

PELIGRO SISMICO

ING. MARIO ORDAZ SHOERER

**INVESTIGADOR DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONAMA DE MEXICO**

Haré énfasis para ir un poco más a fondo en algunos de los conceptos que ya mencionó el Ing. Mena, para tratar de definir en qué consiste el peligro sísmico y como se mide; en un corte idealizado de la tierra, se sabe que está formada por capas muy diferentes que van desde el núcleo que es la parte más profunda, hasta una parte superficial - muy delgada que se llama corteza; ahora sabemos que es justamente en esa parte, en la delgada corteza de la tierra en donde se generan los temblores. Todos los temblores que afectan al hombre, desde la antigüedad por ejemplo, en el Japón se creía que se debían a un Dios maligno, se llama Namatsu.

Actualmente ya sabemos que esa no es la verdadera razón, y que la corteza terrestre está formada por placas, placas que están moviéndose y se han estado moviendo durante muchos años, esto lo descubrió un científico llamado Wegener, y la evidencia principal o el efecto principal en tiempos geológicos de este movimiento de placas es un fenómeno que se llama deriva continental, que consiste en que hay evidencias - de muchos tipos, de que la corteza de la tierra, de los continentes - originalmente eran uno sólo y el movimiento de las placas en las diversas formas ha ido conformando a lo largo de las eras geológicas a los continentes para que se separen y tomen la forma que tienen ahora; no siempre las placas han estado ahí, han estado en movimiento - siempre lo estarán hasta que el núcleo de la tierra se enfríe, eso -- significa que para fines prácticos siempre seguirán existiendo temblores en nuestro planeta.

Los epicentros de los temblores se alinean justamente en el borde de las placas que actualmente tienen en la tierra, y aunque hay algunos eventos fuera de los bordes, es muy notorio que la mayor parte de la sismicidad del planeta está concentrada en los bordes de las placas. Las formas en que la corteza terrestre se rompe para dar origen a -- temblores son muy diversas y usualmente se clasifican de tres maneras; la primera que se llama falla transcurrente en español, y consiste en que los bloques de la tierra, los bloques de la corteza terrestre se desplazan en forma horizontal a lo largo de un plano horizon--

tal; este desplazamiento da origen a un tipo particular de temblores que se llaman los temblores de sisayamiento o de falla transcurrente. Otra forma en que se rompe la corteza de la tierra para originar temblores es lo que se llama falla normal, y consiste en que un bloque - desliza sobre otro hacia abajo y eso provoca un temblor; el tercer tipo genérico de falla de la corteza de la tierra se llama falla inversa, se llama así porque ocurre justamente al revés de la falla normal y es un bloque se mete debajo de otro, este procedimiento este mecanismo de falla inversa es el que ocurre esencialmente en la Costa del Pacífico mexicano.

En ocasiones los temblores provocan aparte los movimientos de la tierra grandes olas que se llaman tsunamis que pueden constituir riesgos para el hombre y para sus bienes, pero en este momento sólo me estaré concentrando en los riesgos que se derivan de los movimientos de la tierra que son producidos por los temblores.

En un esquema idealizado de lo que ocurre cuando la corteza de la tierra se rompe dando origen a un temblor, suponemos que la ruptura de la corteza ocurre sobre un plano y que el temblor se origina en un punto que se llama foco o hipocentro, esta es la superficie de la tierra y la proyección vertical de la localización de foco o hipocentro se llama epicentro, entonces suponemos que el tembor se origina ahí - la ruptura no es puntual no se rompe sólo una pequeña porción de la tierra sino que se rompe una gran parte de la corteza de la tierra a veces del orden de cientos de kms., y la ruptura se propaga en alguna dirección, a este plano se le llama plano de falla.

Un esquema de lo que está ocurriendo en la Costa del Pacífico mexicano, y que está dando origen a los grandes temblores que se conocen como temblores de subducción es lo que sucede en la placa de Cocos, que es una placa oceánica que se está tratando de meter debajo de la placa de Norteamérica, que es la placa continental sobre la que está --- nuestro país, esto de acuerdo con las definiciones que les había platicado anteriormente es una falla inversa, en la que hay un bloque de

la corteza tratándose de meter debajo de otro bloque, y cuando la capacidad de resistir de los materiales en el contacto entre las placas es vencida entonces ocurre un temblor. Se mueve la placa de Cocos, penetra un poquito más en la placa de Norteamérica, y eso produce los grandes temblores del pacífico mexicano.

Otro esquema de lo que correspondería a un corte transversal de nuestro país digamos de oeste a este, se vería a la placa de cocos penetrando debajo de la placa continental y justamente en la interfase entre las placas sería la línea donde ocurren los temblores. Cuando se vence la fricción en los puntos o en las áreas ocurre un gran temblor.

En lo que va de este siglo se han producido en la costa mexicana del pacífico alrededor de 30 grandes temblores, por grandes temblores --- quiero decir con magnitud mayor de siete, por ejemplo: en 1932 ocurrió un gran temblor en la costa de Jalisco que es el temblor más --- grande de magnitud que ha ocurrido en lo que va del siglo, ese temblor tuvo magnitud de 8.2 y rompió se supone la parte de la corteza; es interesante ver el tamaño del área de ruptura del temblor de septiembre de 1985, es una zona del orden de casi 200 kms de largo por 80 kms de ancho y en comparación la pequeña zona que rompió el temblor del 20 de septiembre de 1985.

La razón de que sea justamente la costa del pacífico donde se han generado prácticamente todos los grandes temblores de nuestro siglo y de mucho tiempo atrás, y desde luego los más dañinos para los bienes del hombre, el hecho de que se hayan generado en la costa del pacífico ha hecho que sea después del Valle de México la zona del país más instrumentada hasta ahora.

Tenemos una fuente que genera un temblor, se le suele llamar la fuente del temblor, ocurre un temblor, tiene su hipocentro que es el punto donde se inicia la ruptura y el epicentro el temblor que se caracteriza sólo con una medida que se llama la magnitud del temblor, que es una medida de energía que se libera durante la ruptura, las ondas sísmicas que se generan recorren cierta distancia entre el epicentro,

el sitio donde el hombre tiene localizadas sus construcciones y las ondas se modifican en general se atenúan y van siendo cada vez de menor amplitud conforme viajan más y llegan al sitio; producen un movimiento de terreno.

A la medida del tamaño del temblor se le llama magnitud del movimiento, a la medida de los efectos del temblor en un sitio se le llama intensidad, de modo que a un temblor le corresponde una sola magnitud - mientras que pueden corresponderle diferentes intensidades dependiendo del sitio donde se registre, por ejemplo es casi seguro que si el sitio no estuviera información de este tipo es que uno puede establecer medidas del peligro sísmico, que repito usualmente se expresa en términos de probabilidades de excedencia de intensidades sísmicas.

La forma típica de las curvas con tasa de excedencia de magnitud siete, se excede cada 100 años, para otras magnitudes más grandes son -- excedidas cada 1000 años; entre más grande la magnitud necesita pasar más tiempo para que ocurran temblores con ese grado. Las curvas de actividad sísmica en las fuentes toman diferentes formas, por ejemplo: que la atenuación sísmica es la manera en que uno convierte magnitud y distancia a intensidad en general es una función bastante compleja y es uno de los puntos críticos del proceso de valorar el peligro sísmico, es decir, entre más grande sea la magnitud más grande la intensidad pero entre más grande sea la distancia en general más pequeña -- la intensidad.

Interesa desde luego tener medidas de intensidad objetivas, a lo largo de la historia que han usado como medidas de intensidad las más diversas cosas, desde una medida que parece estar claro en la historia colonial de nuestro país, como aparentemente el número de campanadas de las iglesias y la cantidad de festividades religiosas que se -- nacían después de un temblor, resulta ser una medida muy buena de la intensidad que tuvo ese temblor, y claro que interesa tener escalas -- objetivas para medir la intensidad y no llegar a un conflicto como el que hubo en el siglo XVIII cuando ocurrió el gran temblor de Lisboa,

Portugal, que de acuerdo a los historiadores católicos fue un temblor muy devastador, y de acuerdo a los historiadores protestantes fue un temblor de mediana intensidad, la razón es que aparentemente los historiadores católicos querían convencer al Rey de Inglaterra, que era protestante, de que les perdonara sus deudas y los historiadores protestantes al servicio del Rey, querían impedir que eso pasara. Entonces interesa saber medidas objetivas de intensidad y para fines de ingeniería una de las medidas más útiles para caracterizar la intensidad, es la aceleración máxima que sufre el terreno durante la ocurrencia de un temblor. Es una medida imperfecta, pero útil.

Refiriéndome rápidamente al punto que mencionaba sobre efectos locales, irregularidades de muy pequeña escala tienden a la modificación de las ondas sísmicas, en un valle aluvial como el valle en el que está la Ciudad de México, de modo que el material que está fuera del valle es mucho más duro que el material que está dentro, ésa es la situación que tenemos en la Ciudad de México.

Un modelo teórico de esta aceleración es el registro en una estación que está en el límite del valle correspondería por ejemplo a Ciudad Universitaria, a medida que uno se ve sometido al efecto de las irregulares de pequeña escala que induce el valle aluvial, va encontrando que la respuesta de los acelerogramas que encuentra en la superficie de la tierra van siendo cada vez más grandes, y a veces decenas de veces más grandes, lo que habla pues ese es un efecto que se llama local que se ha visto en los últimos años a raíz del temblor de 85 que es quizás el principal componente de peligro sísmico en nuestra ciudad y en ciudades que estuvieran en situaciones similares, para resolver este problema se han ideado muchos métodos, entre otros uno que se llama Origami porque consiste en estudiar los rebotes de las ondas de la misma manera como se dobla el papel al estilo japonés para hacer figuritas.

Otro tipo de efectos locales y regularidades de pequeña escala que podrían ser cruciales en algunos lugares; por ejemplo en el Valle de México, es la existencia de lo que se llama cámaras magmáticas que son

depósitos de lava de magma fluído y hace que la velocidad de la propagación de las ondas sea menor, eventualmente puede afectar considerablemente los efectos de los temblores e incrementar el peligro sísmico.

A partir del temblor de 85 quedó claro que el principal efecto componente del peligro sísmico de la ciudad de México son justamente los - efectos locales, los efectos de amplificación de las ondas por los estratos del valle aluvial en que descansa la ciudad de México.

Lo que es notable aquí es como el daño parece estar siempre concentrado en una región, con subregiones, cuyos suelos tienen propiedades -- muy específicas, y eso parece ser la razón principal para que el daño y el peligro estén concentrados en estas zonas.

Simplemente para terminar quisiera comentar otro de los aspectos que en los últimos años han venido saliendo a la luz, y es algo que mentionaba el Ing. Mena que se conoce como brechas sísmicas, usualmente antes de que nos diéramos cuenta de estos fenómenos se acostumbraba - que la ocurrencia en el tiempo de los temblores era una cosa más o menos aleatoria, una cosa más o menos impredecible, que ocurría sin aparente regla en el tiempo, después de estudiar más cuidadosamente los datos y con la acumulación de ellos se ha llegado a la conclusión de que por lo menos los grandes temblores no ocurren en la forma aleatoria que se había supuesto; sino que parece haber recurrencias muy marcadadas en la zona mexicana de subducción, de modo que cuando ha ocurrido un temblor la probabilidad de que rápidamente vuelva a ocurrir --- otro en la zona es muy baja, esto hace que en la actualidad prevalezca la idea de que el proceso de ocurrencia de los temblores y de los grandes temblores de subducción es casi periódico, los que los hace - ser predecibles, si yo se que una cosa ocurre cada 50 años como reloj es muy fácil que yo lo prediga, no es el caso de los temblores, no es el caso que ocurran con esa periodicidad de reloj pero si con algo parecido a eso, eso hace que las zonas en donde hace mucho tiempo que - no tiembla se vuelven zonas de alto riesgo, de alto peligro sísmico, porque; si hace mucho que no ocurre un temblor ahí y actualmente creedo

mos que la ocurrencia es más o menos periódica, es muy probable que -
ahí ocurra a corto plazo un temblor.

Eso es todo, muchas gracias.