



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Características del agua para determinar su calidad ambiental en la quebrada Chacaylla, Provincia de La Unión, Arequipa, 2018

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autora

Jhannyra Emma García De la Torre

Asesor

Dr. José Vicente Nunja García

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

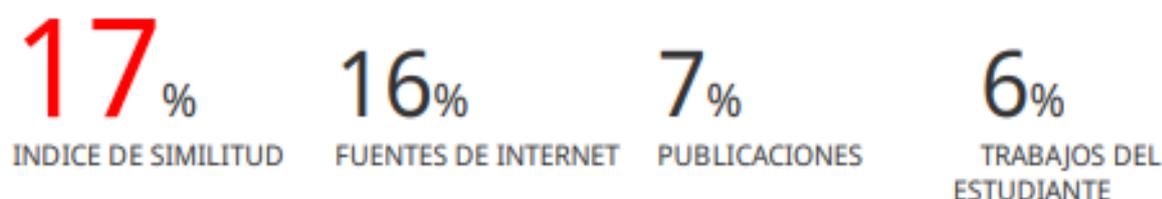
Escuela profesional de Ingeniería Ambiental

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Jhannyra Emma García De la Torre	48016352	17/11/2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
José Vicente Nunja García	15447556	0000-0002-9633-8190
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Ranulfo Flores Briceño	17937576	0000-0001-5954-6305
Jorge Luis Mendoza Ascurra	16654763	0000-0002-0500-7856
Cayo Eduardo Guerra Lazo	15615248	0000-0003-4843-2307

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA DETERMINAR SU CALIDAD AMBIENTAL EN LA QUEBRADA CHACAYLLA, PROVINCIA LA UNIÓN, AREQUIPA, 2018.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA DETERMINAR SU
CALIDAD AMBIENTAL EN LA QUEBRADA CHACAYLLA,
PROVINCIA DE LA UNIÓN, AREQUIPA, 2018.**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Ranulfo Flores Briceño
Presidente

Jorge Luis Mendoza Ascurra
Secretario

Cayo Eduardo Guerra Lazo
Vocal

José Vicente Nunja García
Asesor

HUACHO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Agradecer a mi padre Celestial Jehová, por bendecirme cada día y permitir terminar mi carrera con salud, gracias por permitir compartir mi felicidad con las personas que amo.

A mi padre Johnny Amador García Coz y a mi madre Rosa Giovanna De la Torre Cadenas por siempre esforzarse para darnos lo necesario, gracias a su esfuerzo y sacrificio, por los valores y principios inculcados lo que me han convertido en la persona que soy en la actualidad, debo agradecerles por ser los autores principales de mi vida.

A mi esposo Jerry Brayan Miranda Dueñas porque en todo instante fue un acompañamiento incondicional en mi vida durante todo el desarrollo de mi carrera universitaria e incentivarme a poder culminar esta tesis con éxito.

A mis hermanos Jhonnaly y Saulo García De la Torre por su apoyo, por ser mi inspiración, motivación y alegría.

A mi Tío Edwin Helbeir De la Torre Cadenas por ser un segundo padre, por estar a mi lado desde pequeña siempre dispuesto a apoyarme en todo, a mi tía Iris Inés García Coz por sus consejos y apoyo incondicional y a mi abuelita Emma Soledad Coz Solís Vda de García por siempre estar atenta, consentirme y cuidarme, cuando me trasnochaba estudiando.

A toda mi familia por confiar en mí, gracias por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la universidad, de la cual me siento profundamente orgullosa, gracias por haberme aceptado ser parte de ella, a mis docentes agradecerles por su paciencia, enseñanza por compartir cada pequeño aporte de conocimiento que me brindaron de manera profesional, a ustedes les debo mis conocimientos adquiridos en estos años.

Agradezco a mi asesor de tesis el Ingeniero José Vicente Nunja García quien me ha guiado académicamente con su experiencia y profesionalismos.

Agradezco a mi profesor Daniel Valenzuela Narváez por su apoyo constante y sus consejos brindado para la elaboración de esta tesis.

También agradezco a mis compañeros que me brindaron apoyo moral y una amistad sincera e hicieron amena todos estos años de estudio hasta la culminación de mi carrera profesional.

Gracias a todos por contribuir en este nuevo triunfo profesional.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	i
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática	01
1.2. Formulación del Problema	01
1.2.1. Problema General	01
1.2.2. Problemas Específicos	01
1.3. Objetivos de la Investigación	02
1.3.1. Objetivo General	02
1.3.2. Objetivos Específicos	02
1.4. Justificación de la investigación	02
1.5. Delimitación del estudio	02

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación	04
2.1.1. Antecedentes Internacionales	04
2.1.2. Antecedentes Nacionales	05
2.2. Bases Teóricas	07
2.3. Bases filosóficas	34

2.4.	Definiciones de términos básicos	35
2.5	Operacionalización de las variables	39

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.	Diseño metodológico	41
3.2.	Población y muestra	41
3.2.1.	Población	41
3.2.2.	Muestra	41
3.3.	Técnicas de recolección de datos	42
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información	49

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1.	Análisis de resultados	50
------	------------------------	----

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1.	Discusión de resultados	64
------	-------------------------	----

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.	Conclusiones	66
6.2.	Recomendaciones	66

REFERENCIAS

7.1.	Fuentes bibliográficas	68
7.2.	Fuentes documentales	69
7.3.	Fuentes electrónicas	69

ANEXO

Anexo 1 : Resultado de Monitoreo – 2016 I	76
Anexo 2 : Resultado de Monitoreo – 2016 II	77
Anexo 3 : Resultado de Monitoreo – 2017	78
Anexo 4 : Resultado de Monitoreo – 2018	79
Anexo 5 : Registro fotográfico	80
Anexo 6 : Ficha de observación	81
Anexo 7 : Estándar de Calidad Ambiental para agua - Categoría 4	82
Anexo 8 : Instrumento de cálculo del ICARHS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tab 1.	Operacionalización de variable independiente	39
Tab 2.	Operacionalización de variable dependiente	40
Tab 3.	Muestras tomadas en el Monitoreo	42
Tab 4.	Parámetros Recomendados – ANA	43
Tab 5.	Parámetros a Monitorear	45
Tab 6.	Parámetros a evaluar en el ICARHS	46
Tab 7.	Valoración de ICARHS	48
Tab 8.	Resultado de la conductividad eléctrica	50
Tab 9.	Resultado del parámetro de oxígeno disuelto	51
Tab 10.	Resultado del parámetro de pH	51
Tab 11.	Resultado de la temperatura	52
Tab 12.	Presencia de aceite y grasas	53
Tab 13.	Resultado de la demanda bioquímica de oxígeno	53
Tab 14.	Resultado del análisis del nitrato	54
Tab 15.	Resultado del análisis de los sólidos suspendidos totales	55
Tab 16.	Resultado del nivel de concentración del sulfuro	56
Tab 17.	Resultado del nivel de concentración del arsénico	57
Tab 18.	Resultado del nivel de concentración del cobre	57
Tab 19.	Resultado del nivel de concentración de mercurio	58
Tab 20.	Resultado del nivel de concentración de plomo	59
Tab 21.	Resultado del nivel de concentración de zinc	59
Tab 22.	Resultado de los parámetros coliformes termotolerantes	60
Tab 23.	Consolidado de resultados de los parámetros evaluados en la Quebrada Chacaylla	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Quebrada Chacaylla	3
Figura 2	Punto de Muestreo	42
Figura 3.	Resultado de la conductividad eléctrica	50
Figura 4.	Resultado del parámetro de oxígeno disuelto	51
Figura 5.	Resultado del parámetro de pH	52
Figura 6.	Resultado de la temperatura	52
Figura 7.	Presencia de aceite y grasas	53
Figura 8.	Resultado de la demanda bioquímica de oxígeno	54
Figura 9.	Resultado del análisis del nitrato	55
Figura 10.	Resultado del análisis de los sólidos suspendidos totales	55
Figura 11.	Resultado del nivel de concentración de sulfuro	56
Figura 12.	Resultado del nivel de concentración de arsénico	57
Figura 13.	Resultado del nivel de concentración de cobre	58
Figura 14.	Resultado del nivel de concentración de mercurio	58
Figura 15.	Resultado del nivel de concentración de plomo	59
Figura 16.	Resultado del nivel de concentración de zinc	60
Figura 17.	Resultado de los parámetros coliformes termotolerantes	61
Figura 18.	Resultado de ICARHS del S_1	62
Figura 19.	Resultado de ICARHS del S_2	63
Figura 20.	Monitoreo en la quebrada Chacaylla	80

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo, evaluar las características del agua para determinar su calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018. La investigación es de tipo descriptivo, diseño no experimental, técnica observación sistemática directa. Se determina la estación de muestreo en la zona de la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa. Entre los resultados obtenidos al evaluarse los parámetros físicos químicos se encontró que el comportamiento de concentración de oxígeno disuelto no cumple con el Estándares de Calidad Ambiental - ECA al reportar 1.89 mg/L, la Demanda Bioquímica de Oxígeno registró 30 mg/L superando los estándares de ECA, de la misma manera el sólido total suspendido 109 mg/L y sulfuro registró mayor concentración siendo 0.67 mg/L; al evaluarse los parámetros inorgánicos se encontró que los metales arsénico 0.00349 mg/L, cobre 0.00714 mg/l, mercurio <0.00003 mg/L y zinc 0.0237 mg/L están dentro de los límites establecidos, excepto el plomo 0.0031 mg/L; respecto a los parámetros microbiológicos en los cuatro muestreos se encontró valores de 3300000, 46000000, 46000 y 170000 NMP/100 mL, sobrepasando los límites establecidos por la normatividad ambiental. Como conclusiones de la investigación se determinó que la calidad del agua de la Quebrada Chacaylla está contaminada al observarse que los resultados obtenidos en el monitoreo de los parámetros físicos químicos, inorgánicos y microbiológicos no cumplen con la normatividad del ECA. Asimismo, se aplicó el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) la cual determinó que la calidad del recurso hídrico de la Quebrada Chacaylla es calificada como Pésimo.

Palabras clave: Calidad ambiental, monitoreo ambiental, parámetros físicos químicos, parámetros inorgánicos parámetros microbiológicos

ABSTRACT

The present research work aims to evaluate the characteristics of water to determine its environmental quality in the Quebrada Chacaylla, La Unión province, Arequipa, 2018. The research is descriptive, non-experimental design, technique direct systematic observation. The sampling station is determined in the Quebrada Chacaylla area, La Unión province, Arequipa. Among the results obtained when evaluating the physical chemical parameters, it was found that the behavior of dissolved oxygen concentration does not comply with the Environmental Quality Standards - ECA by reporting 1.89 mg/L, the Biochemical Oxygen Demand registered 30 mg/L exceeding the standards of ECA, in the same way the total suspended solid 109 mg/L and the sulfur registered the highest concentration being 0.67 mg/L; when evaluating the inorganic parameters, it was found that the metals arsenic 0.00349 mg/L, copper 0.00714 mg/l, mercury <0.00003 mg/L and zinc 0.0237 mg/L are within the established limits, except for lead 0.0031 mg/L; Regarding the microbiological parameters in the four samplings, values of 3,300,000, 4,600,000, 46,000 and 170,000 NMP/100 mL were found, exceeding the limits established by environmental regulations. As conclusions of the investigation it was determined that the water quality of the Quebrada Chacaylla is contaminated when it was observed that the results obtained in the monitoring of the physical, chemical, inorganic and microbiological parameters do not comply with the ECA regulations. Likewise, the Environmental Quality Index of Superficial Water Resources (ICARHS) was applied, which determined that the quality of the water resource of Quebrada Chacaylla is qualified as Terrible.

Keywords: Environmental quality, environmental monitoring, chemical physical parameters, inorganic parameters, microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se observan problemas en la calidad del agua, tal como sucede en la cuenca Kansas - Lower Republican, en el Estado de Kansas, Estados Unidos, donde existe un alto arrastre de nutrientes, y también de *Escherichia coli*, en zonas donde existen asentamientos humanos y donde viene predominando actividades como el cultivo y la ganadería (Muela, Tenorio y Barden, 2017). Es así que existe preocupación por la calidad del agua, en especial la superficial, por ejemplo, en el continente europeo, existen las Directivas de la Unión Europea (UE).

En el Perú, la Quebrada Chacaylla pertenece al distrito de Cotahuasi, provincia de La Unión y Región Arequipa. Esta quebrada es un contribuyente del río Cotahuasi. Entre diciembre y abril se encuentra la estación de lluvias, por otro lado, entre junio y agosto, es una estación más seca, siendo así un clima semiseco.

En la Quebrada Chacaylla existe una afectación grave que viene atacando al recurso hídrico y su calidad ambiental, debido al vertimiento de aguas residuales domésticas de la población de Cotahuasi, las cuales contienen una significativa cantidad de materia orgánica y microorganismos. Ante esta situación problemática se realizó el siguiente trabajo de investigación que tiene como objetivo conocer las características del agua para determinar su calidad ambiental, utilizando la técnica de observación sistemática directa

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Se observó en la quebrada Chacaylla, vertimientos de aguas residuales domésticas generadas por la población de Cotahuasi debido a que la planta de tratamiento de aguas residuales de la Municipalidad Provincial de la Unión Cotahuasi se halla inoperativa, lo que ocasiona que las aguas residuales sean vertidas a la quebrada Chacaylla tributaria del río Cotahuasi con un régimen continuo de aproximadamente 5.0 l/s. Asimismo se evidencio la existencia de botaderos de basura clandestinos del cual en su mayoría está conformada por, papeles, latas, envases hechos con PVC, vidrios etc. ocasionando un riesgo a la calidad del agua debido al lixiviado que se produce ya sea por la humedad de los residuos o la lluvia.

Respecto a la calidad ambiental del agua, se observó que el recurso Hídrico de la quebrada Chacaylla presenta un color oscuro del cual emana un olor desagradable debido al vertimiento de las aguas residuales doméstica

Para solucionar este problema se desarrolló el Trabajo de Investigación que tuvo como propósito conocer las características del agua para determinar su calidad ambiental y permitir el uso del recurso hídrico que beneficiara a la agricultura de la zona y la conservación del ambiente acuático. Este estudio se realizó en las fechas del 2016, 2017, y 2018.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son las características del agua para determinar su calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles son los parámetros físicos - químicos del agua para determinar su calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018?
- b. ¿Cuáles son los parámetros inorgánicos (As, Cu, Hg, Pb, Zn) del agua para determinar su calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018?
- c. ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua para determinar su calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Conocer las características del agua para determinar la calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a. Conocer los parámetros físicos - químicos del agua para determinar la calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018.
- b. Conocer los parámetros inorgánicos (As, Cu, Hg, Pb, Zn) del agua para determinar la calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018.
- c. Conocer los parámetros microbiológicos del agua para determinar la calidad ambiental en la Quebrada Chacaylla, provincia La Unión, Arequipa, 2018.

1.4. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación es importante porque nos permite conocer la contaminación ambiental de las aguas de la quebrada Chacaylla y permitir su evaluación mediante los estándares de calidad ambiental (ECA) e Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS).

El estudio se justifica porque contribuirá a mejorar la calidad ambiental del recurso hídrico, la preservación del hábitat acuático, uso en la agricultura de la zona y en consecuencia beneficiar a los agricultores.

Asimismo, la investigación tiene una justificación técnica puesto que se presentó una ficha de observación que permitió evaluar las dimensiones de las variables a partir de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos y la aplicación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), pudiendo así ayudar a futuras investigación que busquen evaluar la variable.

1.5. Delimitación del estudio

Respecto a la delimitación espacial, el presente estudio se efectuó en la Qda. Chacaylla, distrito de Cotahuasi provincia La Unión, departamento Arequipa la cual se encuentra ubicado en las coordenadas UTM(WGS84) 726521- E, 8317487 - N a 2632 m.s.n.m.

La delimitación temporal para el desarrollo del estudio del proyecto se realizó en el mes de abril y mes noviembre del 2016, mes de agosto del 2017 y mes de abril del 2018.



Figura 1. Mapa de Quebrada Chacaylla

Fuente: Google Earth Pro

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Sánchez (2022), “Calidad de aguas superficiales para el riego de cultivos agrícolas en la cuenca del río San Pablo, provincia de Los Rios.” Aprobada por la Universidad Estatal de Milagro. Ecuador. El objetivo fue hacer una evaluación de la calidad para el riego de cultivos de las aguas. El tipo de investigación es descriptiva- aplicada. Se tomaron muestras preliminares en cuatro puntos a lo largo de los ríos, donde fue posible identificar operaciones que podrían afectar la calidad del río, contribuyendo en mayor o menor grado a la polución. Concluyendo que el impacto del análisis físico-químico y microbiológico de las muestras, mostraron el cumplimiento de la normativa ambiental y se logró considerar como agua de calidad “Media”.

Cárdenas (2020) realizó la tesis titulada “Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca hidrográfica del río Tutanangoza mediante análisis fisicoquímicos, microbiológico y la aplicación del ICA -NSF.” Aprobada por la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Ecuador. El objetivo es hacer una evaluación de la calidad del agua. Es una investigación experimental. Para la investigación se asignaron cuatro puntos de control, de los cuales se tomaron muestras una vez al mes durante tres campañas. Se concluyó que la calidad se encuentra entre rangos de buena y regular, y las concentraciones del parámetro de Coliformes fecales se encuentra sobrepasando los valores máximos permitidos.

Cabarca y Medina (2019), “Evaluación del Índice de calidad del agua para consumo humano en el departamento del Atlántico, Colombia”. Aprobada por la Universidad de la Costa. Colombia. El presente estudio plantea la evaluación de la calidad del agua de consumo humano a escala regional en el departamento del Atlántico. Para este, primeramente, se recolectaron muestras en los veintitrés (23) municipios que conforman el departamento. Las muestras recolectadas permitieron efectuar una caracterización de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos pertinentes para evaluar el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua, evaluando un total de dieciocho (18) características. Los resultados de análisis de laboratorio obtenidos demostraron que en general la calidad del agua en los diferentes municipios del departamento era para el periodo del 2016 fue 53,63 clasificándola con un

nivel de riesgo alto y para el 2018 este arrojó un valor de 20,09 catalogándola con un nivel de riesgo medio.

Moncayo y Zambrano (2018), “Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del Río Portoviejo” aprobada por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador, se estableció como objetivo hacer una evaluación al agua y su calidad respecto a la observación de metales pesados cadmio y plomo. El mayor impacto en la calidad del agua se debe a las acciones humanas relacionadas con la agricultura, el manejo de descarga de aguas servidas y desechos sólidos. Se considera agua de mala calidad para la protección de los organismos acuáticos y el consumo humano. El promedio de las concentraciones de plomo en agua fue mayor 0,043 mg/l, considerado de baja calidad para la preservación de la vida acuática y consumo humano, para el cadmio, el valor es de 0,02 mg/l, que está dentro de los límites aceptables para el consumo de las personas, pero elevado para que se preserve la vida acuática. Se concluyó que hay un impacto negativo de la actividad antropogénica en la calidad del agua.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Ramos y Guillermo (2023), “Análisis comparativo del desempeño del índice ICA-PE y el índice WQI-NSF en el río Locumba” Universidad Privada de Tacna. Perú. Tiene como objetivo comparar la metodología nacional e internacional para el cálculo de la calidad del agua de la cuenca Locumba; utilizando la comparación de los índices ICA-PE y NSF-WQI. El diseño de investigación es no experimental. La aplicación de la metodología ICA-PE indica que el agua de los ríos principales de la cuenca es de calidad “Mala” para consumo humano y de calidad “Regular y Mala” para irrigación. La aplicación de la metodología NSF-WQI convencional indica que el agua de los ríos principales de la cuenca es de calidad “Buena”, debido a que no consideran el contenido de metales pesados; mientras que la aplicación de la metodología NSF-WQI modificada, indica que es de calidad “Moderada” o “Regular” tanto para consumo humano como para irrigación. De la comparación de las metodologías ICA-PE y NSF-WQI se llega a la conclusión que la metodología ICA-PE se adapta mejor al ámbito estudiado; mientras que la metodología NSF-WQI, tanto el convencional como el modificado, no se adecuan a las condiciones de la zona de estudio.

Salas y Segura (2022) “Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales en la minería legal e ilegal, Ayacucho – Arequipa, 2017-2021” Universidad César Vallejo. El objetivo principal de la investigación es determinar el ICARHS en la minería legal e ilegal,

Ayacucho-Arequipa, 2017 al 2021. La metodología usada es el ICARHS, tomando catorce puntos de monitoreo en los sectores donde existe actividad minera legal e ilegal. El tipo de investigación es descriptivo cuantitativo y también cualitativo. El resultado del objetivo principal para categoría 3, es de 93.89 y 94.00; y para categoría 4, de 93.43 y 89.00 para minería legal e ilegal respectivamente. Los resultados del objetivo específico uno para la categoría 3 fue de 95.22 (minería legal) y 94.00 (minería ilegal), y para categoría 4 se obtuvieron promedios de 93.43 para (minería legal) y 89.00 para (minería ilegal). En el objetivo específico dos, para categoría 3, se obtuvieron promedios de 98.00 (minería legal) y 100.00 (minería ilegal). Y para categoría 4 se obtuvieron promedios de 99.71 para minería legal y 100.00 para minería ilegal. Se concluyó que hay igualdad significativa entre los ICARHS de la minería legal e ilegal, con una calificación ICARHS para categoría 3 de “Excelente” y para categoría 4, de “Excelente” a “Bueno”. Para los objetivos específicos 1 y 2, se concluyó que existe igualdad significativa para categoría 3 y 4 con calificación “Excelente” y de “Excelente” y “Bueno” respectivamente

Almerco (2019), “Análisis del agua superficial de la naciente del Rio tingo relacionado a la inadecuada disposición de los residuos líquidos en la zona de Rumiallana”, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú. tiene como objetivo establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que representa riesgo significativo para la salud de la persona y para el ambiente. Es un tipo de investigación descriptivo experimental de diseño longitudinal. Se realizó una comparación de los resultados obtenidos, con los ECA agua categoría III; donde los parámetros como el pH, Oxígeno Disuelto, DBO 5, Coliformes Totales, sobrepasan enormemente los parámetros, lo que indica los contaminantes presentes en el agua superficial de la naciente del rio Tingo.

Gutiérrez (2018), “Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CCME-WQI y el ICA-PE, Puno-2018”, Universidad Peruana Unión. Perú. El objetivo de la actual indagación fue hacer una evaluación de la calidad de agua del río Coata. Es una investigación descriptiva – explicativa. Los resultados del CCME-WQI clasifican las puntuaciones M1 en la categoría: buena, con una puntuación de 80, y las puntuaciones M2 en la categoría: mala, con una puntuación de 57; en contraste, según los resultados del ICA-PE, M1 y M2 lograron calificaciones excelentes con valores de 99 y 90 proporcionalmente. Las conclusiones

señalan que el río Torococha tiene un impacto negativo en la calidad del río Coata. El CCME-WQI muestra una gran diferencia espacial entre los dos puntos.

Fajardo (2018) realizó la investigación titulada “Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímicas de las aguas en el Área de conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú”, aprobada por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. El objetivo es establecer la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua superficial. Es una investigación pre campo, campo y post campo. Utilizó mapas, diario de campo y dispositivos mecánicos. Se concluyó que toda el área de investigación estaba contaminada con factores microbiológicos y fisicoquímicos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Variable independiente: Características del agua

A. Definiciones

MINAGRI (2018) menciona que el agua es un elemento que impacta claramente en la protección del entorno natural y el bienestar social, donde se establece por su utilidad final.

Perlman (2017) indica que la calidad del agua es una palabra empleada para dar detallar las cualidades tanto químico, físico como biológico es este líquido.

Campos (2000) menciona que es un grupo de acumulaciones, descripciones, y la formación y la condición de la vegetación y animales hallada en la molécula de agua.

B. Importancia del agua

Según Sierra (2021) el agua es un factor clave para la vida, ya que sin ella no cabe la posibilidad de que el hombre sobreviviera. Todo el mundo ha buscado una fuente de agua cercana.

Las fuentes de agua, dispone aunque en menor o mayor cuantía, se han ido contaminando progresivamente por lo que se desencadenó múltiples epidemias con un alto nivel de mortandad en antiguas ciudades en el pasado. El ser humano demoró en determinar que el causante de las muchas enfermedades que padecía era el agua que consumía y por ende se comenzó a poner en marcha procesos para tratarlo y descontaminarlo.

Conforme el hombre continuó su desarrollo, la liberación de aguas residuales caseras y otras comenzaron a polucionar los recursos hídricos, a dañar los hábitats naturales, entre otros. Lo que condujo a poner en marcha sistemas de tratamiento.

En la actualidad, la disposición de agua en cuantía necesaria y de alta calidad es uno de los más importantes requerimientos para las comunidades. Motivo por el cual, la calidad del agua es un tema importante que debe ser analizado y que pretende diagnosticar las dificultades entorno al agua, unir dichas dificultades de calidad con los diversos usos deseables del agua y decidir los factores de calidad de agua se requiere controlar y los medios disponibles para realizarlo.

Por otro lado, Mora, Medina, Polo, y Hora (2020) también nos mencionan sobre la importancia de este recurso. Señalando que, es un elemento vital para la ecología y la salud, desarrollo económico y que guarda relación con su proximidad al estado natural. Asimismo, se le reconoce como elemento primordial para la flora y fauna, es una fuente de riqueza natural, que se piensa que nunca será escasa; por tal razón debemos cuidarla. Es un medio empleado por el hombre para realizar diferentes actividades, generando aguas residuales que no han sido tratadas ocasionando alteraciones en los paisajes.

C. Usos del agua

Según Suarez (2020) citando a Hernandez (2005), señala que el empleo de los diversos usos del agua está sujeto a su uso final, este incremento es producto del ciclo hidrológico, extraída de los acuíferos. Se emplea como una especie de oferta o demanda, en este aspecto hay diversas necesidades del agua que modifican su beneficio a otro, el manejo del agua como uso de ciertas acciones (REPDA, 2010), podemos clasificarlas de la siguiente manera:

a. Para consumo humano.

- El uso del agua es esencial para realizar actividades primordiales como son cocer alimentos, beber y para el empleo casero, de acuerdo con la (OMS, 2003), indica que el consumo de cincuenta litros es prudente para el empleo del agua (18.25 m³ al año/individuo), garantizando así una higiene oportuna, alrededor de cien y doscientos litros es un número adecuado para cubrir las necesidades esenciales de un individuo.

b. Para uso industrial.

- Conagua (2017), detalla que el agua es fundamental para el sector industrial y se usa como un factor e ingrediente para las industrias, pues permite la limpieza de los insumos de los productos, para el transporte de los recursos, para producir vapor en las calderas o calefacción en actividades térmicas, entre otros.

El agua es puesta directamente en las industrias en los ríos y arroyos, lagos o acuíferos del estado.

c. Para uso agrícola.

- Repda (2010), conceptualiza que el agua a través del empleo agrícola, al usarse las aguas en las actividades agrícolas destinadas a la producción agrícola. Hoy en día, la agricultura es la responsable de la mayor ejecución de agua en el mundo el cual representa un 69%, para el consumo doméstico es un promedio del 10% y la industria el 21% (SHENG, 1992). La Amazonía peruana tiene una gran capacidad de agua favorable, del cual solo es consumida alrededor de 0.02% por la zona, cada persona consume en promedio 109 m³ /año (MINAGRI, 2015).

d. Para uso público.

- Repda (2010), señala que es el agua por medio de redes de agua potable, que se provee a consumidores domésticos, igualmente por la cantidad gigantesca de servicios que dicha red consume. Es importante que se coloque un buena cantidad y calidad de agua que será adecuada para la ingestión de la comunidad, el agua es una necesidad básica para los habitantes, ya que tiene relación directa en su salud y bienestar. De acuerdo con la OMS, (2003), señala que el consumo de agua cubierto por individuo es 20 litros al día, aunque, dicha cantidad no asegura una calidad de higiene ideal; por otro lado la OMS plantea que debe consumirse una cantidad mínima de cuarenta litros por persona para su consumo básico.

e. Para uso recreativo.

Samboni et al (2007), señala que el consumo de agua por lo general se emplea para acciones sociales, al encontrarse directa o indirectamente en ella. Dicho consumo en un segundo plano ya que su consumo por un beneficio, por lo tanto tener un cálculo exacto de dicho consumo es difícil de hallar.

D. Escasez del agua

Suarez (2020) menciona que el agua es un elemento en riesgo, producto del poco compromiso o falta de experiencia de la población en cuanto al compromiso de proteger o la falta de expertos, que intervienen en la protección dicho elemento (Reynolds, 2002).

Alrededor de un tercio de la población mundial se hallan en naciones que tienen un alto nivel de pobreza de este recursos. Aproximadamente son ochenta naciones correspondiente al

cuarenta por ciento de la población mundial, tenían una elevada pobreza de agua en los años noventas y se predice que exista una escasez no menos de 25 años de las dos terceras partes de la población mundial se encontrarán con escasez de agua. En el 2020 el empleo del agua a incremento en un 40% y seguirá en aumento en un 17% agregando al sector producción, para cubrir las carencias de los habitantes en progreso (CEPAL, 1997).

Diversos investigadores concluyen que la falta de agua es uno de los dos grandes desafíos que se tiene en el presente, el segundo es el calentamiento global. Alrededor de 1950 se incrementó en gran medida el empleo de este recurso en el mundo, en tanto que, en los últimos 25 años las reservas de agua en el mundo han tenido una reducción de un 50%. En caso esto se aplase en los próximos 20 años, la comunidad incrementará su empleo en un 40%, se pronostica en el 2025 más de 3.500 millones de personas, tendrán escasez de agua. Igualmente, las personas que se encuentran en naciones con escasez de agua, tendrá un incremento de 470 millones a 3.000 millones en el año 2025 (PNUMA, 2003).

E. Índices de la calidad del agua

MINAGRI (2018) alude que, en nuestro país, la medición del agua se lleva a cabo por medio de comparaciones entre criterios con valores predeterminados en el ECA, conforme a la clase del elemento de agua externo respectivo; lo que establece que lleve o no cabo, especificando solamente los criterios y respectiva concentración. No obstante, dicha medición es incierta al momento de determinar o especificar el grado de calidad del agua del medio hídrico, en otras palabras, cuando el agua se encuentra en calidad óptima, buena, intermedia, inadecuada o demasiada inadecuada. Los Índices de Calidad de Agua (ICA), son instrumentos numéricos que comprende datos de distintos criterios, haciendo posible cambiar enormes proporciones de información en una sola escala de medición de calidad de agua. Según la OECD, los criterios ambientales poseen dos importantes roles:

1. Disminuyen la cantidad de mediciones y los criterios que por lo usual se necesitan para realizar una idea precisa de un contexto.
2. Abrevian el mecanismo de comunicación de los frutos de la evaluación.

En este aspecto, los ICA's son instrumentos esenciales para gestionar la calidad del agua puesto que hace posible difundir datos de modo sencillo acerca de la calidad a los responsables correspondientes y a la comunidad; reconocer y realiza una comparación de los estados de calidad del agua. Por lo antes mencionado, esta escala ha sido empleada de manera general a partir de su concepción y utilizado por distintas naciones. Diferentes escalas

han sido elaborados y utilizados en diversos estudios para categorizar la aptitud de las sustancias para los diferentes empleos, cada uno de estos posee cualidades particulares y por lo general obtienen resultados favorables en las áreas donde se consiguieron.

Una clasificación bastante utilizada es el planteado por el Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME_WQI) donde plantea una medición más completa de la calidad del agua en un cierto tiempo considerando la cantidad de criterios que exceden un modelo de referencia, la cantidad de información que no va acorde al modelo y el impacto de adelanto. Es importante mencionar que esta técnica resalta su adaptación en relación al tipo y cantidad de criterios usados. Por su desarrollo metodológico, la planeada del ICA elegido de la medición de diversos criterios empleado en demás naciones, es adecuado ya que posibilita adecuada todo lo que abarca su establecimiento y medición, como los datos esenciales, la tipificación de los elementos de agua (la clase debe ser medida conforme a la normativa) y los ECA – Agua, como responsable en el tema del agua en el Perú tiene: conjunto de datos, instrumentos y normativas, sin necesitar a otros medios de referencia de otras naciones.

También solicita una menor cantidad de datos con respecto a la proporción de índices que se consigue en un control para la medición de la calidad del agua, por lo tanto, el ICA cuenta con la competencia de sintetizar y reducir información y cambiar los datos volviéndola de fácil interpretación.

En este sentido, Suarez (2020) basándose en BALL AND CHURCH (1980) conceptualiza al ICA del agua, es básicamente un término sencillo cuya mezcla es bastante compleja de una cantidad de variables. De igual forma es posible conceptualizarla como un rango, cantidad, explicación oral, un símbolo o un color, dependiendo del uso al que se quiera dar para ser entendida fácilmente en representación de un listado de cantidades numéricas.

Aunque, el ICA del agua es una herramienta que intenta informar datos, su empleo resulta muy útil para los diversos estudios relacionados a la ingeniería ambiental, sanitaria, biológica y de la gestión de recursos hídricos o inclusive otras ramas que se familiaricen con este tema, existe uno que otro profesional que logra tener una idea muy clara sobre los índices de contaminación inmensa, media o nula, de fácil captación y abstracción.

F. Finalidad de la evaluación de la calidad del agua

Según Montalucía & Sánchez (2021) puede medirse por medio de diversos factores, resumidos de la siguiente forma:

- a. Comprobar en caso de que la condición del agua examinada es la correcta para la finalidad que desea darse.
- b. Establecer la inclinación en la calidad del agua y la valoración del efecto como son el descargo de organismos capaces de degradar los recursos naturales o el impacto de las valoraciones de reparación.

Evaluar la afluencia de nutrientes o contaminantes, o medir el ambiente que está más allá del fondo visible de la calidad de los entornos acuáticos.

G. Pros y contras del índice de calidad de agua

Según Suarez (2020) citando a ALL Y CHURCH (1980), señalan los pros y contras que tiene el índice de calidad ambiental:

a. Pros

- Logra un significado bastante complejo y mínimo volviéndola de fácil entendimiento.
- Hace que la gran variedad de indicadores ambientales pueda ser difundida fácilmente.
- A través del estudio producto de su investigación, es de gran ayuda a los investigadores que tratan con las normativas presentes.

b. Contras

- Es posible que aproxime excedentes que puede terminar en evaluaciones parciales, producto del peso de ciertas variables.
- Al evaluar un solo índice no logra ser una muestra de la dinámica total del sistema, además puede mostrarse como incorrecto para el suministro, aunque puede mostrarse correcto para lo recreacional y además para el crecimiento de la vida biota acuática.

El estudio está restringido en intervalos estacionales, por lo que no se lograría una lectura clara en lugar y tiempo específico.

H. Evaluación de la calidad del ambiente acuático

IMARPE (2018) menciona que el Programa de calidad del Ambiente Acuático, del Área Funcional de estudios Marino Costeras, desarrolla estudios esenciales, como también recolecta y estudia datos secundarios, de tal forma que se utilice de instrumento para establecer decisiones, a cargo de los responsables ambientales que son parte del Sistema de Información ambiental (SINIA). De igual forma, con la organización del Ministerio del Ambiente, interviene en temas como la evaluación de pasivos ambientales producidas por

las industrias que generan incidencia en el ambiente oceánico para la distribución del Canon y SobreCanon.

La investigación realizada en relación a este programa ayuda además como soporte al programa de ampliación del límite acuícola, para la disposición de zonas marinas, en el cultivo de seres acuáticos. Además, el programa plantea opciones de previsión, moderación, recuperación o reposición de los ambientes acuáticos y costeros de importancia para la nación, establece la guía para seguir las dificultades ambientales en zonas o ambientes tácticos, para proporcionar datos predictivos, avisos y asesorías a la población, por medio de mapas de contenidos en el portal institucional. En el país el programa responsable de plantear direcciones de carácter científico para determinar modelos de administración, preservación de la calidad del ecosistema acuático costero de la nación.

El blanco más importante es medir, reconocer, y enumerar las incidencias que causa las acciones del hombre en los ambientes acuáticos y costeros, a través de investigaciones ordenados y de múltiples disciplinas, que posibiliten determinar los impactos de acciones del ser humano sobre los ambientes marinos y avisar sobre su alteración, declive o desgaste que ha tenido el medio ambiente afectado.

También, se investiga la organización y vínculos eficaces de poblaciones entre mar y tierra y submareales, y su vínculo con el empleo del terreno costera.

Investigación de normas ecológicas utilizadas en el análisis ambiental y a la definición de los problemas en los ecosistemas.

Los estudios hechos por Laboratorios expertos que tienen bajo su cargo IMARPE.

I. Indicadores microbiológicos de calidad de agua

Ríos, Agudelo y Gutiérrez (2017) mencionan que son seres cuya conducta es semejante a microorganismos patógenos que proceden, concentran, viven y reacción a elementos externalizados en su mayoría. Su existencia establece que existan patógenos y hace posible realizar comparaciones sobre su impacto a transformaciones de Ph y temperatura o empleo de recursos tangibles o químicos de purificación, con la superioridad que puede cultivarse de manera fácil y son reconocibles, y factibles en términos económico. Necesitan de reconocimiento y medición de microorganismos por clasificaciones adecuados a intervalos que evalúan la calidad de esta sustancia y, pese a que los datos microbiológicos logrados desde una investigación no sustituyen los estudios fisicoquímicos, minimiza costes y brinda datos para así poder llevar vigilancia a agua y su calidad.

Es importante que dichos indicadores cumplan requisitos para ser reconocidos como tal: contar con agua no pulida y conservar una relación de su presencia con los otros patógenos, en gran cantidad. Es necesario que sobrevivan más tiempo en agua y tener una mayor resistencia a elementos extrínsecos que los patógenos, sin tener que ser patógenos y no puede tener reproducción en animales poiquilotermos. Otra cualidad bastante resaltante es su sencillez, veloz y económico separación, calificación y reconocimiento y de ser necesario contar con pautas microbiológicas generales internacionalmente. Es necesario que estén en forma continua en las materias fecales y estar vinculadas a aguas residuales; encontrarse repartidos de casualidad en muestras y tener una mayor resistencia a la contención de su proliferación por demás especies. No existe un microorganismo que pueda ser un indicador oportuno puesto que existen diversos grupos de patógenos que posiblemente sea transmitidos por esta sustancia. Dichos grupos vinculados con afecciones de transmisión hídrico es posible que sean causados por bacterias, virus, parásitos y, un menor impacto, micótico.

Teniendo como sustento las guías planteadas los índices microbiológicos de polución del agua por lo general han sido bacterias de flora saprófita intestinal. En ciertos casos, de procedencia animal (por lo general por explotaciones marinas), son un elevado impacto zoonótico, donde se muestran en gran cantidad los estreptococos fecales y parásitos.

J. Riesgos en aumento: contaminación y degradación de la calidad del agua

Programa Mundial de los Recursos Hídricos - WWAP (2009) menciona lo siguiente:

- Pese a que se ha obtenido avances en ciertas regiones, la polución de esta sustancia va aumentando en el mundo.
- Alrededor de un 80% de aguas residuales en naciones subdesarrolladas son afluidas sin ningún proceso, puliendo ríos, lados y áreas de la costa.
- En la gran mayoría de industrias, principalmente aquellos que generan más impacto al medio ambiente (por ejemplo, la industria química y de cuero), están desplazando a naciones con elevados ingresos a naciones subdesarrolladas.
- Aun cuando se tiene previsto un aumento regular de la población campesina de continente asiático para las siguientes dos décadas, la población de la ciudad tendrá incremento posible de más del 50% antes del año 2025; lo que tendrá un impacto en las previsiones sobre el estrés hídrico.

- En el año 1998, alrededor de un 90% del ambiente acuático y costeros del Mar Báltico se vieron amenazados por la zona acaparada o minimización de calidad del agua a causa de la eutrofización, contaminación, la industria de la pesca y asentamiento.
- En la actualidad, aproximadamente 70 millones de individuos en la nación de Bangladesh se encuentran amenazadas por agua que poseen más de 10 microgramos (límite establecido por la OMS) de arsénico por litro.
- La contaminación natural de agua potable por este elemento químico hoy en día es considerada como un riesgo para más de 150 millones de individuos perjudicados por 70 naciones de todo el mundo.
- Una investigación actual sobre agua potable hecho por la República Francesa calculó que más de 3 mill. de individuos (5.8% de la población) se encontraban expuestas a aguas donde las calidades no están bajo los estándares de la OMS.

K. Procesos que afectan la calidad del agua en una quebrada

Suarez (2020) señala que existen diversas técnicas, actividades que se generan en una quebrada cuyo impacto ha sido trascendental en la calidad del agua, mencionamos lo más importantes:

- a. Existe una gran cantidad de requerimientos de subproductos agroquímicos en reducidos espacios.
- b. La ausencia de una gestión, falta de conocimiento íntegro en la distribución de los residuos sólidos originarios del sector agrario, actividades domésticas, que terminan en el cauce del río.
- c. La degradación de la estructura del suelo percibida ha generado un impacto en particular en sus cualidades físicas, y es uno de los responsables de la formación de la erosión hídrica, además impacta en su capacidad de infiltración y altera la infiltración superficial. Si es muy rápida la infiltración es producto de la escasez de vegetación, sumando el poco esfuerzo de conservación de los suelos no existe una adecuada infiltración, lo que genera que el caudal del ojo de agua tenga un deterioro notable de la población que se provee.

El uso del suelo es un factor que ayuda a la escorrentía de un terreno; mejor dicho, cuando una microcuenca tiene una vegetación apropiada sobre el suelo, será posible que la escorrentía logre llegar a los conductos de drenaje pausadamente y sin mayor traslado de sedimentos (Córdoba 2002).

La transmisión de malas costumbres a lo largo del tiempo ha generado un impacto en el ambiente; las tierras en la actualidad tienen un nivel alto en degradación, productos de las cosechas de hortalizas y granos básicos; que han ocasionado la transferencia de químicos agroindustriales residuales por medio de la escorrentía superficial proveniente de siembras que se hallan en la superficie de las microcuencas, sumándole a ello hay un incremento considerable de deforestación que ha venido realizando el hombre y la escasa flora genera que los residuos sólidos de las actividades agrícolas se trasladen con facilidad (Córdoba, 2002).

Un factor muy perjudicial que afecta a los arroyos y quebradas son los residuos originarios de los concentrados de los productos químicos agrícolas, ello se debe a que los agricultores están dejando en las tierras basura y detergentes, este último relacionado al lavado de ropa en los ríos, sumando a esto la polución por el empleo de plaguicidas utilizados en la higiene de las bombas, mochilas y desperdicios.

L. Importancia de la conservación de los ambientes acuáticos

Romero (2017) menciona que la ONU resaltó en la actualidad la relevancia de los medios ambientales de costa y marinos como acopio de CO₂, e exhortó a su preservación e investigó como instrumentos naturales en oposición al cambio climático:

- Importancia en organismos vivos

Las clases de biomas y naturaleza que están en cada zona aérea, terrestre y acuático, en el cual se puede hallar un grupo de organismos como vegetales, animales y personas, donde alberga de un gran entorno de naturaleza donde se tiene energía solar, aire, agua y el territorio.

- Relevancia en el ecosistema

Por lo general se oye acerca de los biomas y del ecosistema, aunque en la gran mayoría de ocasiones estamos exentos de este tema, y no tenemos conocimiento de su significado por tal motivo se conceptualiza al medio ambiente como: población de vegetales, animales y demás seres vivos (integrando a las personas) que dependen unos a otros con el ecosistema que los rodea. Mejor dicho, las personas son parte del medio ambiente, y también dependen estos de sus elementos, cuando existen cambios, los efectos impactan en cada ser vivo.

- Importancia de los ecosistemas

Cada bioma o medio ambiente tiene claras diferencias ya que su vegetación excede o que animales lo albergan, como en el caso de los desiertos donde se halla vegetación y animales ya adaptados a estos ambiental tales como el cactus, culebras, insectos, y demás que es mantiene altas temperaturas, existe poca agua y las plantas casi no existen; estos al mismo tiempo están en un medio ambiente terrestre puesto que se hallan en el suelo, y cuya razón de adaptación a ese ambiente como diversa vegetación y animales que adecuaron a ambientes marinos tales como las clases de peces, algas, anfibio, hasta aves.

M. Cambios en los ecosistemas acuáticos

Sánchez, Herzig, Peters, Márquez y Zambrano (2007) mencionan que el principal objetivo de la preservación es conservar los medios naturales en buenas condiciones de composición de especies autóctonos, de su propia organización y de funcionalidad homeostática propia, teniendo en cuenta las acciones del ser humano como elementos de sus procedimientos ambiental.

La prueba que se ve a diario para todas las personas, refleja que la trayectoria que ha continuado un crecimiento económico ha generado transformaciones fuertes en la mayoría de los medios marinos. Un elemento aparte que resalta la incertidumbre en relación a los biomas marinos es que, inmediatamente quebrados sus tiempos naturales de equilibrio, a la velocidad de reparación de ciertos es posible que sea lento, donde indudablemente es posible que se encuentran en gran peligro de extinción de ciertas especies y comunidades bióticas bastante delicadas, y es posible sea vean comprometido con el bienestar de las personas.

Ha tomado varios millones de años, el desarrollo de los elementos de agua.

Por desgracia existe un par de perverso, el interés económico que existe y da ventajas a los derroches de agua, más resalta el poco interés de la sociedad por no tener en cuenta que no es posible recuperar la riqueza de los ambientes marinos y los medios de vida silvestre únicamente marinas. Las incidencias de dicha sinergia negativa están representadas por el poco interés de la sociedad hacia ello.

Es hora de que las comunidades y sus estados identifiquen que no es posible ocultar el desgaste de los biomas marinos poniendo establecimientos donde ciertas plantas de tratamiento que por lo general no cubren la demanda y que, aparte, la carencia de mantenimiento finaliza por sacarlas de juego.

Menos aún dará frutos “sembrar” especies de peces y demás seres exóticos a la nación, que tienen la capacidad de tener supervivencia a agua de poca calidad y que, también, en la

mayoría de casos llegan a ser competidores o depredadores para especies autóctonas, o seres totalmente ajenos a los biomas naturales locales.

Para finalizar, aparte de la incertidumbre por salvaguardar el activo de la diversidad marina, consiste en conservar la gran fuente de medios viables para el desarrollo humano, comprende lo monetario. Consiste en identificar que la generación de constante cambios fuertes, como la preservación de campos ribereños y la deshidratación de lagunas, para dedicar más tiempo a campos despojados en la agricultura, será una compañía poco útil con los beneficios que tiene que la población recupere el interés en sus humedales y demás biomas marinos, lo cual sin duda posibilitará tener una buena calidad de vida en un periodo más largo.

Consiste en preservar condiciones óptimas de apariencia, sus elementos fisicoquímica, la esencia y la velocidad de las transformaciones naturales, la gran diversidad nativa (genésico, orgánico, comunidad, de especie y de poblaciones) y la funcionalidad de biomas marinos. Todo lo antes mencionado es requisito previo para conservar la disponibilidad continua, la riqueza y la belleza de las aguas.

N. Clasificación de los ecosistemas acuáticos

Castañon (2012) menciona lo siguiente:

➤ Biomás de agua dulce

1. Lagunas y estanques

Las lagunas y charcos son concavidades en la capa superficial de la tierra que se compone de aguas detenidas. Es posible que su hondura vaya de 1 a 2000 m. Probablemente su proporción sea menos a una hectárea en lagunas chiquitas hasta mil km² de lagos más grandes.

En un lago de gran volumen se diferencian por estas zonas:

- Zona litoral: donde existen plantas enraizadas por toda la orilla.
- Zona limnética: aguas abiertas con organismos marinos contenidos por plancton.
- Zona honda: donde alberga seres que no producen su alimento propio por la escasez de luz para que se realice la fotosíntesis.

De acuerdo a la demasía de nutrientes en una laguna se pueden diferenciar los siguientes tipos:

- a) Eutróficos; son las aguas fértiles en nutrientes lo que hace posible el crecimiento de algas.
- b) Oligotróficos; sus aguas tienen poca fertilidad de nutrientes y, por ende, no existe proliferación de algas, donde se observa aguas claras y se visualiza la luz fácilmente, existe oxígeno en gran proporción de flora y fauna que es común en aguas muy oxigenadas.

2. Arroyos y ríos

Se conceptualiza al arroyo como un flujo de agua que por lo general circula constantemente, cuya diferencia con un río, es su poco caudal, que inclusive escasea en temperaturas altas (verano), está sujeto a los tiempos de lluvia para su existencia.

Un río se conceptualiza como un flujo de agua que circula constantemente. Tiene un caudal establecido, en pocas ocasiones es continuo. La desembocadura es la parte en la cual termina un río. Por lo general, los ríos, principalmente los de gran proporción, están divididos en las siguientes partes:

- a) Curso superior: en el cual emana el río.
- b) Curso medio: zonas o áreas donde el río se está erosionando y donde se ha depositado alguno de sus pozos tienden a alternarse.
- c) Curso inferior: Es el tramo de río que discurre por la llanura, muchas veces serpenteante.

3. Humedales

Los humedales se conceptualizan como biomas complejos que tienen participación como interfase entre las comunidades terrestres y los marinos. Son climas fértiles en diversidad biológica y con gran volumen de productividad que envían enormes números de nutrientes del ambiente acuático.

Los humedales por su categoría biológica están integrados por áreas geológicas diferentes: ciénagas, esteros, marismas, pantanos, tuberías, como también en áreas de costa acuática que tienen inundaciones frecuentes por manglares.

4. Embalses

Un embalse es la aglomeración de agua generada por una congestión en un cauce fluvial que cierra incompleto o en su totalidad. Las cualidades tangibles esenciales de un embalse son los recodos de volumen, el recodo superficie inundada o un caudal regulado.

Los volúmenes propios de los embalses se relacionan a base de los niveles mencionados a continuación:

- Volumen muerto
- Volumen útil
- Volumen de laminación

➤ Ecosistemas marinos

1. Océanos

El mar ocupa una superficie del 71% de la tierra, donde el océano pacífico es de mayor proporción.

Las principales características de los océanos son los siguientes; la tensión, oleadas, mareas, cada una de estas son relevante:

- El viento que sopla encima de una superficie ocasiona olas.
- La atracción de gravedad que se produce entre la luna y el sol ocasiona mareas.

2. Marismas y manglares

Una marisma se conceptualiza como un bioma remojado donde alberga vegetaciones herbáceas que se desarrollan en las aguas. A diferencia de una marisma una ciénaga, está compuesta por árboles en lugar de herbáceas.

Un manglar es un lugar donde habita cierto tipo de ecosistema, integrado por árboles que soportan la sal que están en un área intermareal próxima a la boca de un río de extensión tropical de la tierra.

3. Estuarios

Se conceptualiza como el área más amplia y honda de la boca de un río en un océano, por lo general en área en el cual las mareas poseen gran amplitud. El desembocadura de un estuario se encuentra integrada por un lado hondo en cual se forma un embudo ensanchado. A menudo, hay playas en los dos lados, donde la retirada de las aguas posibilita el desarrollo de ciertas vegetaciones que son tolerables a la sal.

4. Arrecife de coral

Es una clase de banco de arena que se forma en aguas tropicales. Son organismos firmes de costas terrestres. Dichas áreas tienen una corriente constante de nutrientes, lo que las transforma en ecosistemas oportunos para una buena parte de especies marinas.

Hay diversas clases de corales: corales blandos y corales duros, conocidos comúnmente como corales pétreos.

O. Calidad y cantidad en una cuenca hidrográfica

De acuerdo con Suarez (2020) citando a Faustino (1996), la superficie del terreno es un límite causada por las partes elevadas, montañas y cerros, conformada por una estructura de drenaje superficial, debido a la existencia de precipitaciones de lluvias, que da forma al escurrimiento de un río que fluyen a otros ríos principales o más grandes, lagos o mares.

Por otra parte, una cuenca hidrográfica se forma por la devastación de un sitio poblado de árboles, agua y suelos, generando deterioros en las aguas superficiales, que se ven reflejadas de forma directa en la cuenca y sus alteraciones imprevistas de forma temporal en flujo y baja calidad de agua de los ríos.

Ramakrishna (1997), menciona que los elementos de la naturaleza que están en una microcuenca (agua, suelo, biodiversidad) son renovables si logran ser sustituidos naturalmente o a través de la participación del hombre. O lo opuesto, son los medios no renovables que en el tiempo no pueden ser sustituidos debido esencialmente por las actividades hechas por el hombre.

P. Algunas consideraciones del agua

Según Merino (2022) la demanda de agua ha aumentado un 1% desde la década de 1980, debido al crecimiento de la población y una combinación de impulsos socioeconómicos y diferencias en los patrones de consumo de acuerdo a las estadísticas del WWAP. El uso y consumo mundial de agua seguirá aumentando desproporcionadamente hasta mediados de 2050, y el uso y consumo de agua aumentará entre un 20% y un 30% por motivo del uso industrial intensivo.

Existe 1.1 mill. de gente a nivel global que no tienen agua potable y alrededor de 31 países sufren escasez de agua, y 2 de cada 5 personas no tienen acceso a saneamiento.

El agua es un insumo importante, continuo y no renovable, agotable para diversos ecosistemas, esencial para la continuación de las actividades y la conservación de la existencia en el planeta, es usada todos los días en diversas actividades, pero su variación

está relacionada con la contaminación humana, así como con el abuso y la poca atención a la misma.

Los recursos hídricos son el elemento más abundante y único de la vida y su desarrollo; considera que su disponibilidad sigue siendo importante y se prevén conflictos en el futuro para adquirir este valioso recurso.

Asimismo, alrededor de 8.5 mill. de las personas no cuentan con agua potable directa. El consumo promedio por persona en el 2020 en Perú es entre 170 y 200 litros por día (SEDAPAL, 2022).

Las preocupaciones comunes entre las naciones subdesarrolladas y las naciones del tercer mundo es el agua de calidad óptima al borde de la extinción, el impacto de la hidrología cambiante y la propagación de especies invasoras, todos estos sucesos perjudican la calidad, y con efectos nefastos para las poblaciones que usan estos recursos de agua como fuente principal, lo que aumenta las limitaciones de los recursos hídricos (ONU, 2018).

Q. La calidad del agua

Carreño, Andrade y Díaz (2021) indican que los factores ambientales y las distintas acciones económicas afectan la calidad del agua, afectando básicamente al medio ambiente y a la población mundial, por esa razón la ONU planteó el tema de la calidad del agua en la agenda, como los Objetivos de Desarrollo del Milenio, es asegurar diferentes usos sin contaminación, para lograr la sostenibilidad del medio ambiente.

Es importante el agua, sin ella no sobreviven, cada persona trata de asentarse sobre este recurso (lagos, ríos, lagunas, ciénagas). Saber de las diversas concentraciones de calidad del agua ayuda al análisis de sus particularidades para una aplicación particular en una operación dada, considerando el predominio de sales solubles que se encuentran en el agua, dependiendo de la calidad del agua, su origen y estructura química. Los iones más solubles en agua son los siguientes: el calcio, sodio, magnesio, sulfato, nitrato, cloruro, boro, carbonato y bicarbonatos. El rendimiento del agua se basa en el número de iones disueltos en ella, del mismo modo como de las particularidades del suelo.

R. Calidad de agua superficiales

Santiago (2022) señala que el agua superficial se forma a partir de la precipitación que, si no se infiltra en el suelo, puede estar latente en forma de lagos, lagunas y pantanos, o en constante movimiento en forma de ríos, arroyos o manantiales.

A nivel nacional, la disponibilidad de aguas superficiales es relativamente alta, considerando su desigual distribución. Sin embargo, su calidad no es satisfactoria en todas las regiones hidrográficas. Las principales razones de su mala calidad son el sistema inadecuado de aguas residuales domésticas, el descargo de aguas residuales sin tratamiento, la disposición inadecuada de residuos sólidos, las obligaciones ambientales (minería, hidrocarburos, agricultura y residencial) y las particularidades naturales. Es importante señalar que estas particularidades pueden variar en el tiempo y el espacio, puesto que es una mezcla de fuerzas naturales y artificiales.

El D.S. N° 002-2008 del Ministerio del Ambiente en el Listado 4 (Protección del medio ambiente de lagunas, lagos, ríos y arroyos forestales) es una norma que establece los límites aplicables para la evaluación de las aguas y su calidad. Por este motivo, en el año 2015 el Ministerio del Ambiente dio la aprobación de los ECA para Agua; conteniendo disposiciones para su uso, para salvaguardar el entorno y la salud, debido al cumplimiento del parámetro que define el uso que se le puede dar a un cuerpo de agua (Ministerio del Ambiente, 2015).

S. Contaminación del agua

Espinoza (2020) menciona que la contaminación del agua se establece por los contaminantes orgánicos o inorgánicos en el ECA. Las razones de las constantes contaminaciones están sujetas con la toxicidad y el oxígeno escaso en el recurso. La toxicidad se mide por la intoxicación de metales y otros productos orgánicos por parte de los organismos vivos.

En las plantas la infraestructura no es sincrónica, existe una sobrecarga de aguas residuales, lo que resulta en que las aguas residuales después del tratamiento superan los estándares máximos permitidos (LMP) y los ECA no se respetan.

El agua residual, es agua la cual sus propiedades oriundas se han alterado por cualquier acción de la persona y debido a su calidad, tiene que tratarse antes de ser reutilizada, vertida a aguas naturales.

Las aguas residuales domésticas, son aguas residuales oriundas de la residencia y comerciales que tienen residuos fisiológicos, incluso de actividades humanas, y tienen que eliminarse de manera apropiada.

T. Uso de ICA

Fuentes (2021) alude que a través del uso de los ICA se consiguen datos importantes sobre las particularidades del agua de un cierto sistema fluvial en un determinado tiempo, de

manera global y sencilla, ya que es un instrumento práctico que permite la simplificación de los resultados de muchos parámetros en un solo valor generando un número, clasificado en una escala predeterminada, representada por un valor cualitativo específicamente. No obstante, el estudio sobre ICA en nuestro país es aún limitado en comparación con la diversidad de métodos existentes.

Los Índices de Calidad del Agua mezclan diferentes variables dependiendo del método utilizado y su propósito de aplicación (agua para las personas, reservorios naturales, entre otros), estos parámetros son fisicoquímicos, inorgánicos, orgánicos, mecánicos y biológicos, la selección se basa en la evaluación que establezca el procedimiento elegido; siendo el resultado derivado por su uso, el único valor final descifrado cualitativamente según una escala predeterminada.

El Consejo Canadiense propone hacer una evaluación del estado del agua en un periodo de tiempo específico, usando como elementos la cantidad de medidas que aventajan el límite establecido en el tipo de calidad de referencia, y en la información que no es consistente con el estándar mencionado anteriormente. Adaptar este método de acuerdo a los contextos naturales, los requerimientos, las operaciones sociales y económicas, y el marco legal partiendo del enfoque de los recursos hídricos de la nación se refleja en el ICARHS, que estaba representado por la Dirección Nacional de Agua en 2020, para presentar una solicitud en Territorio Nacional.

En este método de sintonización se incluyen 20 parámetros, que por su naturaleza se agrupan en: fisicoquímicos orgánicos y metales, según la categoría especificada para el agua que se evalúa.

U. Características microbiológicas del agua

Según Vilca (2022) la microbiología depende de la identificación de microorganismos que afecten de manera directa a los humanos o, por su presencia, pueden indicar la posibilidad de otros microorganismos.

- a. Coliformes: Son bacterias que se hallan siempre al rededor y en las heces de todo animal con sangre calientes y personas. No existe la posibilidad de bacterias coliformes iniciadoras de posibles enfermedades, pero el hecho de encontrar en el agua puede dar señales de que los organismos que causan la enfermedad (patógenos) pueden estar en el agua.

- b. Coliformes totales: Aquí se encuentran las bacterias que están en el suelo, en el agua afectada por aguas superficiales. Al encontrarse coliformes totales en el agua, es probable que el origen sea el ambiente. La contaminación fecal no es posible que exista.
- c. Coliformes fecales: Este es un grupo de todas las bacterias coliformes encontradas en los intestinos o heces.

V. Tipos de agua residual

De acuerdo con Moncayo y Zambrano (2018) el agua residual puede que provenga de diversos sitios, por lo que, según la fuente, se dividen de la siguiente forma.

Aguas residuales domésticas. Derivan de zonas residenciales (incluidas las aguas residuales de cocinas, baños, lavaderos y desagües de piso) y áreas comerciales, incluidas oficinas y áreas de recreación. A menudo se acumulan en las alcantarillas públicas. Las aguas residuales domésticas (sanitarias) generalmente se cuantifican usando agua, y se sabe que solo del 70% al 90% del suministro de agua ingresa al sistema de alcantarillado. Este tipo de aguas, generalmente no tienen sustancias nocivas; pero tiene diversos agentes infecciosos, por su importancia primordial como servicios de saneamiento e higiene, estas son aguas con altos niveles de amoníaco y nitrógeno provenientes de las heces, lo que les da la opción de ser purificadas por distintos métodos biológicos.

Las aguas residuales industriales. Se usan en procesos de las industrias y han producido productos que contaminan, como consecuencia de dicho uso. Tiene una calidad cambiante y la práctica necesita una investigación especial para cada industria.

Aguas residuales municipales. Estas aguas proceden de zonas residenciales, establecimientos públicos o recreativos, establecimientos comerciales o afines. Las aguas residuales municipales nuevas y recién formadas tienen un color gris y un aroma a queroseno, pero después de un periodo se vuelven sépticas y tóxicas con un aroma característico a sulfuro de hidrógeno y negro.

Aguas residuales comerciales. Estas aguas son derivadas de establecimientos comerciales como mercados pequeños, pequeñas fábricas que muchas veces están conectadas a las alcantarillas públicas.

W. Factores que influyen sobre la calidad del agua

Sánchez (2022) indica que puede estar sujeta a variaciones específicas según el uso de la tierra, el clima y la geología, así como variaciones estacionales, temporales y periódicas.

Entonces, es indispensable comprender estos esquemas naturales en varios grados con el fin de examinar las consecuencias en los humanos y el cambio en el clima.

Potencial de hidrógeno: Se concentran los iones de hidrógeno en el agua. Es recomendable que esta concentración en el agua sea siempre mayor, para que el valor de pH sea menor.

Temperatura: Es una medida física por la cual se mide la sensación de calor y frío. Partiendo del enfoque del microscopio, el grado de calor ambiental es representativa de la energía interna.

Oxígeno disuelto: Es necesario para la supervivencia de animales como animales acuáticos, flora, hongos y demás; por esta razón, se ha tomado en cuenta siempre como un indicador de un recurso de agua para sustentar la existencia acuática.

Sólido totales disueltos: Son los componentes disueltos que están en el agua natural mientras que la salinidad se refiere a los elementos iónicos. Su medida es en ppm o g/L, se ve afectada por el calor de grado ambiental y el pH o la solubilidad de la sal. Los STD, salinidad y conductividad están relacionados porque son medidas de soluciones disueltas en agua.

Turbidez: Índice relevante del agua de riego, puesto que proporciona información acerca del nivel de contaminación, dado que no detalla ningún contaminante concreto.

Demanda química de oxígeno: Se mide cuánto oxígeno se usan en los microorganismos con el fin de darle estabilidad a la materia orgánica, en circunstancias aeróbicas y en 5 días a 20 °C. En las aguas que son domésticas y residuales, la cantidad media de requerimiento químico de oxígeno de cinco días flutúa entre el 65 y el 70% de la cantidad total de materia orgánica fácilmente oxidable.

Nitritos: Son compuestos solubles, cuya estructura molecular está compuesta por nitrógeno y oxígeno. En el entorno, el nitrito a menudo se transforma de manera fácil en (NO₃-), lo que quiere decir que el nitrito rara vez se encuentra en las aguas subterráneas.

Nitratos: Son solubles, no tienen olor y es transparente, que tienen una composición molecular de nitrógeno y oxígeno, por lo que son elementos básicos e indispensables para el desarrollo de las plantas, por lo que se encuentran primordialmente en los fertilizantes.

Sulfatos: También se los conoce como esteres de ácido sulfúrico, derivan de la reacción del ácido sulfúrico con metales y carbonatos, o por oxidación de sulfuros.

Coliformes fecales: Especialmente llamados Gram-negativos, alteran la lactosa para producir ácidos y gases. Las bacterias coliformes fecales pertenecen al grupo frecuente de coliforme. La que más abunda en este conjunto es la *Escherichia coli*.

X. *Cuerpo receptor*

Alpino (2021) menciona que el cuerpo receptor es aquel cuerpo de agua en el cual es una descarga final de elementos líquidos, donde el ecosistema es donde llegar a estar como proceso final. Las aguas superficiales son consideradas como cuerpos receptores (Fraume, 2014).

Dentro de las dificultades visibles en la población en un plazo corto es respecto a la polución y disposición del agua, ya que es complejo sanear un cuerpo receptor luego de ser contaminado, lo que resulta más sencillo es impedir la descarga de efluentes y si es posible no producir vertimientos para ello se requiere de un tratamiento (Boehm et al., 2002), principalmente si el cuerpo receptor es un lugar de brota agua para poblaciones situadas aguas abajo puesto que no existe otra fuente que pueda utilizarse, mejor dicho, cuando los recursos son limitados (Marcano, 2002).

Y. *Carga orgánica total del agua*

Alpino (2021) menciona que la materia orgánica en el agua contiene muchos compuestos, tales como macromoléculas disueltas o coloides, partículas macroscópicas. De esta forma podemos definir la carga orgánica como el conjunto de compuestos de carbono que se hallan en un efluente, estos elementos (estructuras químicas) donde el carbono se une al hidrógeno y demás compuestos (cloro, fósforo, nitrógeno, oxígeno, azufre, entre otros).

El hombre ha sido participe del aumento de carga orgánica de diferentes fuentes acuáticas por medios de dos principales procesos, el primero es la agregación de compuestos orgánicos integros que pueden observarse en las alcantarillas, y el segundo, la adición de fosfatos y nitratos a las aguas que lo fertilizan, de esta manera favorece al incremento de desarrollo de algas y de forma ocasional produce un aumento de la carga material descompuesta en el momento en que los organismos y algas mueren (Will, 2012).

2.2.2. Variable independiente: Calidad ambiental

A. *ECA*

Espinoza (2020) manifiesta que los ECA son aplicados a las áreas (cuencas) para garantizar que la calidad de factores tan importantes como es el agua, asimismo el aire, o finalmente el

suelo, no impongan algún tipo de riesgo alto para las personas, la salud o el entorno. No se requieren legalmente para una acción o individuo, pero se tienen que programar planes de acción para garantizar que las emisiones se mantengan por debajo de los niveles reglamentarios.

Son herramientas para gestionar el ambiente que incluyen responsabilidades hacia la comunidad y su salud, como también la calidad ambiental en la que nos encontramos, permitiendo a los reguladores ambientales desplegar medidas de control y seguir los impactos creados por las acciones de las personas.

Un Estándar de Calidad Ambiental es una medición que determina los niveles o concentraciones de diversos factores existentes en el suelo, agua o aire, en su estado de actitud receptiva. De acuerdo al parámetro establecido, esta concentración puede variar de máximo a mínimo o rango.

B. Algunos conceptos de la calidad ambiental

Según Guzmán (2019) es importante establecer de antemano la definición de calidad ambiental, puesto que se deriva del concepto de valor y de un sistema valorativo. Estos conceptos son importantes ya que de su estructura deriva el paradigma completamente opuesto; como tal, el valor se usa para establecer la contribución de una actividad o artículo al logro de metas u objetivos específicos de una persona. El valor de una acción u objeto en particular se asocia con el sistema de valores de la persona, ya que establece la categoría relativa a la labor u objeto en cotejo con los demás. Este valor permite un sistema de medición que, en un modelo centrado en el ser humano, está controlado por parámetros científicos. Se vislumbra en el análisis de los problemas ambientales que varios conflictos ambientales pueden manifestarse debido a inconsistencias en la evaluación de daños ambientales y medidas de compensación. De ahí surge la idea de valor pragmático, que deriva de las teorías económicas hasta la exclusión de otros valores más diversos, incluidos los intrínsecos, socioculturales y ecológicos. Aquí se intenta ilustrar la calidad ambiental a partir de valores utilitarios y no utilitarios, porque, como se indicó al inicio, el medio ambiente es un sistema confuso formado por muchos factores y la primacía de un elemento. de lo contrario afecta la transparencia de los resultados.

A la fecha, en nuestro país se están realizando una serie de estudios que investigan la calidad ambiental, percibiendo que esta conlleva a la satisfacción de los requerimientos de la actualidad, para que respeten los principios del desarrollo sustentable. Este concepto,

contenido en el art. 41 de la Constitución Argentina, sugiere serios desafíos. Por una parte, la tarea de lograr el Desarrollo, por otra, en el intento de lograrlo, las capacidades del medio natural no están expuestas a amenazas graves e irreversibles, perjudiciales para la generación futura.

La cuestión de en qué medida los ecosistemas se ven afectados por las políticas y acciones que se les aplican en pos del desarrollo debe plantearse a partir de preguntas como: ¿Qué tipo de desarrollo queremos? ¿Cómo tenemos que calcular este desarrollo? y ¿Y de qué manera es la sostenibilidad de las políticas estatales o prácticas privadas que usan los ecosistemas como bienes, sustentan la vida, las acciones y los flujos?, ¿Cómo tomamos en cuenta los requerimientos de otras criaturas además de los humanos? ¿Cómo podemos saber cuáles serán los requerimientos de las generaciones futuras? ¿Cómo medir el impulso del cambio?

Una aproximación a estos problemas es utilizar indicadores cuantitativos y cualitativos de calidad ambiental. Estos revelan particularidades importantes del entorno físico o biológico que se mezclan con el fin de producir indicadores que brindan un sustento provechoso para tomar decisiones o controlar las políticas ambientales y de desarrollo. De igual forma, para resolver este inconveniente, es necesario considerar la relación entre los factores ambientales y sociales como inseparables; y el estado de un sistema complejo es ciertamente un desafío para la labor interdisciplinaria. Un enfoque para estos problemas es construir líneas de base, analizando el uso de la tierra y las interacciones entre ellos.

C. Importancia del monitoreo ambiental del agua

Durand (2022) menciona que diversos científicos, están de acuerdo que la vigilancia al medio ambiente es una herramienta, que ayuda a medir de forma constante el manejo ambiental en un lugar; pero la UNESCO señala que su eficiencia está sujeto a una selección apropiada de indicadores ambientales (físico, biológicos y socioeconómicos) cuantificables en diversos intervalos de tiempo, para contrastarse con la base referencial antes determinada. Por tal motivo, la vigilancia ambiental es un instrumento de manejo ambiental.

Si en el caso de que se identifiquen anomalías respecto a lo planeado, es necesario que se lleven a cabo acciones pertinentes para adecuarlos a los estándares propuestos. La evaluación del impacto del medio ambiente comienza a finales de la década de los sesenta en Norte América bajo el término de “environmental impact assessment” (E.I.A.), donde se implanta

los métodos iniciales en la interacción entre el hombre y el ambiente (de forma directa o indirecta), por medio de herramientas y acciones.

En últimas tres décadas, se han logrado importantes avances en los métodos cuyo fin es la prevención, disminución, además, la restauración del medioambiente y de los medios renovables, a fin de garantizar los enfoques de prevención para los diferentes proyectos factibles que se relacionen con el medio ambiente.

El científico Rodríguez (2002), recalca que la evaluación a los daños generados al medioambiente debe hacerse en una fase temprana, a fin de detectar, moderar y realizar los controles previos que las reglas ambientales sean vean favorecidas, y todo proyecto relacionado al medioambiente. De acuerdo con el autor, se debe poner atención que la inversión realizada a dichos proyectos se vea reflejada en el desarrollo del medio ambiente. Por tal motivo, es importante elegir métodos ambientalistas para diferentes sectores políticos de cada estado, para hallar la protección adecuada al medioambiente.

Suma, (2010), señala que las participaciones hechas en pro del medio ambiente deben ser puestas a cuenta por la población en general, generando compromiso en ella. En conclusión, el autor, describe y demuestra que todo proyecto relacionado al medioambiente debe tener una contribución y que ésta tenga los grandes alcances sociales, en pro de la sociedad y de los ecosistemas.

Los autores Erias & Álvarez (2007), resaltan la importancia de las normativas y políticas medioambientalistas, a fin de que guíen sus procesos, por tal motivo toman como ejemplo la EIA (Estudio de Impacto Ambiental), la cual es empleada para estos fines. Los recursos hídricos, han tenido un impacto nocivo por residuos que contienen materias dañinas, a razón de ello es complejo hallar un tratamiento adecuado para el daño que genera no afecte enormemente al desarrollo del medioambiente.

D. Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Llovera (2019), es un informe que posee como finalidad homogenizar métodos y procesos técnicos para el desarrollo de la evaluación de medios relacionados al agua.

Es de obligado cumplimiento nacionalmente puesto que ayuda para monitorear la calidad ecológica del agua tanto en aguas continentales (ríos, arroyos, lagos, lagunas, etc.) como costeras (bahías, playas, estuarios, manglares, etc.).

E. Valoración de la calidad ambiental

Germán (2018) señala que valorar la calidad ambiental implica convertir los efectos calculados en unidades heterogéneas a homogéneas, significa, unidades heterogéneas convertidas en unidades comparables, en una escala de 0 a 1 que representa la Calidad Ambiental. Un ejemplo claro es que el agua de un río es un factor ambiental: si tiene un buen estado de conservación, la calidad ambiental será cercana a 1, y si es muy malo, será cercano a 0.

En el caso de un parámetro determinado, la forma de su función de conversión cambia de acuerdo al entorno físico y socioeconómico, cambiando con el tiempo, dependiendo de un lugar y debe calcularse considerando los criterios técnicos aplicados en diseño y las obligaciones legales de la nación. Dentro del país en desarrollo, esto indica que a menudo aumenta los requisitos del entorno, lo que significa que las funciones se vuelven de izquierda a derecha, en principio, la función se contrarrestará al tipo de consentimiento entre la racionalidad técnica y social, también argumenta que las F.T todavía estarán en su distribución, lo que puede variar sus medidas con el tiempo y en algún número.

F. Estándar de Calidad Ambiental para Agua

El Ministerio de Agricultura y Riego (2020) menciona que tiene cuatro categorías y 17 subcategorías. De estas, tres categorías y cuatro subcategorías se aplican a grandes recursos hídricos superficiales. Como es:

Categoría 1: Población y Recreación

a. Subcategoría A: Agua superficial que se usa para producir agua potable.

Categoría 3: Riego de vegetal y bebida de animal

a. Subcategoría D1: Agua para regadío de vegetales.

b. Subcategoría D2: Agua para consumo de animales

Categoría 4: Preservación de ambiente acuático

c. Subcategoría E2: Río

G. Medición de la calidad ambiental

Salas y Segura (2022) aluden que, en la gestión ambiental, existen muchas herramientas preventivas que pueden mostrar de manera integral el estado actual del medio ambiente; y que estas herramientas de prevención incluyan identificar, evaluar, mitigar y prevenir los

efectos que puedan tener las actividades. Una de estas herramientas de gestión del agua con el llamado “ICA”, se utilizó primitivamente hace 150 años, cuando la ausencia o presencia de agua se consideraba un indicador del estado del agua presenciando ciertos organismos en ella, haciéndolo o no idónea.

Se utilizan indicadores que comunican fácilmente los resultados sobre la calidad del recurso a los mandos como a las personas en general. Los ICA's se utilizan para brindar estimaciones confiables y a corto plazo del estado de las aguas estudiadas. Esto significa que permiten una evaluación cualitativa del agua que se analiza.

Los índices de calidad además se utilizan con el fin de categorizar la idoneidad de un recurso y sus diversos usos. Hay diversos indicadores utilizados en diferentes países como EE. UU., Brasil, Chile, Colombia, México y etcétera. En nuestro país, uno de los indicadores más confiables es CCME_WQI, y eso es lo que usamos en este estudio llamado ICARHS.

H. Calidad ambiental del agua

Quispe (2020) menciona que son las peculiaridades que debe tener el agua según su uso; a la luz de ello, se han establecido estándares y extremos permitidos en las reglas locales y globales, clasificados según el propósito de uso, tipo de agua y parámetros considerados para avalar la seguridad de esta fuente de agua. Cuando existe irregularidades, se deben seleccionar diferentes métodos de tratamiento, dependiendo de su uso y la contaminación principal del recurso.

La OMS (2011) dice que el agua para consumo de las personas es el agua que cumple con las exigencias de las normas de calidad de agua potable aprobados. Del mismo modo, con el fin de avalar que dicha agua sea adecuada para el uso humano, a menudo se utilizan parámetros patógenos como bacterias, virus y parásitos como indicadores de calidad.

I. El modelo de calidad ambiental para agua que es un indicador ambiental

Flores (2020) alude que se agrupa en tres categorías los indicadores ambientales, nombrados por Quiroga que se enumeran posteriormente:

- Impacto Ambiental y Social (I/E), seguimiento del impacto/impacto de las actividades de las personas en el medio ambiente e inversamente.
- Respuestas ambientales (R) son las medidas y respuestas sociales tomadas para mejorar el medio ambiente.

- El progreso en el camino, son indicadores prospectivos que se refieren al progreso requerido para conseguir un desarrollo sostenible y se basan en la simulación y la predicción.

J. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

MINAM (2017) señala que para aplicar ECA se debe tener en cuenta:

Categoría 1: Poblacional y recreacional. Estas aguas han tenido un tratamiento previo, además se destinan para abastecer de agua a las personas, estas se clasifican en: aguas que las pueden potabilizar desinfectándolas (aquellas que por ser de calidad tienen las particularidades para que las destinen al abastecimiento de agua para las personas, previamente desinfectadas, de acuerdo a la regla actual); aguas que las pueden potabilizar con previo tratamiento (destinadas para abastecer de agua a las personas, se les da un previo tratamiento convencional ya sea como coagularla, la floculación, decantación, etc.) y aguas que las pueden potabilizar con previo tratamiento avanzado (aquellas que se destinan al abastecimiento de agua para las personas, se les da un previo tratamiento convencional ya sea como la micro filtración, ultra filtración, carbón activado, etc.).

Además, se encuentra la subcategoría B, que hace referencia a las Aguas superficiales para recrearse: Estas aguas se destinan a las zonas marino costeras. Las amplitudes de estas zonas no son fijas y cubren el mar entre la frontera terrestre hasta 500 m desde la corriente paralela. La longitud de estas áreas será determinada por la autoridad competente, se pueden clasificar de la siguiente manera: contacto primario (aquellas aguas que se destinan para el contacto primario para nadar, esquiar, bucear, surfear, navegar, pescar o afines) y el secundario.

Categoría 2: Sustracción, cultivo y demás acciones marino-costeras. Estas se destinan para extraer cultivo de moluscos, equinodermos como erizos y estrellas de mar. También está la Subcategoría C2 que es extraer y cultivar diversas especies hidrobiológicas de las aguas marino-costeras: Se destinan para extraer cultivo de especies hidrobiológicas para que las personas consuman directa e indirectamente. Aquí se encuentran los animales acuáticos y las algas comestibles. Además, encontramos a la Subcategoría C3 que son operaciones en los puertos o industrias: Son las aguas contiguas a subestructuras de los puertos y operaciones industriales. Por último, se encuentra la Subcategoría C4 que hace referencia a extraer y cultivar especies hidrobiológicas.

Categoría 3: Irrigación de vegetales y bebida de animales. Hace referencia al Regadío de vegetales: Destinadas para regar los vegetales, en base a los componentes como la clase de

riego empleado, el tipo de consumición, ya sea crudo o cocido y los probables procedimientos de industria a los que se sometan dichos productos agrícolas, estas pueden ser: agua de irrigación no restringida (aguas usadas para regar cultivos de alimentos que posteriormente se consumirán crudos como las hortalizas) y agua de irrigación restringida (aguas usadas para regar cultivos de alimentos que posteriormente se consumirán cocidos como las habas, árboles frutales, trigo, arroz, avena y quinua, algodón, maíz forrajero y alfalfa). Además, se encuentra la Subcategoría D2 que es la bebida de animales: Destinadas para abastecer de bebida a los animales como las vacas, camellos, cerdos, ovejas, cuyes, aves, etc.

Categoría 4: Preservación del hábitat acuático. Pertenecen a ecosistemas débiles, zonas de protección de la naturaleza que por sus particularidades necesitan que las protejan. Comprende la Subcategoría que hace referencia a las Lagunas y lagos: cuerpos de agua lénticos, que no muestran corriente ininterrumpida, abarcan los humedales. Además, se encuentra la Subcategoría E2 que hace referencia a los Ríos: cuerpos de agua lénticos, que se trasladan de manera continua unidireccionalmente. Finalmente se puede encontrar a la Subcategoría E3 que hace referencia a los Ecosistemas costeros y marinos: Están los estuarios (cuerpo de agua de mar que desemboca en valles hasta el límite superior de la marea, incluidos pantanos y manglares); zona marítima (una zona del mar que cubre la línea de bajamar paralela a la línea fronteriza nacional en el mar). Las no incluidas en las categorías anteriores incluyen agua de mar potable, agua subterránea, agua de mina, geotérmica, atmosférica y agua residual tratada para su reutilización.

2.3. Bases filosóficas

Cabelli (1983), muestra los estándares actuales en 1978 con el fin de recrear contactos clave en los Estados de EE. UU. Estos estándares cambian de manera considerada y, por ende, reflejan diferentes filosofías y/o grados de protección del agua. El principal factor encargado del alcance de los estándares es la fuente de los criterios de apoyo, ya sea epidemiológico, estético o ambiental. Cabe señalar que, con la excepción de Brasil y Perú, casi todos los países de la Región que han emitido estándares nacionales los han adaptado de manera directa, con cambios mínimos, de las utilizadas en los Estados Unidos antes de 1986, quizás con mínima atención a su estatus económico y antelaciones de desarrollo (Salas, 2000).

Los países de América Latina que están en desarrollo, se diferencian de los países industrializados, donde se realiza la mayor parte de los estudios, en que los países en

desarrollo tienen que asignar sus limitados recursos financieros a obras públicas, proyectos más básicos y de desarrollo económico. Es crucial que los planificadores revisen cuidadosamente las pautas/estándares locales aplicables (si los hay) con el fin de garantizar que las prioridades de desarrollo económico local se aborden adecuadamente. Los sistemas de control, como los emisarios submarinos, son uno de los mayores costos de capital, aunque el costo total de construcción, operación y mantenimiento del emisario submarino será mucho menor que el del tratamiento secundario de aguas residuales en tierra. Por lo tanto, la determinación de diseñar un sistema que cumpla con los estándares más allá del estándar mínimo de calidad del agua, debe estar respaldada por una necesidad legítima, o una determinación política a nivel local o nacional (Salas, 2000).

Establecer los objetivos de calidad del agua (estándares) depende del uso previsto del agua en un área determinada y, por lo tanto, es un asunto específico del sitio. Los comentarios a esta presentación se han limitado y se limitarán al desarrollo histórico de los criterios y la adaptación de lineamientos y estándares para salvaguardar los distintos usos del agua (Salas, 2000).

2.4. Definición de términos básicos

Ambiente acuático

Es un factor crucial en el proceso productivo tanto en pesca como acuicultura (Consejo Regional VII Lima, 2018).

Calidad del agua

Es palabra empleada para dar detallar las cualidades tanto químico, físico como biológico es este líquido (Perlman, 2017).

Calidad microbiológica

Se conceptualiza como la calidad en microorganismos del agua a la investigación de los factores microbiológicos que cambien su formación y que posiblemente generen una incidencia negativa en la salud de la sociedad y en la preservación de los biomas. Desde una perspectiva microbiológica, la calidad del agua se evalúa a través de bacterias.

Conservación del ambiente acuático (Categoría 4)

Son los volúmenes de agua que constituyen parte de biomas débiles, zonas naturales preservados o áreas mitigadas, donde sus atributos deben ser conservados (El Peruano. Normas Legales, 2017, p. 11).

Categoría 4: Ríos de la costa y sierra

Fundamentado en la investigación de riesgo y de elementos críticos de monitoreo (Ministerio de salud, 2011, pág. 12).

ECA

Es la evaluación que se determina el grado de acumulación o el nivel de factores, factores o criterios tangibles bioquímicos, que se hallan en el agua, en su estado de cuerpo destinatario, asegurando bajo peligro para la salud pública o al ecosistema (El Peruano. Normas Legales, 2017).

Evaluación de la calidad del ambiente acuático

En esta evaluación se encuentran los bancos de datos, controles evaluativos y se encarga de medir, reconocer, y contabilizar la incidencia que produce las acciones del ser humano sobre los biomas acuáticos y costeros (IMARPE, 2018).

Evaporación

Es un procedimiento donde el agua líquida de los mares entra en la atmosfera, formándose como vapor, retornando al ciclo hidrológico (UNESCO, 2018).

Gestión de la calidad del agua

Es la formación de actividades de difusión, formación e instrucción para garantizar que la provisión y la supervisión del agua y su calidad para consumir, tenga eficacia, eficiencia y sustentabilidad (Ministerio de salud, 2011, p. 12).

Oligotróficos

Sus aguas tienen poca fertilidad de nutrientes y, por ende, no existe proliferación de algas, donde se observa aguas claras y se visualiza la luz fácilmente, existe oxígeno en gran proporción de flora y fauna que es común en aguas muy oxigenadas (Castañón, 2012).

Parámetros Físicos

Temperatura: es medir el calor de fragmentos en una materia. Dicho elemento se vincula al oxígeno disuelto. Si el calor aumenta, reduce la capacidad para disolver gases e incrementa, generalmente, sales, al mismo tiempo incrementa la velocidad de las respuestas del

metabolismo, dando un crecimiento de carcoma. Dicha medición participa en el desarrollo de gran parte de los procesos para tratar el agua (Ocasio, 2008).

Transparencia: es el fondo donde ingresa la luz, realizar la determinación de este fondo determina la cantidad de la columna de agua donde puede hacerse fotosíntesis u por ende, existencia de vegetación (Goyenola, 2007).

Sólidos disueltos: Son aquellos disueltos en un área acuosa y que únicamente es posible que queden estancados en un procedimiento de filtración sutil (Vázquez, 2003).

Sólidos en Suspensión: son aquellos fragmentos como caolín, cieno, residuos fecales, etcétera donde puede ser diluidos. El agua las empuja de dos modos: en suspensión equilibrada; o en suspensión cuyo tiempo dura en tanto exista movimiento que las empuja. Las partículas únicamente van a precipitar luego de atravesar una coagulación (Ocasio, 2008).

Turbidez: su definición como la carencia de claridad en el agua causa la existencia de sólidos diluidos en estas (Ocasio, 2008).

Conductividad: Generalmente el agua lleva como característica por ser un gran conductor del agua. Esta es elevada y directamente en montos y cualidades de los electrolitos que se hallan en el agua (Ocasio, 2008).

Parámetros Químicos

pH: se mide en rangos que va desde 0 hasta su nivel máximo que vendría a ser 14, indicando la acidez del cuerpo de agua (Ocasio, 2008).

Oxígeno Disuelto: Este se refiere a la proporción diluida de oxígeno en el agua (Ocasio, 2008).

DBO5: Es la proporción total de oxígeno diluido extenuado por los microorganismos a lo largo de 5 días de descomposición orgánica de la materia presente en el agua. Su valencia proporciona una noción sobre la calidad del agua a partir de una perspectiva en materia orgánica presente y posibilita precaver la cantidad oxígeno indispensable para la descontaminación de dichas aguas (Raffo y Ruiz, 2014).

Nitratos: Es un vasodilatador polucionado frecuente que se halla en el agua y que es posible tenga un impacto fuerte si se consume en niveles elevados. El nitrato se identifica por no tener olor ni color. Es normal hallar concentraciones normas de nitrato, aunque si estas son

elevadas es posible que contaminen el agua potable. Debido a la lixiviación, el nitrato puede llegar de manera sencilla a fuentes de agua potable (Water Boards, 2013).

Nitrógeno amoniacal: es un elemento temporal en el agua, ya que forma parte del ciclo del nitrógeno que se ve impactado por la acción biológica. Se origina por motivo de la putrefacción de los elementos orgánicos nitrogenados. Lo usual es que las aguas superficiales contengan amoníaco (Sardiñas y Pérez, 2004).

Parámetros Microbiológicos

Coliformes Fecales: Son llamados coliformes termotolerantes ya que toleran temperatura hasta 45 °C. Dichos organismos comprenden un conjunto de coliformes totales, aunque se distinguen porque son indol positivo. Cuando están presente son muestra de contaminación de residuos fecales de procedencia animal o humana. En su mayor parte son E. coli. (Carrillo y Lozano, 2008)

Índice de calidad de agua

Mecanismo para presentar una expresión numérica derivada acumulativa que define un cierto nivel de calidad del agua. (Brabander, 1992).

Resume gran número de información cuantitativa de calidad del agua en una terminología concreta (que va desde excelente a muy malo) para indicar al gobierno y al público en general de manera coherente. (Bharti & Katyal, 2011)

Índice de Calidad de Agua para el Perú (ICARHS)

Es una herramienta empleada por el ANA para la evaluación de la calidad del agua que contribuye a entender mejor la gestión de la calidad del recurso hídrico; esta técnica es una modificación del Índice de Calidad del Agua del Consejo de Ministro de Medio ambiente (ICA-CCME) (Alarcón, 2019, p. 31).

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1.

Operacionalización de variable independiente

Variable independiente	Dimensiones	Indicadores
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	• <i>Físicos químicos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Conductividad Eléctrica. - Oxígeno Disuelto. - Potencial Hidrogeno. - Temperatura. - Aceites y Grasas. - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) - Nitratos, NO₃- - Sólidos Totales Suspendidos - Sulfuros
	• <i>Inorgánicos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Arsénico - Cobre - Mercurio - Plomo - Zinc
	• <i>Microbiológicos</i>	- Coliformes termotolerantes.

Fuente: D.S N° 004-2017- MINAM.

Tabla 2.

Operacionalización de variable dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
CALIDAD AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Parámetros físicos químicos</i> 	
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Parámetros inorgánicos</i> 	Estandarés Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Parámetros microbiológicos</i> 	ICARHS
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Índice de calidad de agua</i> 	

Fuente: D.S N° 004-2017- MINAM y R.J N° 084-2020-ANA

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, puesto que con la investigación se pretendió dar soluciones a un problema real que viene ocurriendo en la sociedad (Hernández et al., 2014).

Nivel es descriptivo, porque se describió como es la realidad de las variables en estudio (Hernández et al., 2014).

El diseño es no experimental, ya que la investigación fue ejecutada sin la necesidad de manipular las variables (Hernández et al., 2014).

Enfoque mixto, ya que contó con datos numéricos y escritos para representar y entender el comportamiento de las variables (Muñoz, 2010).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población es el agua de la quebrada Chacaylla comprendida en su parte baja. Ubicado en las coordenadas UTM(WGS84) 726521 este, 8317487 norte, 2632 m.s.n.m.

3.2.2. Muestra

Se tomaron 7 muestras con un volumen de 3.7 litros en total, dispuestas en frasco de 1000ml, 250 ml, 100 ml, las muestras fueron tomadas en un punto determinado, según R.J N° 010-2016-ANA "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales"

Tabla 3.

Muestras tomadas en el Monitoreo

Muestras	Frasco	Volumen
Aceites y Grasas	1	1000ml
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	1	1000ml
Nitratos, NO ₃ -	1	100 ml
Sólidos Totales Suspendedos	1	1000 ml
Sulfuros	1	250 ml
Metales	1	100 ml
Coliformes Termotolerantes	1	250 ml

Fuente: Elaboración propia

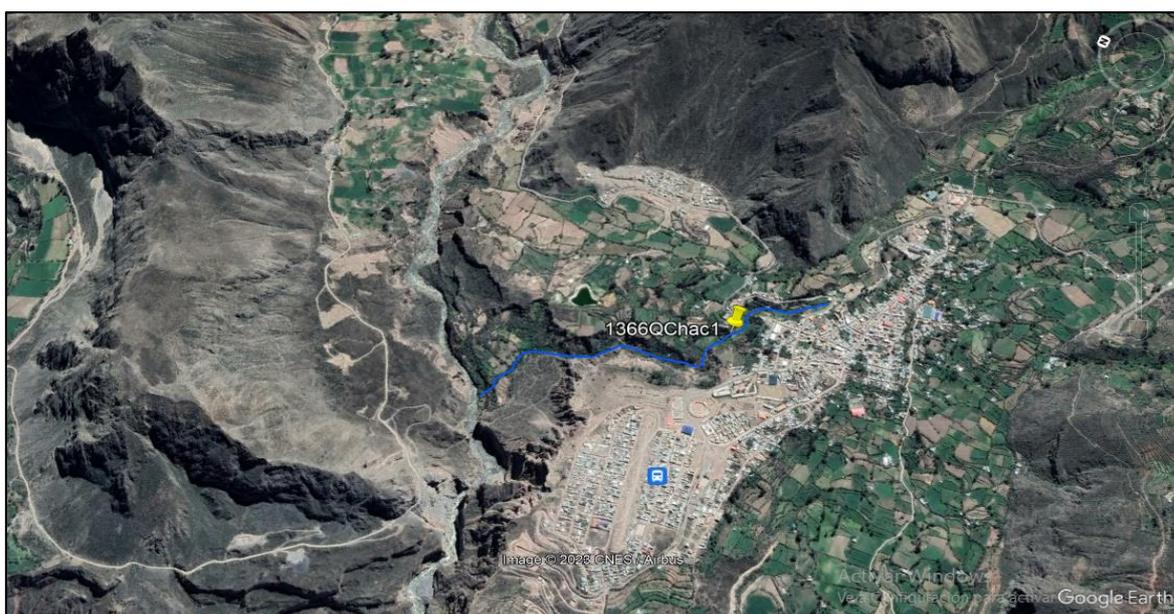


Figura 2. Punto de Muestreo.

Fuente: Google Earth Pro

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnica: observación sistemática directa (Protocolo de monitoreo ANA)

3.3.2. Instrumento de recolección de datos

La ficha de observación que permitirá evaluar las dimensiones de las variables a partir de los parámetros físicos – químicos, inorgánicos y microbiológicos de acuerdo a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. DS N° 004-2017- MINAM y la aplicación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS).

Ficha de observación (Protocolo de monitoreo ANA). Anexo 6

Materiales utilizados

Se empleó 7 frascos de plástico, 1 frasco de vidrio, GPS, Cámara (celular Samsung Galaxy J7), coolers, dos ice park, 4 preservantes.

Procedimiento de la metodología

Monitoreo del recurso hídrico

- ✓ **Etapa Pre-Campo: Preparación para el Levantamiento**

Determinación del Punto de Muestreo

Fue por medio de GPS, el cual se registró en coordenadas UTM (WGS84).

Parámetros para evaluar

La tabla muestra los parámetros recomendados para la realización del monitoreo.

Tabla 4.

Parámetros Recomendados - ANA

Parámetros	Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos
Campo	pH, Temperatura, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto
Físico-Químico	DBO5, AyG, SST, Ntot , N-NO3 , N-NH3, P, metales (As, Ba, Cd, Cu,Cr ⁺⁶ , Hg, Ni, Pb, Zn)
Microbiológico	Coliformes termotolerantes

Fuente: R.J N° 010-2016-ANA

Se midieron casi todos los criterios del protocolo ANA. Asimismo, a parte de estos parámetros se midió sulfuro.

✓ **Etapa de Campo: Levantamiento de Información**

Estaciones de Muestreo

El muestreo se efectuó el 19 de abril del 2018 y se estableció de la siguiente manera: 1366QChac1, ubicado en las coordenadas UTM(WGS84) 726521 este, 8317487 norte, 2632 m.s.n.m.

Toma de Muestra

Se midió los parámetros de campo (conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, temperatura) directamente en el cuerpo de agua con un multiparámetro.

Antes de tomar la muestra de agua cada frasco fue rotulado como se indica en el Protocolo de Monitoreo de Agua ANA (R.J N° 010-2016-ANA).

- ✓ Código del punto de muestreo
- ✓ Tipo de cuerpo de agua
- ✓ Preservación de la muestra
- ✓ Fecha y hora de muestreo
- ✓ Parámetro a analizar
- ✓ Nombre del responsable de la muestra

Posteriormente se utilizaron muestras de aguas en recipientes de plástico como también de vidrio, las cuales fueron abiertas recién en campo, así mismo los frascos fueron enjuagados 2 veces a excepción del frasco para el análisis de los parámetros microbiológico, aceites y grasas.

Una vez tomada las muestras se agregó preservantes a los parámetros que lo requería el laboratorio ALS. LS. PERÚ SAC.

- DBO5: Para la muestra de agua se empleó un frasco de plástico de 1000 ml, el cual se llenó lentamente y en su totalidad con la finalidad de evitar la formación de burbujas.
- Aceites y grasas: Se empleó un frasco de vidrio de 1000 ml de color ámbar y se adiciono H₂SO₄ para la conservación de la muestra de agua.
- Nitrito: Para la muestra de agua se utilizó un frasco de plástico de 100 ml.
- Sólidos Totales Suspendidos (SST): Para la toma de muestra se empleó un frasco de plástico de 1000 ml.

- Metales (As, Cu, Hg, Pb, Zn): Se utilizó un frasco de plástico de 120 ml para la muestra de agua y se agregó HNO₃ para su preservación.
 - Sulfuro: En un frasco de plásticos de 250 ml se tomó la muestra de agua, luego se adiciono Act. Zn y NaOH para la preservación de la muestra.
 - Coliforme termotolerante: Se utilizó un frasco de plástico de 250 ml esterilizada, así mismos se dejó un espacio del 10% del volumen del frasco con la finalidad de proporcionar un suministro de oxígeno adecuado para las bacterias.
- ✓ **Etapa de post Campo: Comparación de los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental**

Los resultados obtenidos fueron comparados con el ECA categoría 4 Conservación del Ambiente acuático subcategoría E2: Ríos, para determinar si cumplen con la normativa ambiental.

Tabla 5.

Parámetros a Monitorear

Parámetros	Unidad de medida	Categoría 4 E2: Río Costa y sierra
Parámetros físicos-químicos		
Aceites y Grasas	mg/L	5
Conductividad Eléctrica	μS/cm	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10
Nitratos, NO ₃ -	mg NO ₃ -/L	13
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5
Potencial Hidrogeno	Unidad de pH	6.5-9.0
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	≤100
Sulfuros	mg/L	0.002
Temperatura	°C	Δ3
Inorgánicos		
Arsénico (As)	mg/L	0.15
Cobre	mg/l	0.1
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0001

Plomo (Pb)	mg/L	0.0025
Zinc (Zn)	mg/L	0.12
Parámetro Microbiológico		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2000

Fuente: D.S N° 004-2017- MINAM

Índice de calidad ambiental

✓ Parámetros para evaluar en el ICARHS

Para la aplicación del Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS), se recomienda una lista de parámetros según su categoría.

Tabla 6.

Parámetros a evaluar en el ICARHS

CATEGORIA 4- CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO		
Agrupados por Naturaleza	Parámetro	Unidad de medida
Materia orgánica	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L
	Oxígeno Disuelto	mg/L
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL
	Nitratos(NO3)	mg/l
Físico-Químico Metal	Potencial Hidrogeno	Unidad de pH
	Arsénico (As)	mg/L
	Plomo	mg/L
	Cobre	mg/l
	Mercurio (Hg)	mg/L
	Zinc (Zn)	mg/L
	Sólidos Suspendidos totales	mg/L

Fuente: Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales

Para determinar el índice de calidad ambiental se recomienda contar con una data de al menos 4 monitoreos para 1 punto de muestreo.

Cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales

F1 - Alcance:

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$$

F2 - Frecuencia:

$$F_2 = \frac{\text{Número de los datos que NO cumplen los ECA}}{\text{Número total de datos evaluados}}$$

F3 - Amplitud:

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

En donde, la Suma Normalizada de Excedentes (sne):

$$sne = \text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum = \text{Excedente}}{\text{Total de Datos}}$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA para Agua.

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA - Agua:

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

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA - Agua:

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

Cuando se cuenta con los valores determinados para F1, F2 y F3, entonces se realiza el Cálculo del ICARHS:

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

El valor es comparado con el cuadro de valoración para determinar el estado de la calidad del agua.

Tabla 7.

Valoración de ICARHS

ICA- PE	Calificación
95 -100	Excelente
80- 94	Bueno
65-79	Regular
45-64	Malo
0-44	Pésimo

Fuente: Índice de calidad ambiental de los recursos Hídricos superficiales

Para calcular el ICARHS se aplicará la siguiente formula

$$ICARHS = \text{mín.} (S_1, S_2)$$

mín: mínimo

S_1 : Subíndice 1

S_2 : Subíndice 2

La calificación final se determinará por el resultado de menor valor

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Se utilizó la técnica estadística descriptiva no inferencial Excel puesto que se enfocó en describir y resumir los datos que ya tenemos, sobre una población a partir de una muestra de datos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

El año 2018 se tomaron 7 muestras de agua en la Quebrada Chacaylla, asimismo sus resultados fueron comparados con los resultados de los monitoreos realizados por la Autoridad Nacional del Agua en los años 2016 I, 2016II, 2017 como se muestra a continuación:

4.1.1. Variación de los parámetros físicos-químicos

Tabla 8

Resultado de la conductividad eléctrica

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Conductividad eléctrica	927.00	1075.00	1027.00	974.00
CATEGORÍA 4 : ECA Sub Categoría E2	1000	1000	1000	1000

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

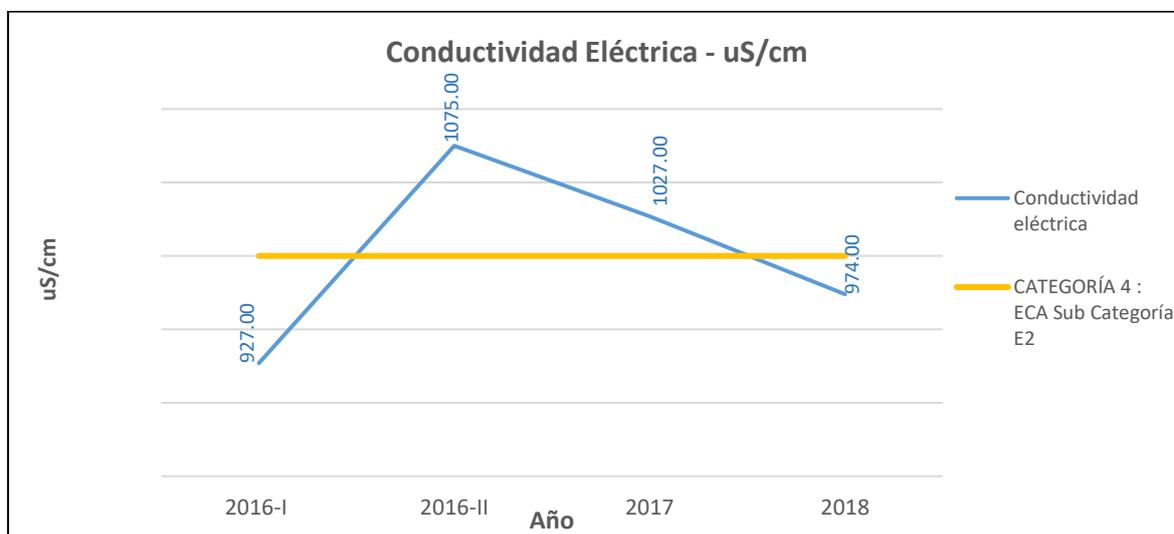


Figura 3. Conductividad eléctrica del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

Autor: Elaboración propia

Tabla 8, muestra los valores de conductividad eléctrica que oscilaron entre 927.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1075.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo detectado en el año 2016-I un nivel de conductividad eléctrica 927.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el 2016-II el nivel de conductividad eléctrica fue de 1075.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el año 2017 fue detectado un nivel de conductividad eléctrica de 1027.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el año del

2018 alcanzó un nivel de conectividad eléctrica de 974.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por lo tanto, se identificó que en los años 2016-II y 2017 sobrepasa el ECA Sub Categoría E2.

Tabla 9

Resultado del parámetro de oxígeno disuelto

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Oxígeno Disuelto	2.27	2.09	4.23	1.89
CATEGORÍA 4 : ECA Sub Categoría E2	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 5

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

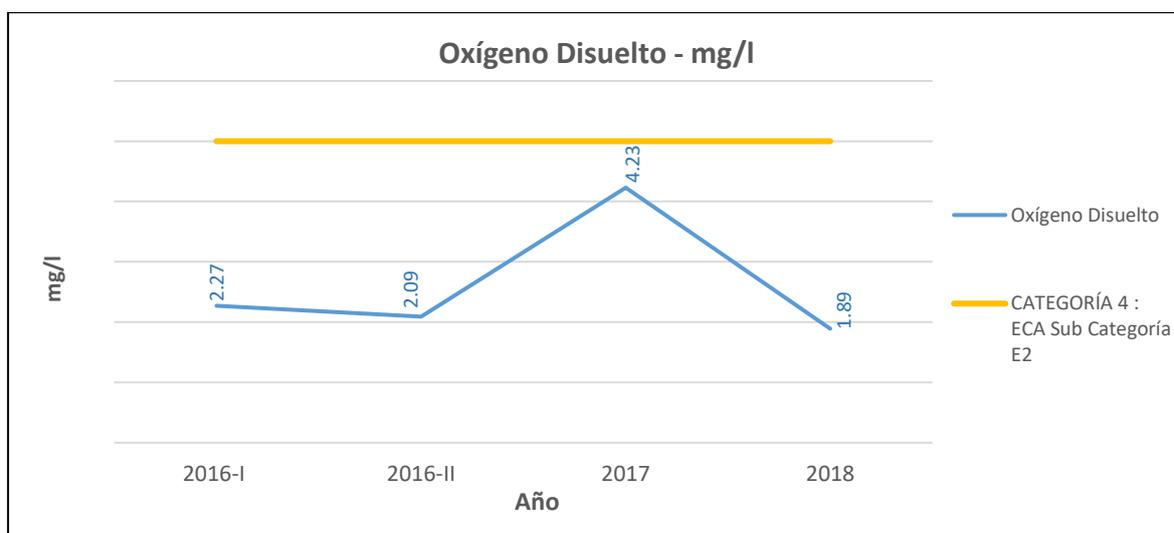


Figura 4. Oxígeno disuelto del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 9, muestra el comportamiento de concentración de oxígeno disuelto, donde los valores obtenidos son de 2.27 mg/L, 2.09 mg/L, 4.23 mg/L, 1.89 mg/L registrándose en los años 2016-I 2016-II 2017 y 2018 respectivamente. Por lo tanto, según los términos de ECA Sub Categoría E2 no cumplen con el rango establecido ya que se exige valores mayores a 5 mg/L.

Tabla 10

Resultado del parámetro de Ph

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Ph	7.88	7.80	7.38	7.70
CATEGORÍA 4 : ECA Sub Categoría E2 - Límite Superior	9.0	9.0	9.0	9.0
CATEGORÍA 4 : ECA Sub Categoría E2 - Límite Inferior	6.5	6.5	6.5	6.5

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

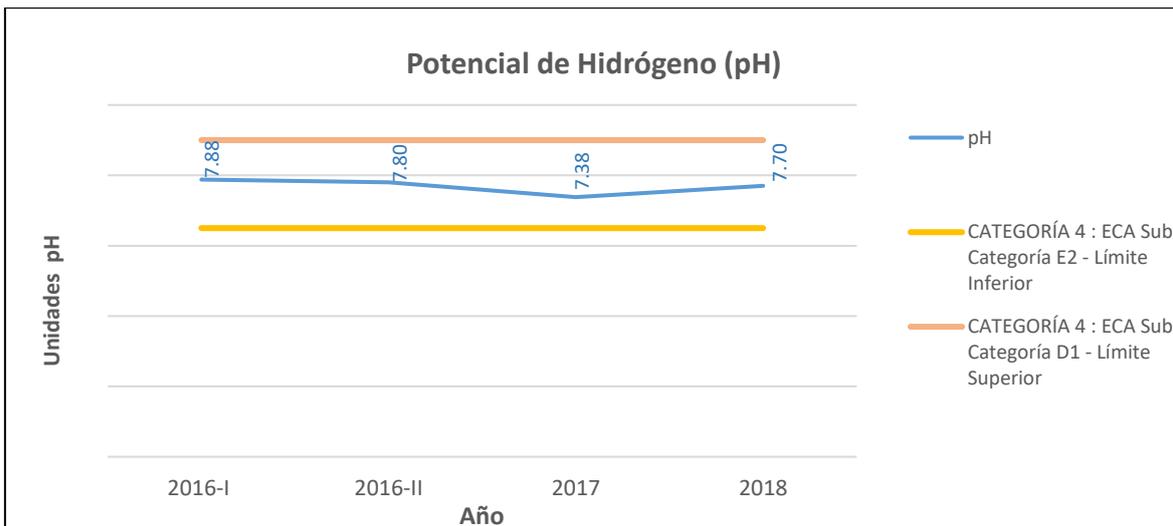


Figura 5. Potencial de hidrógeno del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 10, reporta la variación de Ph del agua de Quebrada Chacaylla, que, de acuerdo a los puntos de monitoreo el valor mínimo fue de 7.38 registrado en 2017 y el valor máximo fue de 7.88 registrado en el 2016 II. Dichos valores se encuentran registrados dentro de los estándares de calidad ambiental.

Tabla 11

Resultado de la temperatura

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Temperatura	18.70	19.66	16.20	17.60
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	3	3	3	3

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

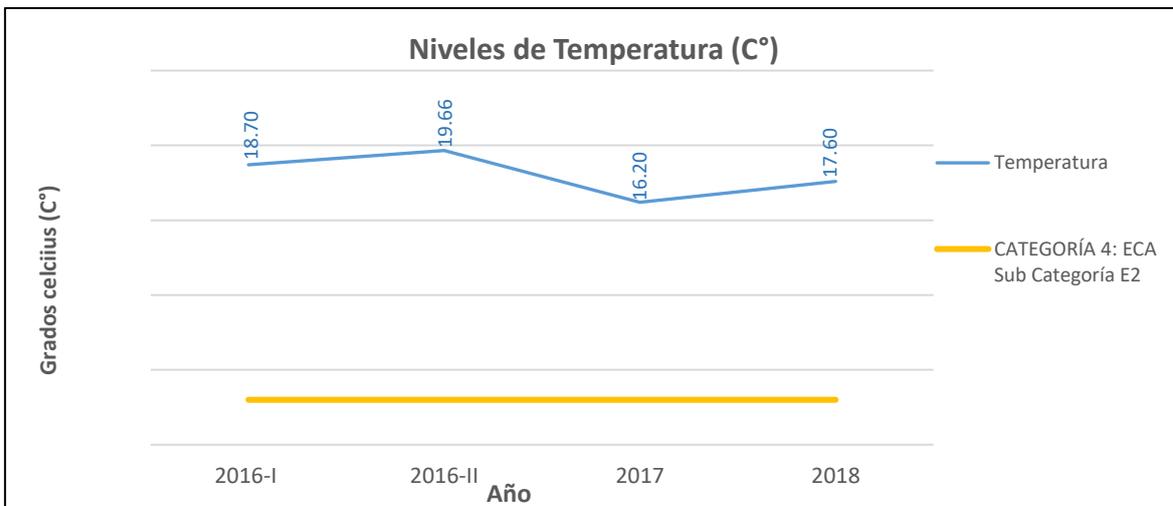


Figura 6. Temperatura del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 11, reporta los resultados de la temperatura del agua de Quebrada Chacaylla, que, de acuerdo a los puntos monitoreados, se registró un valor mínimo de 16,2°C en Aguas en el 2017 y un valor máximo de 19.66°C en el 2016-II. Dichos valores se encuentran registrados dentro de los estándares de calidad ambiental.

Tabla 12

Presencia de aceite y grasas

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Aceites y grasas	17.00	18.00	15.20	< 1.0
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	5	5	5	5

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

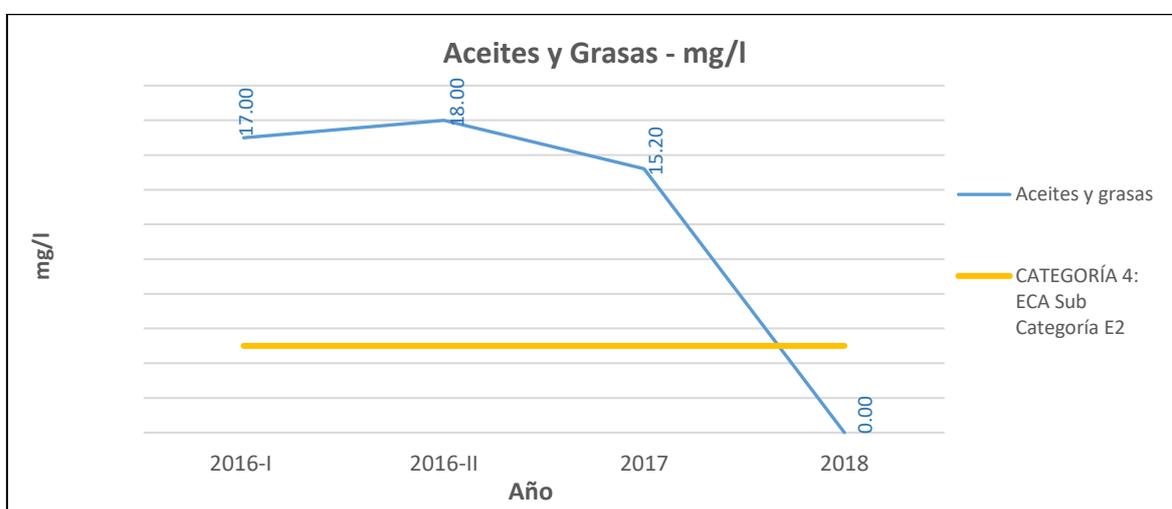


Figura 7. Aceite y grasas a del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 12, muestra concentraciones de aceites y grasas, donde en el año 2018 se registró < 1,00 mg/L el cual no supera los límites máximos permisibles por ECA Sub Categoría E2. Por otra parte, asimismo se observa concentraciones de Aceite grasas en los años 2016-I, 2016-II y 2017 siendo su valor obtenido 17 mg/L, 18 mg/L, 15.20 mg/L respectivamente los cuales supera los límites máximos permisibles por ECA Sub Categoría E2.

Tabla 13

Resultado de la demanda bioquímica de oxígeno

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
DBO5	6.00	128.00	36.00	30.00
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	10	10	10	10

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

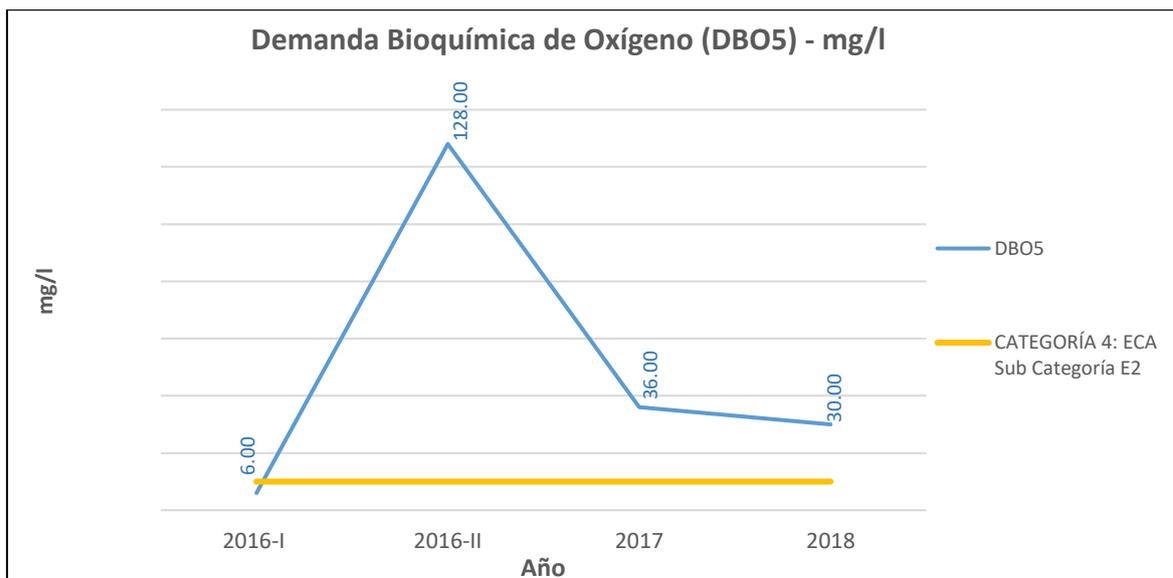


Figura 8. Demanda bioquímica de oxígeno del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 13, reporta la variación de la demanda bioquímica de Oxígeno encontrándose una tendencia mínima de estabilidad de 6 mg/L registrándose en el 2016-I en la cual está dentro de los estándares ECA Sub Categoría E2. Por otra parte, en los años 2016-II, 2017 y 2018 se registró 128 mg/L, 36 mg/L y 30 mg/L respectivamente, donde dichos valores superan los estándares de ECA Sub Categoría E2.

Tabla 14

Resultado del análisis del nitrato

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Nitrato (NO ₃ -)	<0.05	0.14	< 0.009	< 0.009
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	13	13	13	13

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

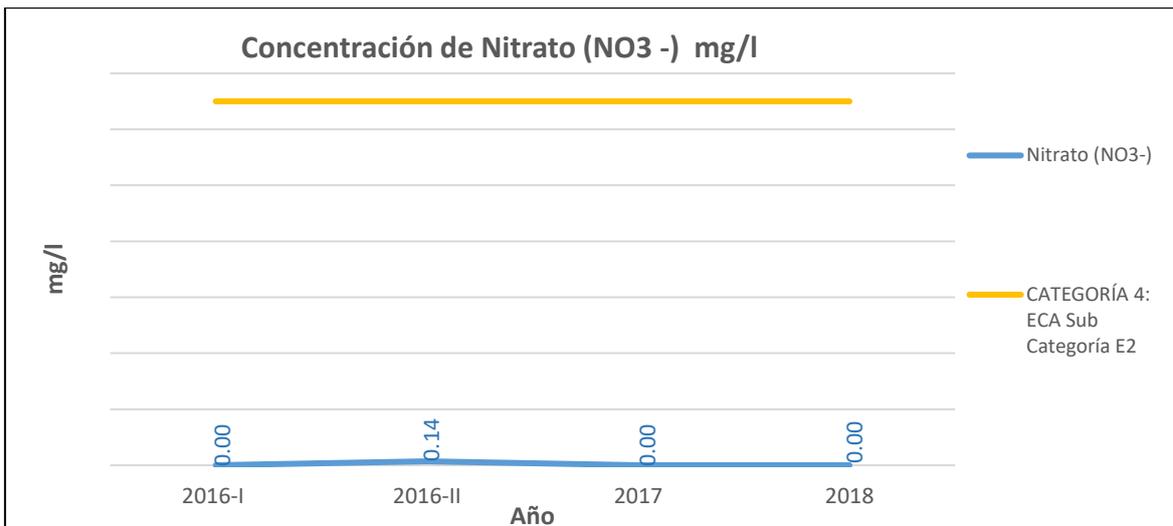


Figura 9. Nitrato del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 14, muestra los resultados de concentración de nitrato, una mínima presencia de <0.05 mg/L registrado en el 2016-I y en mayor cantidad dado por 0.14 mg/L registrado en el en el 2016-II. Dichos valores se hallan registrados dentro de los estándares de calidad ambiental.

Tabla 15

Resultado del análisis de los sólidos suspendidos totales

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Sólidos Suspendidos Totales	136.00	85.00	120.00	109.00
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	100	100	100	100

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

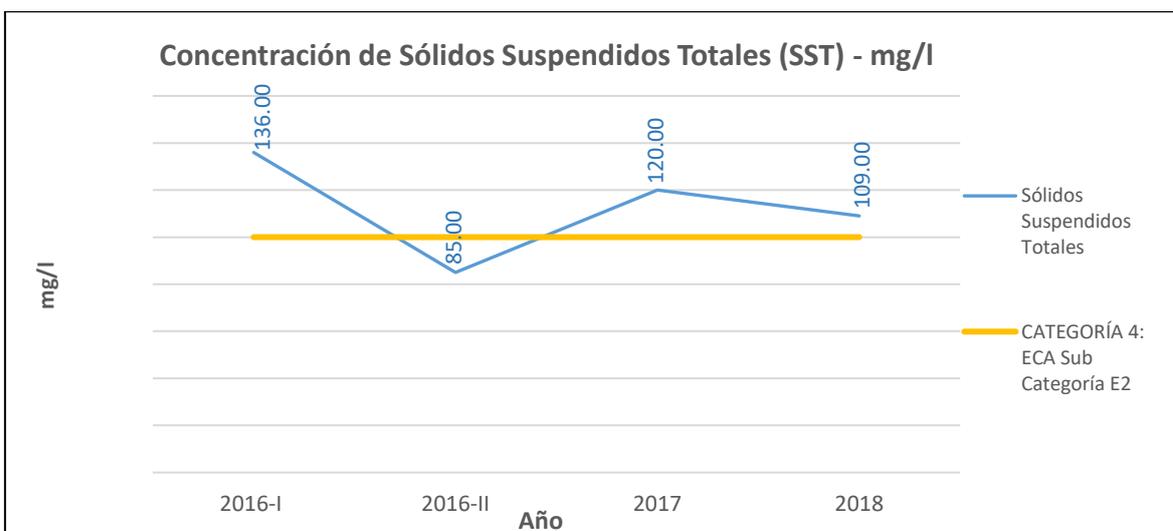


Figura 10. Sólidos suspendidos totales del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 15, muestra los resultados de concentración de sólidos suspendidos totales, una mínima presencia de 85.00 mg/L registrado en el 2016-II en la cual es inferior a la concentración máxima aceptable para ECA Sub Categoría E2. Por otra parte, se observa mayor concentración de SST en los años 2016- I, 2017 y 2018 siendo su valor obtenido 136.00 mg/L ,120.00 mg/L y 109.00 mg/L respectivamente, los cuales es superior a la concentración máxima aceptable por el ECA Sub Categoría E2.

Tabla 16

Resultado del nivel de concentración del sulfuro

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Sulfuros	<0.002	11.36	1.15	0.67
CATEGORÍA 4 : ECA Sub Categoría E2	0.002	0.002	0.002	0.002

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

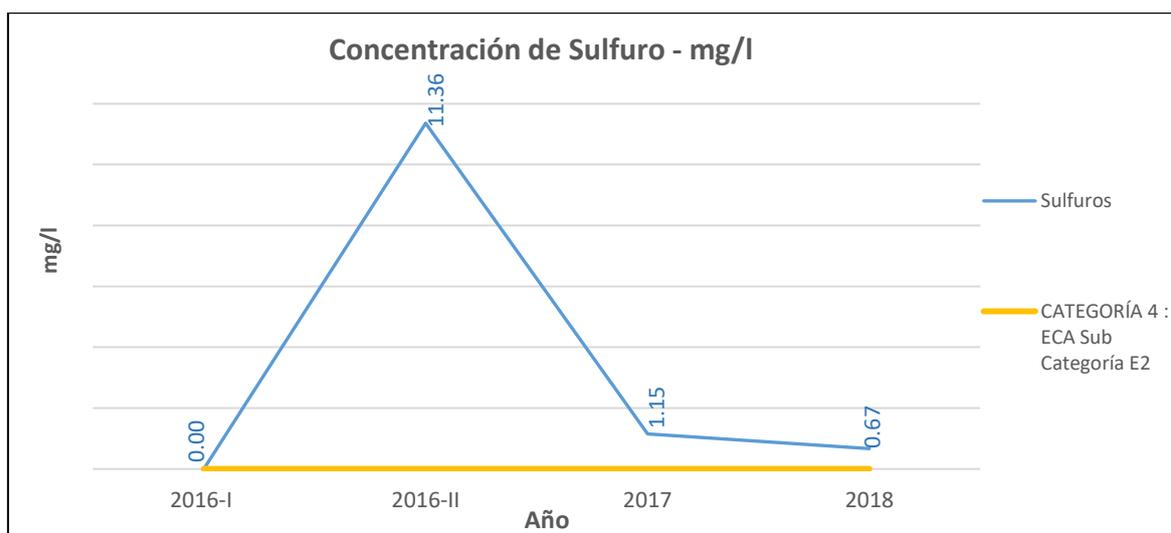


Figura 11. Sulfuro del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 16, muestra los resultados de concentración de sulfuro, una mínima presencia de <0.002 mg/L registrado en el 2016-I en la cual es inferior a la concentración máxima aceptable para ECA Sub Categoría E2. Por otra parte se observa mayor concentración de sulfuro en los años 2016- II, 2017 y 2018 siendo su valor obtenido 11.36 mg/L ,1.15 mg/L y 0.67 mg/L respectivamente, los cuales son superiores a la concentración máxima aceptable por el ECA Sub Categoría E2.

4.1.2. Variación de los parámetros inorgánicos

Tabla 17

Resultado del nivel de concentración del arsénico

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Arsénico	<0.007	<0.007	0.00253	0.00349
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	0.15	0.15	0.15	0.15

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

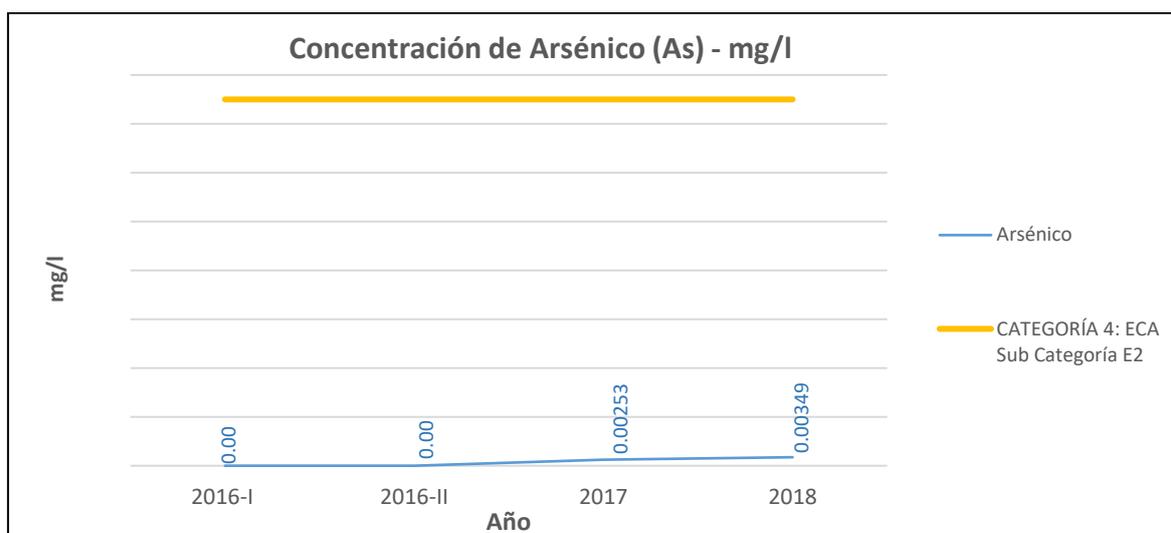


Figura 12. Arsénico del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 17, muestra los resultados de concentración de arsénico, una mínima presencia de <0.007 mg/L registrado en el 2016-I en el 2016-II. Asimismo, se presentó en mayor cantidad dado por 0.00349 mg/L registrado en el en el 2018.

Tabla 18

Resultado del nivel de concentración del cobre

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Cobre	0.012	0.007	0.01191	0.00713
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	0.1	0.1	0.1	0.1

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

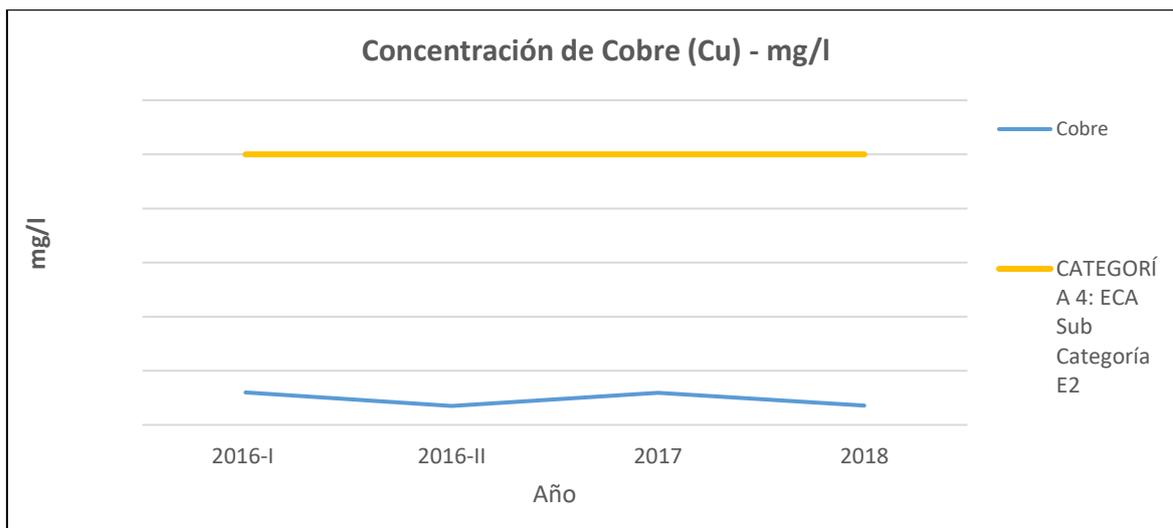


Figura 13. Cobre del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 18, muestra los resultados de concentración de cobre, un valor de presencia de 0.00713 mg/l registrado el 2018, en el año 2017 se registró 0.01191 mg/l, en el año 2016 – II se registró 0.007 y en el año 2016 I se registró 0.012 mg/L En todos los monitoreos presentaron valores muy por debajo de ECA Sub Categoría E2.

Tabla 19

Resultado del nivel de concentración de mercurio

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Mercurio	<0.0001	<0.0001	< 0.00003	< 0.00003
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

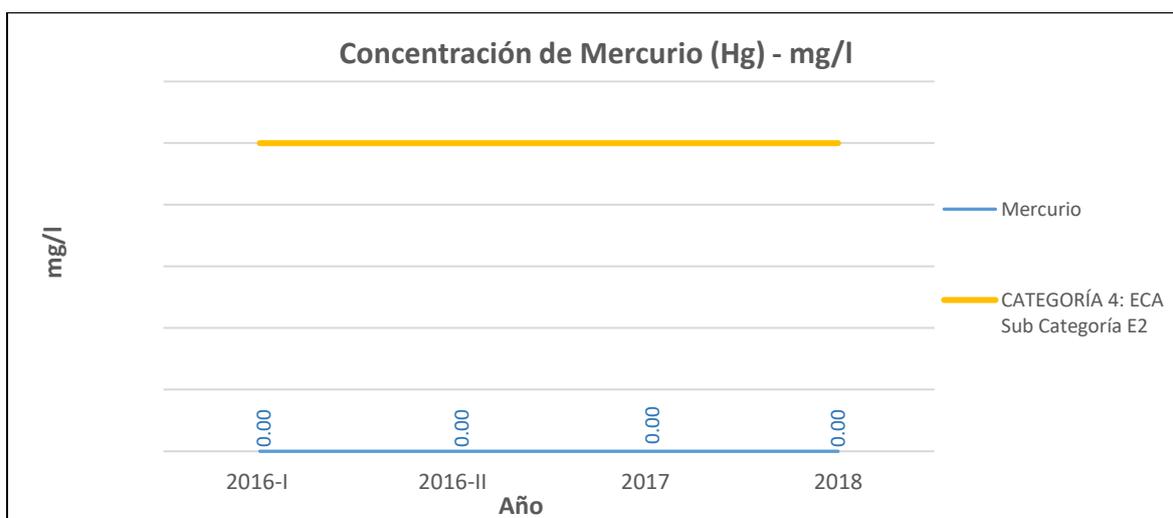


Figura 14. Mercurio del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 19, muestra en los resultados de concentración de mercurio, una mínima presencia de <0.0001 mg/L registrado en el 2016-I en el 2016-II. Asimismo, se presentó en mayor cantidad dado por <0.00003 mg/L registrado en el 2017 y en el 2018.

Tabla 20

Resultado del nivel de concentración de plomo

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Plomo	0.004	<0.001	0.0023	0.0031
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

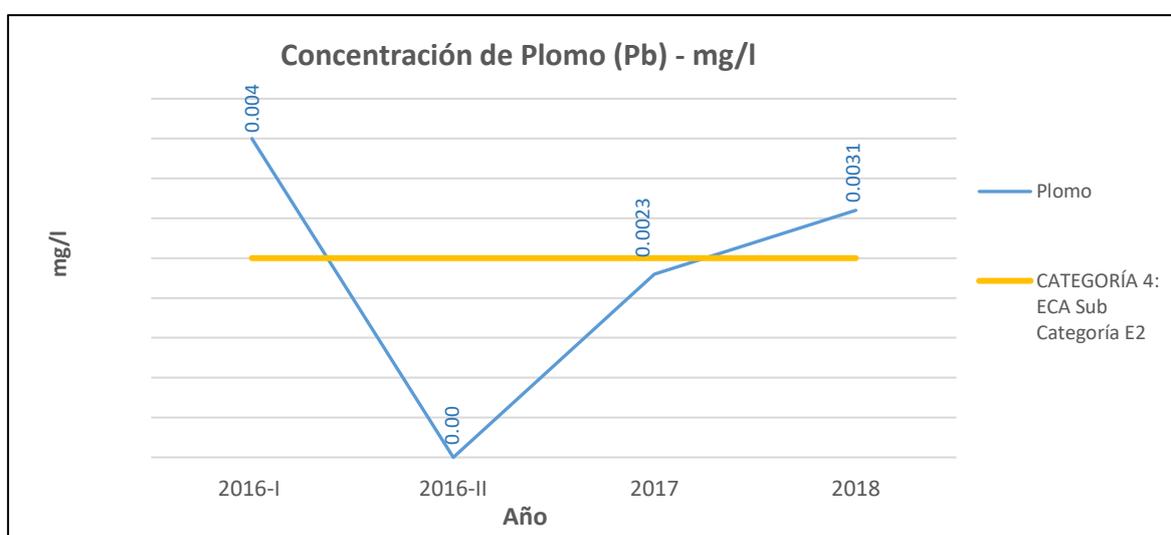


Figura 15. Plomo del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 20, muestra en los resultados de concentración de plomo, una mínima presencia de no sedimentales (<0.001) mg/L registrado en el 2016-II en la cual es inferior a la concentración máxima aceptable para ECA Sub Categoría E2. Por otra parte, se observa en los años 2016-I y 2018 una concentración de 0.004 mg/L y 0.0031 mg/L respectivamente, lo que significa que tiene concentración superior a los establecido en ECA Sub Categoría E2.

Tabla 21

Resultado del nivel de concentración de zinc

Año	2016 - I	2016 -II	2017	2018
Zinc	0.077	0.053	0.0778	0.0237
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	0.12	0.12	0.12	0.12

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

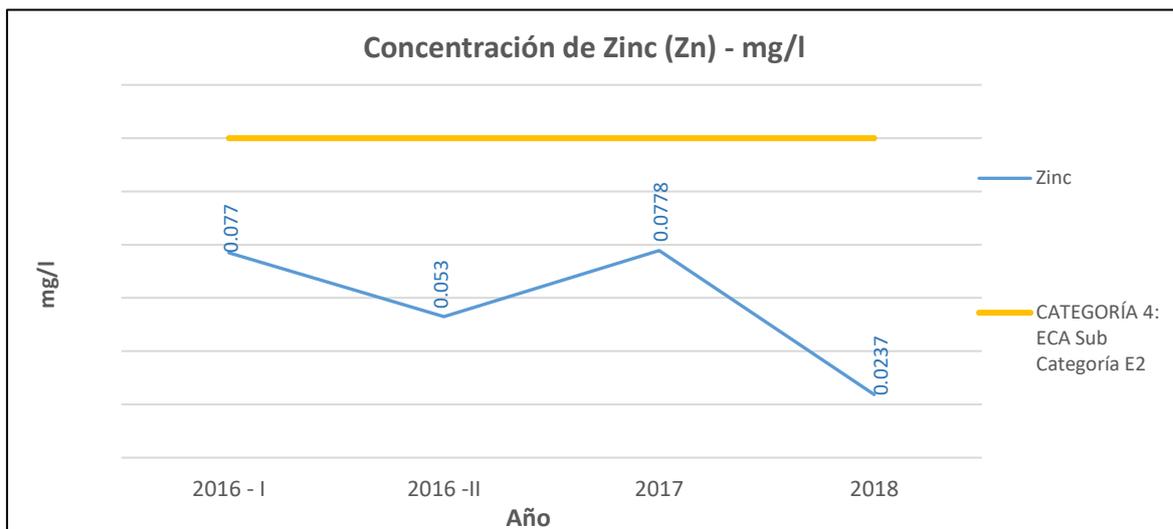


Figura 16. Zinc del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 21, muestra la concentración de zinc, un valor de 0,0237 mg/L registrado en el 2018, en el año 2017 se registró 0,0778 mg/L, en el año 2016-II se registró 0,053 mg/L y en el año 2016-I se registró 0,077 mg/L. En todos los monitoreos presentaron valores muy por debajo de ECA Sub Categoría E2.

4.1.3. Variación de los parámetros microbiológicos

Tabla 22

Resultado de los parámetros coliformes termotolerantes

Año	2016-I	2016-II	2017	2018
Coliformes Termotolerantes	3300000	46000000	46000	170000
CATEGORÍA 4: ECA Sub Categoría E2	2000	2000	2000	2000

Datos correspondientes en los años 2016 I, 2016 II, 2017, 2018

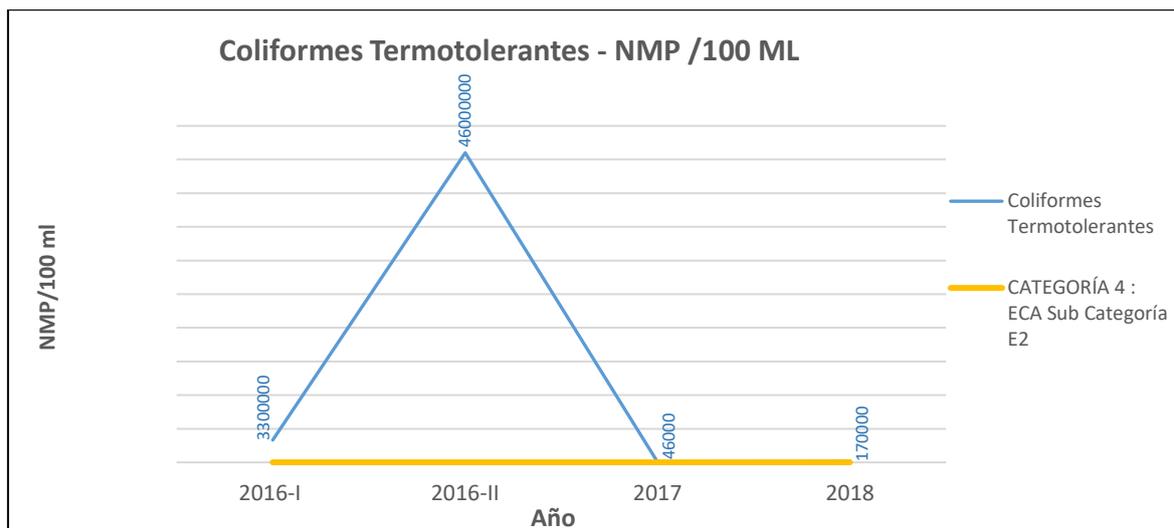


Figura 17. Coliformes termotolerantes del año 2016 I, 2016 II, 2017, 2018.

Autor: Elaboración propia.

Tabla 22, muestra los resultados del examen bacteriológico de coliformes termotolerantes, registrando un valor de 3300000 NMP/100 mL en el 2016-I, 46000000 NMP/100 mL en el 2016-II, 46000 NMP/100 mL en el 2017, 170000 NMP/100 mL en el 2018. Siendo todos los valores mayores al ECA Sub Categoría E2.

Tabla 23

Consolidado de resultados de los parámetros evaluados en la Quebrada Chacaylla

Código de Punto de Monitoreo	Unidades	Categoría 4 – Costa y sierra	1366QChac1			
			E2: Río	28/04/2016	16/11/2016	31/08/2017
Parámetro físicos- químicos						
Conductividad Eléctrica	μS/L	1000	927.00	1075.00	1027.00	974.00
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	2.27	2.09	4.23	1.89
Potencial Hidrogeno	Unidad de pH	6.5-9.0	7.88	7.80	7.38	7.70
Temperatura	°C	Δ3	18.70	19.66	16.20	17.60
Aceites y Grasas	mg/L	5	17.00	18.00	15.20	< 1.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10	6.00	128.00	36.00	30
Nitratos, NO ₃ -	mg NO ₃ -L	13	<0.05	0.14	< 0.009	< 0.009
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	≤100	136.00	85.00	120.00	109.00
Sulfuros	mg/L	0.002	<0.002	11.36	1.15	0.67
Inorgánicos						
Arsénico (As)	mg/L	0.15	<0.007	<0.007	0.00253	0.00349
Cobre (Cu)	mg/L	0.1	0.012	0.007	0.01191	0.00713
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.000 1	< 0.00003	< 0.00003

Plomo (Pb)	mg/L	0.0025	0.004	<0.001	0.0023	0.0031
Zinc (Zn)	mg/L	0.12	0.077	0.053	0.0778	0.0237
Parámetros Microbiológicos						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2000	3 300 000	46000000	46000	170000.00

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. ICARHS

Para determinar el índice de calidad se seleccionó los parámetros que se especifica en la tabla 6 y se empleó la técnica canadiense establecida en el ANA.

Subíndice S₁

SUBÍNDICE 1 (S ₁) - MATERIA ORGÁNICA	PUNTO DE MONITOREO			1366QChac1			
	PARÁMETROS A EVALUAR	UNIDAD DE MEDIDA	ECA Cat.4-E2	2016 I	2016 II	2017	2018
FÍSICOS-QUÍMICOS	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10	6.00	128.00	36.00	30.00
	Oxígeno disuelto	mg/L	≥5	2.27	2.09	4.23	1.89
	Nitrato	mg NO3-/L	13	<0.05	0.14	< 0.009	< 0.009
MICROBIOLÓGICO	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	2000	3300000	46000000	46000	170000
DATOS	Número de parámetros que no cumplen ECA Agua			3			
	Número total de parámetros a evaluar			4			
	Número de datos que no cumplen los ECA			11			
	Número total de datos evaluados			16			
CÁLCULO DE FACTORES	F1			0.750			
	F2			0.688			
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10		11.80	2.60	2.00
	Oxígeno disuelto	mg/L	≥5	1.20	1.39	0.18	1.65
	Nitrato	mg/L	≤100				
	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	2000	1649.000	22999.000	22.000	84.000
	Sumatoria de los excedentes			1548.43			
	F3			99.94			
VALOR SUBÍNDICE S1			24.06				
CALIFICACIÓN SUBÍNDICE S1			Pésimo				

Figura 18. Resultado de ICARHS del S₁

Subíndice S₂

SUBÍNDICE 2 (S ₂) - FÍSICO-QUÍMICO METAL	PUNTO DE MONITOREO			1366QChac1			
	PARÁMETROS A EVALUAR	UNIDAD DE MEDIDA	ECA Cat.4-E2	2016 I	2016 II	2017	2018
FÍSICOS-QUÍMICOS	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6.5-9.0	7.88	7.80	7.38	7.7
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	≤100	136.00	85.00	120.00	109.00
INORGÁNICOS	Arsénico	mg/L	0.15	<0.007	<0.007	0.00253	0.00349
	Cobre	mg/L	0.1	0.012	0.007	0.01191	0.00713
	Mercurio	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003
	Plomo	mg/L	0.0025	0.004	<0.001	0.0023	0.0031
	Zinc	mg/L	0.12	0.077	0.053	0.0778	0.0237
DATOS	Número de parámetros que no cumplen ECA Agua			2			
	Número total de parámetros a evaluar			7			
	Número de datos que no cumplen los ECA			5			
	Número total de datos evaluados			28			
CÁLCULO DE FACTORES	F1			0.29			
	F2			0.18			
	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6.5-9.0				
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	≤100	0.36		0.20	0.09
	Arsénico	mg/L	0.15				
	Cobre	mg/L	0.1				
	Mercurio	mg/L	0.0001				
	Plomo	mg/L	0.0025	0.60			0.24
	Zinc	mg/L	0.12				
	Sumatoria de los excedentes			0.05			
	F3			5.05			
VALOR SUBÍNDICE S₂			96.15				
CALIFICACIÓN SUBÍNDICE S₂			Bueno				

Figura 19. Resultado de ICARHS del S₂

Se puede determinar que el índice de calidad ambiental de la Quebrada Chacaylla tiene un valor de 24 por ello determinamos que la calidad del recurso hídrico es pésima.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

A partir de la evaluación, se establece que la calidad del agua de la quebrada Chacaylla no cumple con la calidad ambiental. Para establecer la calidad del agua, se usó el cálculo del ICARHS que mostro un valor de 24, este valor se validó con la tabla de puntuación obteniendo como resultado pésimo el estado de la calidad de agua. Estos resultados difieren con el resultado de Sánchez (2022), Cárdenas (2020) quienes señalan que su índice de calidad del agua aplicando el ICA-NSF se clasificó como “regular y buena”. De manera similar la investigación de Cabarcas y Medina (2019), quienes evaluaron el índice de riesgo de calidad del agua (IRCA) en el 2018, obteniendo una clasificación “medio”, asimismo Salas y Segura (2022) quien aplicando el método de ICARHS obtuvo en su evaluación una calidad de agua de excelente a bueno. Ello es paralelo con lo encontrado en este estudio, por lo que se infiere que los valores encontrados en el trabajo de investigación de la quebrada Chacaylla es de clasificación pésima a los encontrados por Sanchez, Cardenas, Cabarcas y Medina, Salas y Segura.

Según las normas de calidad ambiental, los parámetros fisicoquímicos no cumplen con la calidad ambiental según el ECA tales como conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, solidos totales suspendidos y sulfuro. Estos resultados son análogos a los de Almerco (2019), en la cual revela que los parámetros fisicoquímicos del agua como demanda bioquímica, oxígeno disuelto y demanda química de oxígeno en el punto de monitoreo 001 excedieron los límites permitidos determinados por ECA, de igual forma coincide con Fajardo (2018) en la cual revela que los parámetros fisicoquímicos del agua generalmente excedieron los límites permitidos determinados por ECA en el 2008, 2015 y 2017. Ello concuerda con el estudio por lo que se infiere que los parámetros fisicoquímicos estudiados no cumplen con el estándar de calidad ambiental (ECA) al igual que los estudios de Almerco y Fajardo.

En lo que concierne a la medición de concentraciones de parámetros inorgánicos existentes en el agua se halló que el plomo excede el ECA, este resultado difiere de Salas y Segura (2022) quien en su evaluación identifico que el plomo cumple con el estándar de calidad ambiental, sin embargo es análogo al de Almerco (2019) ya que la evaluación de la calidad de agua en el punto 001 el plomo no cumple con el ECA, asimismo en el estudio de Moncayo

y Zambrano (2018) se identificó que el plomo tampoco cumplía con el ECA. Ello concuerda con el estudio por eso se argumenta que el plomo es el parámetro inorgánico preocupante. Además, ninguna otra actividad contamina las fuentes de agua con plomo, por lo que se cree que el plomo puede que provenga de las aguas residuales domésticas, ello es análogo con lo investigado por Fajardo (2018) el cual indica que el plomo no solo surge de la erosión de los sedimentos naturales, sino que además puede provenir de aguas residuales domésticas que tengas residuos metabólicos, jabones y detergentes, lo que contribuye significativamente

Según los estándares de calidad ambiental, los variables microbiológicas para coliformes termotolerantes exceden el ECA, lo que es semejante con Almerco (2019) y Gutiérrez (2018) puesto que en las dos investigaciones se halla la existencia de niveles elevados de coliformes termotolerantes. Ello coincide con el estudio por eso se concluye que la quebrada Chacaylla posee un grado elevado de contaminación biológica y en los tres casos es gracias al vertimiento de aguas residuales domésticas, el cual perjudica significativamente el recurso hídrico.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Al realizar la evaluación de la calidad del agua empleando el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS) se determinó que la clasificación del recurso hídrico de la quebrada Chacaylla es clasificada como pésima.
- Los resultados de la evaluación del recurso hídrico de la quebrada Chacaylla presentaron los siguientes valores de los parámetros físicos químicos se halló que: la conductividad eléctrica muestra en los años 2016-II y 2017 con valores de 1075 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1027 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comparativamente excede el Estándar de calidad ambiental establecidos. Se reportó otro caso donde el nivel de oxígeno disuelto en las cuatro muestras fueron 2.27 mg/L; 2.09 mg/L; 4.23 mg/L y 1.89 mg/L revelándose que ninguna efectúa con el Estándar de calidad ambiental. Del mismo modo, en la Demanda Bioquímica de Oxígeno con 128 mg/L, 36 mg/L y 30 mg/L exceden los límites determinados por la normatividad ambiental, en lo que concierne al parámetro aceites y grasas con 17 mg/L, 18 mg/L y 15.20 mg/L, sólidos totales suspendidos con 136 mg/L; 120 mg/L y 109 mg/L y sulfuros con 11.36 mg/L, 1.15 mg/L, 0.67 mg/L, estos parámetros asimismo exceden el Estándar de calidad ambiental.
- Al hacer una evaluación de los parámetros inorgánicos se halló que los metales en las cuatro muestras se hallan dentro de los límites determinados por el estándar de calidad ambiental, siendo el plomo el único parámetro inorgánico que excede el ECA en los años 2016-I y 2018.
- Al hacer una evaluación de los parámetros microbiológicos en las cuatro muestras se halló valores de 3300000, 46000000, 46000 y 170000 NMP/100 mL, excediendo con los estándares de calidad ambiental.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda la reactivación y ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que podría minimizar la contaminación de las aguas residuales a la quebrada Chacaylla.

- Se recomienda evaluar el fósforo total del recurso hídrico debido a que es un parámetro que debe ser evaluado según el ICARHS, para determinar con exactitud la calidad del recurso hídrico.
- Se recomienda hacer los monitoreos dos veces anualmente en época de avenidas y época de estiaje para llevar un mejor control de la calidad del agua.

REFERENCIAS

7.1. Fuentes bibliográficas

- Alarcón, J. F. (2019). Aplicación de métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima
- Almerco Ylanzo, Z. Á. (2019). Análisis del agua superficial de la naciente del Rio tingo relacionado a la inadecuada disposición de los residuos líquidos en la zona de Rumiallana.
- Cárdenas Novillo, P. A. (2020). Evaluación de la calidad del agua en la microcuenca hidrográfica del Río Tutanangoza mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos y la aplicación del ICA-NSF (Bachelor's thesis).
- Bharti, N., & Katyal, D. (2011). Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. *International Journal of Environmental Sciences*, 154-172.
- Brabander, K. d. (1992). Comparing biological and chemical parameters as complementary tools for the management of river water quality. In: Newman, P.J., et al. eds), *River Water Quality, ecological assessment and control*. EEC-publication EUR 14606 EN-FR
- Díaz, F., Escalona, M., Castro, D., León, A. y Ramírez, M. (2013). Metodología de la investigación. México D.F., México: Trillas.
- Fajardo Vidal, N. (2018). Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú .
- García y Iannacone. (2014). calidad microbiologica.
- Gutierrez Cabana, V.(2018). Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CCME–WQI y el ICA–PE, Puno – 2018.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (6 ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Jiménez, M. y Vélez, M. (Octubre de 2006). Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. *Bdigital UNAL*(14), 53-69.

- Muñoz, C. (2011). Como elaborar y asesorar una investigación de tesis (2 ed.). México: Pearson.
- Perlman, H. (2017). La ciencia del agua para escuela: Calidad del agua. Estados Unidos. Obtenido de <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>
- Picazo, M. (2016). La importancia de la calidad del agua . Madrid.
- Ramos Montesinos, M. A. J., & Guillermo Velásquez, P. E. (2023). Análisis comparativo del desempeño del índice ICA-PE y el índice WQI-NSF en el río Locumba.
- Sierra, C. (2021). Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Bogotá: Ediciones de la U.
- Sociedad Nacional de Minería Petroleo y Energia. (2012). Los Estandares de Calidad Ambiental y los Limites máximos permisibles .

7.2. Fuentes documentales

- El Peruano. Normas Legales. (7 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. 10-19. Lima: El Peruano.

7.3. Fuentes electrónicas

- Alpino, G. (2021). Influencia de la actividad acuícola en la calidad ambiental del agua, mediante la determinación de la carga orgánica, Moyobamba 2021. Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. Recuperado el 23 de julio de 2023, de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4665/3/Maest.%20en%20Gest.%20Amb.%20-%20Alpino%20Mendoza%20Garc%c3%ada.pdf>
- ANA. (13 de Mayo de 2020). Resolución Jefatural N° 084-2020-ANA. Aprueban metodología: "Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS). Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-metodologia-indice-calidad-ambiental-recursos-hidricos>
- ANA. (13 de Febrero de 2018). Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Aprueban la Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/ana/normas-legales/537986-r-j-056-2018-ana>

- Beamonte, E., Casino, A., & Veres, E. (2004). Un indicador global para la calidad del agua. aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana. *Estadística Española*, 46(156), 357-384. Recuperado el 18 de Abril de 2019, de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35972606/845-254-156_6.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1555605874&Signature=SogN7DH8dphfIM5juYnQjIGQDz0%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DUn_indicador_global_para_la_cali
- Campos, I. (2000). *Saneamiento ambiental*. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=lsgrGBGIGeMC&pg=PA48&dq=definicion+de+calidad+de+agua&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi_mabi0aXhAhWrtlkKHTrnD0UQ6AEIJzAA#v=onepage&q=definicion%20de%20calidad%20de%20agua&f=false
- Carreño, E., Andrade, D., & Díaz, B. (23 de Marzo de 2021). Características físico-químicas e inorgánicas de las aguas del río Checras por operaciones mineras, 2002 – 2018. Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental , 1-7. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/4432>
- Carrillo, L. (2018). Evaluación de la calidad físico – químico, microbiológica y parasitológica del agua utilizada en las queseras ubicada en la parroquia de Quimiag en el cantón Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9015/1/56T00802.pdf>
- Castañon, A. (2012). Ecosistemas acuáticos. Obtenido de <http://ecosistemasingambiental.blogspot.com/2012/06/12-clasificacion-de-los-ecosistemas.html>
- Dávila, D., & Inuma, D. (2019). Evaluación de las características del agua para consumo humano, en pozos tubulares y su incidencia en la salud, en los asentamientos humanos Los Olivos y Los 4 Suyos, distrito de Calleria, departamento Ucayali, 2018. Tesis de titulación, Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa. Recuperado el 17 de Julio de 2023, de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4248/000004170T-AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Durand, S. (2022). *Monitoreo Ambiental como herramienta para evaluar aguas contaminadas: Revisión Bibliográfica*. Universidad César Vallejo, Lima.

Recuperado el 23 de julio de 2023, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/100245/Durand_USR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Espinoza, F. (2020). Evaluación mediante el índice de calidad de agua (Ica) del Río Santa con vertimientos de aguas servidas domésticas, para la conservación del ambiente acuático, sector Huaraz-Jangas, Ancash 2019. Tesis de maestría, Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo", Ancash. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4354/T033_31673428_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores, D. (2020). Evaluación de los estándares de calidad ambiental para el agua de mar en la influencia de Puerto Rico-Bayovar-Sechura. Tesis de titulación, Universidad Nacional de Piura, Piura. Recuperado el 17 de Julio de 2023, de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2727/IPES-FLO-HER-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fuentes, A. (2021). Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Tesis de titulación, Universidad César Vallejo, Lima. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/88817/Fuentes_TAG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Germán, S. (2018). Método de Battelle-Columbus para valorar la calidad ambiental de la zona Marina Costera de Lambayeque, entre los años 2009-2016. Tesis de maestría, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6039>

Guzmán, L. (2019). Evaluación de la calidad ambiental en la región de Villa María, provincia de Córdoba. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de <https://repositorio.unrc.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/77933/77933.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IMARPE. (2018). Evaluación de la calidad del ambiente acuático. Instituto del Mar del Perú, Perú. Obtenido de

http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I01700503010000000000

- Jiménez, M., & Vélez, M. (Octubre de 2006). Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. *Bdigital UNAL*(14), 53-69.
- Llovera, L. (2019). Determinación del Índice de calidad ambiental del agua del manantial el azubre y quebrada el azufre, en el caserío el Pabellón, la Encañada, Cajamarca, 2016-2018. Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22317>
- Merino, R. (2022). Calidad ambiental del agua del río Chira y su relación con la percepción socio ambiental, Sullana, 2022. Tesis de titulación, Universidad César Vallejo, Lima. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106711/Merino_MRR%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAGRI. (2018). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (Ica- Pe). Ministerio de Agricultura y Riego. . Autoridad Nacional del Agua - ANA, Perú . Obtenido de http://observatoriochirilu.ana.gob.pe/sites/default/files/Archivos/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf
- MINAM. (07 de Junio de 2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. *El Peruano*, págs. 10-19. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Minaya, R. (2017). Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente-vacante. Iquitos. Perú. 2016. Tesis, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4690/Reynaldo_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS). Ministerio de Agricultura y Riego, 1-15. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de

https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4479/ANA0002895_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de salud. (2011). Reglamento de la calidad de agua para consumo humano. Lima, Perú: MINSA. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

Moncayo, M., & Zambrano, J. (2018). Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del río Portoviejo (Cadmio y Plomo, zona Metropolitana). Tesis de titulación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/840/1/TTMA13.pdf>

Moncayo, M., & Zambrano, J. (2018). Evaluación de la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del Río Portoviejo (cadmio y plomo, zona metropolitana). Obtenido de <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/840/1/TTMA13.pdf>

Montalusa, K., & Sánchez, D. (2021). Diagnóstico de la calidad del agua del canal internacional Zarumilla frente actividades antrópicas mediante parámetros físicoquímicos y biológicos. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Recuperado el 23 de julio de 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20026/1/UPS-CT009012.pdf>

Mora, G., Medina, C., Polo, J., & Hora, M. (2020). Calidad del agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físicoquímicos de la cuenca del río Huacamaranga (La Libertad, Perú). *Reibol*, 40(1), 85-98. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/2999>

Muela, P., Tenorio, E., & Barden, C. (2017). Efecto del uso de suelo en las concentraciones de *Escheriachia coli* y calidad de agua en ríos tributarios de la cuenca Kansas - Lower Republican, Manhattan, Kansas. Zamorano: EScuela Agrícola Panamericana. Recuperado el 18 de abril de 2019, de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6177>

Perlman, H. (2017). La ciencia del agua para escuela: Calidad del agua. Estados Unidos. Obtenido de <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>

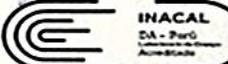
- Pineda, J., Coaquira, D., De La Cruz, D., Coaquira, L., & Jara, M. (2019). Determinación de las características físico químicas y microbiológicas de las aguas de las principales fuentes de consumo de la región Puno. Informe final de investigación, Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca. Recuperado el 17 de Julio de 2023, de <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/154>
- Programa Mundial de los Recursos Hídricos - WWAP. (2009). El 3° informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. El Agua en un mundo constante. Obtenido de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf
- Quispe, F. (2020). Calidad ambiental y tratamiento de agua de quebradas destinadas al consumo humano. Una revisión sistemática. Tesis de bachiller, Universidad Privada del Norte, Trujillo. Recuperado el 17 de Julio de 2023, de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26201/Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de la calidad del agua para consumo humano. Colombia. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Patogenos%20indicadores.pdf>
- Romero, J. (2017). La importancia en la conservación de los ecosistemas acuáticos. Indonesia. . Obtenido de <https://www.periodicodigitalgratis.com/gratis/la-importancia-en-la-conservacion-de-los-ecosistemas-acuaticos-con20315>
- Salas, N., & Segura, W. (2022). Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales en la Minería Legal e Ilegal, Ayacucho-Arequipa, 2017 – 2021. Tesis de titulación, Universidad César Vallejo, Lima. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/91620/Salas_DNA-Segura_PWA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez, Ó., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R., & Zambrano, L. (2007). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología, México. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=uWlrkIx-r3oC&pg=PA30&lpg=PA30&dq=conservacion+acuatico&source=bl&ots=8Nooai1nWQ&sig=ACfU3U0ivAxnAKxopX09skYzEec8Xd1sBA>

&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjDg_n4h6PhAhWsTt8KHUhMDcQQ6AEwCHoE
CAkQAQ#v=onepage&q=conservacion%20acuatic

- Sánchez, V. (2022). Calidad de aguas superficiales para el riego de cultivos agrícolas en la Cuenca del río San Pablo, provincia de los Ríos. Tesis magistral, Universidad Estatal de Milagro, Milagro. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de <https://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/6537/S%c3%a1nchez%20V%c3%a1squez%20Viviana%20Lorena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santiago, R. (2022). Conciencia ambiental y calidad de las aguas superficiales en Santa María - 2017. Tesis de maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6318/santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suarez, J. (2020). Calidad del agua del sistema de abastecimiento y el nivel de satisfacción de la comunidad universitaria de las quebradas Naranjal, Cochero y Cordova del Brunas - Tingo María, 2019. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Recuperado el 23 de julio de 2023, de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAS_2599b1ba780e7f9d8c166bb2bf79d8d0
- Teves, B. (2016). Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cakra, región Lima. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, San Miguel. Recuperado el 22 de Marzo de 2019, de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6797/TEVES_AGUIRRE_BETTY_ESTUDIO_FISICOQUIMICO_AGUA_RIO_CACRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- UNESCO. (2018). El ciclo del agua. Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura, Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>
- Vilca, U. (2022). Características microbiológicas de los pozos de aguas subterráneas en el consumo humano de la urbanización Villa Las Palmeras Chilla - Juliaca, 2021. Tesis de licenciatura, Universidad Privada San Carlos, Puno. Recuperado el 17 de Julio de 2023, de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./146>

ANEXO 1 : Resultado de Monitoreo – 2016 I





Registro N° LE-022

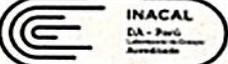
Identificación de Laboratorio: 8-000126697
 Tipo de Muestra: Agua Superficial
 Identificación de Muestra: 13900Chast1
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2016-04-29
 Fecha y hora de Muestra: 2016-04-28 12:30

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Microbiología			
# Coliformes Totales (N)- SMCWR-JPH-AWWA-WCF Part 8221 E-1, 22nd Ed.	2016-05-02		
Núm. Coliformes Termotolerantes		3.300.000	NM/100 mL
Química			
Aceites y Grasas en Agua, EPA Method 1664 A-1999	2016-05-02		
Aceites y Grasas (A)		17	mg/L
Cadmio Total en Agua, EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2016-05-04		
Cadmio Total		ND(<0,002 181)	mg/L
Cianuro WAD en Agua, SMCWR Part 4500-CN-4, 22nd Ed 2012	2016-05-03		
Cianuro Wad		ND(<0,004)	mg/L
DRO5 en Agua, EPA Method 406.1, Revised March 1993	2016-05-04		
DRO5		6	mg/L
DQO en Agua, EPA Method 410.1, Revised March 1993	2016-05-03		
DQO		10	mg/L
Asfalto en Agua, EPA Method 365.3, March 1993	2016-04-29		
P-Fenol		9,877	mg/L
Mercurio Total en Agua, EPA Method 243.7(v), Febrero 2005	2016-05-05		
Mercurio Total		ND(<0,002 1)	mg/L

0160429162149
J-00215563
pág 3 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.





Registro N° LE-022

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ().			
Química (Continúa...)			
Metales Totales en Agua, EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994			
	2016-05-03		
Aluminio Total		0,209	mg/L
Antimonio Total		ND(<0,001)	mg/L
Arsénico Total		ND(<0,007)	mg/L
Bario Total		0,349	mg/L
Berilio Total		ND(<0,002 5)	mg/L
Boro Total		0,054	mg/L
Cadmio Total		04,00	mg/L
Cobalto Total		ND(<0,001)	mg/L
Cromo Total		0,012	mg/L
Cromo Total		ND(<0,001)	mg/L
Cianuro Total		ND(<0,005)	mg/L
Cobalto Total		3,617 8	mg/L
Fósforo Total		3,45	mg/L
Hierro Total		3,333	mg/L
Litio Total		3,333	mg/L
Manganeso Total		16,26	mg/L
Molibdeno Total		0,185	mg/L
Níquel Total		ND(<0,002)	mg/L
Plata Total		ND(<0,002)	mg/L
Plomo Total		0,004	mg/L
Plata Total		14,32	mg/L
Sodio Total		43,04	mg/L
Titanio Total		0,012	mg/L
Vanadio Total		ND(<0,001)	mg/L
Zinc Total		6,577	mg/L
N-Nitró en Agua, EPA Method 354.1, Revised March 1993	2016-04-29		
N-Nitró		ND(<0,004)	mg/L
N-Amónico en Agua, SMCWR Part 4500-NH3-P, 22nd Ed 2012	2016-05-02		
N - Amónico		14,82	mg/L
N-Nitrato en Agua, EPA Method 352.1, Revised March 1993	2016-05-03		
N - Nitrato		ND(<0,05)	mg/L
Selenio Total en Agua, EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2016-05-04		
Selenio Total		ND(<0,002 4)	mg/L
Sulfuro en Agua, SMCWR Part 4500-S- D, 22nd Ed 2012	2016-05-04		
Sulfuro		ND(<0,002)	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión en Agua, SMCWR Part 2540-O, 22nd Ed 2012	2016-05-02		
Sólidos Totales en Suspensión		136	mg/L
Talco Total en Agua, EPA Method 200.8, Revised 5.4, May 1994	2016-05-04		
Talco Total		ND(<0,002 15)	mg/L

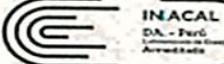
7020160503162144
J-00215563
pág 4 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

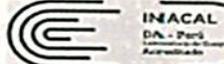
Fuente: Autoridad Nacional del Agua

ANEXO 2: Resultados de Monitoreo -2016 II

		 INACAL D.A. - Perú Autoridad Nacional del Agua	
Información General Muestra: Agua Solicitud de Análisis: Contrato N° 43-2015-ANA-04 (Nov-555) Muestreado por: Cliente Procedencia: Cotahuasi Referencia: Quebrada Chacocayta			
Identificación de Laboratorio: B-0001314303 Tipo de Muestra: Agua Superficial Identificación de Muestra: 13590Chac1 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2016-11-17 Fecha y hora de Muestreo: 2016-11-16 16:53			
Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
Microbiología			
# Coliformes Termotolerantes (N): SMEWW-APHA-AWWA-WEP Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012			
	2016-11-20		
3-Coliformes Termotolerantes			
		46 000 000	NMP/100 mL
Química			
Aceites y Grasas en Agua, EPA Method 1664, Revisión B, 2010			
	2016-11-18		
Acidos y Oxidos (TA)			
	2016-11-22	18	mg/L
Calcio Total en Agua, EPA Method 200.3, Revisión 5.4, May 1994			
	2016-11-21	N.D. (<0,000 18)	mg/L
Calcio WAD			
	2016-11-22	N.D. (<0,004)	mg/L
DBO5 en Agua, EPA Method 410.1, Revised March 1983			
	2016-11-19	128	mg/L
DQO en Agua, EPA Method 410.1, Revised March 1983			
	2016-11-17	320	mg/L
Fósforo en Agua, EPA Method 305.3, March 1983			
	2016-11-23	4,113	mg/L
Mercurio Total en Agua, EPA Method 245.7(Va), Febrero 2005			
	2016-11-22	N.D. (<0,000 1)	mg/L
Metales Totales en Agua, EPA Method 200.7, Revisión 4.4 May 1994			
		0,189	mg/L
		N.D. (<0,006)	mg/L
		N.D. (<0,007)	mg/L
		0,248	mg/L
		N.D. (<0,000 5)	mg/L
		0,246	mg/L
		83,22	mg/L
		N.D. (<0,001)	mg/L
		N.D. (<0,001)	mg/L
		0,007	mg/L
		0,747 6	mg/L
		N.D. (<0,003)	mg/L
		0,178	mg/L

11123210148 J-00242328 pág 2 de 4
 Este Informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos
 con sellos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la veracidad de los copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de
 calidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la
 condición de muestra recibida por el laboratorio.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

		 INACAL D.A. - Perú Autoridad Nacional del Agua	
Información General Muestra: Agua Solicitud de Análisis: Contrato N° 43-2015-ANA-04 (Nov-555) Muestreado por: Cliente Procedencia: Cotahuasi Referencia: Quebrada Chacocayta			
Identificación de Laboratorio: B-0001314303 Tipo de Muestra: Agua Superficial Identificación de Muestra: 13590Chac1 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2016-11-17 Fecha y hora de Muestreo: 2016-11-16 16:53			
Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
Química (Continúa...)			
		0,23	mg/L
		0,016	mg/L
		18,87	mg/L
		0,128	mg/L
		0,503	mg/L
		N.D. (<0,002)	mg/L
		23,86	mg/L
		N.D. (<0,002)	mg/L
		N.D. (<0,001)	mg/L
		81,87	mg/L
		0,009	mg/L
		N.D. (<0,001)	mg/L
		0,003	mg/L
		N.D. (<0,005)	mg/L
		N.D. (<0,005)	mg/L
		47,70	mg/L
		0,14	mg/L
		0,002 8	mg/L
		11,25	mg/L
		83	mg/L
		N.D. (<0,002 15)	mg/L

11123210148 J-00242328 pág 3 de 4
 Este Informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF EnviroLab. Solamente los documentos
 con sellos y NSF EnviroLab no se responsabiliza por la veracidad de los copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de
 calidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la
 condición de muestra recibida por el laboratorio.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

ANEXO 3: Resultados de Monitoreo – 2017

RESULTADOS ANALITICOS					
Muestras del ítem: 5			352778/2017-1.0		
N° ALS LS			31/08/2017		
Fecha de Muestreo			11:50:00		
Hora de Muestreo			Aguas Superficiales		
Tipo de Muestra			1366QChact		
Identificación					
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	15,2
Cianuro Wad	11597	mg/L	0,001	0,004	0,010
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	36
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	mg/L	2	5	---
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	297
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0,006	0,062	0,546
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	120
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	1,15
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica					
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos [como P]	8100	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0,009	0,023	< 0,009
Nitratos, [como N]	8100	mg NO3-N/L	0,002	0,005	< 0,002
Nitritos, NO2-	8100	mg NO2-/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, [como N]	8100	mg NO2-N/L	0,004	0,010	< 0,004
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0,012	0,084	---
Fosfatos [como P]*	7427	mg PO4-3-P/L	0,004	0,025	---
Nitratos, NO3-*	7427	mg NO3-/L	0,009	0,023	---
Nitratos, [como N]*	7427	mg NO3-N/L	0,002	0,005	---
Nitritos, NO2-*	7427	mg NO2-/L	0,015	0,038	---
Nitritos, [como N]*	7427	mg NO2-N/L	0,004	0,010	---
007 ANÁLISIS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,577
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00253
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,079
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0553
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	84,51
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,01191
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,4863
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	16,84
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0031
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	17,04
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,14464
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00178
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	52,46
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0025
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0023
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,00004	0,0005	< 0,00004
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,5648
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0200
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0133
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0778

Pág. 2 de 6

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

N° ALS LS	352778/2017-1.0				
Fecha de Muestreo	31/08/2017				
Hora de Muestreo	11:50:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales				
Identificación	1366QChact				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100 mL	1,8	---	4,6E+4
Observaciones					
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA					
Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW APHA-AWWA WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.					

Pág. 3 de 6

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Anexo 4: Resultados de Monitoreo - 2018

Muestras del ítem: 6					
Nº ALS	183272/2018-L0				
Fecha de Muestreo	19/04/2018				
Hora de Muestreo	10:00:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales				
Identificación	1366QChact				
Parámetro	Ref. Mé.	Unidad	LD	LQ	
D03 ENSAYOS FISIQUÍMICOS					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	5.0	< 1.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	12413	mg/L	2	5	10
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O2/L	2	5	57
Nitrógeno Amoniaco	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.062	10.7
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	109
Sulfuros	11652	mg/L	0.0004	0.0020	0.670
D05 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica					
Fosfatos, PO4-3*	7427	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos [como P]*	7427	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-*	7427	mg NO3-/L	0.009	0.023	< 0.009
Nitratos, [como N]*	7427	mg NO3-N/L	0.002	0.005	< 0.002
Nitritos, NO2-*	7427	mg NO2-/L	0.015	0.038	< 0.015
Nitritos, [como N]*	7427	mg NO2-N/L	0.004	0.010	< 0.004
D07 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS					
Plata [Ag]	11420	mg/L	0.00003	0.00010	< 0.00003
Aluminio [Al]	11420	mg/L	0.002	0.004	1.505
Arsénico [As]	11420	mg/L	0.00003	0.00010	0.00349
Boro [B]	11420	mg/L	0.002	0.004	0.045
Bario [Ba]	11420	mg/L	0.0001	0.0002	0.0811
Berilio [Be]	11420	mg/L	0.00002	0.00010	< 0.00002
Calcio [Ca]	11420	mg/L	0.10	0.15	124.7
Cadmio [Cd]	11420	mg/L	0.00001	0.00002	< 0.00001
Cobalto [Co]	11420	mg/L	0.00001	0.00002	0.00178
Cromo [Cr]	11420	mg/L	0.0001	0.0004	0.0010
Cobre [Cu]	11420	mg/L	0.00003	0.00010	0.00713
Hierro [Fe]	11420	mg/L	0.0004	0.0020	0.9639
Mercurio [Hg]	11420	mg/L	0.00003	0.00009	< 0.00003
Potasio [K]	11420	mg/L	0.04	0.10	18.42
Litio [Li]	11420	mg/L	0.0001	0.0004	0.0046
Magnesio [Mg]	11420	mg/L	0.003	0.010	30.09
Manganeso [Mn]	11420	mg/L	0.00003	0.00020	0.45637
Moibdeno [Mo]	11420	mg/L	0.00002	0.00010	0.00190
Sodio [Na]	11420	mg/L	0.006	0.040	40.64
Níquel [Ni]	11420	mg/L	0.0002	0.0004	0.0021
Plomo [Pb]	11420	mg/L	0.0002	0.0004	0.0031
Antimonio [Sb]	11420	mg/L	0.00004	0.00020	< 0.00004
Selenio [Se]	11420	mg/L	0.0004	0.0005	< 0.0004
Estaño [Sn]	11420	mg/L	0.00003	0.00010	< 0.00003
Estroncio [Sr]	11420	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
Titanio [Ti]	11420	mg/L	0.0002	0.0005	0.0612
Talio [Tl]	11420	mg/L	0.00002	0.00004	< 0.00002
Vanadio [V]	11420	mg/L	0.0001	0.0005	0.0110
Zinc [Zn]	11420	mg/L	0.0100	0.0200	0.0237
D15 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100mL	1.8	---	170000

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

ANEXO 5: Registro Fotográfico



Figura 20. Monitoreo en la quebrada Chacaylla

ANEXO 6: Ficha de observación

Código	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas ⁽¹⁾		Altitud msnm	Fecha	Hora	pH	T	OD	C.E.	Caudal ⁽²⁾	Observaciones ⁽³⁾	
						Este	Norte					°C	mg/L	Us/cm	m ³ /s		
						13660Choc	Quebrada Chacaylla, antes de la confluencia con el río Cotahuasi	Cotahuasi	Cotahuasi	Cotahuasi	Arequipa	726524	9317487	2632	19/04/18		10:00

ANA
 ALAO-P
 ANA
 Autoridad Nacional del Agua
 CUENCA : Río Ocaña REALIZADO POR : Bigo Alberto Fuentes Torres
 AAAALA : Cadina Ocaña / Ocaña Pansa RESPONSABLE : _____

(1) Las coordenadas del punto de control deberán ser expresadas en el sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en el sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84
 (2) Para el caso de cuerpo lotico, indicar el caudal; Para el caso de cuerpo léntico o marino-costero, indicar profundidad.
 (3) Las observaciones en campo se refieren, entre otros, a características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características normales del cuerpo de agua.

AU¹ AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUAS POTABLES - PAUSA
 Bigo Alberto Fuentes Torres
 Bigo Alberto G. Fuentes Torres

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

ANEXO 7: Estándar de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS-QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ -) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	> 5	> 5	> 5	> 4	> 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	< 25	< 100	< 400	< 100	< 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	n 3	n 3	n 3	n 2	n 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000087	0,000087
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,000023	0,000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

Fuente: D.S N° 004-2017-MINAM

ANEXO 8: Instrumento de cálculo del ICARHS

SUBÍNDICE 2 (S2) - FÍSICO-QUÍMICO METAL	PUNTO DE MONITOREO				1366QCha1				
	PARÁMETROS A EVALUAR		UNIDAD DE MEDIDA	ECA Cat.4-E2	2016 I	2016 II	2017	2018	
	FÍSICOS-QUÍMICOS	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6.5-9.0					
Sólidos suspendidos totales		mg/L	≤100						
INORGÁNICOS	Arsénico	mg/L	0.15						
	Cobre	mg/L	0.1						
	Mercurio	mg/L	0.0001						
	Plomo	mg/L	0.0025						
	Zinc	mg/L	0.12						
DATOS	Número de parámetros que no cumplen ECA Agua								
	Número total de parámetros a evaluar								
	Número de datos que no cumplen los ECA								
	Número total de datos evaluados								
CÁLCULO DE FACTORES	F1			$\frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$					
	F2			$\frac{\text{Número de los datos que NO cumplen los ECA}}{\text{Número total de datos evaluados}}$					
	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	Excedente						
	Sólidos suspendidos totales	mg/L							
	Arsénico	mg/L							
	Cobre	mg/L							
	Mercurio	mg/L							
	Plomo	mg/L							
	Zinc	mg/L							
	Sumatoria de los excedentes			$\text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum = \text{Excedente}}{\text{Total de Datos}}$					
F3			$\left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) \times 100$						
VALOR SUBÍNDICE S2				$100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{1.732}} \right)$					
CALIFICACIÓN SUBÍNDICE S2				Cuadro de valoración					
SUBÍNDICE 1 (S1) - MATERIA ORGÁNICA	PUNTO DE MONITOREO				1366QCha1				
	PARÁMETROS A EVALUAR		UNIDAD DE MEDIDA	ECA Cat.4-E2	2016 I	2016 II	2017	2018	
	FÍSICOS-QUÍMICOS	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10					
		Oxígeno disuelto	mg/L	≥5					
	MICROBIOLÓGICO	Nitrato	mg NO3-/L	13					
		Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	2000					
	DATOS	Número de parámetros que no cumplen ECA Agua							
		Número total de parámetros a evaluar							
		Número de datos que no cumplen los ECA							
		Número total de datos evaluados							
	CÁLCULO DE FACTORES	F1			$\frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$				
		F2			$\frac{\text{Número de los datos que NO cumplen los ECA}}{\text{Número total de datos evaluados}}$				
		Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	Excedentes					
		Oxígeno disuelto	mg/L						
Nitrato		mg/L							
Coliformes termotolerantes		NMP/100 mL							
Sumatoria de los excedentes			$\text{Suma Normalizada de Excedentes} = \frac{\sum = \text{Excedente}}{\text{Total de Datos}}$						
F3			$\left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) \times 100$						
VALOR SUBÍNDICE 1				$100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{1.732}} \right)$					
CALIFICACIÓN SUBÍNDICE S1				Cuadro de valoración					

Fuente: Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS)