

## Peligro sísmico en Lima y el país

Hernando Tavera\*

El Riesgo Sísmico presenta dos aspectos diferentes, uno científico y otro económico. Este último, aunque relacionado con el primero excede las competencias del sismólogo y del ingeniero. Desde el punto de vista científico, al sismólogo le interesa en primer lugar, la probabilidad de que ocurra un sismo de ciertas características y al ingeniero le interesa que una estructura se comporte adecuadamente durante un sismo. En 1980, la UNESCO propuso relacionar todos los aspectos del problema con la siguiente expresión:

**Riesgo = Peligro \* Vulnerabilidad \* Valor Económico**

De este modo, el riesgo engloba hasta los aspectos económicos cuya valorización corresponde a los gobiernos, compañías de seguro, etc. Lo más importante en esta relación es que, si no existe peligro, no existe riesgo alguno.

El término Peligro, está relacionado con los terremotos y alude directamente a los sismólogos; mientras que, la vulnerabilidad debe ser evaluada por el ingeniero a quien le interesa el efecto combinado de la ocurrencia de diferentes sismos y las diversas respuestas de una estructura en particular. El peligro sísmico de un emplazamiento, área o región es definido como la probabilidad de que el parámetro que mide el movimiento del suelo, debido a la ocurrencia de un sismo, sobrepase un nivel de umbral dado para un determinado periodo de tiempo. Es decir, se busca conocer algún valor que represente la intensidad del movimiento del suelo en distintos lugares de una región, de forma que sean útiles en la planificación urbanística y en el diseño antisísmico de las construcciones. Por lo tanto, evaluar el peligro sísmico de una región requiere conocer la sismicidad de la misma; identificado bien los peligros a la que está expuesta.

\*Doctor en Sismología.  
Director del Centro Nacional de Datos Geofísicos del IGP.

## ¿Qué es el Cinturón de Fuego?

América del Sur y por ende el Perú, es parte de la región conocida como Cinturón de Fuego del Pacífico y en donde la Tierra libera más del 85% del total de su energía en forma de terremotos y erupciones volcánicas. Este alto índice de sismicidad se debe a que en el borde Oeste de América del Sur se produce la colisión entre las placas de Nazca y Sudamérica, la primera más débil se introduce por debajo de la segunda originando el proceso conocido como subducción, el mismo que se constituye en la principal fuente generadora de terremotos en el Perú. Los terremotos que han producido muerte y destrucción en cualquier ciudad de la costa deben su origen a este proceso (ejemplo: terremotos de 1940, 1966, 1970 y 1974 que afectaron a la ciudad de Lima). Así mismo, como consecuencia de la colisión de placas en el interior del país, se han formado diversos tipos de fallas geológicas que produjeron grandes terremotos, los que también causaron muerte y destrucción en las ciudades o localidades aledañas a las fallas (Tavera y Buforn, 2000). Son conocidos los terremotos producidos por las fallas de la Cordillera Blanca en Ancash (1947), Huaytapallana en Huancaayo (1969), Tambomachay en Cusco (1986), Moyobamba en San Martín (1990 y 1991) y Ayacucho (1981 y 1999).

### El Silencio Sísmico

Debe entenderse que si en una determinada área ha ocurrido grandes terremotos en el pasado, estos volverán a ocurrir en el futuro; por lo tanto, todas las ciudades o localidades que están ubicadas a lo

largo de nuestra costa y próximas a las fallas, siempre estarán propensas a soportar este tipo de Peligro.

El análisis espacio-tiempo de los sismos dentro de un marco estadístico, permite estimar la periodicidad de los sismos de mayor magnitud, la misma que expresada en términos probabilísticos, permite conocer el peligro sísmico al que están expuestas las ciudades (viviendas, edificios, etc.). En términos generales, el peligro de sismos en el Perú ha sido totalmente identificado, pero cómo afecta éste a las ciudades y a sus habitantes...?. La respuesta nos conduce a evaluar la vulnerabilidad de los mismos. La vulnerabilidad de una ciudad o localidad se define como el nivel de respuesta que esta tiene (viviendas, edificios, etc.) ante un determinado peligro previamente identificado y que en nuestro caso son los sismos.

Actualmente, no se sabe de la existencia de un estudio conjunto que permita conocer la vulnerabilidad de la ciudad de Lima; por lo tanto, creemos necesario que para tal fin se debe evaluar los siguientes parámetros:

**Tipo de Suelo.** Muchas de las ciudades, localidades o poblados en el Perú se han levantado sobre cuencas y riberas de ríos, laderas de montañas y quebradas debido a que el agua siempre ha sido vital para la supervivencia del hombre; por lo tanto, hay que estar cerca de ella. Sin embargo, esto resulta perjudicial porque los suelos son sedimentarios poco o nada consolidados. Este tipo de suelo, amplifica las ondas sísmicas generando más daños en superficie. De acuerdo al grado de compactación de los suelos se deben dictar las normas antisísmicas a fin de controlar la



Fig. 1. Colapso de una agencia bancaria durante el terremoto de Kobe, Japón, 1995.

construcción de las viviendas, edificios, hospitales o colegios.

**Tipo de Construcción.** Durante un terremoto, casi el 80% de las muertes se debe al desplome de viviendas o edificios, principalmente los de ladrillos y piedras sin ninguna estructura de cemento, madera y/o quincha resultan ser los más peligrosos. Así mismo, grandes edificios o complejos habitacionales mal diseñados y por lo tanto mal contruidos, se convierten en verdaderos asesinos de personas. A fin de tener una idea de la importancia de este parámetro, es necesario evaluar lo sucedido en la ciudad de Kobe con el terremoto de Japón de 1995 (Ver Figura 1). Mejorar los métodos de construcción y respetar las normas de construcción antisísmica resulta ser eficaz para reducir el número de víctimas.

**Edad de las viviendas y edificios.** Las ciudades más importantes en el mundo,

como es el caso de Lima, tienen muchos años de fundadas y por lo tanto, algunos distritos presentan viviendas y/o edificios de siglos anteriores aun en funcionamiento (construidas básicamente con madera y barro). Este tipo de vivienda, dañada por el paso de los años, no es recomendable para vivir o en todo caso para protegerse ante la ocurrencia de un terremoto debido a la alta probabilidad de sufrir colapsos o incendios.

**Rápido crecimiento de la Población.** Hoy en día, en ciudades como Lima es imposible controlar el rápido crecimiento de la población. Los grupos de habitantes, los más pobres, se instalan sin control en zonas peligrosas debido a que las menos peligrosas ya están ocupadas. Estos grupos humanos carecen de los servicios más esenciales, las municipalidades y los nuevos habitantes tienen ya demasiados problemas y como para preocuparse de prevenir de los desastres que puedan pro-

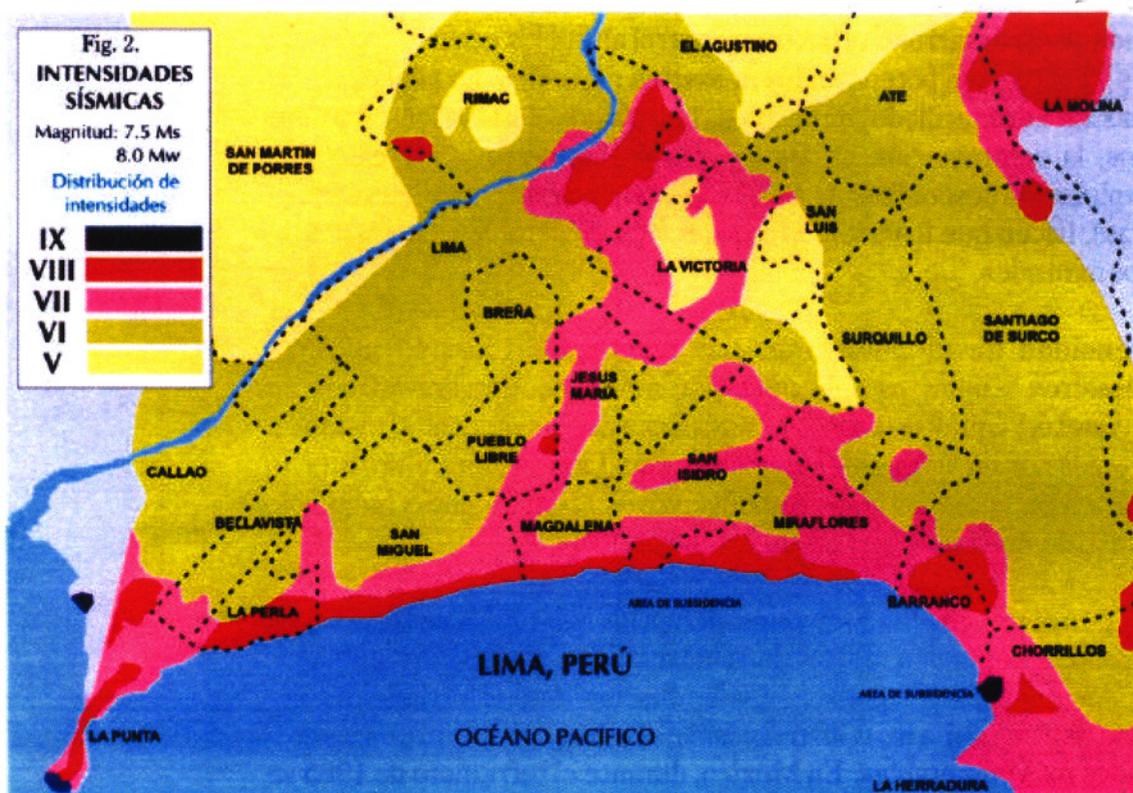
ducirse. El desarrollo urbano sin control altera los ecosistemas locales y provocan o potencian los desastres naturales. La falta de sistemas de alcantarillado apropiados, la invasión de las riberas de los ríos, la deforestación en las laderas de los cerros (huaycos) y la explotación descontrolada de las capas freáticas (hundimiento de tierras), hacen que los habitantes sean más vulnerables a los fenómenos naturales.

**Densidad de la Población.** Los terremotos causarían mayores desastres y muertos si la población se encuentra concentrada en viviendas pequeñas o zonas limitadas. La densidad o tugurización de la población en las grandes ciudades como Lima, es muy alta y mucho más en las zonas antiguas o en los nuevos asentamientos humanos, constituyéndose en un peligro potencial.

**Dependencia de los Servicios.** Todos los habitantes de las grandes ciudades dependen de las infraestructuras y servicios públicos, siendo difícil para la población vivir sin corriente eléctrica, sin teléfono o sin agua. La mala distribución de estos servicios hace a las ciudades más vulnerables. En México, durante el terremoto de 1985 se produjo el desplome de un hospital muriendo personal médico, enfermeras y pacientes.

La ciudad de Lima, con más de 7 millones de habitantes, se emplaza sobre el abanico fluvial de los ríos Rímac y Chillón en la costa de la región central de Perú. Esta región ha sido constantemente afectada por grandes sismos destructores históricos y recientes, siendo el de mayor tamaño el ocurrido el 29 de Octubre de 1746 (9.2 Mw), lo que sugiere que el departamento y la ciudad de Lima se encuentran expuestos a un constante peligro. Estudios sobre el peligro sísmico de la ciudad de Lima, permiten considerar para esta ciudad una severidad de sacudimiento del suelo con una intensidad máxima de 8MSK para un periodo de exposición de 50 años y una probabilidad de excedencia del 10% (Ocola, 1982). Este valor parece ser alto; sin embargo, es coherente con lo observado durante los terremotos de 1940, 1966 y 1974 que afectaron directamente a la ciudad de Lima (Silgado, 1978).

La información más completa y que ha permitido realizar una evaluación sistemática de los efectos y daños causados en las construcciones, objetos, naturaleza y personas, y que ha permitido realizar una zonificación de la ciudad de Lima, corresponde a la obtenida del terremoto ocurrido el 3 de Octubre de 1974 (8.0Mw). En la Figura 2 se presenta el mapa de distribución de intensidades producidas por



este terremoto y en ella se observa que la intensidad del sacudimiento fue mayor a lo largo de los acantilados y menor en el interior de la ciudad. Los acantilados de la Costa Verde y sus playas representan hoy en día un importante polo de desarrollo comercial y turístico; por lo tanto, es necesario evaluar detalladamente los efectos causados por la erosión marina y eólica sobre las capas de conglomerados visibles a simple vista. Si estos efectos se suman a los producidos por las episódicas vibraciones del suelo causadas por los sismos, entonces el potencial de peligro se incrementa.

Así mismo, el sismo de 1974 ha mostrado que en algunas áreas de la ciudad de Lima, como el distrito de La Molina, pueden presentarse problemas de estabilidad o compactabilidad de suelos, fenómeno que explicaría la alta intensidad observada en

este distrito durante el sismo. Es importante considerar que para el año 1974, no existían muchos de los distritos que hoy en día integran la ciudad de Lima; por lo tanto, se desconoce si los terrenos sobre los que han surgido son estables o no. La figura muestra también, que en algunas áreas próximas al centro de Lima, se presentaron intensidades altas; siendo posible que estas tengan relación con el número de viviendas dañadas por el sismo debido a su antigüedad o a la mala calidad de sus construcciones.

Desde el año 1974, no se ha producido otro nuevo sismo que afecte a la ciudad de Lima y muy por el contrario, se ha observado un importante incremento poblacional y comercial. El incremento de la población ha llevado a que se produzca una expansión urbana desmesurada y sin control alguno en zonas reconocidas

como de peligro natural (ejemplo: riberas del Río Rimac). Por otro lado, la centralización de las áreas comerciales ha obligado a los habitantes a concentrarse en distritos próximos al centro de Lima, facilitando la tugurización en viviendas y edificios. Así mismo, es evidentemente que las viviendas y edificios ubicados en distritos como El Rimac, La Victoria, El Agustino y centro de Lima (Barrios Altos), han sido más dañados por el tiempo, constituyéndose hoy, un peligro potencial. La suma de cada uno de estos peligros, aumenta la vulnerabilidad de esta gran ciudad.

La vulnerabilidad de los habitantes de Lima, puede ser evaluada a partir del grado de conocimiento o educación que cada individuo ha recibido sobre los desastres a los cuales está expuesto, su potencial y como prepararse para afrontarlos. En el Perú, esta tarea esta incompleta debido a que la educación parece ser aún un privilegio para muchos individuos, además que no se desarrolla en todos los niveles. Es importante considerar el dictado de cursos sobre prevención de desastres en los colegios, universidades, institutos y centros de trabajo, a fin de reducir el nivel de vulnerabilidad de los individuos que integran nuestra pobla-

ción. Para cumplir a cabalidad con estos objetivos, es vital que los individuos sean concientes de los peligros a los cuales están expuestos y valoren su propia existencia. Los problemas económicos han llevado a muchas familias enteras a buscar medios infrahumanos para subsistir, así en estas condiciones es evidente que poco o nada les importa los peligros a los cuales están expuestos y que puedan presentarse en el futuro cercano.

Finalmente, se debe añadir que sólo un programa planificado de prevención de desastres naturales permitirá proteger a la población y disminuir eficazmente sus impactos catastróficos. Las medidas preventivas destinadas a reducir la vulnerabilidad de las viviendas, edificios y personas ante los desastres naturales, se refieren a aspectos tales como la promulgación y aplicación de normas de construcción, además de contar con instrumentos legales que regulen la utilización de terrenos, el fomento de seguros contra desastres para reducir la vulnerabilidad financiera, realización de campañas de educación o apoyar las investigaciones que puedan conducir a un mejor conocimiento de los peligros a fin de adoptar medidas que permitan reducir el impacto de los desastres.

#### Referencias.-

- 
- ESPINOZA, Et al. (1977) *Seismological Society of America*, 67, 1429 - 1439.  
OCOLA, L. (1982) *Earthquake Information Bulletin*, USA, 14, 33 - 38.  
SILGADO, E. (1978) *Instituto Geológico Minero del Perú*, 114 pp.