

## Los sismos y su efecto sobre las estructuras.

La magnitud del daño que puede ocasionar un sismo sobre una edificación depende de las características del movimiento del mismo, de las características de la construcción (rigidez, configuración estructural, configuración en planta y elevación de la estructura, etc.) y de la respuesta del terreno. La combinación de estos tres elementos determina el peligro que tienen las estructuras levantadas por el hombre.

El movimiento del terreno generalmente se debe a la acción de la fuerza provocada por un sismo. Para caracterizar un sismo se utiliza un parámetro llamado magnitud, el cual está asociado con la energía liberada por el fenómeno. La magnitud de un sismo no depende del lugar donde se tome la medición y sólo es una constante asociada con el mismo.

Esta medición es poco útil cuando se pretende relacionar las características de un sismo con posibles daños a estructuras, pues se sabe que la sacudida se manifiesta de manera diferente dependiendo del sitio donde sea percibido, es decir, de las características dinámicas del terreno que están en función del tipo de material, y que dan origen a lo que se conoce como efectos de sitio. Los parámetros que permiten estudiar las características del movimiento y su efecto sobre las estructuras, son: el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, la energía liberada, etc., todos en función del tiempo. Estos datos se obtienen del procesamiento de la información registrada por instrumental adecuado (sismógrafos, acelerógrafos, etc.) y que permiten evaluar la intensidad, misma que sí depende del lugar donde se tomen las mediciones y tiene relación directa con la fuerza que provoca el movimiento del terreno.

Se sabe que  $F = ma$ , es decir, que la fuerza ejercida sobre un objeto es igual a la masa del mismo multiplicada por la aceleración a la que se ve sometido. Debido a esta ley y aplicándola a las estructuras, si la aceleración durante un sismo es alta, también lo será la fuerza adicional sobre una edificación.

La aceleración provocada por el sismo en el terreno puede tener cualquier dirección y sentido, y se representa a través de tres componentes: dos horizontales perpendiculares entre sí (por ejemplo norte-sur y este-oeste), y una vertical. Las componentes horizontales provocan fuerzas sísmicas en esa dirección, y la vertical da lugar a fuerzas verticales, que se suman o restan (según su sentido) a las fuerzas gravitatorias (peso) de los elementos afectados.

Las fuerzas horizontales son las que provocan los daños más importantes en las estructuras y tienden a volcar a éstas; las verticales afectan fundamentalmente a partes estructurales en voladizos, tales como aleros y balcones.

Un diseño deficiente de estructuras, hecho sin tomar en cuenta estas fuerzas adicionales y los efectos de sitio, pueden ser la causa de una alta vulnerabilidad.

Un buen diseño es importante para que las estructuras se comporten adecuadamente durante un sismo, pero existen otros factores como lo son la aplicación correcta de las técnicas constructivas y la calidad de los materiales utilizados.

No sólo la magnitud de las aceleraciones puede influir en la cantidad de daños que se presente en las edificaciones. La frecuencia de las ondas de aceleración puede ser determinante, pues si coincide con la frecuencia natural de la construcción, ésta entraría en resonancia y tendría daños considerables. Por esta razón, en el diseño dinámico de estructuras debe evitarse que las frecuencias sean iguales, por lo que resulta importante conocer los efectos de sitio. Normalmente, las construcciones pequeñas poseen una frecuencia natural alta. Como consecuencia, son más vulnerables a sismos que se hayan originado cerca debido a que éstos se asocian con ondas sísmicas de alta frecuencia. Los edificios altos poseen frecuencias naturales bajas, siendo más vulnerables a sismos que se hayan originado lejos, debido a que éstos se asocian con ondas de baja frecuencia.

También la respuesta del terreno durante los sismos puede ser trascendental en los daños a las construcciones que se encuentran sobre él. Durante los movimientos, se pueden presentar deslizamientos del terreno, agrietamientos del suelo, licuación y asentamientos que son capaces de generar deterioros importantes o incluso el colapso total de las estructuras.

*Patricia Máximo R.*