

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

GOBIERNO DE

**EL SALVADOR**  
UNÁMONOS PARA CRECER

# EVALUACION DEL NIVEL DE EUTROFIZACION DEL LAGO DE ILOPANGO AÑO 2015

**MSC. ZULMA E. MENA**  
ESPECIALISTA DE LA CALIDAD DEL AGUA

**DIRECCIÓN GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL**  
SAN SALVADOR, ENERO 2016

## **INDICE**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>2</b>
<b>II.</b>	<b>METODOLOGIA DE TRABAJO</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>EVALUACION DEL NIVEL DE EUTROFIZACION DEL LAGO DE ILOPANGO</b>	<b>5</b>
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>7</b>

## I. INTRODUCCION

El Lago de Ilopango es el lago natural más grande del país y su origen es de tipo volcánico, este se encuentra situado a 16 km de la ciudad San Salvador entre los departamentos de San Salvador, Cuscatlán y La Paz; cuenta con una altitud de 440 msnm, 72 km<sup>2</sup> de espejo de agua y una profundidad que varías entre los 240 a 260 metros.

La cuenca de dicho cuerpo de agua tiene participación de catorce municipios y una población de 600 mil pobladores según datos de la Asociación Amigos del Lago de Ilopango.

Desde el 2001 organizaciones no gubernamentales impulsaron en el Lago de Ilopango un desarrollo piscícola a través del cultivo de alevines de tilapia en jaulas en las orillas del lago, lo cual ha permitido el mejoramiento de muchas familias residentes en la cuenca. Dicha actividad ha seguido creciendo a través de los años.

La presente evaluación se realiza con la finalidad de determinar el contenido de nutrientes y crecimiento de la materia orgánica, para evaluar si el Lago de Ilopango están sufriendo un deterioro a través del proceso que se denomina Eutrofización<sup>1</sup>.



**Foto 1. Jaulas de tilapia en las orillas del Lago de Ilopango**

El trabajo de monitoreo de la calidad de agua del lago se desarrollo en los meses de agosto y diciembre del 2015, en el cual se realizó dos giras de campo para (a) evaluación de parámetros de calidad de agua

---

<sup>1</sup> Enriquecimiento de las aguas con nutrientes.



“in situ” y (b) recolección, preservación y traslado de muestras de aguas superficiales al Laboratorio de Calidad de Agua del MARN para su procesamiento y análisis.

## II. METODOLOGIA DE TRABAJO

### Sitios de muestreo

El Lago de Ilopango cuenta con ocho (8) sitios de recolección de muestras en el espejo de agua los cuales se detallan a continuación

**Tabla No. 1 Sitios de muestreo en el Lago de Ilopango**

No.	SITIO DE MUESTREO	UBICACIÓN	COORDENADAS Norte	COORDENADAS Oeste
1	01SANAG	Frente a Comunidad San Agustín	13°40'57.76"	89° 1'16.80"
2	02CORRAL	Frente a Corrales de Peces	13°41'27.65"	89° 2'42.37"
3	03APULO	Frente a Turicentro Apulo	13°41'40.43"	89° 4'23.14"
4	04CHAGU	Entre desembocadura de Río Chagüite y Joya Grande	13°40'45.31"	89° 4'53.07"
5	05CERROS	En Cerros Quemados	13°40'0.99"	89° 3'1.51"
6	06TEPEZ	Frente a San Juan Tepezontes	13°38'40.80"	89° 2'17.36"
7	07DESAG	Desagüe del Lago al Río Jiboa	13°39'29.61"	89° 1'18.62"
8	08TEXAC	Frente a Santiago Texacuangos	13°39'0.40"	89° 4'13.67"



**Mapa No. 1 Sitios evaluados en el Lago de Ilopango**

## Trabajo de campo

En cada uno de los sitios se evaluó parámetros de calidad de agua “in situ” con un equipo multiparámetro marca EXTECH Instruments, se recolectaron, preservaron y trasladaron muestras al Laboratorio de Calidad de Agua del MARN.

Los parámetros evaluados en campo fueron: Temperatura ambiente, Temperatura de la muestra, pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y Transparencia (Disco Secchi).

Las muestras de aguas fueron recolectadas a un metro de profundidad del espejo de agua con una Botella Kemmerer de policarbonato.

Las muestras fueron preservadas siguiendo las directrices de los Métodos Estándar para Análisis de Aguas y Aguas Residuales, en su 21 edición del año 2005 de la APHA, AWWA, WEF.

## Procesamiento de datos

La eutrofización es el enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes disponibles para las plantas; si bien la eutrofización se produce en forma natural normalmente depende de aportaciones de nutrientes por diversas actividades de origen antropogénico.

El estado trófico de los lagos es un concepto fundamental en la gestión de los mismos, en el se describe la relación entre el estado de nutrientes en un lago y el crecimiento de la materia orgánica en el mismo.

Por otro lado, la eutrofización es el proceso de cambio de un estado trófico a otro de nivel superior por adición de nutrientes. Aunque tanto el nitrógeno como el fosforo contribuyen a la eutrofización, la clasificación del estado trófico normalmente se basa en el nutriente que representa una limitación. En la mayoría de los casos, el factor limitante es el fósforo.

A continuación se detalla las herramientas de evaluación del estado trófico y el estado de la eutrofización del cuerpo de agua.

### **a. Índice de Eutrofización**

La determinación del estado de la eutrofización se realizará a través del Índice de eutrofización el cual se determina de forma global para el cuerpo de agua de la siguiente manera:

$$I_E = \frac{C}{C - \log X} + \log A$$

Donde:

$I_E$ : Índice de eutrofización por nutrientes de cada sitio de muestreo, durante el período de estudio, compuesto por M muestreos.

A: Número de sitios de muestreo durante el período de estudio.

C: Logaritmo de la concentración total del nutriente durante el período de estudio, es decir, la suma de las concentraciones de los nutrientes obtenidas en cada una de los sitios de muestreo durante los muestreos realizados.

La escala de clasificación es la detallada a continuación:

**Tabla No. 2 Clasificación del estado de eutrofización**

CLASIFICACIÓN	VALORACION	VALOR DE INDICE DE EUTROFIZACIÓN
Oligotrófico	Producción vegetal mínima	$I_E < 3$
Mesotrófico	Producción vegetal intermedia	$3 \leq I_E \leq 5$
Eutrófico	Producción vegetal excesiva	$I_E > 5$

**b. Índice del estado trófico (IET)**

Este varía entre 0 y 100 unidades, el cual se determina a través de los valores de transparencia la cual es medida con la profundidad que alcanza el Disco Secchi ( $D_s$ ) y los valores de Clorofila, como se detalla a continuación

**Tabla No. 3 Clasificación del estado de eutrofia en base a los datos de Disco Secchi y Clorofila.**

ESTADO DE EUTROFIA	IET	$D_s$ (Metros)	CLOROFILA ( $\mu\text{g/L}$ )
Oligotrófico $IET < 30$	0	64	0.04
	10	322	0.012
	20	16	0.34
	30	8	0.94
Mesotrófico $30 < IET < 60$	40	4	2.6
	50	2	6.4
	60	1	20
Eutrófico $60 < IET < 90$	70	0.5	56
	80	0.25	154
	90	0.12	427
Hipertrófico $90 < IET < 100$	100	0.06	1183

El cálculo se realizará aplicando la siguiente fórmula<sup>2</sup>:

$$IET = 60 - 14.41 \ln(\bar{X} D_s)$$

**III. EVALUACION DEL NIVEL DE EUTROFIZACION DEL LAGO DE ILOPANGO**

A continuación se presentan las tablas con los datos de calidad de agua del Lago de Ilopango

<sup>2</sup> Carlson (1977;1980)

**Tabla No. 4 Resultados de la calidad del agua**

PARAMETRO	FECHA DE MUESTREO	TEMPERATURA DE MUESTRA	TRANSPARENCIA	OXÍGENO DISUELTO	NITRATOS	NITRITOS	NITRÓGENO AMONIACAL	NITRÓGENO TOTAL KJELDALH	CLOROFILA "A"	FÓSFORO TOTAL	FOSFATOS
UNIDAD		°C	metros	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	mg/L	mg/L
01 SANAG	26/08/2015	33.8	1.5	8.93	9.12	0.02	0.1	9.56	40.7	0.69	0.64
	16/12/2015	31.2	3.5	7.65	4.11	0	0.08	3.78	23.15	0.76	0.75
02CORRAL	25/08/2015	31.3	2.2	8.81	10.17	0.018	0.07	10.32	47.3	0.67	0.57
	16/12/2015	30	4.5	7.91	3.72	0	0.08	2.96	8.69	0.78	0.77
03APULO	25/08/2015	31.6	2.25	8.53	9.12	0.025	0.05	9.63	50.25	0.7	0.66
	16/12/2015	30	5	7.93	3.92	0	0.06	3.92	9.46	0.78	0.78
04CHAGU	25/08/2015	32.7	2	9.28	11.75	0.02	0.18	12.31	85.01	0.67	0.53
	16/12/2015	29.7	4	7.79	3.21	0	0.07	0.26	41.81	0.83	0.71
05CERROS	25/08/2015	30.9	1.75	8.52	11.75	0.018	0.11	12	64.22	0.66	0.49
	16/12/2015	29.6	3.75	8.16	4.17	N.D.	0.09	7	502.41	0.86	0.83
06TEPEZ	26/08/2015	33.8	1.3	8.29	8.6	0.019	0.16	10.48	63.21	0.68	0.56
	16/12/2015	29.6	2.75	7.45	3.6	N.D.	0.06	3.6	2.77	0.7	0.69
07DESAG	26/08/2015	33.2	1.3	8.34	8.6	0.018	0.03	11.77	86.5	0.78	0.66
	16/12/2015	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
08TEXA	26/08/2015	31.8	1.8	5.46	5.97	0.026	0.35	6.12	54.91	0.68	0.54
	16/12/2015	29.7	3.5	7.56	3.79	N.D.	0.15	0.07	8.69	0.7	0.7

ND No detectable, N.R. No realizado

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Dirección General del Observatorio Ambiental/Año 2015

### Índice de Eutrofización del Lago de Ilopango (I<sub>E</sub>)

Al valorar la eutrofización del Lago de Ilopango a través del Índice de eutrofización para fósforo como elemento limitante es de 4 unidades por lo cual el sistema se encuentra clasificado como **Mesotrófico**.

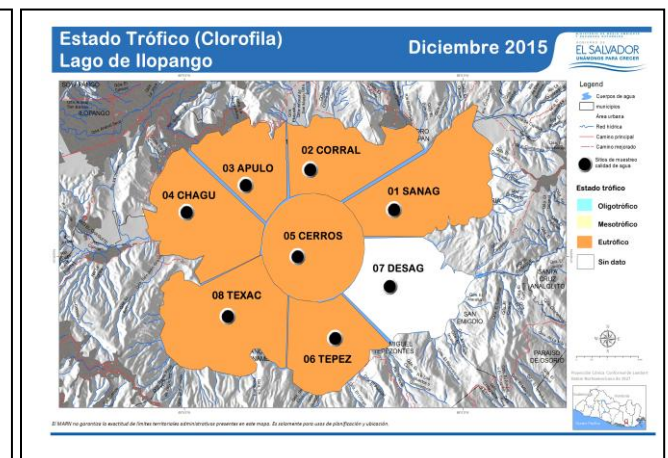
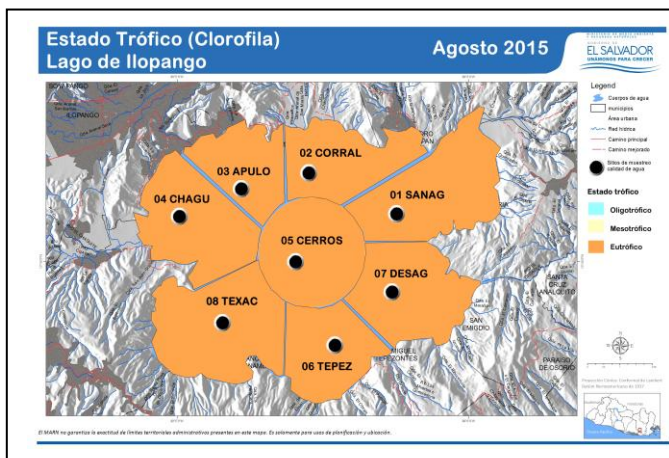
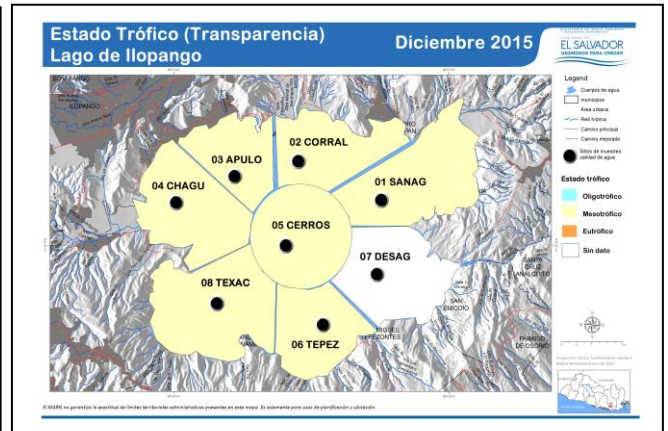
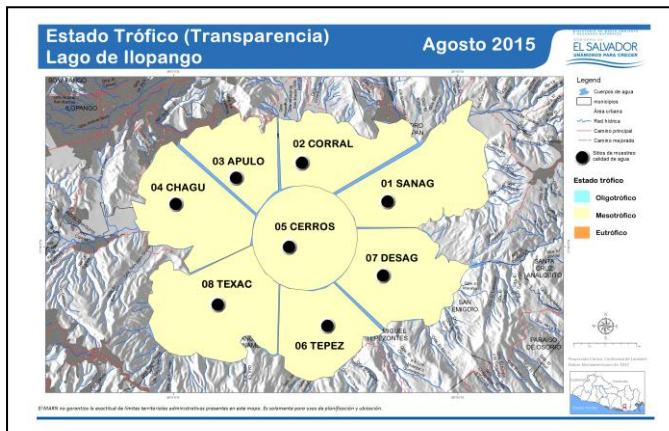
### Índice del estado trófico (IET) del Lago de Ilopango

A continuación se muestra los resultados de la estimación del estado trófico del Lago de Ilopango.

**Tabla No. 5 Resultados de la valoración del estado trófico para Transparencia y Clorofila**

HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN	VALOR IET	CLASIFICACIÓN
Índice del Estado Trófico Ds	36	Mesotrófico
Índice del Estado Trófico Clorofila	79	Eutrófico

A continuación se presentan los mapas con los resultados del Índice de Estado Trófico para Transparencia (Ds) y Clorofila obtenido a partir de los resultados obtenidos en cada muestreo y la clasificación del IET mostrada en la Tabla No. 2.



El estado trófico valorado a través del Índice del Estado Trófico (IET) del Lago de Ilopango presenta características de Mesotrófico para Transparencia (Disco secchi) y Eutrófico para Clorofila. Lo anterior, indica que el estado trófico del Lago de Ilopango está sufriendo una transformación de Mesotrófico a Eutrófico, debido a que presenta características de ambos estados en un mismo momento o muestreo.

#### IV. CONCLUSIONES

- El estado de eutrofización del Lago de Ilopango valorado a través del Índice de Eutrofización ( $I_E$ ) lo clasifica como Mesotrófico.
- El estado trófico del Lago de Ilopango evaluado a través del Índice del Estado Trófico (IET) varía de Mesotrófico a Eutrófico.
- La actividad piscícola en las orillas del Lago de Ilopango está afectando el estado trófico del lago, deteriorándolo de Mesotrófico a Eutrófico.