



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

ASAAI-39-2017
31-05-2017

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se realizó en atención al Plan Anual Operativo de la Auditoría Interna, con el fin de determinar la existencia de fundamentación de las propuestas elaboradas por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería para la rehabilitación de la infraestructura dañada del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, producto del terremoto del 5 de setiembre 2012.

La evaluación permitió determinar que se efectuaron estudios técnicos en el campo del análisis sismorresistente a la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, gestionados y analizados por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, instancia técnica competente en el campo estructural a nivel institucional, asimismo, se observó en el informe de resultados y escenarios de intervención un planteamiento de los costos por recuperar el inmueble; además, se presentaron propuestas para la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, considerando aspectos: estructurales, no estructurales, funcionales y costo-beneficio.

En virtud de lo anterior, se propuso una recomendación a la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías para que valore incorporar dentro del *"Protocolo básico de atención de emergencias"*, elaborado por la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías el 2 de octubre 2015, el procedimiento que se debe establecer para definir el destino de la infraestructura dañada posterior al desastre en el caso de que el costo de la rehabilitación del inmueble sea excesivo respecto al valor del mercado del edificio; asimismo se analice la experiencia obtenida en el proyecto de rehabilitación de la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, con el objetivo de que se incorporen en dicho protocolo las lecciones aprendidas que correspondan.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

ASAAI-39-2017
31-05-2017

ÁREA SERVICIOS ADMINISTRATIVOS, ABASTECIMIENTO E INFRAESTRUCTURA (SUBÁREA INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y PRODUCCIÓN)

ESTUDIO ESPECIAL SOBRE LA FUNDAMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS ELABORADAS POR LA DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DAÑADA DEL HOSPITAL MONSEÑOR SANABRIA MARTÍNEZ, PRODUCTO DEL TERREMOTO DEL 5 DE SETIEMBRE 2012. DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA U.E. 4402 GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍAS U.E. 1107

ORIGEN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó como parte de las funciones de fiscalización de obra pública del Área Servicios Administrativos, Abastecimiento e Infraestructura (Subárea Infraestructura, Equipamiento y Producción) de la Auditoría Interna.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la existencia de fundamentación de las propuestas elaboradas por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería para la rehabilitación de la infraestructura dañada del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, producto del terremoto del 5 de setiembre 2012.

ALCANCE

El estudio comprende la verificación de los estudios técnicos –estructural y costo beneficio-¹ realizados por la Administración Activa para fundamentar la demolición de siete niveles del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, producto del terremoto del 5 de setiembre 2012. El periodo de evaluación es del 1 de octubre 2012 al 12 de marzo 2013.

La investigación se realizó entre el 9 y 27 de enero 2017.

¹ Informe 1 ISR “Evaluación inicial del estado del inmueble”.
Informe 2 ISR “Estudio detallado del edificio de Hospitalización”
Informe de resultados y escenarios de intervención realizados por la DAI
Oficios DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013
GIT-0350-2013, del 14 de marzo 2013
DAI-03617-2016, del 7 de diciembre 2016



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

El estudio se realizó de conformidad con el Manual de Normas para el Ejercicio de la Auditoría Interna en el Sector Público.

METODOLOGÍA

Con el propósito de alcanzar los objetivos del estudio se aplicaron los siguientes procedimientos metodológicos:

1. Solicitud de información a la Arq. Gabriela Murillo Jenkins, Gerente de Infraestructura y Tecnologías y al Ing. Jorge Granados Soto, Director de Arquitectura e Ingeniería.
2. Revisión de los informes de la empresa Ingeniería Sismo Resistente S.A (ISR S.A).

MARCO NORMATIVO

- Ley de Control Interno
- Ley de Administración Financiera de la República y Presupuestos Públicos
- Decreto de emergencia 37305-MP
- Manual Organizacional de la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías
- Código Sísmico de Costa Rica 2010

ASPECTOS DE LA LEY GENERAL DE CONTROL INTERNO A CONSIDERAR

Esta Auditoría, informa y previene a los jefes y a los titulares subordinados acerca de los deberes que les corresponden en el trámite de las evaluaciones, en lo referente a los plazos que deben observarse, así como sobre las posibles responsabilidades en que pueden incurrir por incumplir injustificadamente los artículos 35, 36, 37, 38 y el párrafo primero del artículo 39 de la Ley General de Control Interno.

“Artículo 39.- Causales de responsabilidad administrativa El Jefe y los titulares subordinados incurrirán en responsabilidad administrativa y civil, cuando corresponda, si incumplen injustificadamente los deberes asignados en esta ley, sin perjuicios de otras causales previstas en el régimen a la respectiva relación de servicios. (...)”.

ANTECEDENTES

El hospital Monseñor Sanabria Martínez se diseñó en 1964 y fue inaugurado en 1974. La planta arquitectónica del edificio principal tiene forma de “T”, originalmente construido con base en marcos (vigas y columnas) de concreto reforzado. Las paredes interiores son de bloques huecos de arcilla, apoyados en vigas y columnas de manera que interactúan con la estructura. Las paredes exteriores son de bloque ornamental o bloque macizo





CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

de arcilla. El edificio está cimentado con pilotes enclavados en un depósito de arena marina saturada. El edificio de hospitalización tenía 10 pisos, con un área aproximada de 1.130 m² por piso, para un área total de 11.300 m². La planta de la edificación tenía dimensiones de 10 x 77 m en su ala superior y 12 x 30 m en su alma. La altura del edificio era de 37,20 m sin contar los parapetos y la caseta de los elevadores, con alturas de piso típicas de 3,60 m, excepto en el primer piso, en el cual se tiene una altura de 4,80 m. Figura 1

Figura 1

Vista Tridimensional Hospital Monseñor Sanabria Martínez



Fuente: Dirección de Arquitectura e Ingeniería

Trabajos de restructuración y reforzamiento a la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez

La Dirección de Arquitectura e Ingeniería, tramitó en el año 2006 la licitación 2006 LG-000003-4402 “Demolición y Restitución de Parasoles y remodelación de casas de máquinas y lavandería del Hospital Monseñor Sanabria”.; En esa oportunidad se efectuó entre otros, la reparación de muros estructurales, soporte aluminio para parasoles, reparación de manto asfáltico en losa de techo, demolición y reconstrucción de pared en módulo de pasillo capilla, fachada este y demolición y reconstrucción de pared en consulta externa, fachada este. Estos trabajos se presupuestaron en ₡661.810.851.46 (seiscientos sesenta y un millones ochocientos diez mil ochocientos cincuenta y un mil colones con cuarenta y seis céntimos), y fueron ejecutados a principios del 2009.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

La Caja Costarricense de Seguro Social, en el 2007, promovió una contratación para efectuar un estudio de Vulnerabilidad Sísmica (EVS 2007), dicho documento fue elaborado por los ingenieros: Miguel Cruz, Luis Incer, Herberth Jackson y los arquitectos Jorge Araya y Lorena Vargas. Respecto al edificio de hospitalización, concluyó que los pilotes no soportan los esfuerzos demandados con los factores de seguridad exigidos por el Código de Cimentaciones y el Código Sísmico de Costa Rica 2002.

El estudio, menciona que la capacidad de algunas vigas es menor que la requerida por demanda y algunas presentan problemas de flexión² y otras de cortante³. El punto de desempeño se encuentra en el nivel de seguridad de vida, por lo que no cumple con el objetivo de desempeño de ocupación inmediata para edificaciones del grupo A, como hospitales. *“Por este motivo el edificio es seguro pero al presentarse un sismo como el de revisión habrá daño estructural dúctil que requerirá de reparaciones para lograr luego su ocupación”*. Asimismo, menciona que algunos elementos deben repararse, grietas en paredes, losas de entrepiso y las escaleras de emergencia. Los muros tienen suficiente capacidad de cortante pero cuatro de los muros no ofrecen la capacidad a flexocompresión requerida. Además, indicó que las pruebas de los estudios de verticalidad concluyeron que los valores de desplome oscilan entre un 0.46% en el lado oeste y un 0.31% en el lado norte. Los corrimientos entre diferentes puntos son del orden de 11 a 14 cm.

El Estudio de Vulnerabilidad Sísmica 2007 establece: *“(...) los detalles estructurales que se muestran en los planos de 1964 para las columnas y vigas son deficientes desde el punto de vista estructural. Por ejemplo, se indican aros típicos @ 40 cm para las columnas de los niveles inferiores, @ 30 cm para las de los niveles superiores y @ 25 cm para las vigas. Es necesario comentar que existen paredes secundarias de mampostería de ladrillo que están ligadas al sistema estructural y por tanto participan en la respuesta de la edificación a sollicitaciones sísmicas.*

Estas no fueron consideradas en el modelo estructural utilizado. Dado que no están diseñadas para soportar la demanda sísmica respectiva y que son paredes frágiles se espera que muchas de ellas sufran daño durante un sismo severo. Lo mismo ocurre con las escaleras de emergencia. También es necesario mencionar que las paredes ocasionan la situación de “columna corta” en algunas columnas. En el caso de un sismo, las paredes frágiles, las escaleras de emergencia, así como los elementos de fachada a base de ladrillo, podrían tener un daño significativo y dejar sin ocupación inmediata al edificio”.

² Se denomina **flexión** al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

³ Es el esfuerzo interno de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Terreno para la construcción del nuevo Hospital Monseñor Sanabria Martínez

En el año 2008, se efectuó el análisis técnico a un terreno propiedad del Consejo Nacional de Producción, ubicado en Puntarenas en el distrito de Barranca, con el objetivo de construir el nuevo Hospital Regional de Puntarenas, lo anterior de conformidad, con el oficio DAI-612-2008, del 13 de marzo 2008, donde el Ing. Rohanny Vindas Umaña y el Arq. Oscar Jiménez Rivera, ambos funcionarios del Área de Diseño de la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, remitieron al Ing. Jorge Granados Soto, Director de Arquitectura e Ingeniería, dicho análisis técnico. El análisis menciona que el terreno donde se ubicaría el nuevo Hospital de Puntarenas es de 14 hectáreas y concluye que el inmueble en general presenta excelentes condiciones por ubicación, área, topografía, accesibilidad y disponibilidad.

La Sra. Emma Zúñiga Valverde, Secretaria de la Junta Directiva de la Caja Costarricense de Seguro Social, comunicó a la Sra. Rosa María Vega Campos, Jefe del Área de Comisión Permanente de Gobierno y Administración Asamblea Legislativa, lo resuelto por la Junta Directiva de la Caja, en el artículo 20° de la sesión N° 8587, celebrada el 21 de junio de 2012, respecto al Proyecto de Ley autorización al Consejo Nacional de Producción para que segregue, desafecte y done un terreno de su propiedad a la Caja Costarricense de Seguro Social:

*“(...). **Antecedentes:** (...) 2. El proyecto pretende segregar un terreno del CNP y donar una parte del mismo a la CCSS; el terreno a donar tiene una naturaleza de potrero, situado en el distrito 8° Barranca, del Cantón de Puntarenas, en la provincia del mismo nombre, con un área de 100.000,00 metros cuadrados, con la restricción que el mismo deberá destinarse a la construcción y funcionamiento de infraestructura destinada al Nuevo Hospital de Puntarenas (...).”*

En este sentido, es importante mencionar que dicho terreno fue adquirido el 9 de enero 2014 como parte de la cancelación de una deuda del C.N.P a la CCSS, con el objetivo de construir el futuro Hospital Regional de Puntarenas. Actualmente se está trabajando en la etapa de preinversión mediante la realización de estudios de prefactibilidad y programa funcional. El área aproximada de construcción sería de 50 mil metros cuadrados, asumirá un perfil de complejidad de hospital regional y comprenderá de forma general los siguientes servicios: Hospitalización, Consulta ambulatoria, Emergencias, Bloque quirúrgico, Atención de partos, Servicios de apoyo al diagnóstico, tratamiento, abastecimiento, procesamiento, Servicios de apoyo administrativo y Servicios complementarios.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Protocolo Básico de Atención de Emergencias de la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías

La Arq. Gabriela Murillo Jenkins, Gerente de Infraestructura y Tecnologías, mediante oficio GIT-3188-2016, del 09 de febrero 2016, remitió a esta Auditoría el Protocolo Básico de Atención de Emergencias de la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías, dicho documento hace referencia a la normativa aplicable, declaratoria de emergencia, los actores internos y externos, la revisión y controles del protocolo en caso de generarse un desastre.

RESULTADOS

1. SOBRE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS EFECTUADOS POR INGENIERÍA SISMO RESISTENTE S.A (ISR)

El 05 de setiembre 2012, a las 8:42 horas se presentó un sismo de magnitud de $M_w=7.6$ en una porción de la falla ubicada bajo la Península de Nicoya. Este sismo ocasionó daños y afectaciones en varias edificaciones de la Caja Costarricense de Seguro Social, especialmente en el inmueble del Hospital Monseñor Sanabria Martínez de Puntarenas. Aunado a lo anterior, el Gobierno de la República emitió el decreto de emergencia 37305-MP del 5 de setiembre 2012, publicado en el Alcance digital 141 del diario oficial La Gaceta N 187 del 27 de setiembre 2012.

La Gerencia de Infraestructura y Tecnologías por medio de la Dirección de Arquitectura e Ingeniería gestionó la contratación de ISR Consultores⁴, bajo la excepción que regula la contratación ante situaciones imprevisibles (artículo 131 inciso k del reglamento a la Ley de Contratación Administrativa), con el objetivo de determinar la afectación real generada por el terremoto en el Hospital Monseñor Sanabria, y proponer alternativas conceptuales para solventar las afectaciones identificadas.

“Evaluación inicial del estado del inmueble”, estudio efectuado por ISR Consultores, octubre 2012.

Los profesionales de ISR, efectuaron en octubre 2012, un primer estudio denominado *“Evaluación inicial del estado del inmueble”*, donde se realizaron análisis respecto de: materiales, suelos, verticalidad, geofísica, sistemas estructurales y levantamiento de los daños; además, revisaron los planos originales y de reforzamiento estructural brindados por la CCSS para los edificios de hospitalización y quirófanos, así como los informes del Estudio de Vulnerabilidad Sísmica 2007 y un levantamiento de daños generados por el evento sísmico.

⁴ ISR consultores es representado por el Ing. Javier Martín Carranza, Ingeniero estructural (con titulación de la UCR, Maestría y Doctorado Universidad de California en Berkeley. Miembro de la comisión permanente del Código Sísmico). El monto de esta contratación ascendió a los 37 millones de colones.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

El estudio *“Evaluación inicial del estado del inmueble”*, efectuado por ISR Consultores, identificó que los daños observados en hospitalización fueron:

- “1) Columna ubicada en ejes H-9, primer nivel, con fisuras y grietas de “columna corta”.*
- 2) Grietas y/o fisuras en muros estructurales de la zona definida por los ejes J-K’/8-8’, en varios niveles.*
- 3) Fisuras en muros estructurales del eje F (4-5 y 12-13), en varios niveles.*
- 4) Fisuras en muros estructurales de la zona definida por los ejes D-F/2-3 y D-F/14-15, en varios niveles.*
- 5) Falla a cortante de vigas de acople del eje 8 (K’-L) en varios niveles. Estas vigas soportan las escaleras en el área definida por los ejes 7-8/K’-L.*
- 6) Grietas y fisuras en varios niveles de vigas de acople de los ejes 2 y 15 (D-E).*
- 7) Falla a cortante de vigas de las escaleras de los ejes 2 y 15 (D-E) en varios niveles. En algunas se presenta un grado importante de corrosión.*
- 8) Fisuras y grietas en las vigas de los ejes J y K (7-8), nivel 11 (azotea). Estas vigas sostienen la caseta junto a los elevadores del edificio.*
- 9) Grietas y/o fisuras en muchísimas paredes secundarias a base de mampostería de ladrillo.*
- 10) Grietas y/o fisuras en muchísimas paredes ornamentales de fachada a base de ladrillo.”*

Las conclusiones de este primer estudio señalan que las vigas de acople se vieron seriamente afectadas. Esto ocurrió aún con la participación de elementos secundarios que, al estar ligados al sistema estructural, ayudaron a disipar mucha de la energía a costa de un gran daño llamado *“no estructural”*. Se indica en el informe que en este caso, estos elementos secundarios son las escaleras de emergencia, que actuaron como puntales inclinados, así como las paredes de los ejes 3 y 14. Si estos elementos secundarios no hubieran estado presentes, la demanda sísmica en las vigas de acople hubiera sido mucho mayor y, tomando en cuenta que su armado es muy deficiente, hubieran podido terminar con fallas de cortante severas en ellas y el comportamiento del edificio hubiera sido diferente, con desplazamientos laterales mayores y con una mayor demanda en muros y columnas.

También en el sentido norte-sur, las vigas de acople del eje 8, que sostienen las escaleras principales, tuvieron un comportamiento deficiente, con fallas de cortante y se desplazaron verticalmente varios centímetros. Como elemento crítico en el sentido norte-sur se encuentra la columna del primer piso ubicada en los ejes H-9. En esta columna se produjo una grieta en diagonal del tipo *“columna corta”*, ya que se veía restringida lateralmente en uno de los lados por una pared de mampostería.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Los muros ubicados entre los ejes J a K' tuvieron daño significativo y las fisuras y grietas formadas en las vigas de los ejes J y K del último nivel deben ser investigadas y reparadas o reforzadas, especialmente porque son las que sostienen la carga de la caseta sobre nivel azotea de los elevadores. Cabe mencionar que las múltiples paredes secundarias en ambos sentidos norte-sur y este-oeste tomaron parte de la demanda sísmica y muchas de ellas, por ser poco resistentes y muy frágiles, no pudieron resistir esta demanda, razón por la cual se fracturaron. Estas paredes disiparon parte de la energía y disminuyeron la demanda en el sistema estructural a base de un esquema marco-muro. Se debe tener presente que, si bien es cierto que el desligar las paredes secundarias del sistema estructural puede evitar el daño en estas (siempre y cuando estas se les brinde la estabilidad lateral adecuada), también es cierto que el sistema estructural tendrá una mayor demanda que deberá soportar.

“Estudio detallado del edificio de Hospitalización”, efectuado por la empresa ISR Consultores, diciembre 2012.

ISR Consultores, efectuó en diciembre 2012, un segundo análisis denominado *“Estudio detallado del edificio de Hospitalización”*, donde concluye que se mantienen los desplomes calculados en el estudio de verticalidad efectuado en el 2007. Asimismo, señaló que se encontraron detalles que no corresponden a la buena práctica actual de la ingeniería sismorresistente, incluyendo algunos que representan deficiencias desde el punto de vista del comportamiento sísmico y menciona el ejemplo aros típicos @ 40 cm para las columnas de los niveles inferiores, @ 30 cm para las de los niveles superiores y @ 25 cm para las vigas, traslapes en zonas inadecuadas, falta de continuidad en la losa de entrepiso, dobleces de varilla inadecuados provocando falta de continuidad, falta de aros en los nudos, etc. Además, señaló que se presentó un balance en las varillas longitudinales con respecto a los aros que hace que el comportamiento de los elementos no sea dúctil.

En cuanto al análisis de vigas, el estudio determinó: *“Las vigas que tuvieron mayor problema fueron las vigas de acople, descritas por los siguientes ejes: 2 y 15 (D'-E), F (2'-3 y 14-14'), 8 (K'-L) y J (8'-9). Estas vigas no cumplen con la demanda a flexión y cortante en combinaciones de carga que involucran sismo. Asimismo, tampoco tienen la capacidad para resistir el cortante por capacidad a flexión. Este punto es de crucial importancia pues puede requerirse que estas vigas disipen energía inelástica durante un sismo y, para hacer esto con un buen comportamiento, deberían hacerlo de forma dúctil. Sin embargo, bajo las condiciones actuales, el comportamiento de las vigas sería frágil”*.

En la revisión del diafragma, el estudio indicó: *“La losa de los entrepisos en las zonas definidas por los ejes 2-6 y 9-15 no resiste la demanda sísmica correspondiente según los requerimientos del CSCR-2010. Estos requerimientos son muy estrictos pues exigen que los diafragmas sean tratados como elementos frágiles y que se deba utilizar un factor incremental FI de 1.6, además de un ϕ de 0.60. Adicionalmente, el ducto de escaleras de emergencia hace que el área de la losa sea reducida en los ejes 2-3 y 14-15, por lo que*



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

compromete aún más su resistencia y hace que sea difícil transferir el cortante debido a sismo a los muros de los ejes 2 y 15”.

En cuanto a los cimientos de las columnas, el estudio concluyó: “1) Los momentos de demanda son muy bajos por lo que la revisión de las placas fue relacionada con las cargas axiales en ellas. 2) Los factores de reducción obtenidos para las placas más cargadas son del orden de 0.50, mayores que el máximo permitido por el Código de Cimentaciones 2009 de 0.45. A su vez, el factor de seguridad estimado es un poco mayor a 2, por lo que no cumple con el valor mínimo de 3 especificado por el código mencionado. 3) Un caso especial se obtiene para la placa de la columna ubicada en los ejes F-14. Esta columna, por estar tan cerca del muro del sector este, desarrolla cargas axiales grandes debido a sismo. El factor de reducción llega a ser de 0.68, aunque el estudio de Insuma comenta que sería razonable aceptar un valor mayor para el factor de reducción permisible (propone 0.80), ya que se trata de un caso de combinación con sismo. (...)”

Referente a los cimientos de los muros, el estudio señaló: “Los pilotes no tienen la capacidad suficiente para soportar las cargas que se transmiten durante el evento sísmico de revisión. 2) Es probable que las placas de estos muros estén trabajando como una cimentación superficial que transmite las cargas a la arena de compacidad firme a densa que se detectó en el sitio. 3) Sin embargo, los valores de los momentos de volcamiento y las cargas axiales debidas al sismo de revisión son muy altos, por lo que la estabilidad de las mismas se convierte en el principal problema.”

Aunado a lo anterior, el estudio indicó que existían paredes secundarias de mampostería de ladrillo que están ligadas al sistema estructural y por tanto participan en la respuesta de la edificación a solicitaciones sísmicas. Estas no fueron consideradas en el modelo estructural utilizado. Dado que no están diseñadas para soportar la demanda sísmica respectiva y que son paredes frágiles, se espera que muchas de ellas sufran daño durante un sismo severo; lo mismo ocurre con las escaleras de emergencia. También el estudio identificó que las paredes ocasionan la situación de “columna corta” en algunas columnas, lo cual es perjudicial para su comportamiento sísmico. En el caso de un sismo, las paredes frágiles, las escaleras de emergencia, así como los elementos de fachada a base de ladrillo, podrían tener un daño significativo y dejar sin ocupación inmediata al edificio.

Las recomendaciones más significativas que estableció el estudio fueron: “eliminar los pisos superiores, se propuso eliminar tres pisos. La determinación final del número de pisos a eliminar debería ser realizada durante el proceso de diseño de la reestructuración sísmica; reestructurar y adecuar sísmicamente la edificación; reparar o construir nuevas escaleras principales y de emergencia, desligarlas de la edificación; reparar las fisuras y grietas formadas en los elementos estructurales a raíz del sismo del 5/9/2012; mejorar la capacidad a cortante de las columnas de sección variable presentes en los ejes 3 a 6 del primer nivel, incluyendo un muro o viga de unión bajo el nivel de contrapiso entre los ejes D-D’ y E’-F; incluir columnas nuevas del nivel fundación al nivel 2 en los ejes D-4, D-5, D-6, F-3, F-6. Esto protegerá estos puntos del nivel



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

2 que tienen la carga de los pisos superiores concentrada en ellos; incluir muros en los ejes 5 (D-E), 7 (F-H), 9 (F-H) y 12 (D-E); incluir las fundaciones necesarias para soportar las solicitaciones en las columnas y muros nuevos; los tramos de losa en ejes 2-3/E-F y 14-15/E-F indicadas en las láminas D-4 y D-5 deben reforzarse para garantizar que el cortante sísmico pueda transferirse a los muros en los ejes 2 y 15; eliminar los elementos pesados de las fachadas, principalmente los elementos frágiles de ladrillo; confinar las columnas existentes con envolturas a base de fibras; revisar y reparar o sustituir los elementos afectados por la corrosión y el uso, entre otros. En cuanto a la demanda sísmica, la mayoría de los muros cumplen con el cortante de demanda según análisis, no así con la flexocompresión. Aunque las columnas cumplen con la demanda en cortante, estas no cumplen con el cortante que se desarrolla por capacidad a flexocompresión. Desde el punto de vista de detalle, las columnas (con aros típicos @ 40 cm en los pisos inferiores y @ 30 cm en los pisos superiores) están muy lejos de cumplir con lo establecido por el CSCR 2010 y la buena práctica de la ingeniería sismorresistente. Los cimientos de las columnas son aceptables, aunque no cumplen con los criterios establecidos en el Código de Cimentaciones. Los cimientos de los muros no cumplen con la demanda sísmica, principalmente por criterios de estabilidad. Por las razones anteriores, se concluye que el edificio necesita ser intervenido reparando los daños causados por el sismo del 5/9/2012 y realizando una reestructuración y adecuación sísmica del mismo. Se brindan propuestas esquemáticas para lograrlo y algunas otras recomendaciones". (Figuras 1 y 2).

FIGURA 1
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE NIVELES A DEMOLER



Fuente: ISR Consultores S.A



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

FIGURA 2
ELEVACIÓN TRANSVERSAL DE NIVELES A DEMOLER



Fuente: ISR Consultores S.A

2. SOBRE LAS PROPUESTAS ELABORADAS POR LA DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DAÑADA DEL HOSPITAL MONSEÑOR SANABRIA MARTÍNEZ, PRODUCTO DEL TERREMOTO DEL 5 DE SETIEMBRE 2012.

El Ing. Jorge Granados Soto, Director de Arquitectura e Ingeniería, mediante oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013, remitió a la Arq. Gabriela Murillo Jenkins, Gerente de Infraestructura y Tecnologías, el informe denominado “Análisis de alternativas para rehabilitar la infraestructura dañada del Hospital Monseñor Sanabria de Puntarenas debido al terremoto del 05 de setiembre 2012”, con el objetivo de presentarlo a Junta Directiva para escoger el escenario de intervención.

En el oficio DAI-0447-2013 se presentan 4 escenarios, analizando las áreas estructurales, arquitectónicas y electromecánicas y se denominan: a) Renovación Total, b) Intervención mínima, c) Intervención Integral Simple e d) Intervención Integral Compleja.

Se describe lo indicado en el oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013:



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Renovación Total

Estructural:

Constituye el reforzamiento estructural de los edificios del complejo médico⁵, el nivel de complejidad varía entre edificios siendo las edificaciones de un nivel las más simples y el edificio de hospitalización el más complejo. Estos reforzamientos estarán enfocados a la inclusión de elementos estructurales como muros de corte que incrementen la capacidad de la estructura (misma que se vio reducida debido al terremoto), la reparación de otros elementos dañados por el terremoto y la adecuación de aquellos problemas de índole constructivo que sean localizados. Cabe indicar que debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, se debe implementar la recomendación del estudio de ISR que implica la demolición de los últimos tres niveles. Lo anterior implica una reducción del área del centro médico de 3,390 m², y en forma específica en la capacidad del servicio de hospitalización.

Arquitectónica y electromecánica

Implicaría una readecuación total de los sistemas para el cumplimiento de las normativas actuales: Ley 7600, NFPA, NEC, Código de Instalaciones Hidráulicas, Normas de Habilitación del Ministerio de Salud, entre otras. Se requiere una redistribución espacial completa del centro médico para adaptarlo a dicha normativa y a la vez hacer que los servicios sean funcionales tanto entre ellos como internamente. Esta alternativa implica necesariamente un replanteamiento del modelo de atención que se debe dar en el centro para adaptarlo a la necesidad real y a la vez contemplar cómo se afectará la atención del servicio de hospitalización ante la reducción del área disponible.

En el oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013, se indica que el plazo para efectuar esta propuesta se estimó en 82 semanas y un costo de \$47.000.000 (cuarenta y siete millones de dólares)

Intervención mínima

Estructural:

La capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, implica la recomendación del estudio de ISR de demoler varios pisos; considerando la Administración activa la demolición de los últimos siete niveles (esto para reducir gastos de mantenimiento de áreas en desuso). Además de realizar la demolición del 100% de los elementos no estructurales existentes en el edificio y reparar los elementos estructurales que se

⁵ Hospitalización, quirófanos, Urgencias, Centro de Equipos, Casa de Máquinas



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

encuentren dañados para restaurar su capacidad estructural, además de construir algunos muros estructurales. Lo anterior implica que este edificio no sea apto para ubicar pacientes ni personal, esto pues solo se cumpliría con el criterio funcional de protección a la vida del CSCR-2010.

En el resto de los edificios del Hospital se realizaría una reparación de los elementos dañados para recuperar su capacidad, además de algunos trabajos focalizados que permita asegurar la integridad local de algunos sitios más afectados por el terremoto. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a un reforzamiento de su estructura actual.

Arquitectónica y electromecánica

No se realizaría ninguna intervención con el objetivo de rehabilitar el edificio de hospitalización para brindar servicios, solo se colocaría cierres externos para evitar el vandalismo y la degradación normal del edificio.

Al igual que lo arquitectónico los trabajos electromecánicos se imitarían a instalaciones básicas para transitar el en edificio de hospitalización y no habilitarlo para ningún uso. En el resto del centro médico se realizarían trabajos de reparación electromecánico puntuales así como ajustes en algunos recintos en lo que respecta a distribución y mejoras en los acabados. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a una readecuación total.

En el oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013, se indica que el plazo para efectuar esta propuesta se estimó en 63 semanas y un costo de \$8.000.000 (ocho millones de dólares).

Intervención Integral Simple

Estructural:

La capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, además, de considerar la inversión que la Institución desarrollaba en el almacén general para ubicar el servicio de hospitalización. Se plantea la demolición de 6 niveles del edificio de hospitalización, realizando trabajos de refuerzo en estos cuatro primeros niveles cuya envergadura y complejidad son menores a los que se requieren en la alternativa 1 pues solo se deben solventar problemas de flexibilidad y capacidad del diafragma y no de flexo compresión. En el resto de los edificios del Hospital se realizaría una reparación de los elementos dañados para recuperar su capacidad, además de algunos trabajos focalizados que permita asegurar la integridad local de algunos sitios más afectados por el terremoto. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a un reforzamiento de su estructura actual.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Arquitectónica y electromecánica

Implicaría una readecuación total de los sistemas para el cumplimiento de las normativas actuales: Ley 7600, NFPA, NEC, Código de Instalaciones Hidráulicas, Normas de Habilitación del Ministerio de Salud, entre otras. Para lo anterior, se requiere una redistribución espacial completa de los cuatro niveles que se conservarían en el actual edificio de Hospitalización para adaptarlo a dicha normativa y a la vez hacer que los servicios sean funcionales. En el resto del centro médico se realizarían trabajos de reparación electromecánico puntuales así como ajustes en algunos recintos en lo que respecta a distribución y mejoras en los acabados. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a una readecuación total.

En el oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013, se indicó que el plazo para efectuar esta propuesta se estimó en 75 semanas y un costo de \$24.000.000 (veinticuatro millones de dólares).

Intervención Integral Compleja

Estructural:

Debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, además de considerar la inversión que actualmente la Institución está desarrollando en el almacén general para ubicar el servicio de hospitalización. Se plantea el efectuar la demolición de 6 niveles del edificio de hospitalización, realizando trabajos de refuerzo en estos cuatro primeros niveles cuya envergadura y complejidad son menores a los que se requieren en la alternativa 1 pues solo se deben solventar problemas de flexibilidad y capacidad del diafragma y no de flexo compresión.

Arquitectónica y electromecánica

Implicaría una readecuación total de los sistemas para el cumplimiento de las normativas actuales: Ley 7600, NFPA, NEC, Código de Instalaciones Hidráulicas, Normas de Habilitación del Ministerio de Salud, entre otras. Para lo anterior se plantea una redistribución espacial completa del área disponible (se debe considerar que se eliminan 6,780 m²) para adaptarlo a dicha normativa y a la vez hacer que los servicios sean funcionales.

En el oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013, se indicó que el plazo para efectuar esta propuesta se estimó en 75 semanas y un costo de \$37.000.000 (treinta y siete millones de dólares).

El oficio DAI-0447-2013, señaló:



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

“De las alternativas estudiadas se proyecta que las mismas presentan una variación en sus costos entre los \$8.000.000,00 y \$47.000.000,00; esto según el nivel de complejidad y el alcance, teniendo como consideración principal el nivel de prioridad que se le asigne al proyecto para construir un nuevo centro de salud que sustituya las actuales instalaciones del Hospital Monseñor Sanabria (...), se recomienda descartar la recomendación 1 debido a su costo, complejidad y problemas de carácter funcional que no podría ser resueltos con la intervención.

Se recomienda la alternativa 2, siempre y cuando la construcción del nuevo Hospital sea tomada como una prioridad y la red de servicio colabore con el Hospital actual en la prestación de los servicios de salud que sea definido por la Gerencia Médica. En caso de que por diversas razones no se pueda tomar como una prioridad la construcción del nuevo Hospital, implementar la alternativa 3 o 4 dependiendo de la programación institucional para el desarrollo de proyectos”.

3. SOBRE LA FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA DE LAS PROPUESTAS REALIZADAS POR LA DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERIA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DAÑADA DEL HOSPITAL MONSEÑOR SANABRIA MARTÍNEZ.

La Arq. Gabriela Murillo Jenkins, Gerente de Infraestructura y Tecnologías, mediante oficio DAI-03617-2016, del 7 de diciembre 2016, remitió a esta Auditoría los estudios técnicos realizados para la fundamentación del proyecto de demolición del edificio del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, afectados por el terremoto del 5 de setiembre 2012⁶, entre los que cita el *“Informe de resultados y escenarios de intervención realizados por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería”*.

En este documento la Dirección de Arquitectura e Ingeniería realizó un análisis que se desglosa en cinco apartados: 1. Aspectos de índole estructural; 2. Aspectos de índole no estructural; 3. Análisis de escenarios y costo de intervención de infraestructura; 4. Análisis de costo beneficio para definir el escenario óptimo y 5. Conclusiones.

3.1 Aspectos de índole estructural

Referente a los aspectos de índice estructural el *“Informe de resultados y escenarios de intervención”* realizado por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, indica:

“En lo relacionado a la condición estructural del edificio de hospitalización se dispone de tres estudios específicos a saber: 1. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica Hospital Monseñor Sanabria

⁶ Estudio de Vulnerabilidad Sísmica realizado por la empresa ISR, octubre y diciembre 2012.
Informe de resultados y escenarios de intervención, febrero 2013.
Oficio GIT-0350-2013, del 14 de marzo 2013.
Oficio DAI-0447-2013, del 12 de marzo 2013.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Puntarenas. Abril 2007. 2. Estudio Estructural del Hospital Monseñor Sanabria de Puntarenas Posterior al Terremoto del 05/09/2012, Informe N 1 Evaluación Inicial del Estado del Inmueble, Octubre 2012. 3. Estudio Estructural del Hospital Monseñor Sanabria de Puntarenas Posterior al Terremoto del 05/09/2012. Informe N 2 Estudio Detallado del Edificio de Hospitalización. Diciembre 2012. El primer estudio fue desarrollado por: Ing. Miguel Cruz A.: Dr. Sc. Arq. Jorge Araya y Arq. Lorena Vargas, Ing. Luis Incer, Ing. Herberth Jackson. Los otros dos estudios fueron ejecutados por la empresa especialista en ingeniería sísmica: ISR Ingeniería Sismo Resistente, S.A.

Al analizar ambos informes se determina que contiene aspectos coincidentes y otros en los cuales hay variación de los mismos (...). Primero, antes de establecer cuáles son los aspectos que varían, se debe tener presente que los estudios realizados tomaron como fundamento la misma normativa vigente a nivel país, específicamente el Código Sísmico de Costa Rica, no obstante, cada estudio tomo la versión vigente al momento de ser realizado. Lo anterior implica que el estudio del año 2007 fue realizado tomando como base el CSCR-02 (Versión 2002) mientras que los otros dos estudios tomaron como base la versión del año 2010 publicada recientemente. (...), para el estudio del año 2007 la a_{ef}^7 fue de 0.33 g; mientras que para el estudio del año 2012 a_{ef} sería de 0.36 (esto según CSCR-10).

Como se desprende del punto anterior el CSCR-10 presentó una variación en la aceleración pico efectivo proyectado para el sitio de emplazamiento del complejo hospitalario, esto implica necesariamente un incremento en la demanda sísmica a soportar por el edificio. No obstante, lo anterior y para edificaciones esenciales o tipo A (como lo son los edificios Hospitalarios) es recomendable desarrollar estudios geotécnicos específicos en la zona de emplazamiento del edificio para determinar en una forma más certera la posible demanda sísmica a la cual sería sometido un inmueble.

Lo anterior se logra mediante la ejecución de un estudio de amenaza sísmica; en el caso que nos atañe y en vista de la importancia del edificio se desarrolló dicho estudio por parte de la empresa INSUMA S.A. Ingenieros & Geólogos Consultores (octubre 2012). Producto de los resultados de dicho estudio y según se plasma en el apartado 6.2.2 Aceleración pico efectivo en roca y suelo S4 (informe N 2 año 2012) se determinó que para el sitio de emplazamiento del edificio de hospitalización la a_{ef} sería de 0.407g. Esta aceleración específica para el sitio del hospital y fundamentada en el estudio de amenaza sísmica implica un incremento de 0.077g⁸.

⁷ Aceleración Pico Efectiva: Aceleración máxima en un movimientos sísmico

⁸ La g que acompaña los datos de aceleración pico efectiva corresponde al símbolo de la gravedad o sea representa 9.8 m/s².



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

(...) V. Factor de falla cercana: Este factor se aplica cuando cerca del emplazamiento del edificio hay una falla geológica. En el caso del hospital y acorde con lo identificado en el estudio de amenaza sísmica realizado por INSUMA S.A. aproximadamente a 2.5 Km del centro médico hay una falla geológica. Por lo anterior y acorde con lo recomendado en el referido estudio se debe aplicar un factor de amplificación a la demanda sísmica de 1.2 (ver apartado 6.2.5 Efecto de falla cercana Informe N 2 año 2012). Es importante indicar que este factor no fue contemplado en el estudio realizado en el año 2007.

Con base en los puntos previos se determina que debido a la variación de la normativa aplicable al diagnóstico estructural de edificaciones (Código Sísmico de Costa Rica) los parámetros de partida para las evaluaciones realizadas en el año 2007 y 2012 no son los mismos. En síntesis y como se indica en el apartado 9. Resumen del Informe N° 2 del año 2012 a pesar de la disminución del factor de importancia que se dio entre el CSCR-02 y el CSCR-10 los demás aspectos indicados contribuyen a que el coeficiente sísmico a considerar en el análisis estructural del edificio varié de 0.24 (estudio año 2007) a 0.314 (estudio año 2012) lo que representa un incremento de un 30.8% en dicho coeficiente sísmico. Es importante recordar que este coeficiente es utilizado para determinar las fuerzas sísmicas que actuarán sobre el edificio en estudio, por ello el incremento indicado implica que las fuerzas sísmicas del estudio del 2012 debieron ser incrementadas en un 30.8% más que las del 2007 para acatar los lineamiento establecidos en la normativa vigente.

Como se indicó a pesar de que los parámetros iniciales para el estudio estructural variaron con los años siempre se presentan aspectos en que los estudios coinciden en sus resultados; los aspectos principales son:

- i. Los dos estudios concluyen que el edificio presenta problemas de verticalidad, sin embargo, no pueden concluir en forma fehaciente que los mismos sean generados por efectos de sismo.*
- ii. Ambos estudios concluyen que varias vigas de entrepiso presentan problemas de capacidad principalmente debidos a cortante. El estudio del año 2012 hace especial énfasis en las vigas de acople pues las mismas no tienen capacidad adecuada para combinaciones de carga generadas por sismo ni por cortante por capacidad a flexión. Estas vigas tendrían un comportamiento frágil en caso de eventos sísmicos en vez de un comportamiento dúctil como debería ser (ver apartado 7.4.1 informe N 2 año 2012).*
- iii. Según lo establecido en el apartado de fundaciones del estudio del año 2007 y el apartado 7.8.1 Estudio de cimentación, Insuma, Informe N° 4554-12 (2012) se concluye en ambos que los pilotes que forman parte del sistema de cimentación no cumplen con los factores de seguridad establecidos en el Código de Cimentaciones de Costa Rica.*



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

En este aspecto es importante indicar que el estudio del año 2012 se determina que los cimientos de los muros presentan problemas principalmente debidos a los altos momentos de volcamiento y cargas axiales debidos al sismo de revisión.

Como se ha evidenciado en el apartado de aspectos de índole estructural el estudio previo al terremoto del 05/09/2012 (estudio del año 2007) ya había determinado que varios de los elementos estructurales presentarían daño ante un evento sísmico importante: esto incluso lo refuerza con en el apartado 13.1.8 Vulnerabilidad sísmica esperada del estudio correspondiente a los resultados del análisis de capacidad espectral del edificio: específicamente si indica: "El punto de desempeño se encuentra en el nivel de seguridad de vida debido a su ubicación en la curva de capacidad de carga. De esta forma esta estructura no cumple con el objetivo de desempeño de ocupación inmediata de elementos estructurales definido en el capítulo cuarto del CSCR-2002 para estructuras que poseen un uso de hospitales. Por este motivo el edificio es seguro, pero al presentarse un sismo como el de revisión habrá daño estructural dúctil que requerirá de reparaciones para lograr luego su ocupación."

El código establece diferentes objetivos de desempeño para las edificaciones, esto acorde con la importancia de las mismas. En el caso de las edificaciones esenciales como lo son los hospitales se establece que el objetivo de desempeño a cumplir es el de ocupación inmediata: estos es que una edificación sometida a un sismo extremo, además de protegerse la vida de ocupantes y transeúntes, se debe minimizar la ocurrencia de daños en la estructura y en sus componentes y sistemas no estructurales capaces de interrumpir seriamente los servicios y funciones propios de la edificación.

Como se determina al comparar los efectos del terremoto del 05/09/2012 sobre el edificio de hospitalización los resultados proyectados por el estudio del año 2007 son consistentes ya que los daños no solo en elementos estructurales como no estructurales provocaron que el edificio de hospitalización no pueda ser utilizado para su fin.

Por otro lado, los parámetros básicos para determinar o proyectar la demanda sísmica de la edificación variaron entre lo establecido en el CSCR-02 y el CSCR-10; incrementando su efecto en la estructura como se ve reflejado en un incremento de un 30.8% del coeficiente sísmico estimado en el estudio del 2007 respecto al estimado en el estudio del 2012.

Por lo anterior, se debe considerar que aunque varios de los resultados entre los estudios son consistentes entre sí, en lo que respecta al cumplimiento o no de los parámetros mínimos a cumplir para el dimensionamiento de un elemento estructural el grado de incumplimiento de los mismo elementos en el análisis del año 2012 en principio debe ser superior debido al incremento de la demanda reflejado en el aumento del coeficiente sísmico.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Columnas: *Acorde con lo planteado en el apartado 7.5.2 Combinaciones sísmicas. Las columnas (de todos los pisos sobre ejes F-3 y F-14) no tiene la capacidad para resistir la demanda proyectada.*

Muros Estructurales: *Según lo establecido en el apartado 7.6 Revisión de muros, se indica:*

- *El cortante generado por un sismo es resistido por la mayoría de los muros a excepción de algunos muros del primer nivel. Aunque se acota que la capacidad de los muros es casi igual a la demanda estimada.*
- *En general los muros no resisten la demanda sísmica estimada a flexocompresión.*
- *El confinamiento de los elementos de borde de los muros no es aceptable y no cumple con lo indicado en el CSCR-2010*

Diafragmas:

En el caso de este elemento se determina que las losas de entrepiso de las zonas definidas por los ejes 2-6 y 9-15 no resisten la demanda sísmica correspondiente según los requerimientos del CSCR-2010; lo anterior según se plasma en el apartado 7.7 Revisión de diafragma.

Una vez analizados todos los aspectos indicados en los informes del 2007 y 2012 se reitera que los mismos son consistentes en varios de los resultados proyectados; pero los parámetros normativos del CSCR variaron, además de contar con un estudio de amenaza sísmica específico para el emplazamiento del edificio, generando que la demanda proyectada por el estudio del 2012 sea más severa y por ende los resultados del mismo más acorde con la normativa vigente.

Por lo anterior se considera que la implementación de las recomendaciones contenidas en el informe del año 2012 deben ser consideradas en detalle para determinar las acciones más convenientes para la Institución: entre las recomendaciones más relevantes se tienen (ver apartado 8.2 Recomendaciones Informe N 2 año 2012):

- Reestructurar y adecuar sísmicamente la edificación según se describe en el inciso 8.3 del CSCR 2010.*
- Eliminar las paredes secundarias de mampostería de ladrillo*
- Eliminar los elementos pesados de las fachadas, principalmente los elementos frágiles de ladrillo.*
- Reparar o construir nuevas escaleras principales y de emergencia.*

Con respecto a la primera recomendación en el mismo informe N 2 del año 2012 en el apartado 8.3 Reestructuración y adecuación sísmica; además de referir al apéndice D del informe se indican y explican las actividades a realizar y los conceptos más relevantes a considerar.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Es importante tener presente lo indicado en el párrafo anterior pues si bien es cierto existe una propuesta de reestructuración, la misma es esquemática y como lo acota el consultor, para el desarrollo de la propuesta definitiva se deben tomar en cuenta los aspectos citados en el informe: mismo que son analizados seguidamente: para lograr una solución técnicamente viable cumpliendo con la normativa vigente.

Entre los aspectos más relevantes están:

- 1. Utilizar un sismo de diseño para la reestructuración que incluya, además de lo indicado en este estudio, una vida útil remanente de 50 años.*

Esta recomendación es muy válida pues la posible reestructuración como se muestra en la propuesta esquemática debería incluir una serie de muros, columnas, reforzar vigas y construir cimentaciones. En el caso de las cimentaciones y como se corrobora en los dos estudios realizados (2007 y 2012) es un sistema de placas aisladas apoyadas en grupos de pilotes, no obstante los pilotes no tiene la capacidad adecuada para disipar la demanda: esto implicaría la posibilidad de que deban construir pilotes adicionales incrementando por tanto la complejidad del reforzamiento y por ende los plazos y costos requeridos para la inversión (...). No se puede omitir indicar que también el usar una vida remanente de 50 años como es recomendado y que sería lógico por la inversión que se requiere, esto también implica que la demanda sísmica estimada en el estudio del año 2012 se incremente (...). En otras palabras, los elementos estructurales que estaban cerca de su capacidad máxima probablemente la demanda sísmica estaría superándola y/o agravando la situación (EJ: según estudio muchos muros tenían una capacidad muy cercana a la demanda y los pilotes ya tenían problemas de cumplimiento con los factores de seguridad solicitado en el Código de Cimentaciones, problemas que se agravarían con el incremento de la demanda).

- 2. Eliminar los pisos superiores según se presenta en el Apéndice D. Se propone eliminar tres pisos. La determinación final del número de pisos a eliminar deberá ser realizada durante el proceso de diseño de la reestructuración sísmica.*

En relación con esta recomendación es importante resaltar que lo estimado por el consultor es que deben eliminarse al menos los últimos tres pisos del edificio, dejando la determinación final de los pisos a eliminar al proceso definitivo del diseño de la reestructuración. Esto es consistente con lo comentado en relación a la recomendación antes citada; es decir, existe un mínimo de pisos a eliminar (3) pero la cantidad definitiva dependerá del proceso de diseño, proceso que debe considerar una demanda sísmica mayor a la empleada en el diagnóstico estructural realizado en el año 2012 por la razón previamente indicada.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Además de lo anterior es claro que el proceso de diseño de la eventual reestructuración deberá considerar no solo aspectos propios del diseño sino también aspectos prácticos del proceso constructivos para que la reestructuración se constituya en un proyecto viable constructivamente (aspectos como la necesidad eventual de reforzar la cimentación incluyendo pilotes se constituiría en una limitante técnica fuerte ya que no hay espacio para colocar los equipos de construcción normalmente empleado en estas labores); claro está que también deben considerarse los aspectos de orden financiero pues dependiendo de la solución la inversión para recuperar el edificio podría considerarse inviable. Más aún si se considera que existe la iniciativa de dotar al Hospital de una nueva instalación en un emplazamiento diferente (...). La cantidad de pisos a demoler deben considerar no solo aspectos de factibilidad de diseño sísmico, sino también la factibilidad de que los diseños sean realmente construibles y que la inversión a realizar sea razonable”.

3.2 Aspectos de índole no estructural

Referente a los aspectos de índice no estructural el “Informe de resultados y escenarios de intervención”, mencionó:

“Como se indicó los elementos no estructurales corresponde a elementos de orden arquitectónico y electromecánico. Estos elementos en el caso del edificio de hospitalización presentaron daños graves que fueron evidenciados en el informe denominado como "Determinación y Estimación de Daños en Infraestructura en el Hospital Monseñor Sanabria de Puntarenas debido al Terremoto del 5 de septiembre del 2012" informe elaborado en diciembre del 2012

- *En el edificio de Hospitalización los daños se repiten en cada piso siendo pocos los casos particulares.*
- *La paredes de mampostería de arcilla, principalmente las paralelas al sentido Norte-Sur, presentan daños de leves a severos tanto en paredes internas como en paños de fachada. En algunos casos se evidenciaron daños en ventanería.*
- *Producto de los anteriores daños descritos se encontró enchapes en paredes desprendidos en algunos casos, así como fisurados y con agrietamientos importantes.*
- *En recintos ubicados en azoteas se presenta el desprendimiento de repellos de paredes exteriores.*
- *Los cielos suspendidos presentan daños locales, como pandeo de los perfiles metálicos y caída de paneles.*



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

- En el caso de las divisiones livianas se observó daños en las juntas con elementos estructurales, como columnas.

-Se encontraron puertas de acceso principal en pasillos y recintos con problemas de abatimiento, así como daños en su configuración estructural.

-Se observó piezas de losa sanitaria desprendidas.

-El sistema eléctrico afectado por dicho evento se debe al debilitamiento y a las grietas generadas en la mampostería y paredes del Hospital, especialmente en los pisos intermedios, del piso 3 al piso 10 los daños en la mampostería muestran verticalmente la misma falla. Es decir, se estima que para estos pisos el inventario de las paredes a demoler corresponde a la misma línea vertical; igualmente para fachadas este y oeste en la torre de los ascensores, es similar para los pisos 2 hasta 10.

-El daño en las paredes de mampostería que tienen instalaciones mecánicas genera la necesidad de que las mismas sean reconstruidas para instalar nuevamente elementos como lavatorios, fregaderos y duchas

En relación con los resultados del diagnóstico realizado en el 2007 se tienen que considerar los siguientes aspectos más relevantes, esto aunque algunos corresponde a criterios aplicables a todo el complejo médico pero que deben ser atendido en caso de una rehabilitación del edificio de Hospitalización, con el objetivo de asegurar el cumplimiento normativa y principalmente salvaguardar la seguridad de la edificación, funcionarios, pacientes y visitantes que hagan uso del edificio:

- Es un criterio usual en la industria eléctrica considerar en términos generales que la vida útil de la mayoría de los componentes de las instalaciones eléctricas es de 30 años. La mayor parte de las instalaciones eléctricas existentes del Hospital Monseñor Sanabria ya superaron ampliamente este periodo y se considera que deben ser sustituidas. En la parte eléctrica, esta recomendación se ve aupada por la obsolescencia de algunos componentes de protección indispensables como son los tableros y disyuntores.

- Desde su concepción, el Hospital Monseñor Sanabria ha carecido de una subestación eléctrica propiamente dicha, por lo que se recomienda su implementación, como parte de un rediseño de las instalaciones eléctricas, que considere específicamente la normativa vigente para Hospitales, conjuntamente con el criterio de redundancia, para garantizar la continuidad del servicio eléctrico especialmente en casos de desastres o de emergencias.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

- *Se recomienda construir nuevas redes de distribución eléctrica en todos los núcleos y servicios del Hospital, que cumplan con los requerimientos del sistema de emergencia y sus ramales según el Código Eléctrico NEC, como parte del rediseño total del sistema eléctrico.*
- *Se recomienda diseñar y reconstruir en su totalidad el sistema de puesta a tierra y el sistema de pararrayos.*
- *Se recomienda diseñar y reconstruir en su totalidad el sistema de iluminación, considerando luminarias apropiadas y conceptos de ahorro energético.*
- *Se recomienda diseñar y construir el sistema de detección y de alarmas contra-incendio del que el Hospital carece.*
- *El sistema de protección contra incendio debe remodelarse totalmente.*
- *Se recomienda sustituir el sistema actual de bombas duplex por uno de presión constante.*
- *El sistema de protección contra incendio debe ser renovado completamente conforme a los nuevos lineamientos del INS.*
- *El tanque de gas licuado de petróleo debe adecuarse a las disposiciones de seguridad que solicita el NFPA58 y NFPA59.*
- *Los sistemas de gases deben replantearse en su totalidad, lo existente en la actualidad en el hospital es obsoleto y requiere pronta intervención.*

Un aspecto que no se menciona en la evaluación del año 2007 pero que si debe ser tomado en cuenta es que si bien es cierto el Reglamento de Construcción se establece que para un recinto como lo son las salas de curaciones (o salas de procedimientos séptico y asépticos) se debe tener una altura libre de piso a cielo no menor a 3 metros (Capítulo 12 Artículo XII.2) en dichos recintos así como en áreas de cuidado intensivo se requiere el uso de sistemas de aire acondicionado, inyección y extracción de aire para cumplir con las normativas relacionadas al control de la temperatura y los cambios de aire requeridos. Lo anterior implica que se requiere al menos un espacio de entre cielo de 1.5 metros como mínimo: aspecto que no se lograría cumplir en el edificio actual pues la altura de piso a piso es de 3.60 metros.

En relación a los aspectos no estructurales se concluye que el terremoto del 2012 provocó daños considerables en dichos elementos en el edificio de hospitalización, principalmente focalizado en las



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

paredes divisorias de ladrillo de barro y algunas livianas pero que a su vez afectaron en forma directa los sistemas eléctricos y mecánicos que pasan por las mismas.

Además, como se aprecia desde el año 2007 se había determinado que el complejo médico tenía varios sistemas no estructurales que eran ya obsoletos como lo son el sistema eléctrico en su totalidad, sistemas mecánicos como los gases medicinales; otro que pesar de que en el año 2007 estaban operativos incumplían las normativas vigentes como lo es el sistema de protección contra incendio, entre otros.

3.3 Análisis de escenarios y costos de intervención de infraestructura

Referente a los escenarios y costo de intervención, el “Informe de resultados y escenarios de intervención” detalló:

“(…) es importante mencionar que existe un planteamiento de la Institución de que se requiere un Hospital nuevo para Puntarenas, de hecho, ya se habían explorado opciones de terreno para desarrollarlo antes que sucediera el sismo. Este es un factor importante para la construcción de escenarios ya que si se toma la determinación de desarrollar un nuevo hospital en otro terreno las decisiones económicas y financieras deben tomar esto en cuenta para hacer un buen uso de los recursos públicos.

Así mismo es importante que la CCSS se encuentra desarrollando un proyecto contingencial en el terreno del Almacén Regional, para precisamente ubicar los servicios que se prestaban en los pisos superiores de la torre de hospitalización, lo cual también implica un costo financiero importante. Adicionalmente es necesario indicar que existe un gran temor en la población puntarenense y en los trabajadores de la institución en cuanto a la afectación estructural del edificio, esto ya que el tipo de falla sucedido durante el sismo fue muy frágil y si se quiere hasta evidente en el sentido que hubo colapso de parasoles y fachadas y paredes de ladrillo (...)

A continuación, procedemos a hacer una explicación de cada una de ellas.

Alternativa 1: Renovación Total

Área de Intervención: 100% del centro médico. Labores a Ejecutar



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Estructural: Reforzamiento estructural de los edificios del complejo médico, el nivel de complejidad varía entre edificio siendo los de un nivel los más simples y el edificio de hospitalización el más complejo. Estos reforzamientos estarán enfocados a la inclusión de elementos estructurales como muros de corte que incrementen la capacidad de la estructura (misma que se vio reducida debido al terremoto), la reparación de otros elementos dañados por el terremoto y la adecuación de aquellos problemas de índole constructivo que sean localizados.

Cabe indicar que debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, se debe implementar la recomendación del estudio de ISR que implica la demolición de los últimos tres niveles. Lo anterior implica una reducción del área actual del centro médico de 3,390 m², y en forma específica en la capacidad del servicio de hospitalización.

Arquitectónico y Electromecánico: Implicaría una readecuación total de los sistemas para el cumplimiento de las normativas actuales: Ley 7600, NFPA, NEC, Código de Instalaciones Hidráulicas, Normas de Habilitación del Ministerio de Salud, entre otras. Para lo anterior se requiere una redistribución espacial completa del centro médico para adaptarlo a dicha normativa y a la vez hacer que los servicios sean funcionales tanto entre ellos como internamente.

Esta alternativa implica necesariamente un replanteamiento del modelo de atención que se debe dar en el centro para adaptarla a la necesidad real y a la vez contemplar cómo se afectará la atención del servicio de hospitalización ante la reducción del área disponible.

Implicaciones Funcionales de la Implementación: Al intervenir el 100% del centro médico la capacidad resolutoria del mismo se verá seriamente afectada, lo anterior pues al intervenir los diferentes edificios se deberán trasladar los servicios a otros sitios del centro médico, mismos que no tendrían las condiciones necesarias para operar. La determinación real de la afectación se puede proyectar una vez que se cuenten con los planos constructivos para realizar la intervención requerida y de este modo se puedan plantear los esquemas de trabajo que determinen el orden de las labores y a la vez la forma en que se verá afectado el Hospital.

Plazo: Se debe contemplar el plazo para determinar la demanda de los servicios, realizar un planteamiento funcional que obedezca a la demanda, efectuar los diseños, la contratación, la ejecución del proyecto y finalmente la puesta en marcha del 100% del centro médico. Se debe tener presente que al ser un proyecto dentro de un edificio en funcionamiento los plazos requeridos son mayores debido a las interacciones requerida para efectuar los trabajos y dar el servicio. Se estima un plazo de 82 semanas



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Alternativa 2: Mínima Intervención

Área de Intervención: Servicio de Hospitalización (45% del área) con intervención para reducir riesgo de colapso del edificio ante nuevos eventos y el resto de las edificaciones con trabajos de recuperación. Labores a Ejecutar:

Estructural:

Al igual que en la alternativa 1 y debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, se debe implementar la recomendación del estudio de ISR que implica la demolición de varios pisos: considerando en este caso la demolición de los últimos siete niveles. Se ha considerado que, al demoler 7 pisos, no se requiere intervenir los cimientos ya que se le ha eliminado suficiente peso a la estructura lo cual genera que los momentos de volcamiento en los muros estructurales se reduzcan a niveles en los cuales los cimientos actuales pueden soportar dichas fuerzas. Además de realizar la demolición del 100% de los elementos no estructurales existentes en el edificio y reparar los elementos estructurales que se encuentren dañados para restaurar su capacidad estructural además de construir algunos muros estructurales. Lo anterior implica que este edificio no sea apto para ubicar pacientes ni personal, esto pues solo se cumpliría con el criterio funcional de protección a la vida del CSCR-2010.

En el resto de los edificios del Hospital se realizaría una reparación de los elementos dañados para recuperar su capacidad, además de algunos trabajos focalizados que permita asegurar la integridad local de algunos sitios más afectados por el terremoto. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a un reforzamiento de su estructura actual.

Arquitectónico y Electromecánico: *No se realizaría ninguna intervención con el objetivo de rehabilitar el edificio de hospitalización para brindar servicios, solo se colocaría cierres externos para evitar el vandalismo y la degradación normal del edificio. Al igual que lo arquitectónico los trabajos electromecánicos se limitarían a instalaciones básicas para transitar el en edificio de hospitalización y no habilitarlo para ningún uso.*

En el resto del centro médico se realizarían trabajos de reparación electromecánico puntual, así como ajustes en algunos recintos en lo que respecta a distribución y mejoras en los acabados. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a una readecuación total.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Implicaciones Funcionales de la Implementación: La principal implicación es que el servicio de hospitalización deberá quedar instalado en forma permanente en el almacén general, representando gestiones logísticas de traslados de pacientes y suministros, además de la reducción de la cantidad de camas disponibles para el servicio. La afectación generada por los trabajos en el centro médico sería mínima pues solo se realizaría trabajos de mejoras locales que permitirían dar el servicio en las condiciones actuales (nivel resolutivo limitado por el espacio disponible).

Plazo: Se debe tener presente que al ser un proyecto dentro de un edificio en funcionamiento los plazos requeridos son mayores debido a las interacciones requerida para efectuar los trabajos y dar el servicio; no obstante, como los trabajos son de una intervención en un área actualmente desocupada y en el resto se limita a trabajos menores dicha afectación es menor que en la alternativa 1. Se estima un plazo de 63 semanas.

Alternativa 3: Integral Simple

Área de Intervención: Edificio de Hospitalización se readecua y el resto de las edificaciones con trabajos de recuperación. Labores a Ejecutar:

Estructural: Debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, además de considerar la inversión que actualmente la Institución está desarrollando en el almacén general para ubicar el servicio de hospitalización, se plantea efectuar la demolición de 6 niveles del edificio de hospitalización, realizando trabajos de refuerzo en estos cuatro primeros niveles cuya envergadura y complejidad son menores a los que se requieren en la alternativa 1 pues solo se deben solventar problemas de flexibilidad y capacidad del diafragma y no de flexo compresión.

En el resto de los edificios del Hospital se realizaría una reparación de los elementos dañados para recuperar su capacidad, además de algunos trabajos focalizados que permita asegurar la integridad local de algunos sitios más afectados por el terremoto. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a un reforzamiento de su estructura actual.

Arquitectónico y Electromecánico: Implicaría una readecuación total de los sistemas para el cumplimiento de las normativas actuales: Ley 7600, NFPA, NEC. Código de Instalaciones Hidráulicas, Normas de Habilitación del Ministerio de Salud, entre otras.

Para lo anterior se requiere una redistribución espacial completa de los cuatro niveles que se conservarían en el actual edificio de Hospitalización para adaptarlo a dicha normativa y a la vez hacer que los servicios sean funcionales.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

En el resto del centro médico se realizarían trabajos de reparación electromecánico puntuales así como ajustes en algunos recintos en lo que respecta a distribución y mejoras en los acabados. La excepción sería el edificio de casa de máquinas que si sería sometido a una readecuación total.

Implicaciones Funcionales de la Implementación: *La principal implicación es que la mayor parte del servicio de hospitalización deberá quedar instalado en forma permanente en el almacén general, representando gestiones logísticas de traslados de pacientes y suministros, además de la reducción de la cantidad de camas disponibles para el servicio. No obstante, se podría habilitar uno de los niveles para mantener en el centro médico aquellos pacientes que requieren cuidados especiales, además se debería definir cuales servicios se daría en los tres pisos restantes a restaurar.*

La afectación generada por los trabajos en el centro médico sería mínima pues solo se realizaría trabajos de mejoras locales que permitirían dar el servicio en las condiciones actuales (nivel resolutivo limitado por el espacio disponible) en los edificios actualmente en uso y las labores principales se concentraría en el edificio de Hospitalización que está en su mayoría desocupado.

Plazo: *Se debe tener presente que al ser un proyecto dentro de un edificio en funcionamiento los plazos requeridos son mayores debido a las interacciones requerida para efectuar los trabajos y dar el servicio: no obstante, como los trabajos son de una intervención en un área actualmente desocupada y en el resto se limita a trabajos menores dicha afectación es menor que en la alternativa 1 y 2. Se estima un plazo de 75 semanas.*

Alternativa 4: Integral Compleja

Área de Intervención: *Se readecua el 100% del centro médico. Labores a Ejecutar:*

Estructural: *Debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, además de considerar la inversión que actualmente la Institución está desarrollando en el almacén general para ubicar el servicio de hospitalización. Se plantea el efectuar la demolición de 6 niveles del edificio de hospitalización, realizando trabajos de refuerzo en estos cuatro primeros niveles cuya envergadura y complejidad son menores a los que se requieren en la alternativa 1 pues solo se deben solventar problemas de flexibilidad y capacidad del diafragma y no de flexo compresión. Además, en el resto del centro médico se realizan los trabajos de reforzamiento y reparación de elementos que así sean requeridos.*



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Arquitectónico y Electromecánico: Implicaría una readecuación total de los sistemas para el cumplimiento de las normativas actuales: Ley 7600, NFPA, NEC, Código de Instalaciones Hidráulicas, Normas de Habilitación del Ministerio de Salud, entre otras. Para lo anterior se requiere una redistribución espacial completa del área disponible (se debe considerar que se eliminan 6,780 m² para adaptarlo a dicha normativa y a la vez hacer que los servicios sean funcionales.

Implicaciones Funcionales de la Implementación: La principal implicación es que la mayor parte del servicio de hospitalización deberá quedar instalado en forma permanente en el almacén general, representando gestiones logísticas de traslados de pacientes y suministros, además de la reducción de la cantidad de camas disponibles para el servicio. No obstante se podría habilitar uno de los niveles para mantener en el centro médico aquellos pacientes que requieren cuidados especiales: además se debería definir cuales servicios se daría en los tres pisos restantes a restaurar.

En lo que respecta a los demás servicios ubicados en los edificios actualmente en uso, se debe definir el alcance de los trabajos para poder definir la forma de implementar las labores constructivas y de esa forma determinar la secuencia y grado de afectación de los servicios afectados.

Plazo: Se debe tener presente que al ser un proyecto dentro de un edificio en funcionamiento los plazos requeridos son mayores debido a las interacciones requerida para efectuar los trabajos y dar el servicio: no obstante, como los trabajos son de una intervención en un área actualmente desocupada y en el resto se limita a trabajos menores dicha afectación es menor que en la alternativa 1. Se estima un plazo de 75 semanas

Estimación de Costos

Para estimar los costos se han utilizado datos históricos de la Dirección de Arquitectura e Ingeniería de proyectos de similar naturaleza, por ejemplo, actualmente se está desarrollando el reforzamiento estructural del Hospital de Ciudad Neily donde además de refuerzo estructural se están actualizando todos los sistemas arquitectónicos y electromecánicos por lo que los datos a utilizar en esta estimación serían concordantes con proyectos de similar naturaleza.

Para manejar montos en dólares se ha utilizado un tipo de cambio de 510⁹ colones por cada dólar como referencia.

⁹ Tipo de cambio del dólar a febrero 2013.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
 AUDITORIA INTERNA
 Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
 Apdo.: 10105

ESCENARIOS				
Actividades	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Hospitalización				
Demolición 3 pisos Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal	3720 ₡55.000,00 ₡204.600.000,00			
Demolición 6 pisos Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal			7440 ₡55.000,00 ₡409.200.000,00	7440 ₡55.000,00 ₡409.200.000,00
Demolición 7 pisos Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal		8680 ₡55.000,00 ₡477.400.000,00		
Intervención estructural Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal		3501 ₡84.016,00 ₡294.140.016,00		
Reforzamiento estructural Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal	8461 ₡357.249,00 ₡3.022.683.789,00		4741 ₡357.249,00 ₡1.693.717.509,00	4741 ₡357.249,00 ₡1.693.717.509,00
Readecuación arquitectónica Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal	8461 ₡272.216,00 ₡2.303.219.576,00		4741 ₡272.216,00 ₡1.290.576.056,00	4741 ₡272.216,00 ₡1.290.576.056,00
Readecuación eléctrica Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal	8461 ₡137.694,00 ₡1.165.028.934,00		4741 ₡137.694,00 ₡652.807.254,00	4741 ₡137.694,00 ₡652.807.254,00
Readecuación mecánica Área (m ²) Costo (₡/m ²) Subtotal	8461 ₡351.327,00 ₡2.972.577.747,00		4741 ₡351.327,00 ₡1.665.641.307,00	4741 ₡351.327,00 ₡1.665.641.307,00
Subtotal edificio hospitalización	₡9.668.110.046,00	₡771.540.016,00	₡5.711.942.126,00	₡5.711.942.126,00
Quirófanos + Serv. Gen.				
Reforzamiento estructural Área (m ²) Costo (₡/m ²)	8942 ₡357.249,00	8942 ₡84.016,00	8942 ₡84.016,00	8942 ₡357.249,00



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
 AUDITORIA INTERNA
 Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
 Apdo.: 10105

<i>Subtotal</i>	<i>₡3.194.520.558,00</i>	<i>₡751.271.072,00</i>	<i>₡751.271.072,00</i>	<i>₡3.194.520.558,00</i>
<i>Readecuación arquitectónica</i>				
Área (m ²)	8942	8942	8942	8942
Costo (₡/m ²)	₡272.216,00	₡100.000,00	₡100.000,00	₡272.216,00
<i>Subtotal</i>	<i>₡2.434.155.472,00</i>	<i>₡894.200.000,00</i>	<i>₡894.200.000,00</i>	<i>₡2.434.155.472,00</i>
<i>Readecuación eléctrica</i>				
Área (m ²)	8942		8942	8942
Costo (₡/m ²)	₡137.694,00		₡137.694,00	₡137.694,00
<i>Subtotal</i>	<i>₡1.231.259.748,00</i>		<i>₡1.231.259.748,00</i>	<i>₡1.231.259.748,00</i>
<i>Readecuación mecánica</i>				
Área (m ²)	8942		8942	8942
Costo (₡/m ²)	₡351.327,00		₡192.522,00	₡351.327,00
<i>Subtotal</i>	<i>₡3.141.566.034,00</i>		<i>₡1.721.531.724,00</i>	<i>₡3.141.566.034,00</i>
<i>Subtotal quirófanos y Ser. Gen.</i>	<i>₡10.001.501.812,00</i>	<i>₡1.645.471.072,00</i>	<i>₡4.598.262.544,00</i>	<i>₡10.001.501.812,00</i>
<i>Casa de máquinas</i>				
<i>Readecuación total</i>				
Área (m ²)	1546	1546	1546	1546
Costo (₡/m ²)	₡689.963,00	₡689.963,00	₡689.963,00	₡689.963,00
<i>Subtotal</i>	<i>₡1.066.682.798,00</i>	<i>₡1.066.682.798,00</i>	<i>₡1.066.682.798,00</i>	<i>₡1.066.682.798,00</i>
<i>Subtotal</i>	<i>₡20.736.294.656,00</i>	<i>₡3.483.693.886,00</i>	<i>₡11.376.887.468,00</i>	<i>₡16.780.126.736,00</i>
Total + 15 % Administración	₡23.846.738.854,00	₡4.006.247.968,90	₡13.083.420.588,20	₡19.297.145.746,40
Área (m ²)				
Total dolarizado	\$46.758.311,48	\$7.855.388,17	\$25.653.765,86	\$37.837.540,68

El costo de Readecuar totalmente el edificio de Hospitalización eliminando los 3 últimos pisos como mínimo es de aproximadamente ₡11.118.000.000,00 de colones¹⁰, este costo se contrapone al costo de la demolición de 7 pisos y la intervención estructural de los 3 pisos restantes es de ₡887.000.000¹¹ de colones, o sea, casi un 8% del costo de la readecuación total.

Es más, si sumamos que a esos 3 pisos restantes los readecuamos arquitectónicamente y electromecánicamente, el costo se aproxima a ₡3.950.000.000,00 de colones, un 36% del costo de la readecuación total

¹⁰ Costo del subtotal edificio hospitalización alternativa 1 más un 15 % de Administración

¹¹ Costo del subtotal edificio hospitalización alternativa 2 más un 15 % de Administración



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

3.4 Análisis de costo beneficio para definir el escenario óptimo

Referente al análisis de costo beneficio, el oficio indicó:

"(...) Para poder realizar un análisis de costo beneficio debemos tener inicialmente, un listado de supuestos sobre los cuales poder realizar el análisis de las diferentes alternativas.

El primer supuesto es que la institución le dé prioridad al proyecto del Nuevo Hospital, esto según lo indicado anteriormente en cuanto a que ya se estaba pensando en la necesidad de un nuevo hospital e inclusive la institución ha valorado terrenos para su posible ubicación. Así mismo, después del sismo, las autoridades de Gobierno han manifestado su interés en un nuevo Hospital.

Otro supuesto es que el proyecto que la Dirección de Arquitectura e Ingeniería se encuentra realizando de readecuación del almacén regional para la reubicación del servicio de Hospitalización se continúe utilizando para dar este servicio, esto debido al alto costo del proyecto y a que una vez finalizado este proyecto, junto con otros trabajos que estamos realizando en el resto del complejo hospitalario, se estaría solventando en su mayoría, la necesidad de espacio del hospital y no habría necesidad de volver a utilizar el edificio de hospitalización para este fin. En este proyecto del almacén regional se están invirtiendo alrededor de 2,000 millones de colones.

Estos supuestos son importantes ya que, de cumplirse, la institución no tendría necesidad de utilizar el edificio de hospitalización para brindar servicios médicos por lo que la decisión de cual alternativa tomar se reduce a un análisis únicamente financiero.

Es posible mediante técnicas de valuación, realizar una estimación del valor de mercado del edificio de Hospitalización del Hospital de Puntarenas antes del Sismo de septiembre del 2012, para esto se tiene que, según la nomenclatura utilizada por el Ministerio de Hacienda, se podría catalogar el edificio como un HP03 con un costo por metro cuadrado actualizado por índices de construcción de ₡773.228,79.

A la fecha del sismo, la edad del edificio era de aproximadamente 38 años por lo que, suponiendo una vida útil remanente de 15 años, y un estado de conservación malo tal cual lo indica el estudio de vulnerabilidad estructural y no estructural del año 2007, se puede obtener que el valor actual al momento del sismo del edificio era de aproximadamente ₡1.716.000.000,00 de colones.

Así mismo, mediante las técnicas de valuación se puede obtener para cada uno de los escenarios propuestos un dato del valor de mercado del edificio una vez que se hiciera la inversión recomendada.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Al tener como mínimo que eliminar 3 pisos del edificio según lo indicado en el estudio de vulnerabilidad, el área del edificio se reduce de 12.200 m² a 8.500 m², por lo que el valor de mercado sin invertir ni un colón adicional es de ₡1.200.000.000,00 colones, este dato es estándar en todos los escenarios.

Alternativa 1:

En esta alternativa se realiza una readecuación total del edificio el cual incluye la demolición de los 3 pisos superiores, un reforzamiento y readecuación estructural tanto de cimientos, elementos de vigas, columnas, muros, inclusión de nuevos elementos, demolición de escaleras de emergencia y vigas de acople y su reconstrucción, así mismo se realiza una sustitución de todos los sistemas arquitectónicos y electromecánicos. El área final del edificio es de 8500 m².

Este trabajo de readecuación costaría aproximadamente 11,100 millones de colones, sin embargo, al realizar una valuación del edificio e incrementarle su vida útil debido a los trabajos que se realizarían, el valor de mercado sería de aproximadamente 4,540 millones de colones.

Alternativa 2:

Al igual que en la alternativa 1 y debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, se debe realizar la demolición de varios pisos: considerando en este caso la demolición de los últimos siete pisos, con esta cantidad de pisos a demoler se ha estimado que no se requeriría intervenir los cimientos debido a que se le ha eliminado suficiente peso a la estructura lo cual genera que los momentos de volcamiento en los muros estructurales se reduzcan a niveles en los cuales los cimientos actuales pueden soportar dichas fuerzas.

Además de realizar la demolición del 100% de los elementos no estructurales existentes en el edificio y reparar los elementos estructurales que se encuentren dañados para restaurar su capacidad estructural además de construir algunos muros estructurales.

Lo anterior implica que este edificio no sea apto para ubicar pacientes ni personal, esto pues solo se cumpliría con el criterio funcional de protección a la vida del CSCR-2010, en este escenario no se realizan trabajos arquitectónicos ni electromecánicos



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Este trabajo de demolición e intervención estructural mínima costaría aproximadamente 887 millones de colones, sin embargo, al realizar una valuación del edificio e incrementar su vida útil debido a los trabajos que se realizarían, el valor de mercado sería de aproximadamente 874 millones de colones, el área final del edificio es de 3,500 m².

Alternativa 3 y 4:

Se analizarán ambas alternativas simultáneamente ya que en el caso del edificio de Hospitalización ambas llevan el mismo alcance de los trabajos a realizar y la diferencia en los escenarios se da por el alcance a desarrollar en el resto del conjunto hospitalario.

En este caso, debido a la capacidad limitada de los cimientos del edificio de hospitalización y a la imposibilidad material de construir cimientos apoyados en pilotes, además de considerar la inversión que actualmente la Institución está desarrollando en el almacén general para ubicar el servicio de hospitalización. Se plantea el efectuar la demolición de 6 niveles del edificio de hospitalización, realizando trabajos de refuerzo en estos cuatro primeros niveles cuya envergadura y complejidad son menores a los que se requieren en la alternativa 1 pues solo se deben solventar problemas de flexibilidad y capacidad del diafragma y no de flexo compresión, así mismo se realiza una sustitución de todos los sistemas arquitectónicos y electromecánicos en los 4 pisos restantes.

Este trabajo de demolición e intervención estructural mínima costaría aproximadamente 5,711 millones de colones, sin embargo, al realizar una valuación del edificio e incrementar su vida útil debido a los trabajos que se realizarían, el valor de mercado sería de aproximadamente 2,532 millones de colones, el área final del edificio es de 4,741 m².

Con la información obtenida anteriormente se puede realizar un análisis de costo beneficio basado en 2 factores, uno en el beneficio neto percibido por la institución, y el otro, en el porcentaje de recuperación de la inversión.

El procedimiento seguido es el siguiente:

Primero partimos de que antes del sismo el edificio tenía un valor de mercado de ₡1,716,000,000.00 colones, así mismo ya fue determinado el costo aproximado de inversión necesario para cada uno de los escenarios.

De igual manera es posible estimar el valor de mercado de la edificación una vez realizada la inversión necesaria, este dato se obtiene mediante técnicas de valuación establecidas por el Ministerio de Hacienda.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Una vez con estos datos, el beneficio neto será el resultado de restar el valor final de mercado y la inversión realizada siendo que la mejor alternativa debe ser la que presente un mayor beneficio neto.

En el caso del porcentaje de recuperación debemos dividir el valor de mercado final entre la inversión necesaria obteniendo de esta manera el dato porcentual de recuperación de la infraestructura, en otras palabras, el porcentaje indica que, por cada 100 colones invertidos, se recuperarían X (equis) cantidad de colones si se diera la venta de la propiedad, siendo que la mejor alternativa es la que presente el mayor porcentaje de recuperación.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3 y 4
Valor del mercado inicial	₡1.716.000.000,00	₡1.716.000.000,00	₡1.716.000.000,00
Inversión necesaria	₡11.100.000.000,00	₡887.000.000,00	₡5.711.000.000,00
Valor del mercado final	₡4.540.000.000,00	₡874.000.000,00	₡2.532.000.000,00
Beneficio neto	-₡6.560.000.000,00	-₡13.000.000,00	-₡3.179.000.000,00
% recuperación /colón invertido	41 %	99 %	44 %

Del análisis realizado se puede observar que, para los dos indicadores analizados, la alternativa 2 es la que presenta los mejores indicadores lo cual la convierte en la mejor opción para la institución.

Inclusive en el indicador de recuperación de la inversión, se tiene que la alternativa 2 logra recuperar un 99 por ciento de la inversión realizada.

Es importante indicar también que en las alternativas 1, 3 y 4, en caso de desarrollarse requieren un gasto importante un consultoría, ya que para desarrollar planos de reforzamientos estructurales y la readecuación necesaria se debe pagar mediante tarifas establecidas por el CFIA un porcentaje de 6% lo cual incluye estudio preliminares, planos y presupuesto, sin embargo al ser un reforzamiento y readecuación sobre un edificio existente, el CFIA toma esto como una remodelación y aumenta la tarifa 1.5 veces por lo que el monto a pagar sería del 9% del costo total, dando como resultado un gasto adicional solo en edificio de Hospitalización en esos escenarios de entre 1000 millones de colones para el escenario 1 y 514 millones de colones para el escenario 3 y 4, esto en contraposición al escenario 2 el cual al no tener que hacerse dicho reforzamiento y readecuación no genera dicho gasto, lo cual refuerza aún más que el escenario 2 es el más costo beneficioso de los escenarios.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Conclusiones

Las principales conclusiones de los estudios y análisis realizados¹² son los siguientes:

- El CSCR-10 y el estudio de amenaza sísmica específico realizado por Insuma S.A. generaron que los parámetros básicos totales a considerar para estimar la demanda sísmica incrementaran con respecto a lo proyectado en el estudio de vulnerabilidad del año 2007. Lo anterior se ve reflejado en forma directa en un incremento de un 30.8% del coeficiente sísmico estimado en el estudio del 2007 respecto al estudio del 2012.
- Muchos elementos estructurales, como vigas, muros, columnas, cimientos y pilotes presentan deficiencias importantes que fueron corroboradas por los dos estudios.
- Elementos como muros estructurales, columnas y diafragmas presentan limitaciones importantes que les impiden disipar en forma adecuada la demanda sísmica a la cual sería sometidos.
- El estudio del 2007 proyecta que el desempeño sísmico del edificio no cumpliría con el requerimiento de ocupación inmediata pues presentaría daños que ameritarían reparaciones no permitiendo continuar con su uso en forma continua; aspecto que es consistente con la situación actualmente presentada en el Hospital.
- Es necesario demoler todas las escaleras de emergencia y las vigas de acople para reconstruirlas nuevamente de manera adecuada.
- El sistema de cimentación no cumple con los requerimientos sísmicos y es necesario construir nuevas cimentaciones en ciertos sectores e incluir pilotes adicionales.
- Por la complejidad y eventual costo de una reestructuración se recomienda que se diseñe considerando una vida útil remanente de 50 años; no obstante, esta recomendación implica un incremento de la demanda sísmica a utilizar en el diseño pues el factor de vida útil sería de 1 y no de 0.714.
- La cantidad mínima de pisos recomendada para ser demolidos es de tres, no obstante, la cantidad de pisos a demoler dependerá del diseño definitivo que se realice. Diseño que debe considerar una demanda sísmica superior a la considerada en el estudio de diagnóstico sísmico del 2012 debido a la variación del factor de vida útil remanente.

¹² Informe de resultados y escenarios de intervención realizados por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

- *La cantidad de pisos a demoler deben considerar no solo aspectos de factibilidad de diseño sísmico, sino también la factibilidad de que los diseños sean realmente construibles y que la inversión a realizar sea razonable.*
- *El edificio presenta aspectos que limitarían su rehabilitación cumpliendo con los requerimientos funcionales necesarios para un correcto funcionamiento del servicio de hospitalización: como lo es la altura libre de piso a piso requerida.*
- *Desde el punto de vista electromecánico es requerido realizar una renovación del 100% de los sistemas.*
- *En caso de realizar un reforzamiento estructural y una readecuación electromecánica y arquitectónica, no se podrá llegar a tener el mismo número de camas ubicadas en el edificio antes del sismo, esto debido a que las nuevas regulaciones del Ministerio de Salud implican medidas y requerimientos que no se pueden cumplir con las dimensiones actuales. Esto sin tomar en cuenta que es necesario eliminar tres pisos del edificio.*
- *De las alternativas estudiadas se proyecta que las mismas presenten una variación en sus costos entre los \$8.000.000,00 y los \$ 47.000.000,00: esto según el nivel de complejidad y el alcance que se defina considerando el nivel de prioridad que se le asigne al proyecto para construir un nuevo centro de salud que sustituya las actuales instalaciones del Hospital Monseñor Sanabria.*
- *Considerando que la construcción del Nuevo Hospital sea tomada como una prioridad se continúe el proyecto de readecuación del almacén regional para ubicar el servicio de hospitalización y que la red de servicios colabore con el Hospital actual, se recomienda desde el punto de vista técnico la implementación de la alternativa 2 denominada como de mínima intervención, alternativa que además desde el punto de vista financiero es la que presenta mejores indicadores, con el fin de salvaguardar los recursos públicos.*
- *Con base en la información presentada, se recomienda descartar la alternativa 1 debido a su alto costo, complejidad, que además no resuelve el problema funcional del edificio y que presenta los peores indicadores financieros del análisis realizado.*
- *En caso de que por diversas razones no se pueda tomar como una prioridad la construcción del nuevo hospital, implementar la alternativa 3 o 4 dependiendo de la programación Institucional para el desarrollo de proyectos y la disponibilidad de recursos financieros”.*



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

CONCLUSIONES

Los resultados de la revisión permiten concluir que se efectuaron estudios técnicos en el campo del análisis sismorresistente a la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, gestionados y analizados por la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, instancia técnica competente en el campo estructural a nivel institucional, asimismo, se observó en el Informe de resultados y escenarios de intervención un planteamiento de los costos por recuperar el inmueble y la Dirección de Arquitectura e Ingeniería desarrolló propuestas para la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, considerando aspectos: estructurales, no estructurales, funcionales y costo-beneficio.

Previo al terremoto del 5 de setiembre 2012, la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, presentaba problemas estructurales (tenía 38 años de vida útil al momento del sismo), así fue evidenciado en el Estudio de Vulnerabilidad Sísmica del 2007 (EVS-2007), el cual concluyó que los pilotes no soportan los esfuerzos demandados con los factores de seguridad exigidos por el Código de Cimentaciones y el Código Sísmico de Costa Rica 2002 (vigente en ese momento), y que la capacidad de algunas vigas es menor que la requerida por demanda y otras presentan problemas de flexión y de cortante, además, el punto de desempeño se encuentra en el nivel de seguridad de vida, por lo tanto no cumple el objetivo de desempeño de ocupación inmediata para edificaciones del grupo A (Hospitales), además, se indicó que las pruebas de los estudios de verticalidad concluyeron que los valores de desplome oscilan entre un 0.46% en el lado oeste y un 0.31% en el lado norte y los corrimientos entre diferentes puntos son del orden de 11 a 14 cm. A esto debe agregarse las malas prácticas constructivas en columnas y vigas desde el punto de vista estructural, por ejemplo, espaciamientos de aros típicos @ 40 cm para las columnas de los niveles inferiores, @ 30 cm para las de los niveles superiores y @ 25 cm para las vigas, además, las paredes ocasionan la situación de “*columna corta*” en algunas columnas.

Este aspecto ocasionó que la Institución invirtiera paliativamente en la recuperación de la infraestructura para garantizar la seguridad estructural del edificio, por lo que en el 2008 se realizó la demolición y restitución de los parasoles y la reparación de los muros estructurales, con el objetivo de disminuir peso y mejorar la capacidad estructural. Se planificaron otros proyectos para mejorar la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria, como el reforzamiento de las escaleras de emergencias, según el Portafolio Institucional de Proyectos de Inversión Infraestructura y Tecnologías 2012-2016, pero estos no llegaron a efectuarse por la inhabilitación de la infraestructura por el sismo del 5 de setiembre 2012 de magnitud de Mw=7.6 en una porción de la falla ubicada bajo la Península de Nicoya. Este sismo ocasionó daños y afectaciones en varias edificaciones de la Caja Costarricense de Seguro Social, especialmente en el inmueble del Hospital Monseñor Sanabria Martínez de Puntarenas.

La Gerencia de Infraestructura y Tecnologías por medio de la Dirección de Arquitectura e Ingeniería gestionó la contratación, con carácter de urgencia, de una empresa especialista en ingeniería estructural para que determinase cual fue la afectación real a la infraestructura del centro médico.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Por tal motivo se contrató a ISR Consultores bajo el modelo de contratación de situaciones imprevisibles (artículo 131 inciso k del reglamento a la Ley de Contratación Administrativa), con el objetivo de determinar cuál fue la afectación real generada por el terremoto en el Hospital Monseñor Sanabria, y proponer alternativas conceptuales para solventar las afectaciones identificadas.

Los resultados de los estudios efectuados por la empresa ISR, concluyen que múltiples paredes secundarias en ambos sentidos norte-sur y este-oeste tomaron parte de la demanda sísmica y muchas de ellas, por ser poco resistentes y muy frágiles, no pudieron resistir esta demanda, razón por la cual se fracturaron. Asimismo, se confirmó lo indicado en el (EVS-2007), referente a las malas prácticas constructivas, señalando además, que falta de continuidad en la losa de entrepiso, dobleces de varilla inadecuados, ausencia de aros en los nudos, entre otros aspectos.

Referente a las vigas de acople¹³ fueron las que tuvieron mayor problema debido a que no cumplen con la demanda a flexión y cortante en combinaciones de carga que involucran sismo. Asimismo, tampoco tienen la capacidad para resistir el cortante por capacidad a flexión. Este punto es importante porque de requerirse que estas vigas disipen energía inelástica durante un sismo un buen comportamiento, deberían hacerlo de forma dúctil, sin embargo, bajo las condiciones actuales, el comportamiento de las vigas sería frágil, ocasionando una falla súbita.

En cuanto a los cimientos de las columnas, los estudios concluyeron que los factores de reducción obtenidos para las placas más cargadas son del orden de 0.50, mayores que el máximo permitido por el Código de Cimentaciones 2009 de 0.45. A su vez, el factor de seguridad estimado es un poco mayor a 2, por lo que no cumple con el valor mínimo de 3 especificado por el código mencionado.

Referente a los cimientos de los muros, los pilotes no tienen la capacidad suficiente para soportar las cargas que se transmiten durante el evento sísmico de revisión, los valores de los momentos de volcamiento y las cargas axiales debidas al sismo de revisión son muy altos, por lo que la estabilidad de las mismas se convierte en el principal problema.

El estudio de ISR señala que en el caso de un sismo, las paredes frágiles, las escaleras de emergencia, así como los elementos de fachada a base de ladrillo, podrían tener un daño significativo y dejar sin ocupación inmediata al edificio.

ISR recomendó eliminar los 3 pisos superiores y la determinación final del número de pisos a eliminar debería ser realizada durante el proceso de diseño de la reestructuración sísmica; reestructurar y adecuar sísmicamente la edificación; reparar o construir nuevas escaleras principales y de emergencia, desligarlas de la edificación.

¹³ Ejes: 2 y 15 (D'-E), F (2'-3 y 14-14'), 8 (K'-L) y J (8'-9).



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

La Dirección de Arquitectura e Ingeniería, con base en estos resultados, efectuó un análisis técnico denominado *“Informe de resultados y escenarios de intervención”*, donde señaló que existe un incremento en el coeficiente sísmico de 0.24 a 0.314, entre el estudio de Vulnerabilidad Sísmica del 2007¹⁴ y el Estudio de Amenaza Sísmica¹⁵ del 2012, lo anterior, debido a la variación de la normativa aplicable al diagnóstico estructural de edificaciones (Código Sísmico de Costa Rica); esto representa un incremento de un 30.8% en dicho coeficiente sísmico. Es importante recordar que este coeficiente es utilizado para determinar las fuerzas sísmicas que actuarán sobre el edificio en estudio, por ello el incremento indicado implica que las fuerzas sísmicas del estudio del 2012 debieron ser incrementadas en un 30.8% más que las del 2007 para acatar los lineamientos establecidos en la normativa vigente.

Otro aspecto que indicó la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, es el factor de falla cercana donde estableció que de conformidad con el estudio de amenaza sísmica realizado por INSUMA S.A. aproximadamente a 2.5 Km del centro médico existe una falla geológica. Por lo tanto, se debe aplicar un factor de amplificación a la demanda sísmica de 1.2 (ver apartado 6.2.5 efecto de falla cercana Informe N 2 año 2012), aspecto que no fue contemplado en el estudio de EVS-2007.

Referente a los muros estructurales, la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, indicó que en general no resisten la demanda sísmica estimada a flexocompresión, y el confinamiento de los elementos de borde de los muros no es aceptable y no cumple con lo indicado en el CSCR-2010.

Otro aspecto que señala el *“Informe de resultados y escenarios de intervención”*, es que los pilotes no tienen la capacidad adecuada para disipar la demanda: esto implicaría la posibilidad de que deban construir pilotes adicionales incrementando por tanto la complejidad del reforzamiento y por ende los plazos y costos requeridos para la inversión. También se debe considerar que de conformidad con la inversión requerida se debería utilizar una vida remanente de 50 años, lo que implicaría que la demanda sísmica estimada en el estudio del 2012 se incrementa, por tanto, los elementos estructurales que estaban cerca de su capacidad máxima probablemente superarían la demanda sísmica agravando la situación.

La Dirección de Arquitectura e Ingeniería, también mencionó que la cantidad de pisos a demoler deben considerar no solo aspectos de factibilidad de diseño sísmico, sino también de que los diseños sean realmente construibles y que la inversión a realizar sea razonable.

Entre los aspectos no estructurales el *“Informe de resultados y escenarios de intervención”* mencionó que los problemas en el sistema eléctrico obedecen al debilitamiento de la mampostería de las paredes producto de las grietas, especialmente en los pisos intermedios, del piso 3 al 10; igualmente para fachadas este y oeste en la torre de los ascensores, condición similar para los niveles del 2 hasta el 10.

¹⁴ Fundamentado en el CSCR-02, vigente al momento del estudio

¹⁵ Fundamentado en el CSCR-10, vigente al momento del estudio



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

En este sentido, el *“Informe de resultados y escenarios de intervención”* mencionó que en la industria eléctrica se considera en términos generales que la vida útil de la mayoría de los componentes de las instalaciones eléctricas es de 30 años, por lo que las instalaciones eléctricas existentes del Hospital Monseñor Sanabria habían superado ampliamente este periodo y se consideró que debían ser sustituidas, además, el *“Informe de resultados y escenarios de intervención”* recomendó: construir nuevas redes de distribución eléctrica en todos los núcleos y servicios del Hospital, que cumplan con los requerimientos del sistema de emergencia y sus ramales según el Código Eléctrico NEC, como parte del rediseño total del sistema eléctrico; diseñar y reconstruir en su totalidad el sistema de puesta a tierra y el sistema de pararrayos; el sistema de iluminación, considerando luminarias apropiadas y conceptos de ahorro energético; instalar el sistema de detección y de alarmas contra-incendio, sustituir el sistema actual de bombas dúplex por uno de presión constante y adecuar el tanque de gas licuado de petróleo a las disposiciones de seguridad que solicita el NFPA 58 y NFPA 59.

Otro aspecto que consideró la Dirección de Arquitectura e Ingeniería, es la altura de piso a piso del edificio actual que es de 3,60 metros, en este sentido, el Reglamento de Construcción establece que un recinto como: salas de curaciones (o salas de procedimientos sépticos y asépticos) debe tener una altura libre de piso a cielo no menor a 3 metros (Capítulo 12 Artículo XII.2), no obstante, estos recintos conjuntamente con la Unidad de Cuidados Intensivos, deben tener instalados el sistema de inyección y extracción de aire acondicionado para cumplir con la normativa vigente, los cuales requieren un espacio mínimo entre cielos de 1,5 metros, por lo que no se lograría cumplir la normativa del Reglamento de Construcciones.

Aunado a lo anterior, la Administración consideró que existe un planteamiento de la Institución de que se requiere un Hospital nuevo para Puntarenas y que se habían efectuado exploraciones de terrenos antes de haber ocurrido en sismo, este aspecto constituyó un factor importante para la construcción de escenarios ya que si se tomaba la determinación de desarrollar un nuevo hospital en otro terreno las decisiones económicas y financieras deben tomar esto en cuenta para hacer un buen uso de los recursos públicos.

Un factor adicional que mencionó la Dirección de Arquitectura e Ingeniería en el *“Informe de resultados y escenarios de intervención”*, es el psicológico, debido a que existe un temor en la población puntarenense y en los trabajadores de la institución en cuanto a la afectación estructural del edificio, lo anterior, debido a que el comportamiento de la infraestructura fue muy frágil evidenciado en el colapso de parasoles y fachadas y paredes de ladrillo.



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Se observó que la Dirección de Arquitectura e Ingeniería efectuó en el 2013 el *"Informe de resultados y escenarios de intervención"*, dicho documento fundamentó las cuatro propuestas presentadas por la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías en el oficio GIT-0350-2013, del 14 de marzo 2013.

Por último, otro aspecto que consideró el *"Informe de resultados y escenarios de intervención"*, fue el económico, debido a que realizó una estimación del valor de mercado del edificio de Hospitalización del Monseñor Sanabria antes del sismo de septiembre del 2012, dicha estimación se realizó con tipología del Ministerio de Hacienda, donde se podría catalogar el edificio como un HP03 con un costo por metro cuadrado actualizado por índices de construcción de $\$773.228,79$, considerando que a la fecha del sismo la edad del edificio era de aproximadamente 38 años se supone una vida útil remanente de 15 años, y un estado de conservación malo tal cual lo indica el estudio de vulnerabilidad estructural y no estructural del año 2007, se puede obtener que el valor actual al momento del sismo del edificio era de aproximadamente $\$1.716.000.000,00$ de colones.

Al tener como mínimo que eliminar 3 pisos del edificio según lo indicado en el estudio de vulnerabilidad, el área del edificio se reduce de 12.200 m^2 a 8.500 m^2 , por lo que el valor de mercado sin invertir sería de $\$1.200.000.000,00$ colones, este dato es estándar en todos los escenarios.

La Dirección de Arquitectura e Ingeniería, en la propuesta 1 establece que los trabajos de readecuación costarían aproximadamente 11,100 millones de colones, asimismo, al realizar una valuación del edificio e incrementar su vida útil debido a los trabajos que se realizarían, el valor de mercado sería de aproximadamente 4,540 millones de colones, lo anterior, representaría un 41 % de recuperación versus colón invertido.

Referente a la propuesta 2 se establece que los trabajos de demolición e intervención estructural mínima costarían aproximadamente 887 millones de colones, asimismo, al realizar una valuación del edificio e incrementar su vida útil debido a los trabajos que se realizarían, el valor de mercado sería de aproximadamente 874 millones de colones¹⁶, lo anterior, representaría un 99 % de recuperación versus colón invertido.

¹⁶ El área final del edificio es de $3,500 \text{ m}^2$



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

La Dirección de Arquitectura e Ingeniería, en cuanto a las propuestas 3 y 4¹⁷, determinó que los trabajos de demolición e intervención estructural mínima costarían aproximadamente 5,711 millones de colones, asimismo, al realizar una valuación del edificio e incrementarle su vida útil debido a los trabajos que se realizarían, el valor de mercado sería de aproximadamente 2,532 millones de colones¹⁸, lo anterior, representaría un 44 % de recuperación versus colon invertido.

La Dirección de Arquitectura e Ingeniería, concluye que del análisis realizado se puede observar que la propuesta 2 es la que presenta los mejores indicadores, lo cual la convierte en la mejor opción para la institución.

Además, menciona que para las propuestas 1, 3 y 4, en caso de desarrollarse requieren un gasto importante de consultoría, debido a que para desarrollar planos de reforzamientos estructurales y la readecuación necesaria se debe pagar mediante tarifas establecidas por el C.F.I.A un porcentaje de 6% lo cual incluye estudio preliminares, planos y presupuesto, sin embargo, al ser un reforzamiento y readecuación sobre un edificio existente, el Colegio lo considera como una remodelación y aumenta la tarifa 1.5 veces por lo que el monto a pagar sería del 9% del costo total, dando como resultado un gasto adicional solo en edificio de Hospitalización en esos escenarios de entre 1000 millones de colones para el escenario 1 y 514 millones de colones para el escenario 3 y 4, esto en contraposición al escenario 2 el cual al no tener que hacerse dicho reforzamiento y readecuación no genera dicho gasto, lo cual refuerza aún más que el escenario 2 es el que presenta mejores condiciones.

RECOMENDACIONES

1. A LA ARQ. GABRIELA MURILLO JENKINS EN SU CALIDAD DE GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y TECNOLOGÍA, O A QUIEN EN SU LUGAR OCUPE EL CARGO

Con fundamento en lo expuesto en el presente informe, instruir se valore incorporar dentro del “*Protocolo básico de atención de emergencias*”, elaborado por la Gerencia de Infraestructura y Tecnologías el 2 de octubre 2015, el procedimiento que se debe establecer para definir el destino de la infraestructura dañada posterior al desastre en el caso de que el costo de la rehabilitación del inmueble sea excesivo respecto al valor del mercado del edificio; asimismo se analice la experiencia obtenida en el proyecto de rehabilitación de la infraestructura del Hospital Monseñor Sanabria Martínez, con el objetivo de que se incorporen en dicho protocolo las lecciones aprendidas que correspondan.

¹⁷ Se analizarán ambas alternativas simultáneamente ya que en el caso del edificio de Hospitalización ambas llevan el mismo alcance de los trabajos a realizar y la diferencia en los escenarios se da por el alcance a desarrollar en el resto del conjunto hospitalario.

¹⁸ El área final del edificio es de 4,741 m²



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL
AUDITORIA INTERNA
Tel.: 2539-0821 - Fax.: 2539-0888
Apdo.: 10105

Para acreditar el cumplimiento de la recomendación, debe remitirse a esta Auditoría en un plazo de un mes posterior al recibo del presente informe, el documento donde conste la instrucción de valorar la incorporación de los aspectos expuestos por la Auditoría.

COMENTARIO DEL INFORME

De conformidad con lo establecido en el artículo 45 del Reglamento de Organización y Funcionamiento de la Auditoría Interna, los alcances del presente informe se comentaron con la Arq. Gabriela Murillo Jenkins, Gerente de Infraestructura y Tecnologías, Lic. José Castro Zapata, Asesor de Gerencia de Infraestructura y Tecnologías y la Licda. Licda. Ana Salas García, Asesora de Gerencia de Infraestructura y Tecnologías.

La Arq. Murillo Jenkins, manifestó: *“Concordamos con lo recomendado por la Auditoría para fortalecer el Protocolo básico de atención de emergencias, referente al costo beneficio, cuando el valor del mercado supere el valor del inmueble al generar un proyecto nuevo sustitutivo.”*

ÁREA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS, ABASTECIMIENTO E INFRAESTRUCTURA (SUBÁREA INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO Y PRODUCCIÓN)

Ing. Paul Arroyo Agüero
ASISTENTE AUDITORÍA

Lic. Alexander Nájera Prado
JEFE DE ÁREA

ANP/PAA/lbc