

RESUMEN

Desde el punto de vista geotectónico, la ciudad de Guatemala está asentada sobre una cuenca de extensión que ha sido rellenada con una gruesa capa de sedimentos volcánicos de caída (ceniza principalmente), que posee un espesor de 100 m a 200 m. Las capas superiores están asociadas a un sistema de fallas normales; inducido por el terremoto de 1976 y que tienen una gran influencia sobre el sitio. Se produjeron un par de hundimientos en el área urbana de la ciudad, en febrero de 2007 y en mayo de 2010. Ambos episodios se ubican por encima del colector poniente de drenaje y con una separación entre ellos de 1.2 km. El primero tuvo 25 m de diámetro y 60 m de profundidad y el segundo 15 m y 48 m, respectivamente. En los dos casos, se presentaron pérdidas humanas y materiales.

Con objeto de caracterizar el subsuelo, determinar zonas de riesgo, como otras posibles cavidades y evitar futuras catástrofes en la zona urbana, a lo largo del mencionado Colector Poniente EMPAGUA (Empresa Municipal de Agua de Guatemala) solicitó al Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México la realización de un estudio geofísico. Este estudio incluyó una investigación estratigráfica de la Cd de Guatemala (Informe aparte) y una serie de perfiles de tomografía de resistividad eléctrica (TRE) a lo largo de un perfil ubicado entre ambos hundimientos y otros dos localizados hacia el oriente del segundo hundimiento, utilizando tres diferentes arreglos (Dipolo-Dipolo, Wenner-Schlumberger y Wenner). El trabajo de campo desarrollado durante septiembre de 2010 incluyó un total de 1,786 m de observaciones, distribuidas en seis diferentes perfiles. La profundidad de la investigación depende de la longitud del perfil en la superficie del terreno, por lo que se obtuvieron profundidades de investigación de 30 a 100 m.

En términos generales, es posible definir zonas que por sus características pueden representar un alto riesgo para la población. Se pueden observar anomalías de alta resistividad ($>10,000 \Omega.m$) relacionadas con un material volcánico pobremente consolidado, con la presencia de gas (rellenos artificiales), ó alta probabilidad de la presencia de cavidades con una geometría irregular. Se define una anomalía de alta resistividad hacia la porción oriente del estudio geofísico que se asocia a la presencia de

Rocio Zúñiga Lara

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.

una cavidad que tiene un diámetro estimado de 15 m y se encuentra a una profundidad de casi 50 m. Se definieron también anomalías de baja resistividad ($<10 \Omega.m$) que se pueden asociar con zonas de material saturado de agua y que además sigue la dirección de la topografía superficial. Esta disminuye en dirección W-E (río Las Vacas). Estas zonas de alta saturación representan también un riesgo debido al reblandecimiento de los materiales a profundidad provocando fenómenos de subsidencia y fracturamiento, pareciendo que no son peligrosas hasta ahora. Sin embargo, en caso que el agua intersticial fluya (lo que parece suceder en algunas áreas), dejaría un vacío, desencadenando un proceso de licuefacción que provocaría un colapso del suelo.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país centroamericano que limita con México al norte y al oeste, con el Océano Pacífico al suroeste, al noreste con Belice, al este con el Mar Caribe, y al sureste con Honduras y El Salvador.

La capital se encuentra localizada en una cuenca tipo pull-apart. Al menos ocho volcanes principales rodean la ciudad, asociados a subducción por la falla Motagua. En años recientes varios fenómenos volcánicos y sísmicos, han afectado a la ciudad de Guatemala (i. e., Volcán de Pacaya en mayo de 2010, que coincidió con un periodo de lluvias muy fuerte ocasionado por la tormenta tropical Agatha que provocó una serie de inundaciones).

Los fenómenos de subsidencia que ocurrieron en febrero de 2007 y mayo de 2010, se encuentran en zonas densamente pobladas (Zona 6 y 2, respectivamente). En apariencia, ambos hundimientos estaban relacionados con una falla en el colector principal de drenaje del poniente, supuestamente una ruptura y / o una explosión causada por la acumulación de gas dieron origen a estos eventos.

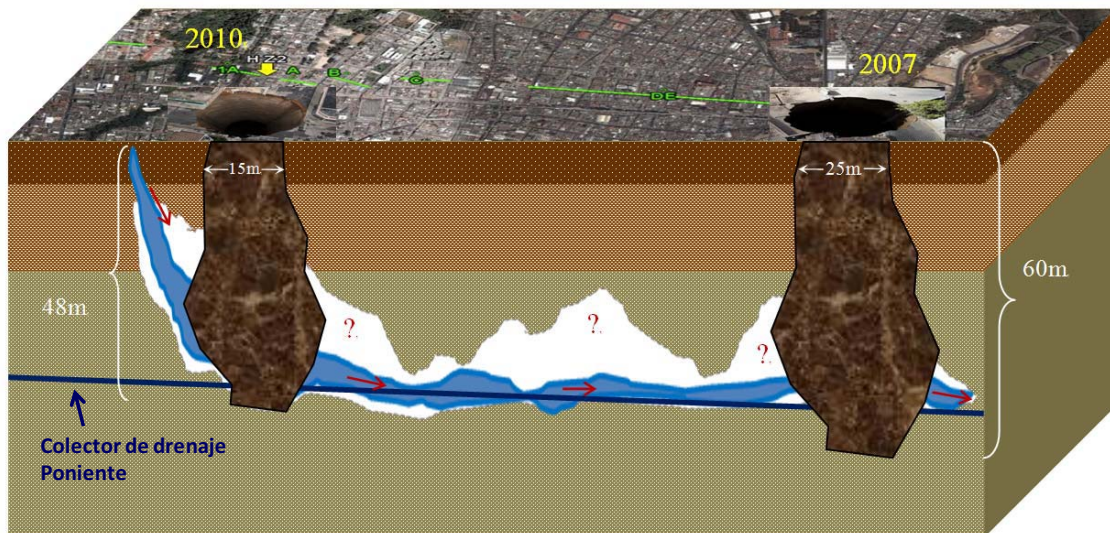


Figura 0.1. Esquema conceptual de los hundimientos ocurridos en la Cd. de Guatemala.

Durante la construcción del Colector Poniente se reportaron una serie de problemas relacionados con el comportamiento del subsuelo. Estos fueron colapsos del terreno debidos a la presencia de zonas de debilidad y pobre consolidación, común en materiales de caída por eventos volcánicos como pómez y cenizas volcánicas. Se realizó un plano de localización de estos rasgos durante el tiempo de construcción de este sistema de drenaje profundo, un plano a escala que muestra en un perfil la localización a profundidad del Colector Poniente (Ceballos *et al.*, 1975).

El método de Tomografía de Resistividad Eléctrica en la actualidad es el que mejor satisface las necesidades para llevar a cabo un estudio que permita determinar la existencia de oquedades, y estructuras que pudieran presentar un riesgo de colapso a lo largo del Colector Poniente entre los hundimientos ocurridos en las Zonas 6 y 2, de tal manera que el estudio alcance en promedio la profundidad a la que se encuentra la mencionada tubería (Figura 0.1).