



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Determinación de los indicadores fisicoquímicos del agua en la boca del río San Juan-Chincha en el periodo agosto-octubre 2019”

Presentado por:

DAVILA QUISPE, Zully Leydi

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 9% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CODIGO: ATIT-2022-FIAS-010

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 de Octubre 2022


UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Dr. Pedro Córdova Mendoza
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS

**“Determinación de los indicadores fisicoquímicos del agua
en la boca del río San Juan-Chincha en el periodo agosto-
octubre 2019”**

Línea de investigación: Recursos Hídricos, Riesgos de Desastres y Cambio
Climático

PRESENTADO POR

BACH. DÁVILA QUISPE, ZULLY LEYDI

Asesor: Dr. Luis Alberto Massa Palacios

Ica- Perú

2022

DEDICATORIA

A mis Padres

Edgar y Carmen, quienes con su amor, apoyo y esfuerzo velaron por mi futuro y me han permitido cumplir con una meta más de mi vida

A mi Hermano

Brayhan por apoyarme y estar conmigo en todo momento.

A Gabriel por el amor paciencia y palabras de aliento que me ayudaron a ser una mejor persona y quien me acompaña ahora en todos mis sueños y metas

El autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga mi alma mater, a mis padres Edgar y Carmen, a mi hermano Brayhan y a mi amor Gabriel, por su apoyo incondicional durante todo el proceso en mi formación profesional y en la elaboración de la presente investigación. A mis docentes por su aporte académico y mis compañeros con quienes compartimos momentos gratos e inolvidables

El Autor

INDICE DE CONTENIDO

	Pág
Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	3
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Antecedentes del problema de investigación	5
1.3.1. Antecedentes internacionales	6
1.3.2. Antecedentes nacionales	8
1.3.3. Antecedentes locales	11
1.4. Justificación e importancia de la investigación	12
1.4.1. Justificación	12
1.4.2. Importancia	13

1.4.3. Viabilidad	13
1.4.4. Limitaciones	14
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo general	14
1.5.2. Objetivo específico	14
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	15
2.1. Tipo de investigación	15
2.2. Nivel de investigación	15
2.3. Diseño de investigación	15
2.4. Población y muestra	15
2.4.1. Población	16
2.4.2. Muestra	16
2.4.3. Materiales	16
2.4.4. Método	17
2.5. Tecnología v Mecanismos de recolección v análisis de datos	17
2.5.1. Tecnologías de recolección de datos	17
2.5.2. Técnicas de análisis de datos	18
2.6. Procedimiento	19
2.6.1. Primer instrumento	19

2.6.2. Segundo instrumento	21
2.7. Definiciones importantes	33
2.7.1. Calidad del agua	33
2.7.2. Estándares de calidad ambiental	36
2.7.3. Indicadores fisicoquímicos	36
III. Resultados	41
IV. Discusión	54
V. Conclusiones	56
VI. Recomendaciones	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos de muestreo del rio San Juan de Chincha ramal rio Chico	- 19 -
Tabla 2: Indicadores obtenidos in situ y en el Laboratorio de la FIAS - USLG.....	- 21 -
Tabla 3: Equipos, materiales, reactivos e instrumentos que se utilizaron en los análisis de los indicadores fisicoquimicos.....	- 22 -
Tabla 4: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio San Juan-Chincha ramal rio Chico. Mes de agosto del año 2019	- 41 -
Tabla 5: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio San Juan-Chincha ramal rio Chico. Mes de setiembre del año 2019	- 42 -
Tabla 6: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio San Juan-Chincha ramal rio Chico. Mes de octubre del año 2019.....	- 43 -
Tabla 7: Resultados obtenidos en el periodo agosto-octubre2019.....	- 44 -

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del río San Juan-Chincha.....	- 20 -
Figura 2: Fotómetro multiparámetro (colorímetro).....	- 26 -
Figura 3: Peachímetro portátil.....	- 26 -
Figura 4: Conductímetro	- 26 -
Figura 5: Turbidímetro.....	- 27 -

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación es determinar los indicadores fisicoquímicos del agua de la boca del río San Juan-Chincha en el periodo agosto-octubre 2019, ramal río Chico. El desarrollo de la presente se justificó porque es importante tener un diagnóstico, mostrar los impactos generados por las diversas actividades antropogénicas en el cuerpo de agua, en este caso siendo el vertimiento de SEMAPACH S.A., la presencia de actividad minera, agrícola, ganadera y poblacional, la calidad del agua del río es muy importante, por ser útil en el consumo directo e indirecto de los pobladores, además debe ingresar al mar en condiciones y no altere los ecosistemas. Se realizó la comparación de los resultados obtenidos de los indicadores fisicoquímico con los ECAs del D.S.004-2017-MINAM, se eligieron en la investigación cuatro puntos de monitoreo y diecisiete indicadores fisicoquímicos, periodo agosto-octubre 2019, se observa a partir de los resultados, que en el punto RChic1 ubicado a 500 m del vertimiento de SEMAPACH S.A. en el sector Portachuelos no cumplen con la normatividad los indicadores fisicoquímicos: pH, fosfato, Al, Cu, Fe, Mn y Zn, de igual manera en el punto RChic2 no cumplen: fosfato, Al, Cu, y Mn, asimismo se observa que el Al no cumple en los cuatro puntos durante el periodo, de lo cual se concluye que una de las fuentes contaminantes son los vertimientos de la EPS, y las diversas actividades antropogénicas, es importante buscar las estrategias para resolver esta gran problemática ambiental.

Palabras claves: indicadores fisicoquímicos, monitoreo, estándares de calidad ambiental

ABSTRACT

The main objective of the survey is to determine the physico-chemical indicators of water from the mouth of the San Juan-Chincha river in the period August-October 2019, Chico river branch. The development of this was justified because it is important to have a diagnosis, to show the impacts generated by the various anthropogenic activities in the body of water, in this case being the dumping of SEMAPACH SA, the presence of mining, agricultural, livestock and population activities. , the quality of the river water is very important, because it is useful in the direct and indirect consumption of the inhabitants, it must also enter the sea in conditions and does not alter the ecosystems. The results obtained from the physicochemical indicators were compared with the RCTs of the DS004-2017-MINAM, four monitoring points and seventeen physicochemical indicators were chosen in the investigation, period August-October 2019, it is observed from the results, that at point RChic1 located 500 m from the SEMAPACH SA discharge in the Portachuelos sector, the physicochemical indicators: pH, phosphate, Al, Cu, Fe, Mn and Zn do not comply with the regulations, likewise at point RCic2 they do not comply : phosphate, Al, Cu, and Mn, it is also observed that Al does not comply in the four points during the period, from which it is concluded that one of the polluting sources is the dumping of the EPS, and the various anthropogenic activities, It is important to seek strategies to solve this great environmental problem,

Keywords: physicochemical indicators, monitoring, environmental quality standards

I. INTRODUCCIÓN

A inicio del siglo XXI, amenaza la estabilidad, la seguridad y el equilibrio ecosistémico de las naciones, una crisis mundial del agua, en especial de las que están en proceso de desarrollo. Millones de seres humanos mueren cada año a causa de enfermedades relacionadas con la escasez del agua, mientras aumentan al mismo tiempo, la contaminación de los recursos hídricos y la destrucción de los ecosistemas [1].

Para la vida humana el agua es uno de los recursos fundamentales, utilizada por los humanos en todas sus actividades desde las más elementales hasta las de más alta complejidad. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) expresa que nos encontramos en una crisis mundial del agua causada por la escasez y la contaminación de los recursos hídricos [1].

Se han ido incrementando en los últimos años las exigencias para la protección y control de la contaminación del medio ambiente en todas las empresas y actividades antropogénicas. Dentro del ambiente ocupan una dimensión especial el uso de los recursos energéticos, como por ejemplo el agua, donde el uso sostenible tanto en cantidad como en calidad depende de las decisiones económicas, sociales políticas y quizás aun en mayor importancia la participación de la comunidad [2]. Las aguas superficiales de los ríos, lagos y lagunas, son las que el hombre utiliza para desarrollar sus actividades básicas como abastecimiento de agua potable, navegación, recreación, etc., sin embargo, son las que se encuentran contaminadas debido a que reciben directamente las descargas de aguas residuales sin ningún tratamiento [3].

En la región Ica, Perú, se encuentra el rio San Juan de Chincha, pertenece a una de las cuencas importantes del Pacifico [4]

El crecimiento de la población en los últimos años de manera exponencial, nos lleva al aumento de la demanda de los recursos naturales en especial del agua. Sin embargo, “es obvio que un planeta de tamaño finito, con recursos disponibles igualmente finitos, por definición no puede albergar crecimientos permanentes en general, especialmente de la población y su consumo de bienes y servicios” [5]. El incremento de la demanda de recursos, como es el caso del agua, adicionada a los efectos producidos por las actividades

de productividad, al cambio del clima y al uso responsable y selectivo del agua, ha menguado la calidad y cantidad del recurso, afectando a los pobladores en los diversos aspectos, generando conflictividad y aumentando la vulnerabilidad y desigualdad.

En la actualidad el ANA se encuentra a cargo de la protección, conservación, vigilancia y administración de los recursos hídricos en nuestro país, cuya entidad se rige de acuerdo a la Ley de los Recursos Hídricos N° 29338, 2009; en cambio quien fiscaliza ambientalmente los vertimientos industriales, mineros como otras fuentes contaminantes son otras autoridades sectoriales y el OEFA se creó en el 2008 y está adscrito al MINAN.

La evaluación de la calidad del agua, normalmente se diagnostica por medio de análisis químicos, físicos y biológicos. En el Perú entre las riquezas de gran importancia se tiene el recurso hídrico, conformado por una inmensa diversidad de cuerpos de agua como: quebradas, manantiales, riachuelos, lagos, lagunas, y mares. Los cuales integran las microcuencas, subcuencas, cuencas Hidrográficas y unidades hidrográficas, importantes en la contribución del desarrollo y sostenimiento de las comunidades. En el recorrido del río San Juan de Chincha aguas arriba y aguas abajo la contaminación se genera más debido a las actividades de los pobladores y empresas de la rivera del río, como: la agricultura, la ganadería, la minería, la industria, etc., motivo el cual se sugiere que los diversos municipios que intervienen realicen un ordenamiento territorial

Los ICA vienen a ser un componente fundamental del manejo adecuado de los recursos hídricos [6]. Cuando no hay cumplimiento con los diferentes estándares de los ICA, se debe plantear que dichos usuarios realicen un pago adicional con la finalidad de tratar el agua y poder controlar para que no ocasione pérdidas o daños. La calidad y la cantidad del agua está relacionada con los conflictos de los usuarios diversos [7]. Además, es penoso observar la contaminación de los cuerpos de agua por los humanos vertiendo aguas residuales agrícolas, domésticas e industriales lo cual deteriora la calidad del agua.

Todos los organismos vivos necesitan cantidad y calidad de agua para vivir, aunque algunas especies acuáticas tienen la capacidad de tolerar diversos niveles de calidad de agua [6] [8]. Los países desarrollados generalmente tratan el agua para consumo humano sea de fuentes naturales superficiales o subterráneas.

Debido a todo lo que se genera relacionado a los recursos hídricos es importante monitorear, investigar y manejar adecuadamente con la finalidad de garantizar una gestión que efectiva. El río San Juan de Chincha es fuente principal de agua que abastece a su

extenso y hermoso valle de la provincia de Chincha, fundamental en las diversas actividades como: la agroindustria, la agricultura, la ganadería, la minería, la industria y uso doméstico. En los últimos años el río San Juan ha sido convertido en un botadero y vertedero de desechos de la población e industrias de la rivera del río. Por tal motivo es importante evaluar la calidad del agua para examinar e identificar los impactos producidos debido a las diferentes diversas actividades antropogénicas. La presente se hace con el fin de determinar los indicadores fisicoquímicos del agua del río, a partir de lo cual encontrar respuesta debido a que actividades antropogénicas y naturales se contamina el agua del río, es muy importante para realizar acciones estratégicas correctivas, sabiendo lo fundamental que es la calidad del agua para los diferentes usos.

El ICA utiliza documentación de calidad del agua y soporta cambios políticos de diferentes instituciones de monitoreo ambiental [6]. La Recolección de datos de diferentes fuentes, permite encontrar el estado del cuerpo de agua, de esa manera comprender la problemática de la calidad del agua, por los usuarios de los recursos hídricos, las instituciones gubernamentales y público en general.

Se llevó a cabo el monitoreo en un periodo de tres meses en el cual se ha abarcado la época de estiaje, en cuatro puntos establecidos, evaluando la calidad del agua del río Ica, por medio de los indicadores fisicoquímicos elegidos, dichos resultados se analizaron y compararon con los ECAs para el agua superficial en categoría 3, regulado por el decreto supremo 004-2017-MINAM. De lo cual se ha realizado la identificación y evaluación del diagnóstico actual del río y por medio del presente estudio permitirá comparar con futuros estudios y de esa manera buscar la toma de decisiones correctivas acerca de la calidad del agua teniendo en cuenta el uso.

1.1 Realidad problemática

Debido a su clima desértico la costa peruana realmente se caracteriza por la escasez hídrica, la cual es incrementada con el cambio climático, el crecimiento poblacional y también por el desarrollo de diversas actividades económicas que necesitan del uso del recurso hídrico en grandes cantidades. En la agricultura, según el cálculo de la FAO, esta actividad es la responsable del 70% de las extracciones globales del agua dulce y más del 90% del uso consultivo [9]

Mundialmente el agua es una problemática que se presenta desde hace muchos años, debido a la distribución no equitativa de este vital líquido; la cantidad de agua dulce que

puede ser usada para las actividades del hombre es tan solo un 3 %, es por ello que la calidad y preservación de ésta es importante para el desarrollo de la sociedad [10].

La calidad de las aguas se encuentra influenciada por las actividades antropogénicas [11] Actividades humanas diversas generan deterioro de la calidad en las aguas; la agricultura es una de las actividades que aporta al ambiente productos de fertilización y residuos fitosanitarios de plaguicidas; Las aguas residuales de la cría de ganado o de operaciones agroindustriales liberan importantes contaminantes orgánicos en los cuerpos de agua; muchas descargas de origen humano, como las aguas residuales domésticas o de lavado, también terminan en arroyos que son afluentes de la red de aguas superficiales [11] de las cuencas de los ríos del país.

El agua de los ríos, viene a ser uno de los primeros medios que están expuestos desde el punto de vista de su calidad en la naturaleza. Esto es debido a que en su mayoría las civilizaciones desde tiempos antiguos hasta la actualidad se encuentran asentados en las riberas de los ríos. Cuyas aguas fueron y se usan para el consumo humano, regadíos, industrias, entre otros; y también como receptoras de los desechos inorgánicos y orgánicos de los pobladores, votados de forma directa o indirecta, con o sin tratar previamente. El uso indiscriminado de los cuerpos de agua, como agente que recibe, depura naturalmente y transporta contaminantes, dando origen a la extinción de la fauna íctica en la mayoría de los cuerpos de agua y amenazando a los restantes.

Es de enorme trascendencia conocer la calidad del agua para consumo humano, como lo podría ser para el riego de cultivos, para la utilización industrial, recreacional, para la expedición de licencias para regular y optimizar el desempeño de pantas de procedimiento, entre varios otros objetivos. Por lo que, la calidad del agua es un término variable para su función de propósito específico.

El Centro de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) revisó y analizo amplia información y se llevaron a cabo varias reuniones con expertos, dirigentes políticos, autoridades y representantes de la sociedad civil. Dicho documento contiene los “ejes estratégicos” conteniendo los objetivos, prioridades, lineamientos y programas con el fin de orientar las decisiones y acciones del estado y así lograr alcanzar las metas de mejora al 2021. En el sexto eje se considera el tema sobre la calidad del agua: Los problemas fundamentales en materia de calidad del agua son los vertimientos de aguas residuales con tratamiento inadecuado, que pueden ser de origen productivo o domestico; otro de

los problemas es la disposición de manera inadecuada de los residuos sólidos en los cuerpos de agua, como también la presencia de pasivos ambientales que provienen de la minería y así como la degradación de los ecosistemas que pueden ser por pérdida de cobertura vegetal u otros motivos.

El ANA ha identificado las fuentes contaminantes de aguas superficiales de la cuenca del río San Juan. Además, de la descripción de cada fuente contaminante con el registro fotográfico, así como también el análisis de los parámetros monitoreados con respecto a la normativa vigente.

En la cuenca del río San Juan se identificó 30 fuentes contaminantes: Residuos sólidos 17, pasivos ambientales mineros 1, vertimiento de aguas residuales domésticas 6, actividad ganadera identificada en la cuenca del río San Juan 6.

Las fuentes contaminantes identificadas en la cuenca del río San Juan son principalmente vertimientos de aguas residuales sin tratamiento y botaderos de residuos sólidos dispuestos en el río.

El río de San Juan desde la naciente de la cuenca hasta la desembocadura en el Océano Pacífico, incluido sus ramales y bifurcaciones.

El objetivo de la presente tesis es determinar los indicadores fisicoquímicos del agua de la boca del río San Juan-Chincha, con la finalidad de disminuir y revertir los problemas de contaminación por vertido de efluentes al ecosistema.

1.2 Formulación del problema

El presente proyecto formula la siguiente interrogante:

¿Cómo determinar los indicadores fisicoquímicos de agua en la boca del río San Juan-Chincha en el periodo de agosto-octubre 2019?

1.3 Antecedentes

En el mundo en una gran cantidad de regiones, la calidad del agua es amenazada por la contaminación y el uso abusivo y erróneo; los bosques son considerados con frecuencia los que influyen grandemente en estas dos variables. Adicionando a esto, el cambio del clima, lo cual altera la función que regula los flujos de agua que es influenciado por los bosques y de esa manera condiciona la disposición de los recursos hídricos.

1.3.1 Antecedentes internacionales

Artículo de investigación de GIL MARIN José Alexander, VIZCAINO Celeidys y MONTAÑO MATA Nelson José (2018) **“Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela”** Universidad de Oriente Monagas Venezuela, E. Ing. Agronómica. Se concluye que las aguas requieren algún tratamiento previo antes del consumo humano [6] [12]

La investigación desarrollada por El-Hamid, H. y Hegazy, T. (2017) **“Evaluación de los índices de contaminación de la calidad del agua para los recursos de aguas subterráneas de Nuevo Damietta, Egipto”**, en la que señalan los autores que el agua subterránea viene a ser la fuente más importante en fines de riego y domésticos tanto en las regiones urbanas y rurales [13]. Motivo por el cual dicho estudio se realizó, con la finalidad de encontrar la calidad del agua subterránea debido a la concentración de metales pesados en tres puntos [13].

Artículo de investigación de CAHO RODRIGUEZ Carlos Andrés y LOPEZ BARRERA Ellie Anne (2017) **“Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI”** Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. Se determinó la igualdad de la UWQI y CWQI.

Artículo académico reportado por Rubio, H., Ochoa, J., Ortiz, R., Quintana, R., Saucedo, R. y Villalba, M. (2017) **“Calidad de agua en términos fisicoquímico-metales en tres sitios contrastantes del río Conchos en Chihuahua, México”**, Los autores para lograr objetivo general, tomaron 80 muestras de aguas y midieron sus parámetros de pH, temperatura, STD, conductividad eléctrica, también midieron la presencia de metales pesados [14].

La investigación científica de Aguirre, M., Vanegas, E. y García, N. (2016) **“Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala”**, se enfoca el trabajo en evaluar el estado de salud en el cual está el lago, en el periodo 2005 a 2014, aplicando el Índice de Calidad del Agua que desarrolló la Fundación Nacional de Saneamiento de EE.UU. [15].

La investigación realizada por Abou, B. (2015) **“Índice de contaminación de metales pesados para la evaluación de la calidad de las aguas subterráneas en Damasco Oasis, Siria”**. Objetivo de la investigación fue evaluar su calidad de aguas subterráneas de Damasco por medio del índice de contaminación por

metales pesados. El autor menciona que HPI (índice de contaminación de metales pesados).

La investigación científica desarrollada por Dimas, M., Garza, M. y Treviño, D. (2015) **“Índice de la calidad del agua y metales pesados del cauce aguas blancas del municipio de Acapulco Guerrero, México”**, su objetivo general fue evaluar el índice de calidad del agua del río en mención, utilizando los criterios que propone la Conagua, se encuentra que no cumplen los LMP de la norma del país en mención como: STD, coliformes totales, carga orgánica, nitrato, fosfato, aceites, grasas y detergentes; lo cual indica que son aguas inadecuadas para para cualquier actividad.

El estudio realizado por Giri, S. y Kumar, A. (2014) **“Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de contaminación de metales pesados en el río Subarnarekha, India”**, por medio del método de espectrometría de plasma con acoplamiento inductivo se analizaron metales [16]. Encontrando resultados en temporada previa al Monzón con niveles altos.

Artículo de investigación de RINCÓN GALÁN Yuijet Andrea, DAZA ARDILLA Diana del Socorro y CASTRILLÓN CARDONA William Fernando (2011) **“Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Acapulco, Condinamarca-Colombia”**. Se concluyó, la cuantificación de los parámetros fisicoquímicos permiten evaluar el impacto ambiental que generan las diferentes intervenciones antrópicas causadas en el río Apulo, categorizándolo como un cuerpo de agua eutrófico en materia de nutrientes y alfa-betamesosaprobio en términos de materia orgánica, este último indica un grado de contaminación crítica [17]

Artículo de investigación de QUINTERO RENDÓN Luz; AGUDELO EDISON; QUINTANA HERNÁNDEZ; CARDONA GALLO; OSORIO ARIAS (2010) **“Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos Colombianos”** Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Se concluyó, el estudio plantea la propuesta de implementación de 8 indicadores para el seguimiento a la calidad de suelos en puertos, estos deberán validar a través de estudios que permitan establecer una línea que permite ratificarlos o excluir algunos que no tengan injerencia debido a la actividad específica que realiza cada puerto.

Artículo de investigación de HAHN VONHERRBERG Christine M, TORO Daniel Ricardo, GRAGALES QUINTERO Alberto, DUQUE QUINTERO Gina

María y SERNA URIBE Lorena (2009) **“Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia”** Universidad de Caldas, Colombia. El objetivo del estudio fue determinar la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos en la Estación Piscícola, Granja Montelindo (Universidad de Caldas), ubicada en la Vereda Santágueda (Municipio de Palestina) [18]

Artículo de investigación de SAMBRONI RUIZ Natalia Eugenia, CARBAJAL ESCOBAR Yesid y ESCOBAR Juan Carlos (2007) **“Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua”** Universidad del Valle, Cali, Colombia. Se concluye, que actualmente los indicadores de calidad y contaminación vienen a ser una propuesta viable para interpretar las variables químicas físicas y biológicas dentro de la programación del monitoreo.

1.3.2 Antecedentes nacionales

La tesis de Posgrado Maestría en Ciencias Ambientales de Chirinos Málaga, Carlos Enrique (2022), **“Índice de calidad de agua y contenido de metales pesados en el río San Juan, Cerro de Pasco”** Universidad Nacional Agraria La Molina. Concluye, según los resultados obtenidos del Canadian Council Ministry of Environment (CCME WQI) por Periodos, para la parte alta de la cuenca del Río San Juan se obtuvo una calificación de Buena, para la parte media se obtuvo una calificación de Pobre y para la parte baja del río San Juan dio una calificación principalmente de marginal a regular respectivamente [19].

La tesis de Posgrado doctorado en Ingeniería Industrial de Quiñones Hutangari, Lenin (2021), **“Estimación de la calidad del agua, por medio del desarrollo de un modelo matemático dinámico, Río Utcubamba-Perú”** Universidad Nacional de Piura, concluye, se desarrolló un índice para establecer la calidad del agua del flujo de agua Utcubamba, nombrado "Índice de calidad del agua difusa" (DWQI) [20].

La tesis de LUNA CORIMANYA Katherine Dayana (2019) **“Determinación del índice de calidad del agua del río Asana de la cuenca Asana – Osmore - Ilo,**

del distrito de Tarata, provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua” Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Se concluyó, Al evaluar y cuantificar 16 parámetros, ECAs para Categoría 3 [21].

La tesis de DIAZ TORIBIO Yeselin Margi (2019) **“Determinación de variables con mayor impacto en la calidad del agua, de la cuenca baja del río Chillón”** UNFV, FIGAE, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental. Se concluyó, se puede observar que la mayoría de las variables presentes en el árbol de decisión tienen una correlación mayor a cero (0) respecto al Índice de Calidad ambiental del agua (ICA), los datos más altos varían entre 0.3 y 0.4 correspondientes al Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Coliformes Termotolerantes y Conductividad Eléctrica, esta correlación sería calificada como una correlación “débil” al encontrarse alejada del uno (1) [22].

La tesis de ALARCON CORRO José Fernando 2019 **“Aplicación del método del índice de calidad del agua en el río Rímac”** UNMSM, FIGMMG. Se concluyó: Los valores del ICA del río Rímac, indican en su mayoría que los métodos NSF, León, Dinius e Idaho indican una calidad “regular”. Por otra parte, los ICA – PE y Universal indican una calidad de “bueno” a “regular”, el ICA – Idaho indica una calidad “marginal” y el ICA – Oregon indica una calidad “muy pobre”.

La tesis de SAAVEDRA MEJIA Liliana Naddyesda (2019) **“Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad del agua del río Llaucano de la ciudad de Bambamarca”** UNC, FCA. Se concluyó, calidad del agua evaluada a partir del análisis fisicoquímico y la comunidad de macroinvertebrados nos muestra que la mayor contaminación se presenta en el punto 2 y 3 con respecto a los huevos de helminto llegando a presentar valores de 8 y 7 HH/L respectivamente, con respecto a las coliformes termotolerantes llegando a presentar un valor de 35000 NMP/100 mL [23] en el punto 3 durante el mes de mayo, los cuales corresponden con el gradiente de disminución de la calidad biológica, el cual refleja sus cambios en distintos atributos de la comunidad bentónica como riqueza, composición, abundancia o densidad de individuos [23].

La tesis de ATANACIO ROJAS Rosi Ángel (2018) **“Determinación de los parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua en la laguna La Encantada provincia de Huaura 2016”** Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Escuela de Posgrado. Se concluyó: Se caracterizó fisicoquímicamente en sus principales parámetros cuyos resultados se muestran en las tablas presentadas, donde se observa que una gran concentración de nutrientes que fomenta el desarrollo de flora y fauna extraña a la laguna. Se encontró a nivel superficial en las aguas de la laguna sólidos disueltos y suspendidos en una proporción moderada según la zona de toma muestra, apreciándose una tendencia a su reducción a medida que las aguas se aproximan a la zona de rebose de la laguna por mantener sus equilibrios bioquímicos propios. La tesis de Rojas Deudor, Oshio Mirely (2018), **“Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ragra afluente del río San Juan, Bolívar-Pasco-2018”**, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, concluye, que no cumplen con los ECAs los parámetros físico-químico y microbiológico del Río en mención [24].

La tesis de Pérez Alvarado, Julisa Katerine (2017), **“Determinación del índice de calidad del agua río Moquegua por predominación del vertimiento de la planta de procedimiento de aguas residuales-OMO”** Universidad de Moquegua, concluye, los parámetros fisicoquímicos se observa que han superado los ECAs en los parámetros pH y DBO5 [25]. Asimismo, en el 2015 se observa que han superado los ECAs en los siguientes parámetros pH, Fosfatos, DBO5 y Oxígeno disuelto [25].

Trabajo de investigación de BELTRAN LAZARO Moisés Enrique y OCHOA LEÓN Henry Raúl (2013) **“Evaluación de la calidad del agua del canal de irrigación (CIMIRM), en el tramo de la estación experimental el Mantaro UNCP”** presentado por UNCP - Huancayo. Tiene como finalidad evaluar la calidad del agua del canal CIMIRM para uso agrícola mediante el análisis fisicoquímico, medición de la concentración de metales totales, sales y los análisis microbiológicos para dar un diagnóstico de la calidad de agua del canal de riego en el tramo que corresponde al distrito de El Mantaro de la provincia de Jauja [26]. Los resultados obtenidos fueron evaluados teniendo en cuenta los límites máximos permisibles de cada sustancia según normas legales para el agua

de riego vegetal, vigentes en nuestro país, los resultados obtenidos indican que de los 21 parámetros seleccionados y analizados, el pH (varía desde 6 a 6,5) está por debajo de los límites permisibles; la Alcalinidad está por debajo de los límites permisibles; el Manganeseo sobrepasa los límites permisibles siendo este elemento muy tóxico para los cultivos; los Coliformes fecales superan los límites permisibles lo cual nos indica una contaminación proveniente de residuos humanos y animales [26].

1.3.3 Antecedentes locales

La investigación científica de BENDEZU BENDEZU, Misael Aquiles y BENDEZÚ HERNANDEZ, Cynthia Victoria (2021) **“Efecto de los parámetros fisicoquímicos y biológicos sobre la calidad del agua del Rio Pisco”** se concluyó, los parámetros físicos están entre los valores permitidos por los ECAs, los químicos como el Al, Cu, Fe, Zn están ligeramente superiores a los ECAs y los parámetros microbiológicos como Coliformes termotolerantes y escherichia coli en los puntos RP1 y RP2 están por encima de los ECAs de la normatividad vigente [27].

La tesis de ESPINOZA HERNANDEZ Paola Del Rosario (2019) **“Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano en el sector de Chanchajalla, distrito de la Tinguña, Ica-2019”** Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería. Se concluyó: La concentración de los STD, cloruros, NO_3^- , NO_2^- , SO_4^- , dureza, cumple con los ECAs y los LMP, en cambio, los nitritos y sulfatos, no cumplen, teniendo valores medios.

El trabajo de investigación de Manuel Gamarra, Miguel Hidalgo, Mario López y Cesar Medina (2017), **“Optimización del uso de recursos hídricos del rio Pisco y el desarrollo de la región Ica”** Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se determinó que con el desarrollo del proyecto de la Optimización del uso del Recurso Hídrico se influye positivamente en el desarrollo de la Región Ica. La misma que se concluye en base a la contrastación de hipótesis realizada [28].

La tesis de Angulo Aguilar, Milagros del Pilar (2017), **“El agua como generador de conflictos en El Carmen, Chincha, Ica: Actores y percepciones”** Pontificia

Universidad Católica del Perú, concluye, sobre el objetivo general, es preciso mencionar que la percepción de los pobladores sobre la problemática del agua se manifiesta principalmente en la diferencia de acceso respecto a otros centros poblados [29]. Además, existe una percepción colectiva de que el agua que reciben es de mala calidad; sin embargo, no relacionan este hecho con la desigualdad [29]. Por otro lado, entre las posibles causas se ha evidenciado una deficiencia de apoyo del gobierno regional y central, una falta de presupuesto y, especialmente, una deficiencia en el diálogo [29]. Es crucial mencionar que el diálogo y la coordinación entre la municipalidad, la población y las entidades públicas y privadas son las principales limitantes para una gestión integrada de los recursos hídricos [29]. Además, se debe considerar el contexto histórico de la población de El Carmen, ya que, según la geografía de la percepción, existen criterios, opiniones y comportamientos que tienen relación con eventos del pasado y que generan una percepción colectiva respecto a su territorio y los hechos que ocurren en él [29].

La tesis de CHAVEZ TORRES Angela del Rocio (2016) “**Modelos hidrológicos para la generación de caudales diarios en las cuencas de los ríos Pisco y San Juan-Ica**”. La información de las estaciones meteorológicas e hidrométricas corresponde al periodo 1980-2002; de acuerdo a esto se pueden llegar a las siguientes conclusiones: Se realizó la simulación hidrológica del modelo GR4J para las dos cuencas, sin embargo, cuando se procede a la calibración el sistema presenta problemas con el rango de parámetros sugeridos [30]. Se aplicó satisfactoriamente la simulación del comportamiento hidrológico del modelo SAC-SMA para evaluar y cuantificar los caudales en las cuencas de los ríos Pisco y San Juan. El modelo SAC-SMA proporciona resultados que son útiles para la correcta estimación del recurso hídrico, lo cual ha sido comprobado en la presente tesis [30].

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

La presente investigación se justifica plenamente por la preocupante situación que se tiene en el río San Juan de los aspectos ambientales de vigilancia y conservación de los ecosistemas fluviales, por las normas legales y la importancia de cumplir con la ley general de los recursos hídricos que tácticamente indican que toda actividad debe considerar el impacto sobre el medio ambiente.

1.4.2 Importancia

La presente tesis es importante debido a que se determina los indicadores fisicoquímicos y permite evaluar la influencia de los vertimientos de las aguas residuales domésticas sin un tratamiento adecuado, de los vertimientos de la agricultura, las aguas residuales de las actividades productivas, con la finalidad de buscar la solución que contribuya en el cuidado ambiental de la cuenca del río, determinar los contaminantes presentes, el inadecuado uso y manejo de los diversos efluentes provenientes de las actividades antropogénicas propias del lugar, por tal motivo el uso indebido puede ser dañino y peligrosos.

En esta investigación se toma de referencia la ciudad de Chíncha, porque se ha venido manejando los residuos sólidos de una manera inadecuada y además las aguas residuales son vertidas al río San Juan sin un tratamiento adecuado, lo cual se torna peligroso y altamente dañino para la población y los ecosistemas.

1.4.3 Viabilidad

En el río San Juan de Chíncha (ramal río Chico), la contaminación del agua es de alta peligrosidad debido a que puede producir daño en la salud de los pobladores de la rivera, asimismo, es peligroso para todos los seres vivos, plantas y animales. La contaminación de los ríos a nivel del mundo está entre los problemas ambientales graves.

La presente investigación tiene una gran importancia porque radica principalmente en la posibilidad técnica de la determinación de los indicadores fisicoquímicos, permitiendo conocer la contaminación ambiental y buscar la solución disminuyendo la contaminación en la cuenca. Mayormente la

contaminación es proveniente de las actividades antropogénicas, pero además también se produce por causas naturales o geoquímicas.

Entre las fuentes de contaminantes, motivo de nuestro proyecto son el vertimiento de las aguas residuales generadas por los centros poblados, la agricultura, la ganadería, en las riveras de río San Juan aguas arriba hasta desembocar al mar.

1.4.4 Limitaciones

La determinación de los Indicadores fisicoquímicos del agua en la boca del río San Juan de Chincha en el periodo agosto-octubre 2019, sabiendo los grandes beneficios que tiene, se encuentra diversas dificultades o restricciones en el proceso entre las que se tiene:

- En la determinación de algunos indicadores importantes la falta de equipos y reactivos en el laboratorio de la FIAS de la UNSLG.
- El apoyo nulo de las autoridades locales, regionales y nacionales, a pesar de ser un problema relevante el conocer la calidad del agua que se utiliza para las diversas actividades de los pobladores.
- Se determinó los indicadores fisicoquímicos en el río San Juan ramal río Chico hasta antes de la desembocadura al mar (boca del río).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar de los indicadores fisicoquímicos del agua en la boca del río San Juan-chincha en el periodo agosto-octubre del año 2019

1.5.2 Objetivos específicos

- ☞ Determinar los indicadores fisicoquímicos que se van a monitoreo en los puntos de monitoreo elegidos en las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica.
- ☞ Analizar los indicadores fisicoquímicos del agua del río San Juan (ramal río Chico) en el periodo agosto-octubre 2019.
- ☞ Evaluación de resultados.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

En el presente trabajo de investigación, se determina los indicadores fisicoquímicos, en 4 puntos de monitoreo elegidos en el periodo del mes de agosto a octubre del año 2019, los cuales están ubicados en el río San Juan de Chíncha en el ramal río Chico hasta la boca del río (desembocadura al Océano Pacífico). Las concentraciones encontradas de los indicadores fisicoquímicos se compararon con los ECAs según el D.S. 004-2017-MINAM, el río San Juan de Chíncha es clasificado categoría 3: el agua del cual se usa principalmente en el riego de vegetales, actividades productivas y bebida de animales, enseguida se evalúa e identifica los parámetros fisicoquímicos que no cumplen con los estándares de la calidad del agua de acuerdo a la normatividad nacional vigente.

2.1. Tipo de Investigación

El tipo de la presente investigación es aplicada, debido a que está orientada a la determinación de los indicadores fisicoquímicos del río San Juan de Chíncha en el ramal río Chico y comparados con los ECAs de acuerdo a la legislación nacional.

2.2. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación que se está realizando pertenece a los estudios descriptivos, porque se determina los indicadores fisicoquímicos y se evalúa e identifica de acuerdo a la norma nacional para aguas superficiales de categoría 3.

2.3. Diseño de Investigación

En la presente investigación es no experimental cuantitativa, tiene como objetivo determinar los indicadores fisicoquímicos y realizar la evaluación de acuerdo a la normatividad vigente nacional, haciendo uso del razonamiento hipotético-deductivo. Se utilizan muestras representativas, con la finalidad de tener una estrategia para controlar y una metodología cuantitativa que permite realizar el análisis de los datos.

2.4. Población y Muestra

2.4.1. Población

En el desarrollo de la investigación, la población es el río San Juan de Chíncha ramal río Chico hasta la desembocadura al Océano Pacífico.

2.4.2. Muestra

Se determina la muestra por los puntos elegidos para monitorear, teniendo como punto de inicio el sector de Portachuelos a 500 m aguas abajo del vertimiento de SEMAPACH y como último punto a 500 m antes de la desembocadura al mar.

2.4.3. Materiales

En la investigación los materiales que se utilizaron se describen enseguida:

Materiales de Campo:

- Tablero y libreta de apuntes
- Plumón marcador de tinta indeleble
- Frascos de plástico de 1 L.
- Frascos de vidrio de 1 L.
- Etiquetas para identificar los frascos
- Guantes quirúrgicos adecuados (descartables)
- Cooler para transportar las muestras (para análisis fisicoquímicos)
- Papel de tissue
- Calculadora científica
- Cámara fotográfica
- Laptop
- GPS

Materiales, reactivos y equipos de Laboratorio:

- Peachímetro portátil HANNA
- Conductímetro portátil HANNA
- Multiparámetro HANNA
- Colorímetro o fotómetro HANNA

- Turbidímetro portátil HACH
- Calentador y agitador magnético
- Matraces volumétricos (50, 100, 250 y 1000 ml)
- Buretas (10, 25 y 50 ml)
- Pipeta (1, 3 y 5 ml)
- Tubos de muestras (vial de 10 y 20 ml)
- Gotero
- Kit de reactivos del colorímetro HANNA para los diversos parámetros
- Buffer ácido, neutro, estándar y alcalino, para la calibración del pH del Peachímetro portátil y Multiparámetro HANNA
- Solución de cloruro de sodio para calibrar la conductividad del Multiparámetro y el conductímetro portátil HANNA
- Soluciones para la calibración del Turbidímetro portátil HACH

2.4.4. Método

Se basa la presente investigación en la observación, monitoreo, medición y comparación de datos con la normatividad.

2.5. Tecnología y mecanismos de recolección y análisis de datos

2.5.1. Tecnología de recolección de datos

Consiste en recolectar la información de los monitoreos de agua que se realizaron utilizando técnicas según la R.J. 010-2016-ANA, a partir de:

- Reconocimiento del lugar en estudio y determinación de las estaciones o puntos de monitoreo
- Etiquetado y rotulado: Se realiza el rotulado del Cooler se indica en la cubierta con la palabra frágil, en cuyo interior en un formulario se detalla ordenadamente los datos, como: agua superficial, muestra, identificación de dicha muestra, procedencia, punto codificado de muestreo, llevar a cabo la toma de la muestra, datos detallados del solicitante, datos del responsable que ha realizado la toma de muestra, fecha y hora de la toma de muestra, fecha de la recepción de la muestra, fecha que comienza los ensayos, fecha que finaliza los ensayos.

- Toma de muestra: Primeramente, se adquieren los frascos de plástico de un litro debidamente esterilizados, para cada punto de muestreo, mensualmente durante el periodo de estudio. Luego se realiza la toma de las muestras en los cuatro puntos de monitoreo de una manera adecuada.
- Conservación de muestras: Se realiza en cadena de frio con la finalidad de conservar las muestras contenidas en los envases que han sido debidamente esterilizados.
- Parámetros de campo: parámetros que se miden in situ debido a que varían al ser transportados y con la temperatura de la muestra.
- Conservación, almacenamiento y transporte de las muestras: para llevar a cabo el transporte de los frascos con las muestras se realizan en un Cooler con refrigerante o bolsas de hielo, con la finalidad de conservar las muestras a una temperatura de 2 a 4°C, logrando tener una refrigeración adecuada.
- Realizada la recolección de las diversas muestras mensualmente, en el periodo elegido para el estudio de agosto a octubre del 2019, luego se realiza el análisis de las muestras en los laboratorios de la FIAS de la UNSLG, de cada uno de los indicadores fisicoquímicos considerados en la investigación.
- In situ se realiza la medición de los parámetros como: pH, STD, conductividad, % de NaCl y temperatura y en el laboratorio se midieron los parámetros químicos como: nitrato, fosfato, nitrito, aluminio fierro, zinc, cobre, etc. Dicho análisis se realizaron en el Laboratorio de la FIAS de la UNSLG.
- Luego finalmente se realiza la comparación entre los resultados obtenidos y los estándares de ambiental del agua de la normatividad nacional vigente, y de esa manera se determina la calidad del agua del rio Chico ramal del rio San Juan de Chincha, categoría 3. Riego de vegetales y consumo de animales en agua superficiales.

2.5.2. Técnicas de análisis de datos

En la presente tesis, se elabora una relación de los análisis fisicoquímicos obtenidos in situ y en el laboratorio de la FIAS de la USLG, los gráficos elaborados se realizaron utilizando el programa Excel, luego se evalúa los resultados obtenidos por medio de la comparación con los ECAs respectivos de

la normatividad nacional vigente para aguas superficiales, categoría 3, de acuerdo a la clasificación el río San Juan ramal río Chico.

Los métodos y técnicas para los análisis se realizaron de acuerdo al indicador que se va a analizar según la normatividad internacional para caracterizar la calidad del agua [31] las que se encuentran incluidas en los denominados. Métodos Normales para el Examen de las Aguas Residuales (Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater) y las Normas Técnicas Peruanas que se refieren a la calidad del agua.

2.6. Procedimiento

La presente investigación se basa en la aplicación de instrumentos de gestión ambiental los cuales se consideran dos:

2.6.1. Primer instrumento

Aplicando la Resolución Jefatural 010-2016-ANA, en:

a) Selección de indicadores:

- Indicadores que se midieron en campo o in situ, los que se consignaron son: pH, conductividad, STD, % NaCl y temperatura.
- Indicadores que se midieron en el laboratorio, los que se consignaron: sulfato, nitrato, nitrito, fosfato, aluminio, cadmio, cobre, hierro y zinc.

Selección de las estaciones o puntos de monitoreo: Se seleccionaron cuatro puntos de muestreo del río San Juan de Chíncha ramal río Chico hasta la desembocadura al mar.

Tabla 1: Puntos de muestreo del río San Juan de Chíncha ramal río Chico

CODIGO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM		Altitud msnm
		ESTE	NORTE	
RChic1	Sector de Portachuelos a 500 m aguas abajo del vertimiento de SEMAPACH S.A.	385880.56 m	8512080.36 m	176 m
RChic2	Frente al centro poblado de Hornillos	380245.94 m	8511293.67 m	109 m
RChic3	A 500 m de la Panamericana Sur	376227.86 m	8510977.93 m	58 m
RChic4	A 500 m antes de la desembocadura al mar	371501.26 m	8511440.16 m	3 m

Fuente: Propia

Figura 1: Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del río San Juan Chíncha ramal río Chico



Fuente: Google Earth

b) Frecuencia del monitoreo: Se ha realizado el monitoreo en los cuatro puntos seleccionados durante el periodo de agosto a octubre del año 2019, época de estiaje o seca del río, dichos monitoreos se llevaron a cabo a fines de cada mes en periodo seleccionado, se ha propuesto realizar el monitoreo con la frecuencia mencionada, con el fin de identificar las variables y tener una respuesta de la variación y evaluación de los resultados encontrados.

c) Metodología de muestreo

- Conservación de las muestras del agua del río San Juan Chíncha ramal río Chico: Se toman las muestras, enseguida los frascos se cierran herméticamente, cuya finalidad es de evitar que se contamine y derrame las muestras debido a la falta de hermeticidad.
- Identificación de las muestras del río San Juan de Chíncha ramal río Chico: con una etiqueta se realiza la rotulación de los frascos, se protege la etiqueta por medio de una cinta adhesiva transparente antes de llevar a cabo la toma de las muestras, la información que se consigna es:

- Numero de la muestra
- Origen del agua (río San Juan de Chíncha ramal río Chico)
- Código de la estación o punto de monitoreo
- Fecha y hora en la se realiza la se toma de muestra
- Datos del profesional responsable de la realización de la toma de muestra
- **Preservación y transporte de las muestras:** Se preservan las muestras de acuerdo a las técnicas de análisis del parámetro que se va a analizar, conservándolas en un Cooler con ice packs o refrigerante, dichas muestras son transportadas al laboratorio de FIAS de la UNSLG, en la mayoría de veces se trató de hacer en el período de tiempo más corto que se pueda con el propósito de obtener resultados más exactos y precisos.

2.6.2 Segundo instrumento

Para determinar la calidad del agua del río es fundamental comparar con los valores del D.S.004-2017-MINAM “Estándares de calidad ambiental”. Luego, de tener el reporte de los resultados encontrados en el laboratorio de la FIAS y de los valores de los indicadores medidos in situ o en campo, se elabora la base de los datos obtenidos por mes en el transcurso del periodo elegido para realizar la investigación de agosto a octubre del año 2019, después se revisa y procesa los resultados, y por último se realiza la comparación entre los resultados encontrados y los estándares de calidad ambiental de la normatividad nacional en vigencia para aguas superficiales categoría 3.

Los indicadores analizados en campo y en el laboratorio se han obtenido con los equipos de la FIAS de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, enseguida se detallará en la tabla siguiente:

Tabla 2: Indicadores obtenidos in situ y Laboratorio de la FIAS - USLG

INDICADORES FISICOQUIMICOS	
INDICADORES OBTENIDOS IN SITU	pH
	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
	STD (mg/L)
	NaCl (%)

INDICADORES OBTENIDOS EN LABORATORIO	Fosfato (mg/L)
	Nitrato (mg/L)
	Nitrito (mg/L)
	Sulfato (mg/L)
	Aluminio (mg/L)
	Cobre (mg/L)
	Hierro (mg/L)
	Cadmio (mg/L)
	Plomo (mg/L)
	Manganeso (mg/L)
	Zinc (mg/L)

Fuente: propia

Para realizar la medición de los diferentes indicadores fisicoquímicos antes mencionados, se hicieron uso de los instrumentos y los equipos siguientes:

Tabla 3: Equipos, materiales, reactivos e instrumentos que se utilizaron en los análisis de los indicadores fisicoquímicos

Equipos, materiales, reactivos e instrumentos de Laboratorio	Especificaciones
	<p>Marca y modelo: HANNA HI83399</p> <p>Especificaciones: Es utilizado en la medición de indicadores químicos de soluciones en estado líquido o muestras de agua, dichos indicadores son: nitratos, nitritos, fosfato, sulfato, aluminio, cadmio, cobre, hierro, plomo, manganeso, zinc, etc.; de manera exacta, rápida y se puede confiar en series de muestras de agua, se utilizan reactivos específicos para cada indicador el</p>

Fotómetro multiparamétrico (colorímetro)	cual colorea las muestras para luego ser medidos en el colorímetro por el método de espectroscopia.
Turbidímetro portátil	<p>Marca y Modelo: HACH 2100Q and 2100Q/s</p> <p>Especificaciones: Su uso es fácil, preciso, sirve para medir la turbiedad de muestras de agua. Asimismo, se calibra con las diversas soluciones patrón, con el fin de realizar las mediciones de los resultados exactos y precisos.</p>
Peachímetro portátil	<p>Marca y Modelo: HANNA – HI8424 pH/ORP</p> <p>Especificaciones: medidor popular en el mercado. Instrumento que tiene la capacidad de medir pH. ORP y temperatura, con una respuesta rápida y con gran precisión. Se calibra automáticamente con buffer memorizables (pH 4.01, pH7.01 y pH10.01). Cambiar la sonda de pH por la de ORP, para leer ORP en mV.</p>
Conductímetro portátil	<p>Marca y Modelo: HANNA – HI 9835 EC/TDS/NaCl/°C</p> <p>Especificaciones: Es un medidor profesional, facilita la lectura de conductividad/TDS/NaCl/T, con una sonda, fácil de usar y transportar. Con una sola sonda se mide automáticamente cuatro mediciones en uno, sencillo de usar.</p>
	Especificaciones: Es un matraz que esta aforado (fiola), de material es de vidrio, es de fondo plano, tiene cuello largo y estrecho en el cual tiene una marca importante que es

Matraz aforado	el aforo hasta donde se enrasa cuando se prepara una solución a una determinada concentración con un volumen de excelente exactitud y precisión
Pipeta graduada	Especificaciones: instrumento muy utilizado para realizar mediciones volumétricas de líquidos en el laboratorio, con muy buena precisión. Cuyo material es de vidrio transparente calibrado, tiene en uno de sus extremos una punta cónica, mide diversos volúmenes dentro de su rango respectivo
Vial	Especificaciones: Viales o tubos de muestras utilizados con el fin de asegurar y mantener el contenido de forma integral en las diferentes aplicaciones de laboratorio. Es de material vidrio transparente, vidrio borosilicato tipo 1 clase A con tapón que sirve para sellar de manera hermética.
Reactivo de Aluminio	Marca: HANNA Especificaciones: Longitud de onda de 525 nm, rango de 0 a 1 mg/L, en 10 ml de muestra se disuelve un sobrecito de reactivo, luego se tapa de manera hermética, enseguida se agita hasta lograr disolver totalmente.
Reactivo de Cobre, rango alto	Especificaciones: longitud de onda de 575 nm, rango de 0 a 5 mg/L, de, en 10 ml de muestra se disuelve un sobrecito de reactivo, agitar por 15 segundos suave, dejar reposar 45 segundos, enseguida realizar la lectura en el colorímetro
	Especificaciones: longitud de onda de 525 nm, rango de 0 a 5 mg/L, disolver un

Reactivo de Hierro rango alto	sobrecito de reactivo en 10 ml de muestra, luego cerrar herméticamente, agitar, enseguida leer la cantidad de hierro en mg/L en el colorímetro
Reactivo de Nitrato	Especificaciones: longitud de onda de 525 nm, rango de 0 a 30 mg/L, a 10 ml de muestra agregar un sobrecito de reactivo de nitrato 93728-0, luego cerrar herméticamente agitar de manera vigorosa durante 10 segundos, después se invierte el vial suavemente por 50 segundos, se evita que se formen burbujas de aire
Reactivo de Nitrito, rango alto	Especificaciones: longitud de onda 575 nm, rango de 0 a 150 mg/L, agregar un sobrecito de reactivo de nitrito rango alto 93708-0 a 10 ml de muestra, luego se cierra de manera hermética, después agitar suavemente hasta que se disuelva totalmente, enseguida el vial conteniendo la muestra se coloca en el colorímetro para realizar la medición
Reactivo de Fosfato, rango alto	Especificaciones: longitud de onda 525 nm, rango de 0 a 30 mg/L, a 10 ml de muestra agregar un sobrecito de reactivo de fosfato, rango alto 93717B-0, luego cerrar herméticamente se agita suave hasta la disolución total, enseguida se realiza la medición
Reactivo de Zinc	Especificaciones: longitud de onda 575 nm, rango de 0 a 30 mg/L, a 10 ml de muestra agregar 0.5 ml de reactivo de Zinc B, cerrar herméticamente agitar hasta disolver totalmente, enseguida realizar la medición

Fuente: Manual de los equipos HANNA/Elaboración propia



Figura 2: Fotómetro multiparamétrico (colorímetro)



Figura 3: Peachímetro portátil



Figura 1: Conductímetro



Figura 2: Turbidímetro

a) Para medir el pH:

Para realizar la medición del pH in situ o en campo, el cual consta en:

- Instrumento:
 - Peachímetro marca HANNA-HI8424
- Reactivo:
 - Soluciones Buffer para la calibración de manera automática (pH 4.01, pH 7.01 y pH 10.01)
- Procedimiento:
 - Se coloca en un matraz de 250 ml la muestra
 - Se introducen los electrodos de pH y temperatura en la muestra
 - Esperar que se estabilice los valores que aparecen en la pantalla del equipo, y luego se consigne el valor obtenido, tanto de pH como de temperatura

b) Para medir la conductividad:

Para realizar la medición de la conductividad la cual se lleva a cabo in situ o en campo, dicha medición consta en:

- Instrumento:
 - Conductímetro de marca HANNA – HI 9835 – EC/TDS/NaCl/T
- Reactivo:

- Solución para la calibración del equipo

- Procedimiento:

- En un matraz de 250 ml se coloca la muestra

- En la muestra se introduce el electrodo del conductímetro

- Se espera que se estabilice los valores en la pantalla, una vez estabilizado se selecciona la opción conductividad, enseguida se obtiene el resultado en $\mu\text{S}/\text{cm}$

c) Para realizar el análisis de sólidos totales disueltos (TDS):

El análisis de sólidos totales disueltos (TDS) se realiza in situ o en campo, el cual consta en:

- Instrumento:

- Conductímetro de marca HANNA – HI 9835 – EC/TDS/NaCl/T

- Reactivo:

- Solución para la calibración (solución desionizada de NaCl) de la conductividad, sólidos totales disueltos en el equipo

- Procedimiento:

- En un matraz de 250 ml se coloca la muestra

- Se introduce el electrodo del conductímetro, que mide a la vez los cuatro parámetros

- Se espera que se establezcan los valores en la pantalla del equipo, una vez estabilizado se elige la opción de sólidos totales disueltos enseguida se obtiene el resultado en mg/L

d) Para analizar la turbiedad:

Conservar la muestra: cuando no se determina inmediatamente la turbiedad, se puede conservar la muestra en la oscuridad en frascos oscuros no mayor de un día (24 horas). El análisis de la turbiedad se lleva a cabo por medio del método nefelómetro, el cual consta en:

- Instrumento:

- Turbidímetro HACH 2100Q and 2100Q/s

- Reactivo:
 - Soluciones para la calibración del Turbidímetro HACH
 - Agua transparente sin turbidez
- Procedimiento:
 - Se calibra el Turbidímetro por medio del procedimiento que indica el fabricante.
 - Se coloca el vial o tubo de muestra conteniendo la muestra problema, enseguida en el equipo se lee la turbiedad en UNT.

e) Para realizar el análisis de nitratos:

Con el uso del método de colorimetría se realizó el análisis de nitratos, el cual consta:

- Instrumento:
 - Fotómetro Multiparámetro HI83399 (colorímetro)
- Reactivo:
 - Reactivo de nitrato HANNA
- Procedimiento:
 - En el colorímetro se selecciona el programa de nitrato, de los programas que se encuentran almacenado en dicho equipo
 - En un tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de muestra problema
 - Enseguida se adiciona el contenido del sobre de reactivo de nitrato en el tubo de muestra y después se tapa de manera hermética
 - Luego se agita vigorosamente, se deja en reposo durante 5 minutos para que reaccione
 - En otro tubo de muestra o vial se coloca 10 ml el blanco, el cual consta de agua destilada o muestra, se seca con papel tissue el vial tratando que no esté húmedo ni tenga huellas
 - Se pone el blanco en el porta celdas del colorímetros enseguida con la tapa del instrumento se cierra herméticamente
 - En cero se calibra, en la pantalla se debe observar 0.0 mg/L de NO_3^- -N

- Después se coloca la muestra coloreada con el reactivo en el porta vial y se tapa herméticamente
- Finalmente se presiona el botón lectura y en la pantalla del equipo se obtiene el resultado de NO_3^- -N en mg/L

f) Para realizar el de análisis de nitritos:

Por medio del método de colorimetría se realiza el análisis de nitritos, el cual consta en:

- Instrumento:
 - Fotómetro Multiparámetro HI83399 (colorímetro)
- Reactivo:
 - Reactivo de nitrito HANNA
- Procedimiento:
 - En el colorímetro se selecciona el programa de nitrito, el cual se encuentra almacenado en el equipo
 - En un tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de muestra problema
 - En la muestra se adiciona el contenido del sobrecito de reactivo de nitrito y luego se tapa herméticamente
 - Enseguida se agita vigorosamente hasta lograr disolver por 1 minuto, dejando en reposo durante 5 minutos con el fin reaccione
 - Se toma otro vial o tubo de muestra se coloca 10 ml del blanco que consta de agua destilada o muestra, se seca con papel tissue el vial tratando que no tenga humedad ni huellas
 - El blanco que contiene el vial se introduce en el porta celdas del colorímetro enseguida con la tapa del instrumento se cierra firmemente
 - Se realiza la calibración en cero, observándose en la pantalla 0.0 mg/L de NO_2^- -N
 - Después se coloca la muestra coloreada por el reactivo en la porta celda y se tapa herméticamente
 - Por último, se presiona el botón lectura y en la pantalla del equipo se lee el resultado obtenido de NO_2^- -N en mg/L

g) Para realizar el análisis de sulfatos:

Por medio del método de colorimetría se realiza el análisis de sulfatos, el cual consta en:

- Instrumento:
 - Fotómetro multiparamétrico HI83399 (colorímetro)
- Reactivo:
 - Reactivo de sulfato HANNA
- Procedimiento:
 - En el colorímetro se selecciona el programa de sulfato a partir de los que se encuentra almacenado en el equipo
 - En un tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de muestra problema
 - En la muestra se adiciona el contenido del sobrecito de polvo reactivo de sulfato y luego se tapa herméticamente, si se observa una turbiedad blanca lechosa nos indica la presencia de ion sulfato
 - Después se agita hasta lograr la disolución del polvo, dejar en reposo para que termine de reaccionar por un tiempo de 5 minutos
 - En otro tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de blanco que puede ser agua destilada o muestra, secar con papel tissue tratando que no humedad ni huellas
 - El vial que contiene el blanco se introduce en la porta celda del colorímetro, luego se cierra la tapa firmemente
 - Enseguida se calibra en cero, en la pantalla del equipo se observa 0.0 mg/L de SO_4^-
 - Después se coloca la muestra coloreada por el reactivo, en la porta celda y se tapa firmemente
 - Por último, se presiona el botón lectura, observando en la pantalla del equipo el resultado de SO_4^- en mg/L

h) Para realizar el análisis de fosfatos:

Por medio del método colorimétrico se realiza el análisis de fosfatos, el cual consta en:

- Instrumento:
 - Fotómetro multiparamétrico HI83399 (colorímetro)
- Reactivo:
 - Reactivo de fosfato HANNA
- Procedimiento:
 - En el colorímetro se selecciona el programa de fosfato, el que se encuentra en el equipo almacenado
 - En un tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de muestra problema
 - Se adiciona el contenido del sobrecito de reactivo en polvo de fosfato en la muestra y luego se tapa de forma hermética
 - Luego agitar vigorosamente hasta lograr disolver por 1 minuto, después se deja que complete la reacción 5 minutos, se observa una coloración azul en el caso que tenga presencia de fosfato.
 - En otro tubo de muestra o vial se coloca 10 ml el blanco el que consta de agua destilada o muestra, se seca con papel tissue tratando que no tenga humedad ni huellas
 - En el colorímetro se pone el vial que contiene el blanco en el porta vial enseguida se cierra firmemente la tapa del instrumento
 - Se realiza la calibración en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de PO_4^{-3}
 - Luego se introduce el vial con la muestra coloreada con el reactivo en el porta vial y se tapa herméticamente
 - Por último, se presiona el botón lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado de PO_4^{-3} en mg/L

i) Para realizar el análisis de aluminio:

Por medio del método de colorimetría se realiza el análisis de aluminio se, el cual consta en:

- Instrumento:
 - Fotómetro Multiparámetro HI83399 (colorímetro)
- Reactivo:

- Reactivo de aluminio HANNA

• Procedimiento:

- En el colorímetro se selecciona el programa de aluminio, el que se encuentra almacenado en dicho equipo
- En un tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de muestra problema
- En la muestra se adiciona el contenido del sobrecito de reactivo en polvo de aluminio y luego se tapa herméticamente
- Después agitar vigorosamente por 1 minuto hasta lograr disolver, se deja en reposo por 5 minutos con el fin que reaccione
- En otro tubo de muestra o vial se coloca 10 ml de blanco el que consta de agua destilada o muestra, se seca con papel tissue tratando que no tenga humedad ni huellas
- El vial que contiene el blanco se pone en el porta vial del colorímetro enseguida se cierra con la tapa del instrumento firmemente
- Luego se calibra en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de Al
- Enseguida se coloca en la porta celda del colorímetro el vial con la muestra preparada con el reactivo y se tapa herméticamente
- Por último, se presiona el botón de lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado de Al en mg/L

2.7. Definiciones importantes:

2.7.1. Calidad del agua:

Según Gleick (2002), el agua es un recurso natural limitado, el cual debe ser considerado como un bien público debido a su importancia para la salud humana como para toda forma de vida [32]. Así mismo, la mayor parte del recurso hídrico se encuentra en los mares, océanos y otros el 96.5% [32]. De igual manera, la relación de dicho elemento, el agua, con la contaminación ambiental que se ocasiona debido a las actividades del hombre, Lekshmi Prasad y Mophin (2017) comenta que el incremento poblacional del ser humano viene también, en un incremento de la demanda de recursos naturales, lo cual trae consecuencias negativas tanto para la calidad como para la cantidad de reservas acuíferas dulces [33].

En esta situación, los metales pesados son uno de los contaminantes principales, de acuerdo a Navarro et al. (2007), son elementos químicos con densidades superiores o iguales a 5 g/cm^3 y con número atómico mayor a 20, a excepción de los metales alcalinotérreos y alcalinos. Asimismo, cuando se relaciona la contaminación ambiental que ocasiona el hombre con metales pesados presentes, Gutiérrez *et al.* (2014) señalan que la primera al ser relacionada con la segunda, conforma uno de los problemas ambientales más inquietantes debido a la capacidad bioacumulativa, versatilidad para moverse al interior de los sistemas acuosos y toxicidad de los metales pesados [34].

De manera específica, cuando se realiza el análisis de la presencia de metales pesados en los diversos cuerpos acuosos de nuestro planeta tierra, Duffus (2002) indica que estos conforman parte de la corteza terrestre en forma de sales, minerales, entre otros tipos de compuestos, señala además, que una de las características de estos metales es que no pueden ser fácilmente destruidos o degradados de manera natural, lo cual estaría relacionado al hecho de que no poseen funciones metabólicas específicas para los seres bióticos, otra de sus características, es que estos se incorporan a los sistemas de abastecimiento de agua a través de los residuos industriales que se vierten sin tratamiento, para luego depositarse en los diferentes sistemas acuíferos [35].

Copaja *et al.* (2016), Por su parte indican que los metales pesados son indicadores de la calidad ecológica en los cuerpos de agua, por la toxicidad, persistencia y acumulación en los organismos vivos, señalando que su ingreso al ciclo hidrológico proviene de distintas fuentes, siendo importante las de origen litogénico o geoquímico, sin descartar que en la actualidad la mayor concentración proviene de actividades antropogénicas [36].

De los cuales, se puede observar que la interacción entre la salud de los seres bióticos y la contaminación de los sistemas acuíferos terrestres, acerca de esto, Gil *et al.* (2018) comentan que, en la naturaleza, la condición ecosistémica está fuertemente condicionada a los niveles de calidad del agua, situación que puede evidenciarse en los efectos de dicha relación sobre los distintos seres vivos, de manera simultánea, este autor comenta, también, el rol de la actividad antrópica sobre los cuerpos acuosos, indicando que la primera se vale de los segundos para la eliminación de las aguas residuales producto de su actividad agrícola,

doméstica e industrial, situación que gradualmente va degradando los niveles de calidad del agua [6].

Según Sierra (2011), indica que cuando un contaminante entra en el agua, su concentración se ve afectada por fenómenos como de dispersión, difusión, reacción, sumideros y de advección, en este último se cambia la concentración del contaminante, pero no cambia su composición química, por la fuerza o impulso del caudal [3]. Acerca de esta problemática descrita, se han desarrollado métodos con el fin de evaluar la calidad del agua entre los que se encuentran la cuantificación química, física y biológica del agua, posteriormente a todo esto se agruparon dichas características hasta lograr la conformación de los denominados Índices de Calidad del Agua, los que, según Babaei *et al.* (2011) fueron diseñados en conformidad con los usos del recurso hídrico, en base a las políticas de evaluación y monitoreo de la calidad del agua de cada país [37].

En la actualidad la Autoridad Nacional del Agua realiza la interpretación de los diferentes resultados obtenidos en los monitoreos de calidad de aguas, por medio de la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de agua que se ejecutan en las diversas categorías que tienen los ECAs D.S. 004- 2017-MINAM.

Por su parte, Rubio *et al.* (2014) señala que estos conforman una herramienta que posibilita el diagnóstico de un recurso natural como es el agua, esto mediante la evaluación de los componentes que alteran su calidad para los diferentes usos que el agua, podría tener, permitiendo, así, representar y comunicar la calidad del contenido de los diversos cuerpos acuáticos existentes [14].

Con respecto a índices mencionados, Herrera *et al.* (2009) Comentan que estos basan su clasificación de la calidad de las aguas en la comparación entre los niveles de concentración de agentes contaminantes contra los límites establecidos mediante instrumentos legales, así mismo, tanto los estándares de calidad para ríos como para otros cuerpos acuáticos son definidos en base a los usos posibles a los que el agua está destinada [38].

Además, las veces que se reconoce más acerca de los ecosistemas naturales ocupan un legítimo lugar cuando se consideran las opciones para gestionar la calidad del recurso hídrico. En la gestión de los recursos acuáticos la calidad ambiental es considerada una de las prioridades actualmente, referidas al

potencial de restauración y grado de perturbación o conservación eco-sistémico de acuerdo a las actividades antropogénicas.

Según Montes (2010) puntualiza que la calidad del agua se define como la condición analítica, cualitativa y cuantitativa en que se encuentra el agua en determinado momento para ser usada en un fin específico.

2.7.2. Estándares de calidad ambiental

Es la regla en la cual se regula el nivel de la cantidad de las sustancias o elementos o parámetros sean químicos, físicos y biológicos, que se encuentran presentes en el agua, aire o suelo, cuando actúan como cuerpo que hace la recepción y que dicha presencia no sea dañina para la salud de los seres humanos ni para los ecosistemas, una de sus funciones establecidas específicamente es de analizar y realizar una propuesta de medidas con la finalidad de mejorar la calidad ambiental [39]

2.7.3. Indicadores fisicoquímicos

Los físicos son los que determinan el estado estético del agua y químicos nos indican la presencia de sustancias químicas y su concentración [40].

Samboni et al. (2007) indican que la calidad de diferentes tipos de agua se ha valorado a partir de variables físicas, químicas y biológicas, evaluadas individualmente o en forma grupal [41].

Samboni et al. (2007) indican que la ventaja de los métodos físico-químicos se basa en que sus análisis suelen ser más rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia, en comparación con los métodos biológicos, basados en la observación y medición de ciertas comunidades de seres vivos en las aguas; además, la elección de las especies debe ser cuidadosa ya que de esta depende la evaluación de la calidad del recurso, que generalmente solo se realiza para un uso determinado, a diferencia de las físico-químicas, que permiten una evaluación para diferentes tipos de uso [41].

Los principales indicadores de gran importancia para el río San Juan de Chíncha ramal río Chico se definen a continuación:

a) Conductividad:

Es la medida de la cual una solución tiene la capacidad de conducir y/o transportar corriente eléctrica. Dicha capacidad es dependiente de tener la presencia de iones cargados eléctricamente, su concentración total,

movilidad que tienen, valencia y concentraciones de cada ion, además es importante medir la temperatura porque tiene influencia en el valor de la conductividad.

En estado natural el agua su conductividad es baja, debido a esa razón medir la conductividad nos permite tener una idea de la cantidad de los sólidos disueltos en dicha agua.

La presencia de sales en el agua nos indica la medición de la conductividad eléctrica, lo cual hace que aumente su capacidad de transmitir corriente eléctrica, propiedad muy importante que se miden en campo o en laboratorio, se expresa en micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Propiedad muy importante es la capacidad de conducir la corriente eléctrica en medio acuosa. La medida depende la valencia, su concentración, de iones, de la temperatura de la medición y movilidad. (Sanabria, 2006).

b) Nitratos:

Son compuestos inorgánicos que tienen en su composición nitrógeno (1 átomo) y oxígeno (3 átomos), no es peligroso para la salud humana, se torna de alta peligrosidad si se reduce a nitrito. Su presencia se debe a descomposición de sustancias orgánicas, fertilizantes y aguas residuales [42].

c) Turbiedad:

De acuerdo con Gonzales (2011), “la turbidez es una medida del nivel en el que el agua pierde su transparencia debido a partículas en suspensión [43]. Se mide con un sencillo tubo de turbidez que permite una lectura directa en unidades nefelométricas de turbidez (UNT). Como señala Gonzáles (2011), según la Organización Mundial para la Salud, la turbidez del agua para consumo humano no debe ser más, en ningún caso, de 5 UNT, y estará idealmente por debajo de 1 UNT” [43], en el caso de agua para consumo humano.

Capacidad que tienen los sólidos suspendidos en el agua para ser el obstáculo del paso de luz y se producen por diversas causas. Entre las más principales se tiene:

- La natural erosión natural propia de las cuencas, la que tiene un aporte importante de sedimentos en los cauces de los ríos.

- La contaminación que causan las industrias, por los residuos sólidos y vertimientos urbanos.

De esta manera, la turbiedad alta se puede asociar a niveles altos de microorganismos diversos como parásitos, virus y bacterias algunas.

d) Sólidos Totales Disueltos:

Son los que se definen como sustancias inorgánicas presentes en el agua que pueden hacer su paso por un filtro de 2 micras. Generalmente, viene a ser la suma de los aniones y cationes presentes en el agua.

La OMS (2006) indican que los sólidos disueltos totales comprenden las sales inorgánicas y m.o. disueltas en el agua [44]. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales [44]

e) Temperatura

Se trata del grado de frialdad o calor y puede ser medido en grados Celsius o centígrados. Se debe monitorear continuamente la temperatura del agua. En la realización de los procesos tiene una gran relevancia que se desarrolla en ella. Para las diferentes formas de vida la temperatura viene a ser una dimensión física y un requisito básico previo. Un anormal incremento (factores no climáticos) de la propiedad temperatura del agua, se originan debido al vertimiento de aguas industriales que se utilizan en la industria en procesos de transferencia de calor [45].

f) Potencial de hidrogeno (pH)

Según Miyashiro *et al* (1996), se le llama pH o Potencial de Hidrogeno a la concentración de iones hidrogeno, su escala va de 1 a 14, el pH de una solución neutra es igual a 7, las sustancias que poseen un valor menor a 7 son acidas y las que poseen valor mayor a 7 son alcalinas [2]

g) Fosfatos

Se encuentran en diversas formas inorgánicas tanto en el agua como en el suelo, y depende directamente de las actividades diversas que realizan dentro del área bajo estudio. Según Egemen (2000), puede producirse una eutrofización acelerada como resultado del contenido de fósforo de los detergentes en las aguas naturales [46].

En los seres vivos los fosfatos son esenciales y además para las plantas le sirven de nutrientes. Estos presentan diferentes tipos de aplicaciones

industriales en el sector agrícola con el desarrollo de fertilizantes [47]. El uso no controlado de fertilizantes en los cultivos, son los principales generadores de contaminación por fosfatos ya que las lluvias transportan los residuos a los cuerpos de agua y pueden causar eutrofización [47]

h) Aluminio

Es uno de los metales que abundan más en la tierra. [48]

No es perjudicial la exposición oral al aluminio. Una serie de estudios se encuentran asociados de una forma débil entre que se viva en áreas con niveles altos de aluminio en el agua de consumo humano

Los minerales asociados son la bauxita, y óxidos de aluminio que son usados como abrasivos. Para aguas de consumo la Environmental Protection Agency recomienda concentraciones máximas de 0,05 mg/L [3]

i) Cadmio

Es muy resistente a la corrosividad y se utiliza en la electrodeposición en diferentes metales.

El cadmio induce heridas en los tejidos al producir estrés oxidativo [49]

Cadmio, especialmente peligroso ya se puede combinar con otras sustancias tóxicas, produce graves enfermedades cardiovasculares y afecta también a los micromoluscos [3]

j) Hierro

Es el más abundante de los elementos (por masa) en la Tierra, se forma mayormente.

Hierro total, aguas con altos contenidos al entrar en contacto con el aire, pueden precipitar, originando sólidos sedimentables y coloración de las aguas. Su presencia imposibilita el uso del agua en algunas actividades industriales [3]

k) Sulfato:

Proviene de residuos industriales y de la atmósfera, son comunes en aguas subterráneas en especial en zonas rocas.

Sulfatos, se encuentra en casi todas las aguas naturales, la mayor parte de los compuestos sulfatados se originan de las menas, también se pueden encontrar en las aguas subterráneas, cuando el agua que se deposita en ellas [2]

1) Nitrito:

Proviene de la descomposición aeróbica del amoníaco mayormente. El amoníaco se genera a partir de las heces de los animales, de las plantas y animales que mueren al descomponerse por medio de bacterias [40] [50] [39]

Nitritos, en aguas superficiales son indicadores de contaminación, es formador de ácido nitroso en solución acida, la mezcla con aminas secundarias forma nitroso aminas que son cancerígenos [3].

III. RESULTADOS

3.1. Resultados obtenidos en el mes de agosto del año 2019

Las muestras se han tomado en cuatro estaciones o puntos de muestreo en río San Juan ramal río Chico en el mes de agosto del año 2019, obteniendo los resultados que se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 4: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del río San Juan de Chíncha ramal río Chico. Mes de agosto del año 2019

Indicadores	RChic1	RChic2	RChic3	RChic4	D.S. 004 (Cat3)
Temperatura °C	21.1	21.8	22.8	24.7	Δ3
pH	8.7	8	8.3	7.77	6.5 - 8.5
Conductividad (μS/cm)	587	516	412	172	2500 (riego)
STD (mg/L)	279	303	366	399	
% NaCl	0.4	0.3	0.3	0.8	
Turbidez	52	79	88	116	
Fosfato (mg/L)	3.16	2.09	0.022	0.081	1 (riego)
Nitrato (mg/L)	9.2	3.47	3.01	3.33	10 (riego)
Nitrito (mg/L)	0.87	0.25	0.05	0.009	1
Sulfato (mg/L)	212	183	119	90	300
Al (mg/L)	11.8	7.86	6.91	6.33	5
Cu (mg/L)	0.41	0.32	0.18	0.14	0.2 (riego)
Fe (mg/L)	6.1	4.9	4.1	3.5	5
Mn (mg/L)	0.28	0.32	0.15	0.21	0.2
Cd (mg/L)	0.0093	0.007	0.005	0.0009	0.01 (riego)
Pb (mg/L)	0.041	0.033	0.021	0.007	0.05
Zn (mg/L)	2.11	0.088	0.075	0.027	2 (riego)

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM [51]

En la tabla 4, se tiene los resultados del monitoreo del río San Juan de Chíncha ramal río Chico en las cuatro estaciones o puntos de monitoreo y los indicadores fisicoquímicos, elegidos en la investigación en el mes de agosto del año 2019; se observa: en el punto RChic1 los indicadores fisicoquímicos como, el pH, fosfato, Al, Cu, Fe, Mn y Zn, no cumplen con ECAs del D.S. 004-2017-MINAM, cat.3; en la estación o punto RChic2 los indicadores químicos como, el fosfato, Al, Cu y Mn, no cumplen con los ECAs del D.S. 004-2017-MINAM, cat.3; y en las estaciones o puntos RChic3 y RChic4 el Al no cumple con los ECAs del D.S. 004-2017-MINAM, cat.3; se observa en el punto RChic1 la mayoría de los metales evaluados no cumplen con la

normatividad, asimismo el Al no cumple con la normatividad en los cuatro puntos, a partir de los resultados en el mes de agosto, se tiene una contaminación considerable en los puntos RChic1 y RChic2.

3.2. Resultados obtenidos en el mes de setiembre del año 2019

Las muestras se toman en las cuatro estaciones o puntos de monitoreo en río San Juan de Chincha ramal río Chico en el mes de setiembre del año 2019, cuyos resultados obtenidos se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 5: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del río San Juan de Chincha ramal. Mes de setiembre del año 2019

Indicadores	RChic1	RChic2	RChic3	RChic4	D.S. 004 (Cat3)
Temperatura °C	20.6	21.5	22.4	24.1	Δ3
pH	8.9	8.3	8	7.8	6.5 - 8.5
Conductividad (μS/cm)	621	536	376	150	2500 (riego)
STD (mg/L)	295	322	385	421	
% NaCl	0.3	0.2	0.4	0.6	
Turbidez	49	81	94	120	
Fosfato (mg/L)	3.21	2.18	0.019	0.062	1 (riego)
Nitrato (mg/L)	8.98	3.35	2.37	2.98	10 (riego)
Nitrito (mg/L)	0.98	0.19	0.01	0.008	1
Sulfato (mg/L)	206	162	113	97	300
Al (mg/L)	11.4	8.1	7.3	6.4	5
Cu (mg/L)	0.36	0.29	0.13	0.12	0.2 (riego)
Fe (mg/L)	5.6	4.3	3.5	3.8	5
Cd (mg/L)	0.0071	0.005	0.004	0.001	0.01 (riego)
Mn (mg/L)	0.31	0.29	0.18	0.27	0.2
Pb (mg/L)	0.035	0.021	0.018	0.009	0.05
Zn (mg/L)	2.03	0.09	0.082	0.031	2 (riego)

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM

En la tabla 5, se tiene los resultados obtenidos del monitoreo en las cuatro estaciones o puntos elegidos del río San Juan de Chincha ramal río Chico en el mes de setiembre del año 2019; se observa: en el punto RChic1 los indicadores fisicoquímicos como el pH, fosfato, Al, Cu, Fe, Mn y Zn no cumplen con los ECAs del D.S. 004-2017-MINAM; en el punto RChic2 los indicadores químicos como el fosfato, Al, Cu y Mn

no cumplen con los ECAs del D.S. 004-2017-MINAM; y en los puntos RChic3 y RChic4 el indicador químico de Al no cumplen con los ECAs de la normatividad.

3.3. Resultados obtenidos

Las muestras se han tomado las cuatro estaciones o puntos de muestreo elegidos en el río San Juan de Chíncha ramal río Chico 2019, los resultados obtenidos se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 6: Resultados obtenidos de los análisis de los puntos de muestreo del río San Juan de Chíncha ramal río Chico. Mes de octubre del año 2019

Indicadores	RChic1	RChic2	RChic3	RChic4	D.S. 004 (Cat3)
Temperatura °C	21.3	21.9	23	25	Δ3
pH	8.82	8.5	8.3	7.91	6.5 - 8.5
Conductividad (μS/cm)	597	564	355	175	2500 (riego)
STD (mg/L)	283	317	377	415	
% NaCl	0.4	0.3	0.5	0.7	
Turbidez	52	77	89	123	
Fosfato (mg/L)	3.16	2.04	0.025	0.073	1 (riego)
Nitrato (mg/L)	9.01	4.6	3.02	3.22	10 (riego)
Nitrito (mg/L)	0.86	0.21	0.02	0.009	1
Sulfato (mg/L)	210	172	117	95	300
Al (mg/L)	10.9	8.3	6.99	6.6	5
Cu (mg/L)	0.41	0.32	0.17	0.15	0.2 (riego)
Fe (mg/L)	5.9	4.6	3.8	3.9	5
Cd (mg/L)	0.0085	0.006	0.007	0.003	0.01 (riego)
Mn (mg/L)	0.33	0.31	0.17	0.29	0.2
Pb (mg/L)	0.04	0.019	0.02	0.008	0.05
Zn (mg/L)	2.16	0.08	0.09	0.031	2 (riego)

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM

En la tabla 6, se tiene los resultados obtenidos del monitoreo del río San Juan de Chíncha ramal río en las cuatro estaciones o puntos elegidos para la investigación en octubre 2019; se puede observar: en el punto RChic1 los indicadores fisicoquímicos como el pH, PO₄³⁻, Al, Cu, Fe, Mn y Zn, no cumple con la normatividad; en el punto RChic2 los indicadores químicos como el PO₄³⁻, Al, Cu, y Mn, no cumplen con la normatividad, asimismo en los puntos RChic3 y RChic4, el indicador Al no cumple con la normatividad.

3.4. Resultados obtenidos en el periodo agosto a octubre del 2019: Provenientes de las tablas 4, 5 y 6.

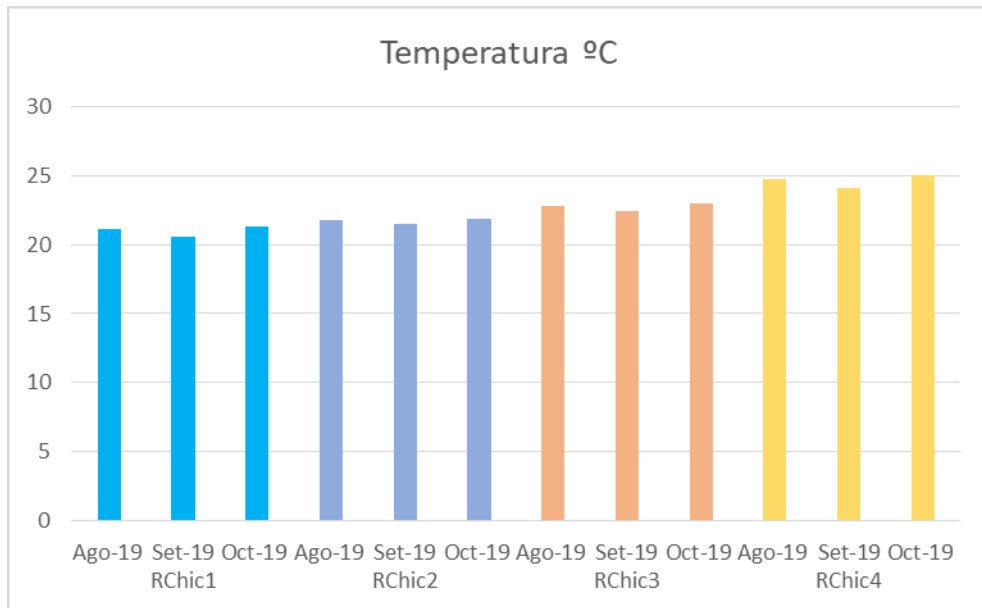
Tabla 7: Resultados obtenidos en el periodo agosto-octubre 2019

Parámetro	D.S.004(cat.3)	RChic1			RChic2			RChic3			RChic4		
		Ag-19	Set-19	Oct-19	Ag-19	Set-19	Oct-19	Ag-19	Set-19	Oct-19	Ag-19	Set-19	Oct-19
Temperatura °C	Δ3	21.1	20.6	21.3	21.8	21.5	21.9	22.8	22.4	23	24.7	24.1	25
pH	6.5 - 8.5	8.7	8.9	8.82	8	8.3	8.5	8.3	8	8.3	7.77	7.8	7.91
Conductividad (μS/cm)	2500 (riego) 5000 (bebida)	587	621	597	516	536	564	412	376	355	172	150	175
STD (mg/L)		279	295	283	303	322	317	366	385	377	399	421	415
% NaCl		0.4	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.8	0.6	0.7
Turbidez		52	49	52	79	81	77	88	94	89	116	120	123
Fosfato (mg/L)	1 (riego)	3.16	3.21	3.16	2.09	2.18	2.04	0.022	0.019	0.025	0.081	0.062	0.073
Nitrato (mg/L)	10 (riego)	9.2	8.98	9.01	3.47	3.35	4.6	3.01	2.37	3.02	3.33	2.98	3.22
Nitrito (mg/L)	1	0.87	0.98	0.86	0.25	0.19	0.21	0.05	0.01	0.02	0.009	0.008	0.009
Sulfato (mg/L)	300	212	206	210	183	162	172	119	113	117	90	97	95
Al (mg/L)	5	11.8	11.4	10.9	7.86	8.1	8.3	6.91	7.3	6.99	6.33	6.4	6.6
Cu (mg/L)	0.2 (riego)	0.41	0.36	0.41	0.32	0.29	0.32	0.18	0.13	0.17	0.14	0.12	0.15
Fe (mg/L)	5	6.1	5.6	5.9	4.9	4.3	4.6	4.1	3.5	3.8	3.5	3.8	3.9
Cd (mg/L)	0.01 (riego)	0.0093	0.0071	0.0085	0.007	0.005	0.006	0.005	0.004	0.007	0.0009	0.001	0.003
Mn (mg/L)	0.2	0.28	0.31	0.33	0.32	0.29	0.31	0.15	0.18	0.17	0.21	0.27	0.29
Pb (mg/L)	0.05	0.041	0.035	0.04	0.033	0.021	0.019	0.021	0.018	0.02	0.007	0.009	0.008
Zn (mg/L)	2 (riego)	2.11	2.03	2.16	0.088	0.09	0.08	0.075	0.082	0.09	0.027	0.031	0.031

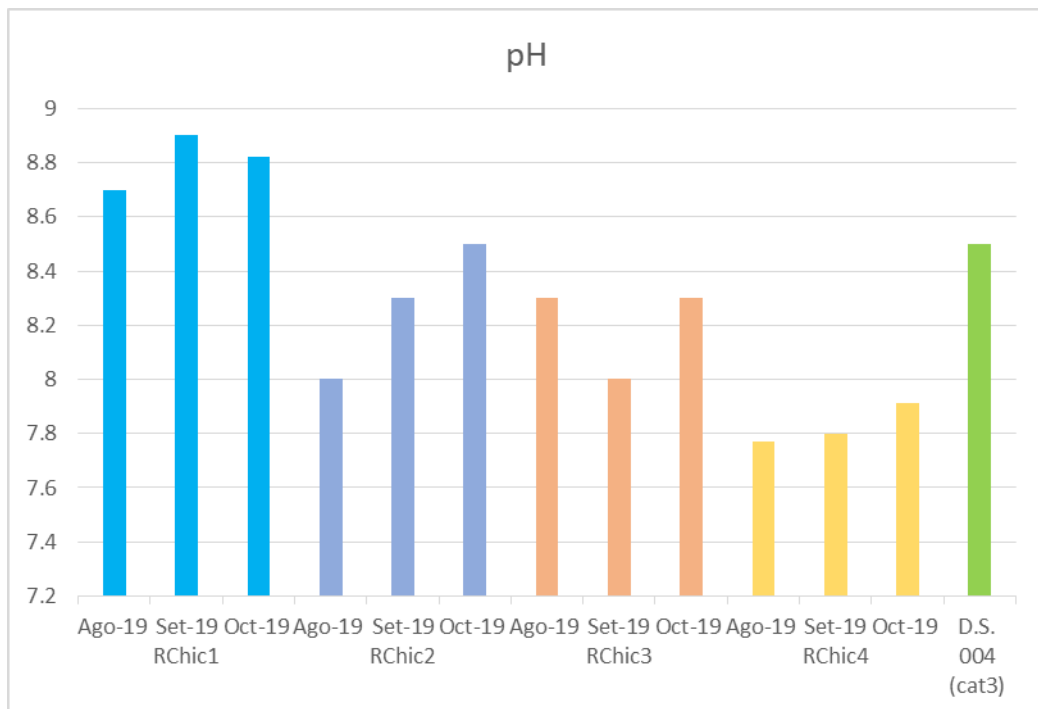
Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM

Gráficos elaborados provenientes de los resultados encontrados en la tabla N° 7 de cada uno de los indicadores fisicoquímicos en los cuatro puntos del rio San Juan de Chincha ramal rio Chico elegidos para la investigación, en el periodo de agosto a octubre del 2019

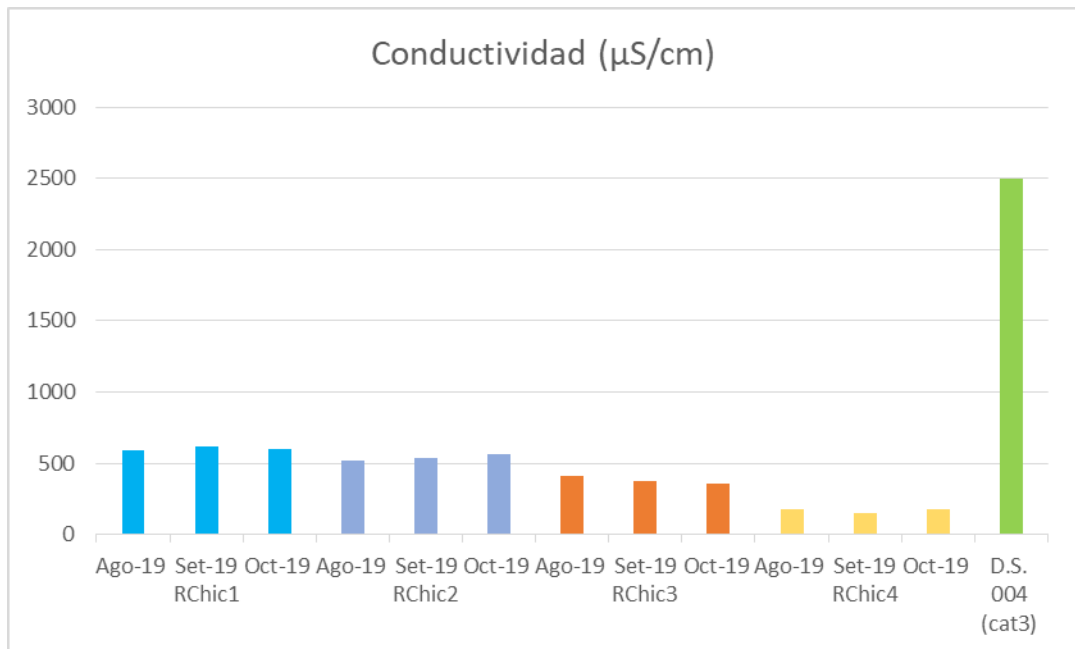
a) Temperatura:



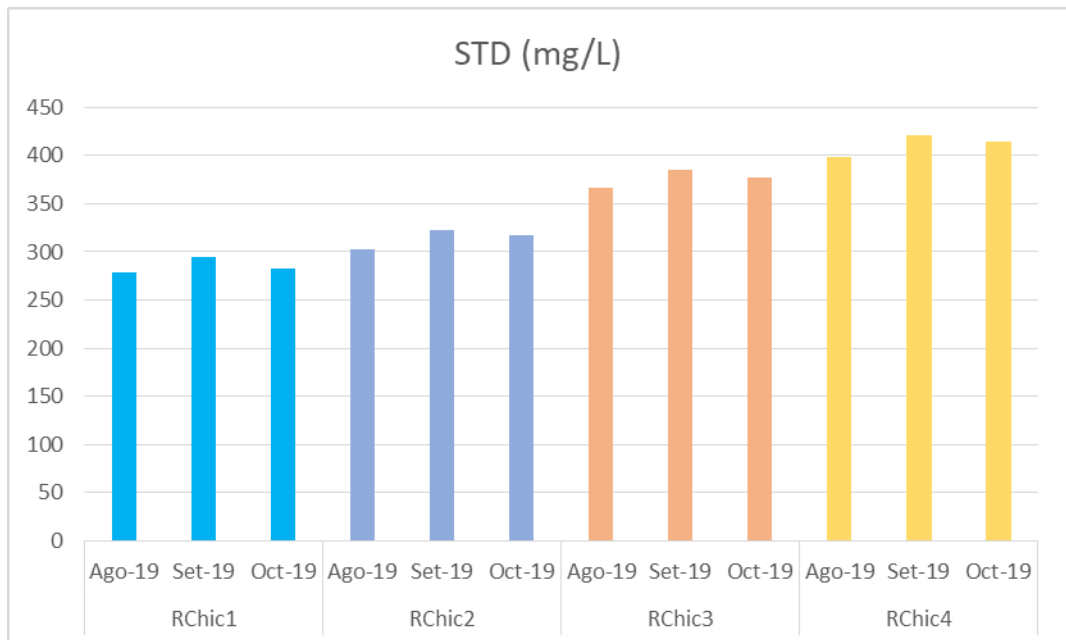
b) pH



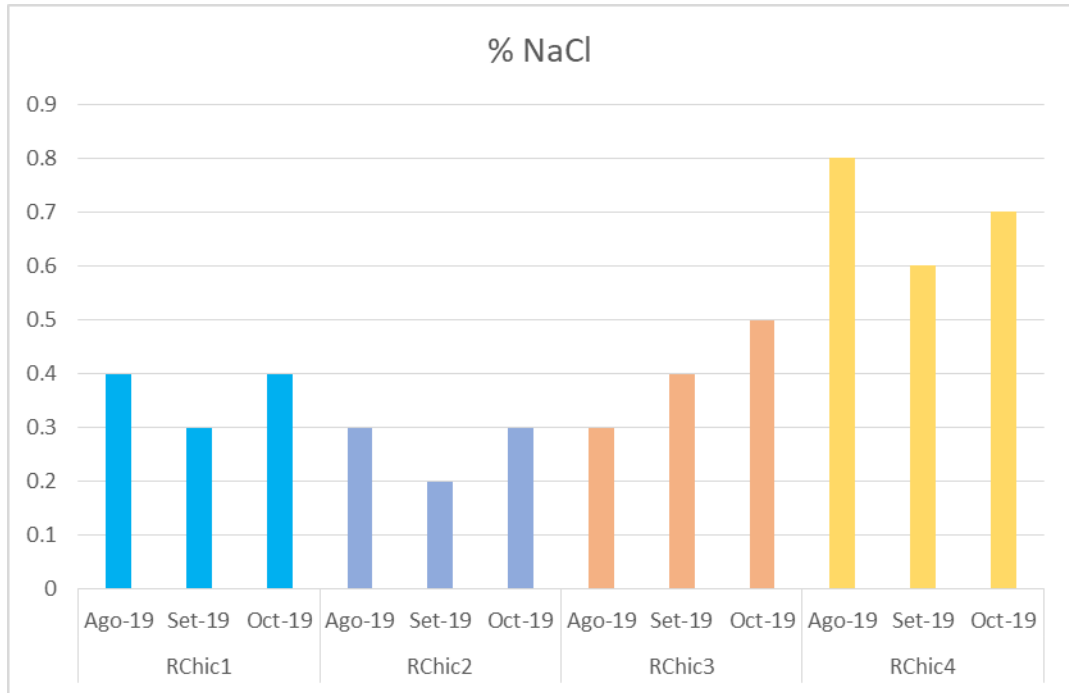
c) Conductividad



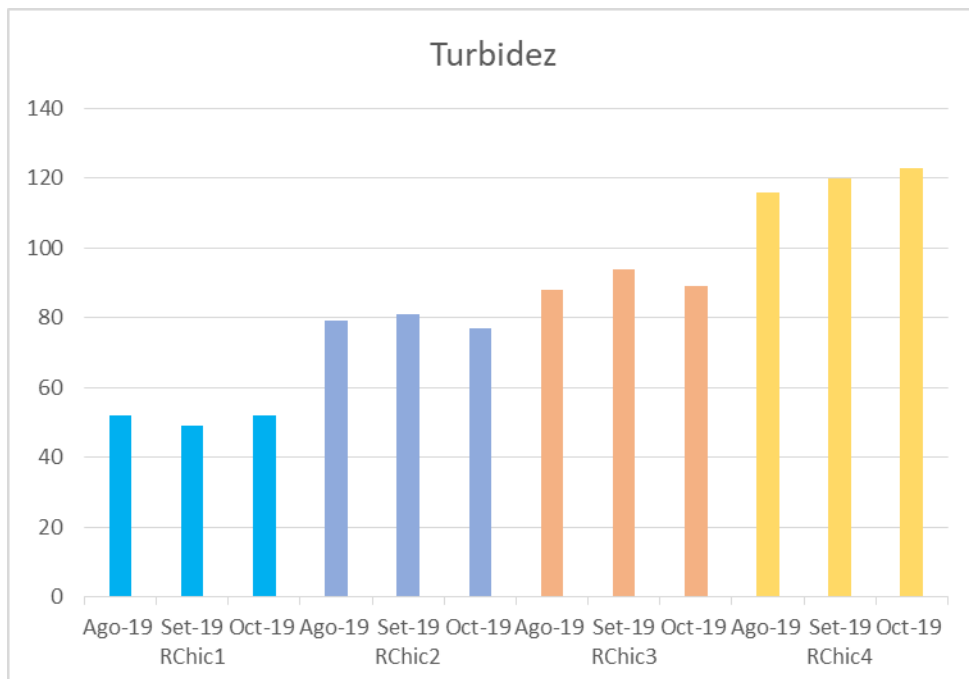
d) Sólidos totales disueltos (STD)



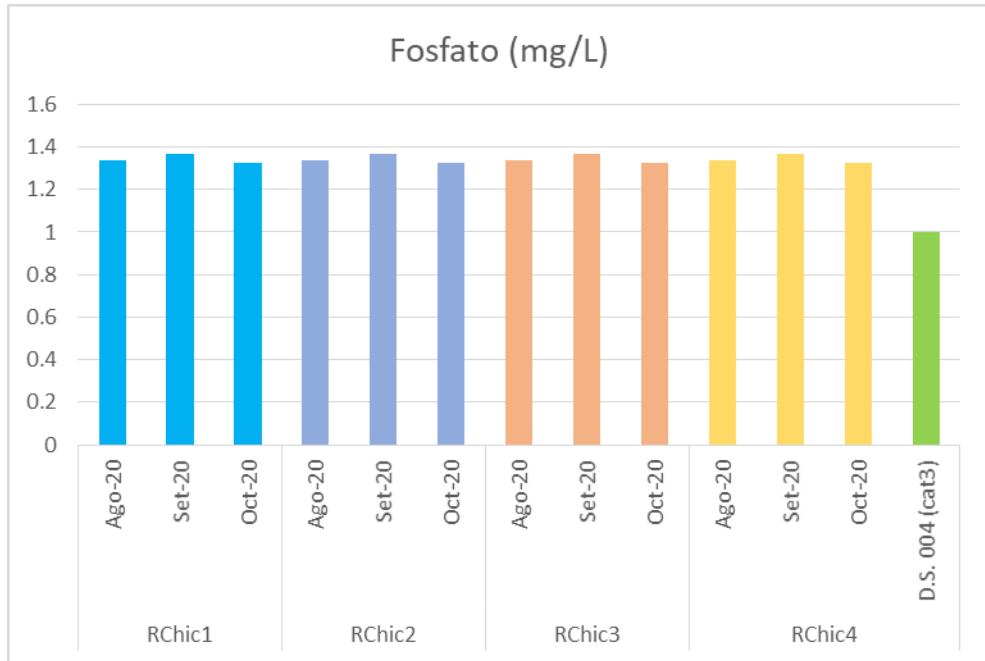
e) Salinidad (% NaCl)



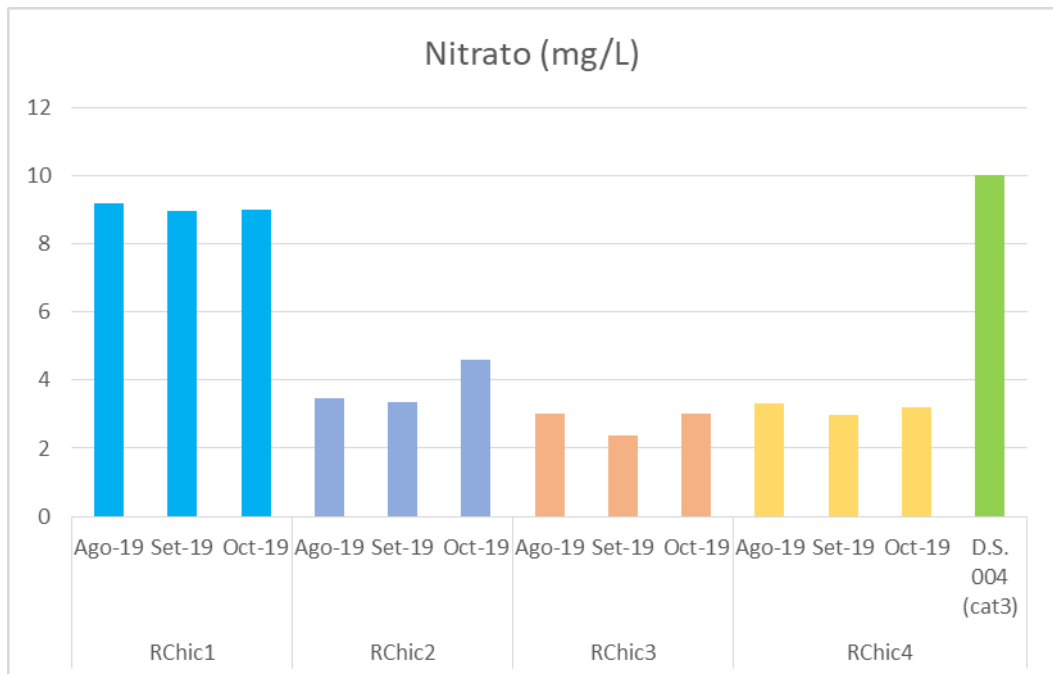
f) Turbidez



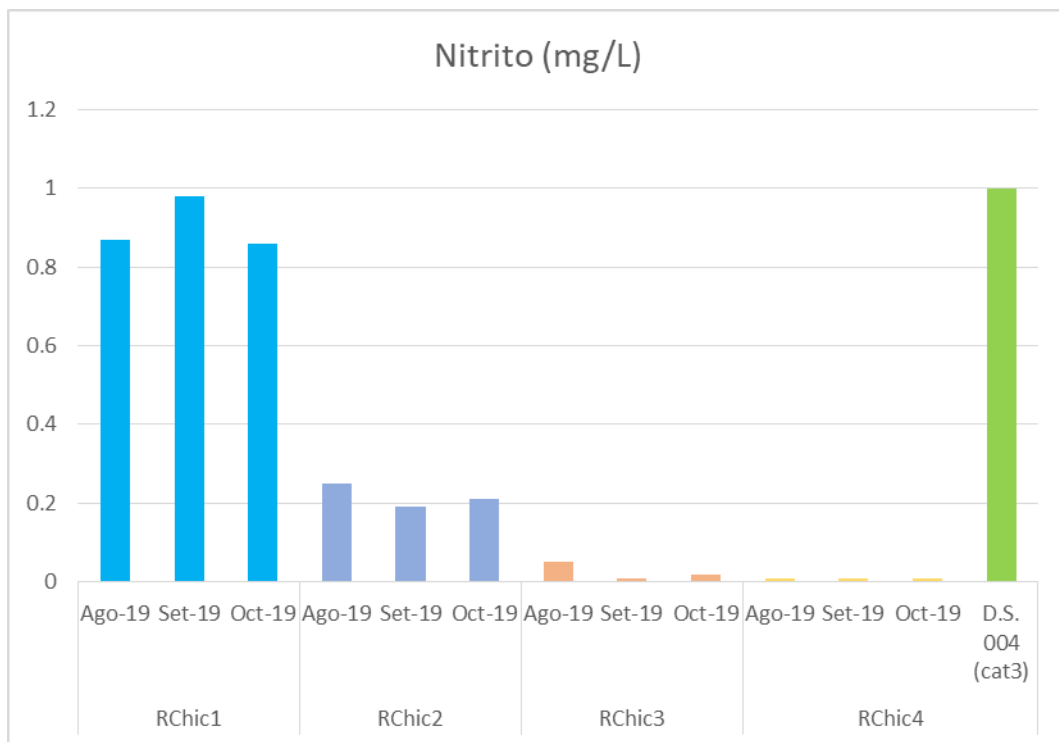
g) Fosfato



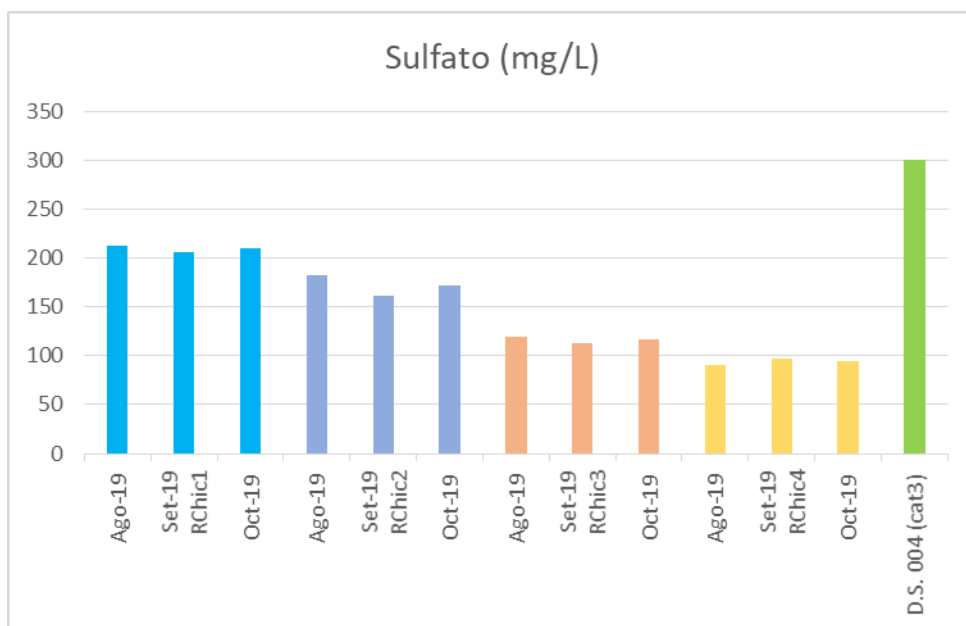
h) Nitrato



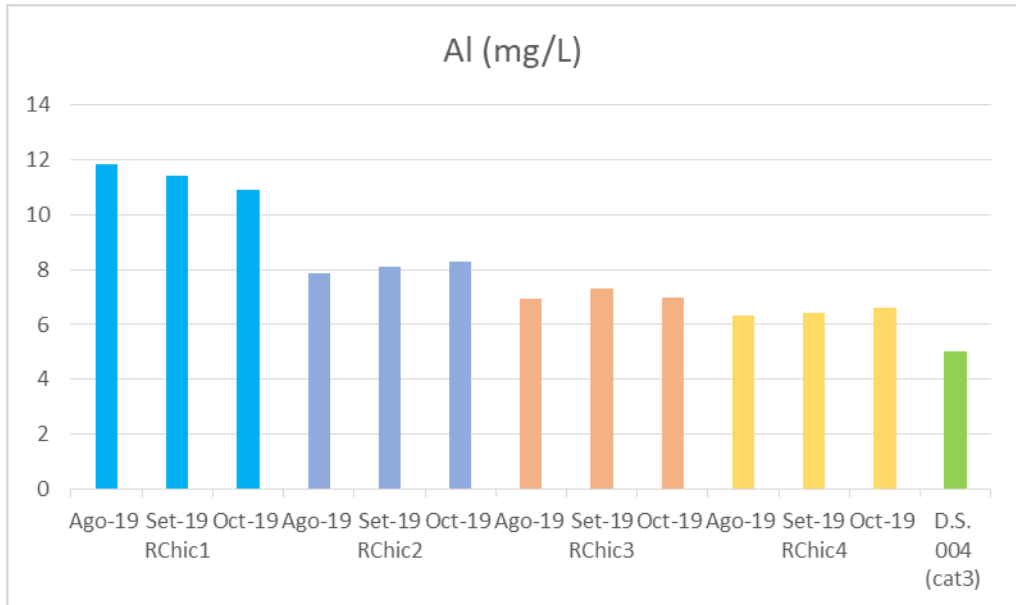
i) Nitrito



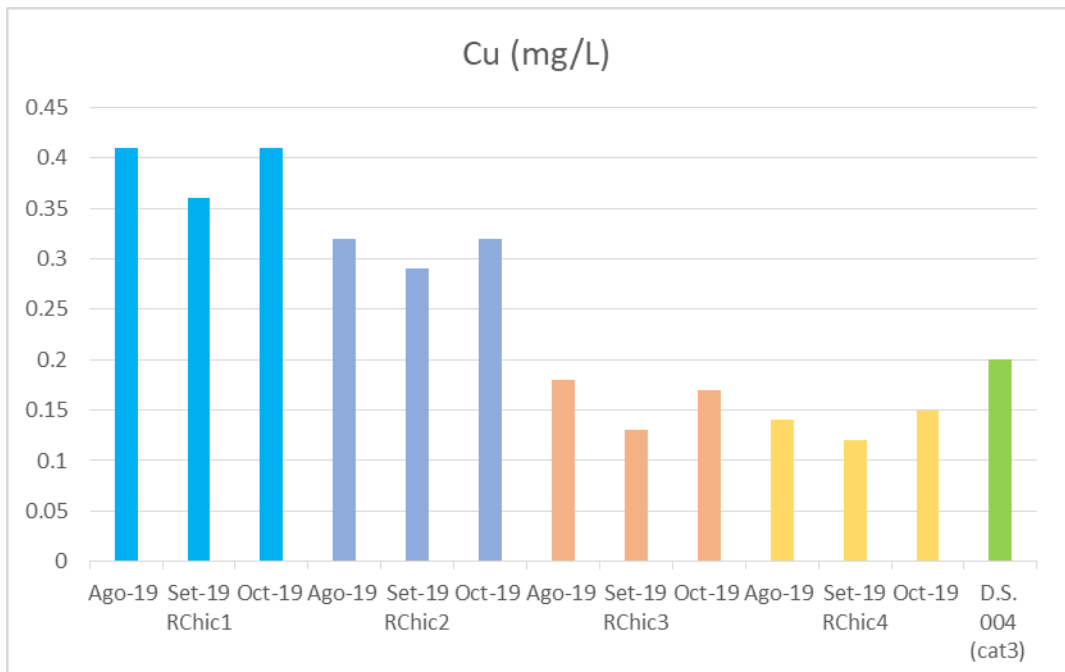
j) Sulfato



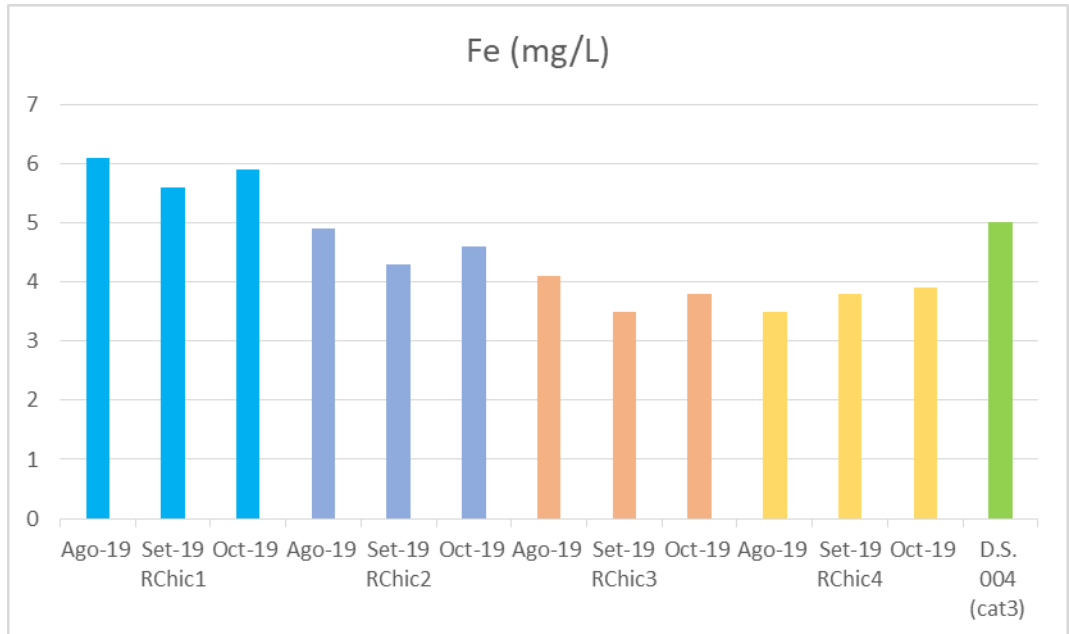
k) Aluminio



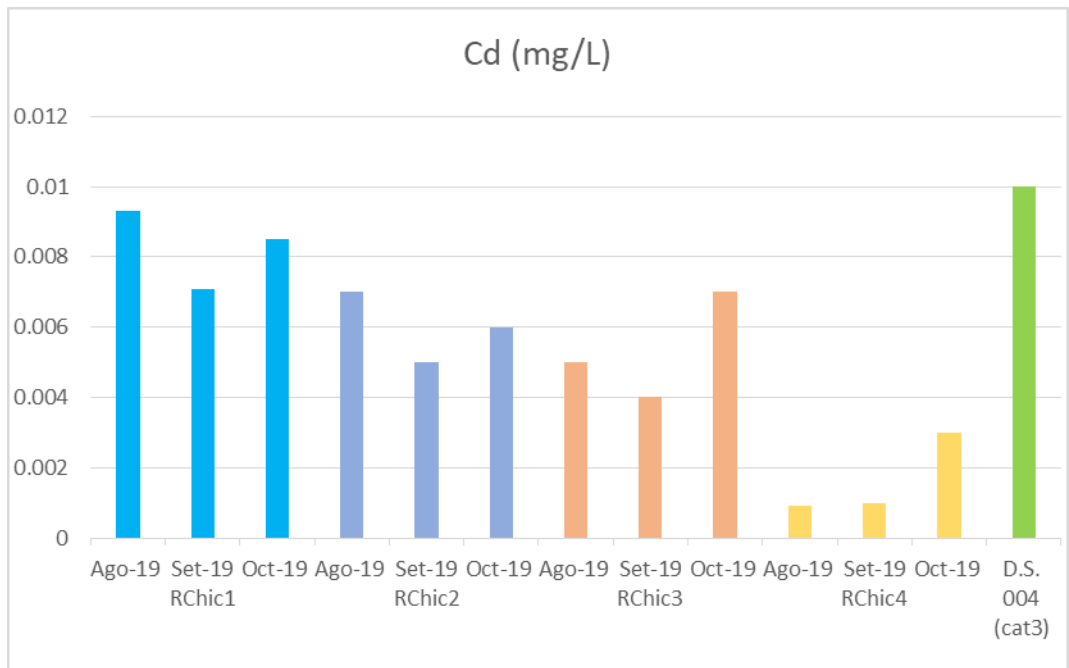
l) Cobre



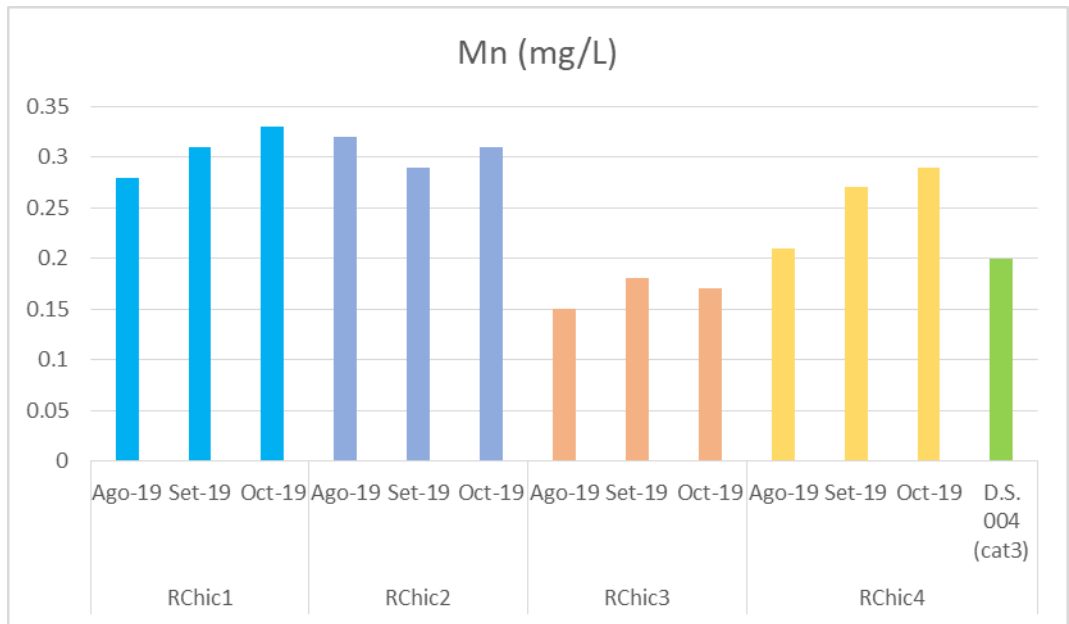
m) Hierro



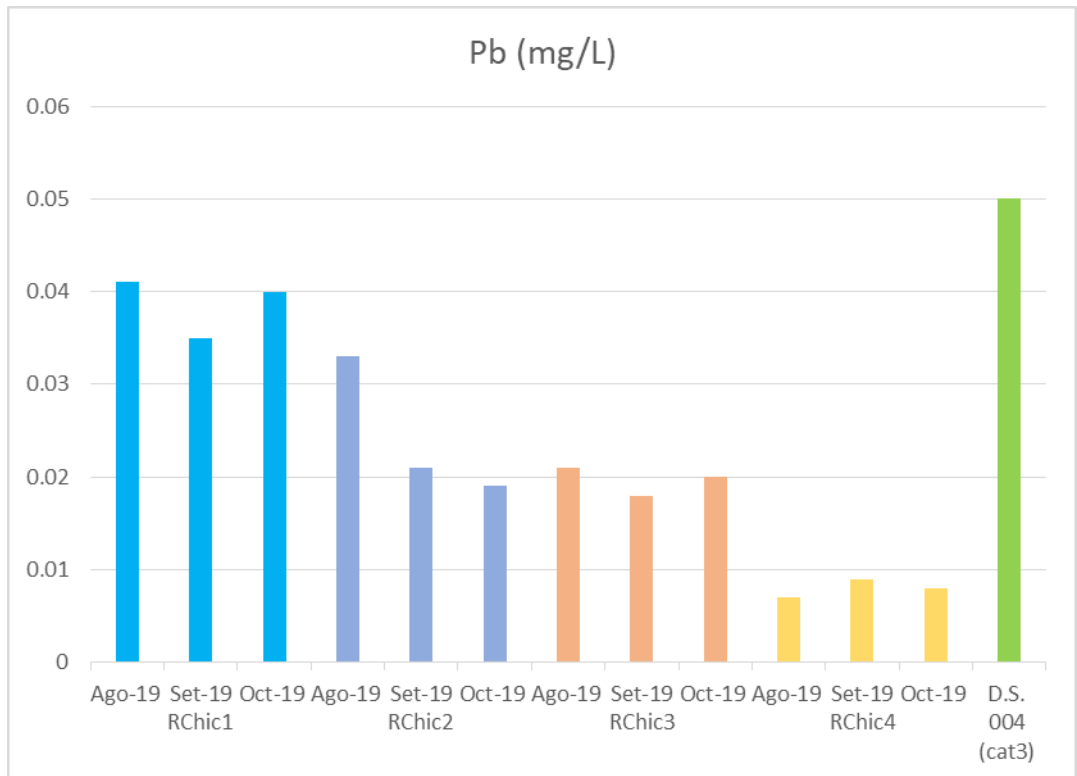
n) Cadmio



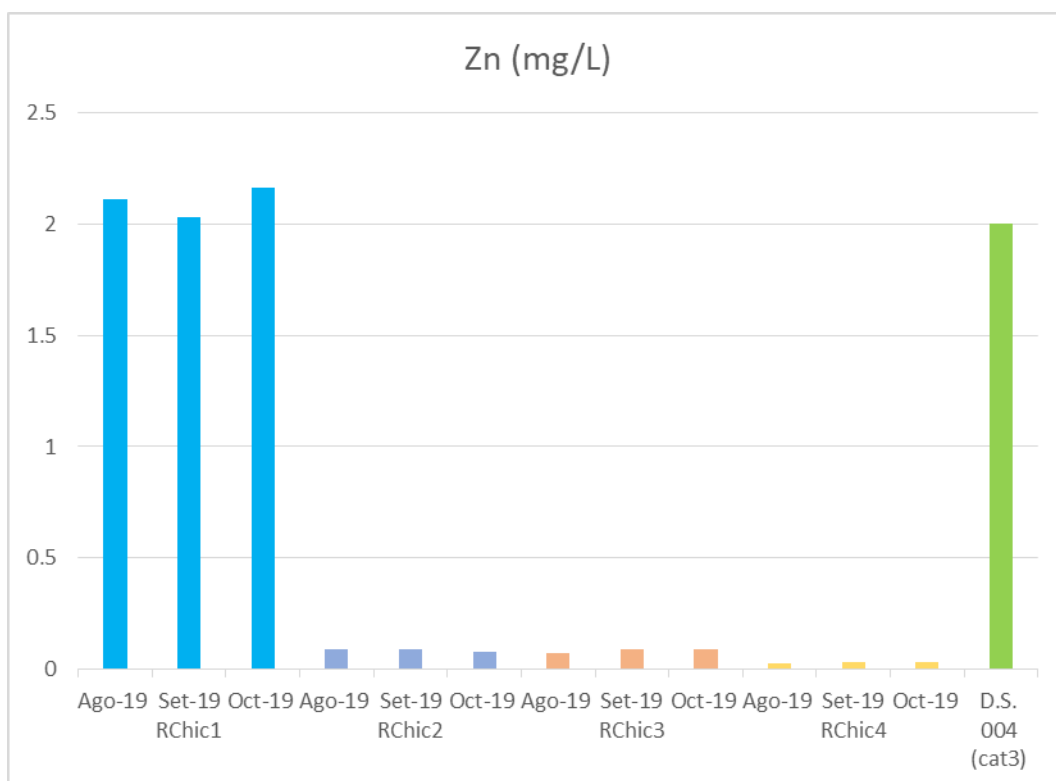
o) Manganeso



p) Plomo



p) Zinc



En los gráficos elaborados se observan cómo se comportan los indicadores fisicoquímicos en los cuatro puntos durante el periodo de tres meses de agosto a octubre del 2019 época de seca o estiaje del río San Juan de Chíncha ramal río Chico, como se puede observar la influencia en la contaminación del agua del río por el vertimiento de las aguas residuales de SEMAPACH y las actividades antropogénicas aguas arriba en el río San Juan, la cual queda reflejada en el punto RChic1, no cumpliendo con la normatividad como el pH, fósforo, Al, Cu, Fe, Mn y Zn (indicadores fisicoquímicos elegidos para la investigación), asimismo en el punto RChic2 no cumple la normatividad el fósforo, Al, Cu y Mn, además se puede determinar que el Al no cumple en los cuatro puntos en el periodo de agosto a octubre del 2019, es de considerar y tener en cuenta las fuentes contaminantes de dicho parámetro, con la finalidad de buscar la forma de disminuir y controlar.

IV. DISCUSIÓN

En la investigación, se inicia con la determinación de los indicadores fisicoquímicos del agua superficial del río San Juan de Chíncha ramal río Chico utilizando los diferentes métodos de análisis (potenciometría, conductimetría, espectrofotometría, etc.), así como también, se observa que en el punto RChic1 el cual se encuentra en el sector Portachuelos a 500 m aguas abajo del vertimiento de SEMAPACH S.A., el grado de contaminación es bien marcado, en el cual no cumplen con la normatividad de los indicadores elegidos para la investigación como: pH, fosfato, Al, Cu, Fe, Mn y Zn, durante el periodo de agosto a octubre del 2019, lo cual nos indica que se debe en parte al vertimiento de SEMAPACH S.A., y a las actividades antropogénicas que realizan los pobladores, las empresas y los usuarios a lo largos en la rivera del río aguas arriba, la presencia de metales es debido al vertimiento de la textil, de las agroindustrias, de la minería artesanal, de la minería informal, de la gran minería, residuos sólidos, otros vertimientos, etc. Además, la contaminación en el primer punto influye en el punto RChic2, en el cual no cumplen con la normatividad los indicadores como: fosfato, aluminio, cobre y manganeso, asimismo es preocupante que el aluminio no cumple con la normatividad en los cuatro puntos en el periodo de agosto a octubre del 2019, es importante determinar la fuente contaminante de dicho metal, tener en consideración, los problemas que pueda generar, en la población, la agricultura, los usuarios y la industria que usan las aguas del río, lo cual puede ser un tema muy importante para otra investigación.

En especial en la investigación se buscó verificar el comportamiento de los indicadores fisicoquímicos, la importancia que nos sirve en la búsqueda de corregir los valores que se encuentran por encima de la normatividad vigente, así como, exigir el tratamiento de las aguas residuales de la textil que cumpla con los LMPs de la normatividad para ser vertidos al alcantarillado de SEMAPACH S.A., de igual manera con las agroindustrias y otras empresas, asimismo es importante, mejorar el tratamiento de las aguas residuales domesticas de la empresa SEMAPACH S.A., en vista que es un potencial contaminante del río, es de consideración, porque puede generar problemas en la salud de los pobladores de la parte baja, en la agricultura, la ganadería, la fauna, la flora, las especies marinas (agua que llega al mar), así como también es importante, controlar, las fuentes contaminantes de la parte alta aguas arriba del río, como los vertimientos de las aguas residuales, los residuos sólidos de los poblados, los drenajes ácidos y otros de la pequeña minería, minería artesanal y gran minería, los vertimientos agrícolas del riego por inundación o infiltración, el uso de fertilizantes, insecticidas y pesticidas, la ganadería de pastoreo, vertimientos de otras industrias, etc., estas

diversas actividades se deben realizar teniendo en cuenta medidas adecuadas con el fin de controlar, y de esa manera evitar que se continúe aumentando la contaminación del agua del río, la cual es primordial en el desarrollo social, económico, tecnológico, de los pobladores, el valle de Chíncha que riega el río San Juan es uno de los valles a nivel nacional grandes productores de productos agroexportables de muy buena calidad, además produce diversos productos para consumo nacional, es por eso la importancia de cuidar la calidad del agua del río, fuente fundamental, en todas las ricas bondades que nos brinda esta ciudad, de deliciosos productos gastronómicos, de excelentes suelos de gran producción.

En la evaluación con la normatividad vigente se determinó los indicadores fisicoquímicos elegidos para la investigación, en cuatro puntos representativos de la zona de estudio de los cuales para mayor precisión se tomó las coordenadas UTM, en el periodo de agosto a octubre del 2019 época de estiaje o seca del río, resultados que es de considerar detallados en el párrafo anterior.

El objetivo de la investigación es de compartir los resultados con las instituciones gubernamentales encargadas (AAA, ANA, ALA, OEFA, MINAM, DIRESA, MIDAGRI, PRODUCE, MINEM, MINSA, etc.), pobladores, usuarios, empresas de las riveras del río, agricultores y ganaderos, la fuente contaminante potencial son las actividades realizadas por los pobladores, las industrias, etc. de una manera inadecuada, es fundamental que tengan conciencia respecto a la inmensa problemática ambiental que se está generando.

V. CONCLUSIONES

- Se eligió para la investigación los indicadores fisicoquímicos (T, pH, conductividad, STD, % de NaCl, turbiedad, fosfato, nitrato, nitrito, sulfato, Al, Cu, Fe, Cd, Mn, Pb y Zn), considerando la contaminación en las aguas superficiales del río San Juan de Chíncha ramal río Chico, que mayormente son generados por las actividades del hombre en la rivera del río
- Se determinaron los indicadores fisicoquímicos en el periodo elegido de agosto-octubre 2019, a partir de lo cual se puede concluir que en el punto RChic1 el que se encuentra a 500 m del vertimiento de la empresa SEMAPACH S.A. en el sector Portachuelos y el punto RChic2 se encuentran resultados de varios parámetros que no cumplen con la normatividad.
- En la evaluación de los resultados obtenidos y haciendo la comparación con los ECAs del D.S. 004-2017-MINAN, se concluye, en el punto RChic1 no cumplen los indicadores: pH, fosfato, Al, Cu, Fe, Mn y Zn; en el punto RChic2 no cumplen los indicadores: fosfato, Al, Cu, y Mn, además el Al no cumple en todos los puntos y en todo el periodo elegido, lo cual nos indica que esa zona del río el mayor contaminante es el vertimiento de SEMAPACH S.A., se sugiere a la empresa mejorar el tratamiento de las aguas residuales, también influyen en la contaminación las actividades antropogénicas aguas arriba del río, es fundamental cuidar la calidad del agua. Asimismo, es importante tener en cuenta el grado de contaminación que tiene el río y la peligrosidad en la salud de los pobladores, fauna, flora, especies marinas, etc.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda impulsar investigaciones acerca de la elección y medición de los indicadores fisicoquímicos en toda la cuenca del río San Juan incluyendo los dos ramales el río Chico y el río Matagente, con el fin de determinar las fuentes contaminantes, a lo largo de toda la cuenca, a partir de ello proponer los mecanismos más adecuados para lograr la mitigación y el control estratégicamente y así evitar la contaminación del agua del río, que de acuerdo a la presente investigación es de mala calidad
- Se recomienda proponer la unión estratégica de las instituciones gubernamentales involucradas, la empresa privada, la empresa prestadora de servicio (SEMAPACH S.A.), los usuarios, la población y la parte académica (UNICA), con la finalidad de evitar que se siga contaminando por las diversas actividades antropogénicas todos los ríos de la región y el país, problema de gran dimensión que es necesario buscar la solución a partir de un diagnóstico.
- Se recomienda a la empresa SEMAPACH S.A. mejorar el tratamiento de las aguas residuales en su planta, monitorear los vertimientos en el alcantarillado de las industrias si cumplen con los LMPs de la normatividad, porque de acuerdo a la investigación realizada, es una de las fuentes contaminantes de gran consideración, como se tiene en los resultados en el punto de monitoreo RChic1 a 500 m del vertimiento de SEMAPACH S.A. varios parámetros no cumplen con la normatividad vigente, lo cual es de gran preocupación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Organización de las Naciones Unidas (ONU), «Agua para todos, agua para la vida: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.,» 2007.
- [2] K. M. Q. y O. L. Miyashiro, «Gestión del agua en el Perú: Uso, protección y tratamiento,» Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina, 1996.
- [3] R. Sierra, «Calidad del agua, evaluación y diagnóstico,» Medellín Colombia, Ediciones de la U., 2011.
- [4] M. A. L. A. G. T. O. y M. A. Arango, «Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Rizaralda, San Luis, Antioquia,» Revista EIA (9), 2008, pp. 41-121.
- [5] M. Toharia, «La sociedad del desperdicio: crecimiento y exceso en la era de la globalización,» Madrid, Elecé Industri gráfica, 2014.
- [6] J. V. C. y M. N. Gil, «Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela,» 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6480001.pdf>.
- [7] E. C. M. V. J. R. A. G. M. T. L. a. B. R. Sanchez, «Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecol. Indic,» 2007, pp. 315-328.
- [8] S. y. M. K. Lekshumiprasad, «Water Quality Assessment of Ashtamudi Lake Using Nsfwqi,» 2017. [En línea]. Available: www.ijetae.com.
- [9] FAO, «“Afrontar la escasez de agua: un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria.” Informe sobre temas hídricos, Roma,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>.
- [10] R. Marin, «Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos tratamiento y control de calidad de agua,» 2003. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22316/Espinoza%20Hernandez%20Pola%20del%20Rosario.pdf>.
- [11] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Servicio Nacional de Estudios Territoriales, «Informe de calidad de agua de los ríos de El Salvador/Servicio Hidrológico Nacional,» 2009. [En línea]. Available: <http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/Documentos/CalidadAgua2009.pdf>.
- [12] J. V. C. y M. N. Gil, «Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela,» 05 Mayo

2018. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>.
- [13] H. y. H. T. El-Hamid, «Evaluación de los índices de contaminación de la calidad del agua para los recursos de aguas subterráneas de Nuevo Damietta, Egipto,» Egipto, MOJ Ecología y Ciencias Ambientales, 2017.
- [14] H. O. J. O. R. Q. R. S. R. y. V. M. Rubio, «Calidad de agua en términos fisicoquímico-metales en tres sitios contrastantes del río Conchos en Chihuahua, México,» Chihuahua México, Investigación y ciencia, 2017, pp. Vol. 25N°70, 13-22.
- [15] M. V. E. y. G. N. Aguirre, «Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala,» Guatemala, Revista Ciencias Tecnicas Agropecuarias, 2016, pp. Vol. 25N°2, 39-43.
- [16] S. y. K. A. Giri, « "Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de contaminación de metales pesados en el río Subarnarekha, India",» India, 2014, pp. 5(4), 173-182.
- [17] Y. Rincón y D. y. C. W. Daza, «Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Acapulco, Condinamarca-Colombia,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v15n28/v15n28a06.pdf>.
- [18] C. T. D. G. A. D. G. & S. L. Hahn, «Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia,» 2009. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682009000200007&script=sci_abstract&lng=es
<http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a06.pdf>.
- [19] C. Chirinos, «Índice de calidad de agua y contenido de metales pesados en el río San Juan, Cerro de Pasco,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5236>.
- [20] L. Quiñones, «Estimación de la calidad del agua, mediante el desarrollo de un modelo matemático dinámico, Río Utcubamba-Perú,» 2021. [En línea]. Available: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3335>.
- [21] K. Luna, «Determinación del índice de calidad del agua del río Asana de la cuenca Asana – Osmore - Ilo, del distrito de Tarata, provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua,» 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11043>
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11043/IALucokd.pdf?sequence=3∓isAllowed=y>.

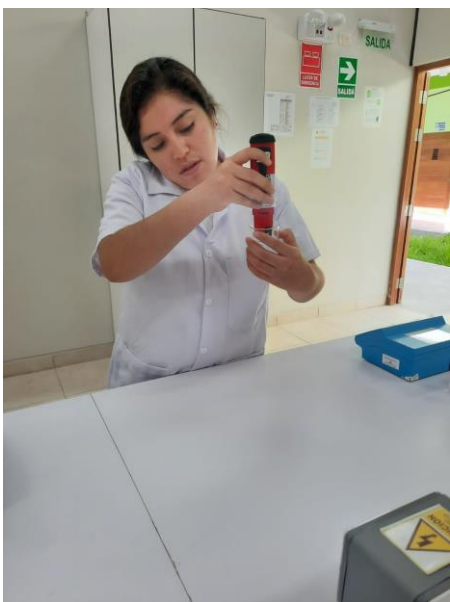
- [22] Y. Díaz, «Determinación de variables con mayor impacto en la calidad del agua, de la cuenca baja del Río Chillón,» Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3807>.
- [23] L. Saavedra, «Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad del agua del río Llaucano de la ciudad de Bambamarca,» Cajamarca-Perú, 2019.
- [24] O. Rojas, «Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas-Simón Bolívar-Pasco-2018,» 2018. [En línea]. Available: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/529/1/T026_72554099_T.pdf.
- [25] J. Pérez, «Determinación del índice de calidad del agua del río Moquegua por influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales-OMO, durante el periodo 2014-2015,» 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/299>.
- [26] H. Ochoa, «Evaluación de la calidad del agua del canal de irrigación (CIMIRM), en el tramo de la estación experimental el Mantaro UNCP,» Huancayo-Perú, 2013.
- [27] M. y. B. C. Bendezú, «Efecto de los parámetros fisicoquímicos y biológicos sobre la calidad del agua del río Pisco,» 2021. [En línea]. Available: <https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/718>.
- [28] M. H. M. L. M. y. M. C. Gamarra, «Optimización del uso de recursos hídricos del río Pisco y el desarrollo de la región Ica,» 01 2017. [En línea]. Available: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622105/Gamarra_qm.pdf?sequence=5.
- [29] M. Angulo, «El agua como generador de conflictos en El Carmen, Chíncha, Ica: Actores y percepciones,» 25 01 2018. [En línea]. Available: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9942>.
- [30] A. Chávez, «Modelos hidrológicos para la generación de caudales diarios en las cuencas de los ríos Pisco y San Juan-Ica,» Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. [En línea]. Available: <https://1library.co/document/q5wnndwq-modelos-hidrologicos-generacion-caudales-diarios-cuencas-rios-pisco.html>.
- [31] G. Gomez, «Contaminación Ambiental en la Amazonia Peruana,» Iquitos-Perú, IIAP Documento Técnico N°20, 1995.
- [32] P. Gleick, «The World's Water,» Washington: Island Press., The biennial report on freshwater, 2002.

- [33] S. & M. K. Lekshmi Prasad, «Water Quality Assessment of Ashtamudi Lake Using Nsfwqi. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 7, N°1.,» 2017.
- [34] O. G. J. F. M. R. I. & M. Á. Gutiérrez, «Potencialidades de un biosorbente algal para la remoción de metales pesados,» Tecnología Química, Vol. XXXIV, N°1,, 2014, pp. 70-78.
- [35] J. Duffus, «Heavy metals” a meaningless term? (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, N°74,» 2002, pp. 793-807.
- [36] S. N. V. M. G. G. V. I. & V. D. Copaja, «Concentraciones de metal pesado en agua y sedimentos de afluentes y efluentes de depósitos mediterráneos chilenos,» J. Chil. Chem. Soc. vol.61 N°1., 2016.
- [37] F. H. A. T. A. K. A. & H. F. Babaei, «Evolution of a new surface water quality index for Karoon catchment in Irán. Water Science & Technology,,» 2011, pp. 2483-2491.
- [38] J. R. S. S. L. & C. F. Herrera, «Aplicación de técnicas quimiométricas para clasificar la calidad del agua superficial de la microcuenca del río Bermúdez en Heredia,» Costa Rica, Tecnología en Marcha, Vol. 22, N°4,, 2009, pp. 75-85.
- [39] DIGESA, «Dirección general de salud ambiental DIGESA,» 2011. [En línea]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf.
- [40] P. Espinoza, «Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano en el sector de Chanchajalla, distrito de la Tinguíña, Ica-2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://1library.co/document/y863ek4q-determinacion-indice-calidad-ambiental-destinadas-chanchajalla-distrito-tinguina.html>.
- [41] R. Marín, «Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de calidad de aguas,» España, Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- [42] C. González, «Monitoreo de la calidad del agua. La turbidez,» 2011. [En línea]. Available: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj859/maguaturbidez.pdf>.
- [43] Organización Mundial de la Salud (OMS), «Guías para la calidad del Agua potable,» 2006.
- [44] A. Aznar, «Determinación de los parámetros fisico-químicos de calidad de las aguas. Gestión ambiental,» 2000, pp. 12-19.
- [45] O. Egemen, «Environment and water pollution,» de 2000.
- [46] Dirección Regional de Salud (DIRESA), «Fosfatos,» 2010. [En línea]. Available: http://www.digesa.sld.pe/depa/informes_tecnicos/grupo%20de%20uso%201.pdf.

- [47] E. & R. P. Delhaize, «Aluminum toxicity and tolerance in plants. Plant physiology,» 1995, pp. 107(2), 315.
- [48] R. Bernhoft, «Cadmium toxicity and treatment. The Scientific World Journal.,» 2013.
- [49] DIGESA GESTA AGUA, «Parámetros organolépticos,» [En línea]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf.
- [50] G. Roldán, «Bioindicación de la calidad del agua en Colombia,» Medellín, Universidad de Antioquia Colombia, 2003, p. 170 pp.
- [51] A. Prada, «Fundamentos para la evaluación del estado, el trabajo de recuperación y protección, realizado en una microcuenca hidrográfica,» Mayo 2008. [En línea]. Available: <http://apramat.iespana.es/MANEJO%20DE%20AGUAS/MICROCUENCA%20Y%20AGUA.pdf>, pp. 1-2.
- [52] T. Bhattacharya y N. a. C. S. Tuck, «“Physicochemical analysis of groundwater quality of Anand district”,» ISCA Int. Res. J. Environ. Sci. 1(1)33:38, 2012.
- [53] C. Cude, «“A tool for evaluating water quality management effectiveness”,» J. American Water Resource. Assess 37, 2001, pp. 125-137.
- [54] D. Smith, «A better water quality indexing system for rivers and streams,» Water Res. 24(10):, 1990, pp. 1237-1244.
- [55] L. Canter, «Environmental Impact Assessment,» McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, ISBN 0-07-009767-4, 1996, pp. 122-123.
- [56] C. Caho y E. y López, «Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>.
- [57] C. Sierra, «Calidad del Agua: evaluación y diagnóstico (Primera ed.). Medellín, Colombia,» 2011. [En línea]. Available: <http://ebookcentral.proquest.com>.
- [58] ICAIR Life Systems, Inc., «Drinking water criteria document on nitrate/nitrite,» Washington, DC: US, Environmental Protection Agency, Office of Drinking Water, 1987.
- [59] World Health Organization, «Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality,» Geneva, 2011.
- [60] C. Sierra, «Calidad del Agua: evaluación y diagnóstico (Primera ed.),» 2011. [En línea]. Available: <http://ebookcentral.proquest.com>.

- [61] American Public Health Association, «American Water Works Association, Water Environment Federation,» 1999.
- [62] G. Nordberg, «Capítulo 63 Metales: propiedades químicas y toxicidad.,» enciclopedia de la OIT. D - INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), 2012.
- [63] Es mi Perú, «La cuenca del rio San Juan y el valle de Chincha (Ica),» 11 03 2007. [En línea]. Available: <https://esmiperu.blogspot.com/2007/03/la-cuenca-del-ro-san-juan-y-el-valle-de.html>.
- [64] R. Atanacio, «Determinación de los parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua en la laguna La Encantada provincia de Huaura 2016,» Huacho-Perú, 2018.

ANEXOS



Fotos de la medición del pH



Fotos de la medición de la conductividad, STD, % de NaCl



Fotos de la medición de la turbiedad



Fotos de la medición de los parámetros químicos



Foto de muestras tomadas

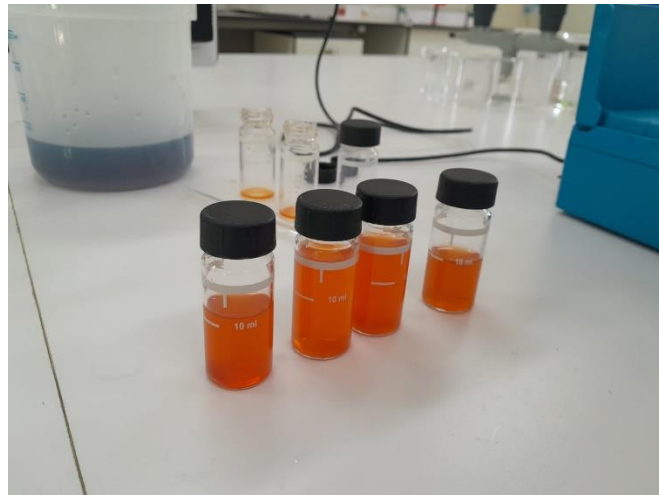


Foto de muestras (presencia de PO_4^{3-}) foto de muestras (presencia de Zn)

Fotos en el laboratorio de la FIAS de la UNICA