

# ACTUALIZACIÓN DE LA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y SÍSMICA DE LA CDMX Y ÁREAS ALEDAÑAS- PARTE SUR

JAVIER LERMO, SILVIA GARCÍA,  
FRANCISCO J. SÁNCHEZ SESMA,  
ERICK RAMOS, IVÁN ÁLVAREZ,  
JUAN LUNA, OMAR MACHADO, ÁNGEL ZÚÑIGA,  
NALLELY JIMÉNEZ Y NAVIL TÉLLEZ

Después del gran terremoto de 1985 (Mw8.1), se publicaron trabajos donde se estimaron periodos dominantes del suelo ( $T_s$ ) para la Ciudad de México, usando registros de microterremores y movimientos fuertes. Estos datos fueron la base para generar el mapa de isoperiodos contenido en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCDS) del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (RCDF, 2004).

Una de las características de los suelos es su periodo dominante que no varía con el tiempo, por ello, es importante incluir los mapas de estos periodos dentro de las NTCDS.

En las normas de 2004 aparece el primer mapa de isoperiodos para la CDMX, también conocido como el mapa de zonificación sísmica. La importancia de estos mapas radica en la prevención para que los periodos de las estructuras no coincidan con los periodos dominantes del suelo, evitando así la resonancia y el daño de las construcciones.

El mapa de 2004 está dividido en tres zonas: La primera (llamada zona de lomas) presenta periodos menores a 0.5s, la segunda (llamada zona de transición) se encuentra entre los periodos de 0.5 a 1.0s, y la tercera (llamada zona de lago) corresponde a periodos mayores a 1.0s. La zona del lago está dividida en otras 4 subzonas (IIIa, IIIb, IIIc, IIId).

En 2012, a solicitud de la Coordinación Técnica de la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del DF, se desarrolló una actualización del mapa de isoperiodos, sin embargo, fue hasta el terremoto de 2017 que dichos estudios se incorporan a las Nuevas Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento

de Construcciones de la Ciudad de México (RCCDMX) publicado el 15 de diciembre de 2017. Esta publicación tiene antecedentes en la norma de 2004 donde se presenta, además, un mapa de zonificación geotécnica que no tuvo cambios notables comparándolo con el de 2017.

El objetivo de esta investigación es revisar los límites de las zonas de lomas, transición y lagos para que coincida la zonificación geotécnica con la zonificación sísmica. Para ello, se realizaron campañas de registro de ruido sísmico con lo que es posible determinar, con mayor precisión, las curvas que establecen el periodo dominante del suelo. El estudio consistió en 716 mediciones en las alcaldías de Iztapalapa, Xochimilco y Tláhuac, con mayor número de registros en las colonias Del Mar, San Lorenzo Tezonco, El Molino, La Planta, La Nopalera, Santa María Nativitas, Lomas de Tonalco, San Gregorio Atlapulco, La Noria, etc., debido a que ahí se localiza el mayor número de agrietamientos que aparecieron después del terremoto de 2017.

A partir de las mediciones se detectó que los periodos dominantes varían debido a los derrames basálticos provenientes de las Sierras de Santa Catarina y Chichinautzin (siendo el más destacado el que proviene del volcán Yuhualixqui que alcanza los límites de las alcaldías de Tláhuac y el lago de Xochimilco).

Por otro lado, la distribución de los agrietamientos que aparecieron antes y después del terremoto del 19 de septiembre de 2017, en nuestra zona de estudio se distribuye precisamente en los límites de estos derrames basálticos, como se pueden observar en las figuras 1 y 3, que se encuentran entre los periodos dominantes de 0.5, 2s y hasta 50 m de profundidad.

Para conocer la profundidad de los derrames basálticos se recopiló la información disponible de sondeos geotécnicos, pozos de agua y pozos profundos de 35 sitios que se ubican dentro del área de estudio (puntos azules, Fig. 3), en los cuales, el valor del espesor de los sedimentos se aprecia con claridad. En 21 sitios se realizaron mediciones de ruido sísmico, mientras que en los sitios restantes se relacionó la medición de ruido más cercano al sitio. Con los valores de las profundidades de los derrames o depósitos profundos (Hs) y los valores de periodos dominantes obtenidos en esos 35 sitios (Ts), se pudo graficar la relación de los espesores con los periodos dominantes, encontrando una relación empírica donde  $Hs = 23.7 Ts^{0.96}$  (ver Fig. 2).

Finalmente, los mapas de isoperiodos e isoprofundidades definen varios derrames basálticos provenientes de las Sierras de Santa Catarina y Chichinautzin (siendo el más destacado el que proviene del volcán Yuhualixqui); siendo más abrupta la parte de la Sierra de Chichinautzin y más suave la Sierra de Santa Catarina. Por lo que, proponemos **una nueva zona de transición** que quedará establecida entre los periodos 0.5 a 2.0 segundos y entre 10 a 50 metros de profundidad, ya que la mayoría de las grietas y daños estructurales causados por el sismo del 19 de septiembre de 2017 se encuentran en este intervalo (ver Figs. 1 y 3).

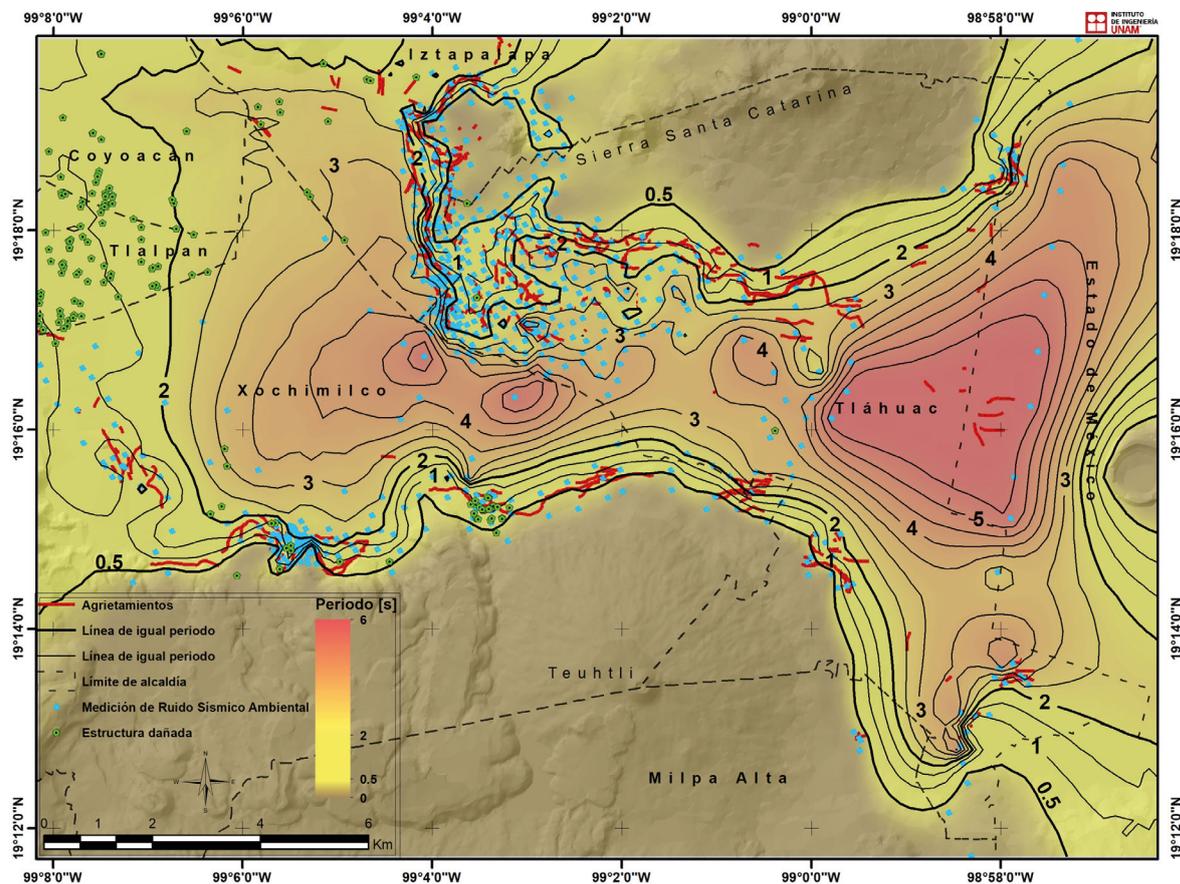


Figura 1. Mapa de periodo dominante del suelo (Ts) para la subcuenca de Xochimilco-Chalco. Los agrietamientos que aparecieron después del sismo del 19 de septiembre de 2017 se muestran en color rojo, mientras que en color verde se aprecian las estructuras dañadas.

Con esta propuesta, los mapas de zonificación geotécnica y el de zonificación sísmica quedarían modificados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño Sísmico del Reglamento de Construcciones de la CDMX publicado en diciembre de 2017.

Estos nuevos mapas protegerán a las construcciones de las zonas de agrietamiento evitando daños en futuros terremotos, porque la revisión será mayor en cuanto al aspecto geotécnico y sísmico, ya que el problema existe de origen debido a los derrames y a las condiciones originales de la geomorfología de la cuenca endorreica en que vivimos.

Si desea mayor información sobre el tema puede consultar la siguiente liga:

<https://www.dropbox.com/sh/4blc4o614n4snid/AAC1-NIAUTR7nqSiRGW0oKD4a?dl=0>

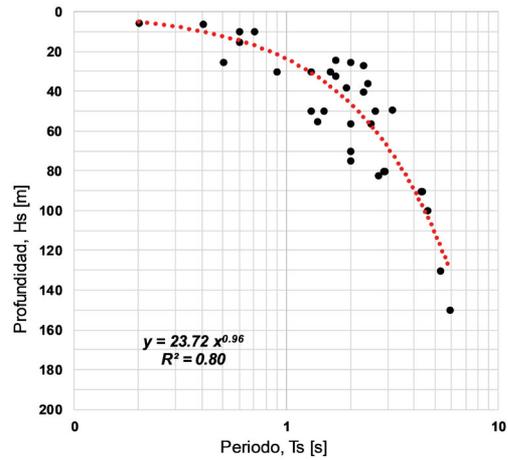


Figura 2. Ajuste no lineal para los datos de periodos dominantes del suelo (Ts) y profundidad (Hs). Se muestra la ecuación de ajuste y el valor de la correlación.

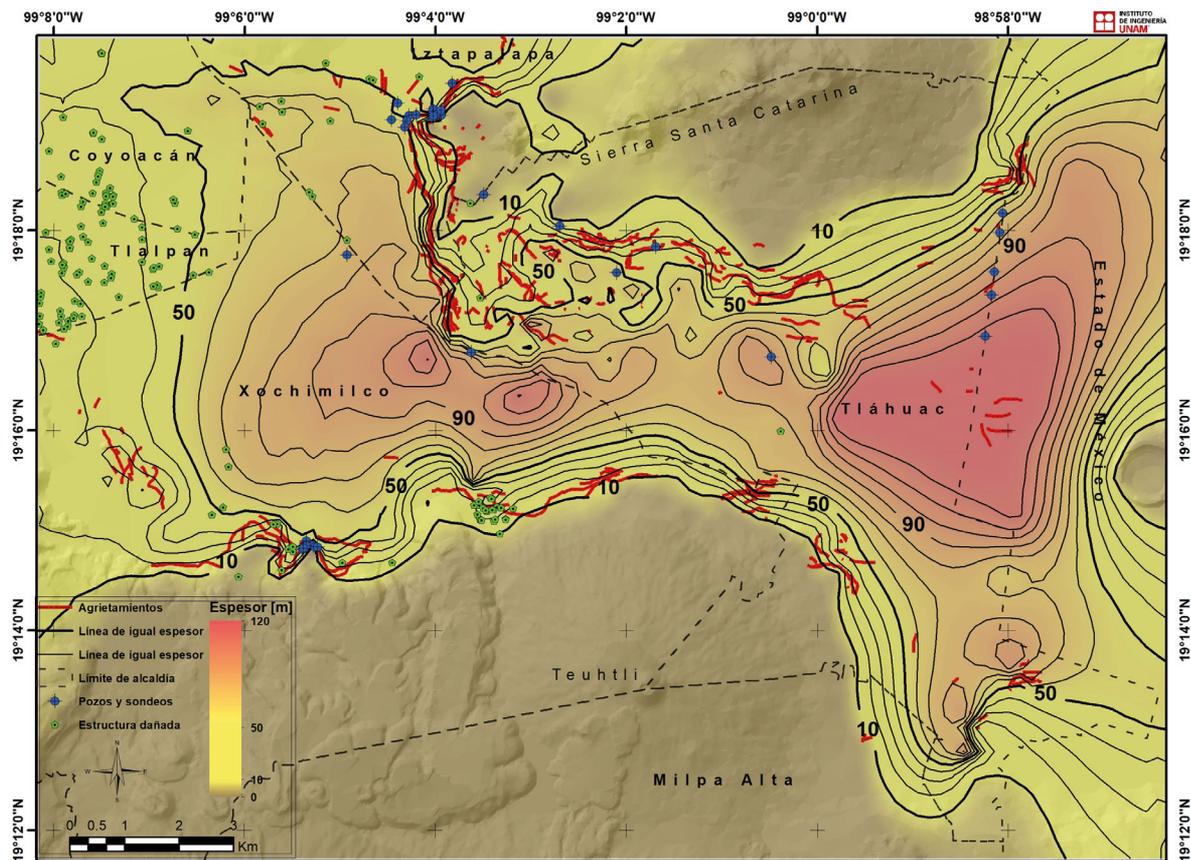


Figura 3. Mapa de isoprofundidad a la cima de los derrames basálticos o al contacto entre la arcilla inferior y los depósitos profundos (Hs). Las cruces azules muestran los puntos donde se conoce el espesor de la capa de arcilla.