

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales



Informe de la calidad del agua De Laguna de Metapán

AÑO 2010



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

Servicio Hidrológico Nacional

Marzo 2011

EVALUACION DE CALIDAD DE AGUA DE LA LAGUNA DE METAPÁN PARA EL AÑO 2010

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de conservar los recursos hídricos superficiales, es primordial para el desarrollo del país; por lo cual, es una tarea inaplazable el manejo sostenible de los recursos hídricos, dando prioridad a la búsqueda de soluciones para detener el deterioro ambiental del mismo.

La Laguna de Metapán, se encuentra situada al noreste del Lago de Guija y posee una extensión de 16 Km² en época lluviosa y de 14 Km² en época seca, esta compuesta por dos espejos de agua; el que está situado junto al Bosque la Barra tiene una superficie de 10 Km², el otro es de 6 Km² con una isla en medio.

La Laguna de Metapán pertenece al Complejo Lago de Guija designado sitio RAMSAR el 16 de diciembre del año 2010.

La presente investigación tiene como objetivo estudiar la situación actual de la calidad del agua de la Laguna de Metapán, a través de la aplicación del Índice de Calidad de Agua y la evaluación de su aptitud de uso para actividades recreativas con contacto humano y riego.

OBJETIVOS

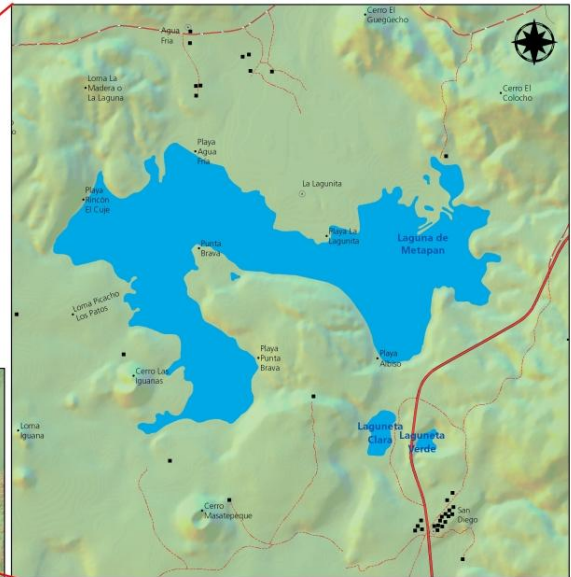
- ✓ Evaluar la calidad del agua de la Laguna de Metapán con la finalidad de determinar su calidad de agua y aptitudes de uso.

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

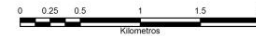
2.1 Metodología de Muestreo

2.1.1. Puntos de muestreo

En la Laguna de Metapán se ubicaron tres sitios de muestreo en el espejo de agua con la finalidad de evaluar el estado de la calidad de las aguas; existe una zona de la laguna que no es posible evaluar debido a que durante los muestreos ha estado cubierta de lirio acuático y no se puede acceder en lancha.



Laguna de Metapán



Fuente:
Cartografía Básica: CNR-IGCN, Cuadrantes: 1:25,000
Relieve: Elaborado por SIA-MARN

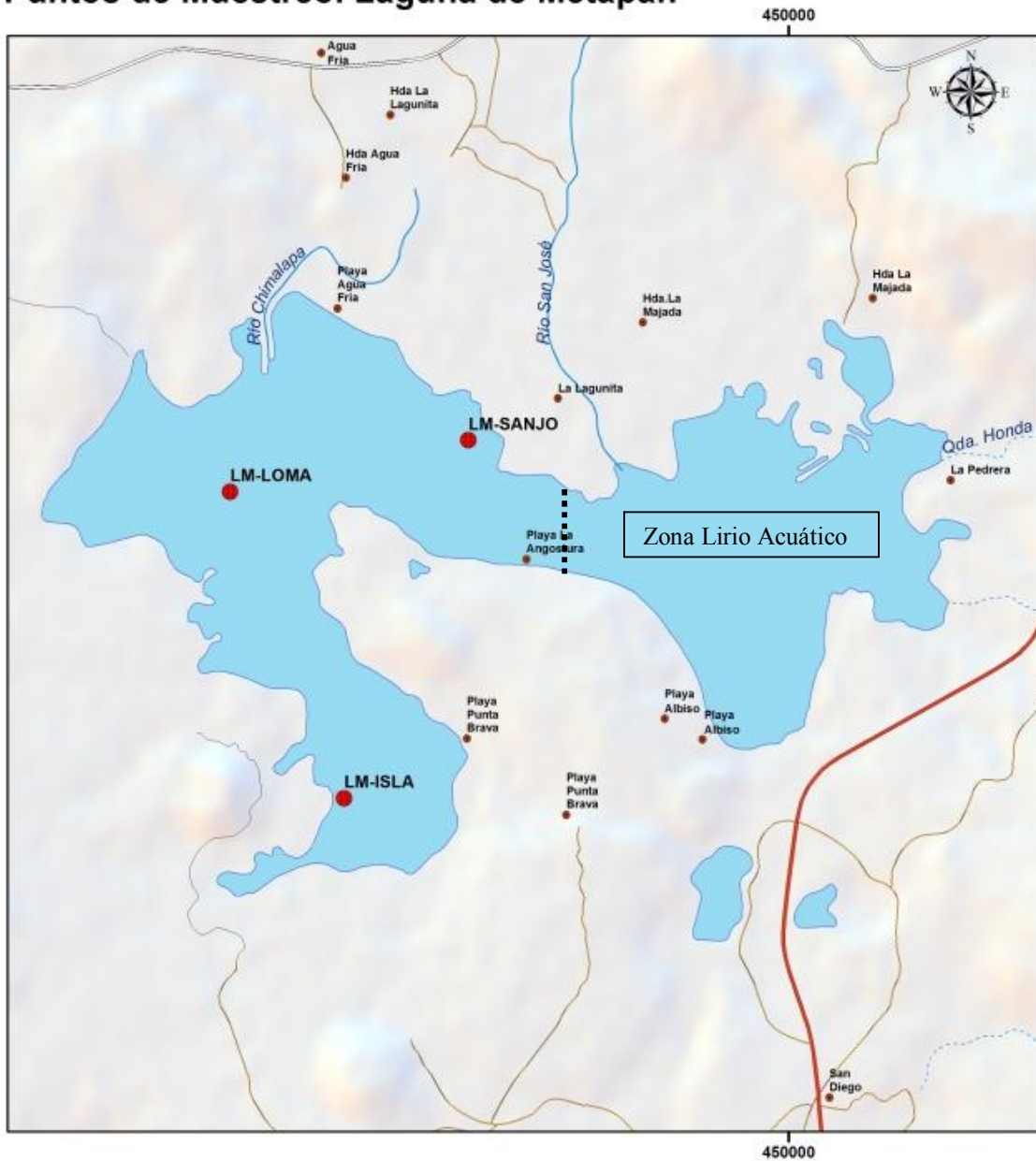
Mapa No. 2 Ubicación de la Laguna de la Laguna de Metapán

A continuación se muestra la ubicación geográfica de los sitios de muestreo en la Laguna de Metapán:

Tabla No. 1 Sitios de muestreo de calidad de agua en la Laguna de Metapán

SITIO DE MUESTREO	UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD
LM_ISLA	Rincón La Isla o La Canoa, Playa Punta Brava. Sitio ubicado sobre la Laguna Metapán.	14.29873333	-89.48031667
LM_LOMA	Loma Picacho Los Patos, Playa Rincón el Jute. Sitio ubicado sobre la Laguna Metapán	14.31001667	-89.48415
LM_SANJO	Playa La Lagunita. Sitio ubicado sobre la Laguna Metapán en las cercanías del Río San José	14.31173333	-89.47803333

Puntos de Muestreo. Laguna de Metapán



Simbología

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| ● Puntos de Muestreo | Red Vial |
| ● Cantones | Descripción |
| Red Hidrica | — Red Vial Principal |
| Red Hídrica | — Red Vial Secundaria |
| — Principales | — Camino Transitable solo en Verano |
| — Secundarios | — Camino de Herradura o Huella |
| — Terciarios | — Calles Urbanas |
| --- Quebradas | ■ Areas Urbanas |
| | □ Frontera |

Escala Gráfica
0 0.125 0.25 0.5 0.75
Kilómetros

Proyección Cónica Conformal
de Lambert. Datum Norteamericano
de 1927

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales



Fuente:
Cuadernos Topográficos del IGN
Escala: 1:25,000
Servicio Hidrológico

Mapa No. 1 Red de puntos de toma de muestra de calidad de agua en la
Laguna de Metapán

2.1.2 Equipos de campo utilizados

A continuación se detallan los equipos y materiales utilizados en las actividades de muestreo de calidad de agua:

1. Sonda Multiparámetros, TROLL 9000 y dispositivo de lectura de datos para medición de parámetros en campo.
2. Disco Secchi para medición de Transparencia.
3. Botella de profundidad, tipo Kemmerer: Muestreador a Profundidad.
4. Termómetro de campo
5. Reactivos de preservación de muestras.
6. Envases adecuados para preservación y transporte de muestras y evaluación posterior en laboratorio.
7. Hieleras
8. Cadena de custodia, viñetas, bitácora, etc.

2.1.3 Análisis de parámetros medidos en campo y recolección de muestras.

En cada uno de los sitios seleccionados se midieron parámetros de calidad de agua “in situ” con una sonda de profundidad Troll 9000 y transparencia con el Disco Secchi; adicionalmente se recolectan condiciones ambientales como viento, temperatura, etc.

Se recolectaron muestras de agua para análisis de sus características físico – químicas a una profundidad promedio entre 0.5 a 1 metro de profundidad respecto de la superficie para evaluar las aptitudes de uso. Todas las muestras fueron preservadas y trasladadas al Laboratorio de Calidad de Agua de la Dirección General del Observatorio Ambiental para su procesamiento el mismo día de la recolección.

2.1.4 Control de Calidad del Muestreo

Para mantener un control de calidad en todo el programa de muestreo, además de cumplir con los procedimientos estándar, se tomaron y presentaron “blancos de muestras” y “blancos de temperatura”.

Los “blancos de muestras” se utilizan para determinar interferencias por el muestreo y los “blancos de temperatura” se utilizan para verificar la temperatura de las muestras a su llegada al Laboratorio.

Los blancos permiten constatar la posibilidad de existencia de contaminación durante el proceso de muestreo y permiten detectar errores sistemáticos o casuales que se produzcan desde el momento en que se toma la muestra hasta el análisis

2.2. Metodología de Análisis para Evaluación de aptitudes de uso

Para la valoración de la calidad ambiental del agua se utilizó el Índice de Calidad de Agua General (ICA).

2.2.1 Índice de Calidad de Agua (ICA)

Una manera práctica de valorar la calidad del agua en un recurso en un sitio y momento determinado, es haciendo uso de una escala numérica simple relacionada con el grado de contaminación, este valor es denominado “Índice de Calidad de Aguas” (ICA) y engloba las características más importantes asociadas al uso del agua priorizado, resumiendo el valor de los parámetros respectivos y pudiendo ser usado para definir mejor el estado que indica el término “calidad de agua”.

Este índice se utiliza para calificar la calidad de agua de los ríos estudiados y evaluar la aptitud del agua para permitir el desarrollo de vida acuática; para condiciones óptimas adopta un valor máximo determinado de 100, valor que va disminuyendo con el aumento de la contaminación en el agua en estudio, hasta un valor de cero.

Este índice asigna pesos según su importancia para la calidad de las aguas a las concentraciones de Coliformes fecales, porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, pH, demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días, nitratos, fosfatos, incremento de la temperatura en el cauce del agua, turbidez y sólidos totales disueltos.

Tabla No. 2 Parámetros de calidad de agua incluidos en el ICA y sus pesos respectivos.

PARÁMETRO	UNIDADES	WI
1 Oxígeno Disuelto	% saturación	0.17
2 Coliformes fecales	NMP/100 mL	0.15
3 pH	unidades de pH	0.12
4 DBO5	mg/ L	0.10
5 Nitratos	mg/ L	0.10
6 Fosfatos	mg/ L	0.10
7 Cambio de la Temperatura	°C	0.10
8 Turbidez	UNT	0.08
9 Sólidos disueltos Totales	mg/ L	0.08

La evaluación numérica del “ICA” se expresan matemáticamente como:

$$ICA = \left[\sum_{i=1}^9 (Sub\ i) W_i \right] \quad (1)$$

Donde:

- Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- Subi: Subíndice del parámetro i.

Los resultados obtenidos permiten clasificar la calidad del agua en un rango que varia de “Excelente” a “Pésima”, según el valor obtenido:

Tabla No. 3 Valoración de Calidad de Agua según el Índice de Calidad de Agua General (ICA)

RANGO DE VALOR	CALIDAD DE AGUA	USOS
91 a 100	Excelente	Facilita el desarrollo de vida acuática
71 a 90	Buena	Facilita el desarrollo de vida acuática
51 a 70	Regular	Restringe el desarrollo de vida acuática
26 a 50	Mala	Restringe el desarrollo de vida acuática
0 a 25	Pésima	Imposibilita el desarrollo de vida acuática

2.2.2 Agua apta para el contacto humano

Los Límites permisibles de Calidad de Agua para el contacto humano y/o actividades recreativas sugeridos por la Organización Mundial para la Salud¹ (OMS), son los siguientes:

Tabla No. 4 Parámetros de calidad de agua deseables para actividades recreativas establecidas por la OMS

NORMA APLICABLE	PARÁMETRO	RANGO
NORMA OMS PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS	Coliformes fecales	Menor o Igual a 1000 NMP/100ml
	Oxígeno Disuelto	Mayor o Igual a 7 mg/L
	Turbidez	Menor o Igual a 10 UNT

2.2.3 Agua para riego

El Salvador cuenta con la normativa de agua para riego emitida en el Decreto No. 51 del Diario Oficial y adicionalmente, se ha considerado añadir el parámetro de pH para evaluar la aptitud de uso para la presente evaluación:

Tabla No. 5 Normativa de agua para riego establecida en el Decreto No. 51

NORMA APLICABLE	PARÁMETRO	UNIDADES	RANGO
Decreto No. 51 16 de noviembre de 1987	Conductividad	Siemens/cm	250 a 750
	CRS	meq/L	≤ 1.25
	RAS		0-10
	% de sodio	meq/L	30 a 60
	Boro	mg/L	0.5 a 2.0

¹ www.who.int/es/

NORMA APLICABLE	PARÁMETRO	UNIDADES	RANGO
	Cloruros	mg/L	195
	Sulfatos	mg/L	200
	pH *	u de pH	6.5 a 8.4
	Coliformes fecales	NMP/100ml	1000

III. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos a partir de las mediciones de parámetros de campo y análisis de calidad de agua en el laboratorio realizado para los meses de septiembre, octubre y noviembre se muestran en el Anexo No. 1.

IV. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Índice de Calidad General de Agua - ICA

En la Tabla No. 4 se muestra los resultados de calidad de agua según el Índice de Calidad de Agua General (ICA) para los sitios evaluados en el lago, en las campañas de muestreo realizadas en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre del año 2010.

A continuación se muestran los resultados de la calidad de agua general de los sitios evaluados para el Lago de Guija.

Tabla No. 6 Resultados de la evaluación del Índice de Calidad de Agua para los sitios de muestreo de la Laguna de Metapán.

SITIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
LM-ISLA	68	75	65
LM-LOMA	67	83	73
LM-SANJO	65	64	60

En los resultados de la aplicación de Índice de Calidad de Agua se puede observar que en general la calidad del agua presenta una calificación “**Regular**” según el ICA, lo cual indica una restricción para el desarrollo de vida acuática en la laguna.

En la zona de la zona de La Isla y Loma Picacho se observa una mejora de la calidad del agua en el mes de octubre y noviembre, debido a la mejora en los niveles de oxígeno disuelto y disminución de la cantidad de bacterias Coliformes fecales en el agua ocasionada por efecto de la dilución de contaminantes por el agua lluvias de la época; por otro lado, en la zona de la laguna cercana a la desembocadura del Río San José, la calidad de agua se mantiene en “Regular” debido a que a través del río se traslada las aguas de desecho de la Ciudad de Metapán las cuales deterioran la calidad de agua de la Laguna de Metapán favoreciendo el desarrollo del lirio acuático en la zona.

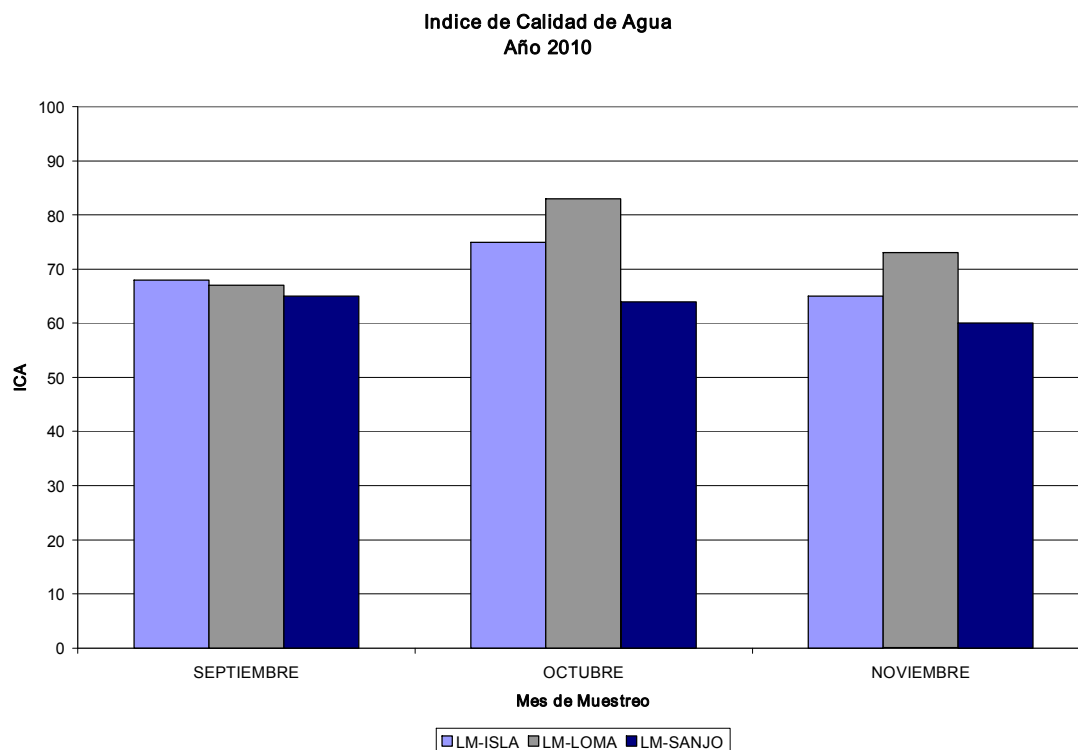


Gráfico 1. Indices de calidad de agua de la Laguna de Metapán, 2010.

En el Gráfico 1, se muestra la evolución temporal por sitio de muestreo del Índice de Calidad de Agua (ICA) para los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2010.

Por otro lado, al evaluar la profundidad de la Laguna de Metapán se puede observar que esta varía en cada uno de los sitios dependiendo de la actividad de la época lluviosa; para el caso las máximas profundidades determinadas son en los meses de septiembre y octubre; adicionalmente se observa que el sitio LM-LOMA es el que alcanza una mayor profundidad en la laguna.

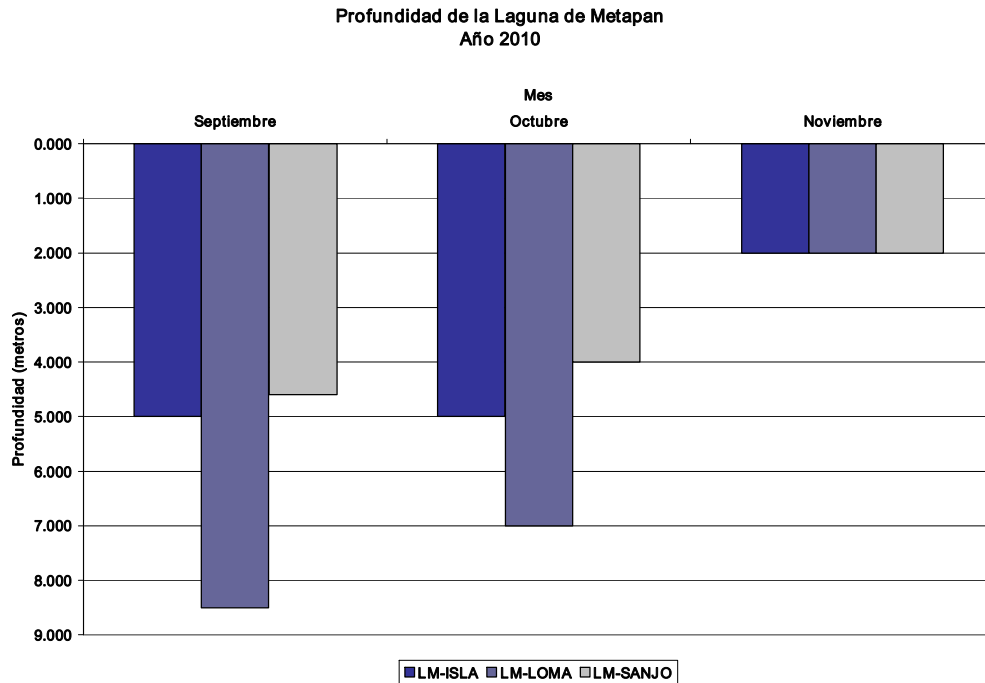


Gráfico 2. Profundidades de los sitios de muestreo para la Laguna de Metapán, Año 2010.

Al revisar las transparencias se puede observar que estas se mantienen y/o varían poco dependiendo del proceso de dilución debido a las lluvias; a continuación se muestran las graficas de profundidad versus transparencia para los sitios de muestreo de calidad de agua en la Laguna de Metapán.

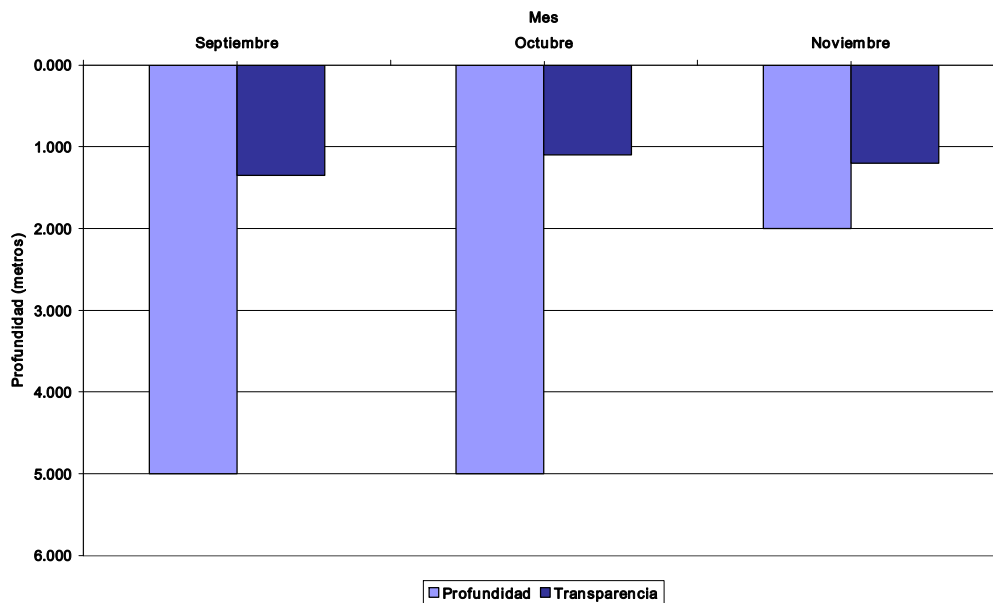


Gráfico 3. Profundidad vrs. Transparencia en la Zona de la Isla de la Laguna de Metapán, 2010.

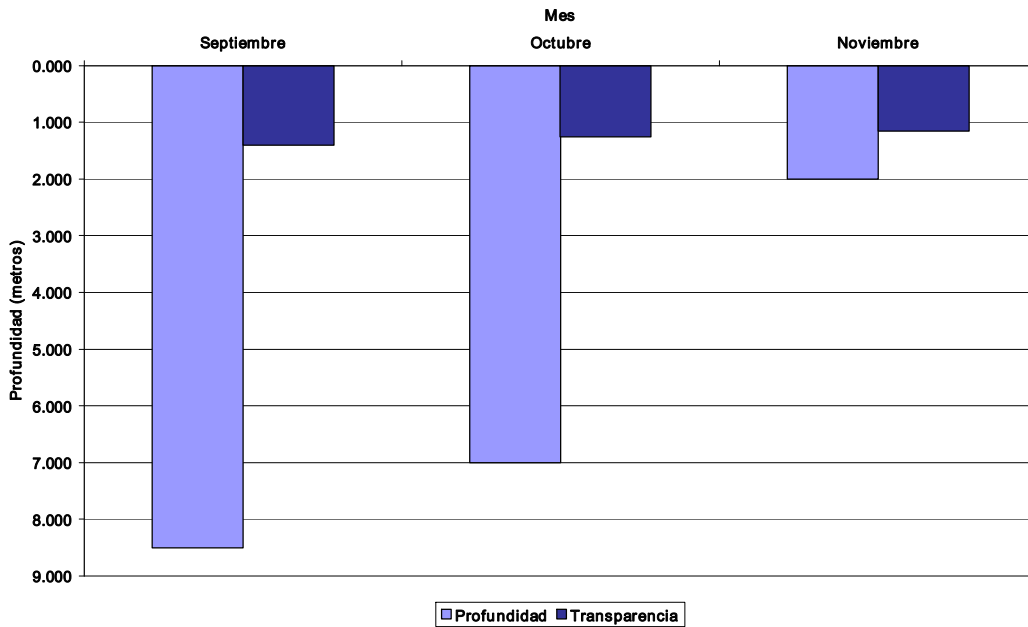


Gráfico 4. Profundidad vs. Transparencia en la Zona de la Loma de la Laguna de Metapán, 2010.

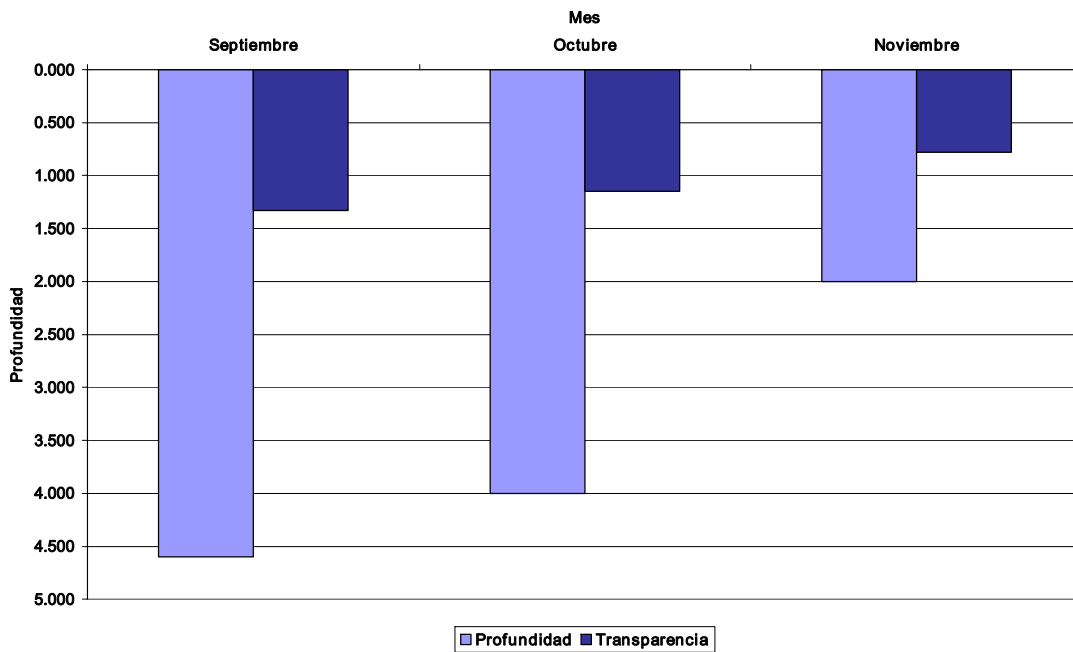


Gráfico 5. Profundidad vs. Transparencia en la Zona del Río San José de la Laguna de Metapán, 2010.

4.2 Aptitud de Uso para Contacto Humano

A continuación se muestran los resultados de la evaluación de la normativa de aptitud de uso de agua para actividades recreativas con contacto humano en los sitios evaluados en la Laguna de Metapán. En los resultados de los parámetros evaluados se puede observar altos niveles de Coliformes fecales de hasta 2,400 NMP/100 ml en el sitio LM-SANJO sitio cercano a la desembocadura del Río San José y niveles fuera de norma para la Turbidez que exceden el valor máximo permisible de 10 NTU.

Por otra parte, para que el agua de la laguna tenga condiciones óptimas para contacto humano es necesario que ésta presente condiciones de oxidación completa con un oxígeno disuelto mínimo de 7 mg/L a temperatura ambiente. En el sitio LM-SANJO se midieron valores inferiores a los 6 mg/L para los meses de septiembre y octubre; así como, para los sitios LM-ISLA y LM-LOMA durante el mes de septiembre; por lo anterior, existe limitaciones de aptitud de uso para actividades recreativas con contacto humano en los sitios y meses indicados debido a los bajos niveles de oxígeno disuelto.

Tabla No 7. Resumen de Aptitud de Uso para Actividades Recreativas con Contacto Humano

SITIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
LM-ISLA	NO	SI	NO
LM-LOMA	NO	SI	NO
LM-SANJO	NO	NO	NO

4.3 Aptitud de Uso para Riego

A continuación se presenta los resultados de la evaluación de aptitud de uso para riego.

Tabla No 8. Resumen de Aptitud de Uso para Riego

SITIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
LM-ISLA	NO	SI	SI
LM-LOMA	NO	SI	SI
LM-SANJO	NO	SI	NO

En general, la calidad de agua fisicoquímica de los cuerpos de agua del país es adecuada para riego, sin embargo, por la alta carga bacteriológica y niveles fuera de norma de pH (acidez), el agua de algunos sitios evaluados en la laguna no es apta para este uso en algunos meses del año.

Es notorio que el sitio LM-SANJO presentaba problemas de presencia de Coliformes fecales debido al ingreso del Río San José que traslada las aguas residuales de la Ciudad de Metapán.

V. CONCLUSIONES

- La Laguna de Metapán presenta en general una calidad de agua que varía de “Regular” a “Buena”, según el Índice de Calidad de Agua (ICA), siendo la zona adyacente al Río San José la que presenta siempre una calidad de agua “Regular” debido a que dicho río traslada las aguas residuales y basura de la Ciudad de Metapán.
- El sitio LM-SANJO presenta para los meses de septiembre a noviembre una calidad de agua “Regular” lo que indica que la calidad de agua limita el desarrollo de vida acuática.
- El sitio LM-ISLA presenta para los meses de septiembre y noviembre una calidad de agua “Regular” lo que indica que la calidad de agua limita el desarrollo de vida acuática; durante el mes de octubre presenta una calidad de agua “Buena” lo que favorece el desarrollo de vida acuática.
- El sitio LM-LOMA presenta para el mes de septiembre una calidad de agua “Regular” que mejora a “Buena” durante los meses de octubre y noviembre lo que favorece el desarrollo de vida acuática. Este sitio de muestreo es el que alcanza mayor profundidad en la Laguna de Metapán durante la época lluviosa.
- Según el análisis realizado, el agua de la laguna presenta limitaciones de aptitud para actividades recreativas con contacto humano, debido principalmente a los niveles fuera de norma de Coliformes fecales, turbidez del agua y niveles de oxígeno disuelto, principalmente en las proximidades a la desembocadura del Río San José.
- La calidad de agua de la Laguna de Metapán presenta limitaciones de uso para riego por la alta carga bacteriológica en las proximidades de la desembocadura del Río San José y acidez leve durante el mes de septiembre en toda la laguna.

ANEXO No. 1

Tabla No. 1 Resultados de Calidad de Agua de los sitios evaluados en la Laguna de Metapán (Año 2010).

Sitio	FECHA	Lago	ICA	Calificacion	RIEGO	CONTACTO HUMANO
LM1-ISLA	14/09/2010	L METAPÁN	68	Regular	NO	NO
LM2-ISLA	12/10/2010	L METAPÁN	75	Buena	SI	SI
LM3-ISLA	17/11/2010	L METAPÁN	65	Regular	SI	NO
LM1-LOMA	14/09/2010	L METAPÁN	67	Regular	NO	NO
LM2-LOMA	12/10/2010	L METAPÁN	83	Buena	SI	SI
LM3-LOMA	17/11/2010	L METAPÁN	73	Buena	SI	NO
LM1-SANJO	14/09/2010	L METAPÁN	65	Regular	NO	NO
LM2-SANJO	12/10/2010	L METAPÁN	64	Regular	SI	NO
LM3-SANJO	17/11/2010	L METAPÁN	60	Regular	NO	NO

Tabla No. 2 Evaluación de Aptitud de Uso para Actividades Recreativas con Contacto Humano

Parámetros	Fecha	Coliformes fecales	Oxigeno Disuelto	Turbidez
Unidad	Fecha	NMP/100 ml	mg/L O2	UNT
Norma	Fecha	1000	7	10
LM1-ISLA	14/09/2010	350	5.9	4.87
LM2-ISLA	12/10/2010	26	8.18	4.61
LM3-ISLA	17/11/2010	170	8.55	19.5
LM1-LOMA	14/09/2010	700	5.7	5.42
LM2-LOMA	12/10/2010	2	7.3	3.44
LM3-LOMA	17/11/2010	79	7.45	15
LM1-SANJO	14/09/2010	1700	5.6	5.395
LM2-SANJO	12/10/2010	920	5.38	3.36
LM3-SANJO	17/11/2010	2400	8.41	16

Tabla No. 3 Evaluación de Aptitud de Uso para Riego

Parámetros	Fecha	Boro	Cloruros	Coliformes fecales	Conductividad	CRS	% Sodio	pH	RAS	Sulfatos
Unidad	Fecha	mg/L	mg/L	NMP/100 ml	uS/cm	meq/L	%	u de pH	adim	mg/L
Norma	Fecha	2	195	1000	750	1.25	60	6.5 a 8.4	0 a 10	196.93
LM1-ISLA	14/09/2010	ND	2.60	350	166.2	-0.539561	14.57	6.39	0.36	4.00
LM2-ISLA	12/10/2010	ND	11.22	26	163.6	-0.1480513	19.93	7.2	0.47	7.16
LM3-ISLA	17/11/2010	ND	12.14	170	249.05	-0.4370062	19.17	7.7	0.52	4.39
LM1-LOMA	14/09/2010	ND	3.81	700	170.75	-0.2819345	15.79	6.36	0.37	4.00
LM2-LOMA	12/10/2010	ND	9.71	2	149.9	0.08920353	22.02	7	0.51	2.08
LM3-LOMA	17/11/2010	ND	13.66	79	248.1	-0.5054239	15.36	7.4	0.40	0.73
LM1-SANJO	14/09/2010	ND	3.61	1700	172.9	-0.4709362	14.85	6.765	0.36	6.00
LM2-SANJO	12/10/2010	ND	3.64	920	166.1	-1.1249669	12.74	7	0.36	12.23
LM3-SANJO	17/11/2010	ND	16.69	2400	268	-1.570201	13.26	7.5	0.41	1.15

ND: No detectable

Tabla No 4. Parámetros de Calidad de Agua evaluados en el calculo del Indice de Calidad del Agua (ICA)

ID SITIO MUESTREO	FECHA MUESTREO	pH (u pH)	OXIGENO DISUELTO (ppm)	TURBIDEZ (FAU)	NITRATOS (ppm)	DBO5 (ppm)	TDS_ppm	COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)	Delta Temp (°C)	FOSFATOS (ppm)
LM1-ISLA	14/09/2010	6.39	5.90	4.87	5.20	4	147.000	350	2.6	0.070
LM2-ISLA	12/10/2010	7.20	8.18	4.61	5.05	4	113.300	26	3.4	0.000
LM3-ISLA	17/11/2010	7.70	8.55	19.50	1.95	5	103.600	170	5.2	0.030
LM1-LOMA	14/09/2010	6.36	5.70	5.42	3.85	3	155.500	700	2.9	0.030
LM2-LOMA	12/10/2010	7.00	7.30	3.44	4.40	2	174.200	2	4.2	0.000
LM3-LOMA	17/11/2010	7.40	7.45	15.00	1.20	4	101.800	79	4.4	0.020
LM1-SANJO	14/09/2010	6.77	5.60	5.40	3.10	4	126.000	1700	3.3	0.040
LM2-SANJO	12/10/2010	7.00	5.38	3.36	5.50	3	115.800	920	3.9	0.270
LM3-SANJO	17/11/2010	7.50	8.41	16.00	1.95	7	129.400	2400	4.0	0.200

ANEXO 2 SIGNIFICADO DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS

1. **BORO:** Parámetro utilizado para la determinación de aptitud del agua para riego. El exceso de boro es perjudicial para algunas plantas poco tolerantes al mismo, pudiendo actuar en sus nervaduras debilitándolas. En los manzanos y perales la deficiencia de boro, se manifiesta en los frutos, con una malformación interna denominada "corazón corchoso"
2. **COLIFORMES FECALES:** Se encuentran en los intestinos de los humanos y otros animales de sangre caliente, son un tipo de bacterias coliformes. La presencia de coliformes fecales en un suministro de agua es un buen indicador de que las aguas negras han contaminado el agua.
3. **CLORUROS:** Es un indicador de contaminación industrial, agrícola y doméstica ya que muchas de las actividades humanas generan residuos con altas concentraciones de ión cloruro, por ejemplo, plantas de soda cáustica, campos de explotación y producción de petróleo, plantas desalinizadoras, industrias de curtiembres, fábricas de baterías, rellenos sanitarios, fosas sépticas y la agricultura y/o la ganadería intensiva, entre otras— una de las principales razones por las cuales se incluye este ión en los estudios de calidad de aguas, es justamente porque dicho ión se comporta como un "trazador o indicador ideal" de afectación antrópica.
4. **DBO5:** La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es una medida del oxígeno que usan los microorganismos para descomponer el agua. Si hay una gran cantidad de desechos orgánicos en el suministro de agua, también habrá muchas bacterias presentes trabajando para descomponer este desecho.
5. **FOSFATOS:** El fósforo generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos. Estos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras. Los fosfatos, al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas. Cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el crecimiento de las plantas..
6. **NITRATOS:** El nitrógeno es un elemento necesario para que todas las plantas y los animales vivientes produzcan proteínas. En los ecosistemas acuáticos, el nitrógeno está presente en muchas formas, puede combinarse con el oxígeno para formar un compuesto llamado nitrato. Los nitratos pueden provenir de fertilizantes, aguas negras y desechos industriales; y causan la eutrofización de lagos o pozas.
7. **OXIGENO DISUELTO:** El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y es esencial para los ríos y lagos saludables. El nivel de oxígeno

disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

8. pH (Potencial Hidrógeno): Es una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática e indica la si el agua es ácida, alcalina o neutra.
9. SODIO: Altos contenidos de iones de sodio en las aguas para riego, afecta la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración. El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire a través de los poros que conforman el suelo.
10. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES: Los sólidos disueltos totales pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor.
11. SULFATOS: El sulfato se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van de unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Para los propósitos de consumo, se acepta una concentración máxima de 250 ppm. Concentraciones mayores a ésta, provocan efectos laxantes y pueden ocasionar irritación gastrointestinal. En aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de los problemas que pueden surgir por olor y corrosión de las alcantarillas
12. TURBIDEZ: La turbidez del agua es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal.
17. RAS: Relación de Absorción de Sodio, se calcula a partir de las concentraciones de sodio, calcio y magnesio y sirve para estimar el porcentaje de sodio intercambiable en el suelo con fines de agricultura.
18. CRS: Carbonato Sódico Residual, se calcula a partir de las concentraciones de carbonatos, bicarbonatos, calcio y magnesio y nos permite estimar la alcalinidad perjudicial para algunos tipos de plantas en la agricultura.