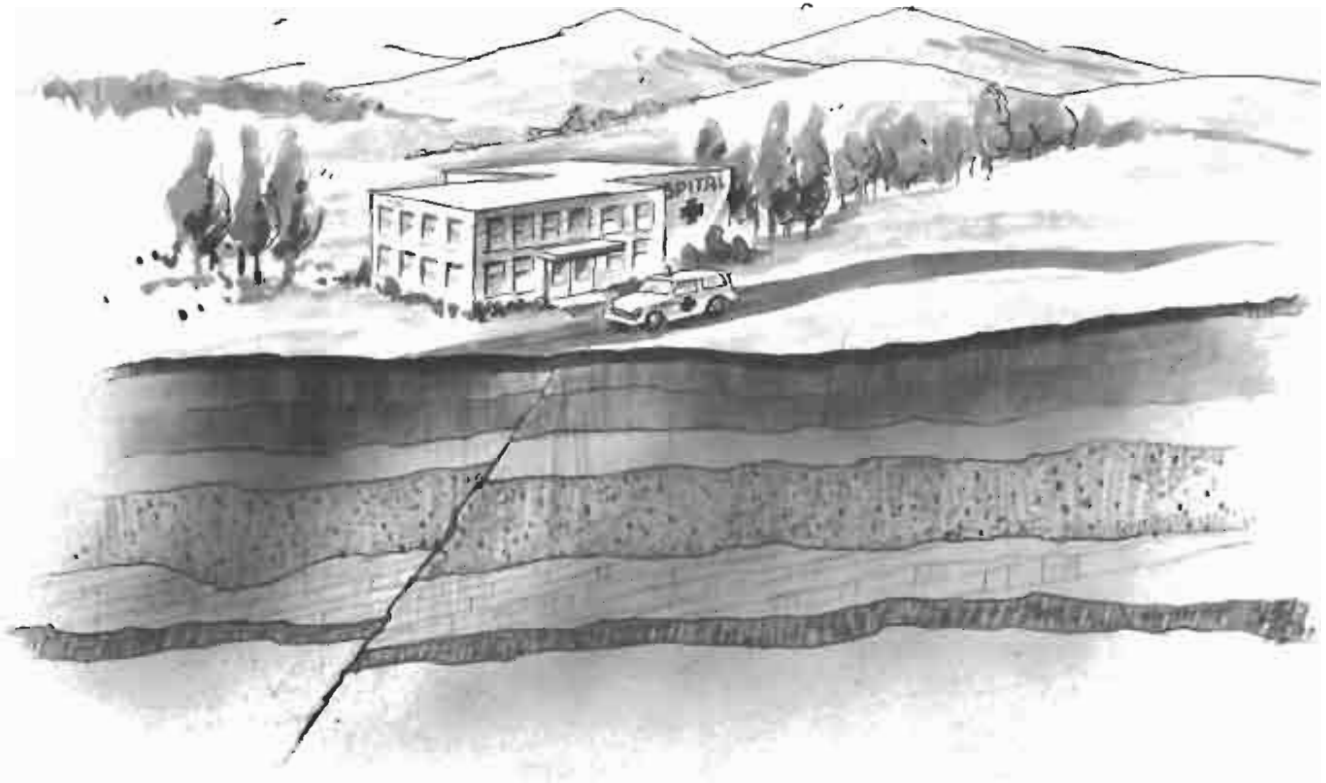


TERREMOTOS Y HOSPITALES



2 REDUCCION DEL RIESGO

Terremotos y Hospitales 2

Reducción del Riesgo

**PROGRAMA DE PREPARATIVOS PARA
SITUACIONES DE EMERGENCIA Y COORDINACION DEL SOCORRO
EN CASOS DE DESASTRE**

**Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud**

Esta serie de diapositivas fue preparada por el Ing. José Grases, Dr.Sc., profesor en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Central en Caracas, Venezuela.

La elaboración de este material 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 diseño y la composición electrónica por computadora de este guión estuvo a cargo de la Sra. Jacqueline Barth.

Terremotos y Hospitales 2: Reducción del Riesgo

Reducción del riesgo

En el set se presentan acciones encaminadas a mitigar el riesgo, entendido como la aplicación racional del conocimiento para reducir la vulnerabilidad a niveles aceptables.

En zonas amenazadas por movimientos sísmicos de cierta intensidad y frecuencia, las normas de diseño y construcción exigen precauciones especiales con el fin de reducir la probabilidad de daños en instalaciones hospitalarias. Se persigue así asegurar la efectividad de la capacidad operativa y de protección de vidas de tales instalaciones en caso de terremotos intensos. (*Diapositiva 1*)

Para ello es preciso evaluar el riesgo sísmico de la instalación, tomando en consideración el peligro sísmico (amenaza) de la región, incorporando las condiciones locales del subsuelo y la vulnerabilidad a las acciones sísmicas allí esperadas, de la instalación en consideración; esta puede ser una nueva edificación o una existente.

Las vibraciones debidas a terremotos se propagan en todas direcciones y pueden cubrir áreas muy grandes (radios de varias decenas de kilómetros). (*Diapositiva 2*) Estas vibraciones actúan a nivel de base y provocan oscilaciones en las edificaciones; cuando son suficientemente intensas pueden ocasionar daños y, cuando son muy intensas, pueden llegar a superar la resistencia de la estructura. La resistencia de las columnas de la planta baja de esta edificación fue superada por las sollicitaciones inducidas en la estructura portante, como consecuencia de un sismo. (*Diapositiva 3*)

Los conocimientos actuales en ingeniería sísmica permiten tomar medidas preventivas de diseño para reducir considerablemente la probabilidad de que sucedan tales fallas.

Causas frecuentes de problemas

Las causas más frecuentes de problemas debidos a sismos en instalaciones hospitalarias, abarcan tanto las construcciones como sus instalaciones:

daños en elementos estructurales, que son los que soportan el peso de la edificación y las acciones debidas a sismo y viento. Cuando estos daños son generalizados se puede alcanzar la ruina parcial o total. Tal es el caso de la sala de recepción de pacientes del hospital de niños Benjamin Bloom, arruinada como consecuencia del terremoto del 10 de octubre de 1986, sucedido pocos minutos antes del mediodía. (*Diapositiva 4*) La sala está ubicada a la izquierda de las escaleras de entrada. (*Diapositiva 5*)

daños en elementos no estructurales, tales como paredes, tabiques divisorios, fachadas falsos techos. Los daños en la fachada corresponden a una edificación de 3 niveles, destinada a clínicas particulares en la ciudad de San Salvador, afectada por el terremoto del 10 de Octubre de 1986. (*Diapositiva 6*)

disrupción por falta de energía, agua u otro servicio. Ocasionalmente pueden desencadenarse incendios, tal como ocurrió en el terremoto del 19 de Septiembre de 1985 en ciudad de México. (*Diapositiva 7*)

inhabilitación de instrumentales y farmacia lo cual limita la capacidad operativa de la instalación.

Objetivos de la planificación hospitalaria contra terremotos

Dentro de la planificación hospitalaria para casos de desastre, en relación a los terremotos hay cuatro *objetivos básicos*:

- i. *reducir el riesgo a los pacientes, personal y visitantes*
- ii. *proteger las instalaciones hospitalarias y equipos*
- iii. *fácil de comprender e implementar, coordinado con planes estatales de desastre*
- iv. *ejecución en un tiempo razonable*

Este esfuerzo debe comenzar evaluando los planes existentes para casos de emergencia, complementando aquellos aspectos dirigidos a mitigar el impacto potencial de eventuales sismos; es decir, es preciso cuantificar su *vulnerabilidad* a las acciones sísmicas. (*Diapositiva 8*)

Objetivos de un buen desempeño a sismos en instalaciones de salud

Aún bajo la acción de un sismo intenso—que ocasione destrucción en los alrededores—la instalación debe permanecer estable; el cumplimiento de las normativas modernas eleva la probabilidad de que en todo momento la instalación pueda cumplir la función para la cual fue construida.

El personal, pacientes y visitantes deben quedar protegidos. En caso de daños extremos, la evacuación no debe quedar impedida.

Sistemas y servicios de emergencia deben permanecer operacionales, incluido el acceso del personal de rescate. (*Diapositiva 9*)

Particularidades de instalaciones hospitalarias a ser consideradas en su diseño o verificación a sismos

En adición a los sobrecargas establecidas para el diseño de hospitales, hay aspectos en la distribución de espacios, áreas de circulación y de evacuación, que tienen características particulares. (*Diapositiva 10*) Estas se pueden agrupar en las tres siguientes:

Ocupación: alberga gran número de personas en forma casi permanente (pacientes, visitantes, personal médico y de servicio, así como suplidores)

Complejidad de instalaciones: combina funciones de hotel y oficinas, con las de laboratorio, lavandería y cocina; extensas áreas sin luz natural, parte de las cuales son críticas por sus funciones

Depende de servicios vitales: energía eléctrica, comunicaciones internas, agua y circulación vertical.

Cuantificación de la vulnerabilidad

La evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad a sismos de instalaciones hospitalarias, requiere analizar los siguientes aspectos:

Calcular el *peligro sísmico* de la localidad, tomando en consideración las condiciones locales del terreno

Calcular la *resistencia a sismos* de la edificación, en función del peligro sísmico del sitio

Analizar las eventuales *vías de escape y evacuación*; evaluar la señalización de equipos contra incendios

Evaluar los siguientes *servicios básicos*:

agua: (fuentes de abastecimiento, potabilidad y reservas)

energía eléctrica: (planta de emergencia, combustibles, reservas, 'anatomía' del

funcionamiento, áreas servidas) Paneles de control

gas: (ubicación de llaves de seguridad, tuberías no empotradas)

comunicaciones: (asegurar un sistema intra- y extra hospitalario); con frecuencia se recomienda disponer de equipos de radio de banda ciudadana (11 metros) que también puedan funcionar con batería

instalaciones y equipos: (servicios de cirugía, resucitación, de emergencia)

áreas de acceso: (el acceso de las ambulancias debe quedar garantizado en todo momento) (*Diapositiva 11*)

Ejemplo de evaluación de vulnerabilidad a escala nacional

Como consecuencia del terremoto de San Fernando, California, en febrero de 1971 (Magnitud = 6,6), 50 del total de 58 víctimas de ese sismo, perecieron en instalaciones hospitalarias que colapsaron o que sufrieron daños estructurales severos.

El análisis del desempeño de sus instalaciones por parte del Veterans Administration, algunas de las cuales se dañaron severamente o se arruinaron, dió inicio a una investigación a nivel nacional que comenzó por el cálculo del peligro sísmico en las localidades donde V.A. tiene hospitales. Los valores seleccionados de la aceleración máxima del terreno, parámetro necesario para la verificación de la seguridad contra futuros sismos posibles, se compararon con los del mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería de los Estados Unidos de Norteamérica. En aquellos casos donde los resultados del estudio del peligro excedieron a los de la norma, fueron los utilizados para la verificación de la vulnerabilidad. (*Diapositiva 12*)

Los valores de referencia y criterios de análisis y diseño fueron objeto de detenido estudio por parte de comisiones de especialistas desde 1972 en adelante. La última revisión se efectuó en 1984. (*Diapositiva 13*)

Medidas preventivas para la reducción de la vulnerabilidad

Para reducir la vulnerabilidad es preciso tomar medidas preventivas que se pueden agrupar en la forma indicada:

Inmediatas: revisión de instalaciones (generador alternativo de energía, tuberías de servicio colgadas, gas, instrumental, farmacia, equipos fundamentales). Medidas de emergencia para evitar volcamiento, caída de objetos pesados, deslizamientos, roturas de tuberías (productos químicos derramados pueden incendiarse). El tiempo y dinero que se invierta identificando y asegurando equipos críticos, puede ser la diferencia por ejemplo, entre un laboratorio funcional y uno que no funcione. No

olvidar la señalización de vías de escape y/o evacuación.

Mediatas: resolver en forma permanente los aspectos identificados como medidas inmediatas (el anclaje de equipos y gabinetes puede significar la diferencia entre la vida y la muerte de un empleado que trabaje al lado de ellos). Revisar riesgos asociados a elementos no estructurales (tabiques divisorios, falsos techos, lámparas, vidrios de fachada, elementos decorativos). Programas cortos y periódicos de entrenamiento y simulacros, pueden evitar una respuesta caótica y facilitar una acción eficiente ante cualquier tipo de desastre.

A largo plazo: determinar en forma cuantitativa la vulnerabilidad a sismos de la edificación; si lo amerita, proceder al proyecto de refuerzo y a su ejecución.
(Diapositiva 14)

Medidas preventivas en elementos no estructurales

En los últimos años se han compilado y publicado un conjunto de medidas que facilitan la aplicación práctica de acciones para la reducción inmediata (a corto plazo) de la azarosidad de componentes y elementos no estructurales. (Diapositivas 15 y 16)

Necesidad de reforzar la edificación

La reducción de vulnerabilidad debida a serias deficiencias en la resistencia, implica acciones costosas que requieren tiempo. Una de las experiencias más recientes al respecto lo constituyen las nuevas normas mexicanas promulgadas con posterioridad al terremoto del 19 de septiembre de 1985. En éstas se establece que aquellas edificaciones hospitalarias cuya seguridad no satisfaga los criterios establecidos, *debe ser reforzada*--sea por haber sufrido daños o por cualquier otra causa--hasta alcanzar los niveles establecidos en la norma para edificaciones nuevas. En caso contrario será clausurado. (Diapositiva 17)

Para esto es preciso:

- i. tomar en consideración el *funcionamiento de la instalación*, a fin de reducir en lo posible las interrupciones en el servicio.
- ii. efectuar una *inspección minuciosa de la estructura existente*; ocasionalmente puede ser necesario retirar recubrimientos y acabados. Es preciso recabar información sobre los materiales que constituyen la estructura y el tipo de

cimientos.

- iii. determinar el año del diseño y año de la construcción, códigos y criterios de diseño prevalentes en esa época, para estimar su resistencia a sismos
- iv. hacer una evaluación preliminar tomando en cuenta el peligro sísmico del área y concluir con la conveniencia o no de reforzar. (*Diapositiva 18*)

Diseño antisísmico

Por su importancia, las instalaciones hospitalarias son diseñadas para resistir fuerzas laterales que simulan acciones sísmicas más severas que las establecidas para edificaciones destinadas a viviendas, oficinas o comercios.

Utilización de la Edificación	Tabla 1 Factor de mayoración de la acción sísmica		
	Venezuela	México	USA (UBC, 1988)
Vivienda, oficina o comercio	1,00	1,00	1,00
Hospitales	1,25	1,50 [□]	1,25
Estación de bomberos	1,25	1,50 [□]	1,25
Represas de gran altura	La determinación de los movimientos del terreno requiere estudios especiales; el factor varía entre 1,4 y 2,0 aproximadamente		
Centrales nucleares			

[□] 1,30 hasta el terremoto de 1985.

Los efectos debidos a las acciones sísmicas deben combinarse con los efectos de la gravedad terrestre. Las cargas máximas de servicio para instalaciones hospitalarias presentan pequeñas variaciones según las diferentes normas.

Area de la instalación	Tabla 2 Cargas máximas de servicio para hospitales		
	Venezuela (1983)	México (1986)	USA (UBC) (1988)
Habitaciones	175	170	193
Laboratorio y salas de operación	300	250	-
Depósito de cadáveres	600	-	-
Corredores	300	350	482

☞ Pueden sufrir reducciones para áreas en exceso de 36 m²

El diseño final debe conducir a una edificación resistente a sismos y de comportamiento dúctil; es decir, con capacidad de absorber y disipar la energía de deformación consecuencia de la respuesta dinámica.

De una manera general, la reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones a sismos intensos permite esperar reducciones sustanciales en el número medio de víctimas. Usualmente se distinguen las edificaciones resistentes a sismos, de las no resistentes a sismos; adicionalmente, la aplicación de las normativas vigentes, permite distinguir aquellas que son dúctiles, de aquellas que no lo son.

La tabla que sigue puede considerarse representativa de sismos intensos.

Tabla 3 Valor esperado del número de víctimas por diez mil habitantes debido a sismos intensos en áreas urbanas			
Tipo de edificación	Edificación no resistente a sismos	Edificación resistente a sismos	
		No dúctil	Dúctil
Estructuras de acero con detalles especiales	10	5	
Estructuras de acero ordinarias	40	15	
Pequeña vivienda de madera	4	2	
Concreto armado de buena calidad	100	50	25
Concreto armado ordinario	1.000	300	75
Mampostería no reforzada	4.000	-	
Adobe	5.000	-	

Reducción de la vulnerabilidad

Reforzamiento de la estructura

Esta instalación hospitalaria ubicada en El Callao, puerto de la ciudad de Lima, Perú, fue afectada por un temblor en los años 70. (*Diapositiva 19*)

Actualmente se encuentra en proceso de reforzamiento, el cual consiste esencialmente en la disposición estratégica de muros de concreto armado. (*Diapositiva 20*)

Estos tienen su arranque a nivel de sótano, donde las fundaciones fueron intervenidas para tomar en consideración las nuevas acciones sísmicas esperadas. (*Diapositiva 21*)

Los muros de refuerzo se distinguen por su coloración algo más oscura; finalizada la construcción, este matiz ya no es distinguible. (*Diapositiva 22 y 23*)

Calderas

Los generadores montados en resortes aisladores son especialmente vulnerables. Estos deben anclarse ya que, aparte del volcamiento, se han observado deslizamientos hasta de decímetros con la consiguiente rotura de tuberías; cuando alguna de éstas transporta gas u otro combustible, se crea el peligro de incendio.

Igual comentario procede en el caso de calderas; su desplazamiento, fácil de evitar, ha sido causa de rotura de tuberías. La que se muestra fue afectada por un sismo reciente en la costa de Chile. (Diapositiva 24)

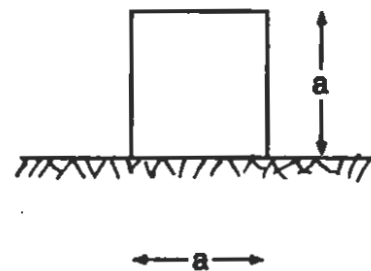
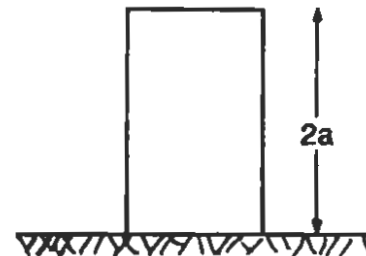
Volcamiento

El volcamiento de estantes, ya peligroso de por sí, puede dar lugar a pérdida de materiales necesarios así como al derrame de líquidos peligrosos. Los estantes deben fijarse a los muros y los recipientes pueden asegurarse con medidas sencillas, que no interfieran el manejo, para que no se vuelquen. (Diapositiva 25)

Objetos con esbelteces 2:1, o mayores, son propensos a volcarse bajo la acción de las vibraciones que llegan a su base.

La probabilidad de volcamiento de mesas, cunas o equipos sobre ruedas, puede reducirse considerablemente aplicando los frenos a dos ruedas diagonales.

Objetos menos esbeltos (1:1 o 1,5:1) tienden a deslizarse.



Precauciones similares a las anteriores deben tomarse con equipos frágiles como son los sistemas de esterilización, o bien aquellos vulnerables a golpes (impacto) tales como los equipos electrónicos.

Caída de objetos pesados

En temblores fuertes, la caída de objetos pesados ha sido causa de accidentes fatales, los cuales son fácilmente evitables. Equipos de TV, elementos de iluminación, equipos médicos, etc. son fácilmente inmovilizados disponiendo un soporte adecuado (marcos o ganchos). (*Diapositiva 26*)

GUIÓN



**Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud
525 Twenty-Third Street, N.W.
Washington, D.C. 20037
EUA**