

Servicio Geológico

Nacimiento y Desarrollo del río Lempa

Por: Walter Hernández,

Nacimiento y Desarrollo del río Lempa

Por: Walter Hernández
Geólogo

Introducción

El Río Lempa con vertiente al Océano Pacífico es el más largo de Centroamérica, su cuenca abarca tres países: Guatemala, Honduras y El Salvador. Nace entre las montañas volcánicas de las mesetas centrales de la región a una elevación aproximada de un mil 500 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el Departamento de Chiquimula en Guatemala, ingresando a El Salvador al noreste del Departamento de Chalatenango y desemboca en la planicie costera del Océano Pacífico, entre los Departamentos de San Vicente y Usulután. La elevación máxima es de 2 mil 805 msnm en las montañas de Honduras.

La cuenca trinacional del Río Lempa posee un área total de 17 mil 790 km² de los cuales, 10 mil 082 km² corresponden a El Salvador, 5 mil 251 km² a Honduras y 2 mil 457 km² a Guatemala. La longitud del cauce principal es de 422 Km de los cuales 360.2 Km. corren dentro de territorio salvadoreño.

En el presente documento se describen los eventos geológicos más importantes que ocurrieron antes y durante las primeras etapas del nacimiento y desarrollo del Río Lempa. Paralelamente se detalla aquellos eventos contemporáneos significativos y que están relacionados con el origen volcánico y tectónico de El Salvador. Para la escala del tiempo geológico se ha utilizado la Carta Estratigráfica Internacional publicada en 2004 por la Comisión Internacional de Estratigrafía.

- ***Hace 5 millones de años.***

Desarrollo de la Depresión Central. Las fuerzas que ejercían compresión por la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa del Caribe, produjo una deformación en la corteza continental que se tradujo en el surgimiento de una estructura anticlinal (de forma convexa) orientada este-oeste, donde se fueron desarrollando una serie de fallas con ese mismo rumbo y cuya parte central comenzó, gradualmente a hundirse, dando paso a la formación a una de las estructuras más importantes del país donde se ha establecido el cinturón de volcanes jóvenes. Esa estructura es el Graben Central o Depresión Central que empezó su formación entre el Plioceno Inferior y se extendió hasta Plioceno Medio (5-3 m.a.). En virtud de esta deformación la costa se levantó e hizo que el mar retrocediera (Figura 1).

La intensa actividad tectónica durante el Plioceno Inferior produjo fallamientos intensos en todo el país que se manifestó con la formación de áreas con bajos (grabens) y altos estructurales (horsts), al sur de la cadena volcánica antigua, y que están orientados de modo general Este-Oeste. Estas estructuras fueron determinantes en el desarrollo de las etapas previas a la formación del Río Lempa. El nacimiento del Río Lempa tuvo lugar a lo largo de varios procesos

que iniciaron con la existencia de dos lagos situados en la parte noroeste y norte de El Salvador, que se denominan Lago Metapán y Lago Lempa respectivamente (Figura 1).

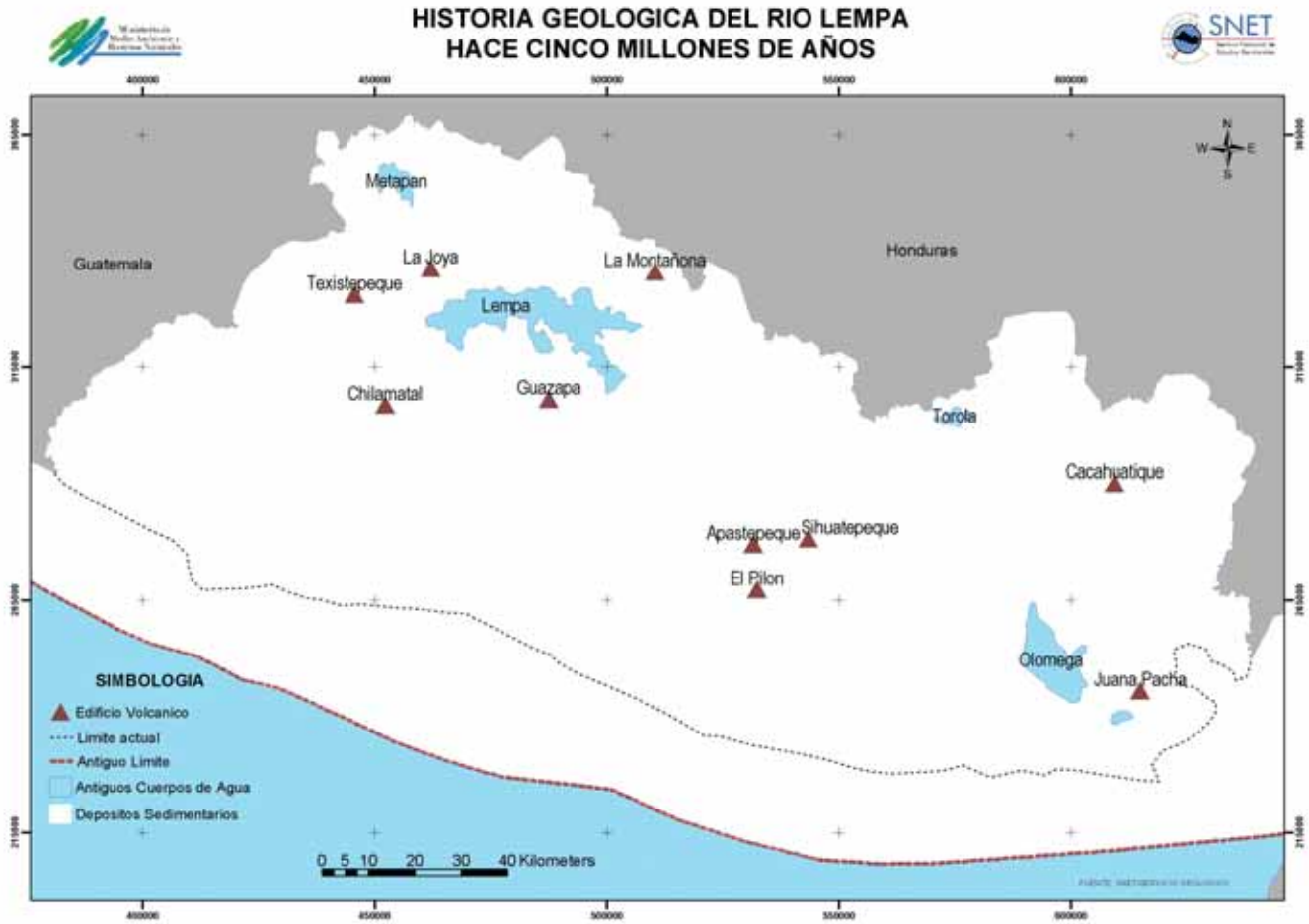


Figura 1. Surgimiento de los lagos, los primeros volcanes y posición de la antigua costa.

Volcanes antiguos de El Salvador. El establecimiento de líneas de debilidad tectónica en la corteza produjo un rejuvenecimiento del relieve, que generó condiciones más dinámicas a las corrientes de aguas y aumentó los procesos erosivos en las partes altas. Los procesos erosivos fueron a su vez incrementados por los depósitos piroclásticos (cenizas y lapilli) provenientes de las erupciones de los volcanes aún activos en esa época, existentes en el país tales como: La Montaña, La Joya, Cacahuatique, Guazapa, Siguapeque, Textistepeque y otros más cuyas deformaciones por la actividad tectónica, los procesos de meteorización y la erosión, hoy no permiten ser identificados (Figura 1 y 6). Además, fueron erosionados los materiales piroclásticos de los volcanes situados al sur de Honduras y que se depositaron en terreno salvadoreño. En la parte sur de las estructuras tectónica hundidas, se situaban los depósitos de materiales volcánicos nuevos procedentes del volcán Guazapa, Ilopango y otros.

- ***Hace 2, 000, 000 años***

Etapas previas al Río Lempa. En las depresiones del relieve inicia la formación de los lagos Metapán y Lempa, los cuales tenían sus propias e independientes redes de drenaje. El arrastre de sedimentos por los ríos que alimentaban a ambos lagos permitió la acumulación de esos sedimentos en el fondo de esas cuencas de sedimentación (Figura 1). El menor de esos lagos estaba situado en la cuenca de Metapán, en el noroeste del país y el otro, más al oriente, entre Chalatenango y Nueva Concepción el cual se conoce como Lago Lempa (Schmidt-Thomé, M.1975). El régimen alto de sedimentación en los lagos de Metapán y Lempa, hacía posible el arrastre de sedimentos gruesos y finos, los que depositaban cíclicamente conforme los períodos secos y de lluvias.

En la acumulación de los sedimentos en un lago también se incluyen restos de vegetales y la fauna existente en el lago. Los restos de la fauna y flora que se depositaron juntos con los sedimentos finos de un lago y que se logran preservar (fósiles), son de suma importancia para determinar la edad de formación y evolución de un lago. No se tienen reportes de existencia de fósiles del lago de la cuenca intramontana (ubicada entre montañas), tampoco se ha hecho una prospección paleontológica en las zonas de los antiguos Lagos Metapán y Lempa.

Sin embargo, los hallazgos recientes de fósiles en depósitos lacustrinos (sedimentos del lago) de una laguna que existió en el Río Torola, posicionada en una cuenca también intramontaña en la parte noreste de El Salvador, comparte condiciones algo similares a las del Lempa, y Metapán, y cuya edad podría asociarse a estos lagos. Se trata de los gasterópodos Planorbidae y Ampullaridae (Romero, M.R. y Aguilar, H.D. 2004) cuyas edades son del Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior (2.6 - 1.8 m.a.). Otro gasterópodo encontrado en el Torola es Platitaphyus Carolini (Romero, M.R. y Aguilar, H.D. 2004), cuya edad se ha determinado del Oligoceno Superior al Mioceno Inferior (23 a 16 m.a.). Esta edad resulta ser muy antigua cuando se comparan con los tipos de depósitos lacustrinos de los lagos de Metapán y Lempa, los cuales no muestran características de buena litificación.

Nacimiento del Río Lempa. La acumulación lenta de sedimentos en el fondo de esas cuencas produjo asolvamiento de los lagos y disminuyó la capacidad de almacenamiento de agua, lo cual provocó un rebalse en ambos lagos; primero en lago menor de Metapán y después en el Lempa. El rebalse del Lago Metapán lo hizo a través del Río Agüe, el cual poco a poco fue abriendo su cauce a lo largo de zonas de debilidad producida por los fallamientos, con lo que se dio inicio al proceso de erosión, formación y desarrollo del cauce entre los dos lagos. Aumentada así la recarga en el Lago Lempa y la sedimentación de su fondo, también llevó a producir rebalse que se transformó en su desagüe natural y que igualmente comenzó a socavar su nuevo cauce, surgiendo así las etapas iniciales del nacimiento del Río Lempa (Figura 2), probablemente en el Plioceno Inferior (1.8 m.a.¹).

¹ m.a. Millones de años



Figura 2. Nacimiento del Río Lempa, de las islas del Golfo de Fonseca y del Lago de Ilopango.

Las reactivaciones tectónicas y volcánicas ocurridas en el Pleistoceno Superior (126 y.a.²) incrementó la etapa erosiva dentro del lago Metapán cuyos depósitos fueron afectados drásticamente, inclinando bloques de sedimentos en ángulos pronunciados que se observan en los cortes de carreteras y en las canteras para materiales de construcción, aumentando la erosión de sus propios sedimentos. En el lago Lempa los movimientos tectónicos no fueron intensos y por eso no llegaron a producir basculamientos de sus depósitos y la erosión de sus mismos

² y.a. Miles de años

sedimentos fue un proceso más lento del naciente Río Lempa. Ahora, los lagos de Metapán y del Lempa ya no existen (Figura 3), solamente sus depósitos lacustrinos han quedado como vestigio de su pasado, y actualmente el área del lago Lempa está bastante cubierta por las aguas del embalse del Cerrón Grande (Figura 6). Sobre los depósitos del Lago Metapán crece cada día la ciudad homónima.

Simultáneamente se encontraban otros lagos y lagunas. En la parte suroriental de San Miguel también existía el lago conocido como Olomega (Schmidt-Thomé, M.1975), el cual tenía dimensiones mayores al de la actual Laguna de Olomega (Figura 1). En la parte noreste del país se había formado el pequeño lago Torola, cuyo desagüe, posteriormente, desembocó en el río Lempa, el cual corría en ese sector donde ahora se encuentra Nuevo Edén de San Juan. Los depósitos lacustrinos remanentes del Lago Torola encontrados en Vado Ancho Sur, Carolina, contienen fósiles invertebrados de las familias Planorbidae, Ampullaridae y Platitaphyus Carolini propios de ambientes de agua dulce fluidos y estancadas (Romero, M.R. y Aguilar, H.D. 2004).

La edad de los dos primeros gasterópodos en Centroamérica son del Plioceno superior - Pleistoceno Inferior y para el último, desde el Oligoceno Superior al Mioceno Inferior, lo cual indica que la laguna de Torola es más antigua que los lagos de Metapán y Lempa. Los gasterópodos Planorbidae, Ampullaridae ya se habían reportado en la Barranca del Sisimico, así como también se encontraron allí restos de mastodontes, peces, ranas, restos de plantas, pólenes, diatomeas y esporas (Schmidt-Thomé, M.1975).

Formación de los Volcanes jóvenes de El Salvador. En esa época ya se encontraban formados la mayoría de los volcanes jóvenes de El Salvador, así se tienen: Laguna Las Ninfas, Laguna Verde, Cerro Apaneca, Cuyanausul, Cachío, La Rana, Olimpo, Berlín, Usulután y Pacayal tenían formas cónicas bien estructuradas, mientras que Concepción Ataco, Chilamatal, Planes de Renderos y La Carbonera, ya habían perdido la forma cónica debido a colapsos caldéricos (Figura 3 y 4). En el oriente del país se establecen los volcanes gemelos de Ocotal y Conchagua, y las islas de Meanguera y Zacatillo (Figura 2).

En esta época también tienen lugar el emplazamiento de estructuras dómicas importantes como el Cerro San Jacinto de naturaleza dacítica, los domos dacíticos de la caldera Chilamatal, los cerros de Ciudad Arce y el cerro Malacoff, y probablemente los domos riolíticos al suroriente de San Miguel. En la depresión tectónica de Zapotitán existía un lago de profundidad somera y probablemente de gran extensión ya que no existía el volcán de San Salvador.

• *Hace 100,000 años*

La erupción que dio origen a los enormes depósitos de las Ignimbritas Grises del volcán de Berlín, fueron datados en 100, 000 años (Genzel, 1995), los cuales se desplazaron radialmente a partir del cráter, llegando a cubrir totalmente el cauce del Río Lempa al que represaron temporalmente, dando lugar a la formación de un lago identificado de igual manera por medio de sus depósitos lacustrinos y restos de plantas. Ese antiguo lago es conocido como Titihuapa (Schmidt-Thomé, M.1975) y estaba situado entre San Ildefonso y Estanzuela (Figura 3). El lago se secó después que el río logró profundizar su nuevo cauce en los depósitos de ignimbritas (cenizas y fragmentos de pómez). Hoy en día la mayor parte de esos antiguos depósitos lacustrinos están cubiertos por el embalse de la presa San Lorenzo.

El lago de Ilopango probablemente era de menor tamaño y el Coatepeque no se había formado, esto solo fue posible hasta hace unos 70,000 años, después de la erupción explosiva del volcán Coatepeque Norte (G.I. 1992) donde se formó una pequeña estructura caldérica que dio lugar a la formación de un pequeño lago (Figura 3). Probablemente contemporáneo al surgimiento del Lago de Coatepeque se formaron los volcanes Quezaltepec en San Salvador (Major J.J., et al. 2001; Escobar, D, 2003) y el Ilamatepec en Santa Ana. El lago superficial de Zapotitán habría reducido su área con el emplazamiento de estos volcanes.

- ***Hace 50, 000 años***

Debido a la erupción explosiva de hace 57, 000 años del volcán Coatepeque Sur (GI,1992), ocurrió el colapso caldérico y tiene lugar la formación del Lago Coatepeque con su tamaño más similar al actual, que debido a los depósitos de materiales piroclásticos del volcán Ilamatepec en Santa Ana y a numerosos deslizamientos de tierra y roca, la parte sur del lago se ha rellenado parcialmente (Figuras 4).

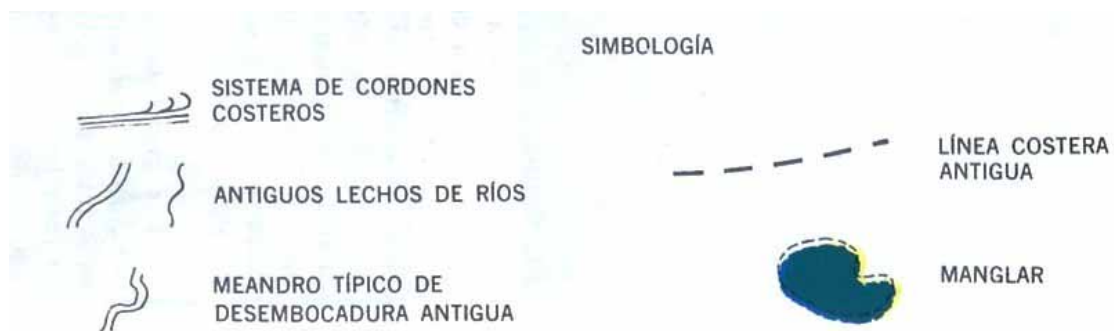


Figura 3. Los flujos piroclásticos del volcán de Berlín obstruyeron el cauce del Río Lempa dando lugar al apareamiento del Lago Titihuapa e islas del golfo.

• *Hace 10, 000 años*

El delta del Lempa situado en San Nicolás Lempa. Posteriormente al deshielo de la última glaciación, la costa salvadoreña tenía otra configuración de la que tiene en la actualidad (Figura 4). La playa se encontraba próxima a la carretera Litoral durante el Holoceno hace 11,500 años y como ejemplo, el río Lempa tenía su delta en San Nicolás Lempa (Lessmann, K. 1977). Desde esa fecha, la configuración natural del trayecto del río Lempa ha variado muy poco y los mayores cambios se han producido, sobre todo, en su desembocadura (Figura 4). Varios procesos interactuaron para que la línea de costa gradualmente se desplazara hacia el sur, tales como regresión del mar (disminución del nivel del mar) inducida por la elevación de la costa debido a los esfuerzos compresivos de la Placas de Cocos bajo la Placa del Caribe y/o debido a fallamientos. En la Planicie Costera Central fueron encontrados sedimentos marinos con restos de conchas a 14 metros de profundidad en el pozo de agua en el Cantón Achiotal, San Pedro Masahuat (Hernández, W., 1984). En las islas Perico y Periquito situadas en el Golfo de Fonseca, yacen restos de ostras situadas a unos 6 metros de altura sobre el nivel del mar y la

actual generación de ostras se encuentra donde chocan las olas del mar. Estos ejemplos son indicativos de la elevación de la costa y la retirada del mar.

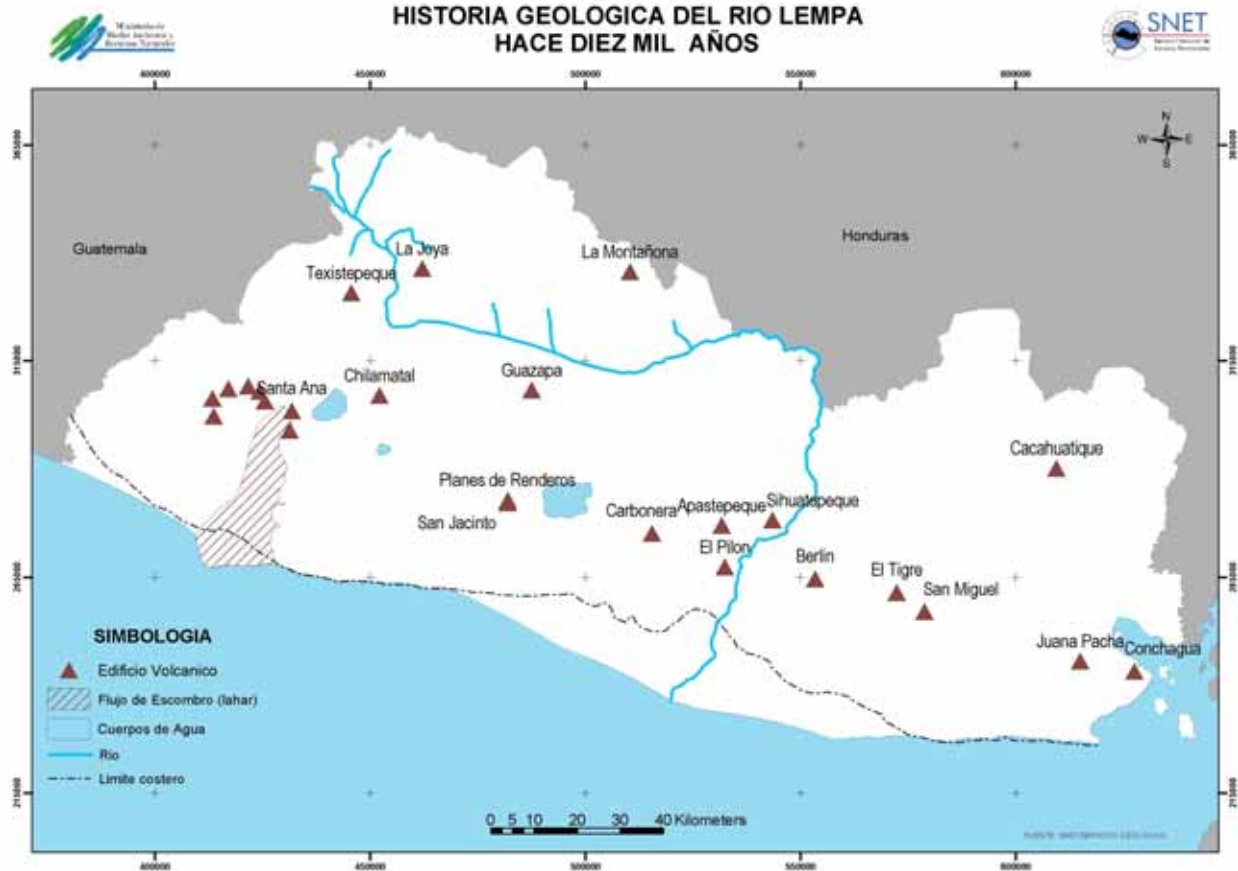


Fuente: H. Lessmann (1977).

Figura 4. Los ríos Jiboa y Lempa muestran los cambios de sus cursos en la parte de la Planicie Costera y también se observan las antiguas líneas de costas que progresan hacia el mar.

La elevación de la costa también produjo rejuvenecimiento del relieve al norte y lo dotó de mayor energía que favoreció los procesos erosivos que se intensificaron en la Cordillera del Bálsamo, donde erosionó y transportó sedimentos de material volcánico inconsolidado, procedentes de las sucesivas erupciones de tierra blanca de la caldera de Ilopango. Esos levantamientos continuos se reflejan en la dinámica hidrográfica de los ríos Jiboa y Lempa, con presencia de antiguas líneas de costa al lado de viejos meandros de desembocadura, lo cuales son indicadores de que el levantamiento continuo de la costa está asociado a la ampliación y crecimiento de la costa (Lessmann, K.W., 1986).

Otros eventos importantes que se desarrollaron paralelamente al desarrollo del Lempa durante el Holoceno hasta tiempos más recientes son los que se mencionan a continuación. Cuando



existían los lagos de Metapán y el Lempa, el Güija todavía no existía ya que este se formó por una colada de lava de la erupción del volcán San Diego que represó las aguas de la cuenca de Guija y con el re-presamiento se creó el mencionado lago de formación histórica (Baxter, S. 1995). Los ríos Ostúa y Angüe se unían al río Güajoyo y éste se conectaba al Lempa aguas abajo (Figura 5).

Figura 5. El río Lempa restablece su cauce y desaparece el lago Titihuapa. Se desarrolla el actual Cinturón de volcanes jóvenes, se forma la península de Acajutla.

El volcán Ilamatepec en Santa Ana sufrió el resquebrajamiento de casi un tercio de la porción suroriental, ocurrida hace unos 10,000 a 20,000 años, lo cual produjo una enorme avalancha de detritos que alcanzaron la costa y se internaron en la zona marina, formando un pequeño cabo erróneamente llamado delta de Acajutla, modificando así la zona costera en ese sector. En el interior de la caldera Coatepeque tiene lugar la reactivación de la cámara magmática y aparecen las islas en el interior del lago de Coatepeque, tales como: Los anteojos, El Cerro Pacho y la Isla del Cerro. Surge el volcán Los Naranjos (GI.1992) y el Volcán Chaparrastique en San Miguel. El 23 de febrero de 1770 nace el volcán de Izalco.

Uno de los eventos importantes ocurridos hace casi 1700 años, fue la erupción explosiva de la caldera de Ilopango, cuyas cenizas denominadas por Hart, W. (1978) como Tierra Blanca Joven (TBJ), cubrieron todo el territorio de El Salvador, parte de Honduras y Guatemala y Nicaragua. Estos depósitos fueron la fuente de grandes aportes de sedimentos que se depositaron en la Planicie Costera Central, entre San Luis Talpa y el río Lempa.

Otro fenómeno que causó transformaciones importantes en la Planicie Costera Central fue la erupción de la Caldera de Ilopango que duró desde diciembre 1879 a enero de 1880, que dio origen a las Islas Quemadas en el interior del Lago de Ilopango. Tal actividad volcánica fue acompañada por más de 600 sismos sentidos de los cuales, los sismos del 27 y 31 de diciembre de 1879, causaron destrucción de los poblados cercanos al lago y produjeron enormes y numerosos derrumbes de tierra y rocas.

En el período de 12 al 20 de enero de 1880 el lago descargó un volumen de casi 1 km³ de agua en 8 días (4,975,000 m³/h), pero la descarga más impresionante ocurrió el 12 de febrero de 1880, en la que en un intervalo de 3 horas el lago descargó cerca de 8,770,000 m³/h (Goodyear, W.A.1880). Estos cálculos fueron realizado midiendo los niveles del lago de Ilopango, que previo a la erupción tenía 457.3 msnm, mientras que en la actualidad es de 430 msnm.

Estas enormes descargas de agua tuvieron la capacidad de remover grandes volúmenes de sedimentos sueltos, desde arenas, gravas, guijas, cantos rodados hasta bolos de 90 cm de diámetro, tal como afloran en las canteras adyacentes al río Jiboa, en la que yacen depósitos mayores que 6 m de espesor de estos sedimentos transportados por aquellas aguas en el margen derecho del río (Hernández, W. 2000), y que fueron depositados sobre las cenizas de TBJ de la Caldera de Ilopango ocurrida en el año 430 D.C. (Dull. R.A. 2001). Pero los cambios más acentuados que ha experimentado el río Lempa, obedecen a los cambios producidos por la acción humana relacionados a los lagos artificiales surgidos a través de las represas que se han construidos en los últimos 50 años, lo que se puede observar en la figura 6.



Figura 6. Situación actual del Río Lempa mostrando los lagos artificiales de las principales plantas hidroeléctricas en El Salvador.

Como se explicó anteriormente, el establecimiento del río Lempa ocurrió alrededor de 1.8 m.a, y se ha dado a lo largo de una serie de eventos y procesos geodinámicos que han ocurrido en forma cíclica como son los casos de actividades tectónicas, que dieron origen a las cuencas donde surgieron los lagos, las erupciones de los distintos edificios volcánicos que fueron la fuente de sedimentos, las reactivaciones tectónicas que llegaron a dar más energía a los procesos de erosión y sedimentación, todos ellos han afectado algún segmento del río, el cual ha entrado en la etapa juvenil dentro de su desarrollo como un río.

GLOSARIO

Anticlinal. Deformación de las rocas debido a esfuerzos compresivos que dan como resultado formas convexas.

Caldera: depresión volcánica aproximadamente circular, de paredes interiores abruptas, cuyo diámetro es cuando menos 3 ó 4 veces mayor que su profundidad. El lago de Coatepeque es un típico ejemplo de colapso de caldera.

Ceniza. es toda partícula piroclástica menor que 2 mm de diámetro y compuesta por material vítreo, cristalino o lítico, formados cuando el magma es arrojado al aire durante una erupción.

Cono cinerítico: está formado exclusivamente o en gran parte por productos piroclásticos en los que predominan las cenizas. Son parásitos de un volcán más grande y rara vez sobrepasan los 500 m de altura. Sus flancos tienen inclinación de 30 ° a 40 °.

Dacita. Roca volcánica rica en sílice.

Delta. Es un depósito de sedimentos formados en la bocana de un río o un océano.

Domo. Que tiene la forma de cúpula o convexa.

Erupción pliniana: Son las erupciones más violentas que liberan gran cantidad de energía en pocos segundos. Ocurren generalmente como respuesta a la despresurización violenta de una cámara magmática dacítica ariolítica.

Falla. Superficie de ruptura de una roca a lo largo de la cual ha habido movimiento diferencial.

Graben. Depresión formada por el movimiento relativo de bloques de la corteza terrestre, debido a esfuerzos distensivos, el bloque hundido se denomina graben y el elevado horst.

Intramontaña: Son depresiones situadas entre dos montañas.

Lacustrino. El ambiente donde se depositan los sedimentos está relacionado a un lago. todo fragmento volcánico entre 2mm y 64 mm de diámetro.

Lapilli. Todo fragmento volcánico entre 2mm y 64 mm de diámetro.

Litificación. Procesos naturales por los cuales un sedimento se endurece y se convierte en roca.

Meandros. Cualquier curvatura natural que ocurre en el desarrollo de un río.

Piroclasto: Se refiere al origen de los fragmentos a partir de una erupción volcánica explosiva.

Plioceno. Que pertenece al Era Cenozoica (0.0115-1.806 millones de años).

Plioceno. Que pertenece a la Era Cenozoica. (1.806-5.332 millones de años).

REFERENCIAS

Baxter, Scott (1995). Geología de El Salvador. En Ministerio de Educación de El Salvador. C.A. Historia Natural y Ecológica de El Salvador. Mined. Tomo I. Pag. 1-37.

Escobar, Demetrio. (2003). San Miguel Volcano and its Volcanic Hazards, El Salvador. Thesis Master of Science in Geology. Michigan Technological University.

Geotérmica Italiana srl (G.I). (1992). Desarrollo de los Recursos Geotérmicos del Area Centro-Occidental de el Salvador. Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL). Informe final (Inédito).

Geothermal Energy New Zealand Limited (Genzel). (1995). Estudio Geovolcanológico: Geología, Historia Volcánica y Recursos Geotérmicos del Area Berlín-Chinameca. Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa. El Salvador.

Goodyear, W.A. (1880). Earthquake and volcanic Phenomena. December 1879 and January 1880. Republic of El Salvador. Central America. Star & Herald Office. Panama.

Hart, William (1981). The Panchimalco Tephra, El Salvador, Central America. A thesis of Master Degree. New Brunswick Rutgers. The State University of New Jersey. USA.

Hernández, Walter. (1984). Perfil estratigráfico del pozo del Cantón Achiotal, San Pedro Masahuat, Departamento La Paz. PLANSABAR. Inédito.

Hernández, Walter. (2000). Situación actual de la Cantera Jiboa. El Rosario, Departamento de La Paz. EcoIngenieros. San Salvador. Inédito.

International Commission on Stratigraphy (2004). International Stratigraphic Chart.

Lessmann, Karl Wilhelm H. (1986). Las Aguas Territoriales y la Morfología Litoral, en Geografía de El Salvador. Ministerio de Cultura y Comunicaciones. Dirección de Publicaciones. El Salvador.

Major, John; Schilling, S; Sofield, Darrel; Escobar, Demetrio y Pullinger, Carlos. (2001). Riesgos volcánicos en la Región de San Salvador, El Salvador. USGS. Vancouver, Washington.USA.

Romero, M.R y Aguilar, D.H. (2004). Informe de Prospección Paleontológica en el Río Torola. Departamento de San Miguel. Museo de Historia Natural de El Salvador. Concultura. En imprenta.

Schmid-Thomé, Michael. (1975). Das Diatomitvorkommen im Tal des Río Sisimico. El Salvador, Zentralamerika. Hannover. Germany.

Seyfert, Carl K. and Sirkin Leslie A. (1973). Earth History and Plate Tectonics an introduction to historical geology.