



UNIL | Université de Lausanne

Faculté des géosciences
et de l'environnement



**NOTAS RELATIVAS A LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS REALIZADAS EN LA LAGUNA CHICOJ,
MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, JUNIO 2009 Y JULIO 2010
INFORME PRELIMINARIO**

Dr. Gilles Brocard,
Universidad de Lausanne, Suiza

Lic. Manuela Fernández
Universidad de Lausanne, Suiza

—

Destinado al Señor Alcalde de San Cristóbal Verapaz

Índice

- 1- Objetivos
- 2- Amenaza sísmica: historia de la falla del Polochic.
- 3- Características físicas generales de la Laguna Chicoj.
- 4- Alea sísmico: muestreo de sedimentos en 2009 y 2010.
- 5- Contaminación del lago.
- 6- Estudios en curso y futuros.

I - Objetivos

La información contenida dentro del presente informe ha sido colectada durante las campañas de investigaciones geológicas llevadas a cabo en junio 2009 y julio 2010 en las cercanías de San Cristóbal Verapaz. Las observaciones han sido documentadas con el fin de analizar los riesgos naturales que amenazan la población de San Cristóbal Verapaz, específicamente las amenazas de seísmos, aunque en el proceso han sido tomados en cuenta el riesgo de contaminación del agua y el riesgo de deslizamiento. Este proyecto pretende responder a la necesidad de planificar el desarrollo de la población minimizando su exposición a los riesgos naturales.

Hasta el momento el proyecto se desarrolló en dos campañas: junio 2009 y julio 2010 las cuales permitieron adquirir los datos científicos en el terreno. Las mismas fueron realizadas por el equipo de investigadores de la Universidad de Lausanne (Dr. Gilles Brocard, Lic. Manuela Fernández) y de la Universidad de San Carlos (Ing. Sergio Morán-Ical, Lic. Axel Gutiérrez).

Es necesario aclarar que este documento contiene información llamada “preliminar” y que los resultados e interpretaciones definitivos serán presentados a la municipalidad próximamente, mediante un informe final. El mismo será estructurado de similar manera y concluiremos con recomendaciones que intentarán disminuir los riesgos principales en la municipalidad.

II – Amenaza sísmica: historia de la falla del Polochic

En las inmediaciones del casco urbano de San Cristóbal se encuentra una falla mayor de Guatemala, llamada Polochic. Esta falla tiene un rumbo Este-Oeste, atraviesa toda Guatemala y pasa por los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz y Izabal (Fig.1). Al igual que la falla de Motagua, la falla de Polochic acomoda el desplazamiento entre la Placa tectónica Norteamericana, sobre la cual descansa la parte norte de Guatemala, y la Placa del Caribe, sobre la cual descansa la parte sur del país. Los poblados de Tactic, Chicamán, Uspantán, Cunén, Aguacatán, Huehuetenango y Cuilco han sido casi construidos sobre la traza activa de la falla del Polochic, mientras que San Cristóbal se encuentra ubicada dentro de 3.5 kilómetros de la misma falla.

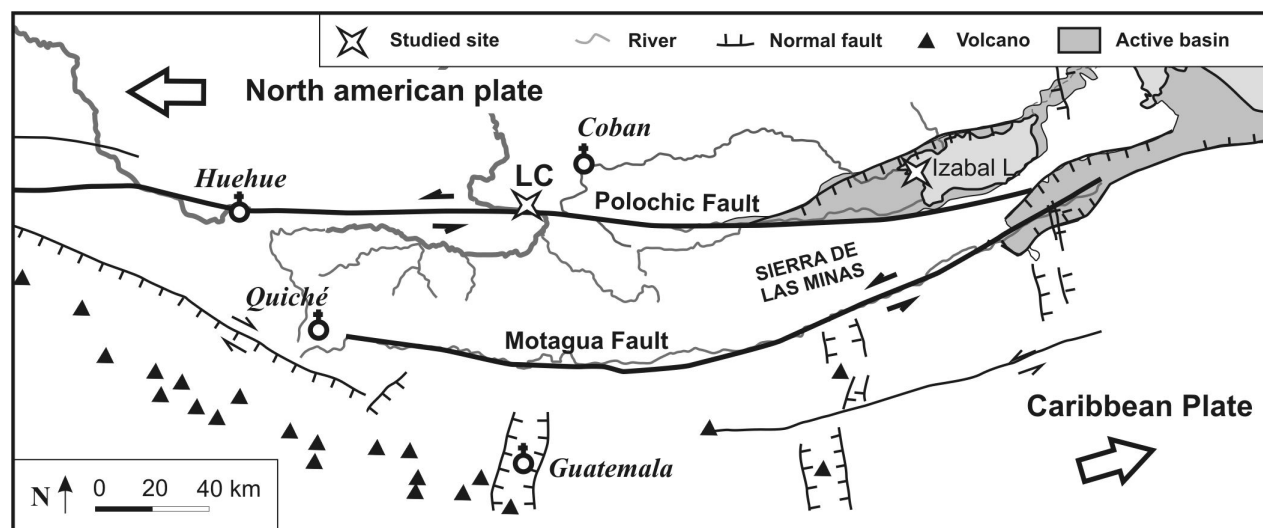


Figura. 1. Mapa de la red de fallas que constituyen el límite de la placa en Guatemala.

LC : Laguna Chicoj.

En caso que ocurra un seísmo de magnitud 5 producido por la falla, las sacudidas del suelo tendrán lugar en la municipalidad ya que las distancias son demasiadas cortas para disminuir el impacto. Además, San Cristóbal así como Tactic, Chicamán o Uspantán, está construida encima de un depósito volcánico constituido de cenizas pomáceas (‘Tierra Blanca’), la cual amplifica localmente los efectos destructores de los terremotos. Este fenómeno es conocido como “efecto de sitio”.

En lo que concierne precisamente a nuestra zona, la falla atraviesa la cuenca de Tactic y hacia el oeste sigue el curso del Río Chixóy (Fig.2)

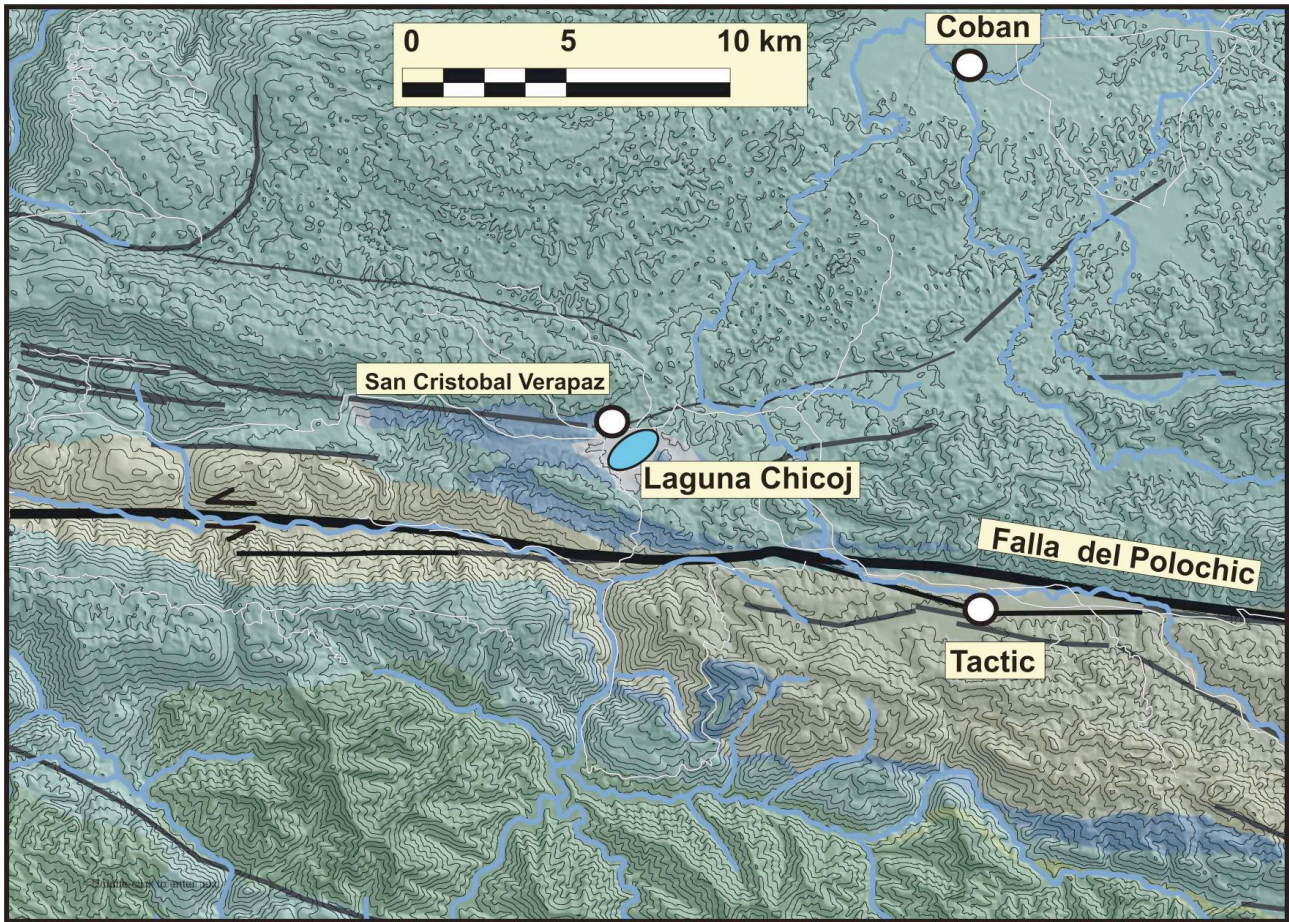


Fig. 2. Ubicación de la Falla del Polochic en las cercanías de San Cristóbal Verapaz

La falla está caracterizada por un desplazamiento de rumbo de unos 3-5 milímetros por año. Esta información ha sido establecida gracias a los marcadores geológicos y a las medidas GPS realizadas en los últimos años (grupo científico de Cécile Lasserre, Escuela Normal Superior, Francia, [1,2]). Este movimiento no se produce de manera continua, sino en una sucesión de sacudidas sísmicas de varias intensidades. Estudios de archivos históricos (White Randall, USGS, EEUU [3,4]) indican que los seísmos más destructivos en la región de San Cristóbal provienen de los movimientos de la falla del Polochic.

La falla produce dos tipos de seísmos: el primero de magnitud moderada (típicamente M 5.0), y el segundo de magnitud grande (M 7.0 y más). Los seísmos de magnitud moderada son causados por los desplazamientos de unas decenas de centímetros sobre distancias de unos kilómetros a lo largo de falla principal o de fracturas vecinas del tramo principal de la falla. Sólo ocasionan destrucciones locales cerca de las zonas de desplazamiento. Un seísmo de este tipo afectó la región de Usulután en 1986, dañando 2000 hogares. Se pueden producir cada siglo hasta una decena de seísmos de esta magnitud a lo largo de la falla, entre Huehuetenango y el lago de Izábal. Dado que el pasado demuestra que este tipo de seísmos son de gran importancia local y constituyen una amenaza mayor para las poblaciones ubicadas sobre de la falla, es necesario tomarlos en cuenta a la hora de establecer las políticas y medidas de desarrollo.

A su vez, la falla también genera seísmos de grande magnitud, con desplazamientos que alcanzan 2 m-5 m sobre tramos de falla de 150-300 Km. de longitud. Estos seísmos pueden producir desastres a largo plazo, en todas las poblaciones de Verapaz y Quiché. Los últimos seísmos registrados de este tipo ocurrieron en 1538, 1785, y 1816. Es posible que los seísmos mayores se produzcan de maneja regular con eventos separados por periodos de 140-160 años. Estos datos indicarían que existe una alta probabilidad que el próximo caso se produjese después del año 2050.

La toma en cuenta de estos dos tipos de riesgos implica reglas de desarrollo y costos de construcciones muy diferentes. Debido que las medidas a implementar para cada uno de los casos son diferentes, resulta necesario recolectar más información para confirmar la frecuencia de los seísmos de gran magnitud y el impacto que pueden llegar a causar en el desarrollo de la ciudad. Además, una relación histórica [5] y varias leyendas sugieren que parte o toda la laguna Chicoj se formó durante el gran terremoto del siglo XVI. Si se confirma este hecho por las investigaciones geológicas, significará que, además de las destrucciones debidas a las sacudidas, se faltará tomar en cuenta el riesgo de ampliación catastrófica de la laguna por colapso de sus orillas durante terremotos.

Las secciones de Geología de las universidades de San Carlos de Guatemala y de Lausanne, Suiza, se asocian para evaluar la frecuencia e intensidad de los sismos durante los últimos miles de años. Dos tipos de obras son conducidas conjuntamente: la excavación de zanjas en la zona de San Miguel de Uspantán, y la toma de núcleos en la Laguna Chicoj. En la misión de junio 2009 se excavó una zanja cortando y esposando el corazón de la Falla del Polochic al Oeste de Uspantán, en un sitio seleccionado por sus cualidades de “registrador” de los desplazamientos recientes de la falla. La misión de julio 2010 tuvo como objetivo excavar nuevas zanjas para estudiar los desplazamientos ocasionados por los terremotos históricos. Desafortunadamente no se pudo llevar a cabo este trabajo ya que grupos supuestamente ambientalistas asimilaron nuestro trabajo a la actividad de minería. Malinformados y sin tentativas de escuchar nuestra opinión, impidieron nuestra tarea.

En San Cristóbal empezaron las investigaciones en junio 2009, mediante trabajos de terreno. Los mismos consistieron en la adquisición de datos básicos para establecer las cualidades de la laguna Chicoj, como registrador de las sacudidas sísmicas que recorren la población. Datos de dos tipos fueron colectados: medidas de profundidad para establecer un mapa de la topografía del fondo del la laguna, y la toma de núcleos de sedimentos del fondo del lago. Gracias a esta información es posible establecer la naturaleza de los sedimentos que se depositan cada año en el lago. El estudio del mapa y de los sedimentos demostró la buena calidad de la laguna como registrador de terremotos, y motivó la recolección de más núcleos durante la campaña de julio 2010, para estudiar la frecuencia de los terremotos durante los últimos cinco siglos.

III – Características físicas generales de la Laguna Chicoj

El mapeo general de la topografía del fondo del lago fue realizado durante dos días en junio 2009, en una lancha motorizada por el medio de un echosounder de frecuencia 83 Hz. El mapeo producido fue implementado en varias partes del lago en julio 2010. 1400 puntos de medida fueron tomados. La precisión teórica de cada medida es menos de un metro. Los datos fueron interpolados para producir el mapa presentado en la figura 3. La precisión del mapeo es variable, pero se considera que en la mayoría del lago la profundidad tiene una precisión de más o menos 1.5 metro.

Este mapeo revela que la laguna está compuesta por tres cuencas circulares de 30, 28 y 16 metros de profundidad, vinculadas por estrechos de débil profundidad (2-3m). La morfología del lago y nuestras observaciones sobre la geología de la zona permiten identificar el origen del lago. Se trata de una cuenca que se forma por colapso del suelo (dolina), encima de una roca que se disuelve poco a poco. Las dolinas son numerosas en el municipio de San Cristóbal, pero se desarrollan generalmente sobre las calizas cretácicas. En caso del lago, se trata de dolinas que se forman encima de un yacimiento profundo de yeso, ubicado a lo largo de un calvalcamiento mayor, de edad probable laramídica (Cretácico Terminal- Eógeno), que pone en contacto calizas pérmicas al sur del lago con calizas cretácicas y lutitas jurásicas al norte del lago. El yeso es una sal de origen marina, muy soluble en el agua y que se disuelve rápidamente en el agua pluvial. Por ello el hundimiento de las dolinas que constituyen el lago se produjo a una velocidad más rápida que sobre las dolinas que se desarrollan entre los mogotes en la superficie de las calizas cretácicas al norte del municipio. Se trata del mismo yacimiento de yeso que aflora más al oeste en el valle del Río Chixóy y que, constituye la causa estructural mayor a la cual se debe el derrumbe de los Chorros. En el caso de la laguna, el yeso no aflora encima de la tierra, ni en el fondo del lago. Su techo está ubicado por lo menos a decenas de metros debajo del fondo. La disolución se produce lejos, dentro de la tierra, y crea vacíos que se propagan hacia la superficie que al alcanzar esta última, amplían la laguna. El hundimiento de las tres cuencas está *contrarestando* por el aporte continuo de sedimentos en la laguna. Un hundimiento puede ocurrir de forma continua como también de forma abrupta y catastrófica (por ejemplo durante un terremoto, como lo sugieren los archivos históricos).

La laguna tiene un volumen de 4.7 ± 0.1 millones de metros cúbicos de agua, y una superficie de casi 0.5 km^2 . Por su topografía, la cuenca hidráulica que alimenta la laguna parece tener una superficie de 16 km^2 . Sin embargo, pensamos que podría beneficiar de aportes de agua de origen subterránea proveniente de otras cuencas, por el medio de redes de cuevas en las calizas cretácicas, lo que el área contributaria podría alcanzar 24 km^2 . Los datos de pluviometría del INSIVUMEH indican que dicha cuenca recibe entre 1550 y 1750 milímetros de lluvia por año. De eso se deduce que el caudal medio anual que entra en el lago es de 0.77-1.20 metros cúbicos por segundo, y que el tiempo de residencia medio del agua en la laguna es 46- 70 días.

En la actualidad, el estudio de la variación de la conductividad eléctrica y de la temperatura del agua con la profundidad (realizados en julio 2010), nos permiten conocer mayor información acerca del lago. El mismo contiene un cuerpo de agua superficial de 6-9 m de espesor al tiempo de medida, una temperatura de $24 \text{ }^\circ\text{C}$, es poco mineralizado (conductividad eléctrica de $250 \mu\text{sm/cm}$) y muy turbio y posee un volumen de 2.5 millones de metros cúbicos; por lo cual la mayoría del agua que entra parece transitar, sin mezclarse mucho con las aguas más profundas del lago. El tiempo medio de residencia del agua podría entonces ser más corto, de 24-36 días, y

probablemente mucho menos durante la época de lluvia, momento en que el caudal del agua que entra en el lago alcanza unos metros cúbicos por segundo. Cada cuenca de la laguna contiene un cuerpo de agua profundo, más mineralizado (conductividad eléctrica de 350 $\mu\text{sm/cm}$), más frío (20 °C), y probablemente sin oxígeno, por su largo tiempo de residencia en el lago en interacción con la materia orgánica en descomposición de los sedimentos recientemente depositados al fondo del lago. Esta estratificación del lago puede ser un rasgo de la temporada de lluvia y del verano, pero es a su vez posible que las aguas se mezclen durante los meses más fríos del año (cuando la temperatura del agua superficial baja), permitiendo que sombee al fondo del lago y que reemplace el agua profunda. El volcamiento de las aguas y el subimiento del agua profunda sin oxígeno podría explicar los episodios de fallecimiento masivo de peces, observados de vez en cuando durante estos meses.

La laguna está rodeada por un pantanal que antiguamente era parte del lago, posiblemente cuando su espejo se mantenía a un metro o más encima de su actual nivel (1390 m). En ese momento, el lago tenía una superficie de 1.13 km², y contenía hasta 1 millón de metros cúbicos más.

La edad de esta extensión nos es desconocida, pero una serie de fotografías aéreas tomadas en varias fechas durante las últimas decenas de años muestran un estrechamiento importante del espejo de agua libre durante ese período. El origen de tal estrechamiento también nos resulta desconocido. Sin embargo, las zonas pantanosas ahora están siendo ocupadas por nuevas construcciones. Es importante establecer los orígenes de la variación del nivel, ya que una inversión de tendencia conducirá a la inundación de las zonas pantanosas. Entender el origen de las variaciones resulta necesario para establecer el nivel de riesgo de inundación.

Existe otra fuente potencial de cambio del nivel de la laguna. El Río Desagüe, por el cual sale el agua de la laguna, se pierde dentro de una cueva natural en las calizas cretácicas, antes de juntarse al Río Cahabón. El valle por cual pasaba el río antes es un valle seco, ubicado a más de siete metros por encima de la cueva. Existe una cueva a una altura intermedia, pero está tapada de sedimentos (explorada por un grupo norteamericano hace varios años). Actualmente la cueva está bastante abierta para evacuar la totalidad del agua que viene del lago. No obstante, es posible que no sea suficiente el cauce de la cueva para absorber la totalidad del caudal en caso de tormenta, o que se formen embalses de tranchas y piedras en la cueva y que se tape parcialmente o totalmente la cueva. El desnivel entre la cueva y el lago es pequeño, aunque que no lo pudimos medir precisamente durante nuestro estudio, en julio 2010. Son necesarias más medidas para establecer si el nivel del lago podría subir siguiendo la tapadura parcial o total de la cueva.

IV – Alea sísmico: muestreo de sedimentos en 2009 y 2010

Normalmente, los sedimentos que se depositan en la laguna Chicoj son arcillas siltosas y siltos arcillosos. Estas capas de lodo se depositan por decantación, en un ambiente calmo. En cambio, las sacudidas sísmicas pueden desestabilizar el lodo.

Dos tipos de estructuras se pueden encontrar. Las primeras son estructuras de volcamiento. Las sacudidas vuelcan la parte superficial del sedimento y crean pliegues de forma típica. Las segundas estructuras son los depósitos de deslizamiento y nubes de lodo asociadas. a topografía del lago se presenta muy favorable al desencadenamiento de deslizamientos, bajando de sus laderas hacia el fondo. Durante su desplazamiento, los deslizamientos producen nubes de agua turbia que corre al fondo del lago, se derrama de todas partes y deja al fondo capas de sedimento más grueso que se distinguen bien de las capas depositadas en período calmo. El muestreo consiste entonces en recolectar columnas de los sedimentos depositados durante los últimos siglos. Luego en el laboratorio se hace la identificación de las capas que resultan de los terremotos, y finalmente se las fechan o datan.

En junio 2009 fueron tomadas tres columnas de sedimentos en la cuenca principal (oeste del lago). El muestreo consiste en bajar verticalmente en el fondo del lago tubos de plástico transparentes. Un aparato pesado especial (toma-núcleo) permite bajar el tubo en el sedimento, jalarlo y mantenerlo en el tubo. La columna de capas así muestreada se llama un núcleo. Los núcleos fueron analizados en las universidades de Savoie, Chambéry, Francia, y en la universidad de Lausanne, Suiza. La datación de las capas fue realizada en el laboratorio de glaciología de la Universidad de Grenoble 1, en Francia (medida de los isótopos radioactivos de corto período ²¹⁰Pb y ²²⁶Ra, así también que el ¹³⁷Cs). Las medidas revelan tasas de sedimentación muy altas (1 cm por año). Los núcleos extraídos en 2009 no cubren más de un siglo de historia de la laguna. Se identificó claramente un evento sísmico en el último siglo: el terremoto de 1976 de magnitud de M_w 7.6. Con esta verificación queda demostrada la calidad del lago para recordar y datar los eventos sísmicos.

El objetivo de la campaña de muestreo de julio 2010 fue el de muestrear la laguna a más largo plazo, y conseguir núcleos más largos para cubrir épocas más antiguas, y posiblemente, alcanzar los eventos legendarios del siglo XVI.

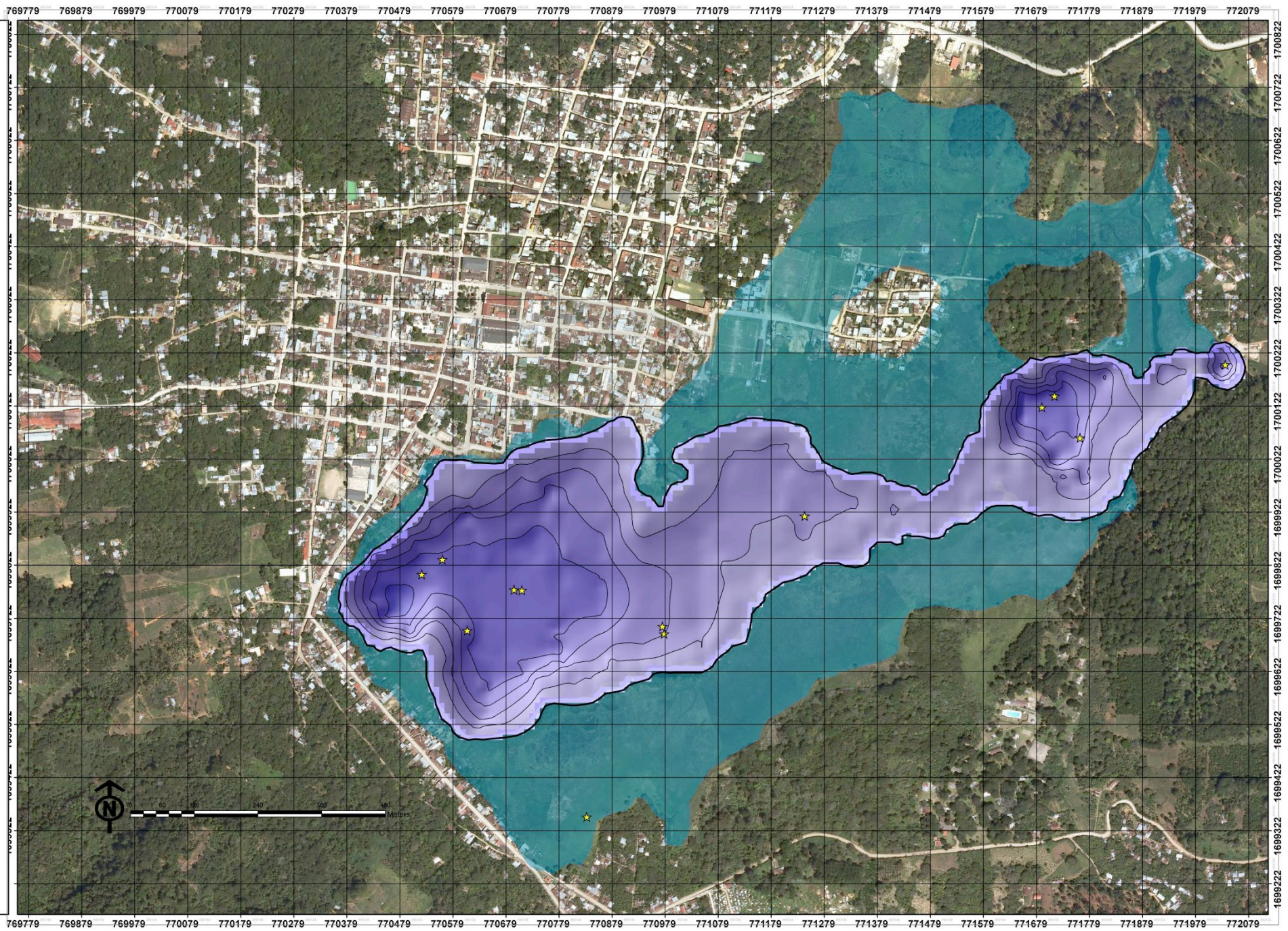


Figura 3. Batimetría de la Laguna Chicoj. Coordenadas : UTM Zona 15 N. Equidistancia de las curvas de nivel en la laguna : 5 m. Estrellas amarillas : puntos de muestreo de sedimentos de 2009 y 2010. Fondo fotográfico: fotografías de 2001. Zona azul alrededor de la laguna: espacio pantanoso resultando de a una extensión anterior de la laguna.

Núcleos de 2 m hasta 3.3 m fueron extraídos de las tres cuencas del lago, del estrecho entre la cuenca oeste (ciudad) y la cuenca central (Peténcito), y del pantanal al sur de la laguna. Se utilizó un toma-núcleo con sistema de percusión que permitió bajar más en los sedimentos. Estos núcleos serán estudiados en la universidad de Lausanne, Suiza, y en la universidad de Zürich, Suiza. Se espera un registro completo de todos los eventos sísmicos mayores que golpearon la zona en los cinco últimos siglos, y posiblemente eventos relacionados con la ampliación legendaria del lago en el siglo XVI.

V – Contaminación del lago

Aunque no constituya el objetivo primero de las investigaciones en la laguna, el estudio de los núcleos de sedimentos reveló unas evoluciones preocupantes de la composición de los sedimentos del lago en el último siglo durante la fase de caracterización básica. Los análisis de elementos en trazas revelaron la aparición de cromo en los sedimentos. Los mismos comienzan a presentarse durante los años 1960, crecen en grandes cantidades hasta el fin de los años 1970, y se mantienen a altos niveles hasta el inicio de los años 2000. El cromo se concentra en las capas negras de materia orgánica, es decir las capas que se depositan en el verano. Estudios en curso logran establecer la forma de oxidación del cromo y así elucidar su nivel de toxicidad. El zinc y el plomo también están presentes, pero en concentraciones más débiles. Vienen principalmente con las arcillas en temporada de lluvia, y provienen probablemente de forma natural de la meteorización de las montañas al sur del lago, que tienen concentraciones naturales de estos metales bastante altas.

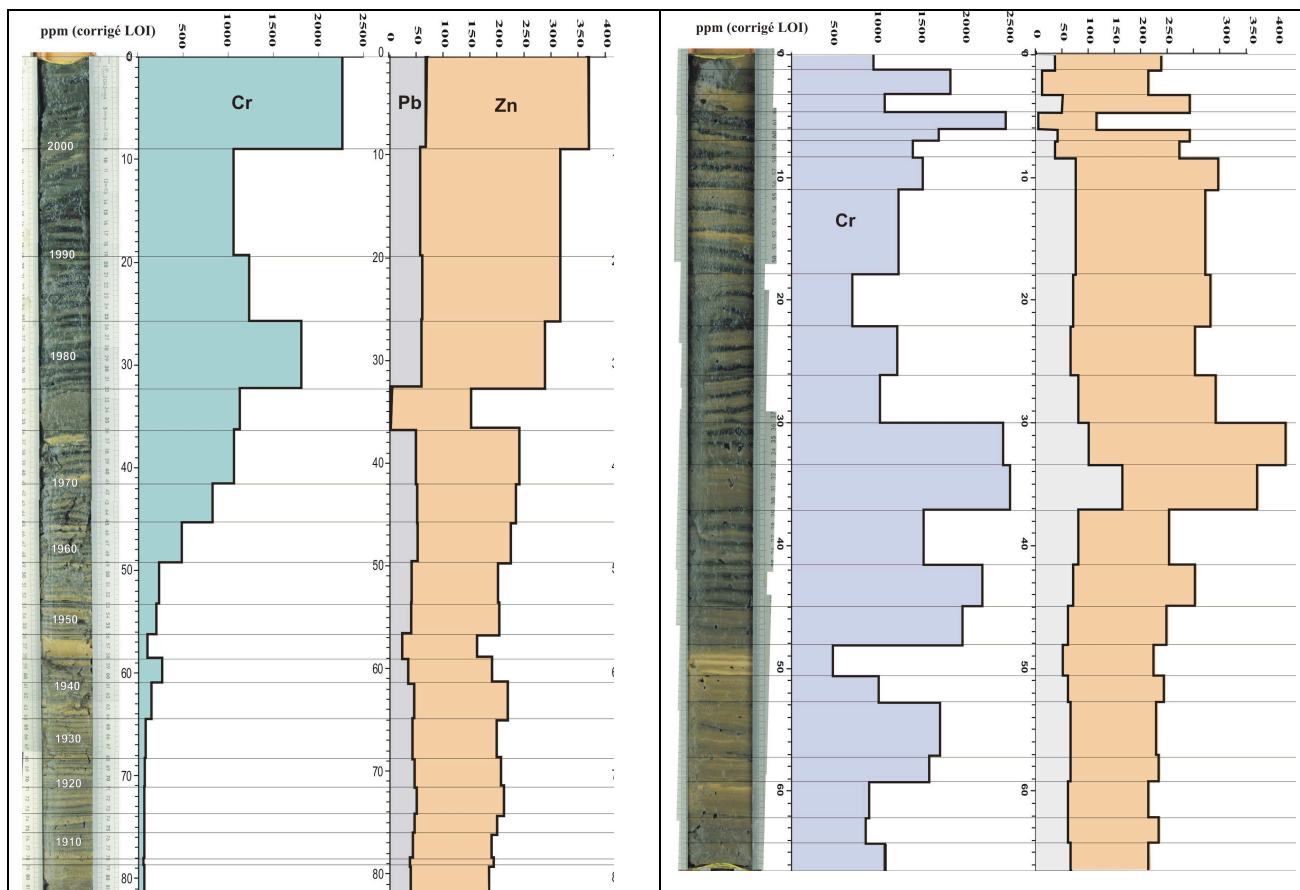


Figura 4. Dos ejemplos de núcleos analizados en 2009-2010.

El núcleo de izquierda proviene del fondo del lago (a 30 m de profundidad). Su tasa de sedimentación es más alta que la del núcleo de la derecha, la cual fue tomado frente al río que atraviesa San Cristóbal y se desemboca en la laguna (a 8 m de profundidad). Los núcleos presentan alternancias de capas claras y oscuras que reflejan las alternancias de épocas húmedas (claras) y secas (oscuras). Los números en el núcleo izquierdo representan los años calendarios de depositación de las capas (sujeto a pequeños cambios). El núcleo derecho solo contiene capas más recientes que 1970. A la derecha de cada núcleo esta

representada la evolución del contenido en cromo (Cr, Azul), plomo (Pb, gris) y zinc (Zn, naranja) a lo largo de los núcleos.

En los núcleos también se observa un crecimiento importante desde los años 1960 de las cantidades de materia orgánica que se mantienen muy altas a partir de 1975. Aunque el análisis para establecer la origen de esta tendencia está pendiente, se supone que esta evolución refleja una producción muy alta de algas y 'ninfas'. La colonización por las plantas resulta de un ingreso importante de fertilizantes en el lago tal como los nitratos y fosfatos (fenómeno de eutrofización). La descomposición de las plantas al fondo del lago no está completa por lo que se produce una acumulación de materia orgánica. Se supone que la descomposición consume la mayor parte el oxígeno en los cuerpos de agua profundos de la laguna, y amenaza la sobrevivencia de la fauna acuática.

VI – Estudios en curso y futuros.

Con el fin de interpretar con mayor precisión los archivos sedimentarios, se deben establecer las características ambientales presentes en la cuenca que alimenta la laguna en sedimentos. Con este fin se realizará en septiembre 2010 un estudio de las aguas que entran y salen de la laguna. Este trabajo será llevado a cabo por un alumno de licenciatura de la universidad de Lausanne, Suiza (Albedo Bettini). Asimismo se desea recolectar datos administrativos, históricos, o geográficos posibles de ser relacionados con los eventos de origen humano, evidenciados en los núcleos de la laguna. Por otra parte, el estudiante realizará un mapeo y monitoreo de las inundaciones y deslizamientos que podrían ocurrir durante su estancia en la vecindad de la laguna.

En el futuro, dependiente del éxito del análisis de la frecuencia de los terremotos en los núcleos ya sacados, se plantea pedir fondos para una perforación realmente larga de la columna de sedimentos al fondo de la laguna, con fin de establecer la frecuencia de los terremotos sobre los últimos miles de años. Lo más antiguos terremotos serán identificados y quizás será posible conocer el comportamiento de la falla del Polochic. En ese caso se importará desde Suiza el material especializado para la perforación, y se construirá una plataforma flotante para llevar el equipo al centro del lago, como se hizo hace 5 años en el lago Petén Iza.

El año próximo, la licenciada Manuela Fernández de la Universidad de Lausanne desea llevar a cabo una misión en la municipalidad de San Cristóbal. La misión tiene como objetivo establecer un cuadro analítico de la situación post-deslizamiento de Los Chorros, en vistas de contribuir a la realización de medidas post catástrofe y reconstrucción de territorios. La licenciada Manuela Fernández ha realizado trabajos de esta índole en la municipalidad de Uspantán, los cuales han permitido dar a conocer la situación a nivel nacional, precisamente al Ministerio de Medio Ambiente, y tomar medidas adecuadas para reducir los riesgos. Durante su trabajo en el terreno, la licenciada, pretende cartografiar las viviendas ubicadas cerca del deslizamiento como así también comprender las acciones que la población, la municipalidad y demás actores desean llevar a cabo frente al deslizamiento. Un intercambio de opiniones, visitas de terreno y proposiciones se podrán entretener siempre y cuando continúe la colaboración de la parte de la municipalidad de San Cristóbal y de las comunidades.

Hecho en Lausanne, el 30 de Agosto 2010

Gilles Brocard y Manuela Fernández

Referencias

- [1] - Lyon-Caen H., Barrier E., Lasserre C., Franco H., Arzu I., Chiquin L., Chiquin M., Dusquesnoy T., Flores O., Galicia O., Luna J., Molina E., Porrás O., Requena J., Robles V., Romero J., Wolf R. (2006). Kinematics of the North American-Caribbean-Cocos plates in Central America from new GPS measurements across the Polochic-Motagua fault system. *Geophysical Research Letters*, 33, L19309, doi: 10.1029/2006GL027694.
- [2] - Franco A., Molina E., Lyon-Caen H., Vergne J., Monfret T., Nercessian A., Cortez O., Monterosso D., Requena J. (2009). Seismicity and crustal structure of the Polochic-Motagua Fault system area (Guatemala). *Seismological Research Letters*, 80, 6, 977-984.
- [3] - White, R. A., 1985, The Guatemala earthquake of 1816 on the Chixoy-Polochic fault: *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 75, p. 455-473.
- [4] - White R.A., 1984. Catalog of Historic Seismicity in the Vicinity of the Chixoy-Polochic and Motagua Faults, Guatemala. U.S. Geological Survey, open-file report 84-88.
- [5] - 1955 "Relacion de la provincia de la Verapaz, hecha por los religiosos de Santo Domingo de Coban". Guatemala: Sociedad de Geografia e Historia de Guatemala, *Anales* 28:18-31 [1574].