

ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES (ICARHS)



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES (ICARHS)

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

Ing. Jorge Montenegro Chavesta
Ministro de Agricultura y Riego

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Ing. Amarildo Fernández Estela
Jefe

Gerente General

Ing. José Luis Aguilar Huertas
Gerente

Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos

Abog. Eladio M. R. Núñez Peña
Director

Proyecto de Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Diez Cuencas

Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister
Director Ejecutivo

Equipo Técnico:

Ing.	Flor de María Huamani Alfaro	Especialista de la DCERH
Quim.	Daniel Paulino Medrano Mallqui	Especialista de la DCERH
Blga.	Lizeth Anani Cárdenas Villena	Especialista de la DCERH
Ing.	Lourdes Escobar Quispe	Especialista del PGIRH
Ing.	Fredd Carlos Holguin Valdivia	Especialista del PGIRH
Blga.	Jenny Catherine Rodríguez Horna	Especialista de la DCERH
Ing.	Ana Cecilia Torres Turriate	Especialista de la DCERH



Calle Diecisiete N° 355 – Urbanización El Palomar – San Isidro
Teléfono: 2243298 Anexo: 140

www.ana.gob.pe

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVO	3
III. ALCANCE	3
IV. BASE LEGAL	4
V. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL	4
5.1 Antecedentes	4
5.2 Definición.....	4
5.3 Condiciones generales.....	5
VI. METODOLOGÍA	6
6.1 Determinación de la zona de estudio	6
6.2 Recopilación de información	6
6.3 Cálculo del ICARHS.....	7
VII. BIBLIOGRAFÍA	11



METODOLOGIA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES ICARHS

I. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es uno de los principales desafíos que afrontarán las sociedades en la actualidad. La degradación de la calidad del agua deriva directamente en problemas ambientales, sociales y económicos. La disponibilidad del recurso hídrico en el mundo está cada vez más limitada, debido al aumento de la contaminación del agua, provocado por el vertido de grandes cantidades de aguas residuales insuficientemente tratadas o sin ningún tipo de tratamiento previo a los ríos, lagos, acuíferos y aguas costeras. (UNESCO, 2015)¹.

Los cambios en las características físicas y químicas de la calidad del agua, se encuentran influenciados por la interacción combinada de diversos procesos naturales (condiciones geológicas, erosión, entre otros) y de actividades antropogénicas.

La gestión de la calidad del agua en el mundo ha ido evolucionando a través de los años, varios países han desarrollado estudios e indicadores para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos, es así que han implementado índices de calidad del agua como una metodología que califica la calidad del recurso. Los primeros países que desarrollaron e implementaron este método fueron Alemania, Estados Unidos, Canadá y España, y los recientes como México, Brasil, Colombia, entre otros. Estos índices tuvieron diferentes orientaciones y objetivos por cada país, referido a la evaluación de la calidad del agua de consumo poblacional, protección biológica o ecológica, entre otros. Los índices de calidad ambiental son herramientas que proponen y buscan otras alternativas para evaluar la calidad de los recursos hídricos.

En ese mismo contexto, en el año 2015 los países miembros de las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030: un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar la vida de las personas en todo el mundo, a través del logro de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Al respecto, el ODS 6 está orientado a garantizar la disponibilidad del agua de buena calidad, y que esta a su vez sea gestionada de manera sostenible. En el Perú, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es el Punto Focal para promover el cumplimiento del ODS6, a través de la implementación de metodologías y medición de indicadores, mediante los cuales se muestran los avances para la consecución del referido objetivo.

En el marco de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338), se crea el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y se designa a la ANA como ente rector y máxima autoridad técnico normativa en materia de recursos hídricos del país, cuya finalidad es asegurar la gestión integrada, participativa y multisectorial del agua, además de desarrollar acciones de vigilancia, control y fiscalización, para asegurar la preservación y conservación de las fuentes naturales de aguas y de los bienes naturales asociados a estas².

El Artículo 6 del Reglamento de la citada Ley establece que la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH); promueve, en el ámbito de la unidad hidrográfica, el manejo y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua con los recursos



¹ *Iniciativa Internacional sobre la Calidad del Agua.*

² *Artículo 15 de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.*

naturales vinculados a esta, orientado a lograr el desarrollo sostenible del país sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.

La ANA desde el año 2009 viene realizando monitoreos de la calidad de los recursos hídricos superficiales, a fin de evaluar el estado de su calidad de las fuentes naturales de agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA para Agua) según la categoría asignada por la Autoridad.

Por su parte, la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos (DCERH), organiza y conduce, a nivel nacional, las acciones en materia de evaluación, conservación de la cantidad, así como protección y recuperación de la calidad de los recursos hídricos³.

Por lo expuesto, es necesario contar con una herramienta que permita resumir datos complejos de calidad de agua y facilite su comprensión, interpretación y comunicación acorde a la realidad nacional del país; para lo cual se ha elaborado la “Metodología para la Determinación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales ICA RHS”, aplicado en los cuerpos de agua continentales superficiales.

II. OBJETIVO

Establecer la metodología para la determinación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), que contribuya en la evaluación del estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua calificándolo de forma simplificada y comprensible.

III. ALCANCE

El alcance es de aplicación obligatoria para la Autoridad Nacional del Agua como parte de la elaboración de los Diagnósticos de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales presentados por la unidad hidrográfica de interés. Y de manera referencial en el ámbito nacional por otras entidades y público en general vinculados con los recursos hídricos.



³ Artículo 37° del Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.

IV. BASE LEGAL

- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y modificatorias.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos y modificatorias.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias.
- Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Resolución Jefatural N° 042-2016-ANA, que aprueban la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos.
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, aprueba la Clasificación de cuerpos de agua continentales superficiales.

V. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

5.1 ANTECEDENTES

Los índices de calidad ambiental, constituyen un instrumento fundamental en la gestión de la calidad de los recursos hídricos debido a que permite transmitir información de manera sencilla sobre la calidad del recurso hídrico a las autoridades competentes y al público en general; e identifica y compara las condiciones de calidad del agua y sus posibles tendencias en el espacio y el tiempo siendo la valoración de la calidad del agua en una escala de 0 -100, donde 0 (cero) es mala calidad y 100 es excelente.

Estos índices han tenido un uso generalizado desde su creación y son empleados en diferentes investigaciones para clasificar la aptitud de las aguas para disímiles usos, con características propias y generalmente alcanzan resultados óptimos en zonas aplicadas (Amado et al., 2006; Sadiq y Tesfamariam, 2007; Sánchez et al., 2007; Królak et al., 2009; Lermontov et al., 2009; Beamonte et al., 2010; Gazzaz et al., 2012; Srebotnjak et al., 2012; Ma et al., 2013); los cuales son empleados en países como México, Canadá, Estados Unidos, Colombia, Brasil, Chile, entre otros.

Uno de los índices más empleados es el propuesto por el Canadian Council of Ministers of the Environment, conocido como CCME_WQI (por sus siglas en inglés), el cual propone una evaluación más amplia de la calidad del agua en un periodo de tiempo determinado teniendo en cuenta el número de parámetros que superan un estándar de referencia, el número de datos que no cumplen con el mencionado estándar y la magnitud de superación (CCME, 2001).

5.2 DEFINICIÓN

Los factores de calidad y cantidad del agua en el Perú son variables, debido a las diferentes características presentes en su territorio. Por lo cual este índice comprende una adaptación a la fórmula utilizada en la metodología Canadiense (CCME_WQI) conforme a las necesidades, condiciones específicas y legislación en materia de recursos hídricos.

En tal sentido, el ICARHS se define como una herramienta matemática que integra una cantidad de parámetros, cuyo análisis permite transformar estos datos en un valor que califica el estado de la calidad de los recursos hídricos en un (1) punto de muestreo.



La presente metodología no incluye a los cuerpos de agua lénticos.

5.3 CONDICIONES GENERALES

5.3.1 Estándar de Calidad Ambiental para Agua

El ECA para Agua aprobado por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, cuenta con cuatro (4) categorías y diecisiete (17) subcategorías. De las cuales para recursos hídricos superficiales lóticos aplican tres (3) categorías y cuatro (4) subcategorías.

Categoría 1: Poblacional y recreacional

- a) **Subcategoría A:** Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
 - A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
 - A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

- a) **Subcategoría D1:** Riego de vegetales.
- Agua para riego no restringido.
 - Agua para riego restringido.
- b) **Subcategoría D2:** Bebida de animales.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

- a) **Subcategoría E2:** Ríos
- Ríos de la costa y sierra.
 - Ríos de la selva.

5.3.2 Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales

La Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales establece las categorías: categoría 1 A2, categoría 3 y categoría 4 para cuerpos lóticos. En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua a través del procedimiento de clasificación, se aplica la categoría del recurso hídrico al que se tributa, previo análisis de esta Autoridad, conforme al artículo 4, de la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA.



VI. METODOLOGÍA

El procedimiento del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), cuenta con 3 etapas que se describen a continuación (ver **Figura 1**).

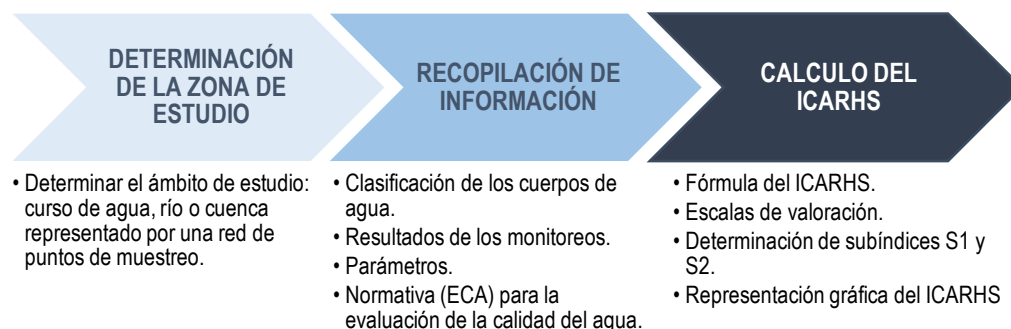


Figura 1 Etapas del ICARHS

6.1 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El cálculo del ICARHS, se podrá desarrollar en los cursos de agua superficiales lóticos utilizando información del punto de muestreo, el cual debe tener información histórica de los monitoreos anteriores (como mínimo 4 monitoreos para 1 punto de muestreo). Su determinación forma parte de la elaboración de los Diagnósticos de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales presentados para la unidad hidrográfica de interés.

6.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Como base para la determinación del ICARHS, es necesario contar con diferentes condiciones, las cuales se explican a continuación:

6.2.1 Resultados de los monitoreos de calidad de agua

Los resultados provienen de la evaluación del estado de la calidad del agua de la cuenca (o parte de un curso de agua) comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA para Agua) vigente.

Para el desarrollo de la presente metodología, es necesario contar con uno (1) o varios puntos de muestreo ubicados a lo largo del cuerpo natural de agua, conforme al Protocolo Nacional de Monitoreo vigente.

Se debe ordenar toda la información histórica recopilada de los monitoreos de calidad de agua desarrollados en el punto de muestreo. Cabe resaltar, que se requiere como mínimo 4 monitoreos para 1 punto de muestreo (se recomienda que 2 muestreos sean en época de avenida y 2 en época de estiaje).

6.2.2 Parámetros

La presente metodología contempla veinte (20) parámetros, los cuales se encuentran agrupados por su naturaleza (Materia orgánica y físico-químico Metal), según las categorías asignadas a los cuerpos naturales de agua, en función de la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales⁴. En el **Cuadro 1**, se presentan los



⁴ Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, Aprueban la clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales.

parámetros necesarios para determinar el ICARHS en función de la información histórica, necesidades y condiciones específicas. Se efectuará el cálculo con la información existente, sin embargo, a partir de la aprobación de la presente metodología, se deben de considerar como mínimo todos los parámetros señalados en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1: Parámetros a evaluar en el ICARHS

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

Nota: 1/ Poblacional y recreacional: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. 2/ Riego de vegetales y bebida de animales. 3/ Conservación del ambiente acuático (Ríos de la Costa, Sierra y Selva), 4/ Aplica para la vertiente del Amazonas con categoría E2 ríos de la selva. 5/ Aplica para la vertiente del Pacífico (zona sur).

Elaboración: Autoridad Nacional del Agua, DCERH.

6.3 CÁLCULO DEL ICARHS

6.3.1 Fórmula base del ICARHS

Se aplica la fórmula elaborada por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME WQI)⁵.



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

Ecuación (1)

⁵ Desarrollada por el Consejo de Ministros del Ambiente de Canadá y modificada por los Ministerios del Ambiente de Alberta y Columbia Británica (provincias de Canadá).

F1- Alcance:

Representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA para Agua) vigente⁶, respecto al total de parámetros a evaluar.

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

F2- Frecuencia: representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA para Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

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

Datos = Resultados de los monitoreos

F3- Amplitud: Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

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

Suma Normalizada de Excedentes (SNE)

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

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

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA- Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

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

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA para Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, como ejemplo: el



⁶ Según D.S. N° 004-2017-MINAM

Oxígeno Disuelto (> 4), pH (>6.5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

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

Una vez obtenido el valor de los factores (F_1 , F_2 , y F_3) se procede a realizar el **Cálculo de cada subíndice**:

6.3.2 Escalas de valoración

El resultado del ICARHS se presenta como un número adimensional comprendido entre 0 y 100, el cual permite establecer escalas en cinco rangos, este valor califica el estado de la calidad del agua, como **Pésimo, Malo, Regular, Bueno y Excelente**, (Ver **Cuadro 2**).

Cuadro 2: Valoración del ICARHS

Valor ICARHS	Calificación ICARHS	Color (RGB)	Interpretación
95 – 100	Excelente	0 112 255	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.
80 – 94	Bueno	0 197 255	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65 - 79	Regular	85 255 0	La calidad de agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45 - 64	Malo	255 170 0	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
0 - 44	Pésimo	255 0 0	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento

Nota: Para la visualización gráfica usar los colores RGB "Modelo Cromático establecido para rojo (Red), verde (Green) y azul (Blue)". **Fuente:** Metodología Canadiense (CCME_WQI).

6.3.3 Determinación de subíndices

El cálculo del ICARHS, depende de dos (2) subíndices, que serán asignados como S1 y S2, los que se calcularán en función de parámetros determinados que guardan relación entre sí, y la calificación final será determinada por el resultado de menor valor y calificación crítica, ver **Figura 2**.

$$ICARHS = \text{mín.} (S_1, S_2)$$

Ecuación (2)

mín.: mínimo

S1: Subíndice 1

S2: Subíndice 2





Figura 2 Determinación de subíndices del ICARHS

6.3.4 Representación gráfica

Para la representación gráfica de los resultados del ICARHS se requiere considerar tres condiciones principales, los cuales son: la ubicación espacial, calificación de los subíndices 1 y 2, y el resultado del ICARHS.

En ese sentido, en la **Figura 3** se propone la representación gráfica (símbolo / ícono) por punto de muestreo, que integra los resultados de cada subíndice, y cuyo resultado final del ICARHS será visualizado en un mapa temático utilizando la escala de colores establecida en el **Cuadro 2**.

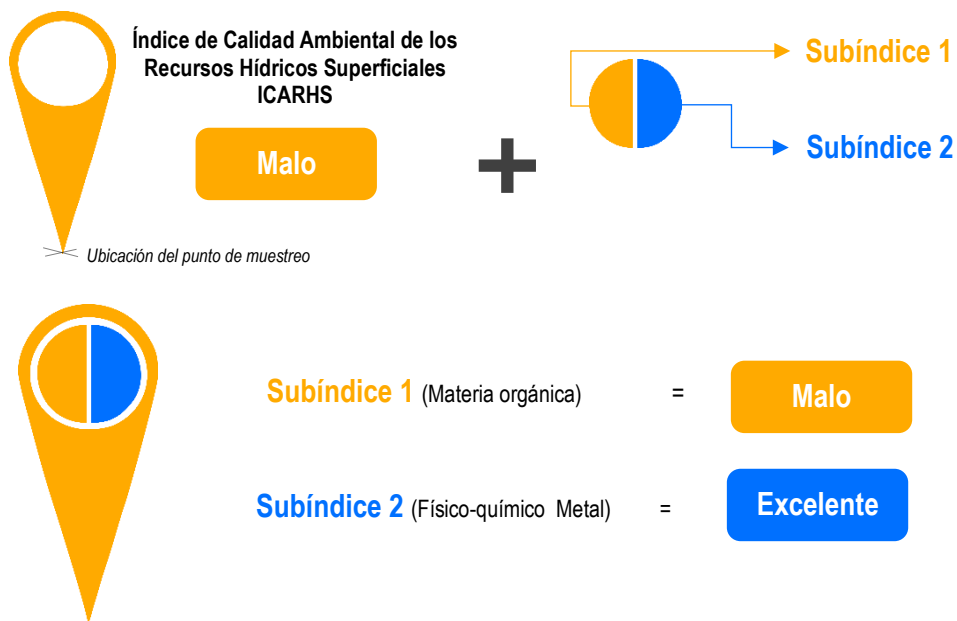
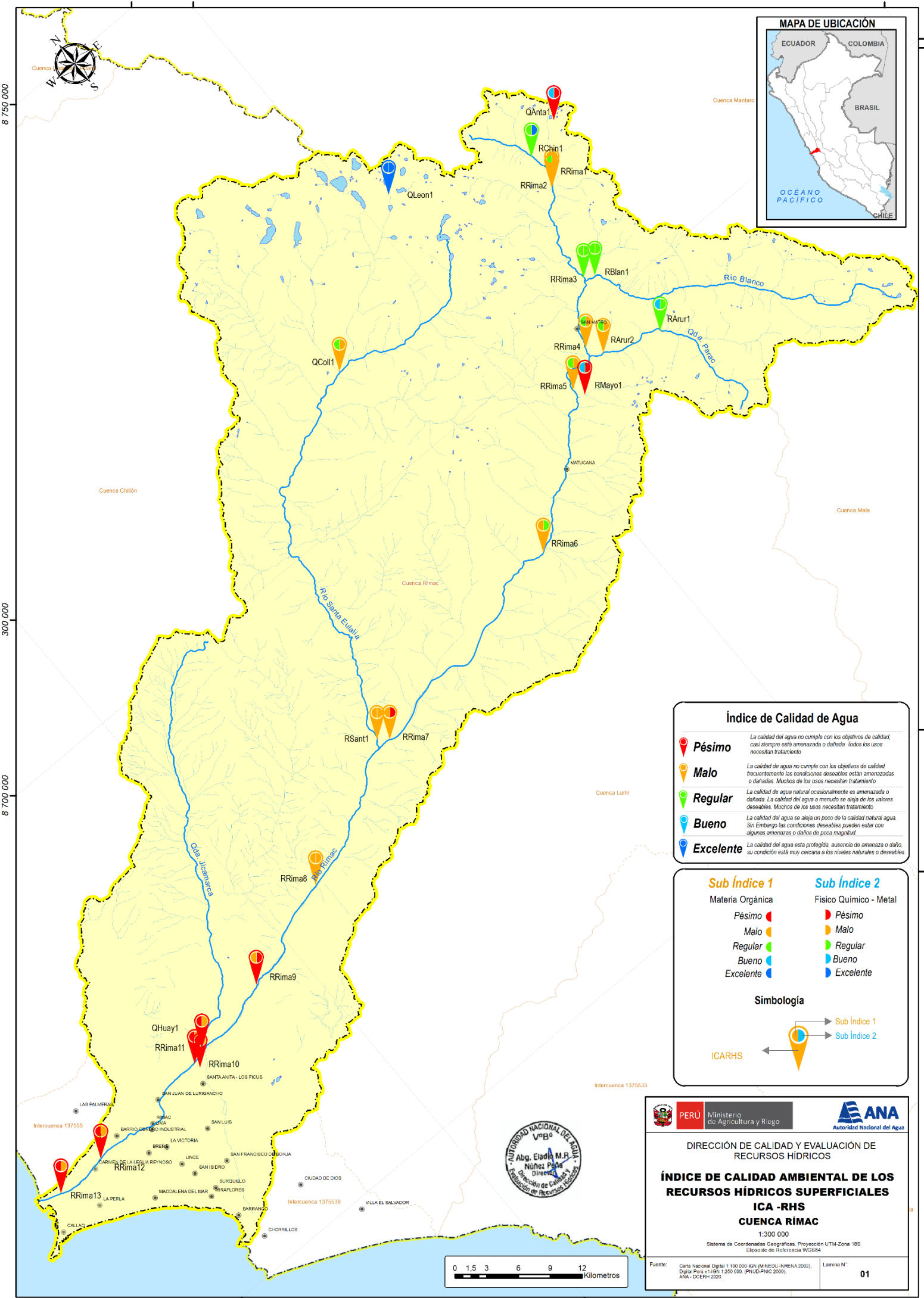


Figura 3 Ejemplo de ícono propuesto para la representación del ICARHS

A continuación, se muestra la representación gráfica de los resultados obtenidos de la aplicación de la Metodología ICARHS, en las unidades hidrográficas Rímac y Santa.





Índice de Calidad de Agua

- Pésimo**
La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento.
- Malo**
La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
- Regular**
La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
- Bueno**
La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
- Excelente**
La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.

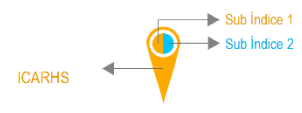
Sub Índice 1

- Materia Orgánica
- Pésimo
 - Malo
 - Regular
 - Bueno
 - Excelente

Sub Índice 2

- Fisico Químico - Metal
- Pésimo
 - Malo
 - Regular
 - Bueno
 - Excelente

Simbología



DIRECCIÓN DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

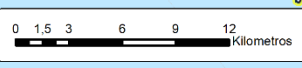
ICA -RHS

CUENCA RÍMAC

1:300 000

Sistema de Coordenadas Geográficas, Proyección UTM-Zona 18S

Elipsoide de Referencia WGS84





Índice de Calidad de Agua

	Pésimo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento.
	Malo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
	Regular	La calidad de agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
	Excelente	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.

Sub Índice 1	Sub Índice 2
Materia Orgánica	Físico Químico - Metal
Pésimo	Pésimo
Malo	Malo
Regular	Regular
Bueno	Bueno
Excelente	Excelente

Simbología

ICARHS

PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

ANA Autoridad Nacional del Agua

DIRECCIÓN DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES ICA - RHS CUENCA SANTA

1:650 000

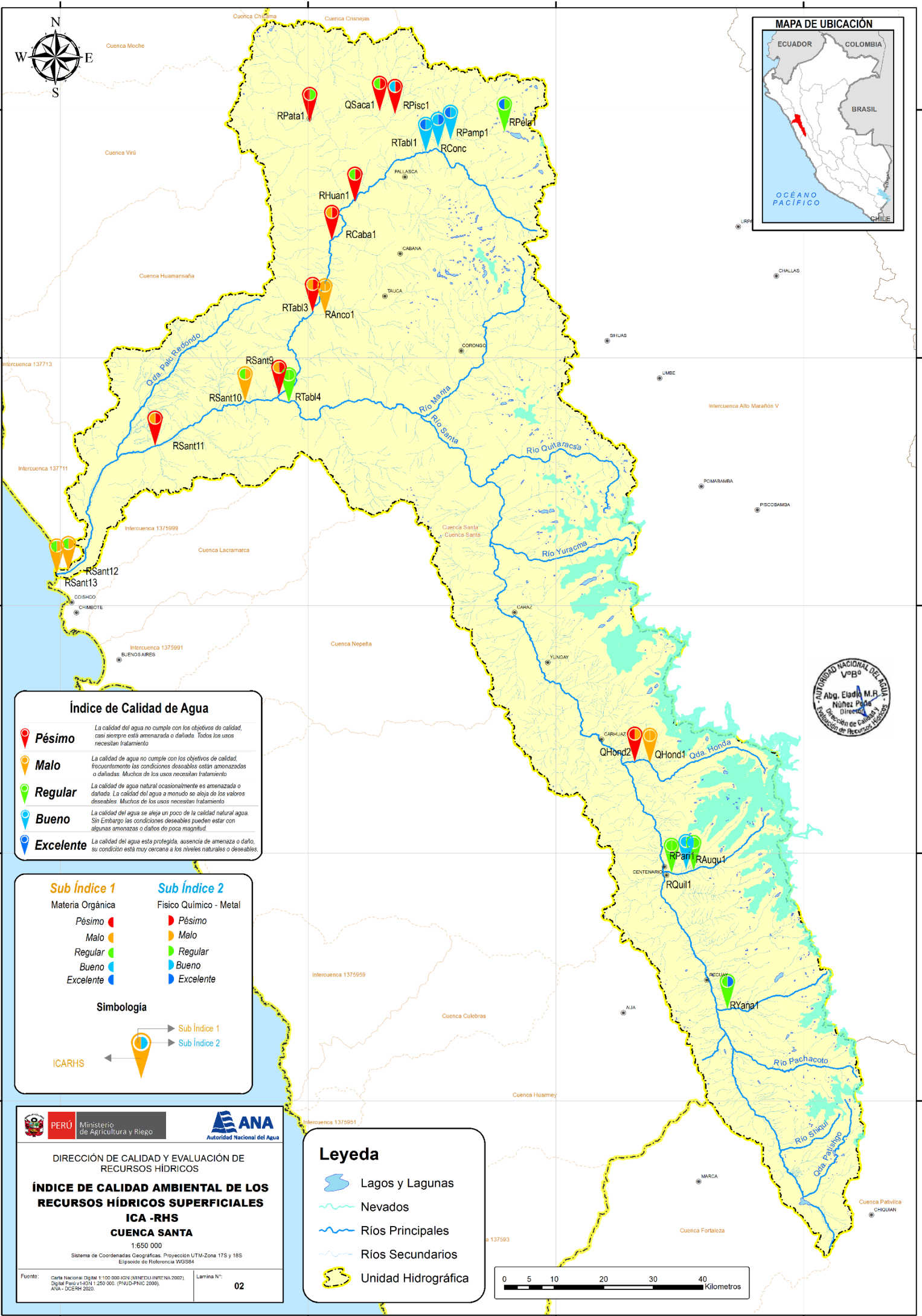
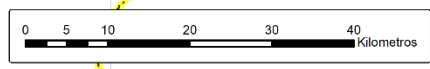
Sistema de Coordenadas Geográficas, Proyección UTM-Zona 17S y 18S
Elipsoide de Referencia WGS84

Fuente: Carta Nacional Digital 1:100 000 IGN (INMIREU/INRENA 2002); Digital Peru v1.0N 1:250 000 (PNUD-FNOC 2000); ANA - DGERH 2020.

Lamina N°: **02**

Leyenda

- Lagos y Lagunas
- Nevados
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios
- Unidad Hidrográfica



VII. BIBLIOGRAFÍA

- Amado et al., 2006; Sadiq y Tesfamariam, 2007; Sánchez et al., 2007; Królak et al., 2009; Lermontov et al., 2009; Beamonte et al., 2010; Gazzaz et al., 2012; Srebotnjak et al., 2012; Ma et al., 2013. (s.f.). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN -1010-2760, RNPS-0111, Vol. 23, No. 3. Obtenido de scielo: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n3/rcta02314.pdf>
- ANA. (13 de Febrero de 2018). *Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales*. Obtenido de repositorio.ana.gob.pe: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2439>
- ANA. (21 de Febrero de 2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. Obtenido de Repositorio de la Autoridad Nacional del Agua: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>
- ANA. (25 de Abril de 2018). *R.J. 136-2018-ANA Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionados con los recursos hídricos*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua, Normatividad: <https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf>
- CCME. (30 de Enero de 2001). *CANADA, CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT WINNIPEG*. Obtenido de Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0: <http://www.ccme.ca/sourcetotap/>
- Glossary of Environment Statistics. (1997). *Department for Economic and Social information and Policy Analysis*. Obtenido de New York, United Nations: https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_67E.pdf
- Guilda GUZMÁN-COLIS, F. T.-L.-N.-B.-G. (2011). *Evaluación Espacio-Temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el estado de aguascalientes, México*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/230688523_Evaluacion_espacio-temporal_de_la_calidad_del_agua_del_rio_San_Pedro_en_el_Estado_de_Aguascalientes_Mexico
- MINAM. (07 de Junio de 2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Samboni N. E., C. Y. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. *Ingeniería e Investigación* 27, 172-181. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n3/v27n3a19.pdf>
- UNESCO. (2009). *water en a changing world*. Obtenido de The United Nations world water development Report 3: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181993.page=29>

Equipo Técnico - ICARHS:

Ing. Flor de María Huamani Alfaro	Especialista de la DCERH
Quim. Daniel Medrano Mallqui	Especialista de la DCERH
Blga. Lizeth Anani Cárdenas Villena	Especialista de la DCERH
Ing. Lourdes Escobar Quispe	Especialista del PGIRH
Ing. Fredd Carlos Holguin Valdivia	Especialista del PGIRH
Blga. Jenny Rodríguez Horna	Especialista de la DCERH
Ing. Ana Cecilia Torres Turriate	Especialista de la DCERH

