



**Análisis de
Riesgo en
el Diseño de
HOSPITALES
en Zonas
Sísmicas**



Análisis de Riesgo en el Diseño de Hospitales en Zonas Sísmicas

La publicación de este módulo educativo ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA) y la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID).

El material presentado en este módulo representa trabajos originales de los autores. Expresan sus opiniones que no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la OPS ni de los Gobiernos Miembros.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| Introducción | v |
| Principios de Ingeniería Estructural en Zonas Sísmicas | 1 |
| Problemas de Diseño Arquitectónico de Hospitales en Zonas Sísmicas | 23 |
| Normas de Diseño Sismorresistente en América Latina | 47 |
| Concreto Armado en Zonas Sísmicas | 73 |
| Reducción de Riesgos en Componentes no Estructurales de los Hospitales para Casos de Terremoto | 99 |
| Criterios de Diseño de Líneas Vitales de Hospitales en Zonas Sísmicas | 127 |
| Consideraciones de Seguridad en el Diseño Antisísmico de Edificaciones Hospitalarias | 147 |
| Prevención de Incendios en Hospitales | 163 |
| Métodos de Evaluación de Resistencia Sísmica y Normas de Diseño de Estructuras Hospitalarias | 187 |

Introducción

La experiencia demuestra que las instalaciones hospitalarias pueden ser afectadas por las acciones sísmicas. En el continente americano algo más de 100 edificaciones hospitalarias han sido afectadas como consecuencia de 11 sismos sucedidos entre 1971 y 1988; de ellos aproximadamente un 20% colapsaron o sufrieron daños irreparables. El mal funcionamiento de estas instalaciones durante sismos intensos ha contribuido a agravar considerablemente las labores de recuperación y atención de heridos post-terremoto.

Para asegurar que las instalaciones hospitalarias mantengan su operatividad en situaciones donde su funcionamiento es vital--durante y con posterioridad a terremotos--es preciso reducir su vulnerabilidad a estas acciones de la naturaleza. Para ello es necesario identificar los problemas que requieren atención, y establecer los correctivos pertinentes.

Tomando en consideración lo anterior, la Organización Panamericana de la Salud ha preparado la presente publicación la cual reúne las contribuciones de especialistas conocedores de los aspectos fundamentales del problema general del desempeño de instalaciones hospitalarias en zonas sísmicas, encaminadas al establecimiento de acciones preventivas. Aun cuando tales contribuciones se han presentado en forma esquematizada y en su mayoría se han ilustrado con casos reales, los temas tratados presentan algunas complejidades inevitables que se reflejan en el texto.

Este Módulo visual intenta cumplir una función importante en los países de la región, al hacer accesible en forma ordenada un conjunto de conocimientos relevantes en una estrategia destinada a mitigar los posibles efectos catastróficos de los terremotos. Pueden así las personas involucradas en la toma de decisiones preventivas, incorporar en sus programas las recomendaciones aquí contenidas. La implementación progresiva en futuros programas pilotos de aplicación, permitirá calibrar la importancia de algunos aspectos no incorporados en el presente Módulo.

La OPS desea agradecer la valiosa contribución de todos los autores cuyo trabajo original aparece en esta publicación por haber compartido con nosotros sus ponencias. Merece reconocimiento especial el *Ing. José Grases* quien sirvió de asesor técnico para la OPS en la presente edición. El diseño de esta publicación y la composición electrónica por computadora estuvo a cargo de la *Srita. Rosario Muñoz*.

*Organización Panamericana de la Salud
Agosto 1989*

El CISMID nació de la necesidad de hacer frente de manera planificada, a los desastres provocados por fenómenos naturales que afectan al Perú, para tratar de reducir las severas pérdidas causadas por dichos fenómenos, optimizando los escasos recursos humanos y financieros existentes en el país, reforzándolos adecuadamente con ayuda exterior.

Los recientes desastres naturales ocurridos en 1985 en Chile (marzo), México (septiembre) y Colombia (noviembre), las lluvias torrenciales de 1983 y las inundaciones de 1986, dan una idea de la importancia de este Centro de Investigaciones para el Perú y la región.

Creado con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, CISMID es un centro académico y de investigación. Difunde los resultados y las técnicas desarrolladas tanto en el Perú como en otros países, con la finalidad de mitigar los efectos de los desastres naturales.



Dr. Rafael Torres
Director, CISMID

El proyecto del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y de Mitigación de Desastres se está desarrollando bajo iniciativa del Departamento de Cooperación para el Desarrollo Social de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Los objetivos de la cooperación técnica son asistir y aconsejar a las contrapartes peruanas en el desarrollo de las actividades que tienen por objeto estudiar, desarrollar y mejorar sistemáticamente tecnologías y técnicas de mitigación de desastres sísmicos en el Perú por medio del envío de expertos japoneses, entrenamiento de las contrapartes peruanas en el Japón, y provisión de equipos para las investigaciones.



Dr. Yuji Ishiyama
Jefe de la Misión Japonesa, CISMID

Acerca de los Autores

El Arq. Humberto del Busto es de nacionalidad guatemalteca. Recibió su título de arquitecto en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Rafael Landívar de Guatemala, de la cual ha sido catedrático por 14 años. Actualmente ocupa el cargo de Comandante Segundo Jefe del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Guatemala. Además es Gerente General de su propia compañía de consultoría, diseño y construcción. El Arquitecto de Busto está altamente involucrado en el área de preparativos para desastres, especialmente en aspectos de diseño y seguridad de edificaciones. Ha trabajado como asesor de la Organización Panamericana de la Salud, además de hacer asesorías en distintos países de Latinoamérica. También ha participado en seminarios internacionales representando a Guatemala.

El Ing. José Grases, Dr. Sc., de nacionalidad venezolana, recibió su título de Ingeniero en la Universidad Central de Venezuela, en la cual ha sido profesor desde 1960. Durante su ejercicio profesional se ha especializado en la ingeniería sismorresistente, área en la cual cuenta con diversas publicaciones. El Ingeniero Grases fue coordinador de la *Norma para Edificaciones Antisísmicas* vigente en Venezuela y ha contribuido en la elaboración de otras normativas en su condición de miembro de la Comisión de Normas de Estructuras. Actualmente es Presidente de la Sociedad Venezolana de Ingeniería Sísmica y de la recién fundada Red Latinoamericana y del Caribe de Centros de Ingeniería Sísmica (RELACIS).

El Ing. Jesús Iglesias, de nacionalidad mexicana, tiene maestría en ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma de México. En el sector público ha colaborado en diversos proyectos de ingeniería en México como especialista en ingeniería estructural. A nivel académico, se ha desempeñado como profesor en el área de ingeniería estructural en varias universidades e institutos. El Ingeniero Iglesias ha escrito diversos trabajos en revistas y congresos. Actualmente es profesor titular y jefe del Área de Estructuras de Departamento de Materiales en la Universidad Autónoma Metropolitana.

El Dr. Yuji Ishiyama es oriundo del Japón y tiene estudios a nivel de doctorado en ingeniería de la Universidad de Hokkaido, Japón. El Dr. Ishiyama fue becario del Consejo Nacional de Investigaciones de Canadá y es el autor de varias publicaciones. Actualmente, el Dr. Ishiyama es el jefe de la misión japonesa en el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres en Lima, Perú.

El Arquitecto Jorge Quiroz es consultor externa del CISMID.

El Prof. Hugo Scaletti, Ph.D. se graduó de la Universidad Nacional de Ingeniería con título de ingeniero civil y donde actualmente es profesor principal e investigador. Recibió Master en Ciencias y Doctor en Filosofía del Instituto Tecnológico de Massachusetts. El Dr. Scaletti es el Director del Proyecto subregional de Promoción Industrial de la Madera para Construcción.

El Dr. David Stewart, de nacionalidad norteamericana, es el Director del Centro para los Estudios Sísmicos de la Universidad del Sureste de Missouri, Estados Unidos. Recibió su doctorado en la especialización de geofísica en la Universidad de Missouri. El Dr. Stewart también ejerce como consultor en sismología para la Agencia de Administración de Emergencias del Estado de Missouri y es expositor en muchos cursos en la Agencia Federal de la Administración de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos. Es autor de más de 100 publicaciones sobre diversos temas entre los cuales destacan los terremotos, geología y matemáticas.

El Dr. Rafael Torres obtuvo el título de ingeniero civil en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima. Realizó estudios de posgrado en ingeniería civil en Purdue University, Estados Unidos y recibió su Ph.D. en 1977. Actualmente, el Dr. Torres es el Director de CISMID. Ha participado en seminarios y congresos tanto en el Perú como en el extranjero y ha realizado varios trabajos de investigación en el campo de resistencia sísmica. Es autor de varias publicaciones.

Por razones técnicas no ha sido posible reproducir en esta edición la totalidad de las figuras presentadas como ilustración en algunos de los textos. Estos se han reproducido íntegramente y se presentan con el deseo de estimular el intercambio entre profesionales de diferentes especialidades. La OPS desea de esta manera contribuir a alcanzar soluciones en las cuales se reconozca la naturaleza multidisciplinaria del problema del análisis de riesgo en el diseño de hospitales en zonas sísmicas.

Arq. Humberto del Busto
10a. Calle 2-35
Zona 9
Guatemala, Guatemala

Arq. Jorge Quiroz
CISMID
Facultad de Ingeniería Civil
UNI - Apartado 1301
Lima 100, Perú

Ing. José Grases
Coral 83
1a Ave. Los Palos Grandes
Edificio Coral, No. 83
Caracas, Venezuela

Prof. Hugo Scaletti
CISMID
Facultad de Ingeniería Civil
UNI - Apartado 1301
Lima 100, Perú

Ing. Jesús Iglesias
Dept. de Materiales
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
Av. San Pablo 180
02000 México, D.F., México

Dr. David Stewart
Southeast Missouri University
Center for Earthquake Studies
One University Plaza
Cape Girardeau, MO 63701 EE.UU.

Dr. Yuji Ishiyama
CISMID
Facultad de Ingeniería Civil
UNI - Apartado 1301
Lima 100, Perú

Dr. Rafael Torres
CISMID
Facultad de Ingeniería Civil
UNI - Apartado 1301
Lima 100, Perú
