



**Instituto Nacional de Sismología,
Vulcanología, Meteorología e
Hidrología de Guatemala**

ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN TRÓFICO (ICOTRO)

PRIMER SEMESTRE

2024



DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS HÍDRICOS

SECCIÓN DE CALIDAD DE AGUA Y AIRE

Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda

Guatemala, Centroamérica.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

Departamento de Investigación y Servicios Hídricos

Sección de calidad de agua y aire

Director

Ing. Edwin Aroldo Rojas Domingo

Elaborado por:

M.Sc. Carlos Javier Chicojay Morales (Ing. Amb.)

Br. Jacqueline Ana Luisa Cruz Noriega

Lic. Pedro Pablo Molina Jauregui

M.Sc. Juan Fernando Valladares Morales (Ing. Qco)

Ing. Amb. Luis Carlos José Hernández Sosa

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

Dirección: 7^a. Avenida 14-57 zona 13, Colonia Nueva Aurora.

Teléfono: 2310-5000

Sitio web: <http://insivumeh.gob.gt/>

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS HÍDRICOS

SECCIÓN DE CALIDAD DE AGUA Y AIRE

Símbolos

<	Menor que
>	Mayor que
mg/L	Miligramos por litro
%	Porcentaje
°C	Grados Centígrados
ppm	Partes por millón



Glosario

Calidad del agua	Término que se utiliza para describir las características fisicoquímicas y biológicas del agua (Chavarro y Gélvez, 2016).
Código de estación	Número que identifica la vertiente, la cuenca y el río, de las ubicaciones de las estaciones hidrológicas que pertenecen a la red de monitoreo de INSIVUMEH.
Cuenca hidrográfica	Territorio drenado por un único sistema y que sus aguas dan al mar u océano a través de un río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico (Gutierrez, 2011).
Cuerpo de agua dulce	Es cualquier extensión que se encuentra en la superficie terrestre o en el subsuelo; tanto en estado líquido como sólido (Pantaleón y Tineo, 2017), en este boletín se hace referencia únicamente a ríos lagos y lagunas
Eutrofización	Apporte excesivo de nutrientes inorgánicos, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), en un ecosistema acuático (García y Miranda, 2018).
Muestra	La parte representativa, a analizar, de los cuerpos de agua (Acuerdo Gubernativo 236, 2006).
Parámetro	Es la variable que identifica una característica de cuerpos de agua, asignándole un valor numérico (Acuerdo Gubernativo 236, 2006).
Tratamiento previo	Cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de los cuerpos de agua (Acuerdo Gubernativo 236, 2006).
Vertiente hidrográfica	Conjunto de cuencas fluviales cuyas aguas vierten en el mismo mar u océano (Universidad de Murcia, 2020).

1. Índices De Contaminación (ICO)

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología - INSIVUMEH-, es una institución técnico-científica, que contribuye a la generación de información atmosférica, geofísica e hidrológica. El Departamento de Investigación y Servicios Hídricos se encarga del monitoreo y vigilancia de los principales recursos hídricos del país, específicamente en lo relacionado con niveles de ríos, lagos y monitoreo del océano Pacífico y Atlántico.

El INSIVUMEH, a través del Laboratorio de Hidroquímica lleva a cabo el monitoreo de calidad de los principales ríos, lagos y lagunas del país; el cual se realiza en los cuerpos de agua que conforman la red de puntos de monitoreo, realizando análisis fisicoquímicos para luego evaluar sus índices de contaminación.

Durante el primer semestre del año 2024, se llevó a cabo la toma de muestras y análisis de 7 lagos y lagunas ubicados en los puntos de monitoreo que se muestran en la figura 1.

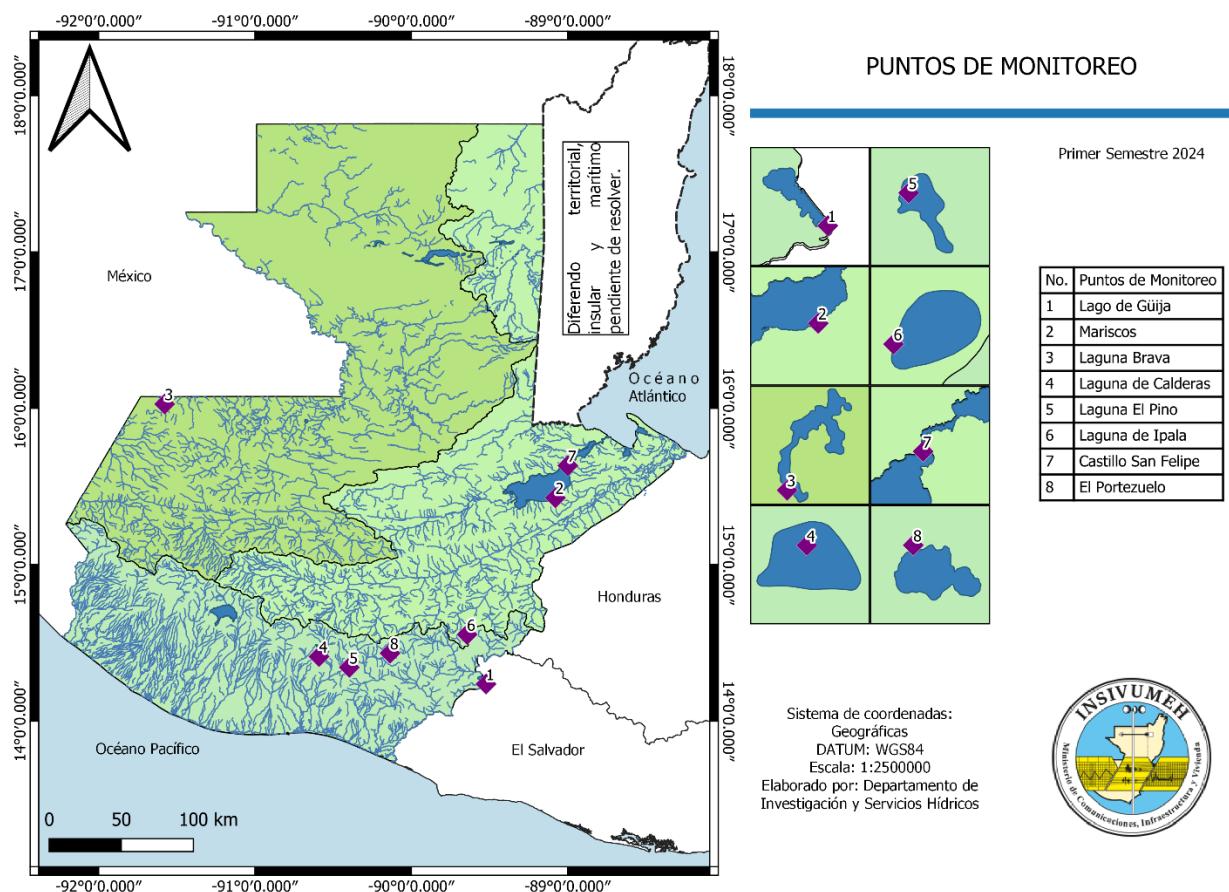


Figura 1. Puntos de monitoreo de lagos y lagunas primer semestre 2024

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

2. Índices De Contaminación (ICO)

En el presente informe, se evaluó un índice de contaminación, el cual se basan en la definición de variables representativas. Dichas variables son divididas en grupos de variables fisicoquímicas que implican un aporte al mismo tipo de contaminación ambiental. Por ello, a través de la implementación de correlaciones entre variables, se define la ecuación para el índice de contaminación (Ramírez, Restrepo y viña, 1997).

La aplicación de esta ecuación se encuentra dirigida a los puntos de monitoreo de la red de INSIVUMEH realizadas durante el primer semestre del 2024.

3. Grados de contaminación del agua

Los grados de contaminación se clasifican en 4 escalas, para la clasificación en “Oligotrófico”, los cuerpos de agua pueden ser puros o con aportes biogénicos; en la clasificación “Mesotrófica” indica que los cuerpos de agua contienen leve incidencia antrópica a diferencia de la clasificación “Eutrófico” en la cual la incidencia es notable. En la clasificación “Hipereutrófico” la incidencia en la contaminación principalmente de fósforo es muy elevada.

Cuadro 1. Grados de contaminación del agua

Clasificación	Color
Oligotrófico	Azul
Mesotrófico	Verde
Eutrófico	Yellow
Hipereutrófico	Rojo

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

4. Índices evaluados

A continuación, se describe la ecuación para el cálculo efectuado para obtener el ICOTRO:

4.1. Índice de contaminación trófico (ICOTRO)

El índice de contaminación trófico es una relación directa con la concentración de fósforo total. Es el único índice que no se determina por un valor particular entre 0 y 1. La concentración de fósforo total define la categoría de contaminación por eutrofización del cuerpo de agua, de la siguiente manera:

Oligotrófico	< 0.01	(g/m ³)
Mesotrófico	0.01 – 0.02	(g/m ³)
Eutrófico	0.02 – 1	(g/m ³)
Hipereutrófico	> 1	(g/m ³)

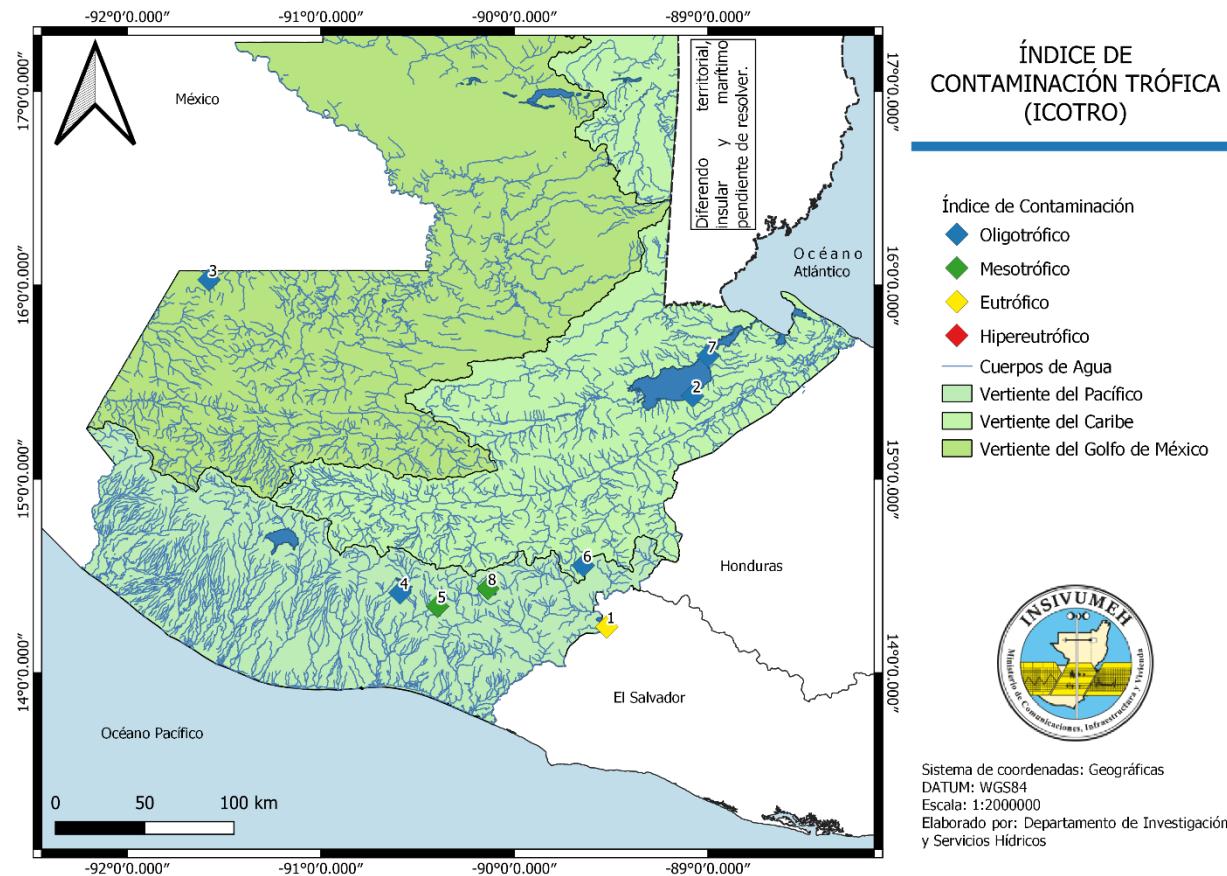
(Ramírez, Restrepo, y Viña, G, 1997)



Figura 2. Toma de muestra de agua superficial, punto de monitoreo Lago de Güija.
Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

5. Resultados

5.1. Índice de contaminación trófico (ICOTRO)



De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el Índice de contaminación trófico (ICOTRO), figura 3, se puede observar que de los 8 puntos monitoreados, 1 punto analizado presenta el grado de contaminación “Eutrófico”, 2 puntos muestran un valor de ICOTRO considerado “Mesotrófico” mientras que los otros 5 puntos se clasifican como “Oligotrófico”, es decir, que los valores obtenidos del parámetro necesario para el cálculo del índice, no representan un riesgo de contaminación que pueda generar eutrofización en los lagos y lagunas en cuestión, lo cual es lo idóneo, debe mantenerse y de ser posible reducirse.

Los grados de contaminación se encuentran descritos en la sección 2. Además, en la figura 4, se muestra la distribución de los puntos monitoreados con respecto a los valores obtenidos del ICOTRO.

Figura 3. Índice de contaminación trófico (ICOTRO)

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS HÍDRICOS

SECCIÓN DE CALIDAD DE AGUA Y AIRE

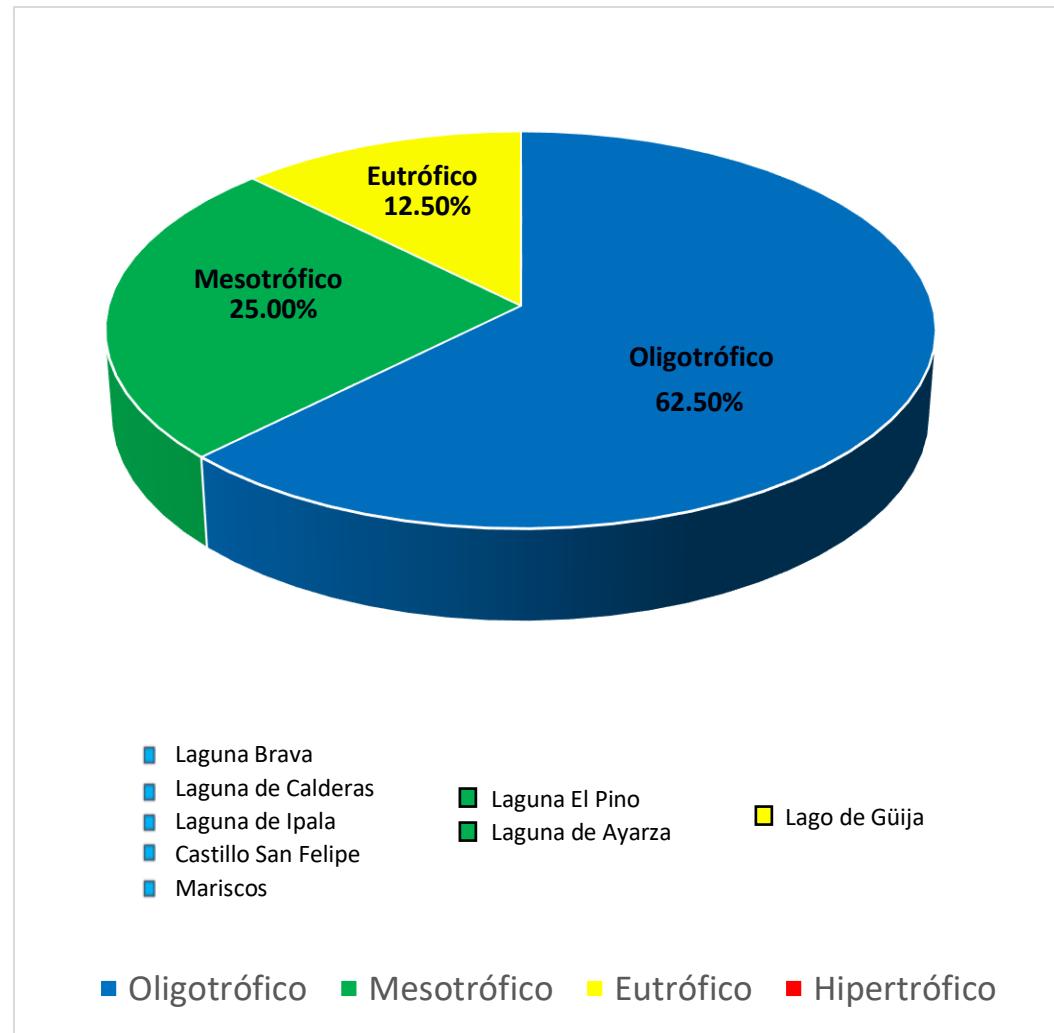


Figura 4. Resultados para el índice de contaminación trófico – ICOTRO primer semestre 2024

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

Es importante mencionar que el 60% de los puntos analizados se encuentran en un estado de oligotrofia, un 25% presentan valores mesotróficos y únicamente un punto se encuentra en un grado de contaminación mayor siendo este un lago eutrófico, lo cual indica que el contenido de fósforo en dicho cuerpo de agua es elevado, pudiendo llegar a afectar significativamente la calidad de dicho cuerpo de agua. El resto de lagos y lagunas monitoreadas no posee contaminación peligrosamente elevada de nutrientes como fósforo y deben mantener dichos niveles bajos para poder conservar la calidad de los lagos y lagunas del país.

Estos resultados no implican que los cuerpos de agua no puedan ser utilizados para otras actividades; más bien, implica la necesidad de aplicar un tratamiento previo para que los parámetros cumplan con los límites establecidos por normas y/o valores guía según la actividad.



Figura 5. Punto de monitoreo Laguna de Calderas, Amatitlán.

Fuente: Sección de calidad del agua y aire.

6. Recomendaciones

Se recomienda a toda la población:

- Procurar, en la medida de lo posible, no tener contacto directo con los lagos o lagunas que presentan características como: mal olor, coloración gris o café, algas y basura flotante.
- Evitar beber agua de los lagos o lagunas (cuerpos de agua) sin un previo tratamiento (hervir, cloración, ozonificación y/o filtración).
- Evitar botar basura en las cercanías y dentro de los lagos y lagunas (cuerpos de agua).

Se recomienda a las instituciones y entes privados:

- Es de suma importancia que, a nivel nacional se considere la calidad del agua para darle el respectivo tratamiento necesario, según la actividad para la cual se le destine.
- Llevar a cabo un tratamiento de aguas residuales previo a su descarga en los cuerpos de agua dulce para el cumplimiento de la etapa 4, establecida en el “Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos” [Acuerdo Gubernativo 236-2006].
- Las medidas que CONRED, Ministerios competentes y/o municipalidades consideren necesarias.

7. Anexos

Cuadro 2. Lugares de toma de muestra para evaluación de calidad de agua superficial

Código	Nombre de la Cuenca	Nombre del río, lago o laguna	Lugar de toma de muestra	Latitud	Longitud
22.05.03HQ	Lago de Güija	Lago de Güija	Lago de Güija	14.23672	-89.52244
18.05.01HQ	Lago de Izabal	Lago de Izabal	Mariscos	15.42775	-89.07891
13.11.02HQ	Río Pojom/Río Nentón	Laguna Brava	Laguna Brava	16.02780	-91.57827
01.14.01HQ	Río María Linda	Laguna de Calderas	Laguna de Calderas	14.41211	-90.59082
06.01.01HQ	Río Los Esclavos	Laguna El Pino	Laguna El Pino	14.34318	-90.39685
22.04.01HQ	Río Grande de Zacapa	Laguna de Ipala	Laguna de Ipala	14.55345	-89.64404
18.02.03HQ	Lago de Izabal	Lago de Izabal	Castillo San Felipe	15.63394	-88.99919
06.10.01HQ	Río Los Esclavos	Laguna de Ayarza	El Portezuelo	14.4338	-90.136368

Fuente: Sección de calidad del agua y aire

Cuadro 3. Parámetros de calidad de agua utilizados para cálculo de ICOS

Código	Lugar de toma de muestra	Fósforo Total (mg/L)
22.05.03HQ	Lago de Güija	0.284
18.05.01HQ	Mariscos	0.000
13.11.02HQ	Laguna Brava	0.000
01.14.01HQ	Laguna de Calderas	0.000
06.01.01HQ	Laguna El Pino	0.012
22.04.01HQ	Laguna de Ipala	0.000
18.02.03HQ	Castillo San Felipe	0.002
06.10.01HQ	Laguna de Ayarza	0.019

Fuente: Sección de calidad del agua y aire

8. Referencias bibliográficas

1. Chavarro, A. y Gélvez, E. (2016). Caracterización de la calidad de las aguas de la quebrada Fucha utilizando los índices de contaminación ICO con respecto a la precipitación y usos del suelo. *Mutis* 6(2), 19-31, doi: <http://dx.doi.org/10.21789/22561498.1148>
2. Congreso de la República de Guatemala. (2006). *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. [Acuerdo Gubernativo 236-2006]. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales [MARN]
3. García, F. y Miranda, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.
4. Gutierrez, G. (2011). Diseño e implementación de sensores para un sistema integral de alerta temprana en cuencas hidrológicas en la prevención de desastres naturales. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez.
5. Pantaleón, N. y Tineo, P. (2017). Ecosistemas de agua dulce. República Dominicana. CNCCMDL y CNDU.
6. Ramírez, A., Restrepo, R. y Viña, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(3), 135-153.
7. Universidad de Murcia. (2020). Glosario 217- Geografía EBAU.