	10:55	11:35	12:50	14:10	15:10	15:50
Calcio (Ca)	mg/L	--	--	18.54	77.98	70.37	135.2	211.6	177.8	1.99	14.92	81.97
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00124	0.01289	0.0088	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)	mg/L	0.05	<0.00134	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00242	0.00211	0.00207	0.00061	0.00217	0.00208
Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.28737	0.00081	0.00077	0.03916	0.03692	0.03006	0.00053	0.00132	0.00500	
Cromo (Cr)	mg/L	0.1	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0015	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Estañio (Sn)	mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estroncio (Sr)	mg/L	--	0.0455	0.1880	0.1370	0.3390	0.7350	0.6150	0.0252	0.1969	0.4513	
Hierro (Fe)	mg/L	5	1.456	0.1057	0.2767	0.2934	0.4091	0.3276	0.2758	0.8517	2.137	
Litio (Li)	mg/L	2.5	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0038	0.0116	0.0072	<0.0001	<0.0001	0.0034	
Magnesio (Mg)	mg/L	--	1.117	2.525	2.304	1.368	3.318	2.712	0.306	2.926	3.920	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.03106	0.00864	0.01848	0.11769	0.06271	0.07262	0.02673	0.20085	0.15911	
Molibdeno (Mo)	mg/L	--	0.00037	<0.00002	<0.00002	0.00199	0.0026	0.00190	<0.00002	<0.00002	0.00107	
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Niquel (Ni)	mg/L	0.2	0.0007	<0.0002	<0.0002	0.0016	0.0007	0.0009	0.0009	0.0020	0.0013	
Potasio (K)	mg/L	--	0.84	0.58	0.61	1.39	3.35	2.74	0.33	1.51	2.72	
Plata (Ag)	mg/L	--	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.0007	0.0006	<0.0002	0.0024	0.0010	0.0004	<0.0002	0.0004	0.0010	
Selenio (Se)	mg/L	0.02	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Sodio (Na)	mg/L	--	1.352	1.035	0.885	6.480	5.466	5.332	0.941	8.400	7.290	
Talio (Tl)	mg/L	--	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00465	0.00758	0.00640	<0.00002	<0.00002	0.00179	
Titanio (Ti)	mg/L	--	0.0019	0.0013	0.0019	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0014	0.0032	0.0726	
Vanadio (V)	mg/L	--	<0.0001	0.0006	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0007	0.0052	
Zinc (Zn)	mg/L	2	0.0230	<0.0100	<0.0100	0.0521	0.0346	0.0310	<0.0100	0.0127	0.023	
MICROBIOLÓGICOS												
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	<1.8	490	170	<1.8	<1.8	2.0	2.0	4600	790
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	--	<1.8	130	79	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	1100	330
Huevos de Helmintos	Huevos/L	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
LEYENDA	Menor al Límite de Detección (LD)											
	ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 23172/2018, 23174/2018, 23423/2018, 23424/2018, 23444/2018											
	NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias											
	Categoría 3: Riego de Vegetales y Bevida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"											



JULY MARIA MILAGROS, CRUZADO SUAREZ



ANEXO N.º 5. Data de Monitoreos del 2017, ANA-ALA Cajamarca.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ambito ALA Cajamarca)		ECA-Agua: Categoría 3-D1: "Riego de vegetales"		05/12/2017	06/12/2017	05/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	07/12/2017	07/12/2017
Código de Punto de Monitoreo		Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido		RRong1	QChai1	QSinn1	RSinn1	QHier1	QChan1	RGrand1	QArma1	QOcu1
Parámetro	Unidad			16:42	10:30	11:30	12:00	13:00	13:35	14:00	11:54	12:34
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS												
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	≥4		5.60	6.06	6.21	7.13	6.47	6.29	6.91	5.80	5.83
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5		7.97	8.73	8.79	8.70	8.56	8.34	8.76	4.86	7.84
Temperatura	°Celsius	Δ 3		13.14	13.54	12.95	14.11	14.8	14.9	15.8	13.05	13.73
Conductividad Eléctrica	µs/cm	2500		319.0	281.7	282.7	273.9	286.4	102.9	176.3	477.5	926.8
Asaltes y Grasas	mg/L	5		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Bicarbonato	mg HCO ₃ /L	518		213.6	161.4	147.7	143.9	147.4	63.4	82.5	<1.2	12.3
Carbonato	mg CO ₃ -2/L	--		<0.6	<0.6	13.1	7.9	11.7	<0.6	5.6	<0.6	<0.6
Cloruro Wad	mg CN-/L	0.1		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	40		20	21	12	45	9	9	11	<2	<2
Detergentes Aniónicos	mg/L	0.2		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	--		24	<2	<2	<2	3	9	19	<2	2
Sulfuros	mg/L	--		<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
ANIONES												
Cloruro, Cl-	mg/L	500		1.597	0.187	0.203	0.232	0.332	0.148	0.240	6.23	10.14
Fosfatos, PO4-3	mg PO4-3/L	--		0.203	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	<0.012
Fosfatos (como P)	mg PO4-3-P/L	--		0.066	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Nitratos, NO3-	mg NO3-/L	--		1.101	0.026	<0.009	<0.009	0.259	0.034	0.026	40.82	59.98
Nitratos (como N)	mg NO3-N/L	--		0.249	0.006	<0.002	<0.002	0.069	0.008	0.008	9.221	13.55
Nitritos, NO2-	mg NO2-/L	--		0.023	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	0.019	<0.015	<0.015
Nitritos (como N)	mg NO2-N/L	10		0.007	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.005	<0.004	<0.004
Sulfato, SO4-2	mg SO4-2/L	1000		1.571	8.349	6.97	8.324	9.4	5.523	8.665	181.6	448.6
METALES TOTALES												
Aluminio (Al)	mg/L	5		0.430	0.036	0.038	0.030	0.048	0.211	0.419	1.191	1.109
Argentino (Sb)	mg/L	--		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Arsénico (As)	mg/L	0.1		0.00126	0.00327	0.00170	0.00284	0.00153	<0.00003	0.00087	0.00209	0.00181
Bario (Ba)	mg/L	0.7		0.0475	0.003	0.0128	0.0076	0.0077	0.0086	0.0133	0.0363	0.0132
Berilio (Be)	mg/L	0.1		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)		ECA-Aguas: Categoría 3 - D1: "Riego de vegetales"		05/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	06/12/2017	07/12/2017	07/12/2017
Código de Punto de Monitoreo		Unidad	Agua para riego no restringido	RRonq1	QChai1	QSinn1	RSinn1	QHier1	QChan1	RGrand1	QArna1	QCun1	
Parámetro				16:42	10:30	11:30	12:00	13:00	13:35	14:00	11:54	12:34	
Boro (B)	mg/L	1	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Calcio (Ca)	mg/L	--	57.94	59.76	60.76	60.06	55.75	18.0	33.06	49.25	144.6		
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00029	0.00029	
Cobalto (Co)	mg/L	0.05	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.01242	0.01162	
Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.00090	0.00128	<0.00003	<0.00003	0.00099	0.01826	0.00736	0.04353	0.05744		
Cromo (Cr)	mg/L	0.1	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	
Cianuro (CN)	mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	
Estroncio (Sr)	mg/L	--	0.3068	0.1172	0.1836	0.1620	0.1642	0.0526	0.1072	0.1194	0.3074		
Hierro (Fe)	mg/L	5	0.6893	0.1119	0.0609	0.072	0.0783	0.2788	0.5113	0.5095	0.0321		
Litio (Li)	mg/L	2.5	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0018	0.0028	
Magnesio (Mg)	mg/L	--	3.191	2.267	2.851	2.472	2.701	1.29	2.019	0.644	1.133		
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.07397	0.05483	0.00564	0.0124	0.00958	0.01196	0.03730	0.02787	0.02692		
Molibdeno (Mo)	mg/L	--	0.00050	0.00236	<0.00002	0.00162	0.00127	<0.00002	<0.00002	0.00257	0.00561		
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	
Níquel (Ni)	mg/L	0.2	<0.0002	0.0005	0.0010	0.0005	<0.0002	<0.0002	0.0010	0.0022	0.0007		
Potasio (K)	mg/L	--	3.24	0.80	0.69	0.69	0.53	0.62	2.62	3.11			
Plata (Ag)	mg/L	--	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	<0.000003	
Plomo (Pb)	mg/L	0.05	<0.0002	<0.0002	0.0026	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
Selenio (Se)	mg/L	0.02	<0.0004	0.0010	<0.0004	0.0009	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0014	0.0027		
Sodio (Na)	mg/L	--	6.647	1.068	1.219	1.142	1.31	0.678	1.079	32.63	43.93		
Talio (Tl)	mg/L	--	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00222	0.00703	
Titanio (Ti)	mg/L	--	0.0028	<0.00002	0.0018	<0.0002	<0.0002	0.0015	0.003	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
Vanadio (V)	mg/L	--	0.0015	<0.00001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	
Zinc (Zn)	mg/L	2	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	<0.0100	0.0118	<0.0100	
MICROBIOLÓGICOS													
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	700	<1.8	79	17	49	210	1100	<1.8	<1.8	
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	--	330	<1.8	33	13	33	110	490	<1.8	<1.8	
Huevos de Helminfos	Huevos/L	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
LEYENDA	Menor al Límite de Detección (LD)												
	ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 57259/2017, 57460/2017, 57461/2017, 57462/2017, 57663/2017, 57665/2017												
	NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueba Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"												

Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
 - Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
 Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Aguas: Categoría 3-D1: "Riego de vegetales"		07/12/2017	07/12/2017	07/12/2017	08/12/2017	08/12/2017	08/12/2017	08/12/2017	09/12/2017	09/12/2017
					QChaq1	RChon1	RChon2	RMash1	QChul1	QQuin1	RMash2	RName1	RCajat
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	13:30	15:45	16:40	11:08	13:15	14:00	16:15	16:05	16:40
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS													
Oxígeno Disuelto		mg O ₂ /L	≥4		6.01	6.94	6.67	7.17	6.78	6.71	4.92	7.14	7.15
Unidad de pH			6.5 - 8.5		5.65	8.70	8.20	7.87	8.37	8.54	7.14	8.60	8.25
Temperatura		°Celsius	Δ 3		12.39	16.72	17.3	15.48	16.0	15.0	20.31	18.42	19.74
Conductividad Eléctrica		µs/cm	2500		685.0	227.1	274.7	404.1	288.9	321.2	576.4	196.1	489.3
Acidos y Bases		mg/L	5		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	3.2	<1.0	<1.0
Carbonatos		mg HCO ₃ /L	518		2.4	89.4	128.8	31.5	147.7	166.5	132.0	160.0	174.40
Bicarbonatos		mg CO ₃ -2/L	--		<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	13.5	17.9	<0.6	<0.6
Cianuro Total		mg CN-/L	0.1		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)		mg/L	15		<2	<2	<2	<2	<2	<2	5	<2	9
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	40		<2	5	<2	15	12	8	12	35	16
Detergentes Aniónicos		mg/L	0.2		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.4	<0.01	<0.01
Sólidos Totales Suspensos		mg/L	--		5	24	314	204	6	16	377	61	255
Sulfuros		mg/L	--		<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0292	--	--	<0.0004	<0.0004	0.0552
ANIONES													
Cloruros, Cl-		mg/L	500		9.695	2.998	3.717	6.239	0.808	0.199	21.14	0.875	18.78
Fosfatos, PO4-3		mg PO4-3/L	--		<0.012	<0.012	<0.012	<0.012	--	--	<0.012	<0.012	<0.012
Fosfatos (como P)		mg PO4-3-P/L	--		<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	--	--	<0.004	<0.004	<0.004
Nitratos, NO3-		mg NO3-/L	--		57.60	3.958	4.307	6.265	0.514	0.599	<0.009	0.293	6.401
Nitratos (como N)		mg NO3-N/L	--		13.01	0.894	0.973	1.415	0.118	0.135	<0.002	0.066	1.446
Nitritos, NO2-		mg NO2-/L	--		<0.015	<0.015	<0.015	0.072	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	1.13
Nitritos (como N)		mg NO2-N/L	10		<0.004	<0.004	<0.004	0.022	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.339
Sulfatos, SO4-2		mg SO4-2/L	1000		300.9	41.85	44.07	157.2	3.120	1.211	148.2	2.801	80.01
METALES TOTALES													
Aluminio (Al)		mg/L	5		0.749	0.624	6.934	2.677	0.116	0.284	5.333	0.709	3.173
Antimonio (Sb)		mg/L	--		0.0003	<0.0004	0.00039	0.00057	<0.0004	<0.00049	0.00049	<0.0004	0.00099
Arsénico (As)		mg/L	0.1		0.00707	0.00100	0.00678	0.00618	<0.00003	<0.00003	0.00621	0.00092	0.00513
Bario (Ba)		mg/L	0.7		0.0226	0.0379	0.1501	0.1127	0.0122	0.0102	0.1552	0.0271	0.1257
Berilio (Be)		mg/L	0.1		0.00011	<0.00003	0.00036	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Boro (B)		mg/L	1		0.009	<0.002	<0.002	0.02	0.019	0.009	0.021	<0.002	0.033
Calcio (Ca)		mg/L	--		90.2	36.5	69.16	61.36	80.64	69.17	80.20	58.39	78.41



Cálculo del Índice de Calidad de Agua de Subcuenca Cajamarquino
- Crisnejas, que recibe vertimientos de Aguas Residuales
Poblacionales y Pasivos Ambientales Mineros, del 2016-2020.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)		ECA-Agua: Categoría 3-D1: "Riego de vegetales"		07/12/2017	07/12/2017	07/12/2017	08/12/2017	08/12/2017	08/12/2017	08/12/2017	09/12/2017	09/12/2017
Código de Punto de Monitoreo		Agua para riego no restringido / Agua para riego restringido		QChaq1	RChon1	RChon2	RMash1	QChul1	QQuin1	RMash2	RName1	RCaja1
Parámetro	Unidad			13:30	15:45	16:40	11:08	13:15	14:00	16:15	16:05	16:40
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.00064	0.00010	0.00021	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)	mg/L	0.05		0.01292	0.00164	0.00500	0.00413	<0.00001	<0.00001	0.00560	0.00070	0.00365
Cobalto (Co)	mg/L	0.2		0.04724	0.00582	0.01894	0.00802	0.00062	<0.00003	0.01876	0.00170	0.00816
Cromo (Cr)	mg/L	0.1		<0.0001	<0.0001	0.0044	0.0021	<0.0001	<0.0001	0.0094	0.0005	0.0029
Estadio (Sr)	mg/L	--		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Estadio (Sr)	mg/L	--		0.2364	0.2170	0.3183	0.4267	0.1528	0.1044	0.5124	0.1305	0.4758
Estadio (Sr)	mg/L	5		0.4584	0.6932	8.536	3.786	0.1334	0.3041	6.982	0.8930	4.566
Litio (Li)	mg/L	2.5		0.0028	0.0022	0.005	0.0078	0.0017	0.0016	0.0050	0.0024	0.0113
Magnesio (Mg)	mg/L	--		1.133	2.063	3.878	5.219	2.176	1.936	7.072	2.309	6.889
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2		0.07212	0.05991	0.40138	0.26184	0.00771	0.01528	0.44423	0.07261	0.38126
Molibdeno (Mo)	mg/L	--		0.00397	0.00047	0.00073	0.00228	0.00104	<0.00002	0.00236	<0.00002	0.00114
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Niquel (Ni)	mg/L	0.2		0.0009	<0.0002	0.0035	0.0027	0.0010	0.0013	0.0071	0.0037	0.0045
Potasio (K)	mg/L	--		3.11	1.86	3.03	3.73	0.57	0.40	8.11	0.99	5.46
Plata (Ag)	mg/L	--		<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.0102	0.0008	0.0071	0.0045	0.0004	0.0009	0.0093	0.0007	0.0044
Selenio (Se)	mg/L	0.02		0.0024	<0.0003	<0.0003	0.0017	<0.0004	<0.0004	0.0022	<0.0004	<0.0004
Sodio (Na)	mg/L	--		42.32	8.149	8.784	12.27	1.060	0.427	28.88	1.35	20.53
Talio (Tl)	mg/L	--		0.00451	0.00022	0.00038	0.00221	<0.00002	<0.00002	0.00124	<0.00002	<0.00002
Titanio (Ti)	mg/L	--		<0.0002	0.0060	0.0800	0.0416	0.0035	0.0022	0.0765	0.0048	0.025
Vanadio (V)	mg/L	--		<0.0001	0.0013	0.0138	0.0069	0.0009	0.0006	0.0141	0.0019	0.0098
Zinc (Zn)	mg/L	2		0.0267	0.0137	0.0342	0.0189	<0.0100	0.1165	0.0551	0.4006	0.0396
MICROBIOLÓGICOS												
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	2.0	79	1300	1700	130	6.8	280000	330	4600
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	--	<1.8	33	330	1100	49	4.0	110000	130	1700
Huevos de Helmintos	Huevos/L	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
LEYENDA		Menor al Limite de Detección (LD)										
		ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 57664/2017, 57665/2017, 57693/2017, 57696/2017, 57982/2017										
		NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias										
		Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales - Sub Categoría D1: "Riego de vegetales - Agua para riego no restringido y restringido"										

Cuadro N° 12: Resultados del Sexto Monitoreo en Aguas Superficiales de la Cuenca Crisnejas-Sub Cuenca Cajamarquino – ECA Categoría 1-A2 (Ámbito ALA Cajamarca)

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 1-A2: "Uso Poblacional"	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	07/12/2017	08/12/2017	08/12/2017
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad		QEnca1	QCall1	RGran2	RPorc1	RGran3	MVenta1	RQuil1	RQuil2
				10:31	11:18	12:21	13:30	15:15	10:00	09:45	10:32
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS											
Conductividad Disuelta		mg O ₂ /L	>=5	6.51	6.39	6.43	6.83	6.94	5.31	5.65	6.90
pH		Unidad de pH	5.5 - 9.0	6.34	7.40	7.26	8.12	7.44	7.87	7.66	7.74
Temperatura		°Celsius	Δ 3	11.22	13.29	13.53	17.21	14.22	12.79	11.86	13.89
Conductividad Eléctrica		µs/cm	1800	883.1	576.0	620.3	205.4	539.2	323.4	22.7	206.1
Grasas		mg/L	1.7	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Dureza Bicarbonato		mg CaCO ₃ /L	--	3	7.3	6	34.8	12.2	172.4	3.3	17.0
Dureza Carbonato		mg CaCO ₃ /L	--	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Cianuro Wad		mg/L	--	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Clorofila A		mg/L	--	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	--
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)		mg/L	5	<2	<2	2	2	<2	<2	<2	<2
Demanda Química de Oxígeno		mg O ₂ /L	20	3	<2	2	<2	<2	<2	4	<2
Detergentes Aniónicos		mg/L	--	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrógeno Amóniacal		mg NH ₃ -N/L	1.5	0.106	<0.006	<0.006	0.499	0.460	<0.006	--	--
Nitrógeno Total		mg N/L	--	10.7	1.10	1.96	0.605	5.45	0.805	--	--
Sólidos Totales Suspendidos		mg/L	--	6	<2	3	6	6	<2	6	2
ANIONES											
Cloruros, Cl-		mg/L	250	8.539	0.407	1.414	1.966	4.783	0.944	<0.061	1.336
Nitratos, NO ₃ -		mg NO ₃ -/L	50	36.55	3.354	6.878	0.039	11.64	3.197	<0.009	<0.009
Nitratos (como N)		mg NO ₃ -N/L	--	8.256	0.758	1.554	0.01	2.630	0.702	<0.002	<0.002
Nitritos, NO ₂ -		mg NO ₂ -/L	3	<0.015	<0.015	0.068	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Nitritos (como N)		mg NO ₂ -N/L	--	<0.004	<0.004	0.021	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Sulfatos, SO ₄ -2		mg/L	500	426.7	300.4	310.9	57.84	247.0	14.40	7.9	69.90
METALES (TOTALES)											
Aluminio (Al)		mg/L	5	1.383	0.671	0.752	0.203	0.195	<0.002	0.197	0.122
Plomo (Pb)		mg/L	0.02	<0.00004	0.00935	0.00731	<0.00004	0.00411	<0.00004	<0.00004	<0.00004
Arsénico (As)		mg/L	0.01	0.00136	0.03785	0.03105	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Bario (Ba)		mg/L	1	0.0167	0.0194	0.0187	0.0472	0.0436	0.0263	0.0236	0.0382
Berilio (Be)		mg/L	0.04	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Boro (B)		mg/L	2.4	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.037	0.030
Calcio (Ca)		mg/L	--	145.9	106.3	109.9	20.72	67.77	53.54	2.86	20.88

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO: Cuenca Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino (Ámbito ALA Cajamarca)			ECA-Agua: Categoría 1-A2: "Uso Poblacional"	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	05/12/2017	07/12/2017	08/12/2017	08/12/2017
Parámetro	Código de Punto de Monitoreo	Unidad		QEnca1 10:31	QCalM 11:18	RGran2 12:21	RPorc1 13:30	RGran3 15:15	MVenta1 10:00	RQuil1 09:45	RQuil2 10:32
Cadmio (Cd)		mg/L	0.005	<0.00001	<0.00001	0.00085	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)		mg/L	--	0.00990	0.00229	0.00287	<0.00001	0.00313	<0.00001	<0.00001	0.00190
Cromo (Cr)		mg/L	0.05	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cobre (Cu)		mg/L	2	0.06285	0.00803	0.01048	0.00153	0.00410	<0.00003	<0.00003	0.00125
Mercurio (Hg)		mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Calcio (Ca)		mg/L	--	0.296	0.5690	0.5483	0.2423	0.4992	0.7578	0.0388	0.2514
Hierro (Fe)		mg/L	1	0.1089	0.0787	0.0635	0.5967	0.2243	<0.0004	0.9146	0.3155
Litio (Li)		mg/L	--	0.0039	0.0072	0.0059	0.0025	0.0043	<0.0001	0.0016	0.0016
Magnesio (Mg)		mg/L	--	1.696	5.053	4.697	3.961	4.23	8.389	0.398	4.487
Manganeso (Mn)		mg/L	0.4	0.07711	0.0208	0.03181	0.09878	0.05747	<0.00003	0.03655	0.11568
Molibdeno (Mo)		mg/L	0.4	0.00404	0.00853	0.00575	<0.00002	0.00428	0.00068	<0.00002	<0.00002
Mercurio (Hg)		mg/L	0.002	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)		mg/L	--	0.0021	0.0011	<0.0002	0.0017	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0023
Potasio (K)		mg/L	--	2.64	3.16	3.08	2.52	3.21	0.65	0.42	2.31
Plata (Ag)		mg/L	--	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Ploomo (Pb)		mg/L	0.05	0.0014	<0.0002	<0.0002	0.0119	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Selenio (Se)		mg/L	0.04	0.0029	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0011	0.0013
Sodio (Na)		mg/L	--	29.68	3.834	6.971	9.137	12.50	4.765	1.18	9.133
Talio (Tl)		mg/L	--	0.00742	0.00963	0.00886	<0.00002	0.00545	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Titanio (Ti)		mg/L	--	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.0016	0.0019
Vanadio (V)		mg/L	--	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	<0.0001	0.0009
Zinc (Zn)		mg/L	5	0.0481	0.0224	0.0203	0.0221	0.0171	<0.0100	<0.0100	<0.0100
MICROBIOLÓGICOS											
Coliformes Termotolerantes		NMP/100mL	2200	<1.8	<1.8	<1.8	2200	13	<1.8	<1.8	130
Escherichia Coli		NMP/100mL	--	<1.8	<1.8	<1.8	1100	5	<1.8	<1.8	49
Huevos y Larvas de Helmintos		Huevos/L	--	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Menor al Límite de Detección (LD)			<								
ANÁLISIS: ALS LS PERU S.A.C. - Informes de Ensayo N° 57163/2017, 57228/2017, 57259/2017, 57663/2017, 57690/2017											
NORMA: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias											
Categoría 1: Poblacional y Recreacional - Sub Categoría A2: "Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional"											

