



**SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA**

**GERENCIA DE CALIDAD DEL AGUA**

## **DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA EN EL LAGO DE CHAPALA, JALISCO**



*Vista del lago de Chapala, Jal.*

## **CONTENIDO**

<b>1. Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>2. Fuentes puntuales de contaminación</b>	<b>4</b>
<b>3. Infraestructura de saneamiento</b>	<b>5</b>
<b>4. Diagnóstico de calidad del agua</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Aguas superficiales</b>	<b>8</b>
<b>4.2. Aguas subterráneas</b>	<b>23</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>29</b>
<b>6. Bibliografía</b>	<b>30</b>

## **1. ANTECEDENTES**

En 2018 las comunidades indígenas Mezcala de la Asunción y San Pedro Itzican manifiestan problemas de salud, específicamente relacionados con brotes de enfermedades renales, daños cerebrales, cáncer y malformaciones que afectan especialmente a niños, niñas y jóvenes de la región. Se menciona que tal situación puede estar asociada a que consumen agua directamente del lago o de pozos cercanos, así como de fuentes de agua termal que no reciben tratamiento especial. El problema de salud pública es grave, sin embargo, no existen datos oficiales certeros sobre los factores que conllevan la predisposición o que potencian el desarrollo de las enfermedades.

Para saber si existe una condición en la calidad del agua en el lago de Chapala, que pueda estar asociada a los efectos negativos en la salud pública, de la población que utiliza sus aguas directamente como fuente de abastecimiento de agua potable, como lo hacen saber los habitantes de las comunidades, se realizó el presente diagnóstico de la calidad del agua del lago de Chapala.

El diagnóstico se realiza con información generada y/o administrada por la CONAGUA, como lo es la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RNMCA), el Sistema de Recepción de Análisis de Laboratorio (SIRALAB) y los Inventarios Nacionales de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales e Industriales (INPTARM e INPTARI) y Plantas Potabilizadoras (INPP).

## 2. FUENTES PUNTUALES DE CONTAMINACIÓN

Como parte del diagnóstico de la calidad del agua del lago de Chapala, se hizo la evaluación de la calidad del agua de las fuentes puntuales de contaminación que están afectando al lago. Para ello se consideró la información registrada en el Sistema de Recepción de Análisis de Laboratorio (SIRALAB).

A la fecha, el SIRALAB cuenta con información de calidad del agua, para el periodo 2017-2019, de 20 descargas de aguas residuales ubicadas en los municipios colindantes con el lago de Chapala, pero sólo siete de ellas pueden estar afectando la calidad del agua del lago (ver tabla 1).

**Tabla 1. Descargas de aguas residuales registradas en el SIRALAB.**

DESCARGA	LONGITUD	LATITUD	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD
1	-102.68778	20.30194	Jalisco	Jamay	Jamay
2	-102.66947	20.29383	Jalisco	Jamay	Jamay
3	-103.39222	20.29583	Jalisco	Jocotepec	Chantepec (El Chante)
4	-103.08333	20.15861	Jalisco	Tizapán el Alto	El Agua Caliente
5	-102.55000	20.26389	Michoacán de Ocampo	Briseñas	Briseñas de Matamoros
6	-103.24419	20.29761	Jalisco	Chapala	San Antonio Tlayacapan
7	-103.24417	20.30222	Jalisco	Chapala	Ajjic

La información de calidad del agua de las descargas, que se encuentra en el SIRALAB, corresponde a los parámetros regulados por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (NOM-001). No para todas las descargas se tiene información de todos los parámetros, por lo que hay descargas para las cuales sólo se tiene información sobre un solo parámetro, y otras para las que existe información para todos.

La evaluación de la calidad de las descargas supone que estas vierten sus aguas al lago de Chapala. Ahora bien, el lago está clasificado, en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, como cuerpo receptor tipo "C" (uso Público Urbano), por lo que los resultados registrados por el SIRALAB se evaluaron con respecto a los límites máximos permisibles (LMP), establecidos en la NOM-001, para embalses naturales para dicho uso.

Los resultados muestran que solo las descargas (2) y (7) rebasan los LMP para nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales, y sólidos suspendidos totales (**ver tabla 2**).

En la **descarga (2)**, para el **nitrógeno total** el 5.9% de los resultados rebasan el LMP (15 mg/L), con valores entre 16 mg/L y 49 mg/L; en el caso del **fósforo total** rebasan el LMP (5 mg/L) el 7.6 % de los resultados, con valores entre 7.8 mg/L y 105.2 mg/L; y para coliformes fecales rebasan el LMP (1,000 NMP/100 mL) el 4.1 % de los resultados, con valores entre 1,500 y 24,000 NMP/100 mL.

Para la **descarga (7)**, el **nitrógeno total** solo el 7.5% de los resultados rebasan el LMP (15 mg/L), con valores entre 17.9 mg/L y 19.1 mg/L; mientras que para el **fósforo total** el 12.5% de los resultados rebasan el LMP (5 mg/L), con valores entre 5.1 mg/L y 7.9 mg/L; para los **coliformes fecales** rebasan el LMP (1,000 NMP/100 mL). Para metales se

encontraron solo indicios de contaminación. Para el **plomo total** rebasan no significativamente el LMP (0.2 mg/L) sólo uno de los resultados (2.8 %); y, para el **mercurio total** rebasan no significativamente el LMP (0.005 mg/L) sólo dos de los resultados (5 %).

**Tabla 2. Calidad del agua de las descargas registradas en el SIRALAB.**

Descarga	Estadístico	Demanda química de oxígeno, mg/L	Demanda bioquímica de oxígeno, mg/L	Coliformes fecales, NMP/100 mL	Sólidos Suspensivos Totales, mg/L	Sólidos sedimentables, mg/mL	Fósforo total, mg/L	Plomo total, mg/L	Mercurio total, mg/L	Nitrógeno total, mg/L
1	Mínimo:	10			12					
	Máximo:	10			12					
	Mediana	10			12					
	No. Datos:	4			4					
2	Mínimo:	10.0	2.0	0	5	0.1	3.3			1.9
	Máximo:	97.9	17.0	24000	40	0.1	105.2			49
	Mediana	32.9	2.0	30	10	0.1	11.0			17.1
	No. Datos:	69.0	34.0	123	103	34	34.0			34.0
3	Mínimo:	155.0			12					
	Máximo:	98.7			24					
	Mediana	126.9			18					
	No. Datos:	2.0			2					
4	Mínimo:	10.0	4.0	3	5	0.1	1	0.125	0.002	1.5
	Máximo:	205.4	4.0	93	140	0.1	1	0.125	0.002	2
	Mediana	12.8	4.0	3	10	0.1	1	0.125	0.002	1.7
	No. Datos:	6.0	2.0	8	8	2	2	2	2	2.0
5	Mínimo:	25.9			7					
	Máximo:									
	Mediana									
	No. Datos:	1			1					
6	Mínimo:	5.0			10					
	Máximo:	30.0			10					
	Mediana	26.2			10					
	No. Datos:	24.0			24					
7	Mínimo:	10.0	1.9	3	5.00	0.1	1.0	0.010	0.0005	0.43
	Máximo:	77.6	26.0	1100	16.0	0.1	7.9	0.24	0.008	19.09
	Mediana	25.0	3.0	3	5.2	0.1	2.5	0.045	0.0005	6.38
	No. Datos:	66.0	66.0	216	80	40	40	36	40	40
Público Urbano-Promedio Mensual:			30	1000	40	1	5	0.2	0.005	15
Público Urbano-Promedio Diario:			60	2000	60	2	10	0.4	0.01	25

### 3. INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO

#### Tratamiento de aguas residuales

El Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (INPTARM) tiene registradas 15 Plantas de tratamiento, ubicadas en trece localidades de municipios colindantes con el lago de Chapala, y de ellas 14 descargan su efluente al lago

de Chapala. El proceso de tratamiento en todas las PTAR es lodos activados. El caudal tratado es de 593 L/s, de los cuales 293 L/s son descargados al lago (**ver tabla 3**).

**Tabla 3. Plantas de tratamiento de aguas residuales que descargan al lago de Chapala.**

Nombre de la PTAR	Municipio	Localidad	Capacidad Instalada, L/s	Caudal Tratado, L/s	Proceso de tratamiento	Cuerpo Receptor
Chapala	Chapala	Chapala	80	79	Lodos Activados	Lago de Chapala
San Antonio Tlayacapan-AJJIJC	Chapala	Chapala	32	23	Lodos Activados	Lago de Chapala
San Nicolás de Ibarra	Chapala	San Nicolás de Ibarra	8	7	Lodos Activados	Laguna de Chapala
Santa Cruz de la Soledad	Chapala	Santa Cruz de la Soledad	4	2	Lodos Activados	Lago de Chapala
Jamay	Jamay	Jamay	40	39	Lodos Activados	Lago de Chapala
Chantepec	Jocotepec	Chantepec	9	7	Lodos Activados	Lago de Chapala
Jocotepec	Jocotepec	Jocotepec	80	80	Lodos Activados	Lago de Chapala
San Cristobal Zapotitlan	Jocotepec	San Cristobal Zapotitlan	4	4	Lodos Activados	Lago de Chapala
San Juan Cosalá	Jocotepec	San Juan Cosalá	20	18	Lodos Activados	Lago de Chapala
Ocotlán	Ocotlán	Ocotlán	300	300	Lodos Activados	Río Santiago
Mezcala	Poncitlán	Mezcala	8	8	Lodos Activados	Lago de Chapala
San Juan Tecomatlán	Poncitlán	San Juan Tecomatlán	4	4	Lodos Activados	Laguna de Chapala
San Pedro Itzican	Poncitlán	San Pedro Itzican	6	6	Lodos Activados	Laguna de Chapala
San Luis Soyatlán	Tuxcueca	San Luis Soyatlán	24	11	Lodos Activados	Lago de Chapala
Tuxcueca	Tuxcueca	Tuxcueca	12	5	Lodos Activados	Lago de Chapala
			631	593		

### Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Fuera de Operación

Por otra parte, el INPTARM tiene registradas seis PTAR fuera de operación, con una capacidad instalada de tratamiento de 25 L/s. De estas PTAR cuatro tienen el proceso de tratamiento de lodos activados y dos RAFA o Wasb (**ver tabla 4**).

**Tabla 4. PTAR-Municipales fuera de servicio.**

Nombre de la PTAR	Maltaraña	LAS TROJES	Potrerrillos	San Pedro Tesistan	Cuitzeo	San Jacinto
Municipio	Jamay	Jocotepec	Jocotepec	Jocotepec	Poncitlán	Poncitlán
Localidad	La Maltaraña (La Palmita)	Las Trojes	Potrerrillos	San Pedro Tesistan	Cuitzeo (La Estancia)	San Jacinto
Capacidad Instalada	2	2	3	3	12	3
Caudal Tratado	0	0	0	0	0	0
StatusTipo	Fuera de Operación	Fuera de Operación	Fuera de Operación	Fuera de Operación	Fuera de Operación	Fuera de Operación
Proceso	Rafa o Wasb	Lodos Activados	Lodos Activados	Lodos Activados	Lodos Activados	Rafa o Wasb
Observaciones		Se necesita realizar la rehabilitación de los sopladores y la revisión de las líneas eléctricas de la planta. Ultima visita CEA 04/05/2017.	Se necesita realizar la rehabilitación de los sopladores y la revisión de las líneas eléctricas de la planta. Ultima visita CEA 04/05/2017.	ULTIMA VISITA CEA 04-05-2017. Se requiere mantenimiento de equipos electromecánicos.	Es necesario realizar la rehabilitación de los equipos electromecánicos de la PTAR. Ultima visita CEA el día 16/02/17	LA CEA INFORMA: se necesita el suministro de las bombas del cárcamo y el suministro y colocación del medio filtrante del reactor anaerobio de flujo ascendente. Ultima visita 16/02/2017, la PTAR se encontró en condiciones de abandono.
Cuerpo Receptor	Río Lerma	ARROYO SIN NOMBRE - RIO EL ZARCO, CUENCA Río Santiago-GUADALAJARA.	RIO CORONA AFLUENET DEL RIO VERDE	Lago de Chapala	Río Santiago	RIO CORONA-LAGUNA DE CHAPALA
Año de Construcción	2000	2009	2009	2000	2004	2006
Año Inicio Operación	2001	2010	2010	2001	2005	2007

### Plantas potabilizadoras

El Inventario Nacional de Plantas Potabilizadoras (INPP) tiene registradas en 2018 dos potabilizadoras en los municipios de Ocotlán y Tuxcueca, en las localidades de General Joaquín Amaro y Las Cebollas, respectivamente. Las dos plantas están fuera de operación. La capacidad instalada es de 5.0 L/s y 2.0 L/s. El proceso de potabilización es filtración directa y clarificación convencional, y la fuente de abastecimiento es un pozo y la presa "Las Cebollas", respectivamente (**ver tabla 5**).

**Tabla 5. Plantas potabilizadoras fuera de operación.**

<b>Nombre de la Potabilizadora</b>	<b>Joaquín Amaro</b>	<b>Las Cebollas</b>
Municipio	Ocotlán	Tuxcueca
Localidad	Gral. Joaquín Amaro	Las Cebollas
Capacidad Instalada	5	2
Caudal Potabilizado	0	0
StatusID	3	3
Status	Fuera de Operación	Fuera de Operación
Proceso de Potabilización	Filtración Directa	Clarificación Convencional
Observaciones	Abastecimiento Pozo No. 4 Proceso: Filtros a presión con adición de productos químicos.	Presa "Las Cebollas" Proceso Convencional filtros a presión con adición de Productos Químicos.
Año Construcción	2003	2009
Año Inicio Operación	2003	2009

## 4. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se presenta el diagnóstico de la calidad del agua del lago de Chapala y de los ríos Lerma, La Pasión y Grande de Santiago, así como de pozos ubicados en la ribera del lago.

El diagnóstico se realiza con la información generada por la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua (RNMCA) en el periodo 2012-2018, y con base en los Indicadores de Calidad del Agua (ICA). Así mismo, se presenta el diagnóstico para los metales medidos por la RNMCA, con respecto a los Criterios de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89) para el uso de Fuente de Abastecimiento de Agua Potable, y la norma oficial mexicana para el agua potable (NOM-127-SSA1-2000). En el caso de los ICA el diagnóstico se hace con el valor de la mediana, obtenido de los resultados generados en el periodo indicado; mientras que el diagnóstico con los CCA y la NOM-127 para los metales, se hace con los resultados crudos.

### 4.1. AGUAS SUPERFICIALES

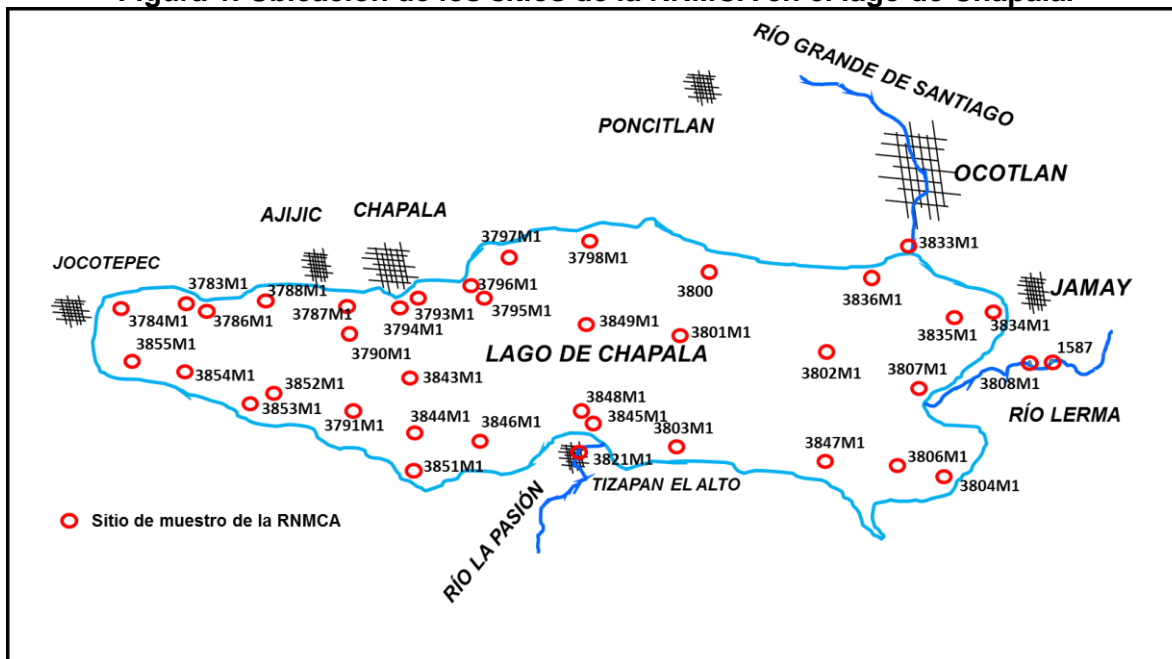
Para realizar el diagnóstico de calidad del agua del lago de Chapala se consideró la información generada por la RNMCA en los 34 sitios ubicados en el lago; por otra parte, con el fin de conocer la calidad del agua que ingresa al lago, a través de sus principales afluentes, se consideró la evaluación de la calidad del agua de dos sitios ubicados en el río Lerma, antes de su desembocadura en el lago, y uno ubicado en el río La Pasión; así mismo, con el fin de conocer la calidad del agua que sale del lago, se considera el sitio de monitoreo ubicado en el río Grande de Santiago. En la **tabla 6** se presenta la relación de los sitios de monitoreo considerados en el diagnóstico de las aguas superficiales, y en la figura 1 se presenta su ubicación. El diagnóstico se presente en dos partes, el de aguas superficiales y el de aguas subterráneas.

**Tabla 6. Sitios de monitoreo ubicados en el lago de Chapala, sus afluentes y río Grande de Santiago.**

No.	Clave del Sitio	Nombre del Sitio	Estado	Municipio	Cuerpo de Aguas	Longitud Oeste	Latitud Norte
1	DLMIC1587	RH12-5 LERMA	MICHOACAN DE OCAMPO	BRISEÑAS	RIO LERMA	-102.66898	20.23012
2	OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	JALISCO	JAMAY	RIO LERMA	-102.68716	20.22950
3	OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	JALISCO	JOCOTEPEC	LAGO DE CHAPALA	-103.39902	20.27906
4	OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	JALISCO	JOCOTEPEC	LAGO DE CHAPALA	-103.34204	20.27767
5	OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.24847	20.28698
6	OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.29833	20.27583
7	OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.24358	20.27220
8	OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	JALISCO	TUXCUECA	LAGO DE CHAPALA	-103.23559	20.21178
9	OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.18832	20.28306
10	OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.17236	20.28607
11	OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.13623	20.30388
12	OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.14373	20.31339
13	OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.10422	20.30790
14	OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.04676	20.31895
15	OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	JALISCO	PONCITLAN	LAGO DE CHAPALA	-102.95000	20.30000
16	OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	JALISCO	PONCITLAN	LAGO DE CHAPALA	-102.97385	20.25137
17	OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	JALISCO	PONCITLAN	LAGO DE CHAPALA	-102.87219	20.25016
18	OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	JALISCO	TIZAPAN EL ALTO	LAGO DE CHAPALA	-102.97456	20.18656
19	OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	MICHOACAN DE OCAMPO	VENUSTIANO CARRANZA	LAGO DE CHAPALA	-102.77320	20.15860
20	OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	MICHOACAN DE OCAMPO	VENUSTIANO CARRANZA	LAGO DE CHAPALA	-102.80433	20.17141
21	OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	JALISCO	JAMAY	LAGO DE CHAPALA	-102.78117	20.21980
22	OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	JALISCO	TIZAPAN EL ALTO	RIO LA PASION	-103.03898	20.16101
23	OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	JALISCO	JAMAY	LAGO DE CHAPALA	-102.72720	20.27663
24	OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	JALISCO	JAMAY	LAGO DE CHAPALA	-102.75230	20.27235
25	OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	JALISCO	PONCITLAN	LAGO DE CHAPALA	-102.82366	20.29715
26	OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.18000	20.23000
27	OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	JALISCO	TUXCUECA	LAGO DE CHAPALA	-103.17791	20.18809
28	OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	JALISCO	TIZAPAN EL ALTO	LAGO DE CHAPALA	-103.03994	20.19529
29	OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	JALISCO	TUXCUECA	LAGO DE CHAPALA	-103.12389	20.18333
30	OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	MICHOACAN DE OCAMPO	COJUMATLAN DE REGULES	LAGO DE CHAPALA	-102.87010	20.17390
31	OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	JALISCO	TIZAPAN EL ALTO	LAGO DE CHAPALA	-103.05122	20.20630
32	OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.04955	20.27480
33	OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	JALISCO	TUXCUECA	LAGO DE CHAPALA	-103.18211	20.16016
34	OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	JALISCO	TUXCUECA	LAGO DE CHAPALA	-103.28883	20.21223
35	OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	JALISCO	TUXCUECA	LAGO DE CHAPALA	-103.30051	20.20264
36	OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	JALISCO	JOCOTEPEC	LAGO DE CHAPALA	-103.35093	20.23351
37	OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	JALISCO	CHAPALA	LAGO DE CHAPALA	-103.38992	20.23835
38	OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	JALISCO	OCOTLAN	RIO SANTIAGO	-102.78582	20.32358



**Figura 1. Ubicación de los sitios de la RNMCA en el lago de Chapala.**



### Indicadores de calidad del agua

Se presenta el diagnóstico de calidad del agua con base en los indicadores de calidad del agua, sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxígeno (DQO), oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales (CF), *Escherichia coli* (*E. coli*), toxicidad aguda (TA) con *Vibrio fischeri* y *Daphnia magna* (ver tablas 7a, 7b, 7c, 7d, 7e y 7f).

Para el indicador **demanda bioquímica de oxígeno (5 días)** la calidad del agua del lago de Chapala se califica como Excelente, en los 34 sitios de monitoreo. En el caso del río Lerma, en los dos sitios la calidad se califica como Aceptable; en el río La Pasión como Excelente; y en el río Grande de Santiago como Buena.

Para el indicador **demanda química de oxígeno** la calidad del agua del lago de Chapala se califica como Buena, en la mitad de los 34 sitios de monitoreo, en otros 16 sitios se califica como Excelente, y en uno de ellos se califica como Aceptable. En el caso del río Lerma, en los dos sitios se califica como Buena; en el río La Pasión como Excelente; y en el río Grande de Santiago como Buena.

Para el indicador **coliformes fecales** la calidad del agua del lago de Chapala fluctúa principalmente entre **Aceptable** (275 NMP/100 mL y 863 NMP/100 mL) en 14 sitios, y **Contaminada** (1,083 NMP/100 mL y 9,681 NMP/100 mL) en 16 sitios. Para ***Escherichia coli*** la calidad del agua del lago se califica como **Excelente** (1.5 NMP/100 mL a 110 NMP/100 mL) en los 34 sitios.

Tabla 7a. Resultados del ICA DBO<sub>5</sub> y DQO.

CLAVE	SITIO	DBO <sub>5</sub> _mg/L	CALIDAD_DBO <sub>5</sub>	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	7.69	Aceptable	17.67	Buena calidad
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARA&A	6.90	Aceptable	16.64	Buena calidad
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	<3	Excelente	10.44	Buena calidad
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	<3	Excelente	10.08	Buena calidad
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	<3	Excelente	8.77	Excelente
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	<3	Excelente	10.45	Buena calidad
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	<3	Excelente	7.88	Excelente
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	<3	Excelente	10.20	Buena calidad
OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	<3	Excelente	13.02	Buena calidad
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	<3	Excelente	17.46	Buena calidad
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	<3	Excelente	17.25	Buena calidad
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	<3	Excelente	14.08	Buena calidad
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	<3	Excelente	10.66	Buena calidad
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	<3	Excelente	13.75	Buena calidad
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	<3	Excelente	8.44	Excelente
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	<3	Excelente	17.03	Buena calidad
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	<3	Excelente	35.38	Aceptable
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	<3	Excelente	15.49	Buena calidad
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	<3	Excelente	14.35	Buena calidad
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	<3	Excelente	12.70	Buena calidad
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	<3	Excelente	7.88	Excelente
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	<3	Excelente	10.86	Buena calidad
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	<3	Excelente	7.96	Excelente
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	<3	Excelente	12.42	Buena calidad
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	<3	Excelente	9.19	Excelente
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	<3	Excelente	5.00	Excelente
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	<3	Excelente	10.03	Buena calidad
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	4.53	Buena calidad	13.46	Buena calidad

Tabla 7b. Resultados del ICA Coliformes fecales y *Escherichia coli*.

CLAVE	SITIO	COLI_FEC,NMP_100mL	CALIDAD_COLI_FEC	E_Coli,NMP_100mL	CALIDAD_E_Coli
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	4,462	Contaminada	92	Excelente
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	8,664	Contaminada	1,935	Fuertemente contaminada
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	3,564	Contaminada	2	Excelente
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	918	Aceptable	9	Excelente
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	2,501	Contaminada	15	Excelente
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	414	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	687	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	629	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	2,702	Contaminada	96	Excelente
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	351	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	1,663	Contaminada	2	Excelente
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	3,391	Contaminada	20	Excelente
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	457	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	104	Buena calidad	2	Excelente
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	1,569	Contaminada	3	Excelente
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	698	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	732	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	457	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	3,978	Contaminada	10	Excelente
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	4,044	Contaminada	2	Excelente
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	6,524	Contaminada	36	Excelente
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	17,329	Fuertemente contaminada	1,130	Fuertemente contaminada
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	15,531	Fuertemente contaminada	110	Excelente
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	16,623	Fuertemente contaminada	6	Excelente
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	996	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	1,984	Contaminada	2	Excelente
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	538	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	3,027	Contaminada	20	Excelente
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	864	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	9,682	Contaminada	2	Excelente
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	1,083	Contaminada	9	Excelente
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	369	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	1,816	Contaminada	6	Excelente
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	111	Buena calidad	2	Excelente
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	3,255	Contaminada	10	Excelente
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	275	Aceptable	2	Excelente
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	5,389	Contaminada	6	Excelente
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	22,030	Fuertemente contaminada	262	Buena calidad

En el caso del **río Lerma**, en el sitio DLMIC1587 la calidad del agua se califica como Contaminada (4,461.5 NMP/100 mL) y en el sitio OCLSP3808M1 como Fuertemente contaminada (17,329 NMP/100 mL). Para el **río La Pasión** resultó Contaminada (8,664 NMP/100 mL), y para el **río Grande de Santiago** Fuertemente contaminada (22,029.5 NMP/100 mL).

**Tabla 7c. Resultados del ICA porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.**

CLAVE	SITIO	OD % SUP	CALIDAD OD % SUP	OD PORC MED	CALIDAD OD % MED	OD % FON	CALIDAD OD % FON
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	49.9	Aceptable				
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	97.1	Excelente				
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	98.5	Excelente	93.4	Excelente	90.4	Excelente
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	91.3	Excelente	87.5	Excelente	85.6	Excelente
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	99.8	Excelente	87.8	Excelente	90.1	Excelente
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	96.5	Excelente	90.2	Excelente	93.9	Excelente
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	105.7	Excelente	97.5	Excelente	97.5	Excelente
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	95.3	Excelente	84.7	Excelente	68.5	Buena calidad
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	102.4	Excelente	78.5	Excelente	63.2	Buena calidad
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	101.4	Excelente	94.6	Excelente	83.8	Excelente
OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	103.6	Excelente	101.5	Excelente	98.9	Excelente
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	90.8	Excelente	81.2	Excelente	73.0	Excelente
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	103.9	Excelente	96.2	Excelente	88.9	Excelente
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	119.9	Buena calidad	97.0	Excelente	94.0	Excelente
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	110.2	Buena calidad	98.4	Excelente	94.2	Excelente
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	103.6	Excelente	94.5	Excelente	92.4	Excelente
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	105.3	Excelente	94.0	Excelente	90.9	Excelente
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	90.1	Excelente	88.5	Excelente	74.7	Excelente
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	87.7	Excelente	82.6	Excelente	69.7	Buena calidad
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	89.2	Excelente	77.4	Excelente	78.3	Excelente
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	88.9	Excelente	66.3	Buena calidad	70.7	Excelente
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	56.8	Buena calidad				
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	90.0	Excelente	74.0	Excelente	79.8	Excelente
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	97.9	Excelente	74.5	Excelente	78.0	Excelente
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	98.8	Excelente	89.8	Excelente	89.9	Excelente
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	97.1	Excelente	92.3	Excelente	85.1	Excelente
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	91.4	Excelente	89.4	Excelente	86.5	Excelente
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	93.1	Excelente	86.3	Excelente	83.9	Excelente
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	89.7	Excelente	82.3	Excelente	80.7	Excelente
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	94.8	Excelente	86.7	Excelente	76.1	Excelente
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	87.0	Excelente	76.0	Excelente	74.5	Excelente
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	106.1	Excelente	86.2	Excelente	95.6	Excelente
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	98.1	Excelente	87.0	Excelente	96.2	Excelente
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	90.3	Excelente	79.5	Excelente	77.9	Excelente
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	99.6	Excelente	96.5	Excelente	92.1	Excelente
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	92.3	Excelente	85.1	Excelente	84.9	Excelente
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	97.7	Excelente	92.5	Excelente	94.5	Excelente
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	55.8	Buena calidad				

Para el indicador **porcentaje de saturación de oxígeno disuelto**, la calidad del agua del **lago** se califica, en el perfil del agua, en casi todos los sitios (de 33 a 31 de los sitios) como Excelente. En el caso del **río Lerma**, en el sitio DLMIC1587 se califica como Aceptable (49.9 %) y en el OCLSP3808M1 como Buena (56.8 %); en el **río La Pasión** se califica como Excelente (97.1 %); y en el **río Grande de Santiago** como Buena (55.8 %).

Para el indicador **toxicidad aguda** con *Daphnia magna* la calidad del agua del **lago** y los **ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión**, se califica como NO Tóxica (<1 UT), sólo en el sitio OCLSP3852M1 Estación lacustre 4 (fondo), se registró toxicidad moderada (1.34 UT).

Para el indicador **toxicidad aguda** con *Vibrio fischeri*, la calidad del agua del **lago** se califica, en 27 de los 34 sitios, como NO Tóxica (<1 UT), y en siete de ellos como moderadamente tóxica (1.41 a 2.06 UT). En el **río Lerma** el sitio DLMIC1587 la calidad del agua se califica como Altamente Tóxica (6.17 UT), mientras que el sitio OCLSP3808M1 la calidad se califica como NO Tóxica (<1 UT). Para los **ríos Grande de Santiago y La Pasión** la calidad se califica como NO Tóxica (<1 UT).

Tabla 7d. Resultados del ICA toxicidad aguda con *Daphnia magna*.

CLAVE	SITIO	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	<1	No Tóxico		
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	<1	No Tóxico		
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	<1	No Tóxico		
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	<1	No Tóxico	1.34	Toxicidad moderada
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	<1	No Tóxico		

Para el indicador **sólidos suspendidos totales** la calidad del agua del **lago** se califica, en 27 de los 34 sitios, como Buena (de 26.4 mg/L a 67.2 mg/L); en cinco de ellos como Excelente (de 19.8 mg/L a 25 mg/L); y en dos como Aceptable (91.5 mg/L y 125.7 mg/L). En el **río Lerma** en el sitio DLMIC1587 la calidad del agua se califica como Aceptable (78 mg/L), mientras que en el sitio OCLSP3808M1 la calidad se califica como Buena (72.5 mg/L). Para el **río Grande de Santiago** la calidad se califica como Aceptable (80 mg/L), y para el **río La Pasión** la calidad se califica como Excelente (19.5 mg/L).

**Tabla 7e. Resultados del ICA toxicidad aguda con *Vibrio fischeri*.**

CLAVE	SITIO	TOX_FIS_SUP_15_U T	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_1 5	TOX_FIS_FON_15_U T	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
DLMIC1587	RH12-5 LERMA		6.17		Toxicidad alta
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	<1	No Tóxico		
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06		1.57		Toxicidad moderada
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05		1.85		Toxicidad moderada
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10		2.00		Toxicidad moderada
OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17		1.56		Toxicidad moderada
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21		1.80		Toxicidad moderada
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28		1.41		Toxicidad moderada
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24		2.06		Toxicidad moderada
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	<1	No Tóxico		
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	<1	No Tóxico		

**Tabla 7f. Resultados del ICA sólidos suspendidos totales.**

CLAVE	SITIO	SST, mg/L	CALIDAD_SST
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	78.0	Aceptable
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	19.5	Excelente
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	29.4	Buena calidad
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	27.0	Buena calidad
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	24.8	Excelente
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	19.8	Excelente
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	22.0	Excelente
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	30.0	Buena calidad
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	32.3	Buena calidad
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	39.7	Buena calidad
OCLSP3795M1	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	26.4	Buena calidad
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	48.5	Buena calidad
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	28.0	Buena calidad
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	32.2	Buena calidad
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	44.0	Buena calidad
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	29.9	Buena calidad
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	19.9	Excelente
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	25.0	Excelente
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	59.0	Buena calidad
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	59.3	Buena calidad
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	91.5	Aceptable
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	72.5	Buena calidad
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	125.7	Aceptable
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	67.2	Buena calidad
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	44.4	Buena calidad
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	34.2	Buena calidad
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	28.6	Buena calidad
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	38.4	Buena calidad
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	35.0	Buena calidad
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	41.5	Buena calidad
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	37.8	Buena calidad
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	28.7	Buena calidad
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	28.0	Buena calidad
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	29.0	Buena calidad
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	30.8	Buena calidad
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	29.0	Buena calidad
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	28.8	Buena calidad
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	80.0	Aceptable

El diagnóstico de la calidad del agua con base en los indicadores muestra, para el **lago de Chapala**, que la calidad de sus aguas se califica de Buena a Excelente con los indicadores DBO<sub>5</sub>, DQO y SST; de Excelente Calidad con OD, *E. coli* y toxicidad aguda (*D. magna*); mientras que con coliformes fecales la calidad se califica de Aceptable a Contaminada; y con toxicidad aguda con *V. fischeri*, en siete de los 34 sitios. se califica como Moderadamente Tóxica.

La calidad de las aguas del **río Lerma**, con los indicadores de OD y SST, se califica entre Buena y Aceptable; mientras que con el de DQO se califican como Buena, y con DBO<sub>5</sub> como Aceptable. Con el indicador coliformes fecales el agua se califica como Contaminada y Fuertemente Contaminada, y con *E. coli* se califica como Excelente y Fuertemente Contaminada. En cuanto al indicador toxicidad aguda (*V. fischeri*) el agua se califica como NO Tóxica y Moderadamente Tóxica, y con *D. magna* como NO Tóxica.

En el caso del **río La Pasión**, todos los indicadores califican la calidad de sus aguas como Excelente.

Por último, las aguas del **río Grande de Santiago** se califican de Buena Calidad con los indicadores DBO<sub>5</sub>, DQO, OD y *E. coli*; de calidad Aceptable con SST; de calidad Excelente con Toxicidad Aguda, para las dos pruebas; y de Fuertemente Contaminada con coliformes fecales.

Estos resultados manifiestan que la calidad del agua del lago de Chapala es impactada principalmente por la calidad del agua del río Lerma, el cual presenta problemas de contaminación con los parámetros microbiológicos y materia orgánica biodegradable y NO biodegradable. Al ingresar estos contaminantes al lago estos sufren un proceso de dilución y asimilación, el cual no es suficiente, de tal forma que el lago manifiesta problemas con los parámetros microbiológicos, en todos los sitios, y de toxicidad aguda (*V. fischeri*) en algunos de ellos (siete sitios).

### **Criterios de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89)**

Se presenta el diagnóstico de calidad del agua, para seis metales que mide la RNMCA, con respecto a los criterios de calidad del agua, para el uso de fuente de abastecimiento de agua potable (CCA-FAAP). Los metales evaluados son: **arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total, níquel total y plomo total.**

De acuerdo con la RNMCA en el **lago de Chapala** se han realizado 14 muestreos, en 31 de los 34 sitios, mientras que para los otros tres se ha realizado 13 muestreos. En el caso del **río La Pasión** 35 muestreos; para el **río Grande de Santiago** 38; y para el **río Lerma**, en la estación DLMIC1587, 38, y para el sitio OCLSP3808M1, se han realizado 37 muestreos.

### **Lago de Chapala**

En la **tabla 8** se presentan los metales y los resultados de los muestreos que rebasan los criterios de calidad del agua (CCA) en el **lago de Chapala**. Se observa que cinco (**cadmio total, cromo total, mercurio total, níquel total y plomo total**) de los seis metales evaluados rebasan los CCA. Por otra parte, en 27 de los 34 sitios, uno o dos de los cinco metales rebasan el criterio. A continuación se presenta la situación de cada uno de los metales que rebasan los CCA.

El **cadmio total** rebasa el CCA (0.01 mg/L) 0.91 veces, solo en el sitio OCLSP3793M1, y solo en el muestreo realizado en abril de 2012.

El **cromo total** rebasa el CCA (0.05 mg/L) en los sitios OCLSP3807M1 y OCLSP3846, 0.35 y 0.9 veces, en los muestreos realizados en octubre de 2018 y noviembre de 2012, respectivamente.

El **plomo total** rebasa el CCA (0.05 mg/L) 1.87 veces, en el sitio OCLSP3796M1, en el muestreo realizado en agosto de 2018.

**Tabla 8. Metales que rebasan los CCA en el lago de Chapala.**

Clave del sitio	Nombre del sitio	Fecha de Muestreo	Resultado	Metal	CCA-FAAP	Veces que Rebasa el CCA
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	07/10/2016	0.0115	Níquel total	0.01	0.15
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	18/07/2014	0.0013	Mercurio total	0.001	0.30
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	02/11/2018	0.0212	Níquel total	0.01	1.12
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	18/07/2014	0.0011	Mercurio total	0.001	0.10
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	04/12/2012	0.0014	Mercurio total	0.001	0.40
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	05/04/2013	0.0013	Mercurio total	0.001	0.30
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	04/12/2012	0.0191	Cadmio total	0.01	0.91
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	18/08/2015	0.0119	Níquel total	0.01	0.19
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	17/03/2013	0.0016	Mercurio total	0.001	0.60
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	17/07/2014	0.0024	Mercurio total	0.001	1.40
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	28/08/2017	0.1434	Plomo total	0.05	1.87
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	19/08/2015	0.0103	Níquel total	0.01	0.03
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	05/10/2016	0.0132	Níquel total	0.01	0.32
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	08/02/2018	0.0127	Níquel total	0.01	0.27
OCLSP3798M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	18/08/2015	0.0151	Níquel total	0.01	0.51
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	18/08/2015	0.0148	Níquel total	0.01	0.48
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	18/08/2015	0.0218	Níquel total	0.01	1.18
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	31/10/2018	0.0207	Níquel total	0.01	1.07
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	30/10/2018	0.0151	Níquel total	0.01	0.51
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	18/08/2015	0.0173	Níquel total	0.01	0.73
OCLSP3803M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	09/06/2016	0.0189	Níquel total	0.01	0.89
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	17/10/2013	0.0107	Níquel total	0.01	0.07
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	17/09/2014	0.0102	Níquel total	0.01	0.02
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	07/06/2016	0.0110	Níquel total	0.01	0.10
OCLSP3804M1	ESTACION LITORAL B	30/10/2018	0.0232	Níquel total	0.01	1.32
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	17/09/2014	0.0104	Níquel total	0.01	0.04
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	07/06/2016	0.0107	Níquel total	0.01	0.07
OCLSP3806M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	30/10/2018	0.0159	Níquel total	0.01	0.59
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	30/10/2018	0.0482	Níquel total	0.01	3.82
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	30/10/2018	0.0674	Cromo total	0.05	0.35
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	07/06/2016	0.0133	Níquel total	0.01	0.33
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	02/05/2017	0.0514	Níquel total	0.01	4.14
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	30/10/2018	0.0187	Níquel total	0.01	0.87
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	07/06/2016	0.0112	Níquel total	0.01	0.12
OCLSP3835M1	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	30/10/2018	0.0219	Níquel total	0.01	1.19
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	06/10/2016	0.0165	Níquel total	0.01	0.65
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	04/12/2012	0.0012	Mercurio total	0.001	0.20
OCLSP3844M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	18/08/2015	0.0131	Níquel total	0.01	0.31
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	04/12/2012	0.0023	Mercurio total	0.001	1.30
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	22/11/2012	0.0026	Mercurio total	0.001	1.60
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	17/03/2013	0.0012	Mercurio total	0.001	0.20
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	22/11/2012	0.0950	Cromo total	0.05	0.90
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	04/10/2016	0.0151	Níquel total	0.01	0.51
OCLSP3847M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	30/10/2018	0.0186	Níquel total	0.01	0.86
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	18/08/2015	0.0210	Níquel total	0.01	1.10
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	22/11/2012	0.0011	Mercurio total	0.001	0.10
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	17/07/2014	0.0020	Mercurio total	0.001	1.00
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	20/08/2014	0.0035	Mercurio total	0.001	2.50
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	18/07/2014	0.0011	Mercurio total	0.001	0.10
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	04/12/2012	0.0023	Mercurio total	0.001	1.30
OCLSP3854M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	04/05/2017	0.0182	Níquel total	0.01	0.82

El **mercurio total** rebasa el CCA (0.001 mg/L) entre 0.1 y 2.5 veces, en 11 sitios. En cuatro sitios se rebasa en uno de sus muestreos; y en los otros siete sitios se rebasa en dos de los muestreos hechos en cada uno de ellos.

El **níquel total** rebasa el CCA (0.01 mg/L) entre 0.02 a 4.14 veces, en 19 sitios. Específicamente en 11 sitios se rebasa el criterio en uno de los muestreos; en cuatro sitios se rebasa en dos muestreos; en tres sitios se rebasa en tres muestreos; y en el sitio OCLSP3804M1, se rebasa en cuatros de los muestreos.

Ahora bien, al considerar el grado en que se rebasan los CCA y la frecuencia con que lo hacen, se tiene lo siguiente (**ver tabla 9**):

El **níquel total** y **mercurio total** son los metales que rebasan los CCA en un mayor número de sitios, 19 y 11, respectivamente, los cuales representan el 55.9 % y 32.4 % de los 34 sitios monitoreados en el lago. Por otra parte, para ambos metales no resulta significativa la frecuencia (7.1 %) con la que se rebasan los CCA. Ahora bien, el grado en que se excede el criterio para el mercurio total es menor a 0.5 veces, para el 53.3 % de los resultados; de la misma forma, para níquel total, el mismo grado de 0.5 veces en que se excede el criterio se tiene para el 43.8% de los resultados.

**Tabla 9. Grado y frecuencia con que se rebasan los CCA en el lago de Chapala.**

Metal	Sitios en que rebasa el CCA	Veces que se rebasa el CCA	Muestreos en que se rebasa el CCA	% de Muestreos en que se rebasa el CCA
<b>Cadmio total</b>	OCLSP3793M1	0.91	Diciembre de 2012	7.1
<b>Cromo total</b>	OCLSP3807M1	0.35	Octubre de 2018	7.1
	OCLSP3846	0.9	Noviembre de 2012	7.1
<b>Mercurio total</b>	11	de 0.1 a 2.5	En 7 sitios, en 1 muestreo	7.1
			En 4 sitios, en 2 muestreos	14.3
<b>Níquel total</b>	19	de 0.02 a 4.14	En 11 sitios, en 1 muestreo	7.1
			En 4 sitios, en 2 muestreos	13.4
			En 3 sitios, en 3 muestreos	21.4
			En el sitio OCLSP3804M1, en 4 muestreos	28.6
<b>Plomo total</b>	OCLSP3796M1	1.87	Agosto de 2017	7.1

Por último, se observa que los 11 sitios que rebasan el criterio para **mercurio total** se ubican del centro al oeste del lago, mientras que para el **níquel total** los 19 sitios en los que se rebasa el criterio están distribuidos en todo el lago.

## Ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión

En la **tabla 10** se presentan los metales y los resultados que rebasan los criterios de calidad del agua (CCA) en los ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión.

En el caso del **río Lerma**, en el **sitio DLMIC1587**, el **níquel total** rebasa el criterio (0.01 mg/L) en seis muestreos, entre 0.28 y 0.86 veces; así mismo, el **mercurio total** rebasa el criterio (0.001 mg/L) en seis de los muestreos, entre 0.4 y 2.9 veces. Por su parte, en el **sitio Maltaraña** se rebasa el criterio para **níquel total** (0.01 mg/L) en 10 de los muestreos, entre 0.01 y 1.96 veces.



En el río **La Pasión** se rebasa el criterio para **níquel total** (0.01 mg/L) en cinco muestreos, entre 0.03 y 6.02 veces; y el **mercurio total** (0.001 mg/L) en dos muestreos, 1.77 y 7.57 veces.

En el río **Grande de Santiago** rebasan el criterio el **níquel total** (0.01 mg/L) en ocho muestreos, entre 0.24 y 7.61 veces; el **mercurio total** (0.001 mg/L) en dos muestreos, 0.81 y 1.5 veces; y el **cromo total** (0.05 veces) en un muestreo, 0.34 veces.

**Tabla 10. Metales que rebasan los CCA en los ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión.**

Clave del sitio	Nombre del sitio	Fecha de Muestreo	Resultado	Metal	CCA-FAAP	Veces que Rebasa el CCA
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	03/07/2015	0.0182	Níquel total	0.01	0.82
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	07/08/2015	0.0137	Níquel total	0.01	0.37
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	21/09/2015	0.0178	Níquel total	0.01	0.78
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	12/07/2016	0.0128	Níquel total	0.01	0.28
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	17/08/2016	0.0186	Níquel total	0.01	0.86
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	04/08/2017	0.0128	Níquel total	0.01	0.28
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	18/04/2013	0.0018	Mercurio total	0.001	0.80
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	23/09/2013	0.0025	Mercurio total	0.001	1.50
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	11/07/2014	0.0014	Mercurio total	0.001	0.40
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	09/08/2014	0.0039	Mercurio total	0.001	2.90
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	03/07/2015	0.0015	Mercurio total	0.001	0.51
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	19/02/2016	0.0015	Mercurio total	0.001	0.54
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	02/11/2013	0.0120	Níquel total	0.01	0.20
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	17/07/2014	0.0296	Níquel total	0.01	1.96
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	04/06/2015	0.0143	Níquel total	0.01	0.43
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	09/07/2015	0.0176	Níquel total	0.01	0.76
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	12/08/2015	0.0189	Níquel total	0.01	0.89
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	12/02/2016	0.0126	Níquel total	0.01	0.26
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	14/04/2016	0.0101	Níquel total	0.01	0.01
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	14/08/2016	0.0104	Níquel total	0.01	0.04
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	27/07/2017	0.0158	Níquel total	0.01	0.58
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	10/09/2017	0.0106	Níquel total	0.01	0.06
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	04/07/2014	0.0169	Níquel total	0.01	0.69
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	22/08/2014	0.0126	Níquel total	0.01	0.26
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	09/03/2015	0.0103	Níquel total	0.01	0.03
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	15/06/2016	0.0138	Níquel total	0.01	0.38
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	15/10/2016	0.0702	Níquel total	0.01	6.02
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	09/03/2015	0.0086	Mercurio total	0.001	7.57
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	26/11/2015	0.0028	Mercurio total	0.001	1.77
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	15/07/2013	0.0189	Níquel total	0.01	0.89
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	17/07/2014	0.0155	Níquel total	0.01	0.55
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	09/07/2015	0.0164	Níquel total	0.01	0.64
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	12/02/2016	0.0861	Níquel total	0.01	7.61
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	07/07/2016	0.0308	Níquel total	0.01	2.08
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	27/07/2017	0.0322	Níquel total	0.01	2.22
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	10/09/2017	0.0142	Níquel total	0.01	0.42
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	09/10/2018	0.0124	Níquel total	0.01	0.24
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	23/09/2013	0.0025	Mercurio total	0.001	1.50
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	01/05/2014	0.0018	Mercurio total	0.001	0.81
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	27/07/2017	0.0671	Cromo total	0.05	0.34

Al considerar el grado en que se rebasan los CCA y la frecuencia en que lo hacen, se tiene lo siguiente (**ver tabla 11**):

En el río **Lerma** los CCA para **níquel total** y **mercurio total** se rebasan con una frecuencia significativa (26.3 % y 16 %, respectivamente); así mismo, resulta significativo el grado en que se llegan a rebasar dichos CCA (1.96 y 2.9 veces).

En el río **Grande de Santiago** se rebasa el criterio para el mayor número de metales (cromo total, mercurio total y níquel total). En el caso del **níquel total** es el metal que

rebasa el CCA con una frecuencia significativa (21.1 %); así mismo, es significativo el grado en que este se llega a rebasar (hasta 7.61 veces).

El **níquel total** es el metal que rebasa con mayor frecuencia el CCA en los tres ríos, pero es mayor en el río Lerma.

En el río **La Pasión** se tiene que el **mercurio total** rebasa el criterio en grado significativo (1.7 y 7.57 veces), pero no es significativa la frecuencia con que lo hace (5.7 %); Por otra parte, para **níquel total**, tanto la frecuencia como el grado en que se rebasa el CCA es significativa, 14.3 % y hasta 6.02 veces, respectivamente.

**Tabla 11. Grado y frecuencia con que se rebasan los CCA en los ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión.**

Río	Sitios en que rebasa el CCA	Metal	Veces que se rebasa el CCA	Muestréos en que se rebasa el CCA	% de Muestréos en que se rebasa el CCA
Lerma	DLMIC1587	Níquel total	de 0.28 a 0.86	6	16
		Mercurio total	de 0.4 a 2.9	6	16
	OCLSP3808M1	Níquel total	0.01 a 1.96	10	26.3
La Pasión	OCLSP3821M1	Níquel total	de 0.03 a 6.02	5	14.3
		Mercurio total	de 1.77 y 7.57	2	5.7
Grande de Santiago	OCLSP3833M1	Níquel total	de 0.24 a 7.61	8	21.1
		Mercurio total	de 0.81 a 1.5	2	5.3
		Cromo total	0.34	1	2.6

Los resultados del diagnóstico de la calidad del agua con respecto a la los criterios de calidad del agua (CE-CCA-001/89), permiten determinar que el lago de Chapala y los ríos Lerma y La Pasión, manifiestan un impacto por metales en el lago, principalmente **níquel total** y **mercurio total**, por parte de ambos ríos, siendo este tan alto que dichos metales se registran a la salida del lago, en el río Grande de Santiago.

## Norma Oficial Mexicana para el agua potable (NOM-127-SSA1-1994-2000)

### Lago de Chapala

En la **tabla 12** se presentan los metales y los resultados de los muestréos que rebasan los límites máximos permisibles (LMP) de la NOM-127, en el lago de Chapala. Se observa que cinco (arsénico total, cadmio total, cromo total, mercurio total y plomo total) de los seis metales evaluados rebasan los LMP. Por otra parte, en 22 de los 34 sitios, uno o dos de los cinco metales rebasan el LMP. A continuación se presenta la situación de cada uno de los metales que rebasan el LMP.

El **cadmio total** rebasa el LMP (0.005 mg/L) 2.82 veces, en el sitio OCLSP3793M1, en el muestréo realizado en diciembre de 2012.

El **cromo total** rebasa el LMP (0.05 mg/L) 0.35 y 0.9 veces, en los sitios OCLSP3807M1 y OCLSP3846, y en los muestréos realizados en octubre de 2018 y noviembre de 2012, respectivamente.

El **plomo total** rebasa el LMP (0.01 mg/L) 1.11 y 13.34 veces, en los sitios OCLSP3797M1 y OCLSP3796M1, respectivamente, en el muestreo realizado en agosto de 2017.

El **arsénico total** rebasa el LMP (0.025 mg/L) entre 0.04 y 0.26 veces, en 14 sitios. Específicamente, en 13 sitios se rebasa el LMP en uno de los muestreos; y en el sitio OCLSP3834M1 se rebasa en dos muestreos, junio de 2016 y mayo de 2017.

El **mercurio total** rebasa el LMP (0.001 mg/L) en 11 sitios, entre 0.1 y 2.5 veces. Específicamente, en cuatro sitios se rebasa el criterio en dos de los muestreos, y en siete sitios en sólo uno de los muestreos.

**Tabla 12. Metales que rebasan los LMP de la NOM-127 en el lago de Chapala.**

Clave del sitio	Nombre del sitio	Fecha de Muestreo	Resultado	Parámetro	LMP-NOM-127	Veces que Rebasa LMP NOM-127
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	28/08/2017	0.1434	Plomo total	0.01	13.34
OCLSP3796M1	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	04/09/2014	0.0276	Arsénico total	0.025	0.10
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	07/06/2016	0.0270	Arsénico total	0.025	0.08
OCLSP3834M1	ESTACION LITORAL A	02/05/2017	0.0261	Arsénico total	0.025	0.04
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	04/12/2012	0.0023	Mercurio total	0.001	1.30
OCLSP3845M1	ESTACION LITORAL C	03/05/2017	0.0291	Arsénico total	0.025	0.16
OCLSP3851M1	ESTACION LITORAL D	03/09/2014	0.0294	Arsénico total	0.025	0.18
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	04/12/2012	0.0023	Mercurio total	0.001	1.30
OCLSP3853M1	ESTACION LITORAL E	03/09/2014	0.0314	Arsénico total	0.025	0.26
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	03/09/2014	0.0294	Arsénico total	0.025	0.18
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	04/12/2012	0.0014	Mercurio total	0.001	0.40
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	05/04/2013	0.0013	Mercurio total	0.001	0.30
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	04/12/2012	0.0191	Cadmio total	0.005	2.82
OCLSP3793M1	ESTACION LITORAL H	04/09/2014	0.0300	Arsénico total	0.025	0.20
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	03/09/2014	0.0300	Arsénico total	0.025	0.20
OCLSP3855M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	03/09/2014	0.0271	Arsénico total	0.025	0.08
OCLSP3852M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	18/07/2014	0.0011	Mercurio total	0.001	0.10
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	18/07/2014	0.0011	Mercurio total	0.001	0.10
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	18/07/2014	0.0013	Mercurio total	0.001	0.30
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	17/03/2013	0.0016	Mercurio total	0.001	0.60
OCLSP3794M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	17/07/2014	0.0024	Mercurio total	0.001	1.40
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	04/12/2012	0.0012	Mercurio total	0.001	0.20
OCLSP3843M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	04/09/2014	0.0299	Arsénico total	0.025	0.20
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	22/11/2012	0.0026	Mercurio total	0.001	1.60
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	17/03/2013	0.0012	Mercurio total	0.001	0.20
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	22/11/2012	0.095	Cromo total	0.05	0.90
OCLSP3848M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	22/11/2012	0.0011	Mercurio total	0.001	0.10
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	17/07/2014	0.0020	Mercurio total	0.001	1.00
OCLSP3849M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	20/08/2014	0.0035	Mercurio total	0.001	2.50
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	28/08/2017	0.0211	Plomo total	0.01	1.11
OCLSP3797M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	21/11/2012	0.0260	Arsénico total	0.025	0.04
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	21/11/2012	0.0310	Arsénico total	0.025	0.24
OCLSP3801M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	21/11/2012	0.0280	Arsénico total	0.025	0.12
OCLSP3807M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 25	30/10/2018	0.067	Cromo total	0.05	0.35
OCLSP3836M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	07/05/2017	0.0272	Arsénico total	0.025	0.09

Ahora bien, al considerar el grado en que se rebasan los LMP de la NOM-127 y la frecuencia en que se hacen, se tiene lo siguiente (**ver tabla 13**):

El **arsénico total** y **mercurio total** son los metales que rebasan los LMP de la NOM-127, en un mayor número de sitios, 14 y 11, respectivamente, los cuales representan el 41.2 % y 32.4 % de los 34 sitios monitoreados en el lago. Por otra parte, para ambos metales, en la mayoría de los sitios, no resulta significativa la frecuencia (7.1 %) con que se rebasan los LMP. Ahora bien, el grado en que se excede el criterio para el **mercurio total** es menor a 0.5 veces, para el 53.3 % de los resultados; así mismo, para el **arsénico total**, el grado en que se excede el criterio es menor a 0.5 veces, en todos los resultados.

**Tabla 13. Grado y frecuencia con que se rebasan los LMP de la NOM-127 en el lago de Chapala.**

<b>Metal</b>	<b>Sitios en que rebasa el LMP NOM-127</b>	<b>Veces que se rebasa el LMP NOM-127</b>	<b>Muestréos en que se rebasa el LMP NOM-127</b>	<b>% de Muestréos en que se rebasa el LMP NOM-127</b>
<b>Arsénico total</b>	14	de 0.04 a 0.26	En 13 sitios, en un muestreo En 1 sitio, en 2 muestreos	7.1 14.3
<b>Cadmio total</b>	OCLSP3793M1	2.82	Diciembre de 2012	7.1
<b>Cromo total</b>	OCLSP3807M1	0.35	Octubre de 2018	7.1
	OCLSP3846	0.9	Noviembre de 2012	7.1
<b>Mercurio total</b>	11	de 0.1 a 2.5	En 7 sitios, en 1 muestreos En 4 sitios, en 2 muestreo	7.1 14.3
<b>Plomo total</b>	OCLSP3796M1	1.11	Agosto de 2017	7.1
	OCLSP3797M1	13.34	Agosto de 2017	7.1

Por último, se observa que los 11 sitios que rebasan el criterio para **mercurio total** se ubican del centro al oeste del lago, mientras que para el **arsénico total** los 14 sitios en los que se rebasa el criterio están distribuidos en todo el lago.

### **Río Lerma, Grande de Santiago y La Pasión**

En la **tabla 14** se presentan los metales y los resultados que rebasan los LMP por la NOM-127, en los ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión.

En el caso del **río Lerma**, en el **sitio DLMIC1587**, el **plomo total** rebasa el criterio (0.01 mg/L) en dos muestreos, 0.28 y 1.29 veces; así mismo, el **mercurio total** rebasa el criterio (0.001 mg/L) en seis de los muestreos, entre 0.4 y 2.9 veces. En el **sitio Maltaraña** se rebasa el criterio para **plomo total** (0.01 mg/L) en 3 de los muestreos, entre 0.31 y 0.66 veces; así mismo, el **arsénico total** rebasa el criterio (0.025 mg/L) en uno de los muestreos, 0.64 veces.

En el **río La Pasión** se rebasa el criterio para **mercurio total** (0.001 mg/L) en dos muestreos, 1.77 y 7.57 veces.

En el **río Grande de Santiago** rebasan el criterio el **plomo total** (0.01 mg/L) en cuatro muestreos, entre 0.28 y 2.01 veces; el **mercurio total** (0.001 mg/L) en dos muestreos, 0.81 y 1.5 veces; el **cromo total** (0.05 mg/L) en un muestreo, 0.34 veces; y para el **arsénico total** rebasa el criterio (0.025 mg/L) en uno de los muestreos, 0.41 veces.

**Tabla 14. Metales que rebasan los LMP de la NOM-127 en los ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión.**

Clave del sitio	Nombre del sitio	Fecha de Muestreo	Resultado	Parámetro	LMP-NOM-127	Veces que Rebasa LMP NOM-127
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	03/07/2015	0.0229	Plomo total	0.01	1.29
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	12/07/2016	0.0128	Plomo total	0.01	0.28
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	18/04/2013	0.0018	Mercurio total	0.001	0.80
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	23/09/2013	0.0025	Mercurio total	0.001	1.50
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	11/07/2014	0.0014	Mercurio total	0.001	0.40
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	09/08/2014	0.0039	Mercurio total	0.001	2.90
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	03/07/2015	0.0015	Mercurio total	0.001	0.51
DLMIC1587	RH12-5 LERMA	19/02/2016	0.0015	Mercurio total	0.001	0.54
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	19/08/2013	0.0161	Plomo total	0.01	0.61
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	17/07/2014	0.0166	Plomo total	0.01	0.66
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	26/02/2015	0.0131	Plomo total	0.01	0.31
OCLSP3808M1	RIO LERMA EN MALTARAÑA	15/06/2017	0.0410	Arsénico total	0.025	0.64
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	09/03/2015	0.0086	Mercurio total	0.001	7.57
OCLSP3821M1	RIO LA PASION EN TIZAPAN EL ALTO	26/11/2015	0.0028	Mercurio total	0.001	1.77
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	19/08/2013	0.0128	Plomo total	0.01	0.28
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	26/02/2015	0.0216	Plomo total	0.01	1.16
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	27/07/2017	0.0171	Plomo total	0.01	0.71
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	09/10/2018	0.0301	Plomo total	0.01	2.01
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	23/09/2013	0.0025	Mercurio total	0.001	1.50
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	01/05/2014	0.0018	Mercurio total	0.001	0.81
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	27/07/2017	0.067	Cromo total	0.05	0.34
OCLSP3833M1	RIO SANTIAGO EN CUITZEO	03/06/2013	0.0353	Arsénico total	0.025	0.41

Al considerar el grado en que se rebasan los LMP de la NOM-127 y la frecuencia en que se hacen, se tiene lo siguiente (**ver tabla 15**):

En el río **Lerma** el **mercurio total** rebasa el LMP por la NOM-127 con una frecuencia significativa. Ahora bien, tanto el **mercurio total** como el **plomo total** llegan a rebasar en grado significativo el LMP.

En el río **Grande de Santiago** se rebasa el criterio para el mayor número de metales (plomo total, mercurio total, cromo total y arsénico total). Por otra parte, el plomo total rebasa el LMP con una frecuencia significativa.

El **plomo total** y **mercurio total** son los metales que rebasan con mayor frecuencia el LMP en los tres ríos, pero es mayor en el río **La Pasión** para el **mercurio total**.

Para el **cromo total** y **arsénico total** no se observa significancia en la proporción y frecuencia en que se rebasan los LMP.

Los resultados del diagnóstico de la calidad del agua con respecto a la NOM-127-SSA1-200, permiten determinar que el lago de Chapala y los ríos Lerma y La Pasión, manifiestan un impacto por metales en el lago, principalmente **arsénico total** y **mercurio total**, por parte de ambos ríos, siendo este tan alto que dichos metales se registran a la salida del lago, en el río Grande de Santiago.

**Tabla 15. Grado y frecuencia con que se rebasan los LMP de la NOM-127 en los ríos Lerma, Grande de Santiago y La Pasión**

Río	Sitio	Metal	Veces que se rebasa el LMP NOM-127	Muestras en que se rebasa	% de Muestras en que se rebasa el LMP NOM-127
Lerma	DLMIC1587	Plomo total	0.28 1.29	Jul 2016 Jul 2015	5.2
		Mercurio total	de 0.4 a 2.9	6	16
	OCLSP3808M1	Plomo total	0.31 0.61 0.66	Febrero 2015 Agosto 2013 Julio 2014	8
		Arsénico total	0.64	Junio 2017	2.7
La Pasión	OCLSP3821M1	Mercurio total	1.77 7.57	Noviembre 2015 Marzo 2015	5.7
Grande de Santiago	OCLSP3833M1	Plomo total	de 0.28 a 2.01	4	10.5
		Mercurio total	de 0.81 a 1.5	2	5.3
		Cromo total	0.34	Julio 2017	2.6
		Arsénico total	0.41	Junio 2013	2.6

## 4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

La RNMCA monitorea actualmente siete pozos en los municipios colindantes con el lago de Chapala (ver tabla 16).

Tabla 16. Pozos monitoreados por la RNMCA en municipios ribereños al lago de Chapala.

No.	CLAVE	NOMBRE DEL SITIO	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD
1	OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	JOCOTEPEC	20.28585	-103.42982
2	OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	JOCOTEPEC	20.28941	-103.34730
3	OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	CHAPALA	20.29178	-103.20303
4	OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	PONCITLAN	20.33570	-103.02186
5	OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	OCOTLAN	20.35930	-102.77900
6	OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	PONCITLAN	20.31867	-102.95044
7	OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	PONCITLAN	20.31019	-102.91683

Figura 2. Ubicación de los pozos monitoreados por la RNMCA.



### Diagnóstico de calidad del agua de los pozos

El diagnóstico de calidad del agua de los pozos se lleva a cabo con la información generada por la RNMCA en el periodo 2012-2018, y considerando los Indicadores de Calidad del Agua de la CONAGUA para aguas subterráneas, los Criterios de Calidad del Agua, para el uso de fuente de abastecimiento de agua potable, y la norma oficial mexicana para agua potable (NOM-127-SSA1-2000). Es importante mencionar que para el periodo 2012-2018 los pozos han sido monitoreados con una frecuencia, desde uno y hasta ocho muestreos.

### Indicadores de calidad del agua

En las tablas 17a, 17b, 17c, 17d, 17e y 17f se presentan los resultados de la evaluación de los indicadores de calidad del agua, correspondiente al periodo 2012-2018.

De acuerdo con los indicadores, el agua de los pozos presenta alta alcalinidad; con respecto a sólidos disueltos totales el agua es apta para su uso como agua potable; Los fluoruros presentan concentración de baja, media y óptima. En el caso de la dureza total esta se encuentra entre dura, suave y moderadamente suave. Para **coliformes fecales** resulta Excelente en seis de los pozos y uno como buena calidad (Chalpicote, OCLSP5506).

Para los indicadores de nitratos, cadmio total, cromo total, mercurio total y plomo total, la calidad del agua se califica como Excelente para agua potable.

Para los indicadores de manganeso total y fierro total la calidad del agua de seis de los siete pozos se califica como Excelente para agua potable y sólo uno presenta problemas con ambos metales.

**Tabla 17a. Diagnóstico de la calidad del agua con los ICA, de los pozos ribereños al lago de Chapala.**

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	Conductividad eléctrica, mS/cm	Calidad, Conductividad eléctrica	Sólidos disueltos totales, mg/L	Calidad, Sólidos disueltos totales, Riego Agrícola	Calidad, Sólidos disueltos totales, Salinización
DLMIC5346	POZO PASO DE HIDALGO	1395	Permisible para riego	950	Cultivos sensibles	Potable - Dulce
OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	485	Buena para riego	283	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	701	Buena para riego	476	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	810	Permisible para riego	543.8	Cultivos sensibles	Potable - Dulce
OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	331	Buena para riego	266	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	638	Buena para riego	441	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	541	Buena para riego	260	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	609	Buena para riego	400	Excelente para riego	Potable - Dulce



**Tabla 17.b. Diagnóstico de la calidad del agua con los ICA, de los pozos ribereños al lago de Chapala.**

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	Conductividad eléctrica, mS/cm	Calidad, Conductividad eléctrica	Sólidos disueltos totales, mg/L	Sólidos disueltos totales, mg/L	Calidad, Sólidos disueltos totales, Riego Agrícola	Calidad, Sólidos disueltos totales, Salinización
OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	485	Buena para riego	277.8	283	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	701	Buena para riego	288.1	476	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	810	Permisible para riego	470.1	544	Cultivos sensibles	Potable - Dulce
OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	331	Buena para riego	220.8	266	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	638	Buena para riego		441	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	541	Buena para riego		260	Excelente para riego	Potable - Dulce
OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	609	Buena para riego	369.9	400	Excelente para riego	Potable - Dulce

**Tabla 17c. Diagnóstico de la calidad del agua con los ICA, de los pozos ribereños al lago de Chapala.**

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	Alcalinidad, mg/L	Calidad, Alcalinidad	Dureza, mg/L	Calidad, Dureza	Fluoruros, mg/L	Calidad, Fluoruros
OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	207.7	Alta	143.2	Potable - Dura	<0.2	Baja
OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	287.2	Alta	282.5	Potable - Dura	0.329	Baja
OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	298.7	Alta	<20	Potable - Suave	0.667	Media
OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	168.4	Alta	26.3	Potable - Suave	0.572	Media
OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	227.0	Alta	<20	Potable - Suave	1.432	Potable - Optima
OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	191.0	Alta	92.8	Potable - Moderadamente suave	0.264	Baja
OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	302.8	Alta	158.3	Potable - Dura	0.394	Baja

**Tabla 17d. Diagnóstico de la calidad del agua con los ICA, de los pozos ribereños al lago de Chapala.**

NOMBRE DEL SITIO SITIO	Coliformes fecales, NMP/100_mL	Calidad, Coliformes fecales	N-Nitratos, mg/L	Calidad, N- Nitratos	Fierro total, mg/L	Calidad, Fierro total
POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	<1.1	Potable - Excelente	0.367	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente
POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	<1.1	Potable - Excelente	0.188	Potable - Excelente	0.687	Sin efectos en la salud - Puede dar color al agua
POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	<1.1	Potable - Excelente	0.112	Potable - Excelente	0.090	Potable - Excelente
POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	<1.1	Potable - Excelente	0.110	Potable - Excelente	0.122	Potable - Excelente
SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	<1.1	Potable - Excelente	0.355	Potable - Excelente	<0.025	Potable - Excelente
CHALPICOTE POZO	10	Buena calidad	<0.02	Potable - Excelente	0.072	Potable - Excelente
POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	<1.1	Potable - Excelente	0.023	Potable - Excelente	0.128	Potable - Excelente

**Tabla 17e. Diagnóstico de la calidad del agua con los ICA, de los pozos ribereños al lago de Chapala.**

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO	Arsénico total, mg/L	Calidad, Arsénico total	Cadmio total, mg/L	Calidad, Cadmio total	Cromo total, mg/L	Calidad, Cromo total
OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente
OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente
OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente
OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente
OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente
OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	<0.01	Potable - Excelente	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente
OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	0.014975	Apta como FAAP	<0.003	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente

**Tabla 17f. Diagnóstico de la calidad del agua con los ICA, de los pozos ribereños al lago de Chapala.**

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO	Mercurio total, mg/L	Calidad, Mercurio total	Plomo total, mg/L	Calidad, Plomo total	Manganeso total, mg/L	Calidad, Manganeso total
OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	<0.0005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.028	Potable - Excelente
OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	<0.0005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.372	Sin efectos en la salud - Puede dar color al agua
OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	<0.0005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.012	Potable - Excelente
OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	<0.0005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.037	Potable - Excelente
OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	<0.0005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.019	Potable - Excelente
OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	<0.0005	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.106	Potable - Excelente
OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	0.00055	Potable - Excelente	<0.005	Potable - Excelente	0.051	Potable - Excelente

### Criterios de Calidad del Agua y Norma Oficial Mexicana de Agua Potable

El diagnóstico de la calidad del agua de los pozos con respecto a los Criterios de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89), para el uso de Fuente de Abastecimiento de Agua Potable, y la Norma Oficial Mexicana para agua potable (NOM-127-SSA1-2000), muestran que de los ocho metales evaluados (arsénico, cadmio, cromo, fierro, mercurio, manganeso, plomo y zinc, en su forma total) solo el fierro total y manganeso total rebasan los valores establecidos como límite permisible en los CCA y la NOM-127, y sólo el pozo 3CH. 223. SIMAPA, San Juan Cosala. En este pozo se rebasan los límites, de ambos metales, en los ocho monitoreos realizados (**ver tabla 18**).

En el **pozo 3CH. 223. SIMAPA, San Juan Cosala** el **fierro total** presenta valores entre 0.477 mg/L y 1.033 mg/L, rebasando el LMP (0.3 mg/L) tanto de los criterios como de la norma, entre 0.59 y 2.44 veces. El **manganeso total** presenta valores entre 0.316 mg/L y 0.439 mg/L, rebasando el LMP (0.15 mg/L) establecido en la norma, entre 1.1 y 1.9 veces; mientras que el LMP (0.1 mg/L) establecido por los CCA, es rebasado entre 2.16 y 3.39 veces.

Especialmente en el **pozo HIST.6-18 Mezcala de la Asunción**, sólo en uno de los siete muestreos realizados, se presenta una concentración de fierro total de 0.452 mg/L, la cual rebasa el valor límite permisible (0.3 mg/L) establecido por los CCA y la NOM-127, en 0.51 veces. Por su parte, en el **pozo Unidad Deportiva Ocotlan**, sólo en uno de los ocho muestreos realizados, se presenta una concentración de mercurio total de 0.00187 mg/L, la cual rebasa el valor límite permisible (0.001 mg/L) establecido por los CCA y la NOM-127, en 0.87 veces.

Se observa que las concentraciones de **manganeso total** y **fierro total**, llegan a rebasar de forma significativa el LMP por los CCA y la NOM-127, pero aun así estos no representan un peligro para la salud de la población que consume las aguas de este pozo.

**Tabla 18. Resultados de los metales medidos en los pozos ribereños al lago de Chapala.**

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	FECHA	Arsénico total	Cadmio total	Cromo total	Hierro total	Mercurio total	Manganeso total	Plomo total	Zinc total
OCLSP3782	POZO 4 CH-103. JOCOTEPEC	13/12/2012	LDM			LDM		0.028		
		27/06/2013	LDM	LDM	LDM	0.035	LDM	0.032	LDM	0.0046
		03/06/2014	0.0100	LDM	LDM	0.016	0.00035	0.032	LDM	LDM
		22/05/2015	0.0098	LDM	LDM	0.029	LDM	0.027	LDM	0.0120
		12/08/2016	0.0056	0.0003	LDM	0.011	LDM	0.027	0.0043	0.0035
		06/08/2017	LDM	LDM	LDM	LDM	LDM	0.026	LDM	LDM
		14/02/2018	LDM	LDM	LDM	0.008	LDM	0.024	LDM	0.0046
		12/12/2018	0.0174	LDM	LDM	0.013	LDM	0.027	LDM	0.0053
OCLSP3785	POZO 3 CH-223. SIMAPA. SAN JUAN COSALA	13/12/2012	LDM			0.509		0.423		
		27/06/2013	LDM	LDM	LDM	0.671	LDM	0.354	LDM	LDM
		10/04/2014	LDM	LDM	LDM	0.520	0.00068	0.316	LDM	0.001
		22/05/2015	LDM	LDM	LDM	0.477	5.10E-05	0.327	LDM	0.02
		12/08/2016	LDM	LDM	LDM	0.660	LDM	0.355	LDM	0.004
		31/10/2017	LDM	LDM	LDM	1.033	LDM	0.416	LDM	0.007
		14/02/2018	LDM	LDM	LDM	0.780	LDM	0.349	LDM	0.013
				13/12/2018	LDM	LDM	LDM	0.847	LDM	0.439
OCLSP3792	POZO 2 CH-37. CHAPALA (HOTEL MONTECARLO)	13/11/2012	0.0060	LDM	LDM	LDM	LDM	LDM	LDM	LDM
		17/03/2013	LDM			0.143		0.010		
		12/11/2014	LDM	LDM	LDM	0.147	LDM	0.019	LDM	LDM
		20/07/2015	LDM	LDM	LDM	0.078	LDM	0.008	LDM	0.028
		07/03/2016	LDM	LDM	LDM	0.056	LDM	0.012	LDM	0.0120
		06/08/2017	LDM	LDM	LDM	0.019	0.00012	0.009	LDM	LDM
		14/02/2018	LDM	LDM	LDM	0.012	LDM	0.007	LDM	LDM
		12/12/2018	LDM	LDM	LDM	0.254	LDM	0.034		0.0612
OCLSP3799	POZO HIST. 6-18. MEZCALA DE LA AZUNCION	11/03/2013				0.075	LDM	0.016		
		14/06/2014	LDM	LDM	LDM	0.452	LDM	LDM	LDM	LDM
		29/10/2015	LDM	LDM	LDM	0.096	LDM	0.045	LDM	0.013
		07/03/2016	LDM	LDM	LDM	0.063	LDM	0.048	LDM	0.0070
		31/08/2017	LDM	LDM	LDM	0.041	LDM	0.046	LDM	LDM
		16/02/2018	LDM	LDM	LDM	0.060	LDM	0.046	LDM	0.007
		26/10/2018	LDM	LDM	LDM	0.069	LDM	0.060	LDM	LDM
OCLSP3828	POZO UNIDAD DEPORTIVA OCOTLAN	15/11/2012	0.0220	LDM	LDM	0.103	LDM	LDM	LDM	LDM
		11/03/2013	0.0050	LDM	LDM	0.055		0.064	LDM	0.0950
		14/06/2014	0.0051	LDM	LDM	LDM	0.0007	LDM	LDM	LDM
		13/07/2015	0.0126	LDM	LDM	0.195	LDM	0.052	LDM	0.006
		10/03/2016	0.0173	LDM	0.0089	0.171	LDM	0.070	LDM	0.014
		09/10/2017	0.0161	LDM	LDM	0.178	LDM	0.077	LDM	0.017
		16/02/2018	0.0188	LDM	LDM	0.138	0.00187	0.065	LDM	LDM
		26/10/2018	0.0229	LDM	LDM	0.169	LDM	0.082	LDM	LDM
OCLSP5505	SAN PEDRO ITZICAN POZO NO. 2	16/02/2018	LDM	LDM	LDM	0.008	LDM	0.014	LDM	0.004
OCLSP5506	CHALPICOTE POZO	26/10/2018	LDM	LDM	LDM	0.012	LDM	0.024	LDM	0.0070
		16/02/2018	LDM	LDM	LDM	0.072	LDM	0.106	LDM	0.008
		<b>Mínimo:</b>	0.0050	0.0003	0.0019	0.008	0.000051	0.00740	0.0043	0.001
		<b>Máximo:</b>	0.0229	0.0003	0.00890	1.0330	0.001870	0.78681	0.0043	0.0950
		<b>Mediana:</b>	0.0113	0.0003	0.0054	0.1204	0.000515	0.04705	0.0043	0.009
		<b>No. Datos:</b>	45	42	42	46	42	46	41	42
		<b>NOM-127:</b>	0.025	0.005	0.05	0.3	0.001	0.15	0.01	5
		<b>CCA-FAAP:</b>	0.05	0.01		0.3	0.001	0.1	0.05	5

## 5. CONCLUSIONES

Del diagnóstico de la calidad del agua del lago de Chapala, con base en los indicadores de calidad del agua de la CONAGUA, resultó que esta presenta problemas de contaminación microbiológica y en siete sitios el agua resulta moderadamente tóxica para la prueba con *V. fischeri*.

En cuanto al diagnóstico para metales con respecto a los criterios de calidad del agua (CE-CCA-001/89) y la norma NOM-127-SSA1-2000, se observa que el lago presenta algunos de los metales medidos por la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua, principalmente de **níquel total**, **arsénico total** y **mercurio total**, los cuales han rebasado, en uno o dos de los muestreos realizados, los valores límites establecidos por dicha normatividad.

La frecuencia con que el níquel total, arsénico total y mercurio total rebasan los LMP establecidos en los CCA y la NOM-127, es menor al 10% en la mayoría de los sitios; así mismo, la mayoría de los resultados que rebasan los CCA y LMP de la NOM-127, lo hacen en menos de 0.5 veces el valor de éstos.

Los valores de la frecuencia y grado en que se rebasan los CCA y los LMP de la NOM-127 para dichos metales, en el lago de Chapala, se consideran bajos, por lo que esta condición no permite determinar que el agua del lago este afectando la salud de la población que la utiliza como fuente de abastecimiento.

Es evidente que el lago presenta un alto grado de impacto, ya que se registran a su salida (en el río Grande de Santiago), altos niveles de los contaminantes que ingresan por sus afluentes el río Lerma y La Pasión.

La condición en la calidad del agua del lago de Chapala permite determinar que para aprovechar sus aguas como fuente de abastecimiento de agua potable, estas deben ser potabilizadas previamente a su distribución para el consumo humano, considerando para ello las condiciones de calidad que presenta el lago y conforme a lo establecido en la NOM-127-SSA1-2000.

Para las aguas subterráneas, se tiene que los pozos evaluados muestran que sus aguas cumplen con la calidad requerida para el consumo humano, de acuerdo con la normativa nacional, en cuanto a los parámetros químicos inorgánicos y los metales evaluados.

Las descargas de aguas residuales (2) y (7) son las únicas que presentan problemas, en algunos de sus resultados, para los parámetros microbiológicos y nutrientes, principalmente. Esta condición permite deducir que dichas descargas, en el caso de verter sus aguas al lago de Chapala, estas no producirían un impacto significativo en la calidad del agua del lago.

Por último, en cuanto a la infraestructura de saneamiento, de acuerdo a los registros en los inventarios nacionales, no hay plantas potabilizadoras en operación en los municipios aledaños al lago de Chapala; asimismo se tienen registradas 15 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, las cuales suman un caudal tratado de 593 L/s, y de ellos 293 L/s son descargados al lago.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ CONAGUA-SGT. 2012-2018. Datos de calidad del agua obtenidos por la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua.
- ✓ CONAGUA-SGT. 2018. Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales.
- ✓ CONAGUA-SGT. 2018. Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales.
- ✓ CONAGUA-SGT. 2018. Inventario Nacional de Plantas potabilizadoras.
- ✓ SEMARNAT-CONAGUA. 2018. Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales.
- ✓ SEMARNAT-CONAGUA. 1996. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- ✓ SEDUE. 1989. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001/89). DOF, 13 de diciembre de 1989.
- ✓ CONAGUA-SGT. 2000. Indicadores de Calidad del Agua. Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas.
- ✓ Secretaría de Salud. 2000. MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- ✓ SIRALAB. 2019. Datos de calidad del agua de descargas de aguas residuales que vierten a bienes nacionales reportados por laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación y aprobados por la CONAGUA, para realizar pruebas de calidad del agua.