

### 3. ZONA DE ESTUDIO

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

El Lago de Chapala se encuentra entre las coordenadas  $102^{\circ} 42' 30''$  -  $103^{\circ} 25' 30''$  longitud oeste y  $20^{\circ} 6' 36''$  -  $20^{\circ} 18' 00''$  latitud norte, ver Figura 3.1 (Centrogeo, 2011). Está localizado al oeste de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), dentro del Rift Citala (Zárate-del Valle & Simoneit, 2005). El lago de Chapala es el vaso receptor natural más grande de la República Mexicana y el tercero en Latinoamérica, tiene una longitud y ancho máximos de 77.1 y 22 Km respectivamente. Sus principales afluentes son el Río Lerma, La Pasión y Zula. El Lago de Chapala se localiza en la zona hidrológica Lerma-Chapala que a su vez se incluye en región geohidrológica Lerma-Santiago-Pacífico No. 12 (DOF, 2006)

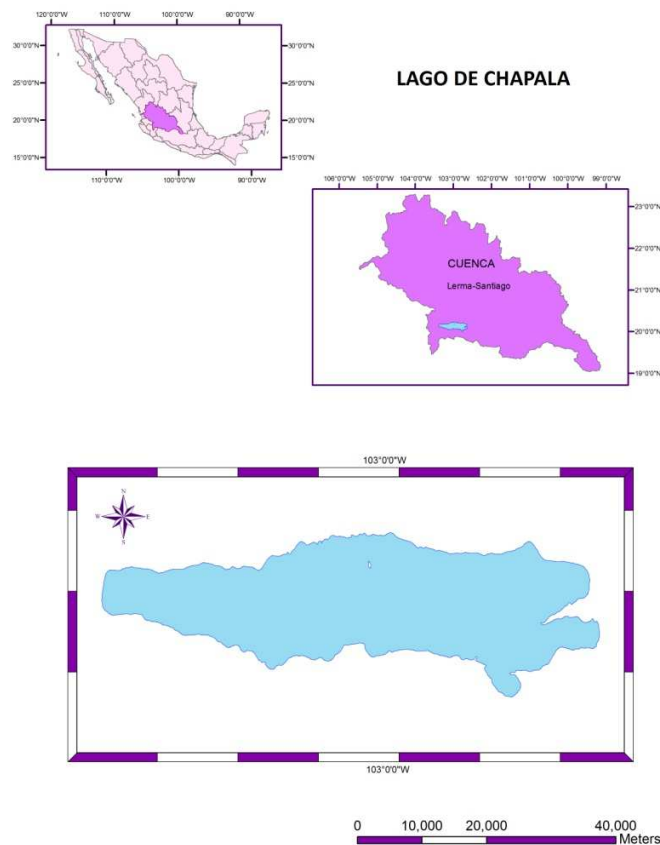


Figura 3.1 Localización del Lago de Chapala

La cuenca Lerma-Chapala se encuentra ubicada en el centro del país, comprendiendo parte de los estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, incluyendo las cuencas cerradas de Cuitzeo y Pátzcuaro, con una superficie total de 51,887 Km<sup>2</sup>. La zona hidrológica Lerma-Chapala se encuentra limitada al Norte y Oeste por la zona hidrológica del río Santiago, perteneciente a la misma Región Hidrológica No. 12, al Sur por la Región Hidrológica número 18, al Este y Noreste por la Región Hidrológica No. 26. Geográficamente está comprendida entre los paralelos 19°03' y 21°32' de la latitud norte y los meridianos 99°18' y 103°46' de longitud oeste (DOF, 2006).

### 3.2 CLIMA

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por García, E. (García, 1988) para la cuenca Lerma-Chapala el clima dominante es C ( $\omega_0$ ) que corresponde a un clima sub-tropical, en el rango de sub-húmedo a árido.

Filonov et al. (1998), indican que los procesos climáticos en la región del Lago de Chapala son complejos. La precipitación promedio en la cuenca es de alrededor de 735mm por año y varía de 300 mm en años de sequía a 1200 mm en años húmedos. La variabilidad de las precipitaciones anuales causa importantes fluctuaciones temporales en el nivel del agua, área y volumen del lago. El ciclo de lluvias controlan las actividades de agricultura en la cuenca. La precipitación media anual en la zona hidrológica Rio Lerma-Chapala es de 771 mm (promedio en el periodo 1940-2001). El rango de evaporación de superficie es de alrededor de 1400 a 1600 mm por año que representan casi el doble del promedio de precipitaciones. (Aparicio, 2001). Los procesos dinámicos de viento y brisa se llevan a cabo como resultado de la diferencia de temperaturas entre la superficie del agua y la tierra circundante con poca cobertura, que durante el día se mantiene muy caliente mientras que por las noches es frío lo que causa la circulación de la brisa. La velocidad del viento llega a ser de 8-10 m/s y tiende a aumentar la evaporación de la superficie del lago.

### 3.3 GEOLOGIA GENERAL DEL OESTE DE MEXICO

La Faja Volcánica Transmexicana (FVT) es un arco continental complejo que se extiende desde el Volcán del pleistoceno San Juan al oeste, hasta el Volcán El Chichón al este de la República Mexicana. Una generalizada e intensa actividad volcánica y tectónica a finales del Cenozoico en el centro de México produjo numerosos bajos tectónicos y lagos de cráter. Varias de estas depresiones han sido ocupadas por lagos, este es el caso del Lago de Chapala que llena

parcialmente una cuenca de aproximadamente 115 Km de longitud y 37 Km de ancho con dirección E-W.

El lago de Chapala ocupa dos terceras partes de la depresión topográfica. Sedimentos lacustres y pluviales intercalados con unidades volcánicas, se han depositado en el graben Chapala que funcionan como registros históricos paleoambientales, volcánicos y tectónicos del Centro y Oeste de México. (Rosas-Elguera et al., 1997) .

La cuenca del lago de Chapala tiene establecida la misma tendencia E-W que el Rift Citala, que forma la llamada unión continental triple (PTJ, así nombrado por Zarate & Simoinet, 2005) de Jalisco con los rifts Tepic-Zoacalco y Colima. El lago se favorece por los bloques inclinados y depresiones relacionadas a las características tectónicas de la PTJ que los rodean.

Los depósitos lacustres de la cuenca del Lago de Chapala y las depresiones tectónicas de Zoacalco y Colima tienen alrededor de 900 y 1000 m de espesor. Estos sedimentos se componen de conglomerados, arenisca, limonita, arcilla, y unidades de piroclastos y horizontes de diatomitas. La gran depresión plana cerca del afluente del Río Lerma es llamada “La Ciénega” fue considerada un pantano hasta 1905 cuando se construyó el dique que segrega el lago de La Ciénega y encauza al Río Lerma hacia el lago (Sandoval, 1994).

Las islas Los Alacranes y Mezcala se componen de basalto vesicular; en la isla Los Alacranes existe actividad hidrotermal ligada a un sistema de fracturas N20 ° /70 ° SW rellenas de calcita y cuarzo. El marco geodinámico en el que se encuentra inmerso el lago de Chapala se expone en la Figura 3.2

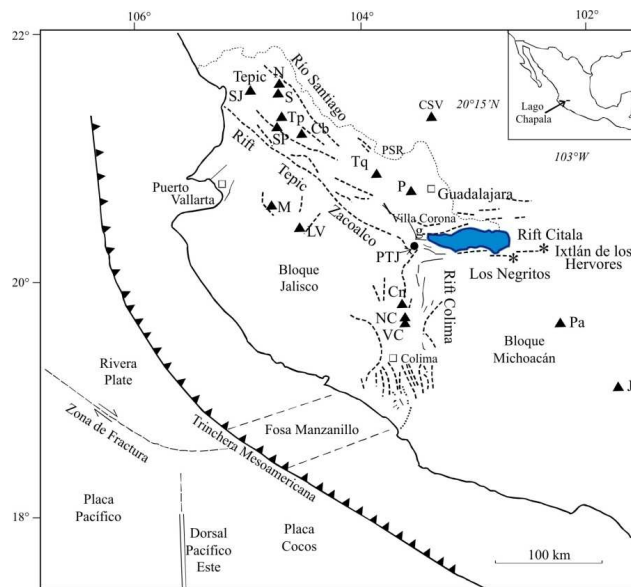


Figura 3.2 Marco geodinámico del occidente de México. Tomado de Zárata-del Valle & Simoinet, 2005

### 3.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL LAGO DE CHAPALA

#### 3.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS.

El balance hidrológico consiste principalmente de dos fuentes de entrada: el río Lerma y la precipitación directa. Las salidas actuales son: agua para uso doméstico de la Ciudad de Guadalajara y evaporación. El lago es alargado en la dirección Este-Oeste (eje principal del lago). Lo somero del lago y la extracción de agua hacen que los vientos que tienen direcciones preferenciales a lo largo de su eje generen grandes olas que provocan una mezcla completa de sus aguas.

La poca profundidad del cuerpo de agua es la principal característica que determina la función del ecosistema, ya que permite el aumento de turbidez inorgánica a través de la resuspensión de arcilla fina. Las arcillas suspendidas son los principales factores en determinar las funciones de las comunidades en el Lago. La transparencia del lago es raramente influenciada por las masas de algas. La parte Este del lago tiene una gran variabilidad en las propiedades ópticas debido al florecimiento del fitoplancton. La temperatura media anual del lago es de alrededor de 22 ° C, con un rango estacional de 21 ° C a 23 ° C (Lind & Dávalos, 2001).

#### 3.4.2 SEDIMENTOS EN EL LAGO DE CHAPALA

Zarate et al. (2001), describe los sedimentos en el lago de Chapala como una mezcla de: plagioclasas, cuarzo, arcillas y carbonatos. Los principales óxidos detectados son:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{CaO}$ . Los sedimentos someros están compuestos de algunos componentes orgánicos. Los minerales terrígenos dominan los sedimentos correspondientes al lago de Chapala. Los sedimentos someros (1.40 m) en el lago de Chapala son oscuros y limosos con granulometría media en el rango de 10-50 $\mu\text{m}$ . Además indica que los sedimentos representan una fuente importante de fósforo por el alto contenido de fósforo encontrado en núcleos obtenidos en los 90's.

### 3.5 FACTORES QUE MODIFICAN LA RESPUESTA ESPECTRAL DEL LAGO DE CHAPALA

La principal característica de la reflectancia espectral del agua es la absorción de energía en las longitudes de onda del IRC e IRM, por lo que la localización y delimitación de cuerpos de agua se realiza en estas longitudes de onda, sin embargo la interacción energía-materia en estas longitudes de onda es muy compleja ya que depende de diversos factores como la reflexión

especular o la interacción con la materia suspendida en el cuerpo de agua. La turbidez del agua cambia (debido a la presencia de materiales orgánicos e inorgánicos), provocando que la transmitancia y reflectancia se vean modificadas. Un cuerpo de agua que contiene grandes cantidades de sedimentos suspendidos (resultantes de la erosión del suelo y vertidos a lo largo de la cuenca de la cual forma parte ese cuerpo de agua) tiene alta reflectancia en el visible. Otro de los factores que modifican la reflectancia del agua es la presencia de clorofila contenida en el cuerpo de agua y que forma parte de su ecosistema.

El aumento en la concentración de vegetación detectada por pigmentos de clorofila tiende a disminuir la reflectancia en las longitudes de onda correspondientes al espectro visible, mientras que en la región del infrarrojo cercano (IRC) e infrarrojo medio (IRM) presentan una alta reflectancia.

Para el caso de vegetación acuática las características principales se encuentran en la región del rojo (0.6-0.69 $\mu$ m) que presenta una alta absorbancia y la región de IRC (0.7-1.3  $\mu$ m) donde la vegetación muestra una alta reflectancia. Los datos de reflectancia también son usados para determinar la presencia o ausencia de pigmentos de vegetación.

El lago es el vaso receptor de la cuenca Lerma-Chapala en cuya área se establece una fuerte actividad agrícola, industrial y poblacional recibe una gran cantidad de partículas suspendidas acarreadas a través del río Lerma lo que tiene por consecuencia una fuerte acumulación de sedimentos suspendidos que se traduce en una alta turbidez en el lago y por lo tanto en una alta reflectancia en términos espectrales.

### 3.6 DATOS GEOCIENTÍFICOS DISPONIBLES.

- c) Información de muestreo in situ de fósforo total (P-Tot.), realizado por el Centro de estudios limnológicos del Estado de Jalisco que se describe en la Tabla 3.1. Esta información se obtuvo de la Red Nacional de Monitoreo en la cuenca Chapala-Santiago-Pacífico a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Tabla 3.1. Información de Fósforo Total (P\_Tot g/l) obtenida de muestreo in situ del Centro de Estudios Limnológicos del Centro Estatal de Aguas de Jalisco.

ESTACION	X	Y	FECHA	P-Tot. mg/l	FECHA	P-Tot. mg/l
L_01	668015.808	2243253.62	07/05/2002	0.97	14/11/2002	0.75
L_02	669691.069	2238134.38	07/05/2002	1.19	14/11/2002	0.62
L_03	675859.311	2236689.09	07/05/2002	0.85	14/11/2002	1.13
L_04	683712.777	2235232.92	07/05/2002	1.00	14/11/2002	0.77
L_05	685632.553	2243003.54	07/05/2002	1.27	14/11/2002	0.72
L_06	683610.92	2242089.99			14/11/2002	1.11
L_07	677711.14	2242920.17	07/05/2002	0.68	14/11/2002	0.68
L_08	673097.934	2242842.51	07/05/2002	1.38	14/11/2002	0.54
L_10	691150.324	2245278.17	08/05/2002	0.65	15/11/2002	1.12
L_11	690127.966	2237977.87	08/05/2002	1.00	15/11/2002	1.74
L_12	690910.589	2232819.55	08/05/2002	1.16	15/11/2002	0.87
L_13	696049.792	2232876.87	08/05/2002	1.17	15/11/2002	0.99
L_14	702590.187	2234797.5	08/05/2002	0.72	15/11/2002	1.13
L_15	703686.337	2240346.71	08/05/2002	0.65	15/11/2002	0.91
L_16	701858.621	2247706.99	06/05/2002	1.18	13/11/2002	1.11
L_17	699218.009	2245215.7	06/05/2002	0.67	13/11/2002	0.49
L_20	714066.454	2246008.88	06/05/2002	1.55	13/11/2002	0.81
L_21	714135.12	2240473	06/05/2002	0.65	13/11/2002	0.91
L_22	719453.231	2233157.17	06/05/2002	0.98	13/11/2002	1.06
L_27	727994.541	2246187.48	06/05/2002	0.85	13/11/2002	1.12
L_28	721101.287	2240560.71	06/05/2002	0.83	13/11/2002	1.16

\*Nota: Sistema de referencia UTM. Datum WGS-84