

CAPITULO 4

VULNERABILIDAD DE LOS HOSPITALES

CARACTERISTICAS QUE LOS HACEN VULNERABLES

Los hospitales son instalaciones esenciales para enfrentar un desastre; sin embargo son también instalaciones altamente vulnerables. Quizás tengamos otros edificios e instalaciones de igual tamaño y construcción en una ciudad, pero ninguna tan compleja desde el punto de vista funcional, tecnológico y administrativo. Entre las características que los hacen especialmente vulnerables se tiene:

Complejidad. Los centros de salud son edificios muy complejos que suplen las funciones de hotel, oficinas, laboratorio y bodega.

El solo aspecto de hotel es supremamente complejo ya que involucra no sólo alojamiento, sino provisiones alimenticias para un amplio número de personas, incluyendo pacientes, empleados y visitantes. Estos centros por lo general contienen numerosas habitaciones pequeñas y cantidades de largos corredores. Después de un desastre, los pacientes y visitantes estarán muy confundidos. Tal vez no haya fluido eléctrico. Los corredores y las salidas de las habitaciones pueden estar bloqueadas por muebles caídos o escombros. Los ascensores no funcionarán y las escaleras pueden haberse caído o estar en condiciones de difícil uso.

Ocupación. Los hospitales son edificios altamente ocupados. Alojan pacientes, empleados, personal médico y visitantes. Están ocupados 24 horas al día. Muchos pacientes requerirán ayuda y cuidado especializado continuamente. Pueden estar rodeados de equipo especial y tal vez utilizan gases potencialmente peligrosos como el oxígeno. Tal vez estén conectados a equipos que mantienen la vida, los cuales exigen fluido eléctrico permanentemente.

Suministros críticos. La mayoría de los suministros que requieren las instalaciones hospitalarias (farmacéuticos, tablillas, vendajes, etc.) son esenciales para la supervivencia del paciente y son cruciales para el tratamiento de víctimas de terremotos. Las historias clínicas de los pacientes son vitales para el tratamiento adecuado, especialmente en caso de evacuación a otros centros. El

daño a las zonas de almacenamiento y archivo hará imposible la obtención de estos elementos en el momento en que más se necesitan.

Servicios públicos. Ninguna institución depende más de los servicios públicos que los hospitales. Sin electricidad, agua, combustibles, recolección de basura, comunicaciones, libre entrada y salida, no podrían funcionar. Los equipos de radiología, monitoreo, soporte de vida, esterilización y demás requieren energía.

La compleja organización de las instalaciones para el cuidado de la salud hace que los sistemas de comunicación interna y externa sean críticos.

Las instalaciones más grandes dependen de los ascensores para movilizar gente y suministros. Aun en un terremoto moderado, por ejemplo, los ascensores estarán fuera de servicio hasta que puedan ser inspeccionados para detectar posibles daños.

Materiales peligrosos. Varios productos de un hospital serán peligrosos si se derraman o liberan. Los estantes que se voltean con medicamentos o químicos pueden constituir amenazas por toxicidad tanto en forma líquida como gaseosa. Los incendios pueden iniciarse por acción de químicos, cilindros de gas volteados o la ruptura en líneas de oxígeno pueden plantear serios peligros. Además algunas drogas pueden convertirse en objetos de abuso al romperse las normas de seguridad.

Artículos pesados. Muchos hospitales tienen equipo o televisores en estantes altos encima o cerca a las camas de los pacientes; éstos pueden caer y causar serios accidentes. Otras piezas de equipo especializado tales como máquinas de rayos X, generadores alternos, son pesados y susceptibles de ser derribados o lanzados por la habitación durante el terremoto.

Problemas externos. Además de los problemas internos enumerados anteriormente causados por daños a la instalación hospitalaria misma, el daño sufrido por la comunidad impedirá el acceso de los bomberos, de la policía, y tal vez, del servicio telefónico, mientras que habrá una entrada sin precedente de heridos. Igualmente, habrá muchedumbres buscando información sobre pacientes en el hospital. En el momento que más se requiera, el edificio puede dejar de ser funcional y el personal médico puede haber muerto o encontrarse herido.

VULNERABILIDAD FUNCIONAL

Desde el punto de vista funcional es necesario hacer referencia a los aspectos externos, relativos a la selección del terreno, su tamaño, los servicios públicos, las restricciones ambientales, las vías adyacentes y su conexión con el entramado urbano. Igualmente, es necesario abordar los aspectos relativos a la zonificación general, es decir a las interrelaciones, circulaciones primarias y secundarias, privadas y públicas y a los accesos generales y particulares de las áreas básicas en que se subdivide el hospital. Finalmente, debe tenerse en cuenta la zonificación particular, es decir, los aspectos de funcionamiento

interno de cada uno de los cinco sectores que conforman el hospital.

Un edificio para hospital lo componen cinco áreas básicas, las cuales tienen funciones muy determinadas y propias, pero a su vez unas con otras deben cumplir interrelaciones vitales para su buen funcionamiento. La relación entre dichas áreas o sectores, que son: Administración, Servicios Intermedios o Ambulatorios, Servicios Generales, Consulta Externa y Urgencias y Hospitalización, puede resultar crítica si en el diseño no se consideró su funcionamiento y distribución en el caso de atención masiva de pacientes. Un hospital puede ser víctima de un «colapso funcional» como consecuencia de esta situación, la cual es sólo detectada en el momento en que ocurre una emergencia. A las áreas antes mencionadas es importante adicionarle un área de especial utilidad en casos de desastre: el área de los exteriores, la cual juega un rol de particular importancia para la atención de desastres.

VULNERABILIDAD NO-ESTRUCTURAL

Un edificio puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales. El costo de las partes no estructurales en la mayoría de los edificios es considerablemente mayor que el de las estructurales. Esto se cumple especialmente en hospitales donde el 85 a 90% del valor de la instalación no está en las columnas de soporte, pisos y vigas, sino en el diseño arquitectónico, sistemas mecánicos y eléctricos y en el equipo allí contenido. Un movimiento sísmico de menor intensidad causará daños no estructurales mayores que los que resultarían de daños a componentes estructurales. Por lo tanto, los aspectos más vitales de un hospital, aquellos que se relacionan más directamente con su propósito y función, son los que más fácilmente se ven afectados o destruidos por los terremotos. Igualmente es más fácil y menos costoso readaptarlos y prevenir su destrucción o afectación.

No basta con que un hospital simplemente no se caiga después de un terremoto, sino que debe seguir funcionando como hospital. Puede quedar con la apariencia externa de un hospital, pero si internamente está gravemente afectado, no podrá dar la debida atención a las personas. Este aparte está enfocado básicamente a enfatizar la prevención del «desastre interno» o lo que técnicamente se denomina «falla no estructural» y también se refiere a las fallas no estructurales que pueden afectar la integridad de la estructura misma.

Acabados arquitectónicos

En cuanto a arquitectura, los puntos específicos de análisis son la mampostería de relleno no reforzada y los pesados revestimientos. Aunque la mampostería de relleno no reforzada por lo general no se considera parte estructural, sí le da rigidez a un edificio hasta el momento en que comienza a fallar. Si estos segmentos de relleno interno de un muro fallan irregularmente, pueden colocar columnas y vigas en estados de concentración de esfuerzos que no se previeron

en el diseño.

El pesado recubrimiento en el exterior de un edificio cae durante un movimiento telúrico de manera que si un costado del edificio pierde buena parte de su revestimiento mientras otro lado no, resultará una excentricidad tal que pondría al edificio en torsión. Esta torsión tal vez no se haya previsto en los cálculos estructurales y podría dar como resultado colapsos parciales.

En los edificios que tienen plataformas debe tenerse en cuenta el impacto sobre los diafragmas que están abajo cuando los componentes exteriores de arquitectura de los pisos superiores pueden aflojarse y caer.

Otro problema arquitectónico que tiene impacto sobre la estructura se denomina «el efecto de columna corta». Algunas veces se diseñarán edificios con un piso a nivel del terreno que incluye una gran cantidad de espacio abierto entre las columnas de soporte. Su ingeniería debe ser adecuada para resistir terremotos asegurando resistencia y flexibilidad apropiada en las columnas de piso a nivel del terreno. Algunas veces en fechas posteriores, dichos edificios se remodelan para cerrar estas zonas abiertas con mampostería de relleno hasta cierto nivel, dejando en la parte superior únicamente espacio para ventanas. Esto confina la parte inferior de las columnas y, esencialmente, acorta su longitud efectiva. Se sabe que dichas «columnas cortas» fallan en terremotos puesto que la flexibilidad y la resistencia con que originalmente se construyeron se han alterado.

Instalaciones y equipos

Los incidentes observados en sismos pasados pueden ilustrar el tipo de problemas que pueden presentarse:

- ☞ Volcamiento de cilindros de oxígeno y de gases inflamables, con pérdida de su contenido, creando una situación de alta peligrosidad.
- ☞ Volcamiento del generador de emergencia debido a la corrosión y poca resistencia del anclaje con la fundación, causando interrupción del sistema de energía y creando un peligro que puede conducir a un incendio.
- ☞ Volcamiento total o parcial de transformadores de alto voltaje y derramamiento de aceite, causando también interrupción del sistema de energía de emergencias y creando una situación de incendio potencial.
- ☞ Desplazamiento de la consola de control de comunicaciones telefónicas, causando una interrupción temporal de las comunicaciones del hospital.
- ☞ Volcamiento de estanterías para el almacenamiento y rompimiento de los frascos de los gabinetes, dando como resultado la pérdida de su contenido y por consiguiente la pérdida de drogas y medicamentos requeridos.

- ☞ Caída de equipos de laboratorio y rompimiento de sistemas de instrumentación tales como microscopios y computadores.
- ☞ Rompimiento de los cables y caída de los contrapesos de los ascensores.

En cuanto a las instalaciones mecánicas, se han presentado casos en los cuales los muros estructurales que fueron parte del diseño sismo-resistente, fueron interrumpidos para instalar equipos de aire acondicionado. Tal vez esto no se presente al construir originalmente el edificio, sino más tarde cuando los ingenieros de diseño originales ya no están asociados con la construcción. Estas interrupciones debilitan los muros estructurales, lo cual podría dar como resultado fallas o colapso parcial durante un terremoto, aun cuando el diseño inicial era sismo-resistente.

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Es fácil concluir que los hospitales tienen problemas para prepararse para un desastre, más que ningún otro servicio. Muchos de los problemas mencionados anteriormente se originan en deficiencias de la seguridad estructural y no estructural del edificio. El componente estructural debe ser considerado durante la etapa de diseño y construcción, cuando se trata de un nuevo edificio, o durante una etapa de reparación, remodelación o mantenimiento, cuando se trata de un edificio ya construido. Un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva, aun en un terremoto severo. Posiblemente pueden presentarse daños, pero seguramente no entrará en colapso. Si un hospital se desploma, aun parcialmente, será un pasivo para la comunidad después del desastre y no el activo que debe ser.

Por otra parte, en la planeación de un hospital es necesario tener en cuenta que una de las mayores causas de daños en edificaciones ha residido en esquemas de configuración arquitectónico-estructural nocivos. Puede decirse de manera general que el alejamiento de formas y esquemas estructurales simples es castigado fuertemente por los sismos. Y además que, desgraciadamente, los métodos de análisis sísmico usuales no logran cuantificar adecuadamente la mayoría de estos problemas. De cualquier forma, dada la naturaleza errática de los sismos, así como la posibilidad de que se exceda el nivel de diseño, es aconsejable evitar el planteamiento de configuraciones riesgosas, independientemente del grado de sofisticación que sea posible lograr en el análisis de cada caso.

Infelizmente, en muchos países de América Latina la aplicación de las normas de construcción sismo-resistente no se ha realizado efectivamente; y en otros, dichas normas no han considerado especificaciones especiales para las estructuras de edificaciones hospitalarias. Por esta razón, no es extraño que cada vez que ocurre un terremoto en la región las edificaciones más afectadas son precisamente los hospitales, que deberían ser las últimas en ser afectadas. En otras palabras, la vulnerabilidad estructural en general de los hospitales es alta, situación que debe

ser corregida total o parcialmente con el fin de evitar enormes pérdidas económicas y sociales, en particular en los países en desarrollo.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD

En las instalaciones para la salud es una responsabilidad evaluar la vulnerabilidad local que dichas instalaciones tienen ante la posible ocurrencia de amenazas naturales, con el fin de obtener estimaciones precisas de los niveles de riesgo existentes. Una vez elaborado este tipo de análisis, con la información obtenida se podrá decidir cuánto riesgo se está en disposición de aceptar.

Un análisis de vulnerabilidad podría comenzar con una inspección visual de las instalaciones y con la preparación de un reporte preliminar de evaluación. Esta inspección permite identificar áreas que requieran atención. El reporte puede ser discutido con los consultores y las autoridades de la instalación con miras a definir las prioridades y los cronogramas para llevar a cabo el trabajo. Una vez que el programa de reforzamiento haya sido diseñado, otras revisiones y análisis deben desarrollarse en áreas específicas identificadas para ser intervenidas.

Aspectos funcionales

Los primeros aspectos que deben verificarse en la evaluación de la vulnerabilidad funcional son los relacionados con la infraestructura. Esta incluye los recursos físicos externos de los cuales depende el hospital, tales como las comunicaciones, el suministro de agua, alcantarillado, energía y los sistemas de información de la instalación.

Las líneas de teléfonos pueden ser seriamente dañadas por desastres naturales; no obstante que las líneas subterráneas no son susceptibles a huracanes y son, normalmente, lo suficientemente aisladas y flexibles para resistir daños causados por inundaciones y sismos.

El sistema principal de suministro de agua que consiste normalmente de estaciones de bombeo, plantas de tratamiento de agua y tuberías subterráneas puede sufrir interrupciones debido a fallas en el bombeo y más frecuentemente, debido al rompimiento de las tuberías. Por esta razón, los hospitales deben tener tanques de reserva, los cuales deben estar incorporados al sistema de suministro diario, con el fin de garantizar que el agua se encuentre en buenas condiciones en el momento que ocurra la emergencia.

El sistema de suministro de energía que consiste en generadores, líneas de alta tensión, subestaciones y equipos localizados sobre el terreno son las partes más vulnerables de este sistema. Los transformadores y equipos de aisladores de porcelana son los puntos más débiles, puesto que los daños pueden producir incendios. Los postes de las líneas son particularmente vulnerables a vientos fuertes. Hay por lo tanto buenas razones para que las instalaciones de la salud cuenten con generadores de emergencia que puedan

entrar en operación en cualquier momento.

Durante sismos, la vulnerabilidad de tuberías de acueducto, alcantarillado, gas y combustibles depende de su resistencia y flexibilidad. Una alta flexibilidad de las tuberías puede evitar el rompimiento durante un sismo moderado; los asentamientos diferenciales pueden ser compensados y el desplazamiento del suelo no necesariamente conduciría a una ruptura. Especial atención se le debe dar a las conexiones en los edificios, las cuales necesitan cumplir requerimientos especiales de diseño.

Un análisis detallado de las áreas externas, de las vías de acceso y de la interrelación de los sectores que conforman el servicio hospitalario puede aportar interesantes recomendaciones de redistribución funcional y de habilitación de áreas, que en una situación de emergencia serían de especial utilidad para atender una gran cantidad de heridos. En los módulos de esta serie se hacen sugerencias específicas de diseño funcional, con el fin de que sean consideradas en nuevos diseños o para evaluar la vulnerabilidad funcional de hospitales existentes.

Medidas particulares contra sismos y otro tipo de eventos han sido propuestas e implementadas en varios países de la región. Ellas son de gran importancia porque garantizan la protección contra daños dentro de la instalación. Situaciones que deben ser evitadas en lo posible: las señales y los planos de orientación en cada piso no deben ser confusos para los visitantes; debe tenerse en cuenta que posiblemente el fluido eléctrico se interrumpa; los ascensores no deben ser usados aun cuando estén en capacidad de operación, por lo tanto para el descenso deben utilizarse las escaleras aún cuando en el caso de terremoto, puede haber desmoronamiento de escombros debido a que los elementos rígidos entre pisos atraen fuerzas altas y son propensos a los daños; las puertas pueden atascarse por el movimiento de la edificación y muchas pueden dificultar el egreso de la instalación; debe enfatizarse que aun cuando no se presenten daños no-estructurales y la instalación pueda continuar su operación, es necesario que se realice una inspección de la estructura en forma inmediata por profesionales capacitados para el efecto.

Aspectos no-estructurales

Dentro de los elementos no-estructurales se incluyen muros exteriores no-portantes, paredes divisorias, sistemas de tabiques interiores, ventanas, cielo rasos, ascensores, equipos mecánicos y eléctricos, sistemas de alumbrado y la dotación del edificio. Los daños no-estructurales frecuentemente son los causantes de enormes pérdidas, particularmente a causa de terremotos. Los daños en componentes no-estructurales pueden ser severos, aun cuando la estructura de la edificación permanezca intacta.

Las implicaciones en los costos pueden ser altas, dado que la

estructura del edificio sólo representa entre 15% y 20% del costo total de la edificación. Por lo tanto, entre más vulnerables sean los elementos no-estructurales a los sismos y a otras amenazas naturales, mayor será el riesgo para los ocupantes y mayores serán las pérdidas esperadas.

La interrupción de los servicios puede ser agravada por el hecho de que los códigos de diseño no tienen normalmente en cuenta requerimientos específicos para el diseño de sistemas mecánicos y eléctricos. La experiencia ha demostrado que los efectos de segundo orden causados por daños no-estructurales pueden agravar significativamente la situación. Por ejemplo, cielos rasos y acabados de paredes que caen sobre corredores o escaleras pueden interrumpir el tráfico; incendios, explosiones y escapes de sustancias químicas pueden ser peligrosos para la vida. Los daños en los servicios pueden convertir un moderno hospital en una instalación virtualmente inútil porque su funcionamiento depende de los mismos.

En gran parte la dotación de las instalaciones de la salud es esencial para la operación de éstos. Equipos costosos para registro de los pacientes son altamente necesarios inmediatamente después de un sismo o un huracán. Los códigos de construcción no cubren este tipo de equipos, razón por la cual las medidas de protección deben ser consideradas por los administradores y el personal de manejo.

En muchos casos, personas sin formación especializada podrían realizar una evaluación preliminar del nivel de riesgo mediante el uso de las técnicas que se presentan en los documentos de esta serie y teniendo en mente dos preguntas básicas para cada elemento no-estructural en consideración:

- ☞ ① Podría algo causarle daño a dicho elemento en caso de un sismo?
- ☞ ② Podría la interrupción de su funcionamiento ser un problema serio?

Esto producirá una lista preliminar de elementos para una consideración más detallada. En esta etapa es preferible ser conservador y sobreestimar vulnerabilidades que ser optimista.

Aspectos estructurales

Debido a que muchas edificaciones hospitalarias fueron construidas hace mucho tiempo y otras no han sido diseñadas ni construidas con normas sismo-resistentes, surgen dudas con respecto a la seguridad que dichas edificaciones ofrecen para cumplir adecuadamente su función en caso de un terremoto, principalmente cuando éstas son necesarias para la atención de una emergencia sísmica y han sido diseñadas solamente para atender las cargas de su peso propio. En estos casos se hace imperativa una revisión lo más detallada posible de la capacidad de la estructura

de soportar sismos moderados y fuertes. Debe tenerse presente que la dificultad de construir nuevas instalaciones hospitalarias en zonas sísmicas, debido a su alto costo, hace imperativo el reforzar las existentes. El diseño del refuerzo debe pasar necesariamente por un análisis de la capacidad disponible de resistencia y ductilidad ante sismos, así como de la vulnerabilidad funcional, organizativa y administrativa del hospital, antes de realizar su intervención.

En el caso de edificios esenciales para la recuperación pos-sísmica, es preferible realizar un análisis juicioso. Para ello se dispone de métodos analíticos y experimentales. Estos últimos determinan el comportamiento dinámico de la estructura por medición directa de vibraciones ambientales. Por ello, tienen la desventaja de que no aportan más información que la correspondiente a las características dinámicas de la construcción bajo vibraciones de pequeña amplitud, lo cual los hace insuficientes para responder inquietudes sobre resistencia, disipación de energía, etc., razón por la cual deben ser necesariamente complementados con los métodos puramente analíticos.

En América Latina las edificaciones usualmente son de concreto reforzado, mampostería de ladrillo y edificaciones de madera con techos livianos. La evaluación de la vulnerabilidad estructural de este tipo de edificaciones deben realizarla ingenieros especializados.

De acuerdo con lo examinado anteriormente, la evaluación del estado de una construcción existente puede hacer surgir serias dudas sobre la capacidad de la misma para soportar eventos sísmicos. En algunos países se han desarrollado campañas de reforzamiento de edificios existentes para efectos de reducir la vulnerabilidad de los mismos, previamente a la ocurrencia del evento. En principio, puede pensarse que dicha reducción debería ser obligatoria para edificios esenciales para la atención de emergencias derivadas de desastres, que resulten inadecuados desde el punto de vista de las evaluaciones de vulnerabilidad estructural.