



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Indicadores de Calidad de Agua Salada: Revisión Sistemática

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Díaz Gómez, Luis Sergio (0000-0002-8033-7978)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico a mi familia, quienes anhelan ver llegar este momento en el que se verá reflejado su constante apoyo y la motivación que siempre me brindaron en lo largo de este camino universitario.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, amigos, y asesor, quienes me guiaron en lo largo de este camino para no rendirme y ayudarme con su apoyo incondicional a lograr este objetivo tan importante.

INDICE DE CONTENIDO

CARATULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDO.....	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE GRAFICOS	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGIA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	14
3.3. Escenario de estudio	17
3.4. Participantes	17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6. Procedimiento	17
3.7. Rigor científico.....	19
3.8. Método de análisis de información.....	19
3.9. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS:	40
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación ICA - NSF</i>	10
<i>Tabla 2. Ventajas y Limitaciones de los ICAs</i>	11
<i>Tabla 3. Matriz de categorización Apriorística</i>	15
<i>Tabla 4. Tipos de metodologías para determinar el ICA</i>	22
<i>Tabla 5. Actividades que influyen en la variación de ICA</i>	24
<i>Tabla 6. Parámetros considerados para determinar los ICA</i>	25

INDICE DE GRAFICOS

<i>Gráfico 1. ICA – Oxígeno Disuelto</i>	27
<i>Gráfico 2. ICA – Coliformes Fecales</i>	28
<i>Gráfico 3. ICA – Potencial de Hidrogeno</i>	29
<i>Gráfico 4. ICA – Demanda Bioquímica de Oxigeno</i>	30
<i>Gráfico 5. ICA – Nitratos</i>	31
<i>Gráfico 6. ICA – Fosfatos</i>	32
<i>Gráfico 7. ICA – Temperatura</i>	33
<i>Gráfico 8. ICA – Turbidez</i>	34
<i>Gráfico 9. ICA – Solidos Totales Disueltos</i>	35

ABREVIATURAS

- ICA : Índices de calidad de agua
- NSF : National Sanitation Foundation
- IGC : Índice de Grado de Cumplimiento
- NSF : Fundación Nacional de Saneamiento
- OMS : Organización Mundial de la Salud
- NSFWQI : National Sanitation Foundation Water Quality Index
- CCME-WQI : Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente Índice de calidad del agua
- OWQI : Oregon Water Quality Index
- PNUMA : Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

RESUMEN

La evaluación de las aguas marinas, constituye un importante aporte y un aspecto fundamental en la gestión de calidad de los recursos hídricos, es por ello que el presente estudio plantea como objetivo principal determinar los índices de calidad de mar más utilizados, a partir de la revisión sistemática de estudios realizados. Es por ello que para determinar los índices de calidad de agua (ICA), se utilizan metodologías que proporcionen valores e información sobre las condiciones, características y estado de un cuerpo de agua.

Por un lado, existen una serie de métodos que determinan los índices de calidad de mar, siendo el más utilizado los Índice de calidad (WQI), desarrollado por el U.S. National Fundación de Saneamiento (NSF), en el cual se consideran una serie de parámetros que definen el estado del cuerpo de agua y su selección dependerá de la magnitud y objetivo de estudio para el análisis del agua.

En cuanto a los niveles adecuados que definirán el estado del agua esta pueden varían desde un valor cero hasta cien donde el mayor valor alcanzado se considera muy bueno. No obstante, cabe agregar que dentro de las actividades que tienen mayor implicancia en la alteración de los índices de calidad de agua de mar se encuentran principalmente las actividades antropogénicas tales como la agricultura (por el uso de químicos), la urbanización irregular, y el vertimiento de aguas domésticas, así mismo se consideran el desarrollo y operación de las industriales.

Palabras Claves: aguas marinas, calidad de agua, índices de calidad, parámetros.

ABSTRACT

The evaluation of marine waters constitutes an important contribution and a fundamental aspect in the quality management of water resources. For this reason, the main objective of this study is to determine the most used sea quality indexes, based on the systematic review of studies carried out. That is why to determine the water quality indices (ICA), methodologies are used that provide values and information about the conditions, characteristics and state of a water body.

On the one hand, there are a series of methods that determine the indices of sea quality, being the most used the Quality Index (WQI), developed by the U.S. National Sanitation Foundation (NSF), in which a series of parameters that define the state of the water body are considered and its selection will depend on the magnitude and objective of study for the analysis of the water.

As for the appropriate levels that will define the status of water these can vary from a zero value to one hundred where the highest value achieved is considered very well. Nevertheless, it is worth adding that within the activities that have greater implication in the alteration of the quality indexes of sea water are mainly the anthropogenic activities such as agriculture (by the use of chemicals), the irregular urbanization, and the spilling of domestic waters, also are considered the development and operation of the industrial ones.

Keywords: marine waters, water quality, quality indexes, parameters.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como uno de los recursos naturales más esenciales, vitales e insustituible para los seres vivos, cumple un rol importante en la sociedad puesto que forma parte de los 4 recursos básicos e indispensables para el planeta (Izquierdo, J. & Verástegui, S., 2017, p.18), además permite la subsistencia y prevalencia de la vida en la tierra, Dicho recurso abunda en el planeta en distintos estados, siendo las aguas superficiales el eje más importante y básico para el desarrollo de las actividades humanas. Cabe agregar que los recursos hídricos constituyen y desempeñan un papel importante para el desarrollo de diversos sectores económicos, que van desde la agricultura, ganadería, actividades recreativas, comerciales e industriales (Pérez, J., Nardini, A. y Galindo, A., 2018, p.48).

Según la Autoridad Nacional del Agua, nuestro país es determinado como uno de los más ricos en abarcar grandes cantidades de agua, ya que cuenta con aproximadamente 159 unidades hidrográficas en el Pacífico (62 cuencas), en Amazonas (84 cuencas) y el Titicaca (13 cuencas) mientras que por otro lado también se cuenta con 53 unidades hidrográficas transfronterizadas. Ahora bien, desde un enfoque específico tenemos que las aguas marinas, a lo largo del tiempo han formado parte de las fuentes de agua superficial con mayor riqueza e importancia para el hábitat una gran biodiversidad de vida marina, lo cual al mismo tiempo es una fuente beneficiosa para la población, ya que su principal actividad es la pesca artesanal. En el plano nacional, el mar territorial del Perú, es considerado uno de los más ricos del planeta tanto a nivel de calidad, cantidad y variedad de recursos que habitan y se concentran en él, siendo uno de los más productivos.

Por otro lado, sabemos que el uso de agua no es solo para cubrir las principales necesidades del ser humano, sino que se utiliza como un recurso más en el desarrollo de los procesos industriales. Actualmente el principal problema ambiental viene siendo a causa de las grandes industrias informales, debido a que estas dan origen a la contaminación de los cuerpos de agua a través de los efluentes que vierten sin un tratamiento previo (Admen, 2013).

No obstante, las aguas superficiales como las de mar, han venido experimentando un deterioro constante en su calidad, ya que las constantes actividades

antropogénicas han ido introduciendo sustancias contaminantes (aguas residuales e industriales, entre otros) que han generado su alteración y modificación en sus condiciones naturales. (Boluda, N. y Egea, E., 2017, p.4). Del mismo modo afirma que son las actividades humanas las causas principales que aportan a los múltiples y complejos cambios en la composición del agua natural, puesto que aportan contaminantes altamente influyentes (Formica, S., et al., 2015, p.328).

Por tal razón, la necesidad de diseñar e implementar índices de calidad de agua (ICA), permitirán definir, diagnosticar o evaluar en qué estado se encuentra el recurso hídrico (Rubio, H., et al., 2014, p.140), una herramienta que nace a partir de constantes impactos que vienen sufriendo los recursos hídricos. Es por ello que la presente revisión sistemática pretende enfocarse en desarrollar el siguiente problema general: **¿Cuáles son los índices de calidad de aguas de mar más utilizados?** Así mismo, surgen los siguientes problemas específicos:

- **¿Cuáles son las actividades que inciden en la alteración de los índices de calidad de agua de mar?**
- **¿Cuáles son los principales parámetros que conforman los índices de calidad de agua?**
- **¿Cuáles son los niveles máximos permitidos para cada índice de calidad de agua de mar?**

Del mismo modo, ante lo expuesto se plantea como como objetivo general: **Definir los índices de calidad de mar más utilizados.** Mientras que como objetivos específicos tenemos:

- ✓ **Determinar cuáles son las actividades que inciden en la alteración en los índices de calidad de agua de mar.**
- ✓ **Describir los parámetros principales que conforman los índices de calidad de agua.**
- ✓ **Determinar cuáles son los niveles máximos adecuados para cada índice de calidad de agua de mar.**

Teniendo en cuenta la tasa actual de crecimiento económico, para mejorar la eficiencia de los recursos es necesario que haya una fuerte disociación entre el desarrollo y el impacto ambiental. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) destaca la magnitud del desafío (PNUMA 2011) junto con la urgencia y el potencial de las medidas de eficiencia de los recursos para lograr la disociación (PNUMA 2014). Sin embargo, el creciente flujo internacional de bienes y servicios hace que la relación entre el comercio y el medio ambiente sea cada vez más importante de comprender (Wood, et al., 2018, p.3).

Finalmente, la presente investigación basada en la recopilación de información en cuanto a los índices de calidad de agua, permitirá definir y evaluar la calidad de agua presente en el mar y si esta apta para contribuir al desarrollo de la vida y actividades marinas, por otro lado, el desarrollar dicho estudio marcará ciertas pautas que permitirán determinar las causas principales que inciden en el deterioro y alteración de los recursos hídricos en su estado natural, a fin de tomar acciones de control, prevención o mitigación de dichos factores.

Tal como lo menciona Organización de las Naciones Unidas en el año 2017, mediante una Conferencia Mundial de los Océanos, en la cual realizó un llamado para la toma de acciones para la protección de los océanos, debido a la alerta de contaminación que en ellos se presenta además de la sobrepesca que continuamente viene en crecimiento y perjudica la diversidad del mar, cabe agregar que el agua es una de las fuentes indispensables para la vida, puesto que de ella depende el funcionamiento de los ecosistemas y el desarrollo de las comunidades.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los estudios previos tenemos:

Fikret, U., Yalcın, T. y Beyhan, T. (2020), en su investigación, plantea la evaluación de la calidad de los arroyos y el riesgo para la salud en un sistema fluvial subtropical de Turquía en el cual su enfoque combinado que utiliza análisis estadístico e índice de calidad del agua permiten determinar el efecto de las actividades agrícolas y la contaminación doméstica en la calidad del agua de la cuenca del Turnasuyu. Las condiciones generales de los parámetros de calidad del agua, se les aplicó el índice de calidad de agua, mostrando que dicho arroyo tiene características de buena calidad de agua.

Karunanidhi, D., et al. (2020), en su investigación describe los principales problemas de calidad del agua potable y posibles riesgos para la salud según el método del índice de calidad del agua (WQI) en la cuenca del río Shanmuganadhi en el sur de la India, para ello plantea como objetivo determinar los riesgos asociados a la salud debido al consumo de agua con alto contenido de flúor suministrada para beber en una zona rural parte de la cuenca del río Shanmuganadhi, Tamil Nadu, India, mediante el muestreo de 61 puntos, mediante el método de índice de calidad de agua se determinó que casi el 52% de las muestras denotaron pobres, muy pobres y categorías no adecuadas, mientras que el 48% de las muestras indicaban categorías buenas y excelentes para el consumo.

Salam, H., et al. (2020), En su investigación propone como finalidad evaluar la calidad de agua de los principales ríos de Iraq, desarrollando y evaluando un índice de calidad de agua; para ello los autores plantearon utilizar el método de análisis de componentes principales (PCA) y el método Delphi modificado para seleccionar los parámetros de calidad del agua más influyentes y sus pesos relativos, seleccionaron 27 parámetros, confirmando que dicho índice puede aplicarse a los ríos iraquíes debido a su gran aporte y funcionamiento.

Méndez, P., Arcos, J. y Cazorla, X. (2020), en su investigación plantea como finalidad determinar el índice de calidad del agua (NSF) del río Copueno, mediante el monitoreo físico, químico y biológico de 3 estaciones, además mediante el software IQA Data pudieron identificar que parámetros influyen en la calidad del

agua. Finalmente, los resultados de cada estación definieron como buena, regular y mala calidad en el agua, siendo el principal factor causante las aguas residuales.

Judran, N. y Kumar, A. (2020), en su investigación propone la evaluación de la calidad de agua de Rio Al-Gharraf, mediante el uso de índices de calidad del agua que fue desarrollado matemáticamente para evaluar la calidad del agua del río Al-Gharraf Thi Qar, se realizó el análisis de 10 parámetros en las muestras recogidas. El estudio destaca la importancia de aplicar la calidad del agua que indican el efecto total de los factores ecológicos sobre la calidad de las aguas superficiales y que dan una interpretación simple de los datos de vigilancia para ayudar a la población local a mejorar la calidad del agua.

Pérez, J., Nardini, A. y Galindo, A. (2018), en su investigación los autores tuvieron como principal finalidad realizar una comparación de 5 tipos de índices de calidad de agua (NSF, ICAUCA, CETESB, DINIUS, IGC) en el rio Ranchería, presentando diferencias en cuanto a la calificación de valores, finalmente de acuerdo a los resultados obtenidos, pudo determinar que los índices presentaron diferencias, quedando la incógnita si el uso de ICAs tiene efectividad en la planificación y manejo de los recursos hídricos.

Zhaoshi, W., et al. (2018) en su investigación, proporcionan una clara comprensión de la calidad del agua de los ríos de la cuenca del lago Taihu basado en la vigilancia a escala de la cuenca y en un método de índice de calidad del agua (ICA) donde incluyeron 15 parámetros de análisis. Finalmente, determinaron como moderada la calidad de agua de dicha cuenca además que los resultados obtenidos permitirán mantener una gestión re recursos hídricos importante en la cuenca.

Quiroz, L., Izquierdo, E. y Menéndez, C. (2017), en su investigación los autores evaluaron la calidad de agua de un río en Portoviejo, aplicando el índice de calidad de agua con la metodología de NSF. Finalmente determinaron que la calidad de agua del rio disminuye a medida que este recorre su trayectoria, así mismo que el principal factor que altera su calidad son las aguas residuales.

Sehnaz, S., Erhan, S. y Aysen, D. (2017), en su investigación plantean como objetivo evaluar la calidad del agua del río Aksu, En este estudio se realizó el

análisis físicos y químicos de muestras de agua tomadas en 21 lugares, los resultados del análisis se compararon con el máximo valores límite permisibles recomendados por la Organización Mundial de la Salud y las normas turcas de agua potable, demostrando que la presa generalmente tiene buena calidad de agua, sin embargo los efectos de los contaminantes puntuales y difusos dominan la calidad del agua.

En teoría se define AGUA, como una sustancia compuesta por 2 átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, que se encuentra en el ambiente e diferentes estados (liquido, sólido y gaseoso) y formas (lluvia, superficial, subterránea, océanos, lagos, etc.), fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta.

Por otro lado, Wen, et al. (2020), indica que el agua es un recurso indispensable con el que los humanos necesitan vivir, aunque desafortunadamente es también un medio eficiente en la transmisión de enfermedades.

Los océanos, es una habitad natural que comprende gran cantidad de agua salada, donde habitan los organismos marinos, además de considerarse un lugar para la recreación. Sin embargo la contaminación de las aguas marinas, han venido incrementando en los últimos años, debido a la presencia de diversos contaminantes, producto de una serie de acciones tales como: Vertimiento de aguas residuales e industriales, desarrollo de actividades como minería, petróleo, turismo, etc., y generación de residuos sólidos (latas, botellas, bolsas, papel, etc.), crecimiento población, provocando una alteración en la composición del agua y a su vez ha puesto en peligro la salud pública y el desarrollo de actividades como la pesca, agricultura deporte, etc. (tay, G., 2019, p.26).

Son denominados Índices de Calidad de Agua (ICA) o Wáter Quality Index (WQI), a la aplicación de una metodología que proporciona valores e información sobre las condiciones, características y estado de un cuerpo de agua (Méndez, P., Arcos, J. y Cazorla, X., 2020, p.737).

Del mismo modo, Amón, J. y López, C. (2020), conceptualizan como ICA, a la evaluación simplificada de determinados parámetros físicos, químicos y microbiológicos de un cuerpo de agua, cuyos valores determinaran las condiciones

del recurso, dicho valor se representa mediante un porcentaje siendo cero (0) % el valor con peor calidad o también altamente contaminante, mientras que valores cercanos a cien (100) % refieren un agua con excelentes condiciones (p.26-27).

El índice de calidad del agua, se define también como la técnica de clasificación que proporciona el efecto combinado de cada uno de los parámetros de calidad del agua en la calidad general del agua para el consumo humano. El WQI es ampliamente utilizado para caracterizar la disponibilidad de los recursos hídricos como agua potable y su utilidad para fines domésticos (Fikret, U., Yalcin, T. y Beyhan, 2020, p.3).

Por otro lado, los ICAs, tienen como finalidad identificar la calidad de agua presente en un cuerpo en particular, es por ello que se realiza un análisis de ciertos parámetros representativos, los cuales son comparados con los estándares de cada región. Es por ello que Quintero, et al (2010), clasifica a dichos parámetros en: (p.57).

- **Fisicoquímicos:** tal como el color, el olor, el sabor, el oxígeno disuelto, la transparencia, la película visible de grasas y aceites, los sólidos totales, los sólidos disueltos totales, los sólidos sedimentables, los sólidos totales fijos, los sólidos totales volátiles, los flotables, los surfactantes y el material particulado.
- **Biológicos:** Recuento poblacional de hongos, levaduras, aerobios mesófilos y enterococos bacteria plancton, fitoplancton biomasa zooplantónica.
- **Otros elementos:** Silicatos, calcio, sulfatos, sulfuros.
- **Hidrocarburos:** Hidrocarburos aromáticos totales hidrocarburos totales del petróleo

La determinación del valor “ICA”, está basada en la siguiente formula:

$$WQI = \sum_{i=1}^n \text{Sub}_i W_i$$

Donde:

- **WQI:** Índice de calidad de agua.
- **Wi:** Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i) y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- **Sub_i:** Subíndice del parámetro i.
- **N:** Número de parámetros

Tabla 1. Clasificación ICA - NSF

ESCALA DE COLOR	RANGO
Excelente	91 – 100
Buena	71 – 90
Media	51 – 70
Mala	26 – 50
Muy mala	0 - 25

Se observa la clasificación de los indicadores de calidad de agua según el National Sanitation Foundation, de tal modo que de acuerdo a los resultados obtenidos estos se caracterizaran dentro de los rangos y colores de escalas; excelente, buena, media, mala y muy mala.

Fuente: Granizo, R. & Toa, V, 2020, p.22

El concepto de Calidad de agua de acuerdo a Monsalve (2018), hace referencia a las características de una masa de agua, es decir la descripción de los parámetros cualitativos o cuantitativos, no obstante, dicha determinación permitirá definir las condiciones óptimas del agua y finalmente dar un valor de uso. (p.38)

La calidad del agua es una de las cuestiones importantes en la gestión de los recursos hídricos y pueden clasificarse en tres grandes categorías, física, química y biológica y cada categoría tiene un número de parámetros para ser evaluados, de tal modo que se proporcionen datos básicos para detectar tendencias e información el estado del agua (Sutadian, A., 2015, p.2).

Ahora bien, la calidad de agua de un determinado cuerpo dependerá de una serie de factores naturales como las lluvias, erosiones, fenómenos meteorológicos, etc., así como de las acciones humanas, uso del suelo, actividades industriales, agrícolas, etc., sumado el cambio climático respectivamente (Granizo, R. y Toa, V., 2020, p.21). Cabe agregar que la importancia de determinar la calidad de agua radica en contribuir a un desarrollo sostenible y de salud, puesto que es el soporte a los diferentes servicios básicos, Por otro lado, la calidad de agua es un valor ecológico tanto en salud como crecimiento económico (Villena, J., 2018, p.304).

Tabla 2. Ventajas y Limitaciones de los ICAs

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permite visualizar la variación espacial y temporal de la calidad del agua. ➤ Permite expresar los datos obtenidos durante el análisis en laboratorio. ➤ Evalúa la calidad de agua para usos generales. ➤ Los datos son de fácil interpretación. ➤ Identifica las áreas con mayor problemática en cuanto a calidad de agua. ➤ Genera mayor conciencia en la población acerca de las condiciones del agua. ➤ Contribuye en la definición de reglamentos, normativas, etc.
LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proporciona resumen de los datos. ➤ Tiene limitaciones al proporcionar información completa de los datos de calidad de agua. ➤ No evalúa en su totalidad los riesgos presentes en el agua. ➤ Su aplicación es limitada debido a las diferentes condiciones ambientales de las cuencas.

En la tabla 2, se describen las principales ventajas del uso de los indicadores de calidad de agua, y del mismo modo las limitaciones que impiden su uso en la gestión del recurso hídrico. Fuente: Torres, P., et al., 2009, p.83

III.METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Es un tipo de estudio aplicado es aquel orientado a resolver problemas de la vida cotidiana, basándose en estudios previos y teorías científicas validadas. Así mismo la investigación se relaciona con el uso de conocimientos aplicados así el problema planteado, donde constituye un enlace entre la ciencia y la sociedad (Vargas, Z., 2009, p.160-163). Por otro lado, para Baena, G. (2017), la investigación aplicada o utilitaria, refiere a revisar problemas concretos que necesitan una solución inmediata, mediante el uso de teorías pre existentes (p.17-18).

Ante ello, el presente estudio, se denomina de tipo aplicada, porque está orientado a dar solución a un problema específico, es decir, determinar los índices de calidad de mar más utilizados, mediante la búsqueda de literatura e investigaciones previamente estudiados, y se estrecha a fines directos e inmediatos.

Del mismo modo, tiene un enfoque de investigación cualitativa, que refiere al desarrollo de un estudio mediante un proceso reflexivo, así también, se caracteriza por tener características de ser descriptivo, inductivo, holístico, fenomenológico, estructural-sistémico y sobre todo flexible, es decir su objetivo principal es determinar en inicio o naturaleza de la realidad problemática, sin obedecer un orden (Maxwell, 2019, p.17). Para Hernández, R., Fernández, C. y Baptista. P. (2014), el enfoque cualitativo, nace de una bibliografía ya existente, de las cuales se utiliza la recolección de datos para dar solución a la interrogante o dar origen a nuevas problemáticas (p.7-9).

Mientras que el diseño de investigación es narrativo, ya que tiene como fin conceptualizar épocas, lugares, sucesos y tiempos de los hechos o fenómenos ocurridos dentro de la problemática, los cuales se tomaran como información y datos para el desarrollo y solución del problema. (Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., 2014, p. 75).

Finalmente, la presente revisión sistemática, mantendrá un diseño cualitativo narrativo de tópicos, que está enfocado en una temática, suceso o fenómeno

específico (Salgado, A., 2007, p.73), puesto que se analizó diferentes estudios enfocados en los índices de calidad de mar, de los cuales se realizó una recolección, exploración y descripción de datos e información.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Dentro del proceso de investigación, uno de los puntos más importantes a concebir es la formulación de objetivos, de los cuales se desencadenan la identificación de tópicos o subtemas con el objetivo de organizar la información obtenida. En tanto dichos tópicos organizados en categorías y subcategorías surgen a partir de una recolección selectiva de información, cabe agregar que la construcción de categorías y subcategorías estarán definidas en base a la formulación de problemas y objetivos específicos, es decir en micro aspectos. ((Herrera, J., Guevara, G. y Munster. H., 2015, p.125).

Tabla 3. Matriz de categorización Apriorística

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
Determinar cuáles son las actividades que inciden en la alteración de los índices de calidad de agua de mar.	¿Cuáles son las actividades que inciden en la alteración de los índices de calidad de agua de mar?	Actividades marinas	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades antrópicas • Eventos naturales 	De acuerdo al tipo de actividad que se desarrolla cerca de las aguas marinas.	De acuerdo a los tipos de ecosistemas y eventos naturales que se producen en las aguas marinas.
Definir los parámetros principales que conforman los índices de calidad de agua.	¿Cuáles son los principales parámetros que conforman los índices de calidad de agua?	Parámetros de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros físicos • Parámetros químicos • Parámetros biológicos 	De acuerdo al tipo de índice de calidad a utilizar.	De acuerdo al grado de contaminación del agua.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
Determinar cuáles son los niveles máximos permitidos para cada índice de calidad de agua de mar.	¿Cuáles son los niveles máximos permitidos para cada índice de calidad de agua de mar?	Índices de calidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles. • Tipos de índices • Parámetros de análisis 	De acuerdo al porcentaje de concentración de los contaminantes.	De acuerdo a la técnica de aplicación para determinar el índice.

En la tabla 3, se detalla los 3 tipos de categoría de acuerdo a los problemas y objetivos planteados: Actividades marinas, parámetros de calidad e índices de calidad de agua, dichos aspectos se analizarán teniendo en cuenta los micro aspectos: actividades antrópicas, eventos naturales, parámetros físicos, parámetros químicos, parámetros biológicos, niveles, tipos de índices y parámetros de análisis respectivamente. Los cuáles serán definidos teniendo en cuenta una serie de criterios.

Fuente: Elaboración propia, 2021

3.3. Escenario de estudio

Se denomina escenario al lugar, espacio o contexto de investigación sobre el cual se desarrolla una problemática (Magallanes, A., Colaneri, D. y Rodríguez, M., 2013, p.587). Ahora bien, el escenario de estudio para la presente investigación está dado por las aguas de mar, de las cuales se determinará estado de contaminación mediante la aplicación de índices de calidad.

3.4. Participantes

En el desarrollo de la presente investigación se considerado específica y únicamente estudios basados en artículos científicos nacionales e internacionales, siendo las fuentes empleadas las plataformas virtuales de revistas indexadas como: Scielo, Scopus, Web of Science (WoS) y Scince Direct.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la recopilación de datos importantes de las revistas indexadas, fue utilizando la “Ficha de Análisis de Contenido” (Anexo N° 1), la cual nos permitió extraer información como los nombres de los autores, los objetivos, metodología y resultados.

3.6. Procedimiento

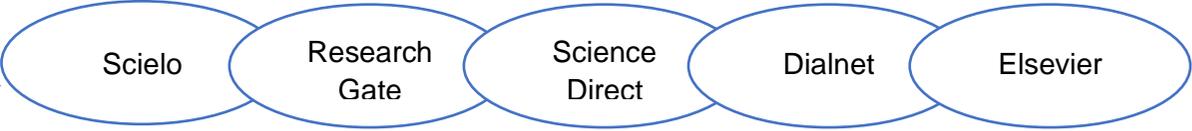
El procedimiento del presente estudio de investigación fue el muestreo de la información mediante palabras claves en inglés y español (Indicators, water quality, Sea water, water contamination, marine activities) en el cual se aplicó el criterio de inclusión y exclusión, dichas revisiones se basaron en artículos actualizados no mayor a 5 años, para el proceso de selección se optó por eliminar aquellos que no se asemejaban a la investigación requerida o no cumplían con los criterios, también se eliminó aquellos artículos que no se encontraban indexadas, por otro lado, se tomó en cuenta la antigüedad de los artículos seleccionados, siendo uno de los criterios importantes para la selección, lo cual permitieron obtener la cantidad final de referencias.

REVISIÓN DE LITERATURA

keywords

Indicators, water quality, Sea water, water contamination, marine activities

PLATAFORMAS DE BÚSQUEDA



Literatura Seleccionada = 110

1° FILTRO EXCLUSIÓN

Artículos Duplicados.	= 15
Artículos No Relevantes.	= 55
Artículos sin resultados.	= 25

Total, Artículos Excluidos = 95

2° FILTRO INCLUSIÓN

Estudios realizados con 5 años de antigüedad.	= 5
Estudios enfocados en indicadores de calidad de agua.	= 5
Estudios realizados con aguas de mar.	= 5

Total, de artículos incluidos y evaluados = 15

3.7. Rigor científico

Durante el desarrollo del presente estudio se consideró ciertos criterios de rigor científico en la selección y extracción de la información siendo estos: El criterio de dependencia, el cual se basa en definir la consistencia del estudio es decir que la información utilizada permita la comparación de métodos y resultados. Así mismo, se considera el criterio de credibilidad ya que se podrá corroborar que las informaciones y resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación sean auténticas y con ello se busque establecer la confianza en la investigación. Por otro lado, el criterio de autenticidad el cual proporciona que la información plasmada, se expresa en forma real tal y como son, ya que permite estudiar los resultados de las experiencias del investigador. Basado en la aproximación de futuros resultados del estudio (Noreña et al., 2012, p. 267).

3.8. Método de análisis de información

Para el método de análisis de datos se ha utilizado el método de categorización, donde se clasificaron las informaciones de las investigaciones en categorías, sub categorías y criterios (1 y 2), estas informaciones explican el tema de la presente investigación y se encuentra en la Tabla N°3. Para ello se ha seleccionado la información en los criterios de análisis.

- Agrupación de antecedentes para el su análisis de acuerdo a las similitudes que tienen las investigaciones respecto al tema
- Determinar las ventajas y desventajas de los artículos antiguos y actuales debido a lo complejo de la información.
- Se indagó los actividades, parámetros y niveles de los índices de la calidad del agua de mar

3.9. Aspectos éticos

Los aspectos éticos que se han considerado en la presente investigación fueron las citas de las revistas indexadas de obtenidas de Science direct, Scopus, Scielo y Dialnet; en las cuales se detalla la autenticidad de los

autores, como el nombre, año y página de la cual se extrajo la información; citas de acuerdo a la ISO-690 y 690-2.

Así también, las referencias bibliográficas en donde se detalla toda la información de los autores utilizados para la presente investigación científica y con ello cumpliendo el código de ética de investigación de la universidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de la revisión de artículos y estudios en referencia a los indicadores de agua de mar, se seleccionaron 15 artículos que cumplen con los criterios de inclusión expuestos, así mismo de acuerdo a los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados.

- En la siguiente tabla se muestran los índices de calidad más utilizados, para determinar el estado actual de las aguas de mar.

Tabla 4. Tipos de metodologías para determinar el ICA

ÍNDICES DE CALIDAD AGUA	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
Índice de calidad del agua (WQI)	Desarrollado por el U.S. National Fundación de Saneamiento (NSF). Método práctico que tiene en cuenta las variables ambientales críticas que representan las condiciones de contaminación en la masa de agua.	Fikret, U., Yalcin, T. y Beyhan (2020)
	Es un método práctico que considera las variables ambientales críticas que representan las condiciones de contaminación en un cuerpo de agua.	Sun, W., et al.
Índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de saneamiento (NSFWQI)	Es uno de los primeros métodos desarrollados	Sutadian, A., et al. (2015)
	Se basa en la selección de los parámetros de calidad del agua apropiados y asignando pesos a los parámetros, así calculando el índice como un promedio ponderado. Su puntuación también va de 0 a 100, siendo 100 la máxima puntuación. De acuerdo con la puntuación, el NSF-WQI determina el estado del agua en cinco categorías, a saber, excelente, bueno, medio, malo y muy malo	Alexakis, D., et al. (2016)

ÍNDICES DE CALIDAD AGUA	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente Índice de calidad del agua (CCME-WQI)	Está directamente relacionada con directrices, criterios y/o normas de calidad de agua.	Gitau, M., Chen, J. y Ma, Z. (2016)
	se utilizó para evaluar el estado de la calidad del agua de varias cuencas hidrográficas, agua potable y de las minas de metal.	Sutadian, A., et al. (2015)
	Combina matemáticamente tres medidas de varianza (alcance, frecuencia y magnitud) para producir un solo número que va de 0 a 100, con 100 expresando excelente calidad De acuerdo con la puntuación, el CCME-WQI determina la estado de la masa de agua en cinco categorías, a saber, excelente, bueno, regular, marginal y pobre.	Alexakis, D., et al. (2016)
Índice de Calidad del Agua de Oregón (OWQI)	Fue desarrollado con el propósito de evaluar el estado de calidad de agua en Oregón, y a lo largo del tiempo se ha ido implementando con avances tecnológicos, con el objetivo de determinar la calidad de agua para uso recreativo.	Sutadian, A., et al. (2015)

En la tabla 4, se detallan cuatro tipos de metodologías más utilizadas que determinan a los índices de calidad de agua en un cuerpo hídrico superficial como es el mar.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Gitau, M., Chen, J. y Ma, Z. (2016), los índices WQI del NSF, son los más utilizados, mientras que Sutadian, A., et al. (2015), refiere que se han desarrollado muchos métodos de índices y no hay un método aceptado mundialmente por lo cual continuamente se han desarrollado muchos que se adapten a un determinado lugar o área.

En tanto, Paun, L., et al. (2016), indica que el Índice de Calidad del Agua de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSFWQI) es el más respetado y utilizado para definir el estado de un recurso hídrico, sin embargo, menciona que no existe un índice de calidad de agua que pueda ser aplicado universalmente para definir tal propósito.

Sin embargo, Dimitrios, E. (2020), refiere que El CCME-WQI es un índice bastante estricto ya que estima estadísticamente valores significativamente más bajos que el NSF-WQI.

- Por otro lado, las actividades más comunes que implican alteración en los índices de calidad de agua de mar son:

Tabla 5. Actividades que influyen en la variación de ICA

ACTIVIDADES	REFERENCIA
Actividades Agrícolas, domesticas, urbanización irregular y uso excesivo de productos químicos.	Gitau, M., Chen, J. y Ma, Z. (2016),
Las actividades antropogénicas e industriales influyen en la contaminación de las aguas marinas.	Sun, W., et al. (2016)
Las actividades humanas tienen consecuencias directas sobre los sistemas acuáticos, que afectan tanto a la cantidad como a la calidad del agua.	Alexakis, D., et al. (2016)

ACTIVIDADES	REFERENCIA
El desarrollo de la acuicultura marina, han inducido la frecuente aparición de enfermedades y contaminación en las aguas de mar.	Zhang, X., et al. (2020)

En el cuadro 5, se denotan y describen las actividades que influyen en la variación de los índices de calidad de agua de mar, tal como se observa las acciones antropogénicas resultan ser las más influyentes.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Parámetros considerados para determinar los ICA

PARAMETROS	DEFINICIÓN
Oxígeno Disuelto	Es el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua.
Coliformes fecales	Indicador de presencia de bacterias o virus de carácter patógeno.
pH	Es un indicador que determina el contenido ácido (<7) o básico (>7) del agua.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Determina el contenido de materia orgánica en el agua.
Nitratos	Contaminantes presentes en el agua principalmente subterránea, es de fácil movilización y tiene efectos nocivos en los seres humanos.
Fosfatos	Son contaminantes provocados por actividades humanas.
Temperatura	Parámetro que determina el grados de calor o frío del agua.

PARAMETROS	DEFINICIÓN
Turbidez	Es la medida de transparencia del agua, que puede estar influida por material suspendido.
Solidos Disueltos Totales	Es el material disuelto en el agua, son medidos en partes de solido por un millón de partes agua.

Los índices de calidad están conformados por una serie de parámetros principales que al ser analizados estos definen la calidad del agua, siendo los que se presentan en la tabla 6.

Fuente: Elaboración propia

Sutadian, A., et al. (2015), refiere que la selección de los parámetros es uno de los pasos esenciales en el desarrollo de un índice, puesto que los seleccionados deben tener gran influencia para determinar el estado en la calidad del agua.

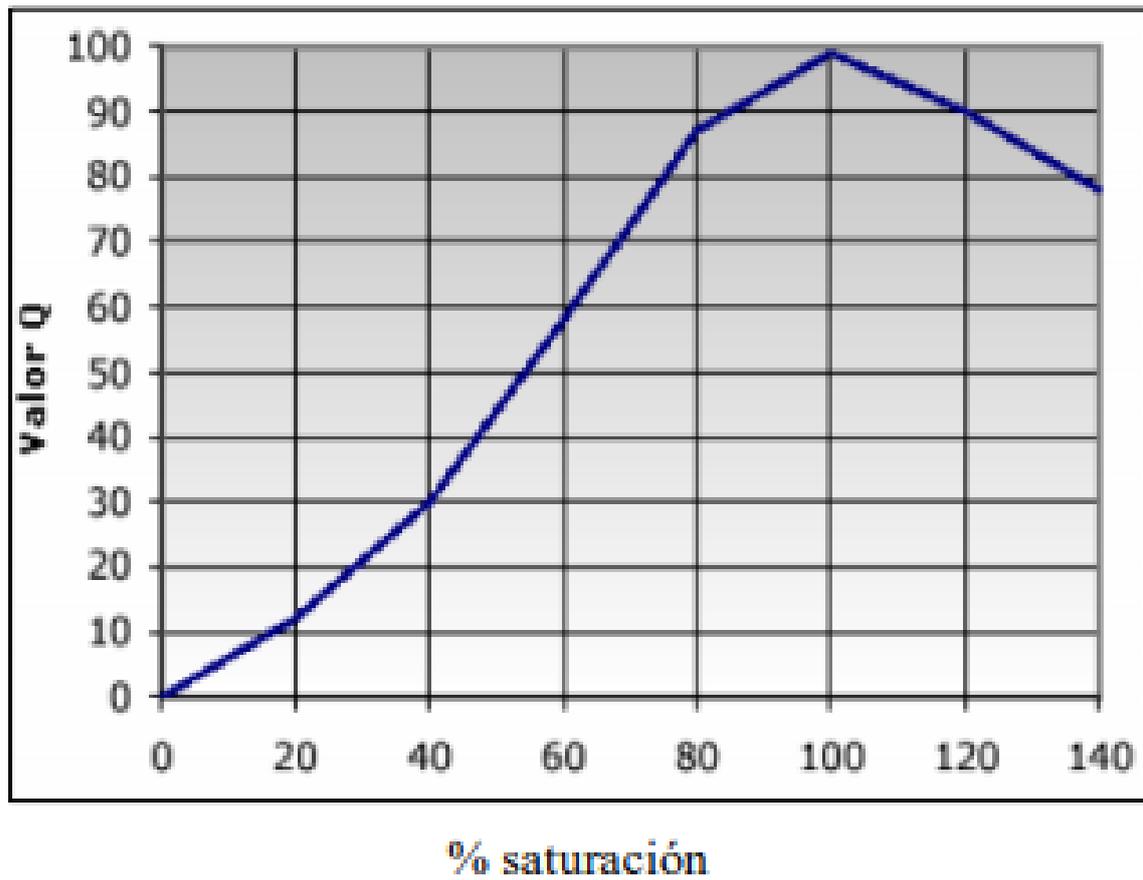
Por otro lado, Paun, L., et al. (2016) menciona que los parámetros definidos para determinar la calidad de agua deben estar en base a los establecidos por la Organización Mundial de la Salud en diversas leyes, normativas y reglamentos.

No obstante, Banda, T. y Kumarasamy, M. (2020), determina que la selección de parámetros, deben basarse en variables críticas y adecuadas para definir la calidad del agua, además la cantidad de parámetros no deben ser demasiadas ni pocas.

Los niveles adecuados para cada índice de calidad de agua de mar son determinados mediante "Water Quality Index" (WQI) utilizando la Técnica Delphi de la "Rand Corporation's", en la cual intervienen 9 parámetros, los cuales son analizados obteniendo una serie de datos que al promediar dan origen a una curva que refleja una escala Q = valor de calidad (0-100), que su disminución refleja el aumento de contaminación en el agua por dicho parámetro.

Tal como se muestra en el siguiente gráfico N° 1, del parámetro Oxígeno Disuelto, se puede determinar que mientras el % de saturación este con un valor mayor a 140, el valor Q será 50, lo cual indica un índice de calidad "media".

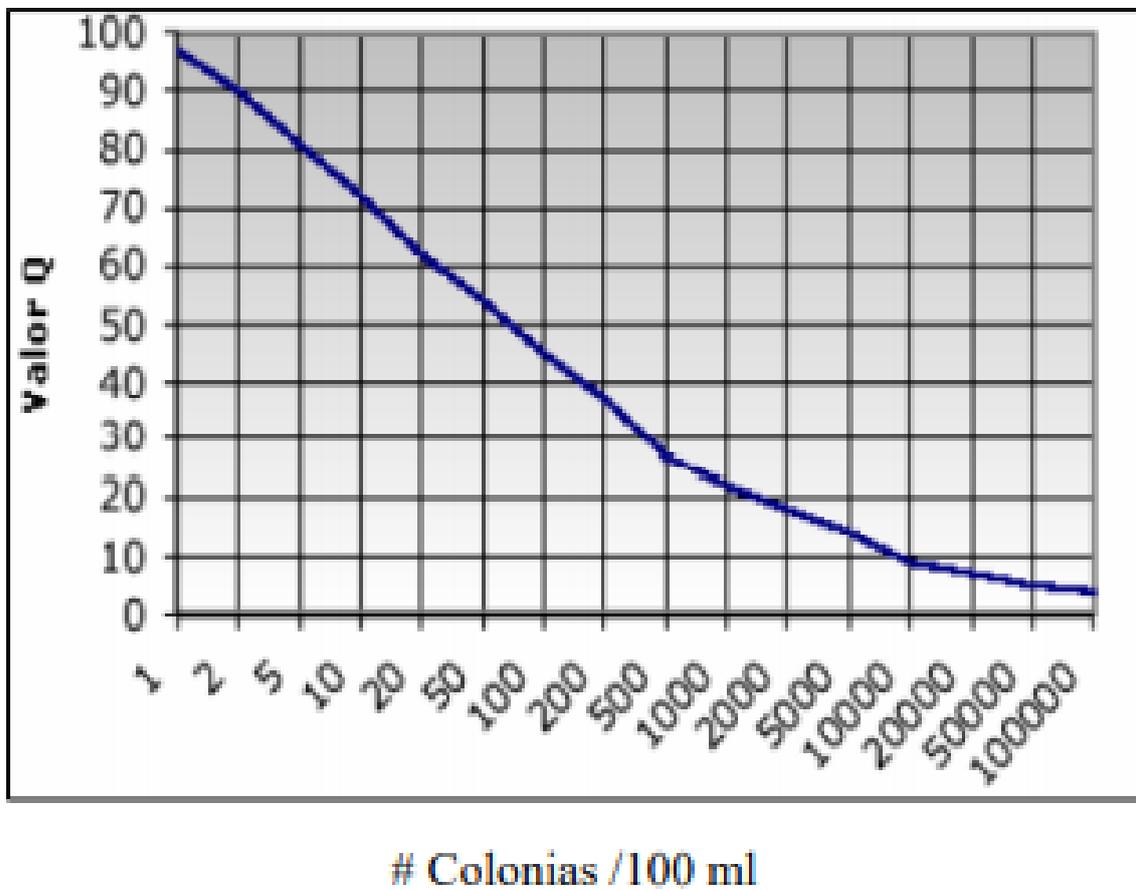
Gráfico 1. ICA – Oxígeno Disuelto



Sí % saturación > 140, Q = 50

El gráfico N° 2, del parámetro Coliformes Fecales, se puede determinar que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 100 000, el valor Q será 20, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

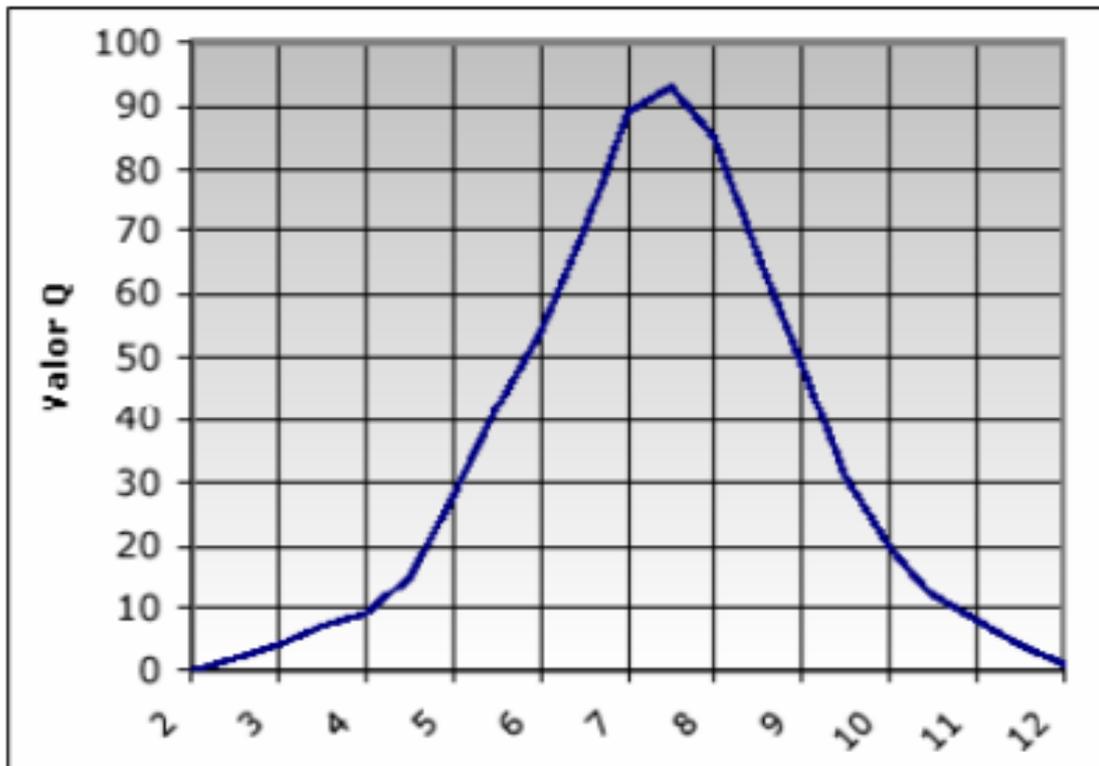
Gráfico 2. ICA – Coliformes Fecales



Sí Coliformes Fecales > 100.000, Q = 20

El gráfico N° 3, del parámetro Potencial de Hidrogeno, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea menor a 2 y mayor a 12, el valor Q será 0, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

Gráfico 3. ICA – Potencial de Hidrogeno

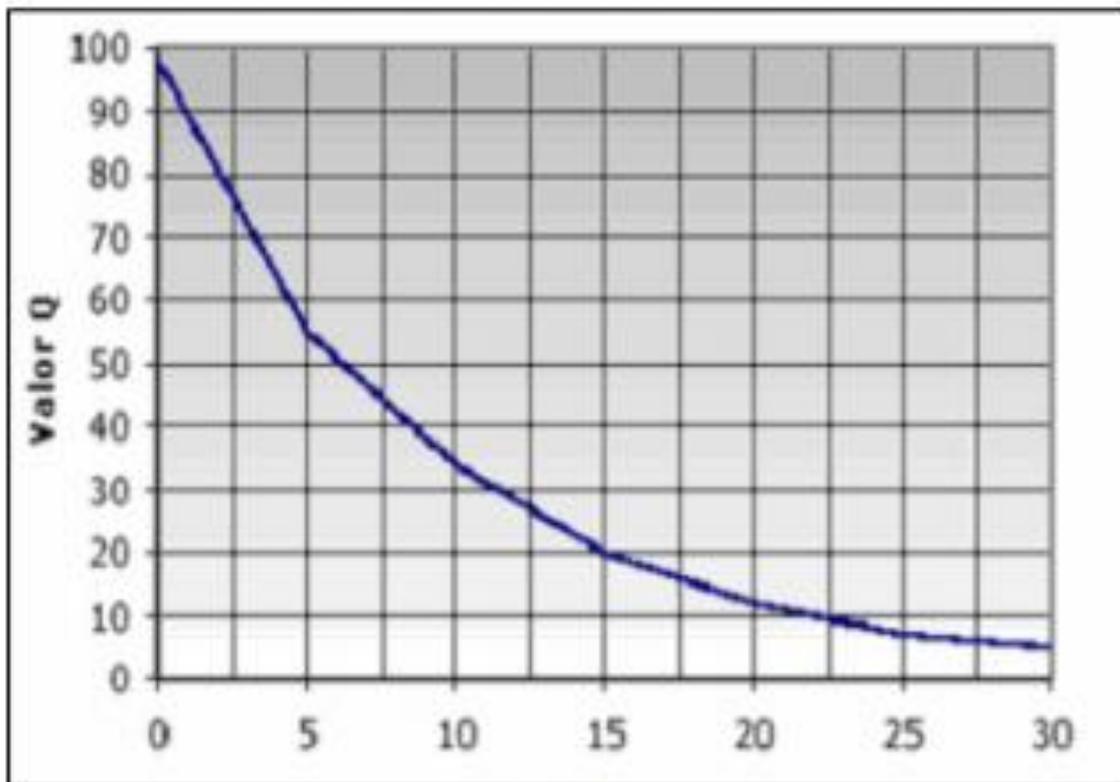


Unidades

Sí $\text{pH} < 2.0$ ó > 12 , $Q = 0$

El gráfico N° 4, del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 30, el valor Q será 30, lo cual indica un índice de calidad “mala”.

Gráfico 4. ICA – Demanda Bioquímica de Oxígeno

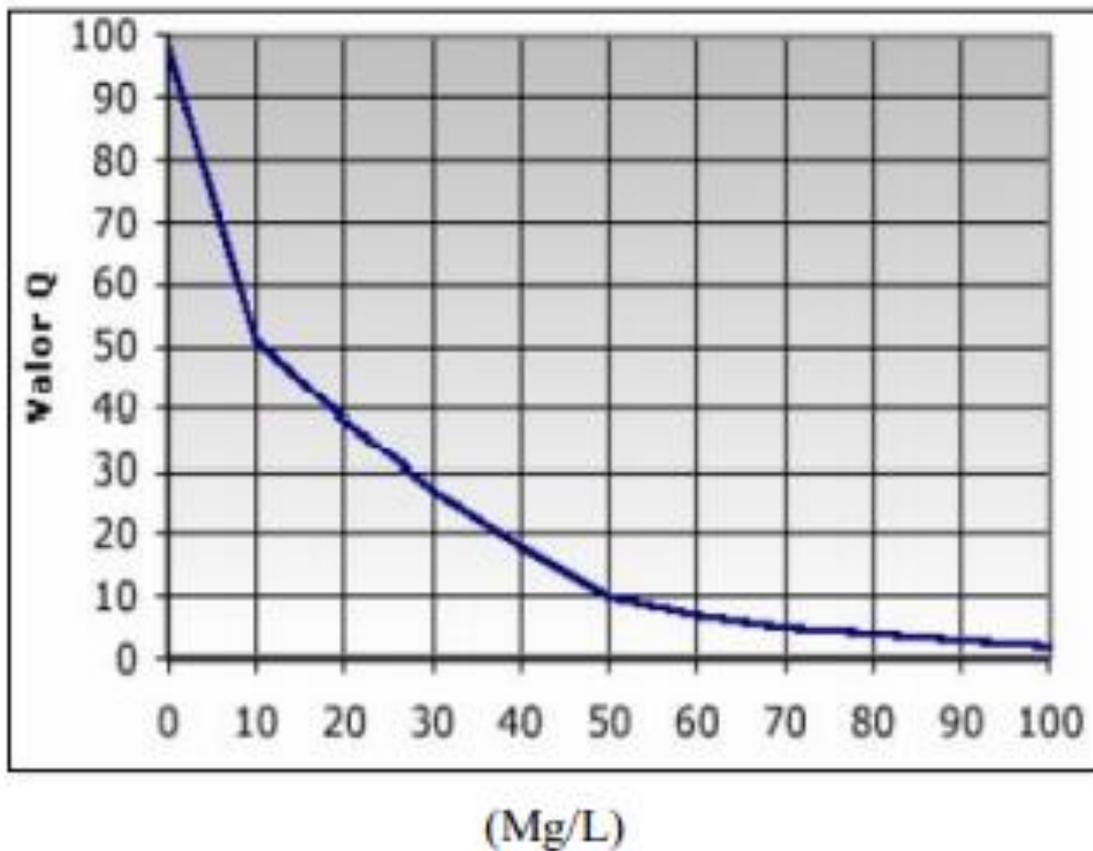


(Mg/L)

Sí DBO >30, Q = 30

El gráfico N° 5, de nitratos, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 100, el valor Q será 10, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

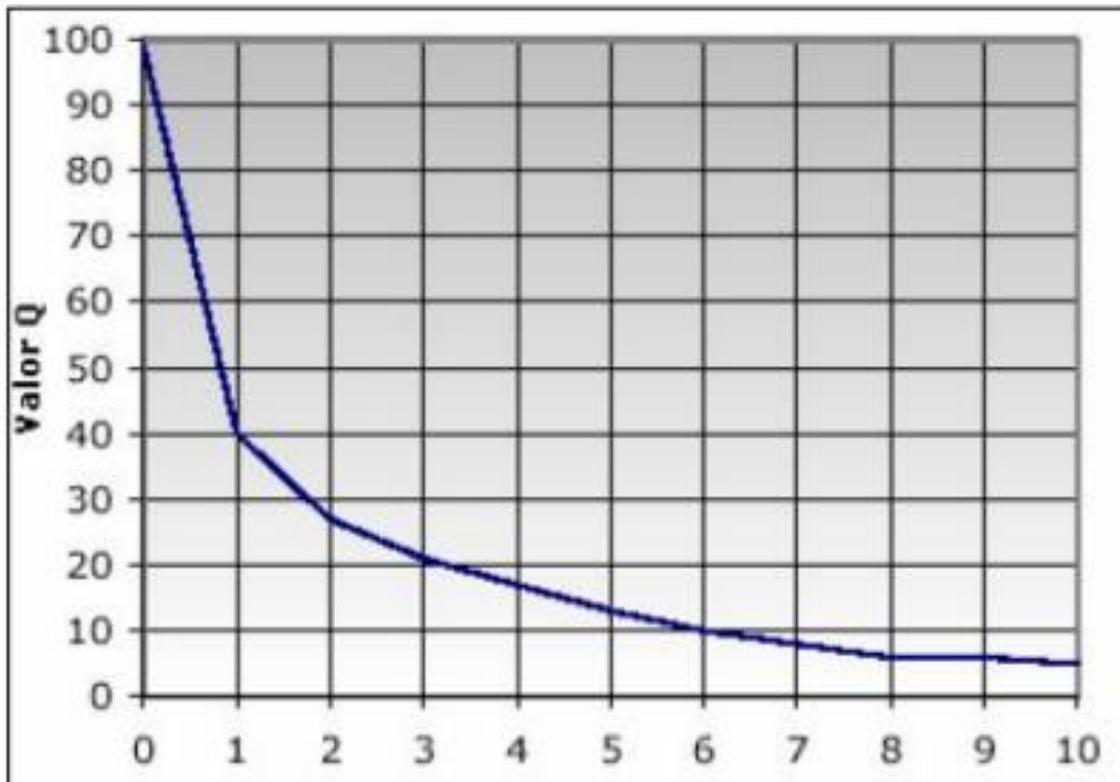
Gráfico 5. ICA – Nitratos



Sí Nitratos > 100, Q = 10

El gráfico N° 6, del parámetro fosfatos, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 10, el valor Q será 2, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

Gráfico 6. ICA – Fosfatos

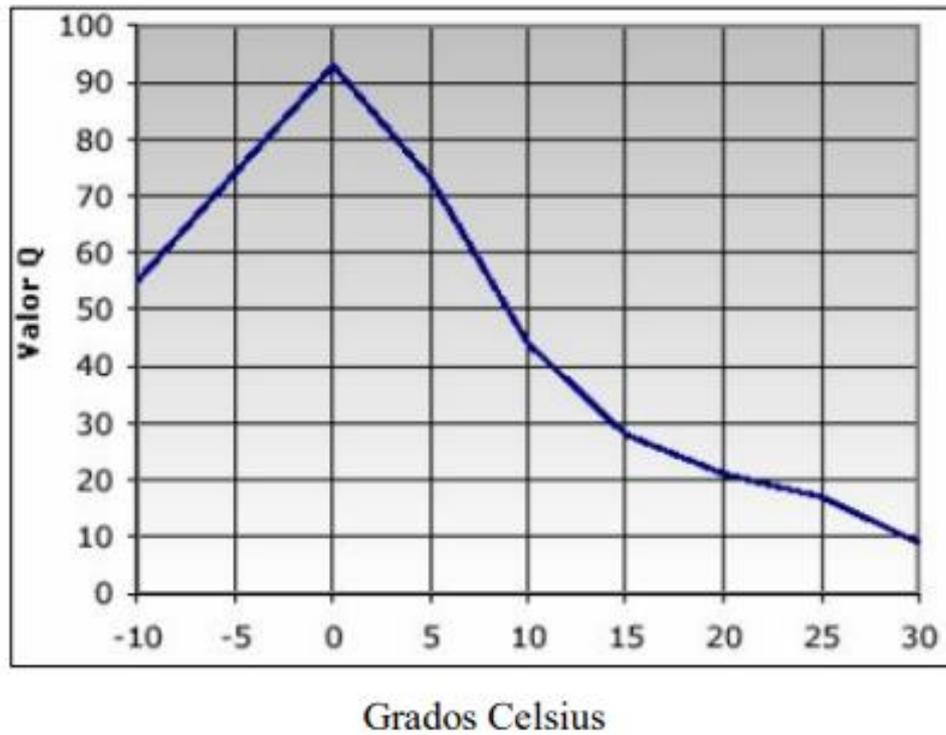


(Mg/L)

Sí Fosfatos > 10, Q = 2.0

El gráfico N° 7, del parámetro temperatura, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 15°C, el valor Q será 5, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

Gráfico 7. ICA – Temperatura

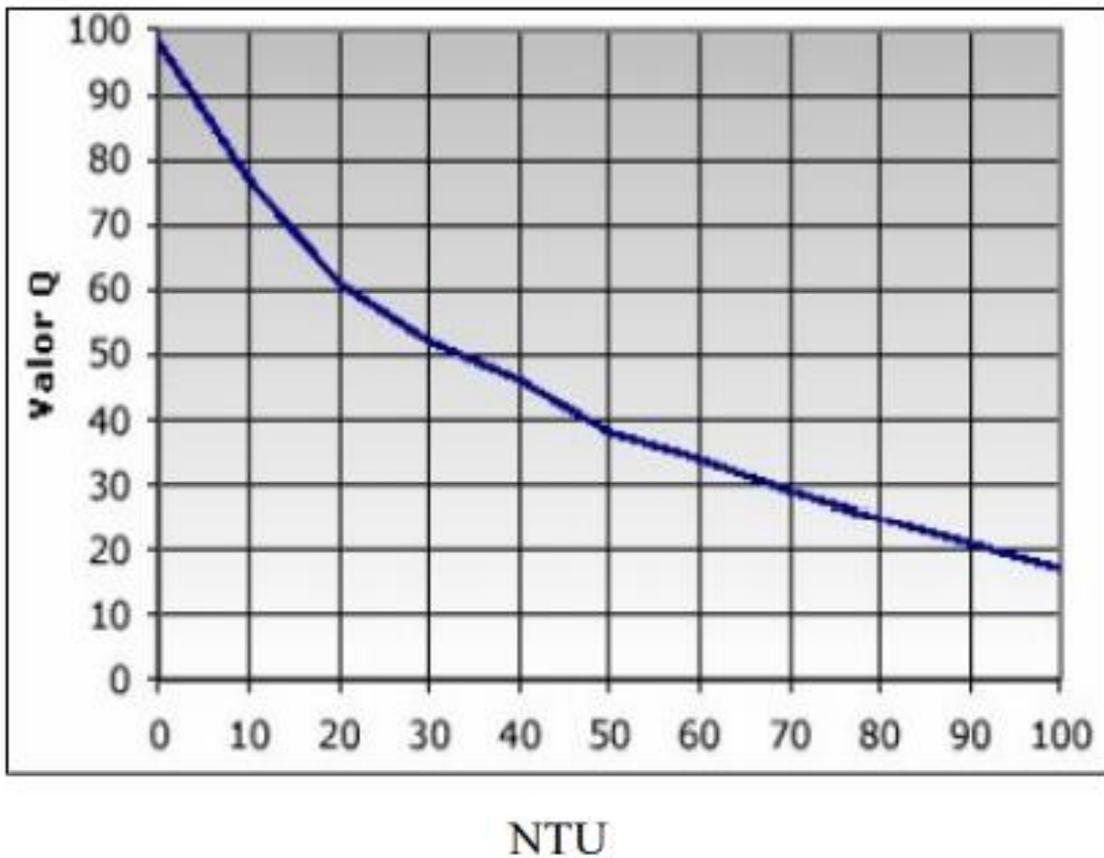


Se debe realizar la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura de la muestra.

$$\text{Sí } (\Delta T) > 15 \text{ } ^\circ\text{C}, Q = 5$$

El gráfico N° 8, del parámetro turbidez, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 100, el valor Q será 5, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

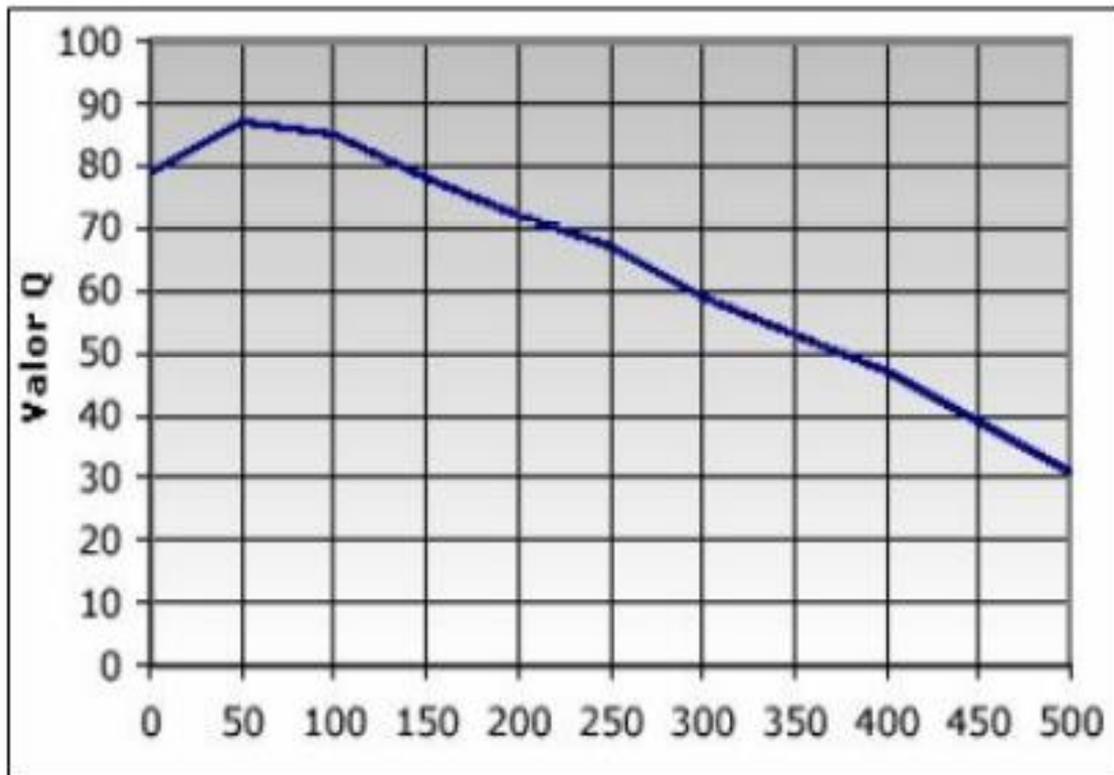
Gráfico 8. ICA – Turbidez



Sí Turbidez > 100, Q = 5.0

El gráfico N° 9, del parámetro solidos totales disueltos, indica que mientras el valor de dicho parámetro sea mayor a 500, el valor Q será 20, lo cual indica un índice de calidad “muy mala”.

Gráfico 9. ICA – Solidos Totales Disueltos



(Mg/L)

Sí STD > 500, Q = 20

En general, los parámetros seleccionados se captan principalmente para determinar la calidad de agua, es decir seleccionar aquellos que midan el potencial del contaminante de interés, teniendo en cuenta el sistema o fuente acuática de estudio (Gitau, M., Chen, J. y Ma, Z., 2016),

V. CONCLUSIONES

Finalmente, después de realizar la revisión sistemática de una serie de artículos con respecto a los índices de calidad de agua de mar, y en referencia a los objetivos planteados se tiene:

Determinar los índices de calidad de mar más utilizados. Mientras que como objetivos específicos tenemos:

- ✓ Las actividades que tienen mayor implicancia en la alteración de los índices de calidad de agua de mar son la agricultura (por el uso de químicos), la urbanización irregular, y el vertimiento de aguas domésticas, así mismo se consideran el desarrollo y operación de las industriales.
- ✓ Se determinaron 9 parámetros principales que conforman los índices de calidad de agua: Oxígeno Disuelto, Coliformes fecales, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Nitratos, Fosfatos, Temperatura, Turbidez y Sólidos Disueltos Totales. Sin embargo, cabe agregar que la selección de los parámetros dependerá de la magnitud de análisis del agua, es decir dichos parámetros pueden variar de acuerdo al objetivo de estudio.
- ✓ Los niveles adecuados para cada índice de calidad de agua de mar varían en una escala de cero (0) a cien (100), donde el máximo valor alcanzado entre 80 y 100, se define un tipo de agua con mejor calidad.

VI. RECOMENDACIONES

En función a los objetivos propuestos para el presente estudio y los artículos revisados se propone como recomendaciones a futuras investigaciones:

- ❖ Realizar mayor investigación en referencia a los métodos aplicados para determinar los índices de calidad de agua de mar.
- ❖ Indagar en las nuevas metodologías que determinan los índices de calidad de agua dulces como saladas.
- ❖ Realizar una revisión sistemática de los estudios en índices de calidad de agua hace al menos 20 años, para ser comparados con los estudios realizados en los últimos 5 años.
- ❖ Revisar estudios prácticos y/o experimentales donde se hallan aplicado los métodos para la determinación de los índices de calidad de agua.

REFERENCIAS:

1. Admen, H. (2013). Eliminación de metales pesados de las aguas residuales utilizando residuos agrícolas e industriales como adsorbentes. Vol. 9. [Fecha de consulta: 08 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.08.004>.
2. Alexakis, D., et al. (2016). Suitability of Water Quality Indices for Application in Lakes in the Mediterranean. *Water Resources, Management*, 30(5), 1621–1633 pp.
DOI: 10.1007/s11269-016-1240-y
3. Amón, J. & López, C. (2020). Estudio de la influencia de la vegetación y bisque de ribera en la calidad del agua del Río Tomebamba de la ciudad de Cuenca. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, Ecuador, 156 pp.
Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18462/4/UPS-CT008707.pdf>
4. Baena, G. (2017). Metodología de a investigación: Serie integral por competencias. 3ªed. Ebook, México, 157pp.
ISBN: 978-607-744-748-1
5. Banda, T. y Kumarasamy, M. (2020). Development of Water Quality Indices (WQIs): A Review. *Polish Journal of Environmental Studies*, [En line], 29(3): 2011-2021 pp. [Fecha de consulta: 08 de noviembre 2020]
DOI: 10.15244/pjoes/110526
Disponible en: <http://www.pjoes.com/Development-of-Water-Quality-Indices-WQIs-nA-Review,110526,0,2.html>
6. Boluda, N. & Egea, E. (2017). Evaluación del impacto medioambiental de los vertidos al mar de aguas depuradas: adsorción de metales y tensioactivos aniónicos en sedimentos de la Costa alicantina. *Holothuria tubulosa* como bioindicador de contaminación. Tesis de post grado, Instituto Universitario de Aguas y de las Ciencias Ambientales, 52 p.

Disponible

en:

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/74107/1/CONSELLERIA_4-17T_vertidos_al_mar_sedimentos_IQ_Boluda_Egea.pdf

7. Bhuiyan, M., et al. (2016). Assessment of groundwater quality of Lakshimpur district of Bangladesh using water quality indices, geostatistical methods, and multivariate analysis. *Environmental Earth Sciences*, 75(12).
DOI: 10.1007/s12665-016-5823-y
8. Fikret, U., Yalcın, T. y Beyhan, T. (2020). Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system: A combined approach using statistical analysis and water quality index. *Ecological Indicators* [En línea], 30(40): 12 pp. [Fecha de consulta: 09 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105815>
9. Dimitrios, E. (2020). Meta - Evaluation of Water Quality Indices. Application into Groundwater Resources. *Water*, 12(7), 13pp.
DOI: 10.3390/w12071890
10. Formica, S., et al. (2015). Modelado de calidad de agua en ríos de montaña con impacto antrópico caso de estudio: sierra chica de Córdoba, Argentina. *Rev. Int. Contam. Ambie.* [En línea], 31 (4): 327-341 pp. [Fecha de consulta: 08 de noviembre 2020]
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v31n4/v31n4a1.pdf>
11. Gitau, M., Chen, J. y Ma, Z. (2016), Water Quality Indices as Tools for Decision Making and Management. *Water Resources Management*, [En línea], 30(8), 2591–2610 pp. [Fecha de consulta: 09 de noviembre 2020]
DOI: 10.1007/s11269-016-1311-0
12. Granizo, R. & Toa, V. (2020). Determinación del índice de calidad de agua (ICA-NSF) de las fuentes de agua resultantes de un plan de manejo de páramos, parroquia Sucre, Cantón Patate. Tesis de pregrado, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, 67 pp.
Disponible en:

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/827/1/T.AMB.B.UEA.%20%203266.pdf>

13. Herrera, J., Guevara, G. y Munster. H. (2015). Los diseños y estrategias para los estudios cualitativos. Un acercamiento teóricometodológico. Gaceta Médica Espirituana [en línea], vol. 17, (2): 120-134pp.
ISSN 1608-8921.
Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608
14. Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6° ed., McGraw-Hill, México. 634pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0
15. Izquierdo, J. & Verástegui, S. (2017). Concentración de metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) en el agua de la cuenca baja del río Jequetepeque, en relación a los estándares de calidad del agua - categoría 3, Cajamarca - 2016. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca, Perú.
16. Judran, N. y Kumar, A. (2020). Evaluation of water quality of Al-Gharraf River using the water quality index (WQI). Model. Earth Syst. Environ, [En línea], 6(1): 1581–1588 pp. [Fecha de consulta: 09 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00775-0>
17. Karunanidhi, D., et al. (2020). Revealing drinking water quality issues and possible health risks based on water quality index (WQI) method in the Shanmuganadhi River basin of South India. Environ Geochem Health, [En línea], 18 pp. [Fecha de consulta: 09 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00613-3>
18. Magallanes, A., Colaneri, D. y Rodríguez, M. (2013). Un escenario de investigación para el desarrollo de una educación estadística crítica en el nivel medio. Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria: 587-593 pp.

19. Maxwell, J. (2019). Diseño de investigación cualitativa. [en línea] 1er edic. setiembre. Barcelona. Editorial GEDISA S.A. Cap 2., p. 17. El modelo de diseño. [fecha de consulta: 10 de noviembre del 2020].
Disponibile en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZLewDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=dise%C3%B1o+cualitativo+libro&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiBnMKm5uPpAhUVGLkGHZivDUUsQ6AEIMDAB#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20cualitativo%20libro&f=false>
EISBN 978-84-17835-05-7
20. Méndez, P., Arcos, J. y Cazorla, X. (2020). Determinación del índice de calidad de agua (NSF) del rio Copueno ubicado en Cantón Morona. Dominio de las ciencias [En línea], 6(3): 734-746 pp. [Fecha de consulta: 10 de noviembre 2020]
Disponibile en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7504260>
21. Monsalve, R. (2018). Análisis de la calidad de agua de mar y su relación con la infraestructura asociada a la actividad minera en la región de Antofagasta, entre los años 1990-2015. Tesis de post grado, Universidad de Chile, 192 pp.
Disponibile en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151966/analisis-de-la-calidad-de-agua-de-mar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Noreña et al. (2012). Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. Revista Aquichan [en línea], 12(3), [Fecha de consulta: 23 de noviembre 2020]
Disponibile en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4322420>
ISSN 1657-5997
23. Paun, L., et al. (2016). Water quality indices - methods for evaluating the quality of drinking water. National Research and Development Institute for Industrial Ecology-ECOIND, 6(1): 395-402 pp.
Disponibile en: <http://www.dspace.incdecoind.ro/bitstream/123456789/366/1/55-WATER->

[QUALITY-INDICES-METHODS-FOR-EVALUATING-THE-QUALITY-OF-DRINKING-WATER.pdf](#)

24. Pérez, J., Nardini, A. y Galindo, A. (2018). Análisis comparativo de índices de calidad de agua aplicados al río Ranchería, La Guajira-Colombia. Información Tecnológica, [En línea], 29(3): 47-58 pp. [Fecha de consulta: 09 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n3/0718-0764-infotec-29-03-00047.pdf>
25. Quintero, L., et al. (2010). Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos. Gestión y Ambiente, Colombia, 13(3): 51-64 pp.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419996004.pdf>
26. Quiroz, L., Izquierdo, E. y Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. Ingeniería hidráulica y ambiental [En línea], 38(3); 41-51 pp. [Fecha de consulta: 07 de noviembre 2020]
Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>
27. Rubio, H., et al. (2014). Índice de calidad de agua (ICA) en la presa La Boquilla en Chihuahua, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios [En línea], 1(2): 139-150 pp. [Fecha de consulta: 07 de noviembre 2020]
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n2/v1n2a5.pdf>
28. Salgado, A., (2007). Investigación Cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. Liberabit: Lima, Perú, Vol. 13: 71-78 pp.
29. Salam, H., et al. (2020). Development and Evaluation of a Water Quality Index for the Iraqi Rivers. MDPI hidrology, [En línea], 7(67): 14 pp. [Fecha de consulta: 07 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://www.mdpi.com/2306-5338/7/3/67/htm>
30. Sehnaz, S., Erhan, S. y Aysen, D. (2017). Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). Science

of the Total Environment [En línea], 584(1): 131-144 pp. [Fecha de consulta: 08 de noviembre 2020]

Disponible en: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>

31. Sun, W., et al. (2016). Application of modified water quality indices as indicators to assess the spatial and temporal trends of water quality in the Dongjiang River. *Ecological Indicators*, 66, 306–312.

DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.01.054

32. Sutadian, A., et al. (2015). Development of river water quality indices a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(58), 29 pp.

DOI: 10.1007/s10661

33. Tay, G. (2019). Prácticas culturales ambientales de los gremios de surf y su influencia en la disminución de contaminación marina en Huanchaco. Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Trujillo, 94 pp.

Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15803/Tay%20Tay%20C%20Gerardo%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

34. Torres, P., et al. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingeniería Universidad de Medellín*, 8(15): 79-94 pp.

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

35. Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Costa Rica, *Rev. Educación*, Vol. 33 (1): 155-165pp.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

ISSN:0379-7082

36. Villena, J. (2018). Calidad de agua y desarrollo sostenible. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, [En línea], 35(2): 304-308. [Fecha de consulta: 07 de noviembre 2020]

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v35n2/a19v35n2.pdf>

37. Wen, X., et al. (2020). Microbial Indicators and Their Use for Monitoring Drinking Water Quality - A Review. *Sustainability*, 12(2249): 14 pp.
Doi: doi:10.3390/su12062249
38. Wood, R., et al. (2018). Growth in Environmental Footprints and Environmental Impacts Embodied in Trade: Resource Efficiency Indicators from EXIOBASE3. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3): 18 pp.
Doi: <https://doi.org/10.1111/jiec.12735>
39. Zhaoshi, W. (2018). Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. *Science of the Total Environment* [En línea], 612(15): 914-922 pp. [Fecha de consulta: 07 de noviembre 2020]
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.293>
40. Zhang, X., et al. (2020). Evaluation and Analysis of Water Quality of Marine Aquaculture Area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1446): 15 pp.
DOI:10.3390/ijerph17041446

ANEXOS

	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	---------------------------------------

TITULO:

DATOS DEL AUTOR: NOMBRE(S)		
PAGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION

TIPO DE INVESTIGACION:

CÓDIGO:	
PALABRAS CLAVES :	
TIPO DE INDICADORES DE AGUA SALADA:	
PARAMETROS PRINCIPALES QUE CONFOMAN LOS INDICES DE CALIDAD DE AGUA:	
ACTIVIDADES QUE IMPLIQUE ALTERACION EN LOS INDICES DE CALIDAD DE AGUA:	
RESULTADOS :	
CONCLUSIONES:	