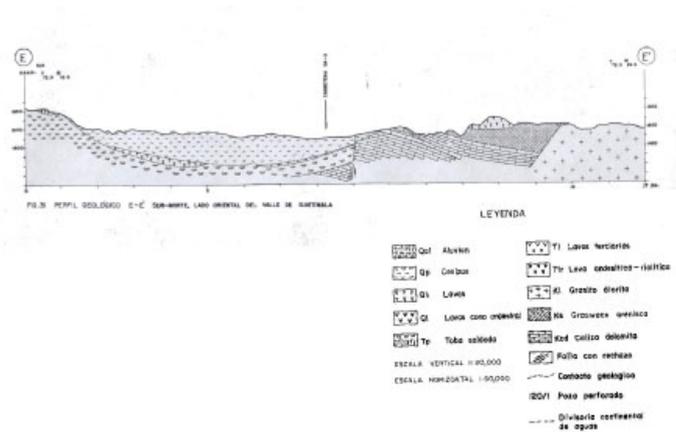
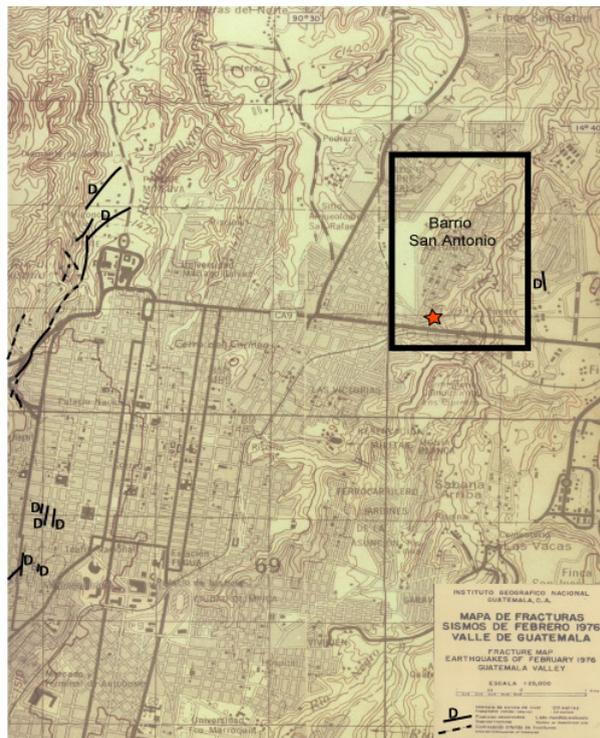


El perfil geológico (E-E', Fig. 4) muestra los espesores del relleno piroclástico superficial (~200 m), lente de lava andesita-riolita (~20 m) y la toba soldada (~180) intermedia y la caliza dolomítica a ~400 m/profundidad formando el piso descendido de la falla normal alineada al Rio Las Vacas. En este perfil la ubicación del Barrio San Antonio donde ocurre el hundimiento del 22 de Febrero de 2007, se proyecta a la superficie de donde se marca el Km 8 del perfil E-E1, a un costado de donde se identifica la Carretera CA-9.



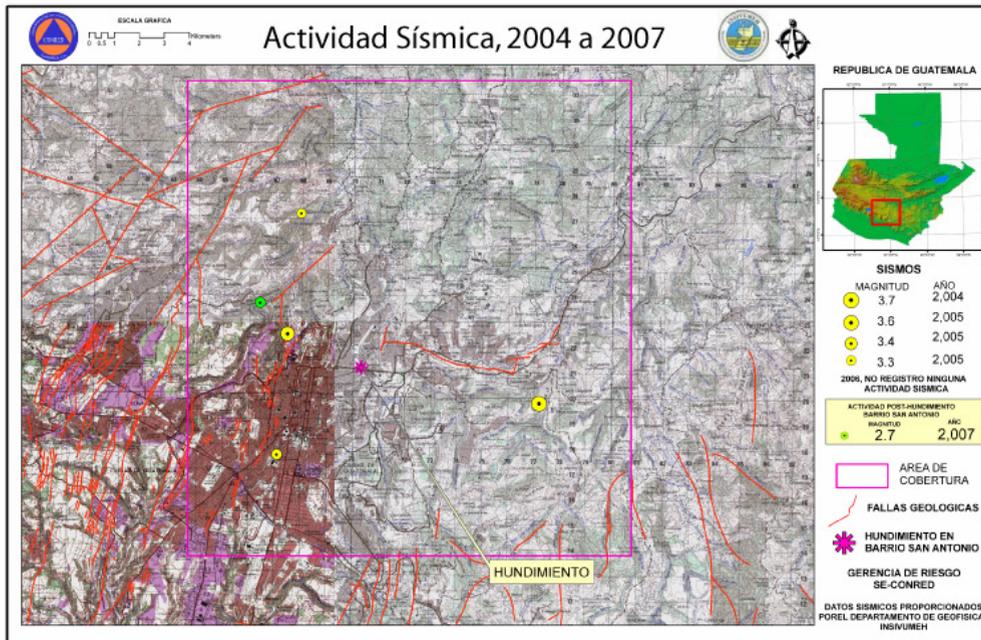
**Figura 4**  
Perfil Geológico, tomado de los perfiles geológicos del Estudio de Aguas Subterráneas en Guatemala, Valle de Guatemala.

La información consultada no revela indicación de una falla geológica activa que atravesase el área de hundimiento en el barrio San Antonio (Figura 5)



**Figura 5**  
Mapa de Fracturas, Sismos de Febrero de 1976, según el Mapa de Fracturas del Terremoto de Febrero de 1976 del Valle de Guatemala

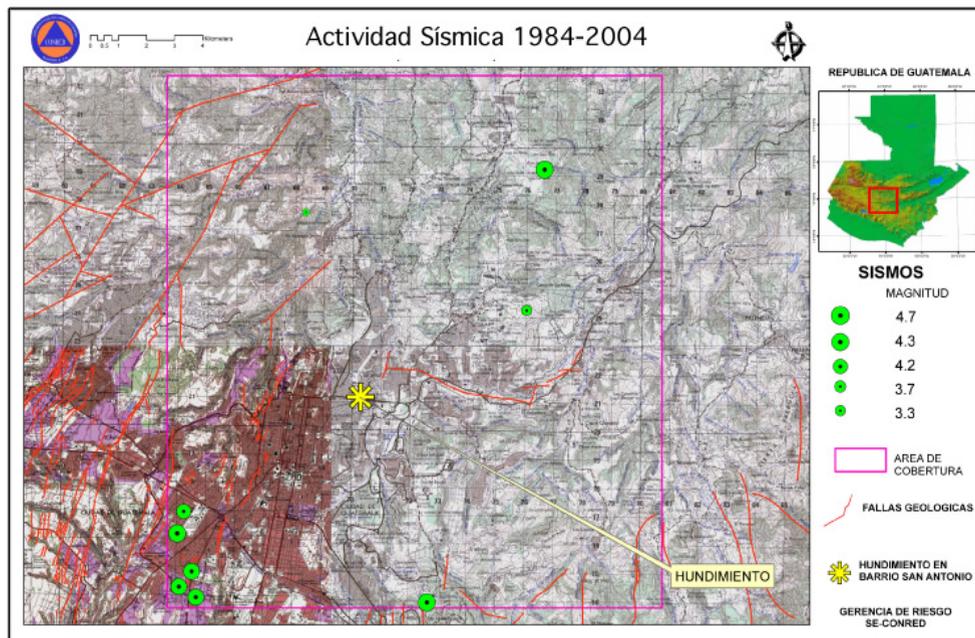
De la información sismológica: Se consultó el registro de actividad sísmica en INSIVUMEH del sector y sus alrededores y se verificó que no ha ocurrido un sismo aislado, en los últimos 2 años, que liberará energía suficiente como para afectar el sitio (Figura 6).



**Figura 6**

Actividad sísmica en el sector y sus alrededores, para el periodo 2004-2007 (INSIVUMEH)

Adicionalmente, la información del registro sísmico instrumental completo de INSIVUMEH, el cual inicia en 1984 (i.e. aproximadamente 22 años de sismicidad registrada), no muestra actividad sísmica acumulada cercana capaz de afectar significativamente al sitio (Figura 7).



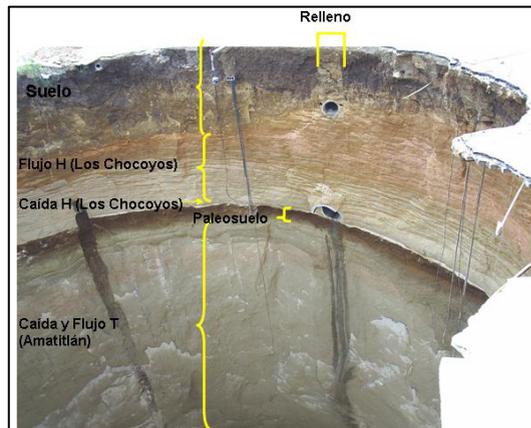
**Figura 7**

Actividad sísmica en el sector y sus alrededores, registrada en el periodo 1984-2004 (INSIVUMEH)

3.3 *Investigaciones de superficie*: se realizó un recorrido por los alrededores del sitio, haciendo observaciones geológicas y geotécnicas. Dadas las condiciones inestables de las paredes del hundimiento, no se ha podido descender al fondo del mismo, por lo consiguiente, debimos recorrer los taludes de los barrancos aledaños al hundimiento para establecer la tefroestratigrafía del Barrio San Antonio.

En este recorrido, se pudo verificar que geología del sitio, cuyo perfil se define en la zona de hundimiento (Fig. 8). De la cima a la base se definen lo siguiente:

- **Suelo**: la superficie del terreno está compuesta de suelo orgánico, negro, localmente retrabajado por excavación del sistema de drenaje en las calles y avenidas; constituyendo una capa orgánica de aproximadamente 1.5 m de espesor.
- **Flujo H**: corresponde al flujo piroclástico Los Chocoyos, denominado así por tener sus máximos espesores (~300 m) en el valle del río Los Chocoyos (afluente del Río Madre Vieja), muy cerca de Godínez, Sololá. Posee característico color rosado, que se considera producto de la erupción de la Caldera de Atitlán (Atitlán III), ocurrida hace 84,000 años (Newhall, C., 1981). En el Barrio San Antonio, el flujo piroclástico tiene ~10 metros de espesor, conformado principalmente por el flujo rosado (*pink flow*), con bandeamientos de color café-amarillento, rosado y blancuzco.



**Figura 8**  
Perfil Geológico en la zona de hundimiento

- **Caída H**: son depósitos de caída de tefra (pómez volcánica), bien clasificada de color blanco, de grano medio-arenosa en la base y de grano grueso al techo, producto del mismo evento que produjo al Flujo H. Su espesor no es superior a los 30 cm.



La pómez es pobre en cristales de biotita (1-5%). Al techo de la tefra “H” hay abundantes líticos de andesita subredondeada. La composición química predominante de la tefra varía desde 74.8 % a 77.5 % de SiO<sub>2</sub>. La tefra “H” es el más grande depósito de caída pliniana de Centro América.



- **Paleosuelo**: es un suelo antiguo de color café a ligeramente café claro, orgánico gradando a limolítico, el cual fue cubierto por los materiales anteriormente citados, durante la fase eruptiva. Su nombre formal es Paleosuelo Los Molinos, cuyo nombre deviene de los mejores afloramientos en los cortes del Río El Molino. El espesor máximo es de ~0.7 m espesor.
- **Caída y Flujo T**: en general son caídas de tefra y flujos piroclásticos y color blanco, producto de la fase eruptiva de la caldera de Amatitlán, La edad de la tefra y flujo piroclástico “T” es ~240,000 ±

170,000 años (Wunderman, 1982). El espesor en el sitio de hundimiento es >30 m, y en los alrededores es mucho mayor.

La *Tefra "T"* es una pómez riolítica de color blanco, con abundante líticos de andesita negrusca y minerales máficos de hornblenda y biotita. En general la hornblenda excede 2 a 1 a la biotita. Vesicular



en forma de grandes gotas en algunos fragmentos. Tiene lentes de pómez color amarillento. Este capa esta ampliamente distribuida y aflora en cortes de los barrancos y caminos y alcanza 5 metros de espesor en la parte sur del valle de la ciudad capital muy próximo a su fuente de origen en la caldera de Amatitlán.

*El Flujo Piroclástico "T"* es ceniza riolítica que sobreyace a la tefra "T". Su espesor localmente puede exceder los 100 metros en algunos barrancos profundos de la cuenca de Guatemala y aquí en el Barrio San Antonio tiene varias decenas de metros de espesor ( $\leq 30$  m). Estratigráficamente infrayace a la muy distintiva tefra "H" de los Chocoyos y el paleosuelo El Molino. El flujo piroclástico inferior esta caracterizado por la incorporación de grandes cantidades de escombros carbonizados y localmente, alto contenido de líticos y en la parte superior con 30 % hasta 70 % del volumen total del flujo. Líticos de color rojizo, grano medio y granito rica en hornblenda y otros pórfidos de dacita vesicular y hornblenda, a menudo meteorizados. La alta concentración de líticos parece ser el resultado de la proximidad a la caldera de Amatitlán.

Estos materiales se encuentran afectados por fracturas no persistentes, de corta extensión que no afectan a todo el perfil del sitio. Las fallas observadas en los alrededores del sitio (a más de 200 m de distancia) son consideradas fallas normales singenéticas (producidas durante la acumulación del material), que tampoco afectan grandes espesores de material.

Las fracturas más relevantes y que son producto de la inestabilidad de las paredes del hundimiento, son circulares, situadas al borde del orificio. Sobre la sexta calle en dirección al oeste del punto del hundimiento, también se observan algunas grietas en el pavimento, orientada con rumbo preferentemente

este-oeste (paralelas a la calle); por su orientación, no corresponden a la tectónica regional del área, así como tampoco guarda relación con la zona de hundimiento, probablemente son causadas por asentamientos diferenciales de rellenos de trabajos de drenaje superficiales secundarios, ajenos al colector principal.

En el sitio se puede notar además, la presencia de agua a distintos niveles de profundidad, tanto de las filtraciones debidas a fugas de la red de agua potable o de drenaje, que afectan a las paredes agujero; como al flujo de materiales sólidos y líquidos del drenaje que circula por los colectores principales que convergen en el área del hundimiento.

Al momento de la visita, se observó que no existe acumulación de agua ya que en el colector principal, desfoga el agua en dirección del río Las Vacas. Los fluidos que circulan en el fondo del hundimiento generan una erosión regresiva en las paredes donde caen los colectores (efecto cascada). Este fenómeno ha provocado la ampliación del orificio en dirección de la sexta calle.

#### **4. Modelo Conceptual**

Los materiales que constituyen el sitio son depósitos de origen natural que se acumularon hace varias decenas de miles de años por actividad volcánica, con lo que se descarta la presencia de un relleno artificial. Las propiedades geotécnicas de estos materiales los caracterizan por su elevado ángulo de fricción interna, resistencia al corte, baja plasticidad y condiciones variables de porosidad y permeabilidad; sin embargo, en presencia de agua, estas condiciones disminuyen sustancialmente.

No se observaron evidencias de tectonismo reciente en la zona (fallas geológicas activas), lo que contribuye a confirmar la no presencia de actividad sísmica tectónica local reciente. Durante el evento del hundimiento, se detectó actividad sísmica causada por el desplome de las paredes del agujero, la cual se manifiesta en el registro (Fig. 9) en forma de ondas con frecuencias estables. Este registro difiere de los registros de actividad tectónica, los cuales se caracterizan por la presencia de dispersión (variación en las frecuencias de las ondas).