



**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<br>Proceso: Filtros a presión con adición de productos químicos. | Presa "Las Cebollas"<br>Proceso Convencional<br>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.

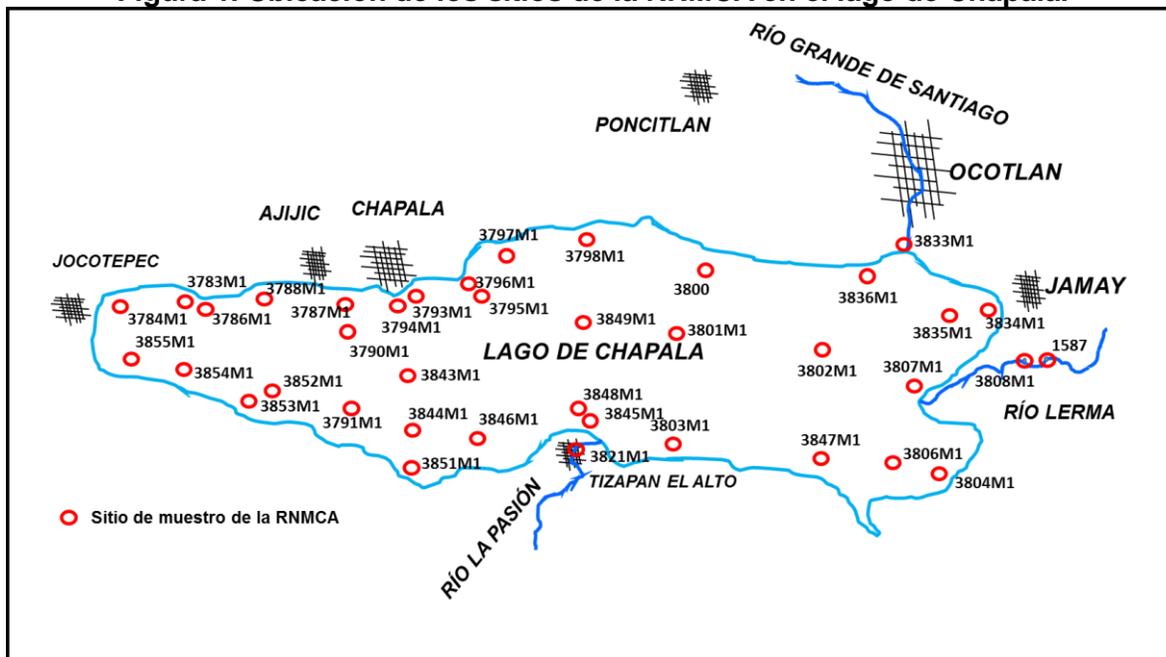
### 4.1. AGUAS SUPERFICIALES

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<br>T | CALIDAD_TOX_FIS_SUP_1<br>5 | TOX FIS_FON_15_U<br>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 muestreos 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 muestreo 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 muestreos 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<br>En 1 sitio, en 2 muestreos | 7.1<br>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<br>En 4 sitios, en 2 muestreo  | 7.1<br>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<br>1.29                       | Jul 2016<br>Jul 2015                      | 5.2   |
|                    |             | Mercurio total | de 0.4 a 2.9                       | 6   | 16  |
|                    | OCLSP3808M1 | Plomo total    | 0.31<br>0.61<br>0.66               | Febrero 2015<br>Agosto 2013<br>Julio 2014 | 8   |
|                    |             | Arsénico total | 0.64                               | Junio 2017                                | 2.7   |
| La Pasión          | OCLSP3821M1 | Mercurio total | 1.77<br>7.57                       | Noviembre 2015<br>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<br>SITIO                      | Coliformes fecales,<br>NMP/100_mL | Calidad,<br>Coliformes<br>fecales | N-Nitratos,<br>mg/L | Calidad, N-<br>Nitratos | Fierro total,<br>mg/L | Calidad, Fierro total                                   |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| POZO 4 CH-103.<br>JOCOTEPEC                    | <1.1                              | Potable -<br>Excelente            | 0.367               | Potable -<br>Excelente  | <0.025                | Potable - Excelente                                     |
| POZO 3 CH-223.<br>SIMAPA. SAN JUAN<br>COSALA   | <1.1                              | Potable -<br>Excelente            | 0.188               | Potable -<br>Excelente  | 0.687                 | Sin efectos en la salud<br>- Puede dar color al<br>agua |
| POZO 2 CH-37.<br>CHAPALA (HOTEL<br>MONTECARLO) | <1.1                              | Potable -<br>Excelente            | 0.112               | Potable -<br>Excelente  | 0.090                 | Potable - Excelente                                     |
| POZO HIST. 6-18.<br>MEZCALA DE LA<br>AZUNCION  | <1.1                              | Potable -<br>Excelente            | 0.110               | Potable -<br>Excelente  | 0.122                 | Potable - Excelente                                     |
| SAN PEDRO ITZICAN<br>POZO NO. 2                | <1.1                              | Potable -<br>Excelente            | 0.355               | Potable -<br>Excelente  | <0.025                | Potable - Excelente                                     |
| CHALPICOTE POZO                                | 10                                | Buena calidad                     | <0.02               | Potable -<br>Excelente  | 0.072                 | Potable - Excelente                                     |
| POZO UNIDAD<br>DEPORTIVA<br>OCOTLAN            | <1.1                              | Potable -<br>Excelente            | 0.023               | Potable -<br>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<br>SITIO | NOMBRE DEL SITIO<br>DE MUESTREO                | Arsénico<br>total, mg/L | Calidad, Arsénico<br>total | Cadmio<br>total, mg/L | Calidad, Cadmio<br>total | Cromo total,<br>mg/L | Calidad, Cromo<br>total |
|--------------------|--|-------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| OCLSP3782          | POZO 4 CH-103.<br>JOCOTEPEC                    | <0.01                   | Potable -<br>Excelente     | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>Excelente  |
| OCLSP3785          | POZO 3 CH-223.<br>SIMAPA. SAN JUAN<br>COSALA   | <0.01                   | Potable -<br>Excelente     | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>Excelente  |
| OCLSP3792          | POZO 2 CH-37.<br>CHAPALA (HOTEL<br>MONTECARLO) | <0.01                   | Potable -<br>Excelente     | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>Excelente  |
| OCLSP3799          | POZO HIST. 6-18.<br>MEZCALA DE LA<br>AZUNCION  | <0.01                   | Potable -<br>Excelente     | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>Excelente  |
| OCLSP5505          | SAN PEDRO ITZICAN<br>POZO NO. 2                | <0.01                   | Potable -<br>Excelente     | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>Excelente  |
| OCLSP5506          | CHALPICOTE POZO                                | <0.01                   | Potable -<br>Excelente     | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>Excelente  |
| OCLSP3828          | POZO UNIDAD<br>DEPORTIVA<br>OCOTLAN            | 0.014975                | Apta como FAAP             | <0.003                | Potable -<br>Excelente   | <0.005               | Potable -<br>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           | LDM         | 0.004      |
| 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      |
|                   |  | 26/10/2018 | LDM            | LDM          | LDM         | 0.012        | LDM            | 0.024           | LDM         | 0.0070     |
| OCLSP5506         | CHALPICOTE POZO                          | 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.