

Socavón en Santa María Zacatepec, Puebla

El pasado 29 de mayo de 2021 se originó un socavón de aproximadamente 60 metros de diámetro en un terreno de cultivo ubicado en Santa María Zacatepec, en el municipio de Juan C. Bonilla, en el estado de Puebla (Fig. 1)

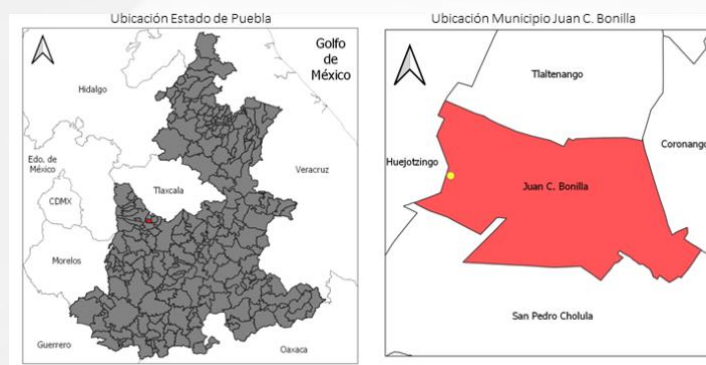


Figura 1. Localización del socavón en Santa María Zacatepec (Mapa elaborado por ERN).

De acuerdo con la Secretaría de Gobernación de Puebla, el socavón ha tomado una forma ovalada en donde el **eje mayor mide 126 metros y el eje menor 122 metros**; además, ha alcanzado una **profundidad de 56 metros**, afectando una vivienda cercana la cual fue parcialmente destruida. Este evento ha generado interés por su rápida evolución y gran tamaño.

Para dimensionar el tamaño del socavón se presenta una comparativa de la evolución de sus medidas en un mes (Fig. 2) también se presenta una comparativa con la cancha del Estadio Azteca, **siendo hoy de mayor tamaño el socavón** (Fig. 3)

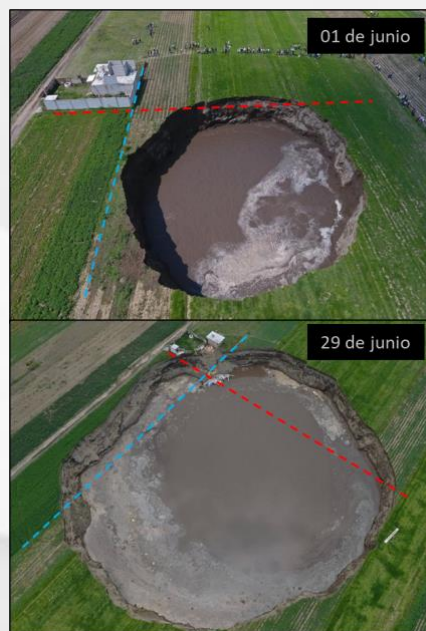


Figura 2. Dimensiones del socavón desde que se originó hasta días recientes. (Fotos modificadas de: <https://www.eluniversalpuebla.com.mx>)

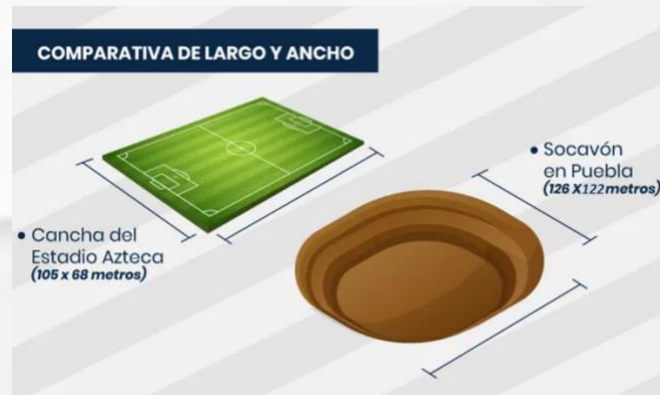


Figura 3. Comparativa entre las dimensiones del socavón y el Estadio Azteca (Foto: <https://www.unotv.com>)

Por su dimensión, localización y evolución resulta de gran importancia estudiar las causas y potencial riesgo que representa para la región.

Origen de los socavones

La ocurrencia de socavones es generada por diversas causas, tanto de origen geológico como antropogénico. Su clasificación está en función de la velocidad con que se desarrolla la deformación del terreno; considerándose como subsidencia a fenómenos de lento desarrollo y socavaciones (colapsos) a hundimientos rápidos y repentinos como el generado en Zacatepec, Puebla.

La socavación se define como la pérdida repentina de volumen de material (suelo). Investigadores del Instituto Politécnico Nacional (IPN) trabajan en conjunto con el gobierno de Puebla para encontrar las causas. La hipótesis más fuerte hasta el momento es que debido a la variación de niveles subterráneos de flujo de agua, **el suelo del sitio perdió cohesión generando así el deslave de material.**

Daños provocados por socavones

Generalmente la aparición de un socavón, dentro de una zona urbana o asentamiento humano, compromete la integridad de las personas, así como la infraestructura existente (carreteras, vías férreas, tuberías, canales de riego, presas y edificios).

Se sabe que los daños provocados por este tipo de fenómenos naturales son cuantiosos, ya que representan un riesgo importante para la vida de los residentes o usuarios de cualquier infraestructura propensa a sufrir afectaciones. Se estima que, en Estados Unidos, los costos por daños debido a socavones, **asciende a los 300 millones de dólares por año** (USGS, 2021).

Por otro lado, la Ciudad de México reporta alrededor de **70 socavones al año** (Ramírez de la Parra, 2017), afectando principalmente tuberías y pavimentos, además de provocar la aparición de grietas verticales en muros de viviendas y/o edificios (Fig. 4)



a) b)
Figura 4. Daños debido a la presencia de socavones: a) tuberías, carpeta asfáltica y vivienda y b) grietas verticales en muros

Debido al incremento exponencial del socavón localizado en Santa María Zacatepec, Puebla, este afectó totalmente a la vivienda cercana de dos niveles de mampostería confinada (Fig. 5), así como a terrenos de cultivo circundantes.



Figura 5. Daños en vivienda de dos niveles de muros de carga de mampostería confinada

Soluciones geofísicas

Se ha vuelto cada vez más necesario conocer información de las condiciones del subsuelo para estudiar flujos subterráneos de agua, cambios en las propiedades del suelo y posibles socavones. **Esto es posible con la implementación de técnicas de exploración geofísica.**

Mediante el análisis de varios perfiles geofísicos se puede construir un modelo esquemático 3D del subsuelo donde los patrones cambiantes de las propiedades representan las cavidades y áreas anómalas (Fig. 6)

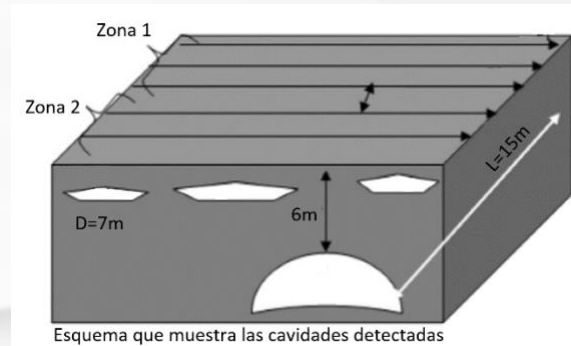


Figura 6.. Esquema de interpretación de resultados geofísicos (Esquema modificado de: Alsharahi et al., 2019)

Una de las técnicas geofísicas recomendadas es la **Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE)**, la cual **permite conocer la distribución de las propiedades geoelectricas del subsuelo en 2D**, es decir, en dirección horizontal y profundidad. Esto se logra mediante la inyección de una corriente eléctrica en superficie y el registro de la variación de voltaje en diferentes puntos (Fig. 7).

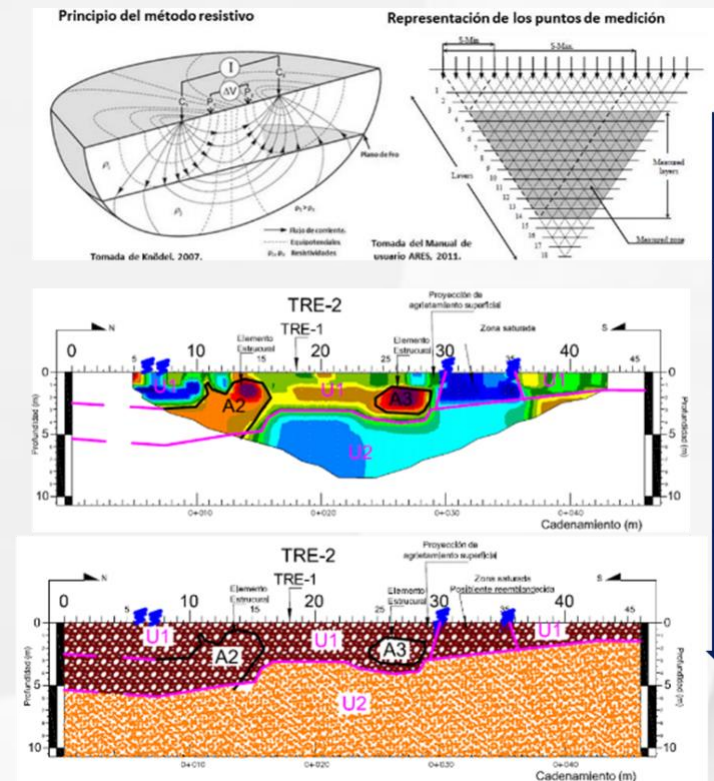


Figura 7. Estudios de Tomografía de Resistividad Eléctrica (Esquema elaborado por ERN)



Otra técnica de exploración geofísica que se utiliza para identificar la ubicación y geometría de cavidades es el método de **Georradar (GPR)**, el cual se basa en emitir ondas electromagnéticas, y a partir de la señal captada por una antena receptora, **se pueden identificar contrastes del subsuelo a profundidad.**

Retos a futuro

Esta noticia nos sensibiliza de la importancia de utilizar técnicas para el monitoreo y evaluación de zonas susceptibles a desarrollar hundimientos y colapsos, por lo que **la exploración geofísica resulta una útil herramienta** a gobiernos con el fin de conocer y prevenir posibles afectaciones a la población y su infraestructura.

Referencias

Alsharahi, G., Faize, A., Louzazni, M., Mostapha, A. M. M., Bayjja, M., & Driouach, A. (2019). Detection of cavities and fragile areas by numerical methods and GPR application. JAG, 164, 225–236.

Ramírez de la Parra. R (2017). Socavones en CdmMx no son nuevos: Conagua. Milenio.

Park, J. J., Chung, Y., & Hong, G. (2019). A Method for Cavity Scale Estimation Based on Ground-Penetrating Radar (GPR) Explorations: An Experimental Study. Advances in Civil Engineering, 2019.

USGS (2021). How much does sinkhole damage cost each year in the United States?

Elaborado por:

Diana Regalado Quiroz (diana.regalado@ern.com.mx)

Juan Salas Lagunas (juan.salas@ern.com.mx)

Esteban Castañeda Macías
(esteban.cmacias@ern.com.mx)

Edwin Adolfo Morales González
(edwin.morales@ern.com.mx)

Simón Almaraz Gutierrez
(simon.almaraz@ern.com.mx)