

En mayo se inició un fenómeno en la zona de Puriscal que mantendría actividad sísmica continua durante dos meses. Este fenómeno llamado el enjambre sísmico de Puriscal causado por el fallamiento local intraplaca culminaría con el sismo del 30 de junio. Este evento de magnitud 5.0 Richter originado a una profundidad de 12 km causó las intensidades que se muestran en la figura 5. Puede observarse que los hospitales considerados en este estudio estaban ubicados en la zona de intensidad V (MM), a excepción del Hospital Monseñor Sanabria que estaba ubicado en una zona de intensidad IV (MM). Las aceleraciones máximas del movimiento del terreno que este sismo produjo en San José fueron del orden de 0.08g. El daño causado por este sismo en el área metropolitana puede considerarse de leve a moderado.

El 22 de diciembre ocurrió otro sismo con epicentro ubicado también en la zona de Puriscal de magnitud 5.7 Richter y a una profundidad de 25 km.

Las intensidades que este sismo causó se muestran en la figura 6. El daño causado a las construcciones y la alarma que produjo en la población califican a este sismo como el más fuerte sentido en la zona central del país en los últimos 50 años. Las intensidades asignadas en la ciudad de Alajuela fueron de VII a VIII (MM) y en San José fueron de VI a VII.

El epicentro de este sismo se ubicó a 25 km al sureste de Alajuela y a 32 km al sur de San José. Este sismo produjo gran cantidad de daños en Alajuela, Puriscal y en algunos sectores al norte y al oeste de San José.

Las aceleraciones máximas del movimiento del terreno que produjo este sismo fueron también las aceleraciones más grandes registradas en Costa Rica. En Alajuela la aceleración máxima fue de 0.45 g y en San José los registros estuvieron entre 0.13 y 0.20g.

Los dos primeros sismos mencionados no produjeron muertes a pesar del daño tan cuantioso, sobre todo en la vivienda rural.

El sismo del 22 de diciembre produjo sólo un muerto en la ciudad de Alajuela. La cantidad de heridos fue relativamente baja, no así la cantidad de familias damnificadas por pérdida de la vivienda. Se estima que los muertos y los heridos no alcanzaron las cifras que se presentan ante este tipo de eventos en América Latina, debido a que los tres ocurrieron en fines de semana cuando las oficinas y los edificios usualmente están desocupados.

#### 4.2 Hospital Nacional de Niños

La intensidad sísmica más grande que sufrió el hospital fue de VI durante el sismo del 22 de diciembre estando la reestructuración totalmente concluida.

El hospital no sufrió ningún tipo de daño, salvo la caída de algunos objetos y el agrietamiento menor en algunas paredes.

El sismo produjo aceleraciones máximas del movimiento del terreno en San José que oscilaron entre 0.15 y 0.2g, aceleraciones ligeramente menores que las utilizadas para diseño de obras civiles de importancia normal, y del orden de la mitad de las utilizadas para el diseño de obras civiles de importancia superior. En todo caso el movimiento del terreno puede clasificarse de moderado a fuerte en la ciudad de San José. Según la filosofía de diseño, ante este tipo de sismo, las construcciones deben presentar daño no estructural y algún daño estructural menor reparable. De acuerdo con lo observado, el edificio se comportó aún mejor que lo establecido en la filosofía de diseño. Aunque no ha sido una prueba total, ya que el sismo fue menor que el de diseño, el comportamiento del edificio sí permite apreciar las ventajas de estar reforzado e intuir que ante sismos mayores el comportamiento de la estructura será satisfactorio.

En lo referente al comportamiento del personal, según la opinión de su director y de algunas jefaturas de servicio, se puede decir que fue excelente ya que no se presentaron las tendencias a iniciar la carrera en busca de la salida como en sismos anteriores; por el contrario, el personal se mantuvo en sus puestos mientras duró la sacudida. Este comportamiento se debe indudablemente a la confianza que les brindaba el edificio reforzado.

#### 4.3 Hospital México

Durante el sismo del 25 de marzo el hospital experimentó una sacudida del terreno de intensidad VI (MM). Se estima que la aceleración máxima del movimiento fue del orden de 0.10g. El proceso de reestructuración a esa fecha presentaba el siguiente estado de avance: se trabajaba en el último nivel del edificio sur-este y no se había iniciado la reestructuración en los demás edificios.

Según el estudio de vulnerabilidad realizado en la Universidad de Costa Rica el valor de la aceleración máxima de 0.10g era el valor para el cual se iniciaba el daño estructural. Es decir si la aceleración máxima fuese mayor de 0.10g se tendría daño estructural, de lo contrario no debía presentarse el daño.

El efecto de este sismo sobre el edificio fue el siguiente: en el edificio sur-este no se presentó ningún tipo de daño, en el edificio central y en el de quirófanos hubo caída de cielos y agrietamiento de paredes, en el edificio nor-oeste hubo rotura de vidrios, caída de cielos, agrietamiento en paredes e inicio de rotura en algunas columnas del 5to piso. Según el estudio de vulnerabilidad estas columnas serían las primeras en iniciar la falla.

En el edificio de lavandería no se presentaron daños.

Este sismo no fue una prueba contundente para la reestructuración ya que la aceleración máxima que presentó es del orden de un tercio de la utilizada para el diseño del refuerzo; sin embargo sí mostró las deficiencias de la estructura original y señaladas en el estudio de vulnerabilidad.

El sismo del 30 de junio produjo una sacudida menor que la del sismo del 25 de marzo. Para esa fecha la reestructuración del edificio sur-este estaba totalmente concluida y se trabajaba en los 2 primeros pisos del edificio nor-oeste. El daño causado por este sismo fue insignificante en todo el edificio. Se realizó una inspección de las columnas que presentaban inicio de falla en el 5to piso pero sus condiciones no se habían deteriorado más.

La sacudida del sismo del 22 de diciembre fue indudablemente la más fuerte. Una zona de San José donde se asignó intensidad VII está a menos de un kilómetro de distancia del hospital. Según una correlación de daños y aceleraciones máximas realizada por el autor se puede concluir que el hospital estuvo sujeto a aceleraciones máximas similares a las registradas en el centro de San José, es decir entre 0.13 y 0.17g.

De acuerdo con el daño observado se puede pensar que el movimiento en el emplazamiento del hospital fue preferencialmente en la dirección sur-este nor-oeste. Esto coincide con el patrón de radiación de las ondas sísmicas, y pudo haber sido un factor para que el daño en las partes no reforzadas no fuese más grande.

El estado de la reestructuración para esa fecha era el siguiente: edificio sur-este totalmente concluido y ocupado por el hospital, edificio central, edificio quirófanos y edificio lavandería sin iniciarse. En el edificio nor-oeste se trabajaba por la fachada principal en el nivel N6 y por la fachada posterior en el nivel N5; los muros de las escaleras de emergencia estaban ya amarrados a la estructura hasta el nivel N5, lo mismo que las paredes de mampostería estaban ya desligadas de la estructura y debidamente fijadas contra el volcamiento hasta ese nivel.

Los daños que este sismo produjo se pueden resumir como sigue: en el edificio sur-este no se presentó ningún tipo de daño, en el edificio central y en quirófanos hubo caída de cielo, rotura de vidrios, contaminación y agrietamiento en paredes.

En el edificio nor-oeste hubo daños estructurales y no estructurales. En el nivel N7 se encontraba la unidad de cuidados intensivos. Este piso según el avance de la reestructuración representaba un apéndice flexible, montado sobre una estructura más rígida, sujeto al efecto de látigo que sufren los últimos pisos. Como consecuencia de esto toda la ventanería de cuidados intensivos falló, lo mismo que el cielo. Hubo que trasladar inmediatamente esta unidad al edificio sur-este ya reforzado. En el nivel N7 se presentaron 3 columnas con agrietamiento mostrando el inicio de la falla.

Estas columnas estaban todavía ligadas a las paredes de manera que formaban columnas cortas, y las paredes que las confinaban en la dirección nor-oeste sur-este mostraban grietas con aberturas permanentes de hasta 5mm.

En el nivel N6 había una columna que estaba todavía confinada por paredes y sufrió la caída del recubrimiento (concreto entre el borde del elemento y el acero de refuerzo). En ese mismo nivel había una pared desligada que no había sido fijada contra el volcamiento por lo que presentaba daños en su base.

En el edificio de lavandería no se presentó ningún tipo de daño. La razón por la que el daño no fue más grande en las partes no reforzadas parece ser la dirección preferencial del movimiento que coincide con la dirección más resistente de los edificios. Debe considerarse también que un sismo aislado no es más que un dato estadístico adicional y que la respuesta de una estructura determinada ante un sismo dado puede diferir de la respuesta ante otro sismo de igual aceleración máxima pero de características dinámicas diferentes.

No hubo daños de otros sistemas eléctricos y mecánicos ni de equipo médico.

La actitud del personal ante este sismo fue la de correr a refugiarse en las partes ya reforzadas.

El costo de los daños causados por los sismos no se pudo determinar ya que las reparaciones quedaron como parte del proceso de reestructuración o como gastos normales de mantenimiento del presupuesto hospitalario.

Este sismo tampoco fue una prueba contundente de la reestructuración pero sí mostró una vez más las ventajas que la reestructuración le proporciona al hospital y las deficiencias de la estructuración original. También probó parcialmente el criterio de diseño adoptado para el cálculo de la reestructuración que era el siguiente: el edificio debía resistir elásticamente (sin daño estructural) sismos de aceleraciones máximas de 0.18g y menores y resistir inelásticamente (con daño estructural reparable y sin colapso) sismos de aceleraciones máximas de 0.30g o menores. La primera parte de este criterio fue probada por este sismo.

#### 4.4 Hospital Monseñor Sanabria

El sismo que causó daños en este hospital fue el sismo del 25 de marzo. Los sismos del 30 de junio y del 22 de diciembre no causaron ningún tipo de daño en el hospital.

El estado de la reestructuración el 25 de marzo era el siguiente: los muros de costado oeste llegaban hasta el décimo piso, los muros del costado este llegaban hasta el segundo piso y los muros del costado norte llegaban hasta el sexto piso, ver figura 3.

Esto indudablemente causaría una respuesta con grandes problemas de torsión y desplazamientos no uniformes en la planta debido a la no simetría de la estructura adicionada en ese momento.

La aceleración máxima registrada en la base del edificio durante este sismo fue de 0.27g (Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica). Este valor es menor que el sugerido por el Código Sísmico para diseño de obras de importancia superior.

El daño que este sismo causó se concentró en las paredes de mampostería y en la farmacia por caída de medicamentos y equipos. No se observaron daños en la estructura principal.

Los daños en paredes de mampostería se debieron a que durante el proceso de reestructuración no se desligaron de la estructura principal, y además a los grandes desplazamientos que sufrió el ala este debido a los efectos de torsión provocados por el reforzamiento no simétrico en ese momento.

El criterio de algunos profesionales es que la reestructuración salvó al edificio, con lo cual coincide el autor; sin embargo se puede reiterar que el no separar las paredes de la estructura principal y el proceder no uniformemente con la reestructuración es una causa de los daños.

El costo de los daños causados por el sismo fueron cuantificados por el Instituto Nacional de Seguros (INS) en 30 millones de colones; sin embargo las autoridades del hospital opinan que esa cifra no puede cuantificarse debido a que ellos realizaron trabajos de reparación con el presupuesto hospitalario y a que la compañía constructora negoció con el Departamento de Arquitectura de la CCSS otras reparaciones.

Hay otras pérdidas relacionadas con el desperdicio de recursos a que se vió sometido el hospital en los meses posteriores al sismo. De las 200 camas que estaban disponibles antes del sismo debieron quedar operando solo 20 debido a los destrozos en la mampostería en los pisos superiores. El hospital debió ser desalojado y quedó operando únicamente en la primera planta. En los días posteriores al sismo se aumentó el número de camas a 93 y se mantuvo ese número hasta setiembre de 1990.

Es decir el hospital se redujo hasta un 32 % de su capacidad total original y su presupuesto mensual en esas fechas era de ¢66.295.000.00 de colones. Si se considera que se desperdicia el 68 % de ese presupuesto mensual, dada la reducción de la capacidad, se puede decir que en 5 meses se desperdiciaron 225 millones de colones lo que es casi el doble del valor de la reestructuración. Este desperdicio fue mayor que lo mencionado ya que se tardó casi un año en volver al número de camas que se tenía antes del sismo. Si se calcula el desperdicio de recursos de esos 5 meses con respecto al número de camas original del hospital se tiene que se desaprovecharon 778 mil colones por cama, cifra mucho mayor que la invertida en reestructuraciones, ver tabla 2 página 2.

A esta pérdida debe sumarse el costo de las reparaciones y la pérdida no cuantificable de no brindar el servicio médico.

Este sismo realmente probó a la reestructuración pero también mostró los grandes problemas operativos que se presentan si se dañan las paredes.

El problema de dejar las paredes integradas a las estructura no se está corrigiendo en este hospital y en el futuro se podrá tener un problema similar que cause problemas de operación.

Según las autoridades de la CCSS y del Hospital se notó después del sismo una ligera pérdida de verticalidad del edificio lo que puede ser provocado por la baja capacidad de soporte de la arena marina.

#### 4.5 Hospital San Juan de Dios

Este hospital es uno de los más antiguos del país y cuenta con 9 edificios independientes construidos en diferentes épocas y con diferentes números de pisos. El edificio de medicina de 5 pisos es el más alto. En total el área construida del hospital alcanza 55.000 m<sup>2</sup>.

El hospital cuenta con 920 camas y tiene un presupuesto anual de 4.004 millones de colones (\$36.4 millones).

En este hospital se realizó el primer diseño hospitalario antisísmico que se realizara en Costa Rica ya que en 1925, y debido a los daños causados por el sismo de 1924 en un sector del hospital, se contrató al ingeniero H.T. Purdy de la ciudad de New York para que realizara un diseño antisísmico. El diseño realizado para ese sector del hospital fue una construcción de 2 pisos, con estructura metálica, entrepiso de madera y paredes livianas de tela metálica repellada (tela metálica con revoque). El edificio así construido ha demostrado con el paso de los años que efectivamente es antisísmico.

El hospital está ubicado en el centro de la ciudad y sus construcciones datan de 1898, 1940, 1967, y la más reciente de 1990.

Los sismos de 1990 causaron poco daño en este hospital. Sin embargo el sismo del 22 de diciembre tuvo un impacto más grande sobre dicho hospital.

Durante este sismo la caída de cielos fue abundante, la rotura de ventanas fue leve, el ascensor se desajustó y duró dos días fuera de operación, las separaciones entre los edificios quedaron abiertas lo que causaba intranquilidad en el personal. En la unidad de neonatología hubo abundante agrietamiento y hubo que evacuarla. No hubo más daños en equipos ya que el comité de desastres había tomado las medidas correctivas para evitar el daño a estos sistemas.

Según la opinión de su director el personal reaccionó apropiadamente durante este sismo; sin embargo temía trabajar en algunas zonas que ellos consideran peligrosas. El personal del hospital ha solicitado una evaluación completa del hospital a las autoridades de la CCSS la cual no se ha realizado hasta la fecha. El personal está de acuerdo en someter al edificio a un proceso de reforzamiento y a sacrificarse en las condiciones de trabajo por algún tiempo, con el objeto de incrementar la seguridad sísmica. Esta opinión se ha visto favorecida por las experiencias y resultados de los refuerzos en otros hospitales.

Este sismo no causó grandes pérdidas económicas y el costo de las reparaciones se incluyó dentro del presupuesto asignado a mantenimiento. Este costo se ha estimado en alrededor de un millón de colones.

Este hospital no está reforzado y tampoco existe un estudio de vulnerabilidad que indique su grado de seguridad. Fue capaz de soportar un sismo de intensidad VI con relativamente poco daño pero queda la duda si soportará sismos de intensidades mayores.

#### 4.6 Hospital San Rafael

Este hospital está ubicado en Alajuela y la mayoría de sus edificios son las instalaciones hospitalarias más antiguas del país, datan de 1884. Las construcciones más recientes dentro de este hospital son del año 1970.

Contaba hasta antes del sismo del 22 de diciembre con 218 camas y con una área útil de 10.000 m<sup>2</sup>.

Su presupuesto anual es de 783 millones de colones. El sismo del 22 de diciembre causó una intensidad en Alajuela de VII (MM) con aceleraciones máximas del movimiento del terreno de 0.45 g. Estas aceleraciones son del orden del doble o el triple de las aceleraciones registradas durante el sismo del 25 de marzo.

El sismo del 22 de diciembre causó excesivo daño al hospital y redujo su capacidad a 85 camas.

La construcción más antigua que es una construcción de 2 pisos de ladrillo sin refuerzo no fue la que más daño sufrió. El daño que presentó fue agrietamiento severo de repellos (revoques) y desprendimiento del cielo del salón de medicina de mujeres. En el centro de equipos se dañó una pared que habrá que demoler.

El daño más importante sufrido en este hospital fue precisamente el daño generalizado en la losa del techo de casa máquinas y lavandería y en las vigas coronas (vigas superiores de pared). Esta situación paralizó a la caldera y por lo tanto no había agua caliente ni vapor y no se contó con el servicio de lavandería. A tres meses de presentado el sismo la situación persistía ya que la Contraloría General de la República exige ciertos procedimientos para los desembolsos y gastos de dinero aun en condiciones de emergencia y a que la CCSS no ha tenido capacidad de respuesta ante estas emergencias. Este tiempo de todas maneras debe invertirse en realizar los diseños de una reparación y en adjudicar los trabajos a una empresa constructura.



Como ya se ha mencionado el sismo causó una reducción del 65% de la capacidad del hospital lo que lleva a un desperdicio de recursos en los meses siguientes al evento. Este desperdicio puede calcularse de la siguiente manera: el presupuesto mensual es de 65.25 millones de colones de los cuales se desaprovechan el 65 %, es decir se gastan 42.4 millones de más por mes al mantener los costo fijos para una capacidad reducida. Si se considera que se tardarán tres meses en dejar al hospital en condiciones normales de operación, más los tres meses que lleva a la fecha disminuido, lo que significa seis meses de inactividad casi total, entonces se habrán desperdiciado 254.4 millones de colones.

Esta cantidad supera en mucho a lo invertido en la reestructuración del Hospital México. También es equivalente a desperdiciar 1.167.000.00 de colones por cama.

Desde este punto de vista las reestructuraciones, descritas en el capítulo anterior, parecen rentables.

Aun si los números financieros de pérdidas y de inversión fuesen similares, habría que considerar la pérdida no cuantificable de perder el servicio médico, y la inversión posterior para reparar.

En el caso del Hospital San Rafael deberán invertirse en reparaciones aproximadamente 20 millones de colones.

Otros inconvenientes que el sismo causó adicionalmente de los ya mencionados fueron los siguientes: en los primeros días después del sismo el personal se negaba a trabajar y también se suspendieron por completo las cirugías, se redujeron los ingresos a expensas de propiciar la salida rápida de pacientes y hubo que buscar cupo para traslado de pacientes a otros hospitales ya que el Hospital México estaba reducido debido a su reestructuración.

Este hospital atendió a 200 pacientes después del sismo del 22 de diciembre de los cuales 8 debieron ser trasladados a los hospitales de San José.

En el mes de enero de 1991 se vivió un caos en todo el sistema hospitalario debido al exceso de demanda por internamiento y a la poca capacidad que se tenía ya que el Hospital San Rafael estaba dañado y los Hospitales México y Monseñor Sanabria estaban reducidos por reestructuración.

## 5 VALORACION DEL PROGRAMA DE REFUERZO DE HOSPITALES

### 5.1 Efectividad de los refuerzos estructurales

De los 5 hospitales estudiados solo dos de ellos estuvieron sometidos a movimiento fuerte del terreno.

Uno es el Hospital Monseñor Sanabria que fue sometido a aceleraciones máximas del movimiento del terreno de 0.27 g y ubicado en una zona de intensidad VII (MM) durante el sismo de 25 de marzo. Este hospital estaba parcialmente reforzado a esa fecha.

El otro es el hospital San Rafael que fue sometido a aceleraciones máximas del orden de 0.45 g durante el sismo del 22 de diciembre. Este hospital está ubicado en una área donde la intensidad se clasificó entre VII y VIII (MM). Se estima que la reestructuración del Hospital Monseñor Sanabria salvó al edificio y probablemente si su proceso constructivo hubiese sido simétrico el daño no estructural hubiese sido menor. En el caso del Hospital San Rafael, si la lavandería hubiese estado diseñada antisísmicamente o hubiese sido reforzada para evitar el daño excesivo del techo, no se hubiesen presentado los problemas operativos, que tuvo que enfrentar en los meses posteriores al sismo. En estos dos casos fue donde se presentó el desperdicio de recursos debido a problemas operativos, que pudieron haberse evitado o reducido con un mínimo de prevención.

Los otros tres hospitales ubicados en San José se vieron sometidos a intensidades de VI (MM) durante el sismo del 22 de diciembre. Comparando las respuestas que presentaron los edificios o las partes reforzadas con el edificio o las partes no reforzadas, se puede observar que el daño no estructural que se presentó en las partes no reforzadas (Hospital San Juan de Dios y algunos edificios del Hospital México) fue sustancialmente mayor que el presentado en las reforzadas (Hospital de Niños y algunos edificios del Hospital México), donde el daño de este tipo fue nulo. Desde el punto de vista estructural las partes reforzadas tuvieron un comportamiento excelente, no así las partes no reforzadas donde, a pesar de haber experimentado un sismo menor que el de diseño, se empezaron a evidenciar fallas que pondrían en peligro a las estructuras durante sismos mayores.

Se puede concluir que los refuerzos estructurales asignados a los hospitales tuvieron un efecto beneficioso durante los sismos de 1990.

### 5.2 Rentabilidad de la inversión en refuerzo

El análisis de rentabilidad de una inversión de este tipo no debe limitarse al análisis de costos; sino que debe incluir el

beneficio que representa para la sociedad el contar con los servicios médicos después de un evento destructor. Estos beneficios son de difícil estimación y dependen del tipo de instalación hospitalaria y de las condiciones de cada sociedad.

Considerando solo la parte financiera se puede concluir, según lo presentado en el capítulo anterior, que la inversión es rentable para evitar el desperdicio de recursos. Las pérdidas totales que se tuvieron en el Hospital Monseñor Sanabria se estiman en 255 millones de colones (desperdicio de recursos más pérdida directa) lo que representa una pérdida total de 882.000 colones por cama. En el Hospital San Rafael se tuvo una pérdida total de 265 millones lo que representa 1.260.000 colones por cama. Esto nos da un promedio de pérdidas causadas por los sismos de 1.071.000 colones por cama. Si utilizamos este promedio para estimar las pérdidas que se tendrían en el Hospital México y en el Hospital de Niños, si no estuviesen reforzados y si fuesen sometidos a un sismo fuerte, entonces las pérdidas serían de 642 millones de colones en el Hospital México y de 401 millones de colones en el Hospital de Niños. Estos valores superan en mucho lo invertido en reestructuración.

Se han utilizado los datos de pérdidas del Hospital Monseñor Sanabria a pesar de ser uno de los hospitales reforzados ya que su reestructuración no simétrica e incompleta a la hora del sismo fuerte provocó gran parte del daño no estructural.

Esta reestructuración mantuvo la integridad estructural del edificio.

### 5.3 Dificultades de los procesos de construcción

Las dificultades de estos procesos ya han sido señaladas y aquí se resumen algunas de las más importantes.

A nivel institucional se notó una falta de coordinación entre los diferentes departamentos que tienen que ver proceso.

Según el criterio de algunos personeros de la institución el Departamento de Arquitectura e Ingeniería consideró a estos proyectos como otros proyectos más de construcción. No se coordinó con la Gerencia Médica que es la que administra el servicio que se vería afectado con las reestructuraciones.

Tampoco se dio una coordinación entre este departamento y las autoridades de cada uno de los hospitales. Las autoridades hospitalarias debieron haber exigido esta coordinación y una programación de los trabajos, según las capacidades del hospital, antes del inicio de los mismos. Esta posición aparentemente débil de los directores de hospitales favoreció

el desorden al que se enfrentaron luego. Los directores se quejaron de la falta de apoyo de parte de sus autoridades superiores.

Otro problema que se presentó con mucha frecuencia fue el incumplimiento con los plazos parciales por parte de las compañías constructoras. Estos incumplimientos se debieron a tres factores bien definidos: a la naturaleza propia de las labores de reestructuración que tienen un sinnúmero de labores imprevistas, a la falta de coordinación con las autoridades del hospital para el desalojo de áreas de trabajo y al atraso de las negociaciones y falta de pago por parte de la CCSS de los trabajos adicionales. Este último punto fue causado por la ambigüedad de los carteles de licitación que no especificaban cuales trabajos deben ser considerados como extra y cuales parte del contrato. A manera de ejemplo algunas compañías han querido cobrar como un trabajo adicional la reparación de un piso que debió ser removido para colocar una placa de cimentación.

Esta situación también se debió a que no se confeccionaron planos arquitectónicos que indicaran los cambios o efectos que tendría la reestructuración en los acabados de las edificaciones y las licitaciones se realizaron únicamente con planos estructurales.

#### 5.4 Posibilidades de reforzar el resto del sistema hospitalario

Las posibilidades de continuar con este programa para todos los hospitales del país son relativamente buenas, salvo por el problema financiero. Actualmente Costa Rica tiene uno de los déficit fiscales más grandes de su historia, y tanto el Gobierno de la República como sus instituciones tratan por todos los medios de reducir el gasto público.

En este momento el problema financiero es el único que atrasa la continuidad de este programa. Existe suficiente confianza en los refuerzos realizados por parte de las autoridades de la CCSS. Además los sismos del año 90 han venido a aumentar el nivel de conciencia de la necesidad de evaluar las estructuras y de reforzarlas si este fuese el caso. Debe recordarse que el decreto de estudio y refuerzo del año 1987 está vigente todavía y de eso tienen conocimiento las autoridades de la institución.

A juicio de la Gerencia de Operaciones de la CCSS el proceso que debe seguir en los hospitales reforzados es el mantenimiento, la prevención del daño en los elementos no estructurales y en los equipos. También considera que se debe contar con un plan evaluador para efectos de tomar decisiones en los momentos posteriores a sismos fuertes.

Desde el punto de vista técnico las empresas consultoras y constructoras del país han adquirido suficiente experiencia en este tipo de trabajo. También el Departamento de Arquitectura e Ingeniería de la CCSS y los demás departamentos que tienen que ver con el proceso han sacado experiencia provechosa para ser aplicada a nuevos proyectos de este tipo. El conjunto de conocimientos y experiencias serán aplicados a los nuevos proyectos e indudablemente el proceso se mejorará.

#### 5.5 Posible escenario después de un evento sísmico en San José

Si las condiciones de movimiento que se presentaron en Alajuela llegasen a presentarse en San José, es decir, que se tengan intensidades de VII a VIII (MM), probablemente la cantidad de heridos superará el millar. En lo referente a la cantidad de camas disponibles en hospitales, San José cuenta aproximadamente con 3000 camas, de las cuales quedarían 2000, que serían suficientes para atender la demanda del momento. Este último dato se ha obtenido suponiendo que se pierdan la mitad de ellas en los hospitales no reforzados y no se pierda ninguna en los hospitales reforzados.

La suposición de no perder camas en los hospitales reforzados está sustentada en el tipo de comportamiento observado durante los sismos de 1990, lo que da cierta garantía de que los refuerzos fueron apropiados.

En estos hospitales el daño no estructural puede presentarse y causar algunos trastornos operativos que podrán solucionarse relativamente rápido, ya que se cuenta con un plan de emergencia.

La suposición de perder el 50 % de las camas de los hospitales no reforzados no es más que una suposición optimista. Recuérdese que en San Salvador (octubre 1986) se perdió el 57 % de la capacidad instalada, en San Isidro (3 de julio de 1983) se perdió el 100 %, en Alajuela fue el 65 % y en Puntarenas fue un 68 %. Ese 50 % de pérdida de camas representan aproximadamente 1000 camas y si utilizamos los datos de pérdidas económicas del artículo 5.2 entonces se tendrá una pérdida de más de mil millones de colones. Ante el panorama planteado se hace indispensable continuar con el plan de evaluación y reforzamiento de hospitales.

### 6 RECOMENDACIONES

Se resumen aquí algunas recomendaciones para que este proceso pueda ser aplicado al reforzamiento de hospitales en otros países, para que se eviten los errores que se cometieron en Costa Rica, sacando provecho de la experiencia costarricense en esta materia.

### 6.1 Inicio del proceso

El crear conciencia en los sectores encargados de tomar las decisiones políticas y financieras no es una tarea fácil. Esta labor debe iniciarse convenciendo a los grupos profesionales involucrados en el diseño, construcción y operación de hospitales ya que estos grupos harán su gestión individual y no se opondrán a los cambios que vengan.

Ayudará mucho en este inicio el contar con una evaluación de uno o más hospitales. Deben tenerse datos concretos, para lo cual se puede contar con ayuda de las universidades o con los organismos de investigación.

La primera evaluación que se haga debe ser concisa y explicar claramente los riesgos a que están expuestos los hospitales. Puede hacer comparaciones con lo observado en otros sismos y proyectar las pérdidas que se tendrían en caso de un evento destructor en la localidad del hospital.

El costo de una reestructuración no será posible conocerlo hasta que no se realice un diseño detallado. Estos costos dependerán de las condiciones originales del hospital, de la solución de refuerzo adoptada y de los costos de construcción en cada país. Los datos aportados en el presente informe serán de utilidad.

Las inversiones en muchos casos serán millonarias pero en todos los casos no representarán un porcentaje alto del presupuesto anual de un hospital. Desde el punto de vista de la construcción siempre será más barato y más rápido reestructurar con el hospital desalojado. De no ser posible este procedimiento, por razones de operación o por razones financieras, deberá procederse por etapas que podrán distribuirse en uno o varios años lo que bajará la carga financiera.

### 6.2 El diseño estructural y la inspección

El diseño estructural de una reestructuración hospitalaria es un proceso más complicado que los trabajos comunes de ingeniería, y debe ser realizado por personal capacitado en el área de ingeniería sismo-resistente. El diseño debe ser arquitectónicamente factible, debe aportar la resistencia y rigidez adecuadas para garantizar la estabilidad durante los sismos y debe aprovechar al máximo la estructura existente para hacerlo económicamente factible. Desde el punto de vista de resistencia y rigidez, la estructura de un hospital debe comportarse elásticamente (sin daño estructural) para sismos fuertes de alta probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del hospital. Las estructuras comunes ante estos sismos presentarían daño considerable. Por otro lado debe comportarse inelásticamente (con daño estructural sin colapso)

para sismos fuertes con baja probabilidad de ocurrencia durante la vida útil de edificios. El daño causado por estos sismos en las construcciones comunes revestiría carácter de desastre generalizado.

El diseño estructural y el concepto utilizado para realizarlo es de importancia fundamental pero también es de importancia la inspección rigurosa del proceso constructivo. De nada vale un buen detalle constructivo y suficientemente estudiado, si a la hora de la construcción se ejecuta mal. La tendencia a cometer errores en la construcción es muy grande de ahí que se requiere una inspección rigurosa y consciente de su responsabilidad; de ella depende que la reestructuración planteada y el sacrificio hecho para realizarla tengan éxito.

### 6.3 El cartel de licitación

Este elemento de la contratación para realizar la construcción es un elemento que servirá de apoyo y ayudará en el proceso constructivo posterior y en las negociaciones que se presenten.

El cartel de licitación debe exigir por parte del constructor un plan de avance de las obras para ser aprobado por las autoridades del hospital. Lo ideal es que el plan de avance sea un plan conjunto del hospital y de la compañía constructora. Debe indicar claramente las multas a que se someterá la compañía en caso de incumplimientos parciales y totales.

Debe también indicar las indemnizaciones que recibirá en caso de incumplimientos por parte del hospital. Se indicará el procedimiento a seguir para la negociación de los incrementos de plazo y para modificaciones del plan de avance.

En lo referente a las responsabilidades sobre los acabados existentes de las obras, se presentarán planos arquitectónicos que indiquen los cambios o efectos que sufrirán y el estado en que quedarán al final de las etapas de construcción.

Debe definirse en el cartel qué es un trabajo adicional y el procedimiento a seguir para la negociación del costo de los mismos.

En relación con las responsabilidades de la compañía constructora sobre las obras exteriores como jardines, accesos, aceras, etc. se deberá establecer su alcance. Se deberá establecer también el procedimiento que asuman la compañía y el hospital para evitar daños a la propiedad.

El cartel debe establecer las obligaciones y derechos de las autoridades hospitalarias en relación con la construcción, ya que ellas serán evaluadoras y colaboradoras permanentes de la compañía constructora.

#### 6.4 La seguridad de equipos y elementos no estructurales

El daños en estos sistemas puede llegar a ser tan intenso que puede comprometer sustancialmente la prestación del servicio después de un sismo. Este daño puede presentarse aún estando la estructura en perfectas condiciones.

La seguridad de estos sistemas puede lograrse siguiendo algunos procedimientos relativamente sencillos como son:

- Fijar contra el volcamiento o deslizamiento los elementos que presentan esta tendencia.
- Limitar los desplazamientos relativos de lámparas, cielos, tuberías, etc.
- Colocar juntas flexibles en tuberías en las zonas de juntas de construcción o de grandes desplazamientos.
- Colocar bandas en estantes para evitar caída de recipientes.
- Colocar los elementos de distribución eléctrica lejos de tuberías y recipientes que transporten o contengan líquidos o gases.
- Colocar bandas o plásticos adhesivos en las ventanerías de los servicios importantes.

Muchas otras medidas como éstas pueden tomarse y podrán ser identificadas después de una revisión de las condiciones de cada equipo o sistema.

### 7 CONCLUSIONES

- Se ha mostrado en este trabajo que los sismos causan daños de toda índole en los hospitales. Los daños estructurales y no estructurales son a su vez causantes de problemas operativos, de pérdidas económicas y de desperdicio de recursos.
- La pérdida del servicio y el desperdicio de recursos son los daños más significativos de los sismos del año de 1990 sobre el sistema hospitalario de Costa Rica.