

ANEXO 1

MAGNITUD SISMICA.

Definiremos los siguientes conceptos importantes:

El Foco, Centro, Hipofoco o Hipocentro de un sismo es el lugar en la corteza terrestre, donde se han originado las primeras ondas sísmicas.

El Epicentro es la proyección vertical del Foco, a la superficie de la Tierra. En ausencia de instrumentos adecuados para determinar su posición, el epicentro es frecuentemente ubicado, según los daños observados, como el punto de vibración más intensa. Ordinariamente, este punto no coincide exactamente con el epicentro instrumental. Algunos términos como **Distancia Focal o Distancia Epicentral**, se refieren a distancias hacia algunos puntos de interés, llamados **Estaciones**.

La **Magnitud** es la medida de la energía liberada durante la ocurrencia de un sismo.

Se define la magnitud de un sismo, como el logaritmo en base 10, de la máxima amplitud, medida en micrones, en un sismograma registrado por un sismómetro de tensión Wood-Anderson, que tenga un período natural (T) de 0.8 seg., un amortiguamiento (h) de 0.8, y una amplificación de 2,800.

A la magnitud de un sismo que diera un trazo de máxima amplitud de un milésimo de mm., a la distancia de 100 km., se le define como cero.

Evidentemente, si se utilizan sismómetros standard, es decir, que tengan las mismas especificaciones de período natural, amortiguamiento y amplificación, se puede calcular la magnitud, utilizando directamente los trazos de las amplitudes leídas en los sismogramas sin necesidad de calcular el movimiento del suelo. En este caso la magnitud M vendría definida por:

$$M = \text{Log } A - \text{Log } A_0$$

donde: A es la máxima amplitud registrada para un terremoto cualquiera, a una distancia epicentral cualquiera, en un sismómetro standard; A_0 es la amplitud registrada para el terremoto de magnitud cero a la misma distancia. De esta forma la magnitud viene a ser un número característico del terremoto e independientemente de la localización de las estaciones donde éste es registrado.

Sin embargo, se debe considerar que no siempre se puede contar con sismómetros que tengan las mismas especificaciones; es más, la mayor parte de los sismómetros que se usan en la actualidad, difieren en dichas especificaciones. Para obviar estas dificultades, Gutenberg y Richter (1956) propusieron medir la magnitud M usando la amplitud del movimiento horizontal del terreno, en micrones, en las ondas superficiales con períodos cercanos a 20 segundos. La magnitud así calculada, es independiente de la distancia epicentral, puesto que se aplica las correcciones a dichas distancias.

La fórmula para calcular la Magnitud Unificada es:

$$M = \text{Log} (GM/T) + Q$$

donde: GM es el movimiento del suelo o "Ground Motion", medido en micrones; T es el período en segundos, correspondiente a la amplitud que se lee en el sismograma; Q es la corrección empírica para distancia y profundidad.

El movimiento del terreno, o GM, es calculado en base a la amplitud medida del sismograma, y está transformada en amplitud del movimiento del terreno mediante la curva de respuesta del instrumento usado. De esta manera, se evita el tener que usar instrumentos standard, pues basta conocer la curva de respuesta del instrumento usado.

En el cálculo de la magnitud de un sismo es de suma importancia tener en cuenta, que la amplitud registrada en una estación cualquiera, no sólo dependerá de la magnitud del sismo y de la profundidad focal, sino también de las condiciones físicas del trayecto que deben recorrer las ondas sísmicas, así como de las condiciones de terreno sobre la cual se asienta la estación sísmica, y además, de las características del sismógrafo usado. Se sabe que existen efectos direccionales que influyen en la transmisión de las ondas sísmicas, de tal modo que mayor cantidad de energía puede ser radiada en un sentido que en otro. Esto, lógicamente, llevaría a asignar magnitudes erradas a algunos sismos. Pese a que el valor de la magnitud tiene siempre un margen de error, es aconsejable, cuando se asigne una magnitud a un sismo, que éste sea un promedio de las magnitudes obtenidas en varias estaciones, y no el cálculo efectuado en base al registro de una sola de ellas.

INTENSIDAD SISMICA.

Es la medida o severidad con que un punto de la superficie de la Tierra es sacudida por un terremoto. Por lo tanto, es una medida de los efectos que el sismo produce en las personas, obras civiles, estructuras naturales, etc. La intensidad trata de cuantificar todo un fenómeno complejo mediante una simple medida numérica. Este intento ha originado las Escalas de Intensidad, que han ido variando según se conocía y explicaba una serie de focos de los terremotos.

Se considera como una práctica común que cada temblor de tierra sea investigado en forma independiente, con referencia a las condiciones locales del suelo y la construcción existente; los resultados posteriores son la base para crear una escala convencional de intensidades. En ella, se describen los efectos destructivos del movimiento del suelo en las construcciones comunes.

Existen varias escalas; las más conocidas son las de Rossi-Forel y Mercalli.

a) Escala de Rossi-Forel:

Las escalas de intensidades fueron introducidas por varios investigadores y su aplicación fue gradual. De la comparación de investigaciones personales se llegó hacia un modelo común. Rossi, en Italia, y Forel, en Suiza, hicieron trabajos en este sentido, en forma más o menos independiente; sus resultados unidos en 1883 originó la Escala de Rossi-Forel.

Con los avances tecnológicos la escala Rossi-Forel se consideró como obsoleta; acumuló una enorme cantidad de datos para llegar a su nivel máximo de X, y por las descripciones de los efectos mostrados en las construcciones y en el terreno natural, se le consideró fuera de uso. Posteriormente, fue adaptada para las especificaciones europeas.

b) Escala de Mercalli:

Aquellos defectos en las especificaciones, condujeron a Mercalli en 1902 a crear una escala de grado I al grado X de intensidad; más tarde siguiendo las sugerencias de Cancani se amplió a XII y se expresó en términos de aceleración. En la elaboración de la Escala de Mercalli se incluyen efectos de movimiento del suelo. Muchos de ellos en concordancia con las sugerencias de Cancani, fueron publicados por Sieberg en 1923. En 1931, se amplió en sus especificaciones y se estableció la Escala de Mercalli Modificada, comúnmente abreviada M.M. Esta actualización se debió a M.O. Wood y F. Neumann. Fue abreviada y modificada, finalmente, por Ch. Richter, en 1956.

ESCALA DE INTENSIDADES "MERCALLI"

(Abreviada y modificada por Ch. Richter en 1956)

A los efectos de simplificar la descripción , sin tener que hacer continuamente repeticiones, se indica con las letras A, B, C y D, diferentes clases de mampostería, conforme con las especificaciones siguientes:

- **Mampostería A:** construída con buenos materiales, buena mano de obra y buen proyecto. Reforzada con armaduras de acero o de hormigón armado; proyectada para resistir esfuerzos laterales.
- **Mampostería B:** buena mano de obra y buen mortero; reforzada, pero no proyectada para resistir esfuerzos laterales.
- **Mampostería C:** Mano de obra y morteros corrientes. No demasiado débiles por falta de amarre en las esquinas, pero no reforzadas ni proyectadas para resistir fuerzas horizontales.
- **Mampostería D:** Materiales débiles como adobe; morteros pobres. Mala mano de obra. Débiles horizontalmente.

GRADOS:

- I No sentido por las personas. Efectos marginales y de períodos grandes de terremotos lejanos.
- II Sentido por personas en reposo en pisos superiores, o favorablemente situados.
- III Sentido en el interior de las casas. Oscilan objetos colgantes. Vibraciones como las producidas por un camión liviano pasando. Se puede estimar la duración. No se puede reconocer que se trata de un terremoto.
- IV Oscilan objetos colgantes. Vibraciones como las producidas por un camión pesado pasando. Sensación de un golpe como el producido por una pesada pelota chocando las paredes. Balanceo de un camión parado. Puertas, ventanas y platos tintinean. Los vasos suenan. Las lozas chocan. En la parte superior de este grado, armaduras y paredes de madera que crujen.
- V Sentido en el exterior. Se puede estimar la duración. Se despiertan las personas dormidas. Se agitan las superficies de los líquidos; parte se vuelca. Pequeños objetos se desplazan o caen. Las puertas oscilan, se abren o cierran. Postigos y cuadros se mueven. Relojes de péndulo se paran, se ponen en marcha, o alteran su marcha.

- VI** Sentido por todos. Muchos se asustan y corren afuera. Las personas caminan con dificultad. Ventanas y platos se rompen. Adornos, libros, etc. salen de las repisas. Cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se tumban. Revoques y mampostería, clase D, se agrietan. Pequeñas campanas suenan (iglesias y escuelas). Árboles y arbustos se mecen.
- VII** Difícil mantenerse en pie. Percibido por personas manejando autos. Objetos colgantes tiemblan. Los muebles se rompen. La mampostería D se daña formando grietas. Chimeneas débiles se caen y se cortan a ras de la base. Caen revoques, se aflojan ladrillos, piedras baldosas, cornizas. Se producen algunas grietas en la mampostería C. Ondas en los pantanos. Se enturbia el agua con el barro. Pequeños deslizamientos de tierra y hundimientos en bancos de arena y ripio. Campanas grandes suenan. Se dañan canales de concreto para irrigación.
- VIII** Se hace dificultoso manejar un auto. Daños en la mampostería C, en parte se cae. Algunos daños en la mampostería B. Ninguno en la mampostería A. Caída de revoques y de algunas paredes de mampostería. Rotación y caída de chimeneas, pilas de mercaderías, monumentos, torres, tanques elevados. Las armazones de las casas se salen de sus fundaciones, sino están ancladas. Débiles tabiques se tumban. Se rompen ramas de los árboles. Cambio en el caudal o en la temperatura de fuentes naturales y en pozos. Grietas en terrenos húmedos y en pendientes fuertes.

- IX** Pánico general. Se destruye la mampostería D. Fuertemente dañada la mampostería C. Mampostería B seriamente dañada. Las estructuras no bien ancladas, se desplazan de sus fundaciones. Las armaduras se rajan. Serios daños en los depósitos. Se rompen los caños subterráneos. Importantes grietas en el terreno. En terrenos aluvionales se producen eyecciones de arena y barro, cráteres de arena.
- X** La mayoría de las construcciones de mampostería y las armaduras de las de madera, son destruídas. Algunas estructuras de madera, bien construídas, se destruyen. Serios daños en los diques y terraplenes. Grandes desplazamientos. El agua sale de sus causes en canales, ríos y lagos. Arena y barro se desplazan horizontalmente en las playas y en los terrenos llanos. Se doblan ligeramente los rieles.
- XI** Rieles que se doblan fuertemente. Canalizaciones subterráneas completamente destruídas.
- XII** Destrucción casi total. Grandes bloques de roca desplazados. Cambios de nivel en el terreno. Objetos lanzados hacia arriba en el aire.(16)

ANEXO 2

MODELO DE LA ENCUESTA APLICADA

Dirección: Calle: _____

Nº: _____

Interior: _____

1.- Cuántas personas viven actualmente en esta vivienda?

2.- Su vivienda es:

- | | |
|----------------------------------|-----|
| 1. Propia | () |
| 2. Alquilada | () |
| 3. Traspasada | () |
| 4. Donación o Herencia | () |
| 5. Subdivisión del Lote Familiar | () |
| 6. Invasión | () |
| 7. Alquiler-Venta | () |

3.- Cuánto tiempo vive Ud. y su familia en esta casa?

4.- Tiene para Ud. algún beneficio vivir en este lugar?

No ()

Sí () Por qué?

- | | |
|------------------------------------|-----|
| 1. Cerca del Trabajo | () |
| 2. Cerca de los Servicios Públicos | () |
| 3. Hay buena Movilidad | () |
| 4. Cerca de familiares y amigos | () |
| 5. La vivienda es propia | () |
| 6. La vivienda es barata | () |

5.- Su vivienda:

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| 1. Tiene caño propio | () |
| 2. Usa el caño con otras familias | () |
| 3. No tiene caño de ningún tipo | () |
-

6.- Su vivienda:

- 1. Tiene baño propio ()
- 2. Tiene baño de uso común ()
- 3. Tiene baño fuera de la vivienda ()
- 4. No tiene baño ()

7.- Su vivienda tiene luz eléctrica:

- No ()
- Sí () Tiene: Medidor Propio ()
Medidor Compartido ()
No tiene medidor ()

8.- Considera su vivienda como:

- 1. Hogar definitivo ()
- 2. Alojamiento Provisional ()

9.- Actualmente, está Ud. buscando vivienda para trasladarse?

Sí () dónde?

distrito: _____

zona: _____

No ()

10.- Si el Estado le ofreciera un lote en un lugar como Cantogrande, por ejemplo, se trasladaría Ud.?

Sí ()

No () Por qué?

11.- Si el Estado le ofreciera un lote en una zona céntrica, se trasladaría Ud.?

Sí ()

No () Por qué?

12.- Piensa Ud. que esta vivienda representa un peligro en caso de sismo?

Sí ()Cuál es?

No () Por qué?

13.- Si esta vivienda tuviera que ser demolida, por constituir un peligro en caso de sismo, que haría?

1. No, no es peligrosa ()
2. No saldría de ninguna manera ()
3. No lo he pensado, no sé ()
4. Tendría que salir ()

14.- A dónde iría?

1. No sé, el Estado tendría que decidir ()
2. No sé, no he pensado ()
3. Buscaría otra casa para alquilar ()
4. Buscaría terreno en una barriada ()
5. Iría donde mi familia ()

15.- En qué sentido podría Ud. participar en la rehabilitación y reforzamiento de esta casa?

16.- Estaría dispuesto a participar en un Ensayo de Evacuación de esta vivienda para caso de sismo?

Sí () No ()

Por qué?

17.- Qué lugar considera más seguro dentro de la vivienda?

18.- Qué área sería la más segura afuera de la vivienda?

19.- Si se destruyera esta casa por efecto de un sismo, a dónde iría a alojarse temporalmente?

1. Me quedaría sobre los escombros ()
2. Iría a vivir donde mis familiares ()
3. Iría a vivir donde mis amigos ()
4. En las áreas libres de la zona? ()

20.- Tiene Ud. experiencia en construcción de viviendas?

BIBLIOGRAFIA

- 1.- KUROIWA JULIO, Protección de Lima Metropolitana ante Sismos destructivos. Centenario de la Universidad Nacional de Ingeniería. 1976.
- 2.- CISMID, Memorias del 1^{er} Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales. CISMID FIC-UNI. 1987
- 3.- NEWMARK Y ROSENBLUETH, Fundamentals of Earthquake Engineering.
- 4.- INADUR, Plan de Protección Sísmica de Lima Metropolitana. Vol. 1, 2, 3. 1983.
- 5.- VIVIENDA Y CONSTRUCCION, Renovación Urbana. 1980.
- 6.- VIVIENDA Y CONSTRUCCION, Políticas y Acciones de Renovación Urbana. 1975.
- 7.- INADUR, El Problema de las Areas Tugurizadas Centrales de Lima. 1983.
- 8.- PREVI, Estudios sobre la Problemática de la Vivienda en el Perú. 1979.
- 9.- VIVIENDA Y CONSTRUCCION, Estudio Socio-Económico de Tugurios. 1982.
- 10.- VIVIENDA Y CONSTRUCCION, Tugurios en Lima Metropolitana. Estudio de 15 casos. 1974.
- 11.- SILGADO ENRIQUE, Historia de los Sismos más Notables en el Perú.
- 12.- VARGAS, BARIOLA Y BLONDET, Resistencia Sísmica de la Mampostería de Adobe.
- 13.- MORALES, R.; TORRES, R.; RENGIFO, L.; IRALA, C.; Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe.

- 14.- MINISTERIO DE VIVIENDA, Vivienda: Investigación y Experiencias.
Perú.
- 15.- MINISTERIO DE VIVIENDA, Recomendaciones Técnicas, Reparación
de Viviendas de Adobe y Quincha dañadas por
Movimientos Sísmicos.
- 16.- OCOLA LEONIDAS, Catálogos Sísmicos - Proyecto de Sismicidad
Andina SISAN.
- 17.- LABORATORIO DE ESTRUCTURAS-CISMID, Manual Descriptivo
de la Mesa Vibradora.
- 18.- BELLIDO ALFARO, Estudio Geosísmico de El Cercado de Lima.
Tesis UNI. 1978.
- 19.- HUAPAYA PONCE, Estudio Geosísmico y Plan de Rehabilitación
Urbana en Imperial-Cañete. Tesis UNI. 1976.
- 20.- RIVERA CHICATA, Estudio sobre el Sismo del 3 de Octubre:
Distrito del Rímac. Tesis UNI.
- 21.- BAYONA PELAEZ, Cimentación de Edificaciones en la Gran
Lima. Tesis UNI. 1984.
- 22.- CHAVEZ MENDEZ, Regionalización Sísmica del Perú. Tesis UNI.
1975.
- 23.- PAREDES RAFAEL, Estudio Sísmico de las Viviendas en el Distrito
del Rímac. Tesis UNI.
- 24.- PLANMET, Información Estadística sobre Lima.
- 25.- HIDALGO LOZANO, Gran Atlas Geográfico del Perú y del
Mundo. AFA Editores Importadores S.A.