

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Ing. Jorge Gallardo Tapia/ Ing. Bertila Quiñones Luna (Evaluación estructural)
2. Arq. Clotilde Espinoza /Arq. Enrique A. García Martínez (Evaluación no estructural)
3. Dr. Raúl Morales Soto / Arq. José Sato Onuma(Evaluación funcional)
4. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico Eléctrico)
5. Ing. Roger Salazar(Evaluación líneas vitales - Sanitario)

DICIEMBRE - 2013



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene como objetivo el estudio de la vulnerabilidad sísmica en los componentes estructural, no estructural y funcional del Hospital Nacional Cayetano Heredia ubicado en la ciudad de Lima.

El Hospital que ha sido evaluado en este informe se ubica en una zona con alta sismicidad, es debido a ello la importancia de su evaluación ante un probable evento sísmico.

Se han hecho visitas periódicas al Hospital para reunir información del estado actual, tanto de los componentes estructurales como los no estructurales.

Para la revisión estructural se han realizado ensayos in situ de las propiedades mecánicas de los materiales, se han auscultado las cimentaciones y obtenido las características del suelo de fundación, se han realizado mediciones de vibración ambiental, estos últimos necesarios para calibrar el modelo matemático empleado en la evaluación estructural de cada uno de los bloques en estudio.

Para el caso de los componentes no estructurales, los equipos de Arquitectura, Líneas Vitales y Funcional han realizado sus evaluaciones y comentarios que están incluidas en este informe.

Este estudio se ha diseñado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao. Esta sería la demanda contingente que deben esperar los servicios de salud, un 10 a 20% de los heridos serán graves y requerirán atención en hospitales de alta complejidad.

Son escenarios probables: que el hospital mantenga su estructura en pie y operativa; que la estructura colapse pero permita recuperar la función primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias; o que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.



El estudio de vulnerabilidad funcional del Hospital Nacional Cayetano Heredia - Lima, en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

a. *Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”).*

El comité está formalizado, operativo y tiene local construido para tal fin. Dispone de personal dedicado especialista en gestión del riesgo de desastres, sus miembros tienen Tarjetas de Acción con los procedimientos para desastre de su área. *Su vulnerabilidad es de nivel bajo.* Se recomienda mantener personal especializado en gestión del riesgo de desastres, dedicado a exclusividad y con los recursos necesarios.

b. *Plan Operativo para Desastres Internos y Externos*

Está formalizado con Resolución Directoral, su planteamiento es sólido y abarca las necesidades de un hospital en crisis, está particularmente enfocado al Servicio de Emergencia, otras áreas críticas se van plegando al esfuerzo pero aún no disponen de planes específicos de desastre. La evacuación será muy difícil por su vulnerabilidad estructural y no estructural, su hacinamiento y exagerada subdivisión de ambientes y porque las vías de evacuación y áreas de seguridad externa resultarían insuficientes para sus ocupantes. *Su vulnerabilidad es alta.* Se recomienda reforzar la seguridad de los mecanismos y espacios para la evacuación, fortalecer la capacidad para atención de desastre integrando las áreas críticas y potenciar los mecanismos de referencia.

c. *Planes de contingencia para atención médica de desastres.*

Tienen documentos específicos aunque no para todos los temas; a excepción de Emergencia no todo el personal conoce o está involucrado con los procedimientos para desastre; no se dispone de un plan para atención psicosocial de víctimas, familiares y personal en caso de crisis. *Su vulnerabilidad es alta.* Se recomienda completar planes de contingencia y de apoyo psicosocial para víctimas y operadores.

d. *Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.*

Cuenta con materiales, insumos y algunos equipos para emergencia masiva y desastres. El Servicio de Emergencia tiene stock para uso cotidiano y puede acceder a la reserva para demanda masiva mayor conservada en contenedores, sin tener seguridad que será suficiente



para un terremoto destructor *Su vulnerabilidad es alta*. Se requiere mantener la disponibilidad de material de curación, cirugía mayor y reserva de quirófanos para situación de desastre (la cantidad prevista resultaría pequeña), asimismo debe crearse una reserva de equipos de soporte vital (ventiladores, equipos electromédicos, otros); debe mantenerse la ejecución del presupuesto (PPR 068: “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres” y dar facilidades reales para su gestión.

e. *El Servicio de Emergencia.*

Muestra una organización eficiente, pero sus espacios internos están sobreocupados y sus relaciones con las otras áreas críticas no son adecuadas por la actual conformación del hospital; su comando está a cargo de especialistas y se muestra dinámico y comprometido al igual que el personal asistencial. *Su vulnerabilidad es alta en función del probable muy alto número de víctimas que generaría un terremoto destructor dada la densidad poblacional de la jurisdicción y la vulnerabilidad de la vivienda y por ser un hospital de referencia nacional*. Se recomienda verificar mecanismos y espacios para ampliación de la atención de desastres y emergencias con demanda masiva.

f. *Otros servicios críticos del hospital*

Muestran exagerada ocupación, son difíciles de evacuar, carecen de plan específico para desastre en el área. *Su vulnerabilidad es alta*. Se recomienda ampliar espacios, implementar planes de desastre específicos para el área e integrarlos con el plan del hospital, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos y asignar recursos materiales.

El HNCH ha logrado un gran avance para reducir la vulnerabilidad funcional que existía, pero requiere continuar con acciones por la importancia que tiene por su ubicación y el gran número de heridos que llegarían por causa de un desastre, por ello se califica su vulnerabilidad funcional como media. Requiere ser estudiada la capacidad para lograr una recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional.



Requiere ser estudiada la capacidad para lograr una recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional.

Se deja reconocimiento del destacado esfuerzo de las autoridades y el personal en mejorar las condiciones de seguridad de las áreas críticas y los avances alcanzados, esfuerzo que debe proseguir.



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
CONTENIDO	6
1. ANTECEDENTES.....	10
2. OBJETIVO	10
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL.....	10
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA	18
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad.....	18
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	18
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	19
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad	27
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad...	35
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital.....	40
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental.....	40
4.2.2. Equipos e Instrumentación.....	41
4.2.3. Resultados de las Mediciones	41
4.2.4. Conclusiones	44
4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital.....	44
4.3.1. Generalidades	44
4.3.2. Objetivo del Estudio.....	44
4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad.....	45
4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación	46
4.3.5. Ensayos de Laboratorio	47
4.3.6. Análisis de la Cimentación	50
4.3.7. Conclusiones	55
4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	56
4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero	56



4.4.2.	Resistencia del Acero de Refuerzo.....	57
4.4.3.	Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	57
4.4.4.	Resistencia del Concreto.....	57
4.4.5.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	58
4.4.6.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	58
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL	59
5.1.	Modelos Matemáticos.....	59
5.2.	Demandas de Carga.....	63
5.3.	Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	67
5.4.	Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido	74
5.5.	Determinación de la Resistencia de la Estructura	78
5.6.	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud.....	81
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES	81
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	81
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables	82
6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales.....	92
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA.....	95
7.1.	Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo.....	95
7.1.1.	Instalaciones Sanitarias	95
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas	99
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas.....	101
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas	101
7.1.5.	Instalaciones Especiales	103
7.1.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	104
7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales.....	104
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias	104
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas	105



7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	105
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas	105
7.2.5.	Instalaciones Especiales	106
7.2.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	106
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL	107
8.1.	Contexto del problema	107
8.2.	Análisis Situacional del Hospital	109
8.3.	Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013.....	111
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	112
9.1.	Componente Estructural	112
9.2.	Componente No estructural.....	112
9.2.1.	Accesibilidad para las personas discapacitadas	115
9.2.2.	Influencia del Entorno	115
9.2.3.	Equipamiento no médico	116
9.2.4.	Equipamiento Médico	119
9.2.5.	Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes.....	119
9.2.6.	Quirófanos – UCI	119
9.2.7.	Emergencia / Reanimación	120
9.2.8.	Equipamiento de laboratorio de análisis clínico.....	120
9.2.9.	Esterilización.....	120
9.2.11.	Equipos rodantes	120
9.2.12.	Equipos fijos.....	121
9.2.13.	<i>Elementos Suspendidos</i>	122
9.3.	Componente Funcional	123
9.3.1.	Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria.	124
9.3.2.	Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	130
9.3.3.	Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	132
9.3.4.	Comentario Final.....	133



PERÚ

Ministerio de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14) ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



9.4. Componente de Líneas Vitales.....	136
10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	139
10.1. Documentación Técnica.....	139
10.2. Esquemas.....	139
10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática.....	141
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142
ANEXO I.....	143
ANEXO II.....	147
ANEXO III.....	157
ANEXO IV	161
ANEXO V	165



ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN (14) ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA

PRODUCTO 3: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA

1. ANTECEDENTES

Mediante convenio marco No.006-2013/MINSA suscrito entre el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se establece una relación interinstitucional para desarrollar mecanismos e instrumentos de mutua colaboración y beneficio, sumando esfuerzos y recursos disponibles conducentes al desarrollo humano, del conocimiento, de la cultura, así como la cooperación técnica y prestación de servicios que ambas instituciones se puedan brindar recíprocamente. Teniendo como sustento el convenio marco en fecha 2 de Septiembre del 2013, el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería, firman un convenio específico No.025-2013/MINSA, con la finalidad de que la UNI a través del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería de Civil, desarrolle los Estudios de Vulnerabilidad Sísmica: Estructural, No Estructural y Funcional en catorce establecimientos de salud de la Provincia de Lima.

El presente informe muestra los resultados del análisis de la vulnerabilidad de las áreas críticas del hospital Nacional Cayetano Heredia.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es la determinación de la vulnerabilidad de las áreas críticas en los componentes estructural, no estructural, funcional y líneas vitales.

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL

3.1. Nombre del establecimiento: Hospital Nacional Cayetano Heredia

3.2. Dirección: Av. Honorio Delgado 262 Urb. Ingeniería, Distrito: San Martín de Porres – Lima, Perú.

3.3. Teléfonos: (Incluya el código de ciudad): (511) 482 0402

3.4. Página web : www.hospitalcayetano.gob.pe

3.5. Número total de camas: 430 (373 en hospitalización, 57 en emergencias, [Análisis de la situación de Salud 2012. Hospital Nacional Cayetano Heredia. ASIS 2012])



Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



3.6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 95%
(Medicina).

3.7. Descripción del establecimiento:

El Hospital Nacional Cayetano Heredia (HNCH) es un hospital de categoría III-1 de referencia nacional, depende de la DISA V Lima Ciudad del Ministerio de Salud. Ubicado en el Cono Norte de Lima, tiene como área jurisdiccional los distritos de Rímac, San Martín de Porres, Independencia, Los Olivos, Comas, Puente Piedra, Carabayllo, Santa Rosa y Ancón), con una población de influencia de más de dos y medio millones de habitantes.

El HNCH fue creado en 1968 con el nombre de Hospital Centro de Salud Docente del Rímac, empezando a funcionar al año siguiente como hospital base del Área Hospitalaria que comprendía 15 centros de salud de 7 distritos y una población de 520 mil habitantes. Desde sus inicios fue concebido como centro docente anexo a la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Su infraestructura inicial tiene entonces 44 años de antigüedad y ha tenido un crecimiento arquitectónico desordenado y con baja optimización de áreas.

Su cartera de servicios es amplia, con alto nivel resolutivo. En el año 2011 tenía una fuerza laboral de 2031 personas (67% nombrado y 33% contratado; 73% con función asistencial y 27% trabajadores y administrativos) (HNCH, 2012)

El Cono Norte de Lima es una zona densamente poblada, con importante nivel de pobreza (18%) y vivienda precaria. En la zona hay zonas comerciales en auge comercial que concitan gran aglomeración de público, su vivienda – en gran parte autoconstruida - tiene gran vulnerabilidad. Se observa gran ocupación en sus centros comerciales. En la zona han ocurrido disturbios sociales.

3.8. Distribución física

El Hospital Nacional Cayetano Heredia, está ubicado en el Norte de la Provincia de Lima, en el distrito de San Martín de Porres; está emplazado en un área de terreno de 52,055.00 m² y un área construida de 42,330.00 m² (35,740 m² datan de sus inicios hace 44 años). El hospital está conformado por 31 bloques. (Fig. 3.1)



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



El terreno del Hospital colinda, por el lado Sur, con la Av. Honorio Delgado, donde se ubica el acceso principal al establecimiento hospitalario, en ella se ubican los ingresos a Farmacia Central, Consulta Externa, y a la Unidad de Emergencia de Pediatría y de Adultos. Esta Avenida permite el acceso desde la Av. Túpac Amaru y desde la Panamericana Norte.

Por el lado Oeste, el hospital colinda con la Universidad Peruana Cayetano Heredia (hacia la Panamericana Norte).

Por el lado Norte colinda con el Hospital Hideo Noguchi y Villa Salud. Finalmente, por el lado Este, colinda con la Calle Eloy Espinoza. (Fig. 3.2)

Casi todo el frente del terreno, que da hacia la Av. Honorio Delgado, está destinado a estacionamiento vehicular, flanqueado por un largo volumen de un piso de altura, correspondiente a Consultas Externas, laboratorios y ayuda al diagnóstico (bloques A-B-C). Éste se une al edificio de Hospitalización (bloques E-F-G, de tres pisos y sótano) a través del bloque de Banco de Sangre y Servicio Social (bloque D). El extremo izquierdo (bloque G) contiene las Unidades de Cuidados Intensivos en remodelación (Torre UCI).

A los servicios de Emergencia se accede por la puerta hacia el centro del frente del terreno, ingreso vehicular junto a la Farmacia Central. Luego de ingresar, al lado derecho se ubica el servicio de Emergencia Pediátrica (bloque O) y, más al fondo, detrás del Auditorio, se ubica la rampa de subida al Servicio de Emergencia de Adultos (bloque H), detrás del cual se ubica el bloque I, correspondiente al Centro Quirúrgico, Salas de Parto, hospitalización de Pediatría – Obstetricia y UCI de Neonatología.

Hacia el lado derecho se tiene un ingreso que accede al Centro Juvenil, patio de containers con material de emergencia y estacionamiento de personal, zona considerada como expansión en caso de desastre. Hacia el fondo se ubica la zona de almacenamiento de residuos sólidos. Junto a la puerta de acceso a esta última zona, que da hacia la Av. Espinoza, se proyecta una comunicación con el Instituto Nacional de Salud Mental “Honorio Delgado – Hideoy Noguchi”, con el cual se ha firmado un convenio y se ha coordinado su apoyo como área de expansión en caso de desastre.

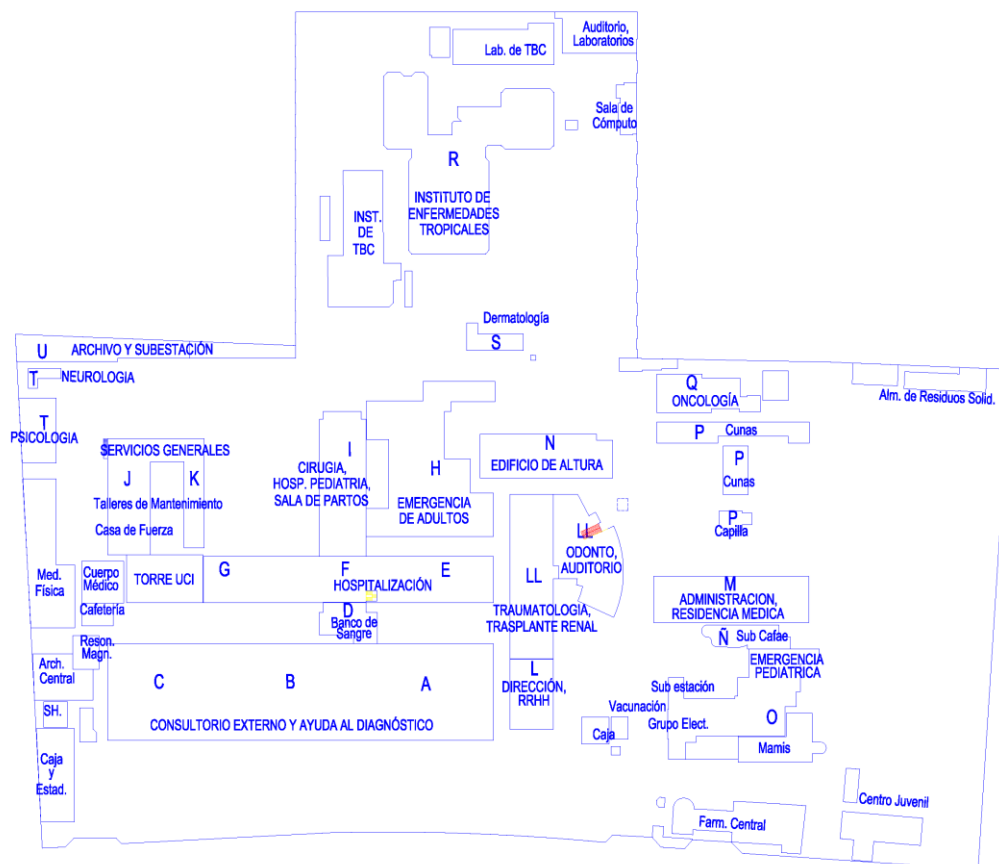


Fig. 3.1 Distribución de bloques del Hospital Nacional Cayetano Heredia



Fig. 3.2 Plano de ubicación



Tabla 3.1 Bloques y Servicios del Hospital Cayetano Heredia

BLOQUE	SERVICIOS
A	Consultas Externas
B	Consultas Externas, Laboratorios y Archivo
C	Consultas Externas, Laboratorios y Ayuda al Diagnóstico-Imágenes
D	Banco de Sangre y Servicio Social
E	Lavandería, Hospitalización, Cirugía A, Medicina A, UCI de Medicina
F	Ascensores, Comedor y Oficinas Administrativas
G	Logística, Almacén General, Hospitalización y Centro Quirúrgico (Área en remodelación)
H	Laboratorio de Patología Clínica, Emergencia Adultos, UCI Pediátrica, Oficinas Administrativas (COE)
I	Cocina, Centro Quirúrgico, Hospitalización Pediátrica. Centro Obstétrico, UCI Neonatal
J	Servicios Generales (Casa de Fuerza y Oficinas de Servicios Generales)
L	Administración (Dirección General, Informática y Oficinas)
LL	UPSS de Hemodiálisis, Centro Quirúrgico (Transplante Renal) Centro de Esterilización, Consulta Externa (Odontología y Programa Educativo para Gestantes y Psicoprofilaxia), Hospitalización (Traumatología)
M	UPSS Administración
N	Instituto de Investigación, Farmacia, Oficinas Administrativas de Emergencia y Farmacia, Departamento de Gastroenterología, Almacenes
Ñ	Sub Cafae
O	Emergencia Pediátrica, Sala de Máquinas
P	Casa Cuna y Capilla
Q	UPSS de Medicina Física y Rehabilitación
R	Unidad de Infectología (Enfermedades Tropicales) y Laboratorio
S	Consulta Externa (Dermatología y Procets)
T	Consulta Externa (Psicología, Neurología y Neuropsiquiatría)
U	Psicología y Neurología
	Farmacia Central
	Mamis
	Laboratorios TBC – Auditorio – Sala “R. Patruco W. Gorgas”
	Almacén de Residuos Sólidos
	Estadística
	Resonancia Magnética y Archivo de Historias Clínicas (en construcción)
	Medicina Física y Rehabilitación (en construcción)

3.9. Capacidad Hospitalaria y ampliación opcional

Número total de camas: 430 (373 en áreas de hospitalización y UCI, 57 en Emergencias). En las tablas 3.2 a 3.5 se indica la distribución de camas.

Tabla 3.2 Número de camas en medicina interna

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Medicina "A"	28		
Medicina "B"	33		
Dpto. Medicina Tropical	35		
Pediatría I	47		
Pediatría II	14		
Servicio R.N. Intermedios	12		
Total	169		

Fuente: HNCH, ASIS, 2012

Tabla 3.3 Número de camas en Cirugía

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía "A"	34	*	
Cirugía "B"	27		
Unid. Transplante Renal	9		
Traumatología Niños	16		
Traumatología Adultos	40		
Ginecología	20		
Obstetricia	34		
Total	180		

Tabla 3.4 Número de camas en Emergencia y Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Emergencia Adultos	50	**	
Emergencia Pediátrica	7		
UCI Medicina	4		
UCI Cirugía	4		
UCI Emergencia	4		
UCI Pediatría	6		
UCI R. Nacidos	6		
Total	81		

*Ver 3.10

**En el documento Planeamiento Hospitalario para Emergencia y Desastres del HNCH consideran 41 camillas por sobredemanda cotidiana, pues emergencia vive un ambiente de contingencia todo el tiempo.

Tabla 3.5 Número de camas en Quirófanos

Departamento o servicio	Número de quirófanos	Capacidad adicional	Observaciones
Quirófano Central	5	2	Podrían armar 2 quirófanos (1 en Noguchi, y 1 en C. Juvenil), están gestionando equipos
Emergencia	1		
Gineco-Obstetricia	1		
Traumatología	1		
Total	8	2	

Cuenta con 33 anesthesiólogos pero el número requerido es de 36. No hay retenes por estar en revisión la norma respecto al pago de los mismos.

El número de cajas de instrumental quirúrgico disponible es de 11 para cirugía abdominal, 10 para cirugía intermedia, 6 para vesícula biliar, 2 para coledoscopia, 4 para gastroenterología, 11 para traumatología, 2 para pediatría, 5 para ginecología, 1 para amputación, 3 para neurocirugía y 2 para tórax y cardiovascular.

El Banco de Sangre es de Tipo II. El número promedio de bolsas de sangre es de 100 unidades (disponibles y en estudio), han recibido donación de estudiantes, pueden conservar hasta 600 unidades, bolsas vacías adicionales están disponibles en Farmacia (se abastecen de 8,000 al año). Este Banco tiene convenios de provisión de sangre al Hospital Municipal Los Olivos y el Hospital Carlos Lanfranco de Puente Piedra. El ambiente se muestra sobreocupado en extremo.

3.10. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa:

La capacidad actual de 442 camas se ampliaría en 265, llegando a 707 en caso de siniestro no sísmico. En caso de siniestro sísmico, consideran que quedarían operativos los bloques de Emergencia y Consulta Externa, pero no los de hospitalización, por lo que se anularían 365 camas. Con la supuesta ampliación de 265 camas sumarían 326 camas operativas. [Planeamiento Hospitalario para Emergencias y Desastres del HNCH, 2013. Pg. 59]

Tabla 3.6 Planeamiento Hospitalario para Emergencias.

Ambiente	Área m ²	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
Consulta Externa	1074	Hospitalización	X		X		X		
Centro Juvenil	3881	Triaje Hospitalización	X		X		X		
Área libre del Centro Juvenil	748	Atención de Emergencia y observación. Hospital de Campaña		X		X		X	No se ha adquirido aún el hospital de campaña.
Área libre de zona de Residuos Sólidos	2912	Disposición temporal de cadáveres		X	X			X	
Fuera del perímetro del hospital									
Instituto de Salud Mental Hideyo Noguchi		Hospitalización	X		X		X		Dos pabellones para hospitalización. Se firmó convenio marco recientemente.
Clínica Cayetano Heredia		Atención de emergencia, hospitalización, observación.	X		X		X		No hay convenio

Se requiere acondicionar los espacios externos y dotarlos de servicios básicos

Con el Instituto de Salud Mental Hideyo Noguchi se ha firmado un convenio marco de cooperación y se considera que su estructura soportará un sismo de gran intensidad; falta precisar cómo se utilizará en caso de requerirse la expansión externa del HNCH y abrir una puerta de conexión interna a través del cerco colindante. Ya han realizado dos simulacros conjuntos con ocupación real del Instituto.

3.11. Datos adicionales

La circulación al interior de las áreas críticas es muy difícil por su exagerada ocupación. Algunas zonas de circulación interna han sido ocupadas por nuevas oficinas y efigies religiosas. Los espacios entre pabellones han sido usados para nuevas instalaciones o edificaciones (salas de espera y otros), pasillos internos, vías de circulación horizontal y vertical resultan estrechas para el grado de ocupación cotidiana, evacuarlos durante el impacto sísmico tendrá dificultades.



Foto 1. Zona de circulación interna ocupada por oficina efígie religiosa.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

De la visita técnica realizada al Hospital Cayetano Heredia se ha observado que la principal causa de posibles daños ante un evento sísmico importante es el sistema estructural de estos bloques: Muros de tabiquería interior y muros perimetrales de albañilería de arcilla confinados por vigas y columnas de concreto armado. Sistema estructural con poca rigidez y gran desplazamiento, lo que permite inducir una alta vulnerabilidad frente a sismos severos. Asimismo, la presencia de ventanas altas, ha contribuido a tener columnas cortas en todos los niveles. Se entiende como columna corta que este elemento estructural tomará una demanda sísmica mayor que para la cual ha sido diseñada. Este efecto ha sido la causante de muchos daños en edificaciones que han sido sometidas a un sismo.

Adicionalmente, no se guarda la debida junta sísmica entre los bloques que conforman el Hospital. Esto podría producir un choque entre los bloques con el consiguiente daño en las edificaciones.

4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad

A fin de realizar la identificación de los elementos no estructurales en el establecimiento hospitalario se realizará en función a la Unidad Productora de Servicios (UPS) y Unidad Productora de Servicios de Salud (UPSS) que tenga el hospital. Según la Norma Técnica N° 021-MINSA/DGSPN.02 Norma Técnica de Salud "Categorías de Establecimientos del Sector Salud", aprobado con Resolución Ministerial N° 914-2010/MINSA, las UPS y las UPSS están compuestas de la siguiente manera:

UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS (UPS).- Es la unidad básica funcional del establecimiento de salud constituida por el conjunto de recursos humanos y tecnológicos en salud (infraestructura, equipamiento, medicamentos, procedimientos clínicos, entre otros) organizada para desarrollar funciones homogéneas y producir determinados servicios, en relación directa con su nivel de complejidad.

UPSS
Consulta Externa
Hospitalización
Enfermería
Centro Quirúrgico
Centro Obstétrico
Unidad de Cuidados Intensivos
Patología Clínica
Anatomía Patológica
Medicina de Rehabilitación
Hemodiálisis
Centro de Hemoterapia
Central de Esterilización
Diagnóstico por imágenes
Farmacia
Nutrición y Dietética
Radioterapia
Medicina Nuclear

UNIDAD PRODUCTORA DE SERVICIOS DE SALUD (UPSS).- Es la UPS organizada para desarrollar funciones homogéneas y producir determinados servicios de salud, en relación directa con su nivel de complejidad.

Las UPSS se agrupan en:

Unidades Productoras de Servicios de Salud de Atención Directa, donde se realizan las prestaciones finales a los usuarios.

Unidades Productoras de Servicios de Salud de Atención de Soporte, donde se realizan las prestaciones que coadyuvan al diagnóstico y tratamiento de los problemas clínicos quirúrgicos de usuarios que acuden a las UPSS de atención Directa.

UPSS ATENCION DIRECTA	UPSS ATENCION DE SOPORTE
Consulta Externa	Patología Clínica
Hospitalización	Anatomía Patológica
Enfermería	Medicina de Rehabilitación
Centro Quirúrgico	Hemodiálisis
Centro Obstétrico	Centro de Hemoterapia
Unidad de Cuidados Intensivos	Central de Esterilización
	Diagnóstico por imágenes
	Farmacia
	Nutrición y Dietética
	Radioterapia
	Medicina Nuclear

En función a ello en esta sección se procederá a identificar los diversos elementos no estructurales que forman parte de la Infraestructura Hospitalaria, pero que no son considerados dentro del sistema estructural, los cuales, dependiendo de la magnitud del daño sufrido ante un evento sísmico, pueden constituir un peligro a la integridad física de los ocupantes, así como generar problemas serios en las estructuras.

Por ello, a fin de determinar la vulnerabilidad no estructural, se busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida del hospital.



El componente no estructural se refiere a todos los elementos constructivos no resistentes (ciertos muros, tabiques y otros), pueden generar problemas serios en las estructuras diseñadas contra sismos, por dos causas: 1) fijación inadecuada de los elementos no estructurales al edificio y 2) la no inclusión de dichas cargas en las cargas de cálculo del edificio.

En este marco, se debe conocer que los efectos destructivos de los sismos provocan daños en los edificios por la inercia de los objetos que se mueven en él, provocando como consecuencia que cuanto más pesa un objeto, mayor será su inercia, o sea su tendencia a conservar el movimiento por lo que no dejará de moverse por mucho peso que tenga, asimismo, si el peso no es uniforme o en la parte superior es mayor, tenderá a volcarse.

También se provocarán daños por efecto de la deformación provocando como consecuencia que algunos objetos de metal se deforman, otros menos flexibles se rompen y otro pierden su movilidad.

Teniendo en cuenta los criterios antes mencionados, se procederá con la identificación de los Elementos no estructurales a considerar en la evaluación los cuales influyen en la vulnerabilidad, esto se agrupan de la siguiente manera:

ARQUITECTÓNICOS

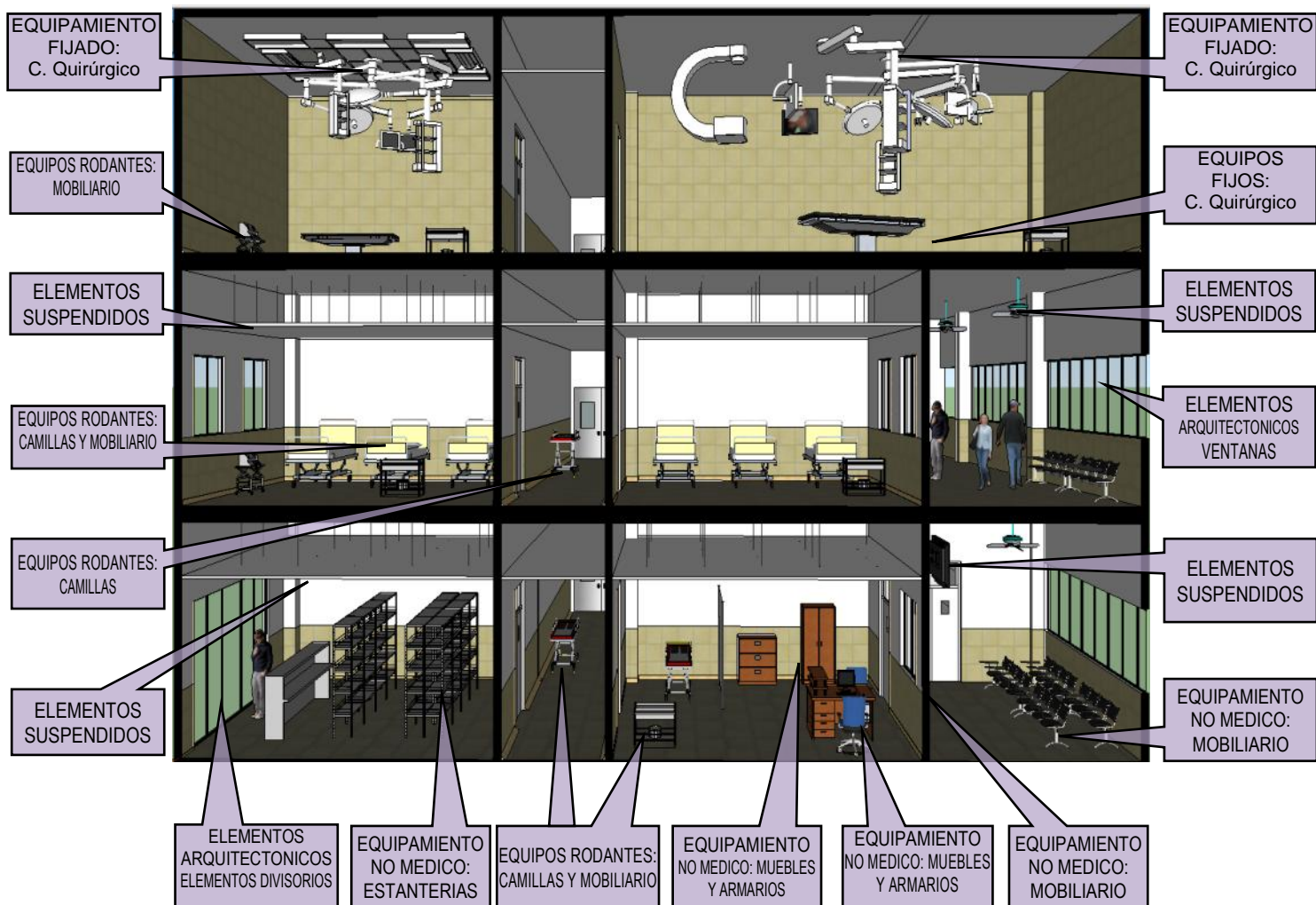
- Tabiques: Divisiones interiores
- Recubrimientos en fachadas
- Cielos falsos (Falsos cielos rasos)
- Techos o cubiertas
- Parapetos
- Mobiliario y equipo no médicos
- Recubrimientos (enlucidos)
- Vidrios y carpintería de ventanas
- Ornamentos
- Marquesinas, letreros
- Luminarias
- Barandas
- Puertas y rutas de salida

EQUIPAMIENTO

- Equipo médico
- Equipo de laboratorio
- Equipo industrial

- Equipo de oficina
- Mobiliario
- Suministros

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



Bajo este marco, se desarrolla la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad, y se muestran Figuras, a modo de ejemplo, de los daños que ocasionan los eventos sísmicos intensos, estas corresponden a imágenes de otros países.

1- Tabiques o divisiones interiores con vidrios crudos

En los Hospitales se presentan adecuaciones de ambientes en lugares que no han sido diseñados para esas actividades, estos son implementados mediante tabiquería con material ligero (estructura de

madera con triplay o estructura de aluminio con vidrio o de panel prefabricado), en estos casos se fijan en el piso y/o muros, mas no en techo, lo que puede sufrir deformaciones ante sismos moderados o intensos.



Fig. 4.1 Tabiques no asegurados adecuadamente, corren el riesgo de deformaciones o caídas ante eventos adversos.

Debido a lo anterior, y a que la estructura no se encuentra debidamente rigidizada para restringir las deformaciones laterales y la distorsión angular de los vanos en los cuales se encuentran los tabiques, es de esperarse que en caso de un sismo moderado o intenso se rompan un número importante de vidrios por el daño o deformación de los marcos de las ventanas

2- Recubrimientos en fachadas

Los elementos de recubrimiento en las fachadas, generalmente son baldosas colocadas sobre mortero lo cual, pueden haber sido ejecutadas defectuosamente o haber sufrido deterioro por el paso del tiempo, que en caso de sismo puede desprenderse dañando la integridad física de las personas que se encuentran transitando cerca de ellas.



Fig.4.2 Baldosas en fachadas, que se desprenden por efecto de sismos intensos

- 3- Falsos cielos rasos, son vulnerables a las vibraciones, pueden desprenderse ante un movimiento sísmico, por mal anclaje o fijación al techo. Incide en esta vulnerabilidad la cantidad de luminarias por el peso adicional al falso cielo raso, debiendo revisarse la cantidad de alambres de sostenimiento que sean suficientes en número y tengan ángulos necesarios para evitar los movimientos laterales.



Fig.4.3 Falsos cielos rasos se desprenden por deficiencia en anclajes ante movimientos sísmicos

- 4- Techos y cubiertas, son vulnerables sino cuentan con un sistema de fijación adecuado y en buen estado de conservación. Se corre riesgo de caída o desprendimientos, que influyen en la vulnerabilidad.



Fig. 4.4 Techos ligeros que deben estar sujetos adecuadamente a fin evitar caídas o desprendimientos

- 5- Parapetos, barandas y rampas, las deficiencias o la falta de estos elementos incide en la seguridad del personal y pacientes, comprometiendo las rutas de evacuación y/o su integridad física.
- 6- Mobiliario, Equipamiento biomédico, desplazamiento y caída de los objetos por no encontrarse asegurados, comprometiendo la operatividad del establecimiento, debido a la ocurrencia de los posibles daños como son:
- Impacto de objetos afilados.
 - Impacto de objetos sueltos que caen de una altura apreciable.
 - Impacto de objetos que se deslizan o ruedan por el piso.

- Contacto directo con contaminantes o sustancias tóxicas.
- Desconexión o averías de sistemas esenciales para mantener la vida.
- Contacto con cables eléctricos expuestos, vapor o gases
- imposibilidad de reponer aparatos o suministros esenciales.
- Pérdida de función del equipo o sus dependientes.
- Daño o pérdida económica.



Fig. 4.5 Desplazamiento de equipos que pueden ocasionar la inoperatividad de los mismos.



Fig.4.6Caída y volcamientos de estanterías que no están adecuadamente sujetos.

7- Puertas y ventanas

Puertas mal señalizadas y/o clausuradas por el uso indebido de corredores convertidos en ambientes con otro fin, u ocupados por muebles, equipos y otros objetos. Otro problema son las puertas de emergencia que abren en sentido contrario a la evacuación, incumpliendo normativa vigente.

8- Fijación de luminarias, pueden desprenderse por mal anclaje al techo, y por el peso que otorgan al falso cielo raso.



Fig. 4.7 Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sísmicos, se caen e incrementan el peso del falso cielo raso provocando colapso del sistema.

9- Pavimentos, el tipo de material y el estado de conservación en que se encuentren será determinante en la seguridad para la evacuación en casos de un evento adverso.

4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad

A. ENTORNO FÍSICO Y POBLACIONAL Y EFECTOS ACTUALES O POTENCIALES SOBRE EL HOSPITAL

El hospital está ubicado en el distrito de San Martín de Porras, en el denominado Cono Norte de la capital, área urbana de crecimiento urbano

inicialmente informal (invasiones) desde los años 50, pero ahora consolidada, con densidad poblacional alta y vivienda mayormente autoconstruida.

Los peligros o condiciones del entorno que pueden generar demanda masiva o condiciones de riesgo para el hospital y sus áreas críticas son:

- Territoriales:
 - Amenaza sísmica: alta en la región.
 - Inundaciones rápidas: no esperado.
 - Inundaciones lentas: probable por efecto de lluvias; el cambio climático puede incrementar su frecuencia.
- Urbanos:
 - Seguridad de vivienda para sismos: gran número de viviendas podrían ser destruidas o quedar inhabitables, produciendo miles de heridos [Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI-PREDES. 2009. http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, acceso 12 abril 2012].
 - Incendios: no cuantificado, se estima: medio.
- Vialidad, transporte terrestre y accesos:
 - Estado y seguridad de vialidad: insuficiente, frecuente accidentalidad
 - Ocupación de vialidad: muy alta, incide en tránsito muy lento y pocas facilidades para ambulancias y bomberos.
 - Rutas con alta peligrosidad identificada: Carretera Panamericana Norte, avenida Túpac Amaru.
 - Inseguridad del transporte: muy alta, mortalidad excesiva (segundo lugar en América Latina en atropello de peatones) [Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Naciones Unidas. <http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>. 11octubre2013]
 - Mortalidad por accidente vehicular: muy alta (país 3,500/año, Lima: 60%) [Aspectos psicosociales en Accidentes del Transporte Terrestre. Morales Soto Nelson Raúl, Alfaro Basso Daniel, Gálvez Rivero Wilfredo. RevPeruMedExp Salud Pública. 2010; 27(2): 273-78. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf><http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf>. 11octubre2013]
 - Puntos críticos de eventual aislamiento local: existen puentes sobre el río Rímac y vías rápidas. Se están construyendo otras en la cuenca del río Rímac.
 - Transporte masivo: exagerado número de unidades de transporte público y carga, buses articulados discurren cerca del hospital.
- Locales de aglomeración poblacional masiva:

- Centros comerciales: en las cercanías hay grandes centros comerciales, supermercados.
- Espectáculos públicos: coliseo, discotecas
- **Materiales peligrosos:**
 - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona pero si hay depósitos para plantas industriales, comerciales y restaurantes.
 - Industrias químicas o energéticas: si existen en distritos circundantes.
 - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
 - Industrias: gran cantidad de insumos inflamables en industrias.
- **Sociales:**
 - Conflictividad social: 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012 ([Decimosexto Informe Anual de la Defensoría del Pueblo. Defensoría del Pueblo. Enero-diciembre 2012. Lima, 2013. <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/anuales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>, acceso 14 oct. 2013]
 - Desorden público: no se registra en la zona.
 - Homicidio: nivel medio (supera 20x100 mil habitantes)
 - Seguridad pública (delincuencia): percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima) [Estadísticas sobre seguridad ciudadana. Lima, 2013. INEI] <http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf>, 11oct. 2013]
 - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona
 - Pobreza en el distrito: alta. Los distritos en su ámbito de influencia tienen asentamientos humanos informales, con pobreza extrema particularmente en laderas de cerros. [Análisis Situacional de Salud - ASIS. Hospital Nacional Cayetano Heredia. Lima, 2012.]
- **Biológicos:**
 - Hídrico: riesgo de contaminación masiva del agua de la capital por deslaves tóxicos (Tamboraque, río Rímac)
 - Sanitario: aniegos frecuentes con aguas servidas
 - Alimentos: frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva)
 - Epidemias: antecedente de cólera e influenza, dengue probable.

B. RELACIONES FUNCIONALES DE LAS ÁREAS CRÍTICAS DEL ESTABLECIMIENTO

El Hospital Nacional Cayetano Heredia está situado en el distrito San Martín de Porras, con frente a la avenida Honorio Delgado, vía de alto tráfico vehicular y actividad comercial que se desarrolla entre la carretera

Panamericana Sur y la avenida Túpac Amaru, ambas de gran importancia y tráfico.



Foto 1. Frontis del Hospital. Bloque de Consultorios Externos y acceso a Emergencia por el lado izquierdo.

El frontis y accesos principales del hospital se ubican frente a la avenida Honorio Delgado. Otra entrada lateral por la avenida Eloy Ureta permite acceso al área de residuos sólidos y colinda con el Instituto Nacional de Salud Mental “Honorio Delgado – Hideyo Noguchi”.

El acceso exterior al Servicio de Emergencia se da a través de una puerta peatonal adyacente a otra vehicular (reja metálica, dos hojas, de unos 5 metros de ancho), ambos con vigilancia y control de ingreso permanentes, junto al bloque de Farmacia Central. Para llegar vehicularmente al Servicio de Emergencia de Adultos se sigue de frente unos 120 m (a mitad de camino hacia la derecha se ubica la Emergencia Pediátrica), para luego girar a la izquierda hacia una rampa que llega hasta el patio de ingreso a Emergencia.



Foto 3. Vía de acceso al servicio de Emergencia, ubicado en la parte posterior del bloque principal.



Foto 4. Rampa de acceso vehicular al servicio de Emergencia

Peatonalmente se llega por un corredor paralelo a la vía vehicular, entre el bloque de Consultorios Externos y la Dirección del hospital, que llega al patio de ingreso a Emergencia luego de pasar por la Caja y Farmacia de Emergencia.



Foto 5. Puerta de ingreso al servicio de emergencia.



Foto 6. Caja y farmacia de emergencia

La puerta al Servicio de Emergencia, con control de seguridad, da acceso a los ambientes distribuidos a lo largo de corredores perpendiculares (planta en forma de “L”). Inmediatamente a la derecha se ubica el ambiente de Shock Trauma.



Foto 7. Ingreso al servicio de emergencia



Foto 8. Ambiente de Shock Trauma

Los dos corredores del Servicio de Emergencia tienen limitación de circulación por estar colmados de pacientes en camillas.



Foto 9 y 10 Corredores del servicio de emergencia, colmados de pacientes en camillas.

Se observa estrechez y sobre saturación en la mayoría de ambientes del Servicio, agravada por la presencia de acompañantes de los pacientes.



Foto 11. Ambiente de Observación Con acompañantes de pacientes.



Foto 12. Ambiente de Observación Congestionado de camas.

Uno de los corredores del Servicio de Emergencia conecta con otro corredor perpendicular, que hacia la derecha conduce al Centro Quirúrgico.



Foto 13. Corredor del centro Quirúrgico. Foto 14. Puertas hacia sala de emergencia.

Frente al corredor del Centro Quirúrgico, unas puertas dan hacia el hall de ascensor interno y luego, a cada lado, las alas de hospitalización de cirugía. Cruzando el hall de ascensores de público tenemos el Banco de Sangre, bloque que conecta la torre de hospitalización con el bloque de un piso que contiene los servicios de Laboratorio, Ayuda al Diagnóstico y Consulta Externa.

Actualmente, el bloque que contendrá la Unidad de Cuidados Intensivos está terminándose luego de haber sido reforzado estructuralmente. Por ello, se tienen UCI en otros ambientes temporales.



Foto 15. Unidad de cuidados intensivos. Foto 16. UCI Neonatal, con espacio reducido.

En un segundo piso construido de drywall, cercano al Servicio de Emergencia, con acceso exterior directo mediante escalera metálica, se tiene el ambiente del Comité Hospitalario de Defensa Civil (Centro de

Operaciones de Emergencia), el cual se observa adecuadamente implementado y con personal contratado para su funcionamiento.



Foto 17. Escalera de acceso a la oficina del Comité Hospitalario de Defensa Civil (COE)



Foto 18. Ambiente de reunión del COE. Foto 19 Ambiente de equipos y materiales del COE.

El Área de expansión externa del HNCH es el denominado “Centro Juvenil”, al que se accede internamente, pero también cuenta con un portón de ingreso por la avenida Honorio Delgado, lado derecho de la Farmacia Central, con amplio espacio usado en parte como estacionamiento de personal, Sala de Prensa del COE y tres containers ubicados sobre una losa deportiva, con equipos y materiales para caso de desastre.



Foto 20. Área de expansión externa Foto 21. Containers con materiales para
Para desastres en el "Centro Juvenil". Caso de desastres.

Al extremo final del "Centro Juvenil" se ubica el Área de Residuos Sólidos, frente al cual encontramos una losa de concreto que se piensa usar para colocar cadáveres en caso de desastre. Este espacio tiene salida a la avenida Eloy Ureta y colinda con el Instituto Nacional de Salud Mental "Honorio Delgado – Hideyo Noguchi", el cual sería soporte de atención alternativo en caso de desastre que afecte al HNCH.



Foto 22. Sala de prensa del COE Foto 23. Área prevista para depósito de
Cadáveres en área de residuos sólidos.

4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad

4.1.4.1 Instalaciones Sanitarias

Las Instalaciones Sanitarias de agua y desagüe en el establecimiento de salud están conformadas por la infraestructura de almacenamiento, tuberías de agua y desagüe, válvulas y equipos de bombeo, los cuales por sus características e



importancia deben mantenerse en estado operativo después de una emergencia, razón por la cual los niveles de riesgo a los que están expuestas deben ser los más conservadores.

La mayor parte de las líneas de agua y alcantarillado se construyen bajo nivel del piso y luego estas excavaciones son rellenadas, por lo que es importante determinar los efectos en el terreno debido a los sismos, los que pueden ser de falla, licuefacción, deslizamiento, densificación y levantamiento tectónico.

La magnitud del daño es función a la intensidad del sismo, a la calidad del terreno y al tipo de tubería, por lo que en la práctica un sismo severo se constituye en el principal enemigo de los sistemas de agua y desagüe.

Alrededor de las tuberías instaladas bajo nivel de piso se presentan dos tipos de terreno, el primero es el terreno dentro de la zanja y el segundo el suelo original fuera de la zanja, evidentemente con distintos grados de compactación. Esta situación genera una reacción en las tuberías, diferente a la que soporta la infraestructura sobre el nivel del suelo. Es frecuente encontrar fallas en zonas de transición de la calidad del suelo así como por diferencias en los espesores del relleno.

El daño producido por sismos en obras que están bajo el nivel del suelo como tuberías y conductos de agua y alcantarillado, válvulas etc., no serán visibles, al estar enterradas las tuberías se mueven con el suelo sufriendo deformaciones por lo que se espera mayores daños en las tuberías más rígidas como F⁰F⁰, concreto y asbesto cemento que las más flexibles como PVC. Los puntos más vulnerables de las tuberías son las uniones especialmente las rígidas

En general la vulnerabilidad está afectada por los siguientes elementos:

- En tuberías enterradas en suelos blandos o material de relleno, en cambios bruscos de material
- Instalaciones con presencia de nivel freático, o en taludes inestables.
- Por las características geotécnicas del suelo
- Por el desgaste (corrosión) en tuberías metálicas y/o de concreto que se instalan enterradas, empotradas y/o expuestas.

4.1.4.2 Instalaciones Eléctricas

Nº	Líneas Vitales (Instalaciones Eléctricas)	OBSERVACIONES
	Generador adecuado para el 100% de la demanda.	El hospital dispone de 01 generador de 311kw. (1993) abastece el 100% del hospital en zonas críticas
	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas.	Prueba semanalmente
	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?	Ambiente regularmente adecuado
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Anclajes seguro, pero cableado defectuoso y no seguro
18	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	Existen dos entradas de energía al hospital y suministro del grupo electrógeno
19	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	Existe tablero principal con interruptor de sobrecarga y cableado protegido en ciertos sectores deficiente
20	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital.	Iluminación han mejorado pero existen zonas defectuosas y problemas en iluminación nocturna.
21	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital.	Existen 02 sub estaciones que proveen de energía eléctrica

	3.1.2 Sistema de telecomunicaciones	OBSERVACIONES
22	Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas	Regular estado, falta de mantenimiento
23	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet).	Conexiones telefónicas en mal estado (fallas en tarjetas) y conexiones internas
24	Estado técnico del sistema de comunicación alterno.	Radiocomunicación interna limitada, internet presenta fallas
25	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables.	Equipos no cuentan con anclajes y cableado defectuoso
26	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	Están fuera del hospital
27	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones. B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno	Local reducido y no apropiado
28	Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	Sistema de perifoneo en mal estado, fallas en la central

N°	3.1.4 Depósito de combustible (gas, gasolina o diesel):	OBSERVACIONES
34	Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días.	El hospital cuenta con 4 tanques de almacenamiento de 2500gls, (2), 1800 gls y 1900 gls La capacidad de los tanques es suficiente para disponer de Autonomía de 05 a mas días
35	Anclaje y buena protección de tanques y cilindros	Tanques en recintos no seguros y carecen de anclajes
36	Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles.	Falta de seguridad adecuada para los tanques de combustible
37	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	Menos del 60% se encuentran en buenas condiciones.

N°	3.1.5 Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc.)	OBSERVACIONES
38	Almacenaje suficiente para 15 días cómo mínimo.	Almacenamiento con tanque criogénico mínimo cubre la demanda en caso de emergencia
39	Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios	Algunas botellas no cuentan con la seguridad adecuada
40	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Existen fuentes externas de gases medicinales
41	Ubicación apropiada de los recintos.	Recintos accesibles y seguros
42	Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones).	75 % de las mismas se encuentran en buen estado
43	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales.	Existen áreas exclusiva para los tanques de oxigeno
44	Seguridad apropiada de los recintos.	Área sin medidas de seguridad apropiada por estar cerca de estacionamiento de vehículos

N°	3.2 Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas.	OBSERVACIONES
45	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Soportes y ductos de regular condición, requiere asegurarlos
46	Condición de tuberías, uniones, y válvulas.	Regular condiciones
47	Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente.	Requiere aseguramiento
48	Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.	Regular
49	Ubicación apropiada de los recintos	Mala no esta preparado arquitectónicamente
50	Seguridad apropiada de los recintos.	Recintos de regular seguridad
51	Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros	Calderos de regular funcionamiento

4.1.4.3 Instalaciones Mecánicas

El hospital deberá contar con la infraestructura adecuada para las centrales de gases medicinales, Aire Comprimido Medicinal, el abastecimiento de gases medicinales deberá realizarse en forma adecuada y oportuna, en el momento de suceder un percance, se deberá tener la disponibilidad del sistema en forma inmediata así como permitir afrontar la emergencia a corto plazo.

La capacidad para abastecimiento de la central de gases medicinales deberá disponer de una reserva por lo menos durante 72 horas mínimo para afrontar la emergencia

4.1.4.4 Instalaciones Electromecánicas

Es necesario tener disponible también en cada uno de los sistemas electromecánicos como es el caso de las electro bombas de agua o de las electro bombas de sumidero, etc., un equipo de reserva o en stand by, que permita contar con el sistema operativo, cuando por motivos de mantenimiento correctivo o preventivo se paralice el equipo, el sistema debe seguir funcionando en forma normal con el equipo de reserva

4.1.4.5 Instalaciones Especiales

Es importante disponer de un adecuado sistema de Comunicaciones para tener un adecuado comportamiento ante eventos severos, debido a que luego del evento se toman acciones de coordinación entre organismos públicos, privados y entidades de rescate, como comunicaciones con la red de servicios y coordinaciones para la distribución del recurso humano disponible, para esto se debe contar con un eficiente sistema de comunicaciones que permita tener la comunicación necesaria en el momento oportuno.

4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital

El objetivo es determinar el periodo de oscilación fundamental de la edificación, para ello se aprovecha la vibración o ruido ambiental como fuente de excitación de los edificios y se utilizan un equipo con sensor triaxial (dos direcciones horizontales ortogonales y una vertical) colocado en la azotea para poder medir las velocidades del movimiento del edificio en las direcciones longitudinal y transversal de la edificación.

4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental

El suelo y las edificaciones presentan micro vibraciones que son imperceptibles a los sentidos humanos pero que pueden ser detectados y registrados por instrumentos con alta sensibilidad, estos micro movimientos son conocidos como vibración ambiental o microtemblores, también como microsismos, ruido sísmico de fondo, campo natural, o microtemblores (Flores, 2004; Nakamura, 1989) Lermo (1992) y Lermo y Chávez-García (1994) definen los microtemblores como vibración o ruido ambiental. La vibración ambiental del suelo está conformada básicamente por ondas superficiales Rayleigh y Love que están afectadas por la estructura geológica del sitio donde se mide (Bard, 1998). Es posible clasificar la vibración ambiental del suelo en base al contenido de frecuencia de estos y señalar las fuentes que lo originan. Así, se menciona lo siguiente:

- A bajas frecuencias (por debajo de 0.3 Hz a 0.5 Hz) son originados por las ondas oceánicas que ocurren a grandes distancias.
- A frecuencias intermedias (0.3–0.5 Hz y 1 Hz) los microtemblores son generados por las olas del mar cercanas a las costas.
- Para altas frecuencias (mayores a 1 Hz) las fuentes están ligadas a la actividad humana.

Los microtemores han sido utilizados desde principios del siglo XX para determinar las propiedades dinámicas del terreno. Omori (1908) inició las investigaciones sobre microtemores empleando un instrumento muy simple para observar la vibración natural del suelo que no correspondía a una vibración sísmica y encontró que dicha vibración natural podría ser causada por el viento, olas marinas o perturbaciones artificiales como el tráfico, vibración de máquinas, etc.

Para estimar el periodo de oscilación de una edificación, que es el presente objetivo, se aprovecha la vibración ambiental como fuente de excitación de las edificaciones y se utiliza un equipo con un sensor triaxial colocado en la parte superior para medir la velocidad o aceleración del movimiento de la edificación en sus direcciones longitudinal y transversal. El registro obtenido será luego sometido a un análisis espectral para identificar el correspondiente periodo de oscilación horizontal en las direcciones longitudinal y transversal de la edificación donde se realizó la medición.

4.2.2. Equipos e Instrumentación

Para la medición del periodo de oscilación se empleó un equipo denominado GEODAS 15-HS (figura AI-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía Buttan Service., Ltd. A continuación se detalla las características del equipo y programas usados:

- 01 Sistema de Adquisición de Datos GEODAS 15-HS
- 01 Computadora portátil NEC, modelo Versa Pro VS-8
- Sensores de 1Hz de frecuencia tipo CR4.5-1S
- 01 GPS GARMIN modelo GPS16x-LVS
- 01 cable de conexión para batería
- Software de adquisición de datos: Microtremor Observation (Mtobs, incluido en el GEODAS 15HS)
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtpltn2.exe, calHVm4.exe

4.2.3. Resultados de las Mediciones

La medición consiste en la obtención de registros de vibración ambiental o microtemores en la parte superior de las edificaciones para su posterior análisis. Estos registros deben tener una duración suficiente para proveer una adecuada información, es decir una calidad aceptable de datos evitando en lo posible durante la medición la existencia de interferencia de ruidos producidos por fuentes externas o internas a la edificación que pueden generarse cerca al sensor.

Para la medición se instala uno o varios sensores triaxiales en la parte superior del edificio, si esto no es posible por diversas circunstancias se



ejecuta la medición en el nivel inferior inmediato del superior. Los sensores tienen la capacidad de registrar el movimiento en tres direcciones ortogonales (dos horizontales y una vertical). Una vez colocados los sensores, deben estar correctamente nivelados para asegurar la horizontalidad de las componentes horizontales de estos. Luego, se configura la frecuencia de muestreo del equipo de medición y el intervalo de tiempo que se grabará. En nuestro caso se utilizaron sensores que miden la velocidad del movimiento de la edificación, con un intervalo de muestreo de 200 muestras/s (doscientas muestras por segundo) y se obtuvieron registros con una duración de 15 minutos.

Los registros de velocidad de vibración ambiental obtenidos constituyen un conjunto de datos discretos en el dominio del tiempo, es decir, un registro tiempo-historia (ver figuras, Anexo II). Para obtener la frecuencia o periodo dominante en estos registros se utiliza el concepto de Transformada de Fourier, que permite llevar el registro del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias. Para aplicar este concepto a una serie de datos discretos se utiliza el algoritmo de Cooley and Tukey (1965) para la transformada rápida de Fourier (FFT).

El proceso de aplicar la transformada rápida de Fourier debe ser entendido como la separación o desagregación del registro original en diversas ondas, cada una de ellas con cierta frecuencia o periodo y amplitud. Los resultados son mostrados en el denominado Espectro de Amplitudes de Fourier (EAF) que muestra para cada frecuencia o periodo (eje horizontal) la amplitud de Fourier de la velocidad del movimiento de la edificación (eje vertical). Por lo tanto es posible determinar el periodo predominante en el registro identificando la máxima amplitud de Fourier presente en el espectro, dentro del intervalo de los valores propios posibles para la edificación.

El registro de vibración ambiental obtenido para cada componente horizontal del movimiento es dividido en intervalos de igual duración (ventanas). Luego, para cada uno de estos intervalos se obtiene el espectro de amplitudes de Fourier. Finalmente, los espectros obtenidos en cada intervalo se promedian con la finalidad de disminuir la incertidumbre en los resultados.

El periodo predominante en el registro de vibración ambiental constituye el periodo fundamental de la estructura, el cual corresponde al valor del periodo asociado a la mayor amplitud (pico) del Espectro de Amplitudes de Fourier.

En el presente estudio se realizaron mediciones en 10 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura All-1 muestra la distribución y orientación de los sensores en las edificaciones

donde se realizaron las mediciones, para ello se siguieron las direcciones longitudinal y transversal de las edificaciones definiendo en forma paralelas a éstas las direcciones X e Y. Las figuras All-2 al All-6 del Anexo II muestran como ejemplo un registro de las mediciones ejecutadas así como sus respectivos Espectros de Amplitudes de Fourier para las direcciones X e Y.

Interpretando los espectros obtenidos se obtienen los correspondientes valores de periodos de oscilación en las direcciones X e Y, para ello se ha identificado el pico máximo de amplitud de Fourier que se ubica dentro del intervalo de periodos propios posibles de la edificación. La Tabla 4.1 muestra los periodos fundamentales estimados para cada dirección X e Y para las edificaciones. Puede observarse que para algunas mediciones se ha obtenido un intervalo de valores donde se encuentra el valor del periodo de oscilación de la edificación, esto se debe a que no es posible identificar un solo pico de amplitud máxima en el Espectro de Amplitudes de Fourier, posiblemente esta forma del espectro se debe a que en el instante de la medición existieron diversas fuentes de excitación.

Tabla 4.1. Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (seg)		Descripción
	Dirección X	Dirección Y	
01	0.19	0.15	C.I.Q
02	0.19	0.15	Hospitalización
03	0.19	0.19	Ascensores
04	0.19	0.15	Hospitalización
05	0.16	0.19	Centro Quirúrgico
06	0.16	0.19	Centro Quirúrgico
07	0.04 - 0.10	0.04 - 0.10	Consulta Externa
08	0.06 - 0.09	0.05 - 0.09	Consulta Externa
09	0.05 - 0.09	0.05 - 0.10	Consulta Externa
10	0.06 - 0.09	0.04 - 0.08	Emergencia Pediátrica
11	0.15	0.16	Traumatología Hospitalización
12	0.14	0.16	Traumatología Hospitalización
13	0.09	0.16	Dirección

			General
14	0.08	0.10	Emergencia Adultos
15	0.08	0.10	Emergencia Adultos

El Anexo I muestra el registro de fotografías con los puntos de medición donde se ubicaron los sensores en las diferentes edificaciones del hospital.

4.2.4. Conclusiones

- Se han obtenido valores de periodo de oscilación en las diferentes edificaciones del hospital de estudio que corresponden al periodo fundamental.
- Los valores de periodo obtenidos para las diferentes edificaciones varían de 0.04 s a 0.19 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 3 pisos.

Anexo I: Panel Fotográfico (Ver final del informe)

Anexo II: Registro de Mediciones (Ver final del informe)

4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

4.3.1. Generalidades

El Hospital Cayetano Heredia está conformado por edificaciones de 1 a 3 pisos y sus estructuras están cimentadas mediante cimientos corridos, zapatas y vigas de cimentación.

El Hospital Cayetano Heredia se ubica en la Av. Honorio Delgado N° 262 Urb. Ingeniería del Distrito San Martín de Porres, Provincia y Departamento de Lima.

4.3.2. Objetivo del Estudio

El presente estudio de auscultación de cimentaciones tiene como objeto investigar el subsuelo donde se ha cimentado el Hospital Nacional Cayetano Heredia y verificar la capacidad de carga de los cimientos de sus estructuras. Con tal motivo se realizaron trabajos de auscultación

geotécnica por medio de excavación de calicatas, extracción de muestras alteradas de los estratos, las que han permitido describir el tipo de suelo predominante, las características físicas y mecánicas, y el valor de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones. Asimismo se verificó las dimensiones de las cimentaciones ejecutadas, y si éstas corresponden a las especificadas en los planos.

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente.

- Recopilación de Información.
- Auscultación de los cimientos por medio de calicatas.
- Extracción de muestras alteradas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Perfil Estratigráfico.
- Evaluación y análisis de la cimentación.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad

En el reconocimiento geológico del área de estudio se ha comprobado que los materiales que componen el sub suelo pertenecen al depósitos fluvioaluvial recientes (Qr-al), están constituidos predominantemente de material grueso, compuestos de gravas, cantos, boleos, bloques sub redondeadas con matriz arenosa y materiales finos. Estos materiales forman parte de depósitos fluvio aluviales.

Geomorfológicamente, la zona de estudio se ubica en las denominaciones planicies costaneras.

Sismicidad

La ciudad Lima se encuentra enclavada en una región de alta actividad sísmica, donde es de esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil del proyecto. La actividad sísmica está íntimamente relacionada con la subducción de la placa Nazca bajo la placa continental sudamericana. Subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de 10 centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundo es su origen.

Según la historia sísmica de la región, cuya fuente básica de datos es el trabajo de Silgado (1978), en la ciudad de Lima se han registrado fuertes movimientos sísmicos que generaron intensidades tan altas como IX a X en la Escala Modificada de Mercalli. Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú de la Norma de Diseño Sismorresistente (E-030), la ciudad de Lima se encuentra ubicada en la Zona 3, la cual es la zona de más alta actividad sísmica en el país, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.4$. Este factor es equivalente a la aceleración horizontal máxima esperada en un periodo de exposición sísmica de 50 años, con una probabilidad de excedencia de 10%.

4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 07 y 09 de Octubre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 05 calicatas en las zonas indicadas y distribuidas convenientemente.

Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se ha cimentado las edificaciones del Hospital Cayetano Heredia, se realizó la exploración de 05 auscultaciones por medio de calicatas de profundidades variables, ubicadas cada una convenientemente. De las calicatas se extrajo muestras alteradas para su evaluación y caracterización en el laboratorio. En la Tabla 4.2 se presenta el resumen de las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo III. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presenta en la Lámina 1

Tabla 4.2 Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

Calicata	Profundidad Investigada (m.)	Nivel Freático	Nº Muestras
C-1	1.50	N.A	1
C-2	2.00	N.A	1
C-3	2.00	N.A	1
C-4	3.00	N.A	1
C-5	3.00	N.A	1

Auscultación de las Cimentaciones

Con la finalidad de verificar las dimensiones y profundidad de la cimentación de las edificaciones existentes en el Hospital Cayetano Heredia, se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1). La auscultación de los cimientos se hizo en forma manual, tal como se observa en el Panel Fotográfico. En la Tabla 4.3 se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla 4.3 Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertas	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.60	1.20	1.20
C-2	Zapata	1.00	0.50	1.70
C-3	Zapata	1.00	0.30	1.90
C-4	Corrida	0.60	1.30	1.30
C-5	Zapata	1.00	0.30	2.00

4.3.5. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 05 análisis granulométricos por tamizado, 05 límites de consistencia, 01 ensayo de compresión triaxial UU y 01 análisis químico según las normas ASTM correspondientes.

Los ensayos estándar para la clasificación de suelos y propiedades mecánicas, se realizaron en el Laboratorio Geotécnico de CISMID. Dichos resultados se presentan en las Tablas III y IV, donde se muestra un resumen de la cantidad de ensayos realizados.

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 03 análisis granulométricos por tamizado, 03 límites de consistencia, 01 corte directo y 01 análisis químico según las normas ASTM correspondientes.

Tabla 4.4 Resumen de la Cantidad de Ensayos Realizados.

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	0.30-1.50	0.60-2.00	0.70-2.00	1.20-3.00	1.80-3.00
%Gravas	46.6	64.6	58.8	63.9	51.2
%Arena	49.8	24.3	34.2	27.6	37.0
%Finos	3.6	11.1	7.0	8.5	11.8
L.L.	NP	NP	NP	NP	NP
L.P.	NP	NP	NP	NP	NP
Humedad W%	3.6	2.8	3.4	3.2	2.2
SUCS	SP	GP-GM	GW-GM	GP-GM	GP-GM

- A.G. : Análisis granulométrico por tamizado.
 L.L : Límite líquido
 L.P : Límite plástico
 W.% : Contenido de Humedad
 C.D. : Corte Directo
 A.Q : Análisis químico

Tabla 4.5 Resultados del ensayo de compresión triaxial.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Parámetros Drenados	
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kg/cm ²)
C-5	M-1	1.80-3.00	GP-GM	40°	0.30

Perfil Estratigráfico

Con los resultados de los registros de excavación, los ensayos de campo y laboratorio, se ha elaborado el perfil estratigráfico del terreno que se detalla a continuación:

CALICATA C-1.

La capa superficial está conformada por relleno de grava limosa con arena (GM), color gris claro, húmedo, de compacidad suelta, con presencia de

cantos, boleos redondeados a subredondeados con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 0.30 m.

Subyaciendo a este estrato se encuentra un estrato de arena mal gradada con gravas redondeadas a subredondeados (SP), color marrón, húmedo, de compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados. Este estrato está en contacto con la grava y tiene un espesor mayor a los 1.50 m. investigados.

CALICATA C-2

La capa superficial está conformada por relleno de grava limosa con arena (GM), color gris claro, húmeda, de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 0.60 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de gravas redondeadas a subredondeadas, con limo y arena (GM), color marrón, húmedo, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a sub redondeados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-3

La capa superficial está conformada por relleno grava limosa con arena (GM), color gris claro, húmeda, de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados, con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava mal gradada a grava limosa, de formas redondeadas a subredondeadas (GP-GM), color marrón, húmeda, de compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados y filtración de agua. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-4

La capa superficial está conformada por un relleno de grava limosa con arena (GM), color gris claro, húmeda, de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados, con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 1.20 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava redondeada a subredondeada, mal gradada a grava limosa con arena (GP-GM), color marrón, húmeda, de compacidad compacta, presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 3.00 m investigados.

CALICATA C-5

La capa superficial está conformada por un relleno de grava limosa con arena (GM), color gris claro, húmeda, de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados, con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 1.80 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava mal gradada a grava limosa con arena (GP-GM), color marrón, húmeda, de compacidad compacta y con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados, con una densidad seca $\rho_d=2.00\text{gr/cm}^3$, humedad $w=0.4\%$, ángulo de fricción interna $\Phi=40^\circ$, cohesión $C=0.3\text{Kg/cm}^2$. El espesor de este estrato es mayor a los 3.00 m investigados.

4.3.6. Análisis de la Cimentación

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación encontrada en la estructura auscultada.

Profundidad de Cimentación:

La profundidad de cimentación (D_f) encontrada en las cimentaciones auscultadas y las características del perfil estratigráfico sobre las que se encuentran desplantadas, son:

En la zona de la calicata C-1. $D_f=1.20\text{ m}$, la cimentación se encuentra sobre arena mal gradada con grava (SP).

En la zona de la calicata C-2. $D_f=1.70\text{ m}$, la cimentación se encuentra sobre grava mal gradada a grava limosa con arena (GP-GM).

En la zona de la calicata C-3. $D_f=1.90\text{ m}$, la cimentación se encuentra sobre grava mal gradada a grava limosa con arena (GP-GM).

En la zona de la calicata C-4. $D_f=1.30\text{ m}$, la cimentación se encuentra sobre grava mal gradada a grava limosa con arena (GP-GM).

En la zona de la calicata C-5. $D_f=2.00$ m, la cimentación se encuentra sobre grava mal gradada con arena limosa (GP-GM).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 1.20m y 2.00m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio $D_f = 2.00$ m.

Por otro lado se verificó que éstas se encuentran cimentadas sobre el suelo natural, observándose la existencia de falsas zapatas y cimentación corrida con viga de cimentación.

Capacidad Admisible

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno sobre la base de las características del subsuelo y del proyecto arquitectónico.

La capacidad de carga admisible se ha calculado mediante la expresión propuesta por Terzaghi y Peck (1967), utilizando además los parámetros propuestos por Vesic (1973).

Se analizó la capacidad admisible del terreno para la cimentación corrido.

$$q_u = S_c C N_c + S_\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q q N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Donde:

- q_u = capacidad última de carga.
- q_{ad} = capacidad admisible de carga.
- F_s = factor de seguridad = 3.
- γ = peso unitario del suelo.
- D_f = profundidad de cimentación.
- N_c, N_γ, N_q = parámetros de capacidad portante en función de ϕ .
- S_c, S_γ, S_q = factores de forma (Vesic, 1979).

Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad \text{Reissner (1924)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \text{Prandtl (1921)}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973)

Factores de forma, [De Beer (1970), Hansen (1970)]

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \qquad F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan\phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Donde L = longitud de la cimentación (L > B).

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 4.5 Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

Estructura	Suelo de fundación	B (m)	D _f (m)	γ (g/cm ³)	C (kg/cm ²)	φ (°)	q _u kg/cm ²	q _{ad} kg/cm ²
Zapata	Grava con arena limosa	1.00	2.00	2.04	0	40	13.11	4.37
Cimiento corrido	Grava con arena limosa	0.6	1.20	2.04	0	40	7.87	2.62

* Nota: Se calcula por falla general.

Cálculo de Asentamiento

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada, por el tipo de cimentación.

Para determinar el asentamiento se ha utilizado el método elástico para el cálculo del asentamiento inmediato mediante la siguiente relación:

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

Donde:

S _i	=	Asentamiento en cm.
Relación de Poisson	=	0,3.
I _f	=	Factor de forma (cm/m).
E _s	=	Módulo de elasticidad (ton/m ²).

q = Presión de trabajo (ton/m²).
 B = Ancho de la cimentación.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 4.6 Cálculo de Asentamientos de la Cimentación

Ubicación	Suelo de fundación	B (m)	E_s Kg/cm ²	$Q_{ad}(1)$ kg/cm ²	S_i Cm
Zapata	Grava con arena limosa	1.00	800	4.37	1.88
Cimiento corrido	Grava con arena limosa	0.60	800	2.62	0.68

Donde:

D_f : Profundidad de cimentación.
 q_{ad} : Capacidad admisible del suelo.
 S_i : Asentamiento probable.

Parámetros de Sismo

Según la información de la exploración geotécnica generada en el presente estudio se concluye que el suelo de cimentación está conformado por un estrato de suelo gravoso con arenas limosas, compacto. En consecuencia, las características dinámicas de este material corresponden a un suelo rígido, por lo tanto, para el análisis de respuesta sísmica de la estructura, de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, se recomienda considerar al suelo de cimentación como un Suelo Tipo S1, es decir un suelo compacto, con un período predominante de $T_s = 0.4$ s y un factor de suelo $S = 1.0$.

Las fuerzas sísmicas horizontales cortantes en la base pueden calcularse de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z_x U_x S_x C_x P}{R}$$

Tabla 4.7 Parámetros de diseño sismorresistente

COEFICIENTES SÍSMICOS	
Zona 3 Z	0.40
Factor de uso U	1.50
Tipo de Suelo S	1.00
Coef. Sísmico C	2.50
Período Predominante T_p	0.40 s

Agresividad del Suelo a la Cimentación

La agresión que ocasiona el suelo a la cimentación de la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos (sulfatos y cloruros principalmente) que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos. Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de este modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionar asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua).

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, se muestran en la Tablas 4.8. La fuente de esta información corresponde a las recomendaciones del ACI (Comité 319-83) en el caso de los sulfatos presentes en el suelo y a la experiencia en los otros casos.

Se ha ejecutado 01 ensayo de contenido de elementos químicos en la muestra obtenida de la Calicata C-04, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.9.

Tabla 4.8 Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación

Elementos Químicos nocivos.	Concentración p.p.m.	Grado de alteración	Consecuencias
Sulfatos	0-1000 1000-2000 2000-20000 >20000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque al concreto de la cimentación.
Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
Sales Solubles totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

Tabla 4.9 Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t	so	cl	ph	
C-04 M-1	3.00	1167	1054	68	-	Moderado

En consecuencia, el contenido de sulfatos solubles en agua es de 1054 ppm, que está entre 1000-2000ppm, y por lo tanto presentará un moderado ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 68 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 1167ppm menor que 15000 ppm no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por los problemas de lixiviación.

4.3.7. Conclusiones

- Se han ejecutado 05 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-5, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 1.50 m hasta los 3.00 m. La auscultación de la cimentación se realizó en las 05 zonas indicadas. Hasta la profundidad explorada no se ubicó el nivel freático.
- El perfil estratigráfico está conformado por gravas mal gradadas a gravas limosas con arena, con gravas redondeados a

subredondeados (GP-GM), de color marrón, húmeda, de compactidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados de más de 3.00 m de espesor.

- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 1.20 m, a 2.00 m. En todos los casos, la cimentación se encuentra sobre el terreno natural.
- Del análisis de cimentación se determinó la capacidad de carga admisible de 4.37 Kg/cm² para las zapatas y de 2.62 Kg/cm² para los cimientos corridos, de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sísmoresistente de las estructuras, el Hospital Cayetano Heredia se encuentra localizado en la Zona 3, correspondiéndole un factor de zona Z= 0.4, según la Norma de Diseño Sísmoresistente E-030.
- De las exploraciones realizadas, el perfil de suelo clasifica como un suelos tipo S1 de la Norma E-030, con un valor de Tp = 0.4 y un factor de suelo S= 1.0.
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran que la concentración de sulfatos ocasiona un ataque moderado al concreto de la cimentación y las bajas concentraciones de cloruros y sales solubles totales, que no ocasionan problemas a la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicaran al área estudiada, no será aplicada en otros sectores y para otros fines.

4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero

Se han extraído muestras de acero de refuerzo de elementos estructurales de los edificios considerados críticos. Se localizó los ejes del acero usando el equipo de detección de acero PROFOMETER y luego se realizó el picado del concreto de recubrimiento para descubrir el acero y retirar una muestra. Luego se reemplazó el acero y se hizo el resane de la zona intervenida. (Figura AIII-1, Anexo III).

4.4.2. Resistencia del Acero de Refuerzo

Las muestras extraídas fueron ensayadas en el laboratorio de estructuras del CISMID según norma ASTM A615, NTP 341.031. Los resultados se muestran en la planilla adjunta a este informe. Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm² en la zona de M-3 y se ha usado acero límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm² en la zona de M-1 y M-2. (Figura AIII-2, AIII-3, Anexo III). La ubicación de los puntos de extracción de muestras se indica en la figura AIII-5, Anexo III.

4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

Con la finalidad de evaluar el estado de los materiales utilizado en la construcción del Hospital Cayetano Heredia, se realizó un programa de extracción de muestras de concreto.

El CISMID destacó un equipo técnico para que realizara la extracción de muestras de concreto. Se realizó la extracción de diez muestras de concreto endurecido en elementos estructurales. (Figura AIII-4, Anexo III).

Estas muestras fueron ensayadas para conocer las características mecánicas de los materiales utilizados en los principales elementos estructurales.

4.4.4. Resistencia del Concreto

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 - NTP 339.034, ASTM C 42 - NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están contenidas en las planillas del laboratorio (Anexo IV). Asimismo, la ubicación de las muestras se indica en la figura AIII-6. En la Tabla 4.10 se puede ver el resumen de los ensayos.

Tabla 4.10 Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

IDENTIFICACION	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm ²)
M-01	Columna	267.6
M-02	Columna	257.9
M-03	Columna	263.4
M-04	Columna	212.4
M-05	Columna	196.3
M-06	Columna	186.6
M-07	Columna	140.9
M-08	Viga	138.8
M-09	Columna	283.4
M-10	Columna	304.6

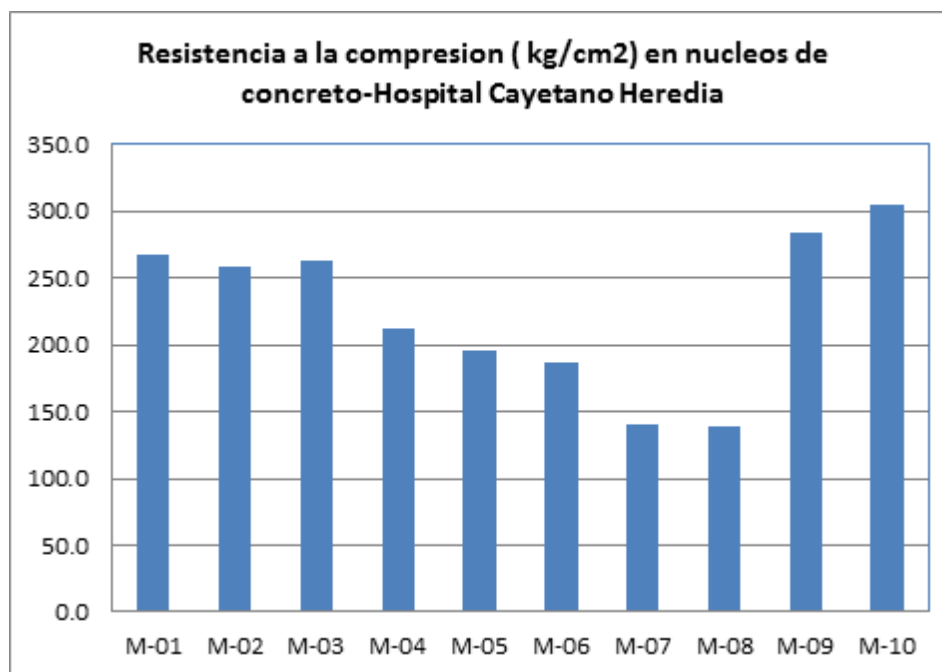


Fig. 4.8 Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

4.4.5. Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe

No se ha realizado la extracción de muestras de albañilería para no alterar la asepsia del hospital.

4.4.6. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe

Los valores de resistencia de la albañilería se tomarán de la norma correspondiente.

5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

En el estudio del Hospital Cayetano Heredia se ha considerado como áreas críticas nueve bloques todos a base de pórticos de concreto armado y muros de albañilería:

Bloque B: estructura de un piso, presta servicios de Consulta Externa, Laboratorio y Archivo

Bloque C: estructura de un piso, presta servicios de Consulta Externa, Laboratorio y Ayuda al Diagnóstico – Imágenes

Bloque E: estructura de tres pisos y un sótano, presta servicios de Lavandería, Hospitalización Cirugía A, Medicina A, UCI de Medicina.

Bloque G: estructura de tres pisos y un sótano, presta servicios de Hospitalización y Centro Quirúrgico.

Bloque H: formado por un sótano y un nivel. Estructura irregular en planta y en elevación, presta servicios de Laboratorio de Patología Clínica, Emergencia Adultos, UCI Pediátrica, Oficinas Administrativas (COE)

Bloque I: estructura de tres pisos y un sótano, presta servicios de cocina, Centro Quirúrgico, Hospitalización Pediátrica, Centro Obstétrico, UCI Neonatal.

El bloque IA: es una edificación de cuatro niveles ubicada en la parte posterior del bloque

El bloque H1, formado por un sótano un nivel y un segundo nivel de drywall.

Bloque O: es una edificación de un nivel. Estructura irregular formada por tres bloques construidos sin mantener las juntas respectivas debido al tipo de estructura y alturas de entrepiso diferentes, .presta servicios de Emergencia Pediátrica, Sala de Máquinas.

En esta sección se ha modelado nueve bloques B, C, E, G, I, IA, H, H1, y O.

Las consideraciones empleadas para la evaluación estructural ante cargas gravitacionales y sísmicas se describen en los siguientes ítems.

5.1. Modelos Matemáticos

Los modelos matemáticos se desarrollaron en el programa de cómputo *ETABS* v9.2.0. El análisis empleado fue del tipo lineal elástico, donde las vigas y columnas se representaron mediante elementos tipo *frame*, los muros de albañilería, como tipo *shell*, y las losas aligeradas se modelaron como elementos tipo *membrane* que transmiten cargas sobre las vigas

pero no transfieren momentos y con un espesor equivalente al peso de una losa maciza de concreto armado.

Para el análisis sísmico se empleó el análisis modal espectral especificado en la norma sismorresistente peruana E.030.

En las figuras 5.1 a 5.9 se muestran los modelos matemáticos tridimensionales empleados en el análisis. En dichas figuras, se puede observar la interacción entre la tabiquería y el sistema aperticado en todos los bloques.

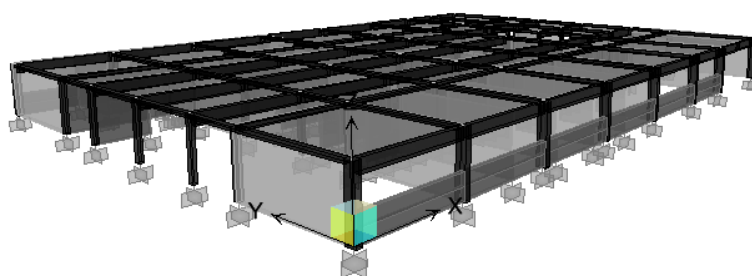


Fig. 5.1 Modelo matemático tridimensional del bloque B

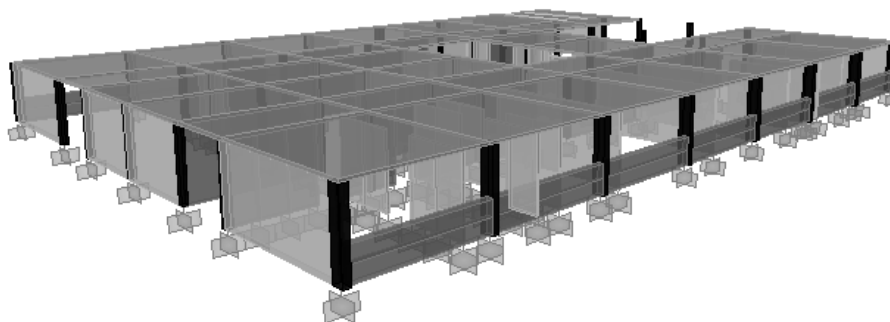


Fig. 5.2 Modelo matemático tridimensional del bloque C

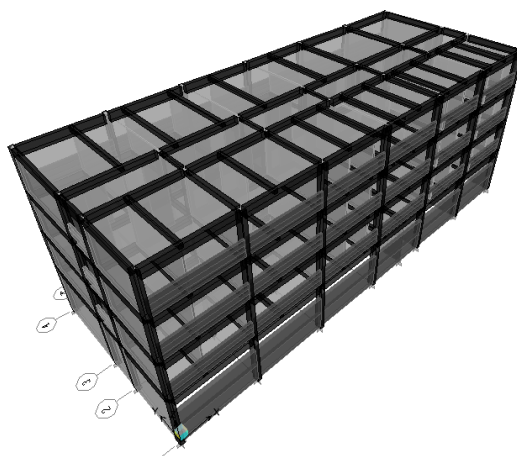


Fig.5.3Modelo matemático tridimensional del bloque E

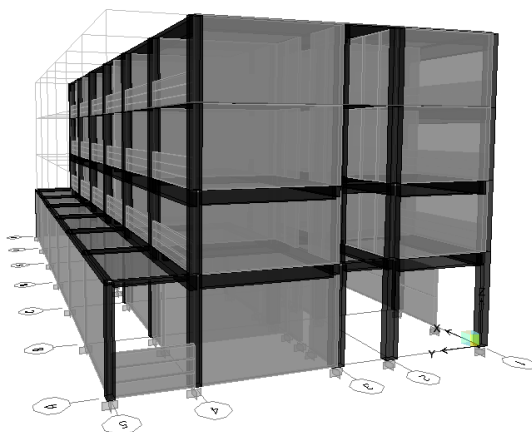


Fig.5.4Modelo matemático tridimensional del bloque G

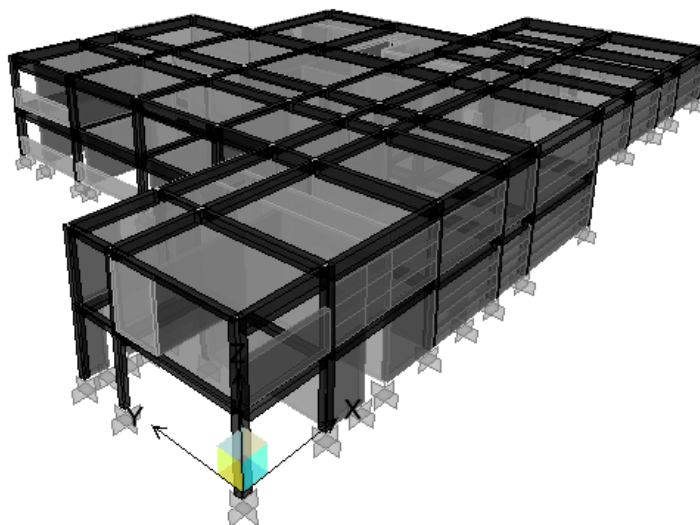


Fig.5.5Modelo matemático tridimensional del bloque H

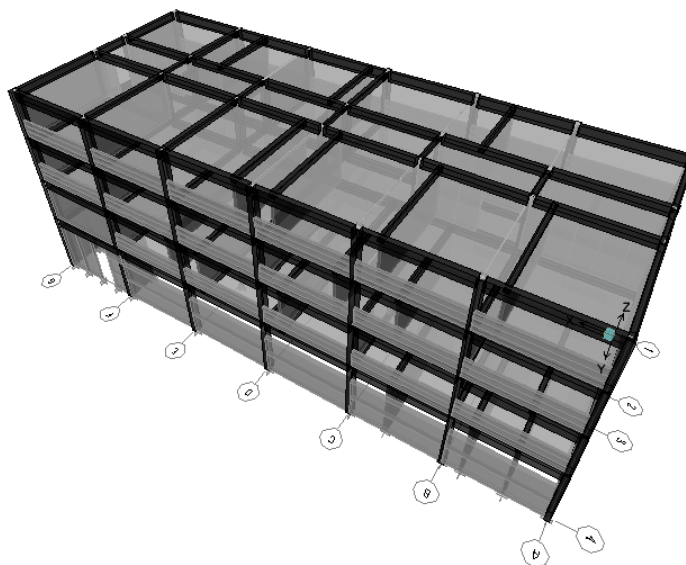


Fig.5.6 Modelo matemático tridimensional del bloque I

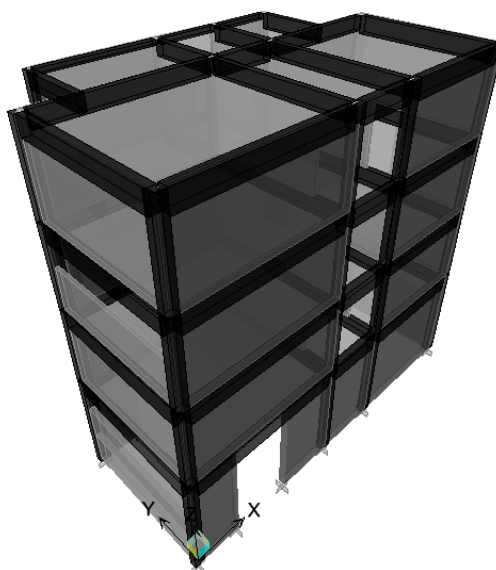


Fig.5.7 Modelo matemático tridimensional del bloque IA

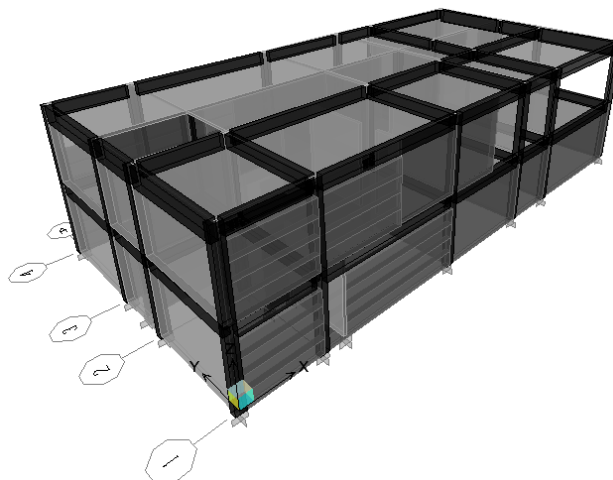


Fig.5.8 Modelo matemático tridimensional del bloque H1

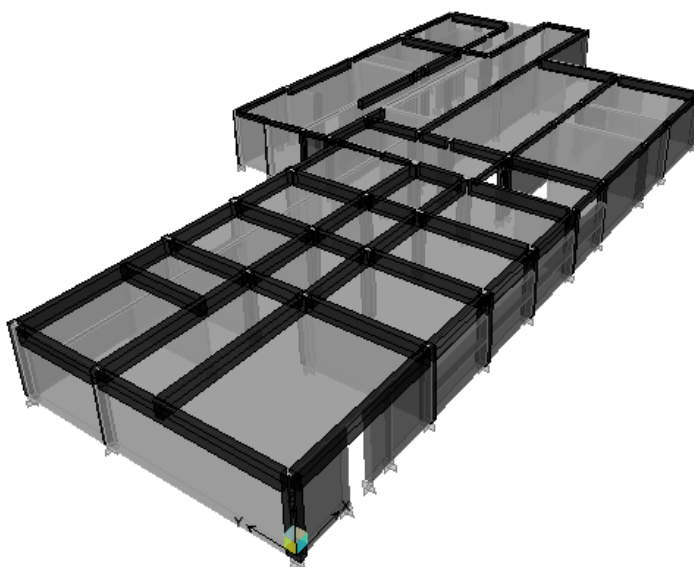


Fig.5.9 Modelo matemático tridimensional del bloque O

5.2. Demandas de Carga

La tabla 5.1 muestra las cargas muertas (D) que se han empleado en los modelos matemáticos. Para el análisis estructural, han sido considerados los muros de tabiquería dentro del modelo matemático ya que estos proporcionan rigidez y peso al edificio. Por otro lado, la carga de acabados se aplicó en todos los pisos.

En el caso de la carga viva (sobrecarga), se han diferenciado según el uso indicado en la norma E.020 (Tabla 5.2).

Tabla 5.1 Cargas muertas (*D*) en kg/m^2

Elemento	Carga muerta
Tabiquería	100
Acabados	100

Tabla 5.2 Cargas vivas¹ (*L*) en kg/m^2

Elemento	Carga muerta
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	300
Cuartos	200
Corredores	400
Oficinas	250

¹ Según la norma E.020

Para el caso de las cargas ante sismo severo (E), los parámetros empleados fueron $Z=0.4$, $U=1.5$, $S=1.0$, $R=3$, parámetro que intenta considerar la interacción de los muros de albañilería con los pórticos de concreto armado. Para considerar la irregularidad estructural, en todos los bloques se aplicó el factor $3/4$ al parámetro R . En el caso del sismo moderado, se emplearon la mitad de los efectos del sismo severo.

En la tabla 5.3 se resumen los valores del parámetro R empleados en cada uno de los bloques. De acuerdo a la configuración estructural, se empleó un mismo valor de R en ambas direcciones principales de la edificación.

Según la norma sismorresistente peruana E.030 se debe incluir un porcentaje de la carga viva en el análisis sísmico dependiendo de la categoría de la edificación. Para esta evaluación, ya que la edificación califica como categoría A, se ha empleado un 50% de la carga viva en todos los pisos y en las azoteas, un 25%. Adicionalmente, se ha incluido los efectos de la componente vertical sísmica igual a los $2/3$ de la componente horizontal según lo recomendado en la sección 17 de la norma E.030.

Tabla 5.3 Parámetro R

Bloque	Valor de R	Condición
B	3	Regular
C	2.25 (3/4*3)	Irregular
E	3	Regular
G	2.25 (3/4*3)	Irregular
H	2.25 (3/4*3)	Irregular
I	3	Regular
IA	2.25 (3/4*3)	Irregular
H1	3	Regular
O	2.25 (3/4*3)	Irregular

Las propiedades de resistencia del concreto han sido obtenidas de ensayos experimentales según lo indicado en la sección 4.4 de este informe. La tabla 5.4 resume los valores de resistencia a la compresión del concreto que se han empleado en la evaluación estructural. Se observa que los bloques H y M presentan valores menores al mínimo indicado en la sección 4.6.6 de la norma E.060; sin embargo, la inclusión de muros de albañilería adheridos a los pórticos de concreto ha suplido la reducción de la resistencia de la edificación ante cargas gravitacionales como ante acciones sísmicas, lo cual se puede observar en la sección 5.5 de este informe.

Se ha considerado que la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo (f_y) es igual a 2800kg/cm^2 . Los resultados de los ensayos superan este valor nominal, por lo que se puede concluir que el acero de refuerzo empleado cumple con la norma ASTM 615.

Se ha supuesto que la albañilería tiene una resistencia a la compresión axial (f'_m) igual a 45kg/cm^2 .

Tabla 5.4 Resistencia del concreto en kg/cm²

Bloque	Columna	Viga
B	305	*
C	283	*
E	263	*
G	225	*
H	*	139
I	196	*
M	141	*

(*) Se ha empleado el mismo valor de la columna o viga

La Tabla 5.5 muestra las combinaciones en servicio que propone la norma peruana E.020 (Cargas) y en la Tabla 5.6, las combinaciones a rotura empleadas para el caso de los elementos de concreto sugeridas en la sección 9 de la norma peruana de Concreto Armado (E.060)

Tabla 5.5 Combinaciones a Servicio (E.020)

Combinación	A Servicio
1	D
2	D+L
3	D ± 0.7E

Tabla 5.6 Combinaciones a Rotura (E.060)

Combinación	A Rotura
1	1.4D+1.7L
2	1.25 (D+L) ± E
3	0.9D ± E

5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

Los modelos matemáticos fueron calibrados para alcanzar los periodos obtenidos en la sección 4.2. En la tabla 5.7 se resumen los periodos del primer modo obtenidos del modelo matemático. Se puede observar que existe una buena correlación entre lo obtenido experimentalmente y lo calculado, esto indica que los modelos matemáticos representan el comportamiento esperado de la edificación analizada.

Tabla 5.7 Periodo en segundos del primer modo obtenidos de los modelos matemáticos

Bloque	Dirección X	Dirección Y
C	0.07	0.06
B	0.07	0.06
E	0.27	0.25
G	0.27	0.29
H	0.11	0.09
I	0.33	0.26
IA	0.20	0.37
H1	0.10	0.11
O	0.05	0.06

Los desplazamientos se han obtenido multiplicando los valores obtenidos de los modelos matemáticos por $0.75R$ de acuerdo a lo recomendado por la norma E.030.

Las Tablas 5.8 a 5.16 muestran los desplazamientos y las distorsiones de cada piso y de cada bloque, amplificados de acuerdo a lo indicado.

Tabla 5.8 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque B

Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.18	0.0006	0.19	0.00064

Tabla 5.9 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque C

Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.15	0.0005	0.12	0.0004

Tabla 5.10 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque E

Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	2.9	0.0014	2.7	0.0014
3	2.5	0.0025	2.2	0.0019
2	1.7	0.0031	1.6	0.0021
1	0.7	0.0015	1.0	0.0022

Tabla 5.11 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque G

Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	5.3	0.0027	7.1	0.0035
3	4.5	0.0046	6.0	0.0045
2	3.0	0.0055	4.6	0.0052
1	1.3	0.0030	2.9	0.0068

Tabla 5.12 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque H

Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
2	0.3	0.0005	0.6	0.0008
1	0.2	0.0007	0.3	0.0011

Tabla 5.13 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque I

Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	4.1	0.0019	3.6	0.0020
4	3.5	0.0040	2.9	0.0028
2	2.3	0.0041	2.0	0.0033
1	1.0	0.0022	1.0	0.0022

Tabla 5.14 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque IA

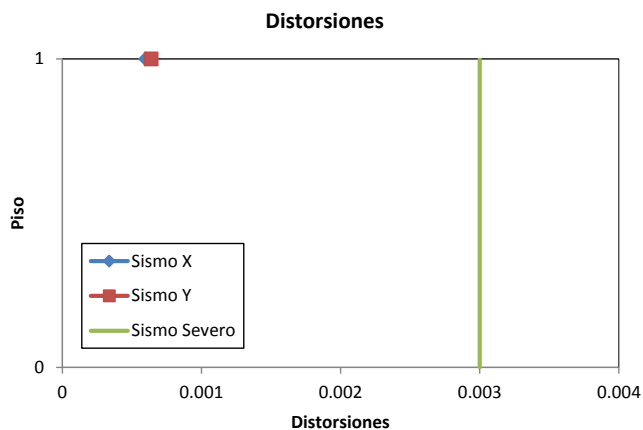
Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	1.6	0.0009	5.2	0.0015
3	1.4	0.0013	4.7	0.0037
2	1.0	0.0013	3.5	0.0031
1	0.5	0.0012	2.6	0.0061

Tabla 5.15 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque H1

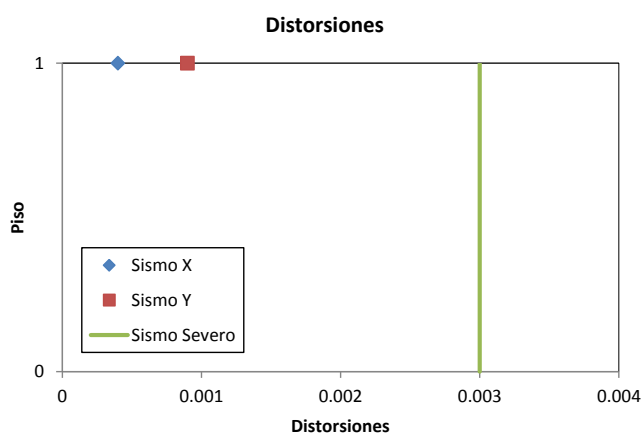
Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
2	0.4	0.0007	0.5	0.0011
1	0.2	0.0007	0.2	0.0006

Tabla 5.16 Desplazamientos (cm) y distorsiones de entrepiso del bloque O

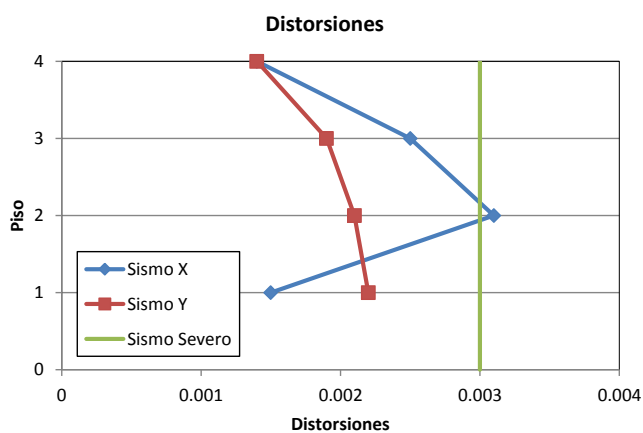
Piso	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.11	0.0004	0.24	0.0009



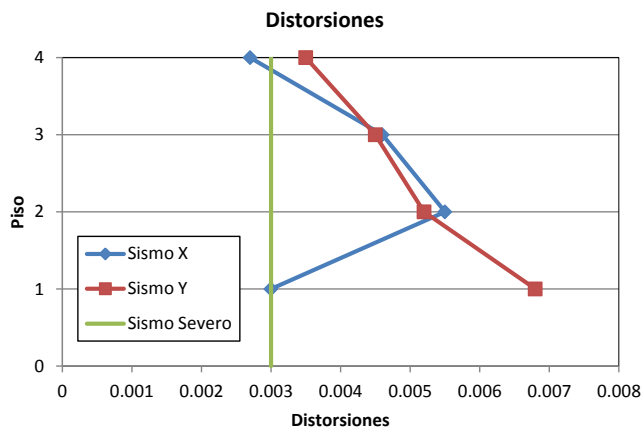
a. Bloque B



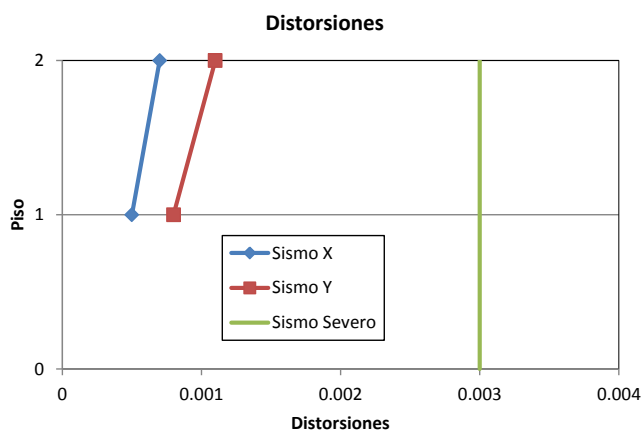
b. Bloque C



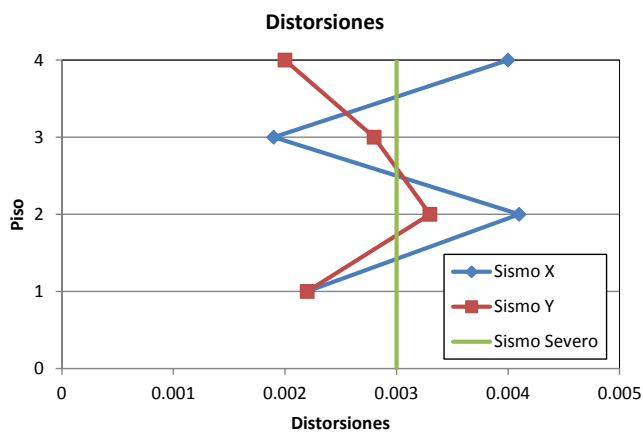
c. Bloque E



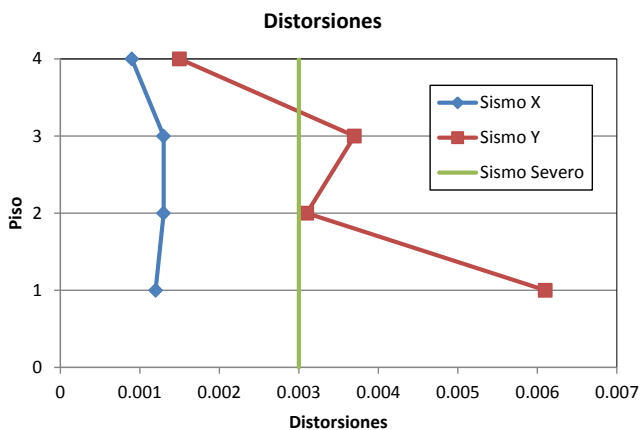
d. Bloque G



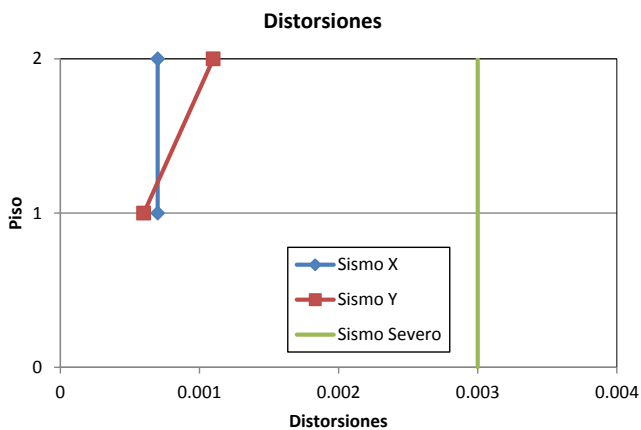
e. Bloque H



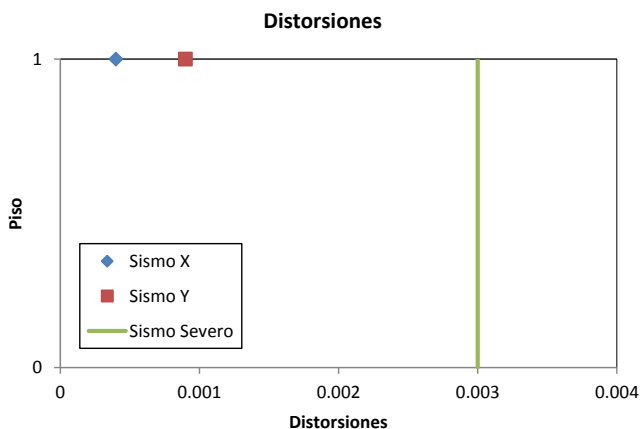
f. Bloque I



g. Bloque IA



h. Bloque H1



i. Bloque O

Fig.5.10 Distorsiones en los bloques para el sismo severo

5.4. Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido

Tradicionalmente la capacidad es sinónimo de resistencia de la estructura, mientras que la respuesta es sinónimo de demanda estructural, de modo que una estimación de la vulnerabilidad estructural puede hacerse mediante la comparación de la demanda contra la resistencia del sistema estructural. Esta estimación indicará la tendencia existente hacia una cuantificación de la seguridad estructural que nos indica si la estructura es segura o insegura frente a una demanda, en base al parámetro de resistencia o capacidad última.

En esta sección se describirá si las capacidades de los muros del primer nivel son capaces de soportar las acciones del sismo moderado.

En las figuras 5.11 a 5.19 muestran las demandas de esfuerzos cortantes en los muros de albañilería.

Empleando la norma E.070 se estimó que el esfuerzo cortante en la albañilería en el primer nivel en promedio es aproximadamente igual a 18t/m^2 . De la comparación con los valores mostrados en las figuras indicadas, se observa que para el sismo moderado se presentarán algunas fallas en los muros de albañilería. Esta afirmación se comprueba con las fisuras que se desarrollaron durante el sismo del año 2007 cuya demanda fue menor al sismo severo esperado.

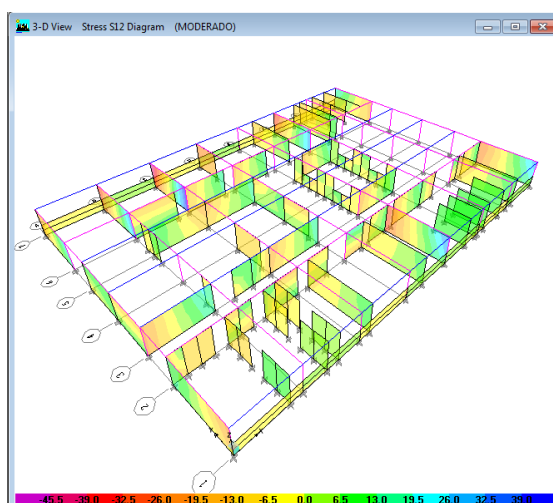


Fig.5.11 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque C

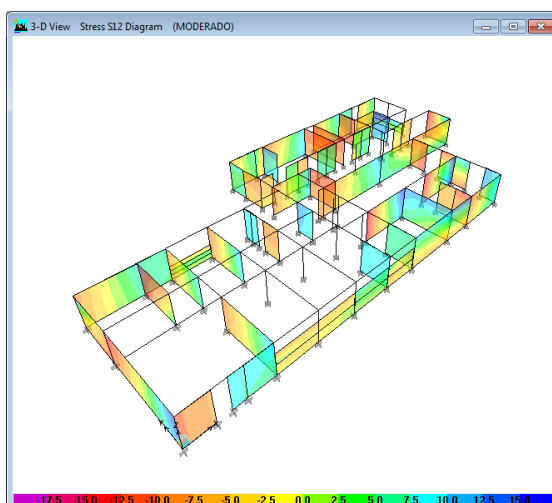


Fig.5.12 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque B

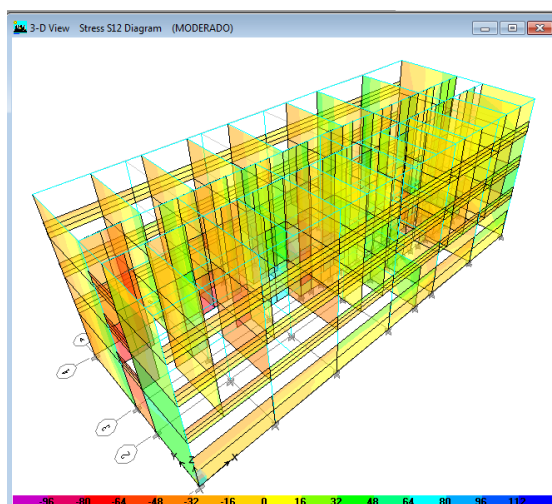


Fig.5.13 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque E

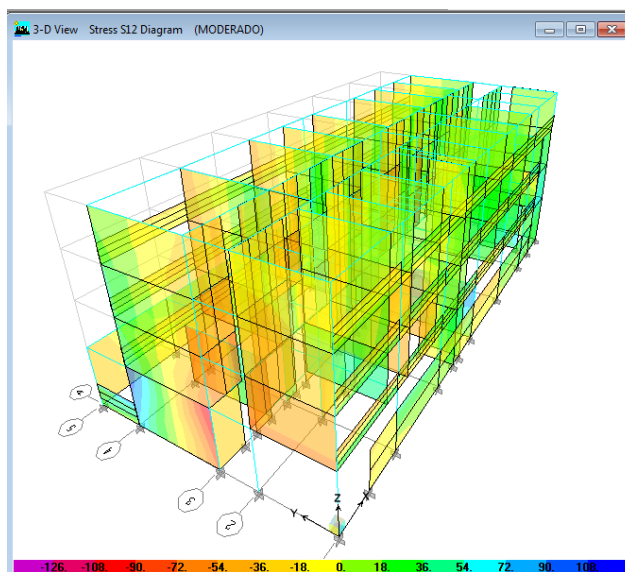


Fig.5.14 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque G

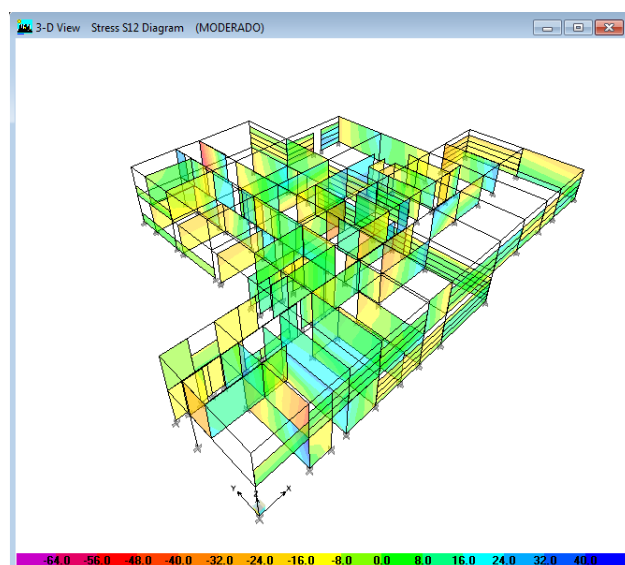


Fig.5.15 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque H

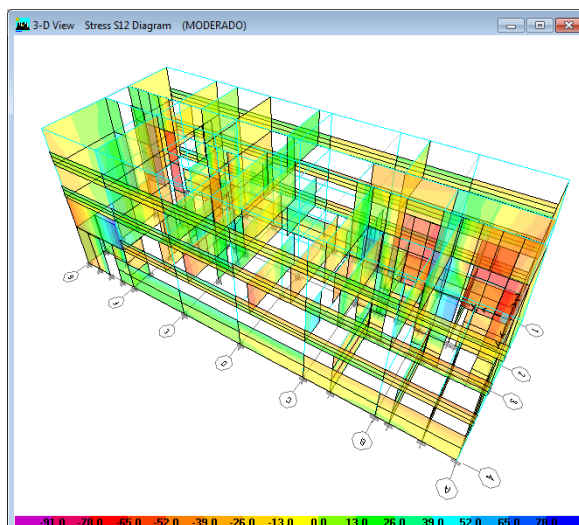


Fig.5.16 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque I

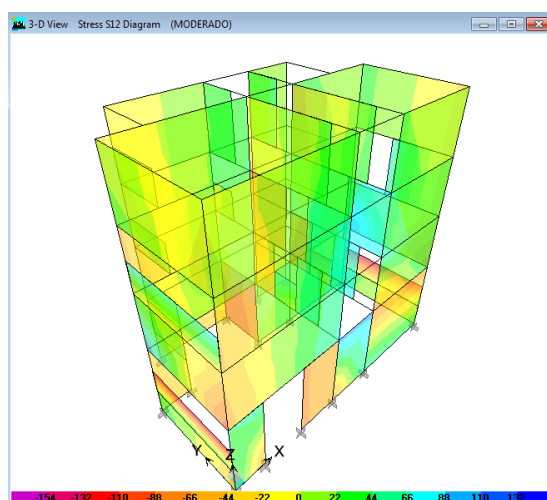


Fig.5.17 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque IA

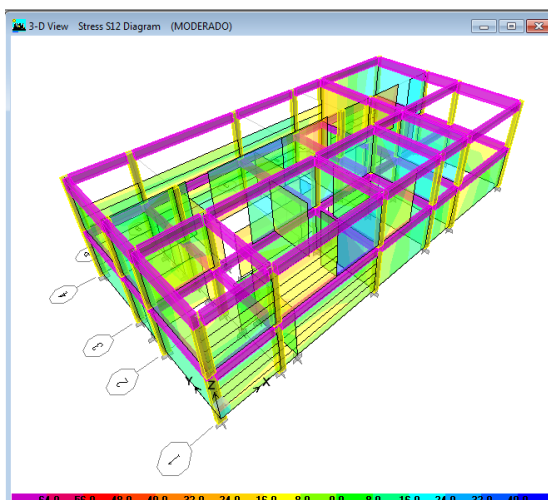


Fig.5.18 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque H1

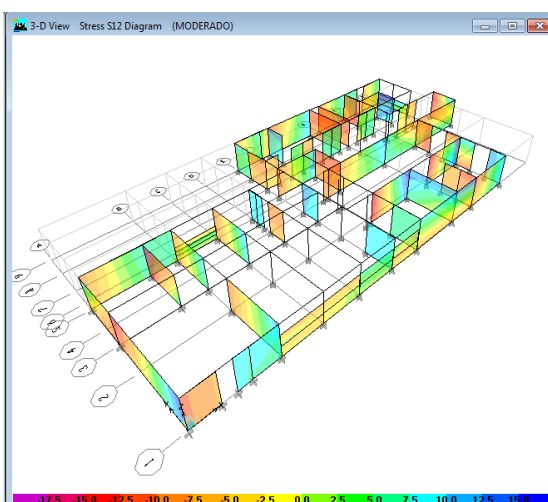


Fig.5.19 Esfuerzos cortantes (t/m^2) en los muros de albañilería en el bloque O

5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura

En las figuras 5.11 a 5.19 se observa que la capacidad a cortante en la base supera a la demanda sísmica severa. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando vanos de pórticos de concreto armado.

Del análisis se observa que en las edificaciones de un nivel la capacidad de resistencia del cortante es mayor que la demanda.

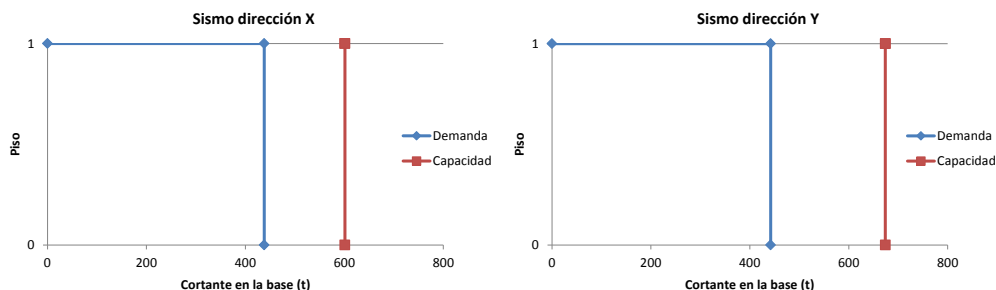


Fig.5.20 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque C

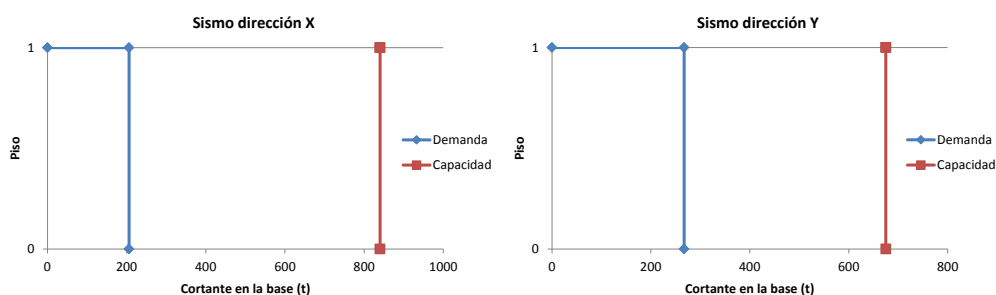


Fig.5.21 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque B

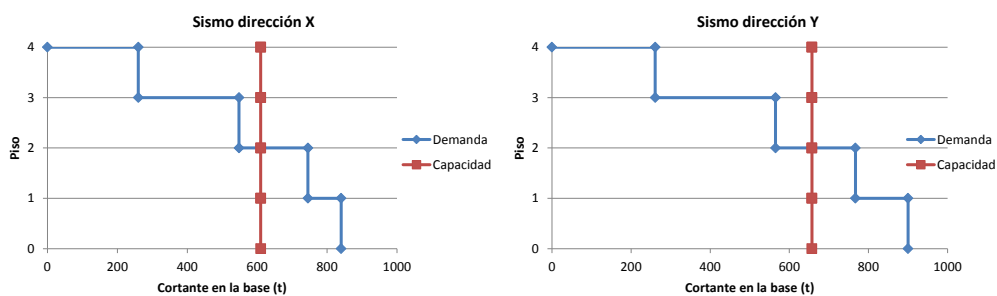


Fig.5.22 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque E

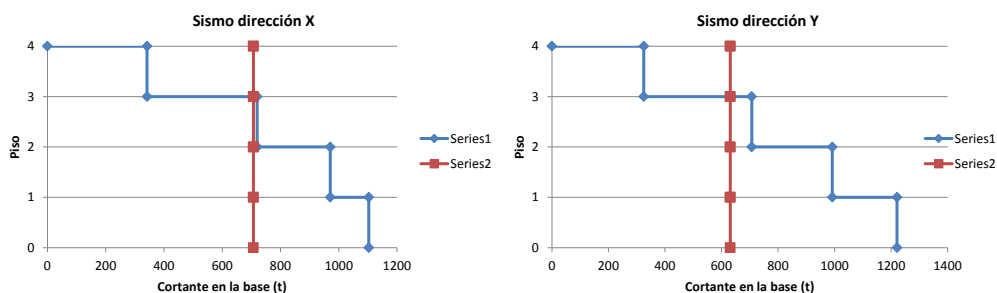


Fig.5.23 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque G

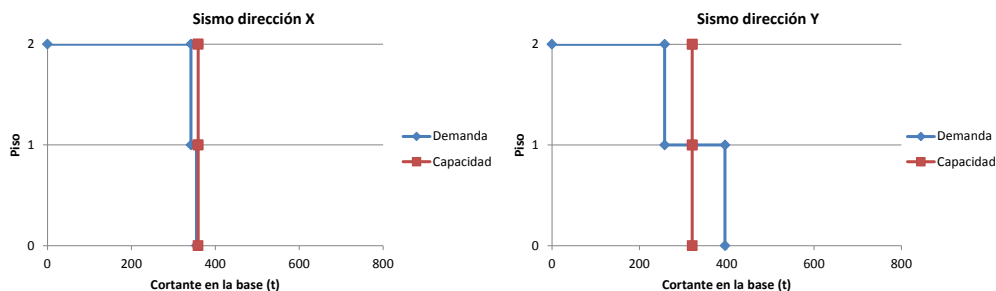


Fig.5.24 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque H

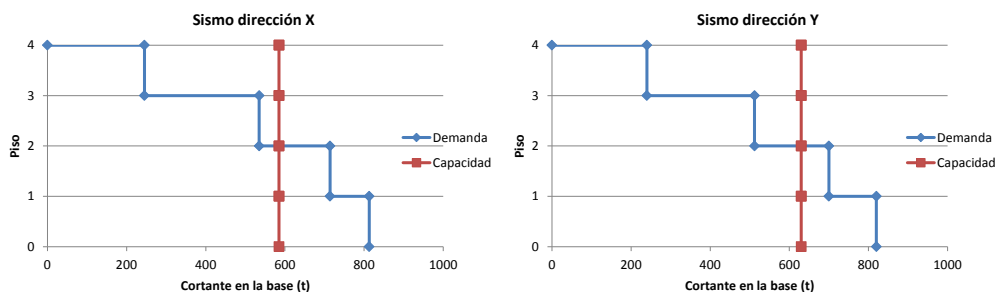


Fig.5.25 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque I

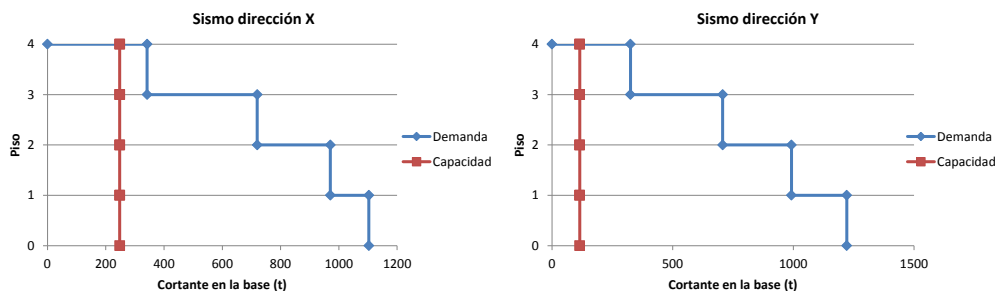


Fig.5.26 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque IA

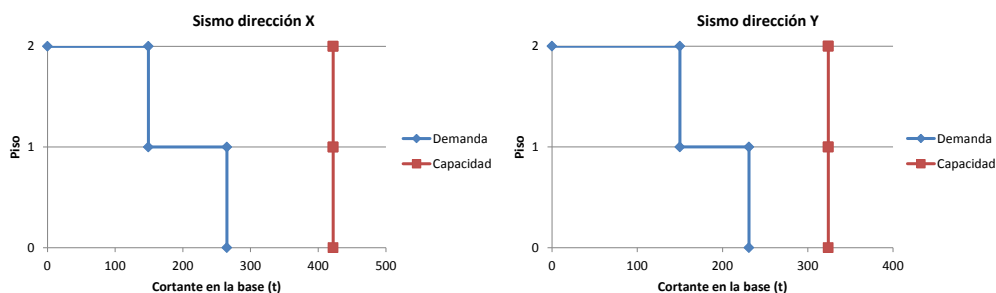


Fig.5.27 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque H1

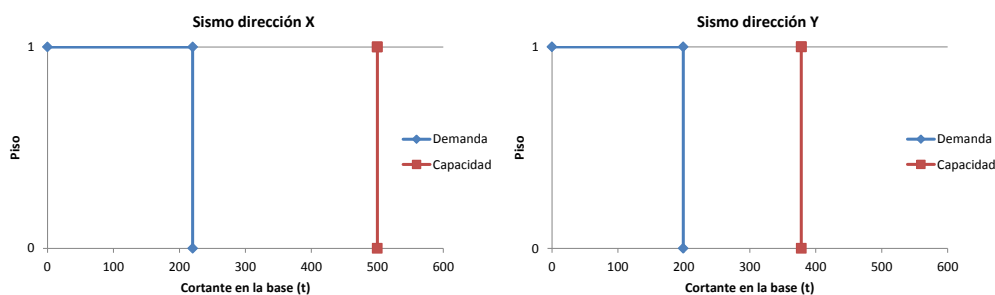


Fig.5.28 Comparación entre los cortantes en la base en el bloque O

5.6. Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud

Para la evaluación del Hospital se han considerado los siguientes criterios:

- Sismo moderado: La resistencia al agrietamiento diagonal de los muros de albañilería y la distorsión de entrepiso máxima igual a 1.5/1000.
- Sismo severo: La distorsión de entrepiso máxima igual a 3/1000

Con base en los resultados obtenidos, se comenta lo siguiente:

- Sismo moderado: La demanda en este nivel de sismo supera la capacidad de los muros de albañilería, produciendo ligeras grietas. En algunos casos dependiendo del deterioro de la albañilería se podrían esperar el colapso de los muros.
- Sismo severo: Los bloques E, G, I e IA (sección 5.3) presentan una distorsión de entrepiso que supera al máximo recomendado (3/1000). En los otros dos bloques, B, C, H, H1 y O, su distorsión es menor.

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

En función a los resultados obtenidos en los estudios estructurales se tendrán distorsiones que podrían generar grietas y/o fisuras, este comportamiento y daño podrían afectar el funcionamiento de los equipos biomédicos, electrónicos, mobiliario, y otros, afectando directamente su uso en la atención asistencial. Luego de los estudios estructurales,

especialmente en las zonas críticas, se presentan distorsiones que afectarán el funcionamiento de los equipos.

Por ello es necesario la acción de proteger el componente no estructural debe ser priorizado con el fin que el Hospital pueda seguir prestando los servicios asistenciales a la población luego de producirse un evento sísmico.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital Nacional Cayetano se encuentra ubicado en la zona Norte de Lima, con una gran extensión de Terreno, está ubicado en la Av. Honorio Delgado 430, Urb. Ingeniería en el distrito de San Martín de Porres, zona de bajo tráfico vehicular y peatonal; con actividad comercial que genera riesgo moderado de alteraciones en las necesidades de salud en caso suceden emergencias con víctimas en masa o desastres.

El frontis y acceso principal del hospital se ubica frente a una avenida por donde circula poca cantidad de público, principalmente aquellos que hacen uso de las áreas comerciales que lo circundan, el público que transita regularmente son pobladores del vecindario y estudiantes de la Universidad Cayetano Heredia.

El acceso exterior al Servicio de Emergencia se da por la av. Honorio Delgado, donde se encuentra el control de ingreso permanente a los pacientes y familiares hacia el resto de áreas del hospital. El ingreso tiende a congestionarse con el ingreso de pacientes y familiares, tanto en vehículos como a pie.

El Hospital cuenta con un área de terreno de aproximadamente 52,055.00 m² y un área total construida de 42,330.00 m², y está conformado por 32 Bloques. Del total de área construida, aproximadamente 35,740.00 m² tienen una antigüedad de 44 años, construcciones que ya han cumplido su vida útil. Sus estructuras son pórticos de concreto armado y albañilería confinada, de 1, 2 y 3 niveles.

La edificación de este Hospital presenta una zonificación no adecuada al uso y acceso de los servicios asistenciales, esta organización espacial ocasiona un cruce de circulación entre el personal asistencial, con pacientes internos y externos, público en general.

Por otro lado, se verificó que muchos de los ambientes no cuentan con vidrios de seguridad, por lo que se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc. En la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad ante sismos de la edificación, hemos tomado en cuenta principalmente, consideraciones respecto a la accesibilidad, tomando en cuenta no solo que este cumpla con las normas relacionadas con personas con discapacidades, sino además como estas pudieran generar problemas en el momento de una evacuación masiva.

Para el análisis respectivo, se agruparon los servicios por agrupaciones de bloques a fin de identificar adecuadamente las zonas vulnerables, a continuación se presenta la zonificación.

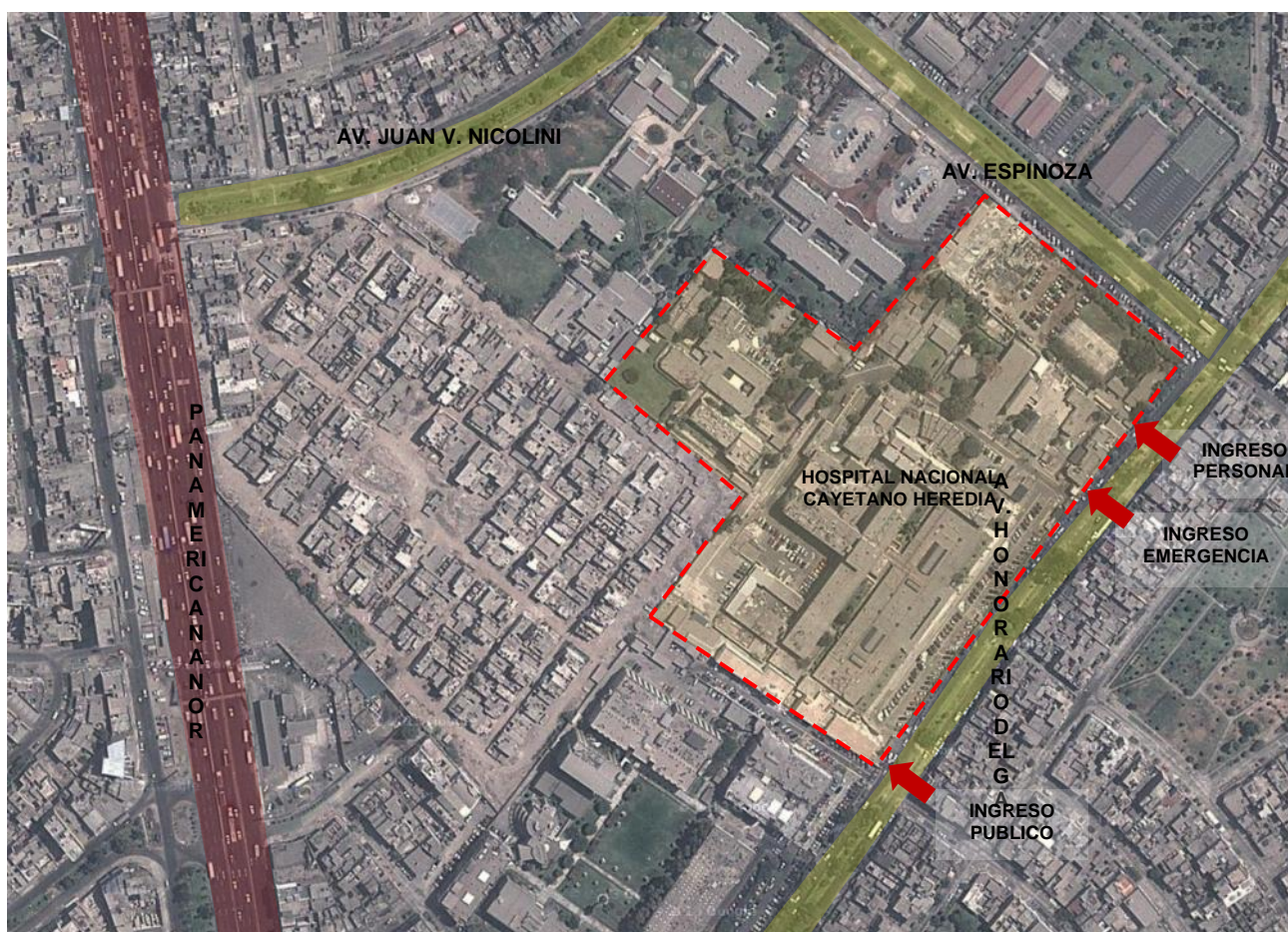


Figura 6.1 Ubicación del Hospital Cayetano Heredia



BLOQUE	SERVICIO
A	Consultas Externas
B	Consultas Externas, Laboratorios y Archivo
C	Consultas Externas, Laboratorios y Ayuda al Diagnóstico-Imágenes
D	Banco de Sangre y Servicio Social
E	Lavandería, Hospitalización, Cirugía A, Medicina A, UCI de Medicina
F	Ascensores, Comedor y Oficinas Administrativas
G	Logística, Almacén General, Hospitalización y Centro Quirúrgico (Area en remodelación)
H	Laboratorio de Patología Clínica, Emergencia Adultos, UCI Pediátrica, Oficinas



	Administrativas (COE)
I	Cocina, Centro Quirúrgico, Hospitalización Pediátrica. Centro Obstétrico, UCI Neonatal
J	Servicios Generales (Casa de Fuerza y Oficinas de Servicios Generales)
L	Administración (Dirección General, Informática y Oficinas)
LL	UPSS de Hemodiálisis, Centro Quirúrgico (Transplante Renal) Centro de Esterilización, Consulta Externa (Odontología y Programa Educativo para Gestantes y Psicoprofilaxia), Hospitalización (Traumatología)
M	UPSS Administración
N	Instituto de Investigación, Farmacia, Oficinas Administrativas de Emergencia y Farmacia, Departamento de Gastroenterología, Almacenes
Ñ	Sub Cafae
O	Emergencia Pediátrica, Sala de Máquinas
P	Casa Cuna y Capilla
Q	UPSS de Medicina Física y Rehabilitación
R	Unidad de Infectología (Enfermedades Tropicales) y Laboratorio
S	Consulta Externa (Dermatología y Procets)
T	Consulta Externa (Psicología, Neurología y Neuropsiquiatría)
U	Psicología y Neurología
V	Farmacia Central
W	Mamis
X	Laboratorios TBC – Auditorio – Sala “R. Patruco W. Gorgas”
Y	Almacén de Residuos Sólidos
Z	Estadística (en construcción)
Z1	Resonancia Magnética y Archivo de Historias Clínicas (en construcción)
Z2	Medicina Física y Rehabilitación (en construcción)

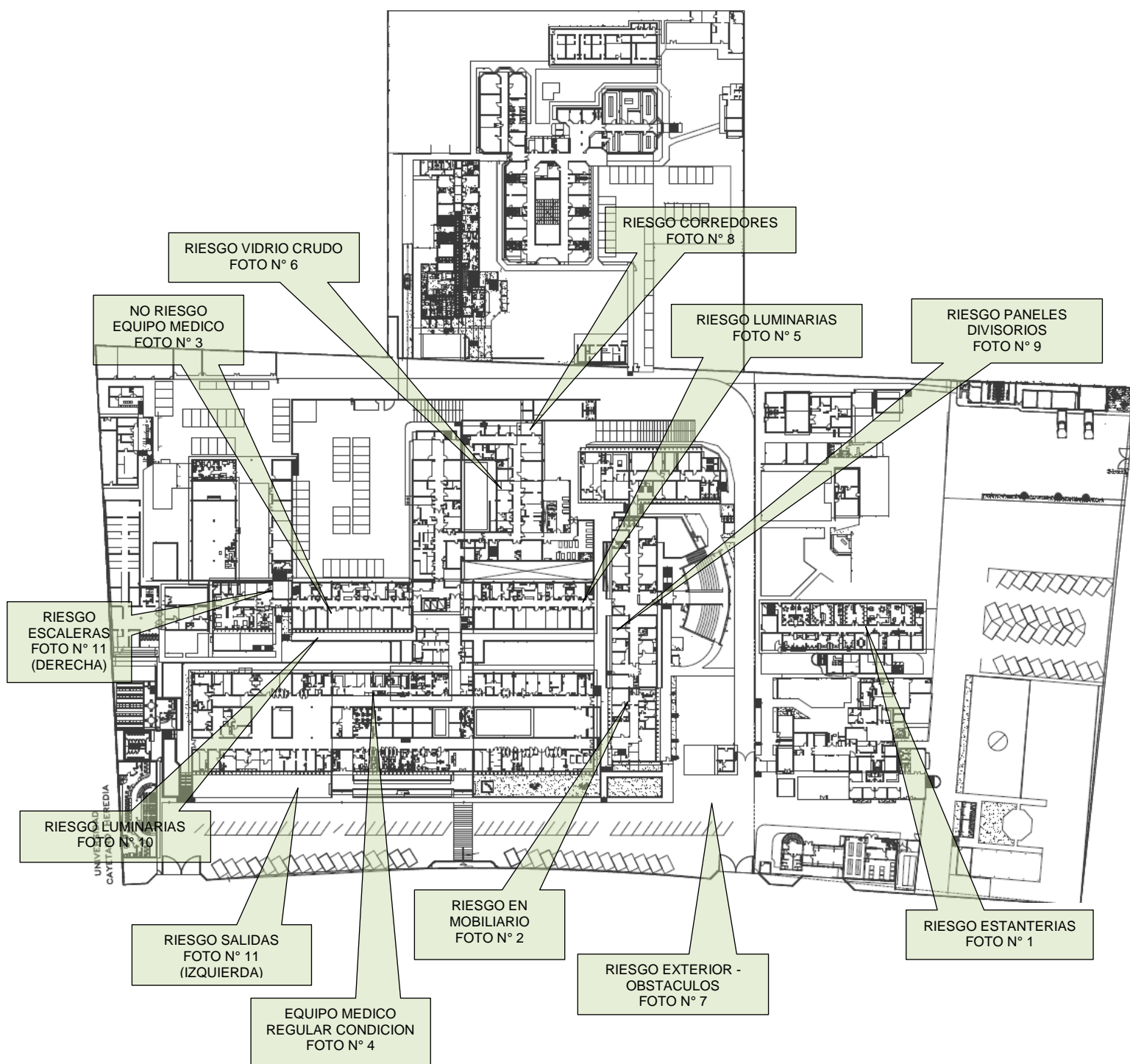




Foto 24: Armario y estanterías no fijados a pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos por no estar asegurados. Asimismo, se aprecia sobrecarga por apilamiento adicional de objetos sobre las estanterías o por cargas que sobrepasan la capacidad máxima del elemento. Existe riesgo inminente ante cualquier caso eventual de sismo.

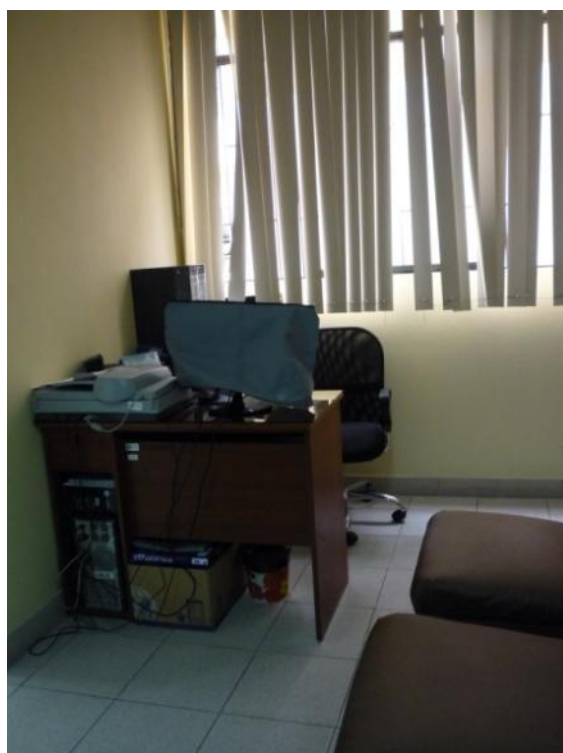


Foto 25: En la mayoría de los casos, los mobiliarios se encuentran en regular estado y no presentan sistema de anclaje o fijación ya que son tipo escritorio sin sistema de ruedas ni frenos, los mismos que tienden a estar muy saturados. Existe riesgo de desplazamiento o volcamiento del mobiliario y contenido colocado sobre éste ante un evento sísmico.



Foto 26: Los equipos se encuentran en buenas condiciones de operatividad, frenados y/o anclados en muros. Por lo que no existe riesgo de desplazamiento del equipo médico ante cualquier caso eventual.

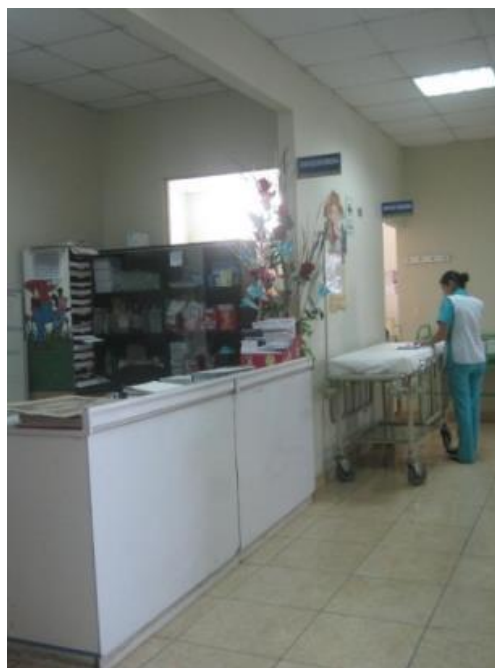


Foto 27: Los equipos médicos de otros servicios se encuentran en regular condiciones, es muy importante el mantenimiento de los mismos. Los corredores tienen camillas que reducen el espacio de circulación a la hora de realizar una evacuación rápida ante un sismo.



Foto 28: Algunos ambientes se encuentran saturados, mientras otros se encuentran sub utilizados, algunas luminarias no cuentan con pantallas de seguridad. Existe riesgo de caída de fluorescentes ante cualquier caso eventual sobre los pacientes y personal médico.



Foto 29: La presencia de grandes vanos y ventanales es materia importante a analizar en el cumplimiento de las normas de seguridad. En la mayoría de los ambientes, es notoria la presencia del uso de vidrio crudo. Existe riesgo de que los vidrios se rompan ante cualquier evento sísmico.



Foto 30: Las circulaciones externas deben encontrarse libre de obstáculos o de cualquier elemento cobertor o publicitario, la presencia de estos elementos provocaría un siniestro en casos de no estar sujetos debidamente.



Foto 31: Las circulaciones internas no cuenta con señalética debidamente exhibida, a ello se suma, la presencia de mobiliario o equipamiento ubicado en la circulación obstruyendo el paso y salidas en casos imprevistos.



Foto 32: Los paneles divisorios existentes son de material prefabricado, también son elementos importantes a considerar en la vulnerabilidad en casos de sismo. Los existentes se encuentran en regular estado de conservación, con vidrios crudos que pueden afectar las rutas de evacuación.



Foto 33: En ambientes y corredores internos no todas las luminarias cuentan con la bandeja de seguridad. En la parte externa, además de la falta de luminarias, en algunos casos, falta colocar los cintillos de seguridad. Existe riesgo de caída de los fluorescentes y podría provocar daños y lastimar a los pacientes, personal médico y técnico ante cualquier caso eventual de sismo.



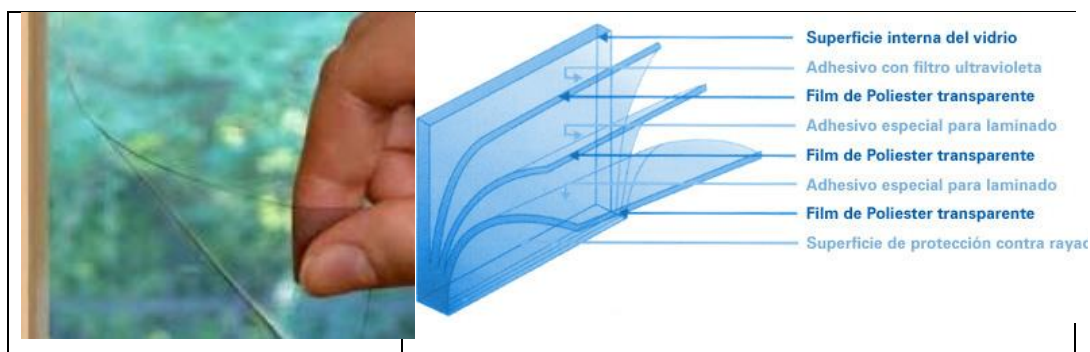
Foto 34: Izquierda: En el exterior se presencia camillas que obstaculizan los espacios de evacuación ante cualquier evento de movimiento sísmico. Derecha: Escaleras que no cuentan con bordes antideslizantes para evitar caídas o tropiezos cuando se dé un movimiento sísmico.

6.3. Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales

Las medidas aplicables de mitigación, eficaces en muchos casos, para mejorar los elementos no estructurales, son recomendables las siguientes:

- Remoción, corresponde a alejar materiales peligrosos o retirar revestimientos vulnerables
- Reubicación, elegir sitios seguros para equipos pesados o materiales peligrosos.
- Restricción en la movilización de equipos, sujetar al piso cilindros de gas Anclaje, es la medida de mayor aplicación, se asegura con pernos o cables los equipos pesados para evitar que caigan o se deslicen.
- Acoples flexibles, emplear tuberías flexibles en las uniones con edificios
- Soportes, son aplicados en muchos casos, consiste en aplicar sujetadores a equipos ligeros desprendibles.
- Sustitución, remplazar materiales de riesgo por otros que no representen peligro sísmico, como suplir en techos el material de teja por cubiertas livianas.

- Modificación, algunas veces es posible modificar un objeto que represente un peligro sísmico, incluye colocar recubrimientos plásticos a vidrios y materiales frágiles.
- Aislamiento, es útil para pequeños objetos sueltos. Colocar paneles laterales a estantes y puertas
- Refuerzo, colocar mallas de alambres o recubrimientos a muros vulnerables.
- Redundancia, almacenar medicamentos e insumos de reserva en sitios aislados.
- Respuesta rápida y reparación, almacenar suministros y herramientas en sitios accesibles y seguros que permitan su rápida utilización en emergencias.
- Considerar la protección de los vidrios con láminas de seguridad o cambio a vidrios templados ó laminados en las áreas de circulación, escaleras y rutas de evacuación.



- **Figura 6.2.** Vidrios se pueden laminar con láminas de seguridad.

Se describe propuestas viables para mitigar las deficiencias encontradas, detectadas durante la inspección., revisión de las instalaciones del establecimiento, las recomendaciones técnicas, operativas, tendientes a corregir o mejorar la situación y condición actual encontradas mediante, Remoción, Reubicación, Anclaje, Movilización restringida, Acoples flexibles, Soportes, Sustitución, Modificación, Aislamiento, Refuerzo, Redundancia, Respuesta rápida y preparación.

1.- **La remoción.** Sería la alternativa más conveniente de mitigación de muchos casos. Por ejemplo, un material peligroso que pudiera derramarse se puede almacenar perfectamente fuera de los predios.

2.- **La reubicación.** Reduciría el peligro en muchos casos. Por ejemplo, un objeto muy pesado encima de un estante podría caer y causar heridas o averías causando grandes pérdidas. Si se reubica en un estante a nivel del piso no



representaría peligro para las vidas humanas ni para la propiedad. Igualmente, sería mejor guardar una botella con un líquido peligroso a nivel del piso, si es posible.

3.- La restricción en la movilización, de ciertos objetos, tales como cilindros de gas y generadores de electricidad, es una buena medida. No importa que los cilindros se muevan un poco mientras no cargan y se rompan sus válvulas liberando su contenido a altas presiones. En ocasiones se desea montar los generadores de potencia alterna sobre resortes para reducir el ruido y las vibraciones cuando estén operando, pero los resortes amplificarían los temblores de tierra. Por lo tanto, deberían colocarse soportes de restricción o cadenas alrededor de estos resortes de montaje para evitar que el generador salte de su puesto o sea derribado.

4.- El anclaje. Es la medida de mayor aplicación, Es buena idea asegurar con pernos, utilizar cables, de amarre o de otro manera evitar que piezas de valor o de tamaño considerable caigan o se deslicen. Entre más pesado sea el objeto más factible es que se mueva debido a las fuerzas de inercia que entran en juego. Un buen ejemplo sería un calentador de agua, posiblemente habrá varios en un hospital. Son pesados, se caen fácilmente y pueden romper una línea principal de agua además de la línea de electricidad o combustible, constituyendo un peligro de incendio o de inundación. La solución simple es utilizar una cinta metálica para asegurar la parte inferior y superior del calentador contra un muro firme u otro soporte.

5.- Los acoples flexibles. Deben ser usados entre edificios y tanques exteriores, entre diferentes partes separadas del mismo edificio y entre edificios. Estos se utilizan puesto que los objetos diferentes, separados se moverán cada uno independientemente como respuesta a un terremoto.

6.- Soportes. Son apropiados en muchos casos. Por ejemplo, los cielos rasos por lo general están colgados de cables que tan solo resisten a fuerza de la gravedad. Al someterse a la multitud de fuerzas horizontales y de torsión que resultan de un terremoto, caen fácilmente.

7.- La sustitución por algo que no represente un peligro sísmico es lo correcto en algunas situaciones por ejemplo, un pesado techo de teja no solo hace pesada la cubierta de un edificio, sino más susceptible al movimiento del terreno en un terremoto, las tejas individuales tienden a desprenderse creando peligro para la gente y los objetos debajo. Una solución sería el cambio por una cubierta más liviana y más segura.

8.- Modificación. Algunas veces es posible modificar un objeto que represente un peligro sísmico. Por ejemplo, los movimientos de la tierra retuercen y contorsionan un edificio, el vidrio rígido de sus ventanas puede romperse violentamente lanzando espadas afiladas de vidrio contra los ocupantes. Es posible adquirir rollos de plástico transparente para cubrir las superficies internas y evitar que se rompan y amenacen a los que están dentro. El plástico es invisible y modifica el potencial de la ventana de vidrio de producir lesiones.

9.- El Aislamiento. Es útil para pequeños objetos sueltos. Por ejemplo, si se colocan paneles laterales en estantes abiertos o puertas son pestillos en los gabinetes, su contenido quedará aislado y probablemente no será arrojado por el recinto en caso de un terremoto.

10.- Redundancia. Los planes de respuesta a emergencia con existencias adicionales constituyen una buena idea. Es posible almacenar cantidades adicionales de ciertos productos en cajas en lugares que serán accesibles luego de un terremoto.

11.- La rápida respuesta y reparación. Es una metodología de mitigación empleada algunas veces no es posible hacer algo para evitar la ruptura de una línea en un sitio dado, entonces se almacenan repuestos cerca y se hacen los arreglos necesarios para entrar rápidamente a la zona en caso de ruptura de la línea durante un terremoto. Se debe tener a mano en un hospital piezas de gasfitería, electricidad y demás, junto con las herramientas apropiadas, de manera que si algo se daña, puede arreglarse fácilmente.

7. LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA

7.1. Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo

7.1.1. Instalaciones Sanitarias

Las vulnerabilidades de las instalaciones sanitarias del hospital Cayetano Heredia ante la presencia de un sismo severo son las siguientes:

- En la sala de máquinas la tubería de impulsión de F⁰G⁰ se encuentra corroída en varios tramos.
- De las 2 bombas para impulsar el agua al tanque elevado una se encuentra fuera de servicio.
- De las 2 bombas para impulsar el agua al tanque hidroneumático una se encuentra fuera de servicio.

- El sistema de agua contra incendio es parcial y no cuenta con rociadores
- Falta anclaje en el T.H. de la cisterna de la residencia.
- Algunos sectores de las redes generales de agua y desagüe han colapsado por deterioro de las tuberías que han cumplido su vida útil.



Foto 1 Sala de maquina donde se alojan las bombas y equipos de ablandamiento.



Foto 2 Algunas válvulas requieren reemplazo en la sala de máquinas.



Foto 3 Bombas sin uniones flexibles en la succión. Carencia de bomba Jockey en sistema contra incendio.



Foto 4 Cisterna principal sin conexión flexible de las líneas de agua.



Foto 5 Válvula de ingreso de agua a la intemperie y tapa de registro no sanitaria.



Foto 6 Válvula de interconexión a la intemperie, pases no rigidizados de la succión con la pared de la sala de máquinas.



Foto 7 Válvula expuesta a la corrosión por riego de jardines sin caja de protección y sin uniones flexibles.



Foto 8 Cobertura de la cisterna deteriorada.



Foto 9 Caja de válvulas que permite recibir agua desde el exterior en caso de corte de suministro de la red pública.

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

Cuenta con dos sub estaciones tipo convencional de propiedad de EDELNOR, de capacidad de 500 KVA cada uno, para un nivel de tensión de 10 KV, ubicado en un ambiente separado del hospital, el cual alimenta vía subterránea a la SSEE A, con una potencia utilizada de 60%, aproximadamente, ambas SSEE alimentan las instalaciones eléctricas del hospital, ambas cuentan con sus tableros eléctricos respectivos.

El Hospital cuenta con un nuevo Generador eléctrico instalado en un ambiente con aislamiento térmico de Capacidad de 311 KW que se

encuentran ubicado al ingreso del hospital separado de la edificación, se encuentra en estado operativo y alimenta las áreas críticas.

Cuenta con una fuente alternativa el G.E. capaz de suministrar energía eléctrica de forma permanente por un periodo de 72 horas en las áreas críticas. En lo que respecta a reserva de combustible, cuentan con su tanque diario a su vez cuentan con cuatro tanques de almacenamiento de capacidad total de 8,700 gls.

El G.E. recibe mantenimiento programado y el generador se encuentra operativo. El Tablero eléctrico principal cuenta con las llaves adecuadas, en cambio los subtableros, se debe plantear un cambio y si se tendrían que complementar con llaves protección de vida entre otras, así como, identificar circuitos y verificar sistemas de aterramiento, en cuanto a instalaciones eléctricas existen cables expuestos, así como se ha efectuado instalaciones provisionales que es necesario eliminarlas y/o aplicar las normas del Código Nacional de Electricidad

Cuenta con Lámparas de emergencia con baterías como prevención. Protección adecuada de fenómenos naturales. Existe riesgos, ante posibles inundaciones por encontrarse la sala de maquinas y equipos en el sótano.

Los medios de sujeción y/o anclajes se encuentran en estado regular. Conexiones con tuberías de combustible son las apropiadas.

Riesgo de obstrucción de las salidas ante desplazamiento, no existe. Se encuentra ubicado en lugar seguro

En cuanto a sistemas de iluminación en áreas críticas y rutas de evacuación se encuentran en estado regular aceptable, encontrándose algunos equipos que requieren una sujeción adecuada, para darles seguridad durante sismos.



Foto 10. G.E. encapsulado de 750 KVA con tablero eléctrico nuevo.



Foto 11. Tablero eléctrico en malas Condiciones.



Foto 12. Instalaciones eléctricas en mal estado.



Foto 13. Instalaciones en pésimas condiciones eléctricas.

7.1.3. Instalaciones Mecánicas

El hospital tiene cuatro Depósitos de combustible (diesel) de capacidad de 2500 gls (2), 1800gls y 1900gls, en total 8700gls. Ubicado en el área de mantenimiento, por los estacionamientos, encuentra señalizado y tiene capacidad suficiente para abastecer un mínimo de 5 días, que se encuentran a una distancia que no afecten la seguridad del establecimiento por los elementos inflamables, no cuenta con sistemas contraincendios.



Foto 14. Ubicación de tanques de Combustible soterrado.



Foto 15. Instalaciones mecánicas

7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

Sistemas de calefacción, ventilación aire acondicionado, agua caliente, vapor.

Los equipos ductos tuberías deben ser asegurados, se verifica que los anclajes de los equipos deben ser fijados en forma adecuada.

Los sistemas de aire acondicionado, ventilación mecánica y extractores de aire, funcionan independientemente destinados como propio para cada

servicio. Se verifica que los equipos de aire acondicionado no está expuesto a inundaciones, algunos equipos de ventilación como la campana extractora se encuentran inoperativos, originando problemas en el funcionamiento del servicio.



Foto 16. Ductos de ventilación deben ser asegurados.



Foto 17. Campana extractora sin funcionar.

Los calderos se ubican en la casa de fuerza en este mismo ambiente se encuentra el ablandador de agua, el calentador de agua.

Las redes de vapor el cabecero y en algunos tramos no tiene protección térmica necesaria por lo que es posible la perdida de calor. Los calderos 02, de 150 bhp y 01 de 100 bhp, cuentan con su propio panel de control y se encuentran en regulares condiciones por ser uno de ellos relativamente nuevo, en cuanto al sistema eléctrico existe riesgo de sobrecalentamiento o cortocircuitos en los tableros eléctricos

Los componentes de estos sistemas se encuentran en estado regular como son conductos, tuberías cables, las válvulas de seguridad funcionan adecuadamente.

Los equipos reciben mantenimiento periódico.



Foto 18. Caldero relativamente nuevo, con cabecero incluido.



Foto 19. Tuberías en mal estado sin aislamiento térmico.

7.1.5. Instalaciones Especiales

Gases medicinales (oxígeno)

Existe una central de Oxígeno a campo abierto, ubicado cerca a la playa de estacionamiento, tiene una capacidad de 10000 m³, actualmente trabaja como una central tercerizada a favor de Concesionario del gas, quien es la que provee y controla la distribución de Oxígeno Medicinal a los servicios críticos.

El ambiente está debidamente señalizado y cuenta con sistema contraincendios a través de un extintor.

La capacidad del tanque Criogénico de oxígeno tiene capacidad garantizada el aprovisionamiento de gases medicinales es suficiente para cubrir 3 días de abastecimiento como mínimo.

Los gases medicinales no cuentan con medios de sujeción apropiados.

La central de Vacío se encuentra en mal estado, con fugas de agua y deterioro en general, con riesgo de contaminación latente

Gases están en zona segura, ubicado en el patio de maniobras de la edificación, en lugares aislados fuera de posibles explosiones



Foto 20. Tanque criogénico.



Foto 21. Central de vacío en mal estado.

7.1.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Sistema de telecomunicaciones.

Sistemas de comunicación se encuentran operativos.

Comunicación Interna: sistema de perifoneo altavoces, intercomunicadores central telefónica, computadoras en red, estado de cables deben ser protegidos se encuentran deteriorados por estar expuestos.

Comunicación Externa: internet radiocomunicación se encuentra operativa. Cuenta con sistema alternativo de energía del grupo electrógeno por estar conectado a emergencia para los servicios de radio

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

1. Cambiar las redes generales de agua y desagüe que se encuentran deterioradas.
2. La línea de impulsión al tanque elevado deberá ser reemplazada.
3. Se deben reemplazar las válvulas no operativas.
4. En la sala de máquinas se debe instalar uniones flexibles en el árbol de descarga de cada una de las líneas de impulsión.
5. Las conexiones de ingreso y salida en el reservorio elevado deberán ser cambiados y adecuados con uniones flexibles.
6. En la sala de máquinas se debe instalar las bombas faltantes.
7. Se deberá incrementar el volumen de almacenamiento del hospital.

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

	1.1 SISTEMA ELECTRICO	RECOMENDACIONES
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Se debe realizar el mejoramiento de instalaciones eléctricas, ordenando técnicamente así como protegiendo y no tener cables expuestos instalar de acuerdo a norma del CNE
	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia
	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	realizar mejoramiento y/o cambio de tableros eléctricos en áreas críticas implementar con llave protección de vida, realizar mantenimiento y Levantar protocolos de medición de pozos a tierra para un mejor control de sobrecargas
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. urgencias, UCI, quirófano etc.	algunos equipos de iluminación requieren sujeción y/o aseguramiento de lámparas de iluminación en las rutas indicadas
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	La SS EE requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

7.2.3. Instalaciones Mecánicas

N°	1.3 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (GAS, GASOLINA O DIESEL):	RECOMENDACIONES
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	realizar mantenimiento en el sistema equipos, válvulas, y redes

7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

N°	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS	RECOMENDACIONES
	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Implementar de juntas de expansión en las tuberías donde existan juntas de dilatación. Asegurar los soportes en los ductos horizontales y verticales
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas.	realizar mantenimiento y/o cambio ductos, juntas y compuertas por antigüedad del hospital

7.2.5. Instalaciones Especiales

	SISTEMA DE GASES MEDICINALES O₂	RECOMENDACIONES
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	asegurar con banda de sujeción balones de O ₂
	Ubicación apropiada de los recintos.	Labores de mantenimiento de los recintos la central
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	instalar cadenas de sujeción en ubicaciones de balones de O ₂
	Seguridad apropiada de los recintos.	Labores de mantenimiento de la central y asegurar los balones

7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

N°	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	RECOMENDACIONES
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables).	Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno.	Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.
	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	habilitar ambiente apropiado para comunicaciones para manejo de emergencias en desastres.
	Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	circuito de energía debe estar conectado a los circuitos de emergencia.

8. VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL

8.1. Contexto del problema

La amenaza sísmica y la salud

Se ha trabajado con la hipótesis de ocurrencia de un sismo tsunamigénico de magnitud 8, con epicentro frente al litoral central, cuyas intensidades en Lima alcanzarían a VIII en la Escala Mercalli Modificada (INDECI-PREDES. Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. Lima, 2009). Sus efectos podrían destruir o inhabilitar medio millón de viviendas y ocasionar unas 50 mil muertes y 50 mil a 686 mil heridos, un 10 a 20% de ellos tendría lesiones graves que requerirían atención hospitalaria de alta complejidad. Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

El colapso estructural arrastrará al colapso funcional

El hospital tiene que funcionar como un todo, ejecutar procedimientos médicos requiere ambientes adecuados, equipamientos, insumos, líneas vitales y, sobre todo, personas. Si el impacto merma sus recursos el factor humano será fundamental para sostener algunas funciones. La reducción del riesgo y preparación son pilares de la seguridad hospitalaria ante emergencias masivas y desastres. Hay que fortalecer y ejercitar esa capacidad de recuperación inmediata aunando recursos, procedimientos y voluntades.

Todo lo que funciona puede fallar.

En los hospitales de alta complejidad convergen unas 300 diferentes tareas desempeñadas por personal con diversa preparación. La máxima exigencia operativa se produce cuando un desastre intempestivo incrementa grandemente la demanda y reduce la oferta por daños en la estructura y las funciones del establecimiento. El estado de crisis requiere el esfuerzo máximo y concordado de sus miembros y de la red de emergencias y el sistema de servicios de salud.

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

- *Disponibilidad de recursos:* lo necesario para poder cumplir los procedimientos.

- *Competencias técnicas:* en varios niveles:
 - *Personales:* cognitivas, procedimentales, ético-sociales,
 - *Institucionales:* organización, gestión, cadenas logísticas, normas,
 - *Sistemas y redes de servicios:* comando, planificación, concertación,
- *Disposición:* compromiso de las personas con el objetivo y su responsabilidad laboral.

Las metas de este estudio

El motivo de este estudio es estimar las condiciones funcionales actuales con que los servicios críticos del hospital (Emergencia, sala de operaciones, esterilización, UCI, postoperatorio, laboratorios, radiología, banco de sangre) enfrentarían un desastre sísmico e identificar los eslabones vulnerables para su intervención oportuna. El propósito es mantener la capacidad resolutive de los servicios, del establecimiento y de la red o el sistema durante la etapa de emergencia.

La *disponibilidad* de recursos, aunque varía en el tiempo y el establecimiento, está normada, y se ha sopesado en este estudio a través del Índice de Seguridad Hospitalaria, ISH de OPS/OMS.

Las *competencias de los profesionales de salud* son impartidas en su formación universitaria y recertificadas periódicamente por los colegios profesionales. Las competencias institucionales en materia de desastres son evaluadas por la autoridad competente (OGDN-MINSA, INDECI), las competencias de las redes y sistemas son responsabilidad del sector salud y gobiernos regionales y central.

La *disposición* de las personas es difícil de mensurar pero puede inferirse por su compromiso habitual y su participación en los preparativos para desastre, ejercicios, simulacros y capacitación.

El tiempo asignado para este trabajo ha limitado la obtención y cotejo de información de estos establecimientos públicos de salud, pero la indagación debe continuar a cargo de las autoridades hospitalarias quienes deben gestionar las propuestas que consideren pertinentes. Para viabilizar el estudio y dar solidez al análisis se convocó a un grupo de

experimentados especialistas en Medicina de Emergencias y Desastres, los doctores: Daniel Alfaro Basso, José Untama Medina, Abel García Villafuerte, Rolando Vásquez Alva, Carlos Malpica Coronado, Luis Loro Chero y William Rojas, quienes, en reuniones semanales con los suscritos y la Dra. María Teresa Chincaro, Emergencióloga de la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud, actuaron como Comité Experto para concordar las puntuaciones y consolidar los resultados.

Se debe enfatizar, una vez más en que, el desastre no es un problema aislado del sector salud, es un problema social y es el Estado el responsable de la salud y la seguridad de la ciudadanía y, asimismo, los procesos asistenciales no se rigen por leyes exactas, son por el contrario influidos por multitud de factores, algunos incluso circunstanciales (horas y días de la semana, etc.), de ahí su variabilidad.

8.2. Análisis Situacional del Hospital

El documento de Análisis Situacional de Salud 2012 del HNCH (ASIS 2012) refiere lo siguiente: es un hospital de categoría III-1, de referencia nacional. Atiende a la población del Cono Norte (Rímac, San Martín de Porres, Independencia, Los Olivos, Comas, Puente Piedra, Carabayllo, Santa Rosa y Ancón), con cerca de 2,5 millones de habitantes.



Fig. 8.1 Distritos del Cono norte. Fuente: Oficina de epidemiología y salud del HNCH.

Tiene infraestructura con 43 años de antigüedad que se encuentra deteriorada y con altos índices de vulnerabilidad tanto estructural como no estructural, con un crecimiento arquitectónico desordenado y baja optimización de sus áreas; la gestión clínica dispone de escasa tecnología de información e insuficiente tecnología para la resolución de enfermedades de alta complejidad. Los problemas priorizados son:

1. Alta Morbi-mortalidad materno y neonatal, con prioridad en la población más vulnerable que acude al hospital.
2. Desnutrición crónica en menores de 5 años, con énfasis en la población de pobreza y extrema pobreza que acude al hospital.
3. Incremento de las enfermedades no transmisibles y crónicas degenerativas.
4. Presencia constante de las enfermedades transmisibles, con énfasis en la población más vulnerable.
5. Alto riesgo por amenaza de daños a la salud por factores externos.
6. Insatisfacción del usuario externo.
7. Baja complejidad resolutive y de gestión en los servicios de salud, con relación al a categoría de un establecimiento de salud de nivel III.
8. Limitado desarrollo del recurso humano en todas sus dimensiones.
9. Limitada gestión económica financiera en el hospital.

El HNCH en el 2011 dio 433,882 atenciones de consulta externa, 66,954 atenciones de Emergencia, siendo las de medicina 39.1% del total (el tiempo de permanencia por cama fluctúa entre 1.1 y 4 días, explicándolo por procesos de atención inadecuados o número insuficiente de camas en hospitalización. El comportamiento de las camas en Emergencia es el de una hospitalización. El Centro Quirúrgico realizó 8,183 intervenciones de cirugía mayor, de las cuales la mitad son cirugías de Emergencia (Pg. 91).

La morbilidad general de Emergencia corresponde al 25.54% del total de morbilidad del hospital. Las principales morbilidades son: dolor abdominal, heridas en la cabeza, rinofaringitis, estado asmático y diarrea con gastroenteritis; los traumatismos suman 11.25% del total (Pg.112).

8.3. Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013

Las áreas críticas del hospital (servicios indispensables para la atención de emergencias y pacientes graves) estudiadas son las siguientes:

- Servicio de Emergencia
- Centro Quirúrgico
- Unidad de Cuidados Intensivos
- Hospitalización postoperatoria
- Laboratorio
- Radiología e imágenes
- Banco de sangre

El elevado riesgo sísmico del litoral central obliga a plantear tres preguntas:

1. ¿Con qué capacidad instalada se enfrentarían ahora las áreas críticas del hospital a un terremoto destructor grado 8 Richter, cuál es su nivel de organización y su actual vulnerabilidad, y cuál podría ser su capacidad operativa tras el impacto?
2. Si el hospital sufre daños importantes por el terremoto: ¿cuál es la capacidad actual disponible de sus áreas críticas para recuperar su funcionalidad en el post impacto inmediato?
3. Si los daños en el hospital lo ponen fuera de servicio: ¿Se dispone de capacidad para evacuación masiva de pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud?

Para atender estos cuestionamientos se recabó información a través de la encuesta “Índice de Seguridad Hospitalaria, ISH”, de la Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS, así como entrevistas a funcionarios clave y visita a las áreas críticas del hospital con listas de cotejo (que requieren validación) para conocer la capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto destructor y la disponibilidad de mecanismos para evacuación masiva del hospital en caso de colapso físico y funcional post terremoto destructivo.

Un estudio de este tipo permite solo aproximaciones por la subjetividad de apreciación de los operadores y observadores. El diagnóstico definitivo de la capacidad funcional del hospital se dará tras el terremoto. El propósito es identificar ahora los eslabones más débiles de la cadena de seguridad que requieren ser intervenidos.

Las observaciones se describen como conclusiones en 9.3, en conjunto con las recomendaciones planteadas.



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO

9.1. Componente Estructural

De la evaluación estructural se observa que en general el Hospital no es seguro ante la acción de un sismo severo ya que en tres de los nueve bloques las distorsiones de entrepiso sobrepasan las máximas recomendadas (3/1000). Desde el punto de vista estructural correspondiente a la filosofía de diseño de la norma peruana sismorresistente (E.030) las edificaciones son seguras para evitar la pérdida de vidas humanas; sin embargo, para los componentes no estructurales la distorsión de entrepiso mencionada produce fisuras en los muros de albañilería.

Con respecto al sismo moderado, se ha observado que sus demandas producirían grietas en los muros de albañilería provocando que los componentes no estructurales y de líneas vitales adosados a estos, colapsen.

9.2. Componente No estructural

En función a los resultados obtenidos en los estudios estructurales se tendrán distorsiones que podrían generar grietas y/o agrietamientos, los cuales en función a ello podrían plantear un riesgo de caída de los mobiliarios, y equipos médicos en las diferentes zonas le hospital en especial en las zonas críticas se han tenido los siguientes resultados:



PERÚ

Ministerio
de SaludESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA

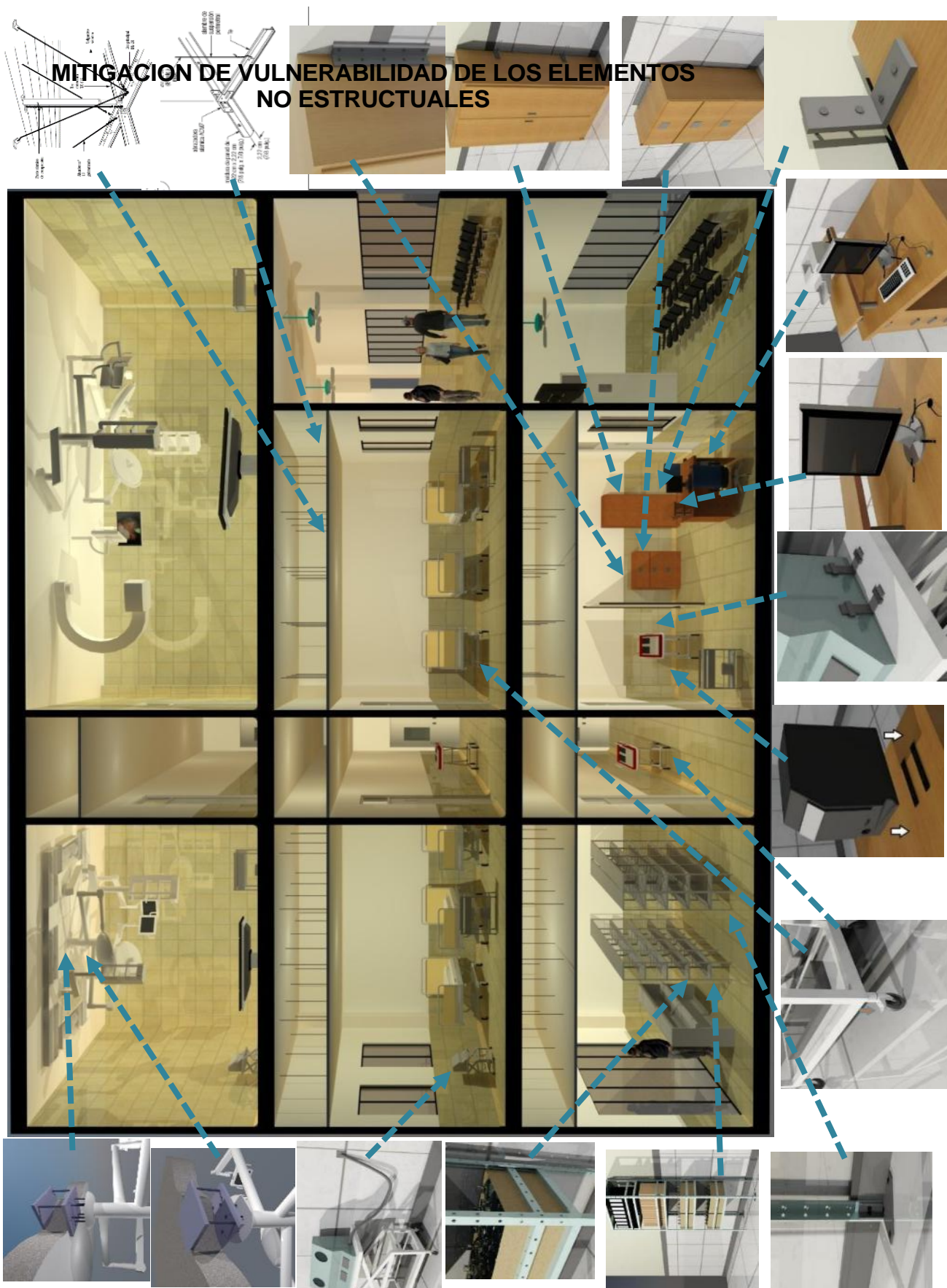
BLOQUE	PISO Ò NIVEL	Sismo X	Sismo Y
		Distorsión	Distorsión
G	4	0.0027	0.0035
G	3	0.0046	0.0045
G	2	0.0055	0.0052
G	1	0.0030	0.0068
H	2	0.0005	0.0008
H	1	0.0007	0.0011
I	3	0.0019	0.0020
I	4	0.0040	0.0028
I	2	0.0041	0.0033
I	1	0.0022	0.0022
L	4	0.0009	0.0015
L	3	0.0013	0.0037
L	2	0.0013	0.0031
L	1	0.0012	0.0061
M	2	0.0007	0.0011
M	1	0.0007	0.0006
O	1	0.0004	0.0009

En función a estos resultados se proceden realizar las siguientes recomendaciones a fin de mitigar los efectos negativos que se pueden tener ante un evento sísmico.

Se desarrollan las recomendaciones, para mitigar la vulnerabilidad no estructural:

MITIGACION DE VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

MITIGACION DE VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



- Accesibilidad para las personas discapacitadas
- Equipamiento no médico
- Equipamiento Médico
- Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes
- Quirófanos – UCI
- Emergencia / Reanimación
- Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos
- Esterilización
- Equipos Conectados
- Equipos Rodantes
- Equipos Fijos
- Elementos Suspendidos

9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas

La presencia de desniveles desde la vía pública al Hospital requiere de la instalación de rampas para discapacitados; estas deben diseñarse adecuadamente y ubicarse estratégicamente en los espacios de ingreso, de tal manera que la circulación peatonal sea fluida y segura.

Dado que la rampa de acceso del primer nivel al segundo no cumple con las pendientes normativas, y no existe accesibilidad al 3° y 4° nivel, es necesario buscar la implementación de un acceso vertical mecánico.

9.2.2. Influencia del Entorno

Los Hospitales son propensos a sufrir daños materiales y sobretodo pérdidas humanas a consecuencia de factores externos, por el entorno inmediato. Los factores a considerar en estos hechos son: las características de las edificaciones vecinas, los elementos urbanos (postes de alumbrado, postes de cableado, letreros o avisos publicitarios, el relieve o topografía del entorno, la presencia de centros o depósitos de combustible, las construcciones temporales que dan paso al comercio ambulatorio y el uso indebido de las vías vehiculares como estacionamientos de combis y autos.

Específicamente, en el caso del Hospital José Agurto Tello de Chosica, por encontrarse en un entorno mayoritariamente libre de edificaciones vecinas y con un solo frente de acceso a una calle de alto tránsito podemos decir si bien es importante para la conexión del centro hospitalario con la vía de acceso, puede ser un riesgo siempre que no existan señalizaciones de

tránsito y rutas de evacuación marcadas preferentemente para proteger a las personas en casos eventuales.

Es recomendable que la señalización se ubique estratégicamente de tal manera de identificar las salidas con facilidad; asimismo, es importante planificar espacios abiertos de concentración de público ubicados previamente a las salidas de evacuación con la finalidad de evitar desorden e inseguridad al tener contacto con la vía pública.

9.2.3. Equipamiento no médico

Informático

Los monitores, sistemas de cómputo e impresoras deben estar sujetos a las mesas de despacho con un sistema de correas, deberán estar fijadas.



Figura 9 3 Monitor fijado con correas al mueble de escritorio.



Figura 9.4 Equipos como impresoras deben estar sujetos o asegurados para evitar su desplazamiento

Mobiliario.- Los muebles de diverso tipo deben estar, por tanto, firmemente fijados y estabilizados y las puertas permanecerán cerradas. Las estanterías deben tener bordes levantados para que los productos, materiales u objetos contenidos no salgan disparados. Los contenedores y otros grandes volúmenes de almacenamiento deben estar cerrados y enganchados a los estantes.



Figura 9.4 5. Archivadores deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación.



Figura 9.5 6. Muebles y armarios deben estar fijados y asegurados afín de evitar caídas que afecten al personal de salud o que obstruyan salidas o corredores de evacuación.



Figura 9.10 7. Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o parte superior, el objetivo es contar con puntos de sujeción ante volcamientos o caídas

Administración y archivos: Las zonas que albergan los servicios administrativos cuentan esencialmente de mesas de despacho, de mobiliario de almacenamiento de documentos y de material informático. Los movimientos sísmicos pueden destruirlos con la consiguiente pérdida de documentos de información. Este material fijo, estable se amarrará pues de la forma más conveniente.



Figura 9.11 8. Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas

9.2.4. Equipamiento Médico

Con relación al Equipo Médico Fijo, es necesario mejorar su medio de soporte, anclaje y/o arriostro miento, para evitar la pérdida del equipo y posible daño a su entorno, por posibles caídas ante inventos sísmicos

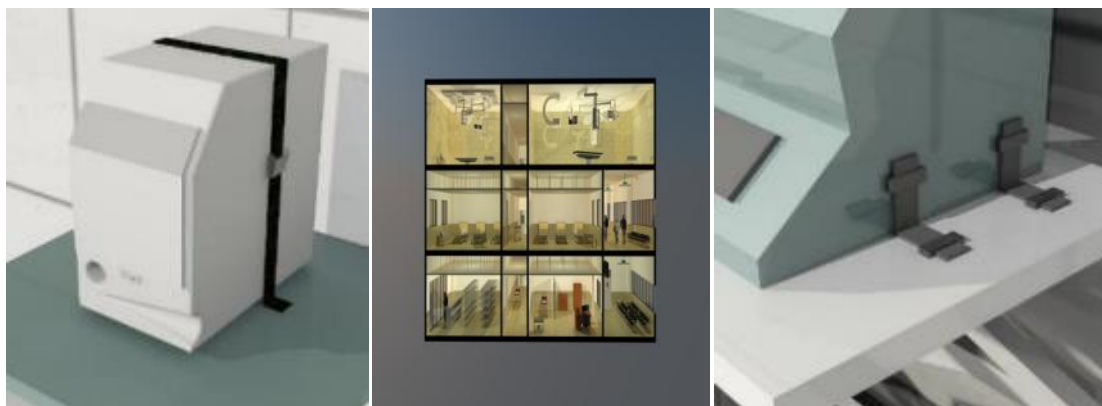


Figura 9.12 9. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia

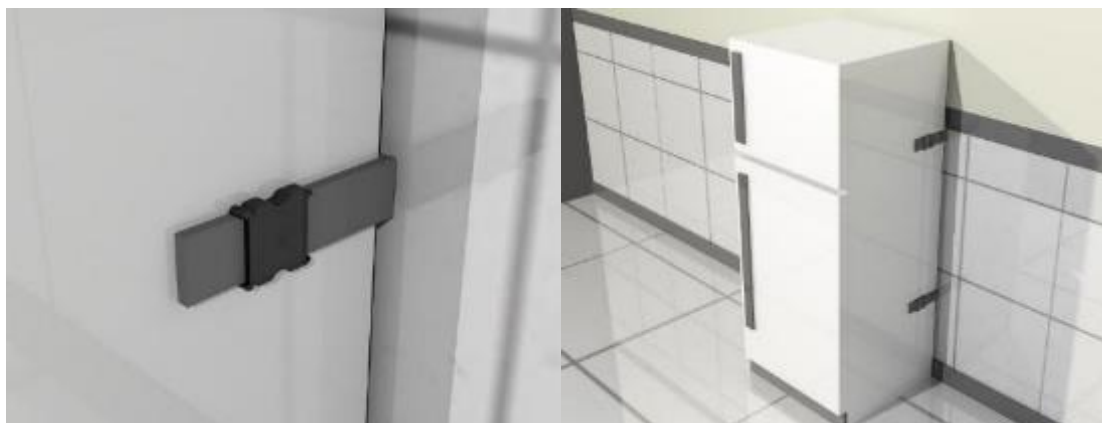


Figura 9.13 10. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

9.2.5. Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes

Los equipos del de imágenes del hospital actualmente se encuentran en regular estado y asegurados a nivel de piso, sin embargo a fin de asegurar de operatividad del servicio es necesario contar con un mantenimiento preventivo periódico.

9.2.6. Quirófanos – UCI

Equipos fijados a nivel de techo y en pared para el caso de monitores de funciones vitales en cuidados críticos sin embargo se debe contar con

mantenimiento constante dado lo esencial de los equipos que aseguran el funcionamiento de estos servicios esenciales.

9.2.7. Emergencia / Reanimación

Aunque es un servicio que colapsa por la demanda atendida es necesario en la medida evitar obstaculizar corredores de evacuación y/o de circulación asistencial por mobiliario y equipos que en un momento dado,

9.2.8. Equipamiento de laboratorio de análisis clínico

Es necesario mejorar su medio de sujeción a fin de evitar deslizamientos y/o caída del equipamiento y la pérdida del equipo y posible daño a su entorno ante inventos sísmicos, se debe tomar en cuenta recomendación de la imagen en el punto 9.2.4

9.2.9. Esterilización

Servicio que viene siendo intervenido por el hospital, en infraestructura y equipamiento.

9.2.10. Equipos Conectados

Es recomendable dependiendo de cada caso la agrupación y canalización de los cables a las fuentes de energía, a fin de evitar en los ambientes la dispersión de cables que provoquen en una situación dada, caídas o volcamiento del equipamiento, mobiliario, entre otros.

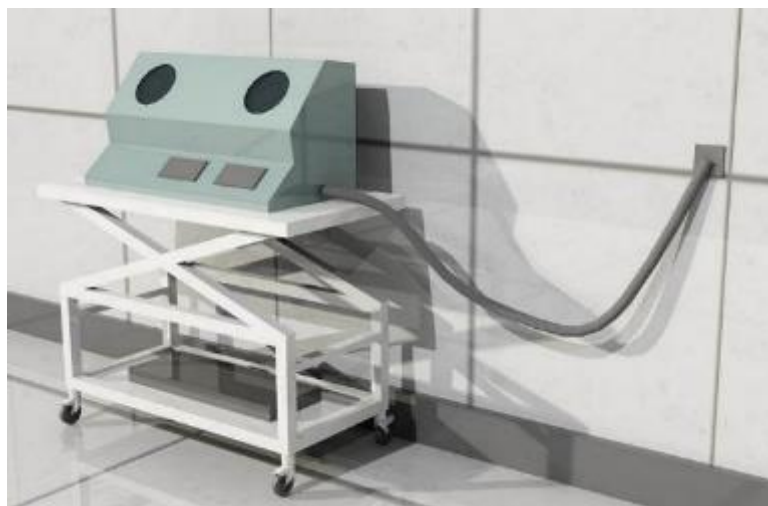


Figura 9.14 11. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados

9.2.11. Equipos rodantes

Salas de consulta externa y hospitalización: Las salas de consulta externa y servicios de hospitalización están equipados esencialmente de material fijo, rodante y permanente

Ningún material o mobiliario debe resultar perjudicial en caso de situación sísmica: obstaculización de la evacuación con muebles, caída de elementos de decoración o de otro tipo.

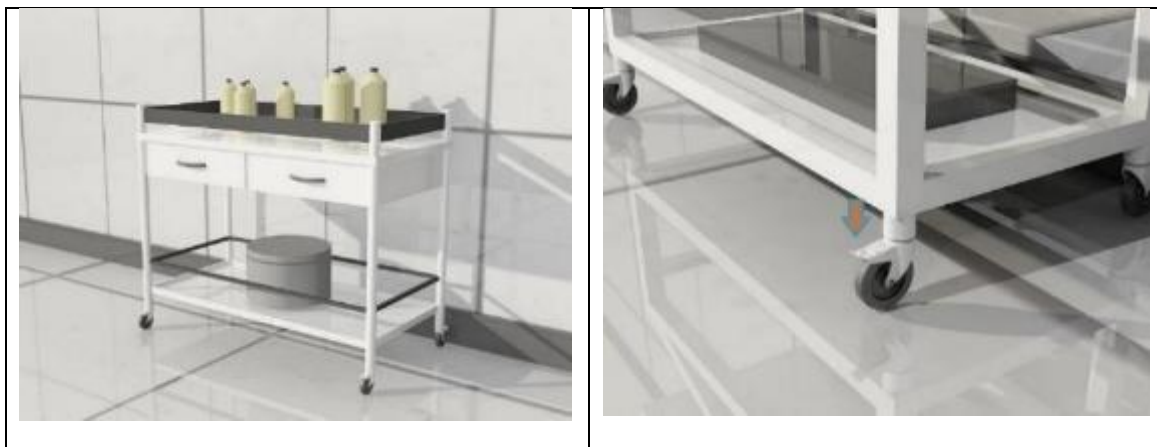


Figura 9.15 Equipos y mobiliarios rodables de debe procurar que su seguros este accionado 'para evitar desplazamiento y/o caídas.

9.2.12. Equipos fijos

Depósito, almacén y farmacia: Una parte esencial del equipamiento está constituida por material de almacenamiento, cuyo mayor riesgo es la caída de medicamentos, soluciones e insumos variados almacenados en los diversos depósitos.

La caída de los productos además de fragmentarse, dañarse puede originar un fuego, contaminación. Además, los fragmentos de vidrio impiden el desplazamiento seguro de los usuarios en el establecimiento.

Algunos productos se almacenan en grandes envases, lo que puede agravar las repercusiones de la posible destrucción, dejando al establecimiento desabastecido

Los muebles de diverso tipo deben estar, por tanto, firmemente fijados y estabilizados y las puertas permanecerán cerradas. Las estanterías deben tener bordes levantados para que los productos, materiales u objetos contenidos no salgan disparados. Los contenedores y otros grandes volúmenes de almacenamiento deben estar cerrados y enganchados a los estantes.

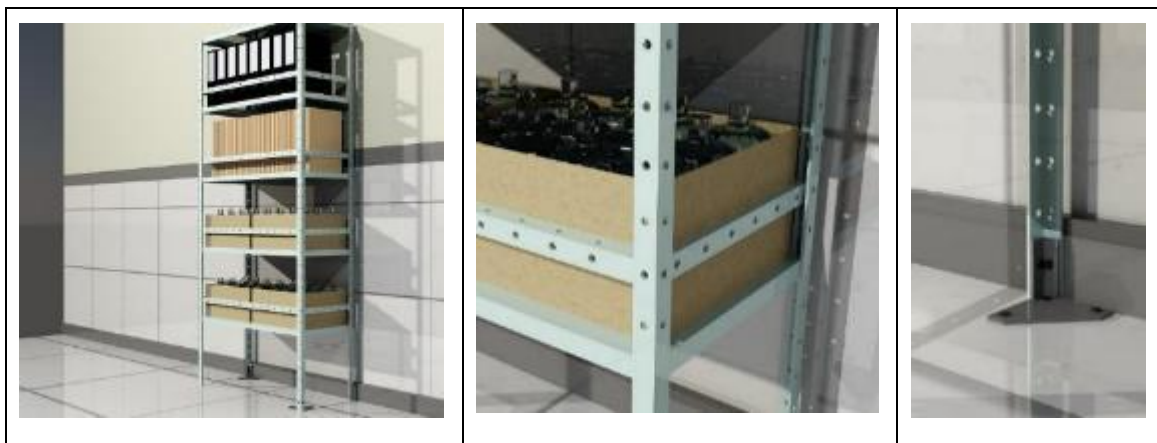


Figura 9.16 Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido.

9.2.13. Elementos Suspendidos

Elementos suspendidos (luminarias, ventiladores, apliques, etc.)

Para el caso del hospital no se existe en su mayoría equipamiento como cialíticas o brazos quirúrgicos, pues son estos rodables. Sin embargo se debe tener en cuenta que los elementos suspendidos deben fijarse de forma que se evite el balanceo. Los diferentes elementos que los forman estarán a su vez correctamente amarrados entre ellos. La resistencia del equipamiento y de las fijaciones debe tener en cuenta los esfuerzos de desgarramiento ligados al balanceo.

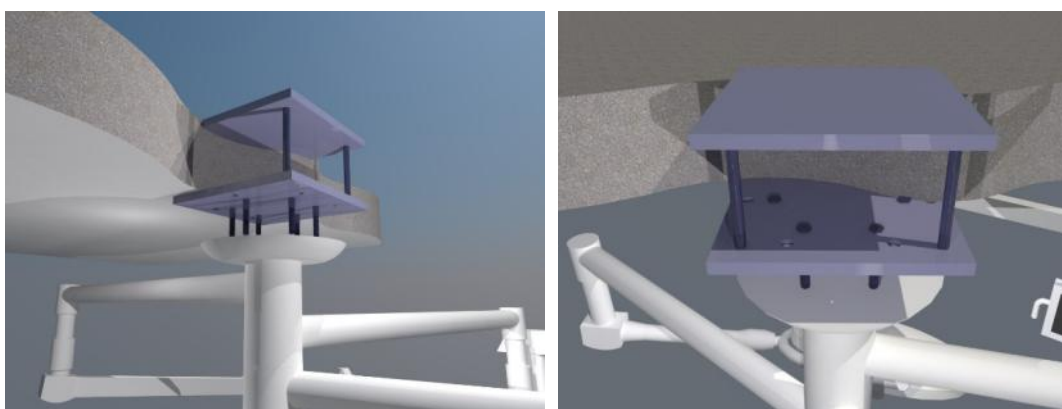


Figura 9.17. Aseguramiento de equipos fijados en techo, se debe verificar correcta sujeción a fin de evitar balanceo.

Asimismo, en los ambientes donde exista falso cielo raso se debe verificar la fijación de este a fin de evitar en caso de movimiento de sísmico, el balanceo que genera la caída de baldosas y/o luminarias suspendidas.

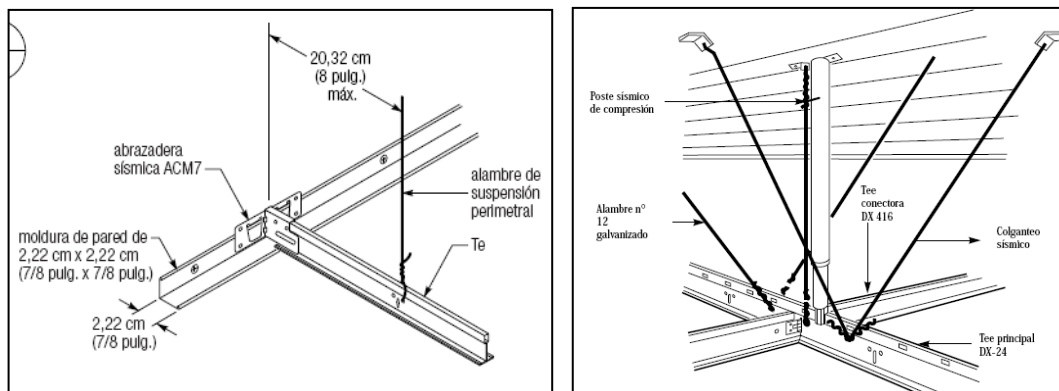


Figura 9.18. Sujeción de falso cielo raso con seguros adicionales que evitan balanceo de la estructura.

Beneficios y limitaciones de la mitigación de la vulnerabilidad

La implementación de estas recomendaciones contribuirá a mitigar o disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital de Chosica, así mismo se tendrán los siguientes beneficios:

- Funcionamiento continuo de los servicios del establecimiento,
- Seguridad del equipamiento y a infraestructura física,
- Se mantiene persona capacitado para situaciones de contingencia,
- Menores costos de reposición de la inversión,
- Permite compartir conocimientos y destrezas en las situaciones de desastres,
- Intercambio de equipos y piezas de repuesto.
- Tener un establecimiento seguro

9.3. Componente Funcional

9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria.

Para esta sección se ha tomado como referencia el Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS).

En la primera columna aparece el número de ítem del ISH correspondiente al componente funcional, cuya descripción figura en la segunda columna (ítem). La tercera columna (Resultado) es la calificación respectiva del “grado de seguridad” en Alto (A), Medio (M) y Bajo (B).

Las conclusiones y recomendaciones a partir del ISH son las siguientes.

1. Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia.			
ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
85	Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres. Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	Comité establecido, tienen libro de actas firmado por participantes y registro de acuerdos. R.D. 268 de mayo 2013.	Mantener el CHDC activo, con presupuesto anual que permita mantener su plan de trabajo y personal propio, especializado en GRD.
86	El Comité está conformado por personal multidisciplinario. Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros.	Conformado por 24 miembros de servicios, departamentos, cuerpo médico. Personal participa en brigadas (45).	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica.	Cada miembro tiene resolución, tienen funciones y tarjetas de acción de tareas específicas. Probado en simulacros. 4 servicios tienen plan local para desastre (UCI, Anestesiología, Triage, Shock Trauma)	Continuar ejercitando en simulacros las funciones específicas de cada miembro del CHDC.
88	Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital. Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros).	Si, inaugurado el 10 de julio de 2012 como “Oficina de Gestión de Riesgo de Emergencia y Prevención de Desastres. Cuenta con recursos apropiados	Se requiere mayor espacio para crear Sala de Situación.
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	El COE se construyó hace 2 años en <i>drywall</i> . 120 m ² sobre piso 1 de Emergencia, buen suelo. 2º piso, accesible por escalera metálica que da a corredor de acceso a Emergencia. En simulacros suponen que no es seguro y deben salir a zona de expansión.	Verificar seguridad de la edificación y bloques circundantes. Local alternativo para el CHDC en zona de expansión.

90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Cuenta con 3 computadoras, intranet, internet inalámbrico.	Mantener operativos los equipos
91	El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente. Verificar si el conmutador (central de redistribución de llamadas) cuenta con sistema de perifoneo y si los operadores conocen el código de alerta y su funcionamiento.	Hay central telefónica que conecta todos los servicios. Los jefes de servicio tienen celulares y son miembros del COE. Han solicitado perifoneo, ahora limitado a informes	Capacitar al operador de la central en códigos de alerta. Mantener operativos el sistema de comunicación interna y externa.
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Se ha pedido radios VHF (compra aprobada). Los jefes de servicio tienen celulares y son miembros del COE.	Comprobar periódicamente la operatividad de sistema de comunicación alterna.
93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Tiene mobiliario y equipo apropiado, pero aspiran a tener una Sala de Situación.	
94	El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible. Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia	Tienen directorio actualizado y disponible para personal e instituciones. Solo un 10% de trabajadores reside en la zona	Mantener el directorio actualizado.
95	“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo.	Tarjetas de acción disponibles en el plan. Se están mejorando.	Comprobar el conocimiento y práctica de Tarjetas de Acción en todo el personal asistencial y administrativo

(*) Resultado. FUENTE: Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS. Índice de Seguridad Hospitalaria. Nivel de organización.

2. Plan operativo para desastres internos o externos.

ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
96	Refuerzo de los servicios esenciales del hospital. El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros)	El plan tiene escenario sísmico y no sísmico, el número de camas que quedaría disponible y áreas de expansión.	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Continuar la ejecución del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres
97	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	Si tiene procedimiento de activación y desactivación del plan de desastre.	Se sugiere incluir debriefing psicológico de los operadores al concluir la crisis.
98	Previsiones administrativas especiales para desastres. Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	El plan de contingencia considera contratación de personal y pago de horas extras. Se aplicó en caso de influenza y se pagó a los nuevos pero no las horas extras. Hay queja del personal auxiliar por bajos sueldos.	Regular las provisiones administrativas especiales para desastres, incluyendo pago de horas extras.
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	Cuenta con PPR 068 “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”.	Programar presupuesto anual específico para casos de desastre y asegurar su ejecución (PPR 068).



100	Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales. El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	Se han trabajado kits preliminares para 12 horas para utilización de áreas críticas. Aún es insuficiente pero se está gestionando ampliación. No tienen camas adicionales pero usarán camillas y sábanas de reserva.	Concertar un protocolo de uso alternativo de instalaciones del vecino Instituto Nacional de Salud Mental "Honorio Delgado – Hideyo Noguchi"
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE.	Disponen de procedimiento, personal preparado y kits, pero faltan recursos	Disponer de grupos múltiples de triage para caso de desastre.
102	Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas. El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.).	Se tienen medidas para dar acceso de líneas vitales para áreas de expansión. Tiene convenios para soporte por parte del municipio de SMP (energía, agua). Se está reforzando la seguridad de servicios vitales	Asegurar la provisión de líneas vitales y equipamiento para probable zona de expansión.
103	Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas). El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente.	Se está trabajando con informática para historia virtual triaje y área de destino, SIS, y Essalud. Tienen servidores para almacenar información segura en 3 capas y llave. Hay proyecto de cableado estructurado del hospital incluyendo Emergencia y telefonía.	Asegurar que la Hoja Clínica de Emergencia se integre a la Historia Clínica central.
104	Inspección regular de seguridad por la autoridad competente. En recorrido por el hospital verificar la fecha de caducidad y/o llenado de extintores, extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos así como bitácora de visitas por el personal de protección civil.	Hay registro de vigencia de extintores. La recarga es oportuna, por tercios. Se solicitó inspección de D.C. pero hicieron observaciones que aún se están levantando.	Continuar las inspecciones internas de seguridad y cumplir con el levantamiento de observaciones para certificación de seguridad.
105	Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria. Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas	Hay comité de infecciones intrahospitalarias y guía respectiva. Tiene plan para desastres a cargo de Epidemiología.	Comprobar la efectividad de procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres.	En el plan figura el área de patio de maniobras para residuos sólidos como la destinada para albergar cadáveres. Es área libre no techada.	Elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres
107	Procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento. Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	Disponible	
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Tienen 3 ambulancias tipo 1, 2 y 3 para Emergencia. Otros para transporte de biológicos y para documentos. Hacen revisiones periódicas de estado de funcionamiento. 3 conductores por turno	Ampliar la dotación de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	Deben tener por norma. Tienen lista de alimentos no perecibles pero no se ha realizado la compra.	Asignar presupuesto a Nutrición para la reserva de raciones alimenticias para la contingencia.



110	Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia. <i>Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	Los servicios tienen personal contratado para asegurar la logística de los departamentos para áreas críticas Los servicios cuentan con stock, aunque no para un escenario de desastre sísmico.	Fortalecer la identificación de los especialistas con función asignada y promover refuerzos para caso de emergencia o desastre
111	Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia. El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos (<i>garantizado para 72 horas</i>).	Se habilitará el área de residencia médica para alojamiento de 52 personas (13 habitaciones, cada una con 2 camarotes). Falta provisión para alimentación.	Prever provisión para alimentación de personal adicional de emergencia.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Se cuenta con plan y se ha probado en simulacros.	Seguir ejercitando el plan hospitalario en simulacros con las instancias locales y regionales
113	Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales. El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias	Usan formato del sistema de Comando de Incidencias. Estadística y Asistencia Social registran a los pacientes.	Ejercitar el uso de los formatos.
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	Tienen plan, personal capacitado. La red depende del nivel central, el 30-05-2013 colapsó la red de CENARUE. La nueva red de radios debe soportar la contingencia, CENARUE se fusionó con SAMU y tienen un plan de desastres (el personal depende del MINSA y no del hospital).	Mantener la continuidad de la oficina de Referencia y Contrarreferencia con personal las 24 horas bajo la coordinación del Jefe de la Guardia
115	Procedimientos de información al público y la prensa. El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información a público y prensa en caso de desastre. (la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El responsable es el jefe de comunicaciones. Instala sala de prensa y mini-plan de su actuación. Se comprobó en simulacro, tiene R.D. (Director del hospital)	Continuar simulacros de procedimiento de información al público y la prensa, y de formatos para emisión de notas de prensa
116	Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados. <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El rol de guardia tiene emergenciólogos (evaluados en simulacros) como comando del procedimiento. En fines de semana y contingencias tienen refuerzo de especialistas según rol. Contratan personal	Dotar recursos para implementarlo.
117	Procedimientos para evacuación de la edificación. Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal. <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Tienen procedimientos comprobados de evacuación y cuentan con recursos. Hay kit de triaje y área de implementación. El COE abre containers con implementos (Jefe de guardia)	Continuar con los simulacros de evacuación con participación obligatoria de jefaturas y personal, con supervisión externa de la DISA-OGDN.
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción	Rutas y salidas son accesibles. Se ha coordinado con cada área para preparar al personal y a los usuarios. Cada 3 meses se revisan.	Continuar con los ejercicios de uso de las rutas de evacuación y mantenerlas permanentemente libres.
119	Ejercicios de simulación o simulacros. Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. <i>Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.</i>	Se tienen 4 simulacros al año. También simulaciones en gabinete. Están preparando una simulación de COE	Continuar los simulacros con supervisión de DISA/OGDN. Verificar cumplimiento de las recomendaciones del informe de cada simulacro.

(*)Resultado. FUENTE: Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS. Índice de Seguridad Hospitalaria. Grado de implementación.

3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.			
ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.	El plan operativo está orientado a terremotos. Tienen planes de contingencia para feriados, huelga médica, eventos de concurrencia masiva (incluye brigadistas y apoyo).	Actualizar periódicamente el plan.
121	Crisis sociales y terrorismo.	Se usa el plan de respuesta general. Tiene para materiales peligrosos y psicosociales. Aunque se dio alerta, no llegaron pacientes en casos Mesa Redonda y La Parada	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
122	Inundaciones y huracanes.	No corresponde	
123	Incendios y explosiones. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Escenario incluido en el plan general (pág. 64)	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No disponible Hay un manual de OPS para lo interno.	Simulación con cuerpo de bomberos, capacitar en curso Primera Respuesta a incidentes con materiales peligrosos.
125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	En plan general.	Actualizar los planes de contingencia ante epidemia: Influenza.
126	Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Tienen plan de apoyo psicosocial	Ejercitar el plan
127	Control de infecciones intra-hospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Existen guías de prácticas médicas con R.D. y Comité de prevenciones intrahospitalarias multidisciplinario. Se hace capacitación y se ha ejecutado con éxito. Tienen norma vigente	Hacer actualización periódica.

(*)Resultado. FUENTE: Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS. Índice de Seguridad Hospitalaria. Grado de implementación.

4. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres.			
ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
136	Medicamentos. Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Tienen reserva para más de 72 horas, incluido en el plan y disponible en Farmacia, Se ha ampliado listado de OPS y del MINSA, aumentado recursos para tarjeta roja. Se está buscando lugar para depósito	Destinar lugar apropiado para depósito de reserva de medicamentos.
137	Material de curación y otros insumos. Verificar que exista en la central de esterilización una reserva esterilizada de material de consumo para cualquier emergencia (se recomienda sea la reserva que circulará el día siguiente). <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Tienen reserva, pero no está definida la seguridad del depósito y capacidad para desastre. Se está normando, esterilización (está en bloque I).	Destinar lugar seguro para depósito de reserva de material de curación.

138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Hay norma contradictoria para permitir tener almacenes con reservas para contingencias. Tienen kits descartables pero insuficientes. Hay zona de ampliación para UCI, 22 espacios	Implementar reserva de instrumental para emergencias.
139	Gases medicinales. Verificar teléfonos y domicilio así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Cuentan con tanque grande de oxígeno y balones para 72 horas. Hay acuerdo con proveedor	Garantizar el abastecimiento de gases durante la atención de la emergencia.
140	Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico). El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos de ventilación asistida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	36 equipos, todos operativos	Mantener operativos los ventiladores volumétricos.
141	Equipos electro-médicos. El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y las condiciones de uso de los equipos electromédicos: <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	42 monitores en servicios y 6 en sala de operaciones. Cuentan con defibriladores y máquinas de anestesia	Mantener operativos los equipos electro-médicos
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Disponibles	Mantener operativos los equipos para soporte de vida
143	Equipos de protección personal para epidemias (material desechable). El hospital debe contar con equipos de protección para el personal que labore en áreas de primer contacto. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Cuentan con mascarillas, mandilones, guantes, lentes.	Mantener reserva de equipos de protección personal para epidemias
144	Carro de atención de paro cardiorrespiratorio. El comité de emergencia del hospital debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	20 en el hospital	Mantener reserva de coches de paro cardiorrespiratorio.
145	Tarjetas de triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa. En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Se debe evaluar según la capacidad instalada máxima del hospital. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Usan tarjeta internacional	Capacitar en el uso de tarjetas de Triage.

(*)Resultado. FUENTE: Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS. Índice de Seguridad Hospitalaria. Grado de implementación.

Observaciones:

El Hospital Cayetano Heredia es un establecimiento de carácter asistencial y docente le otorga alta categoría técnica y en horas diurnas hay catedráticos y estudiantes de ciencias de la salud en gran número.

El sector salud tiene disponible un presupuesto para desastres (PPR 068: “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”), el cual ha sido utilizado por el HNCH para implementar su CHDC.

El Servicio de Emergencia muestra un buen nivel de organización, la planificación para la atención de emergencias masivas y desastres impresiona

como ordenada y cuidadosa, tiene planes y normas aprobadas por la autoridad hospitalaria y la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud.

- En el Plan Hospitalario de Desastres menciona que habría gran destrucción de la vivienda en las cercanías al establecimiento y se asume que el hospital sufriría daños severos en sus áreas críticas y de hospitalización. Posee áreas para expansión en caso de desastre, incluso como para instalar un hospital de campaña y la posibilidad de uso alternativo de ambientes del vecino Instituto Nacional de Salud Mental “Honorio Delgado – Hideyo Noguchi”.

Asimismo considera como probables daños el colapso estructural, no estructural, funcional y de los servicios básicos.

Estiman que el retorno del personal post desastre sería de 20% (apreciación subjetiva).

La inspección técnica de seguridad (Defensa Civil) en el nosocomio solicitada dio como resultado una serie de observaciones que aún están por levantarse.

Autoridades entrevistadas:

- Dra. Claudia Ugarte Taboada, Jefa de Emergencia y Cuidados Intensivos.
- Dra. Mónica Meza García, Adjunta
- Dr. Manuel Díaz, Jefe de Emergencia Adultos
- Arq. Diego A. Cubillas Manrique, Consultor en arquitectura para el CHDC.
- Ing. John Mamani Huamán, Consultor en Ing. Eléctrica
- Sr. Augusto Banda Quintana (Tnte. Crnel. E.P. (r), encargado de Defensa Civil.
- Dra. Carla Cornejo, Jefa de UCI.
- Dra. Carmen Cárdenas, Asistente de jefatura de Dep. de Anestesiología Centro Quirúrgico.
- Dr. Julio Vidal, Banco de Sangre

Coordinadoras de la OGDN-MINSA:

- Dra. María Teresa Chínaro
- Lic. Ginger García Portocarrero.

9.3.2. Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto

No se dispone de un estudio hospitalario sobre la disponibilidad de organización recuperativa y recursos remanentes (o alternativos) en las

áreas críticas a fin de lograr una recuperación rápida de sus funciones primordiales en caso que el terremoto dañe sus instalaciones.

Para tener una idea preliminar se indagó la disponibilidad en esos servicios de los siguientes elementos:

Organización Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital
Personal Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre
Mitigación funcional Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutivo de sus instalaciones ocurrido el siniestro
Evacuación Han entrenado en la evacuación satisfactoria del personal hasta llegar al área segura especificada en su plan para garantizar la supervivencia del personal del área crítica
Local alternativo Dispone de algún local o ambiente alternativo (incluso externo, local o carpa) donde seguir cumpliendo las funciones de su servicio en caso éste quede destruido o inutilizado y se ha entrenado en la viabilidad de su utilización
Equipamiento alternativo Dispone de reserva de equipamiento para reanudar las funciones de su área crítica en caso de daño o pérdida del equipamiento en actual uso
Reserva de insumos Dispone de reserva de insumos para atención masiva para caso de terremoto destructivo en caso de daño o pérdida de insumos en actual uso
Personal alternativo Tiene disponibilidad de algún personal -alternativo o externo (profesionales que no laboran en su hospital)- que pueda suplir al personal ausente en caso de desastre

Disponer de estos recursos permitiría mantener o recuperar la capacidad resolutiva para atención de Emergencias (Prioridades I: Emergencia o Gravedad Súbita Extrema, y II: Urgencias Mayores, de la Norma Técnica MINSU 042); pero debe recalarse que su ejecución demanda además la disponibilidad de las líneas vitales, accesos a los servicios y seguridad de las instalaciones y del personal, asimismo, que la atención del paciente grave requiere del funcionamiento simultáneo de todas las áreas críticas.

Se obtuvo la siguiente información:

Disponibilidad de mecanismos o recursos alternativos en las áreas críticas para recuperación funcional tras el impacto de un terremoto destructivo
 Noviembre de 2013

	Emerg.	Sala Oper.	Recuper.	UCI	Laborat.	Radiol.	B. Sangre
Organización	A	I	I	I	I	I	I
Personal	A	A	A	A	A	A	A
Mitigación funcional	A	I	I	I	I	I	I
Evacuación	A	I	I	I	A	A	A
Local alternativo	I	C	I	C	I	I	I
Equipamiento alternativo	I	I	I	C	I	I	I
Reserva de insumos	I	I	I	I	I	I	I
Personal alternativo	A	I	I	I	I	I	I

La consulta señaló un nivel de disponibilidad actual:

O= Óptimo: Demuestra su existencia y asegura disponibilidad en la crisis

A= Aceptable: Existe y se presume su disponibilidad en la crisis

I= Insuficiente: Incipiente, no asegura disponibilidad en la crisis

C= Crítico: No existe o no asegura disponibilidad en la crisis.

Esta apreciación preliminar (cuya intención es solo de alerta) requiere un estudio técnico específico a cargo de la autoridad hospitalaria.

9.3.3. Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo

En caso de colapso estructural y funcional del hospital deberá procederse a evacuar los pacientes no atendibles y personal herido sobrevivientes de sus instalaciones a otros establecimientos de salud. Tal procedimiento debe estar incluido en el plan de desastres así como los procedimientos para acondicionar las víctimas que serán referidas.

Se indagó la disponibilidad de los mecanismos siguientes:

Comprobación de disponibilidad
Local alternativo para el hospital en caso de daño físico intenso o discapacidad funcional
Plan operativo para desastres con redes de atención primaria institucional
Plan operativo para desastres con redes de atención primaria no institucional
Plan operativo para desastres con gobierno local o regional
Plan operativo para desastres con servicios pre hospitalarios
Plan de seguridad coordinado con la autoridad policial de la jurisdicción



Se encontró que no se dispone de un mecanismo de integración del Plan Hospitalario para Emergencias y Desastres con los planes de respuesta local, regional y de seguridad pública. Está en funcionamiento cotidiano una Central Nacional de Referencia de Urgencias y Emergencias (CENARUE), pero no hay un plan regional que sistematice los establecimientos de salud y los servicios pre hospitalarios de todos los prestadores para caso de desastre y que organice la transferencia masiva de pacientes de los hospitales que queden fuera de operación por un terremoto destructivo.

9.3.4. Comentario Final

Este estudio de vulnerabilidad funcional se ha diseñado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao

[Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI/PREDES. 2009.

http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, Acceso: 12 abril 2012].

Esta es la demanda contingente que deben esperar los servicios de salud, un 10 a 20% de los heridos serán graves y requerirán atención en hospitales de alta complejidad.

Una perspectiva de estas proporciones requiere diseñar como escenarios probables tras el impacto del terremoto: que el hospital mantenga su estructura en pie y operativa, o, que la estructura sufra daños pero permita recuperar la función primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias, o, que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.

Los hallazgos a través de la aplicación del Índice de Seguridad Hospitalaria se resumen en lo siguiente:

a. Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”)

El comité está formalizado y operativo, no dispone de personal dedicado especialista en gestión de riesgo de desastre ni de un local permanente, carece de presupuesto para implementación.

Su vulnerabilidad estimada es de nivel bajo.

b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.

Está formalizado con Resolución Directoral, su planteamiento es sólido y abarca las necesidades de un hospital en crisis, está particularmente enfocado al Servicio de Emergencia, otras áreas críticas se van plegando al esfuerzo pero aún no disponen de planes específicos de desastre. La evacuación será muy difícil por su vulnerabilidad estructural y no estructural, su hacinamiento y

exagerada subdivisión de ambientes y porque las vías de evacuación y áreas de seguridad externa resultarían insuficientes para sus ocupantes. *Su vulnerabilidad estimada es de nivel alta.*

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

Tienen documentos específicos aunque no para todos los temas; a excepción de Emergencia no todo el personal conoce o está involucrado con los procedimientos para desastre; no se dispone de un plan para atención psicosocial de víctimas, familiares y personal en caso de crisis. *Su vulnerabilidad es alta.*

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre. Cuenta con materiales, insumos y algunos equipos para emergencia masiva y desastres. El Servicio de Emergencia tiene stock para uso cotidiano y puede acceder a la reserva para demanda masiva mayor conservada en contenedores, sin tener seguridad que será suficiente para un terremoto destructor *Su vulnerabilidad es alta.*

e. El Servicio de Emergencia muestra una organización eficiente, pero sus espacios internos están sobreocupados y sus relaciones con las otras áreas críticas no son adecuadas por la actual conformación del hospital; su comando está a cargo de especialistas y se muestra dinámico y comprometido al igual que el personal asistencial. *Su vulnerabilidad es alta en función del probable muy alto número de víctimas que generaría un terremoto destructor dada la densidad poblacional de la jurisdicción y la vulnerabilidad de la vivienda y por ser un hospital de referencia nacional.*

f. Otros servicios críticos del hospital. Muestran exagerada ocupación, son difíciles de evacuar, carecen de plan específico para desastre en el área. *Su vulnerabilidad es alta.*

Todo ello lleva a concluir que, a pesar del importante avance observado en la organización del COE y del Plan de Respuesta Hospitalaria para Emergencias y Desastres, las áreas críticas del hospital tienen una alta vulnerabilidad funcional ante un terremoto destructivo, lo que guardará decisiva importancia con la vulnerabilidad estructural y no estructural detectada.

Recomendaciones:

a. Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”).

Se recomienda mantener personal especializado en gestión del riesgo de desastres, dedicado a exclusividad y con los recursos necesarios.

b. El Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.



Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



Se recomienda reforzar la seguridad de los mecanismos y espacios para la evacuación, fortalecer la capacidad para atención de desastre integrando las áreas críticas y potenciar los mecanismos de referencia.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

Se recomienda completar planes de contingencia y de apoyo psicosocial para víctimas y operadores.

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.

Se requiere mantener la disponibilidad de material de curación, cirugía mayor y reserva de quirófanos para situación de desastre (la cantidad prevista resultaría pequeña), asimismo debe crearse una reserva de equipos de soporte vital (ventiladores, equipos electromédicos, otros); debe mantenerse la ejecución del presupuesto (PPR 068: "Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres" y dar facilidades reales para su gestión.

e. El Servicio de Emergencia.

Se recomienda verificar mecanismos y espacios para ampliación de la atención de desastres y emergencias con demanda masiva.

f. Otros servicios críticos del hospital.

Se recomienda ampliar espacios, implementar planes de desastre específicos para el área e integrarlos con el plan del hospital, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos y asignar recursos materiales.

Requiere estudiarse la capacidad para una probable recuperación funcional de las áreas críticas del hospital tras un terremoto destructivo, así como el mecanismo para integrar el plan de respuesta del hospital con los planes local, regional y de seguridad pública.

El HNCH ha logrado un gran avance para reducir la vulnerabilidad funcional que existía, pero requiere continuar con acciones por la importancia que tiene por su ubicación y el gran número de heridos que llegarían por causa de un desastre, por ello se califica su vulnerabilidad funcional como media. Requiere ser estudiada la capacidad para lograr una recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional. Los miembros del COE han dado gran impulso a la organización, formalización y participación de las áreas críticas. Destaca el esfuerzo desplegado en vincular su planeamiento con la capacitación comunitaria y vinculación con autoridades locales y regionales.

Como muchos de los establecimientos de salud del sector público este hospital ha tenido limitaciones económicas; aunque hay reducción de vulnerabilidad funcional, la intervención física no se aplicó en toda su dimensión conforme se



Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



recomendó en el estudio practicado en 1997 (Estudios de vulnerabilidad sísmica de hospitales. OPS/OMS. Lima, 1997).

Se debe resaltar que los hospitales de la capital concentran los especialistas del país y la capacidad resolutive para la atención de emergencias y patología compleja, pero a la vez albergan una elevada vulnerabilidad física y funcional en sus instalaciones. Pese a su importancia social y sanitaria no tienen o no han aprobado inspecciones técnicas de seguridad para establecimientos de salud de la Defensa Civil.

La inexistencia de un Sistema Integrado de Servicios de Salud y de un Sub Sistema de atención médica integrado y universal para emergencias y desastres constituye también un factor de vulnerabilidad.

Merecen resaltarse los esfuerzos del sector y la labor desplegada por la Oficina General de Defensa Nacional del MINSA y otros ministerios, así como los esfuerzos de INDECI, SINAGERD y otras instituciones, encaminados a la gestión del riesgo de desastres, a reducir la vulnerabilidad en sus diversas formas, y a mejorar los mecanismos de respuesta asistencial y administrativa.

Expresamos nuestro reconocimiento por la destacada labor de las autoridades y el personal del hospital estudiado en mejorar las condiciones de seguridad y operatividad de las áreas críticas y los avances alcanzados, trabajo que instamos se prosiga hasta alcanzar los niveles de seguridad y capacidad resolutive que permitan afrontar las demandas de un terremoto destructivo

9.4. Componente de Líneas Vitales

Instalaciones Sanitarias

Con la finalidad de reducir la vulnerabilidad a corto plazo se deberán efectuar las siguientes recomendaciones:

1. Implementar un almacén con tuberías de repuesto, uniones de reparación de amplio rango de diferentes diámetros, válvulas, materiales y herramientas para contar con los elementos mínimos necesarios en caso de roturas de líneas de agua y desagüe.
2. Capacitación al personal de mantenimiento para respuesta en situaciones de desastres.
3. Manual de procedimientos de operación de los sistemas de líneas vitales en situaciones de emergencia.

4. Proveer al hospital de bombas de reserva para garantizar el funcionamiento de los sistemas de impulsión.
5. Completar el equipamiento del sistema de agua caliente.
6. Modernizar el sistema de agua blanda con equipos de última generación.
7. Efectuar el diseño y obra de un sistema integral de agua contra incendio que involucre sistemas de rociadores.
8. Implementar un sistema de control de nivel automatizado en el tanque de agua.

Instalaciones Eléctricas

	SISTEMA ELECTRICO	CONCLUSIONES
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Las instalaciones eléctricas se encuentran instaladas fuera de las norms indicadas en el CNE Se debe realizar el mejoramiento de instalaciones eléctricas, ordenando técnicamente de acuerdo a norma del CNE
	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia
	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	realizar mejoramiento y/o cambio de tableros eléctricos en áreas críticas implementar con llave protección de vida, realiza r mantenimiento y Levantar protocolos de medición de pozos a tierra para un mejor control de sobrecargas
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.	Existe riesgo de equipos de iluminación requieren sujeción y/o aseguramiento de lámparas de iluminación en las rutas indicadas
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, asi como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

Instalaciones Mecánicas

N°	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (DIESEL):	CONCLUSIONES
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	realizar mantenimiento y mejoramiento de las instalaciones de los tanques de combustible, asi como asegurar sus instalaciones

Instalaciones Electromecánicas

N°	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS.	CONCLUSIONES
	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Implementar juntas de expansión en los ductos que atraviesan juntas de dilatación
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas..	realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías uniones y válvulas por antigüedad de las instalaciones

Instalaciones Especiales

7	SISTEMA DE GASES MEDICINALES O ₂	CONCLUSIONES
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	asegurar con banda o cadenas de sujeción los balones de O ₂
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	instalar bandas de sujeción en ubicaciones de balones de O ₂
	Seguridad apropiada de los recintos.	Realizar labores de mantenimiento o cambiar la central de vacío

Redes y Sistemas Informáticos de comunicación

N°	1.2 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	CONCLUSIONES
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables).	Ordenamiento y protección de cables de comunicación interna
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno.	Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.
	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	habilitar ambiente apropiado para comunicaciones para manejo de emergencias en desastres.

10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

10.1. Documentación Técnica

De las inspecciones realizadas y con base en los resultados obtenidos de los análisis estructurales de las edificaciones, se concluye que es necesario el reforzamiento de los bloques IA, I, E y G, ya que sobrepasan la distorsión máxima recomendada de 3/1000 para el sismo severo.

El reforzamiento que se plantea es de manera preliminar y conceptual. Se propone adicionar muros de albañilería en zonas donde existen vanos vacíos o donde el muro no alcanza la losa de techo.

En general, se debe separar los muros de albañilería de las columnas para evitar el fenómeno de columna corta.

10.2. Esquemas

En la Fig. 10.1 se muestra el reforzamiento propuesto en el bloque IA. El planteamiento es adicional muros de albañilería en los vanos existentes o completar la altura si es que son muros bajos.

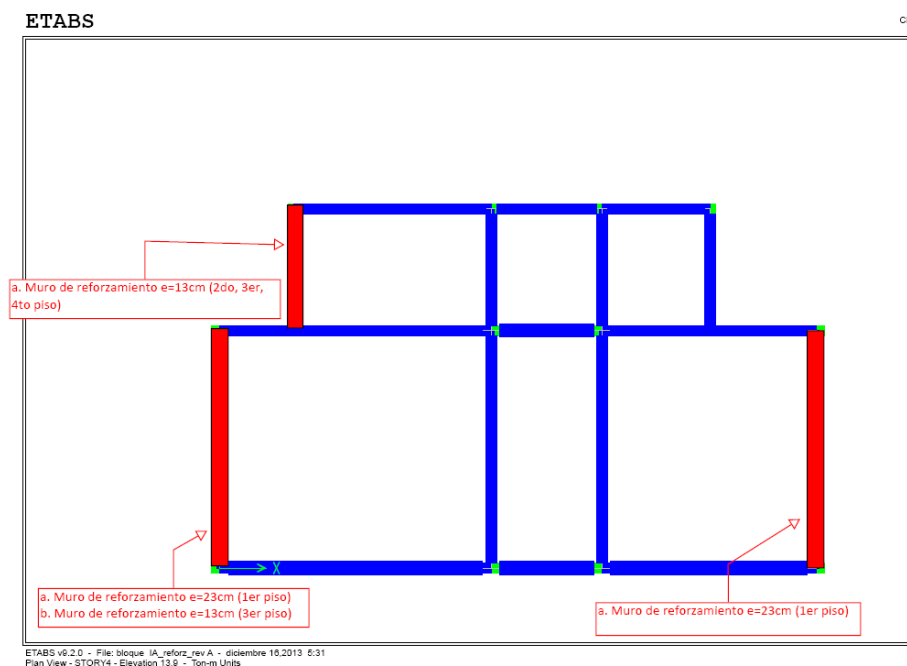


Fig. 10.1 Esquema de reforzamiento con muro de concreto en bloque IA

En los bloques I y G, de manera similar al IA, se adicionan muros de albañilería siguiendo el mismo criterio descrito (Fig. 10.2 y 10.3)

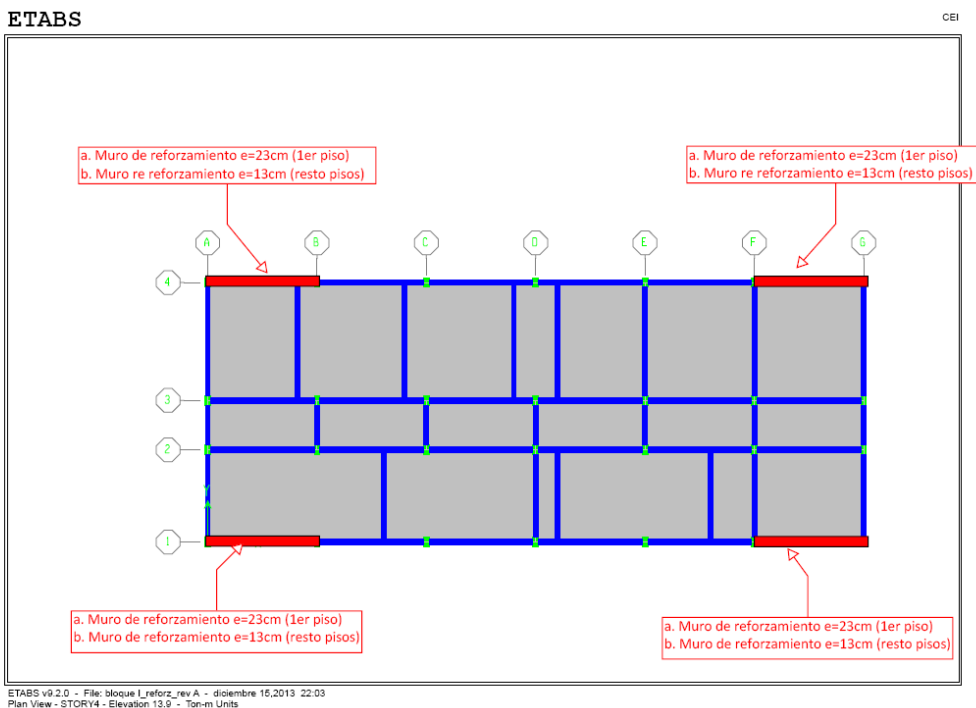


Fig. 10.2 Esquema de reforzamiento con muro de concreto en bloque I

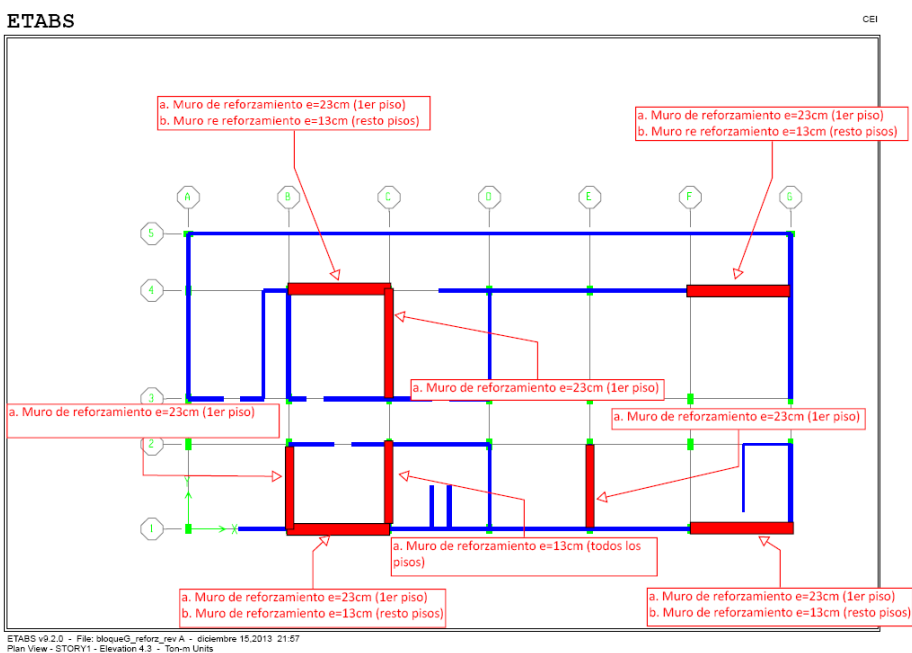


Fig. 10.2 Esquema de reforzamiento con muro de concreto en bloque G



10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática

Los costos para el reforzamiento de los bloques es aproximadamente de US\$ 2'300,000 (dos millones trescientos mil dólares americanos). Estos costos son directos y no incluyen gastos, utilidades ni IGV.



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Bard, P. (1998), Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation? The effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada y Sasatani (eds), 1251-1279.
- [2]. Flores, H.C.(2004), "Método SPAC : Una alternativa para la Estimación de Modelos Velocidades en el Valle de México", Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- [3]. Lermo J., Rodríguez M., y Singh S. K. Natural period of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements, Earthquake Spectra, (1988), 4, 805-14.
- [4]. Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994). Are microtremors useful in site response evaluation?, Bull. Seism. Soc. Am., 83,1350-1364.
- [5]. Nakamura, Y. (1989). "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface". Quarterly Report Railway Technology. Research Institute., Vol. 30. N°3. pags. 25-30.
- [6]. Omori, F. (1908)"On Micro-Tremors".Bull. Imperial Earth. Investigacion Committee of Tokyo, Vol II. Pag. 1-6.
- [7]. Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [8]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [9]. Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el cálculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [10]. Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo ScalettiFarina – FIC – UNI /2003.
- [11]. Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [12]. Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [13]. Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [14]. Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUUE) /March 2010.
- [15]. Post QuakeMicrozoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUUE) /March 2010.



ANEXO I PANEL FOTOGRÁFICO – VIBRACIÓN AMBIENTAL



Figura AI-1. Equipo de adquisición de datos GEODAS 15 HS (izq.) y sensor de 1 Hz de frecuencia tipo CR4.5-1S (der).



Figura AI-2. Punto 01



Figura AI-3. Punto 02



Figura AI-4. Punto 03



Figura AI-5. Punto 04

**Figura AI-6. Punto 05****Figura AI-7. Punto 06****Figura AI-8. Punto 07****Figura AI-9. Punto 08****Figura AI-10. Punto 09****Figura AI-11. Punto 10**

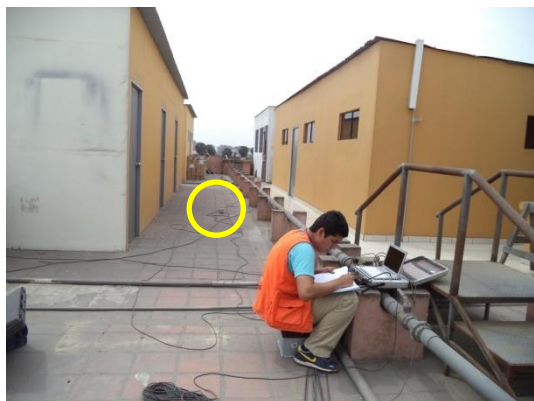


Figura AI-12. Punto 11



Figura AI-13. Punto 12



Figura AI-14. Punto 13



Figura AI-15. Punto 14



Figura AI-16. Punto 15



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



ANEXO II

REGISTRO DE MEDICIONES – VIBRACIÓN AMBIENTAL

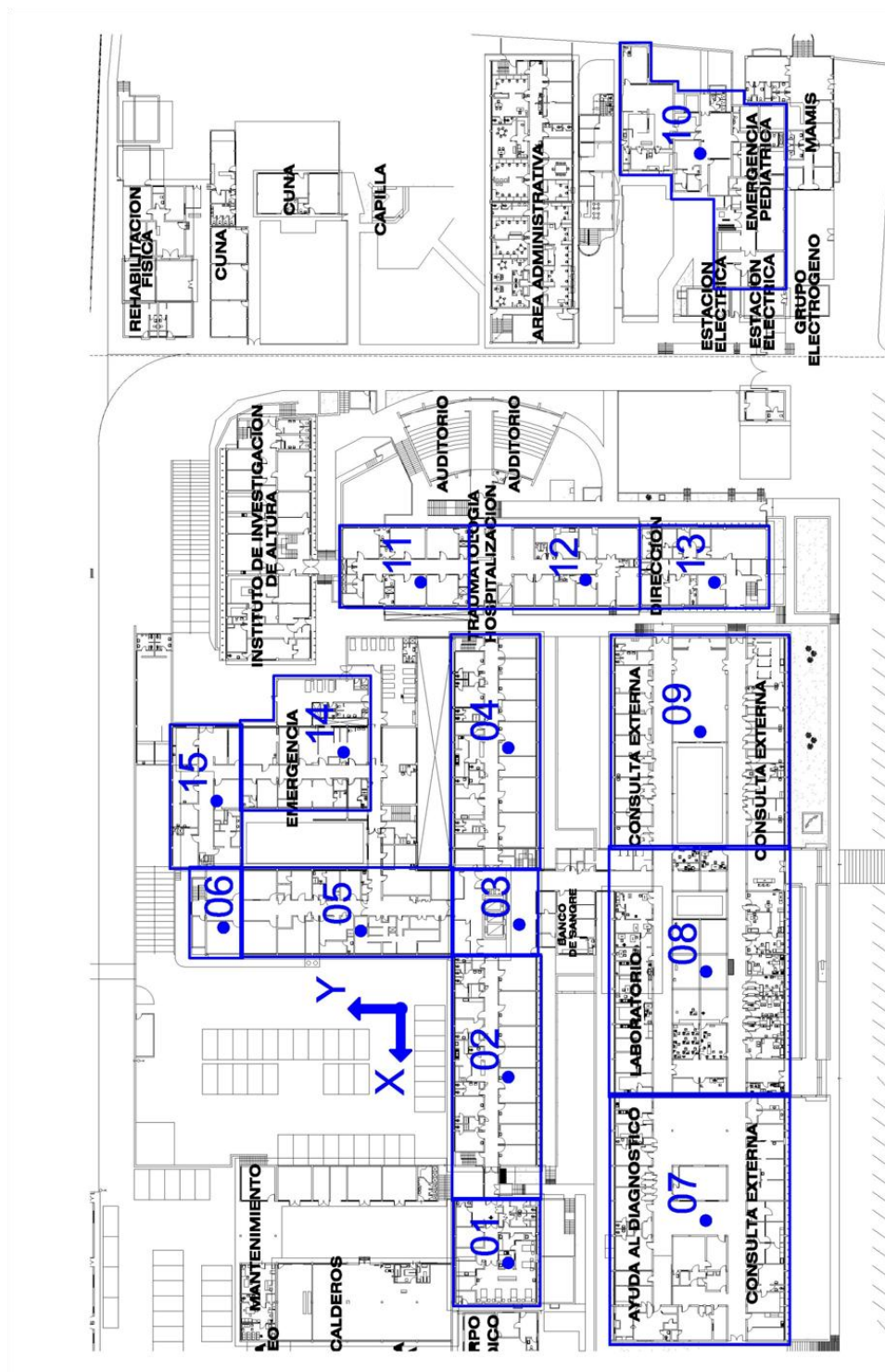


Figura All-1. Ubicación de mediciones de microtremores.

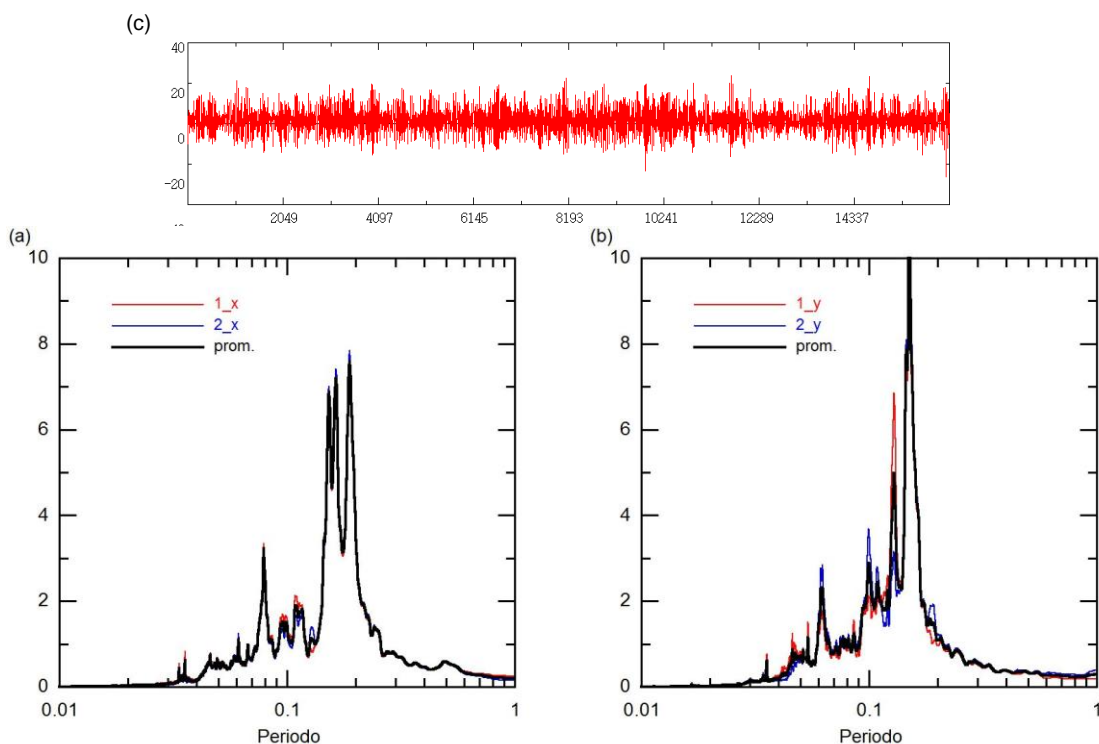


Figura All-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

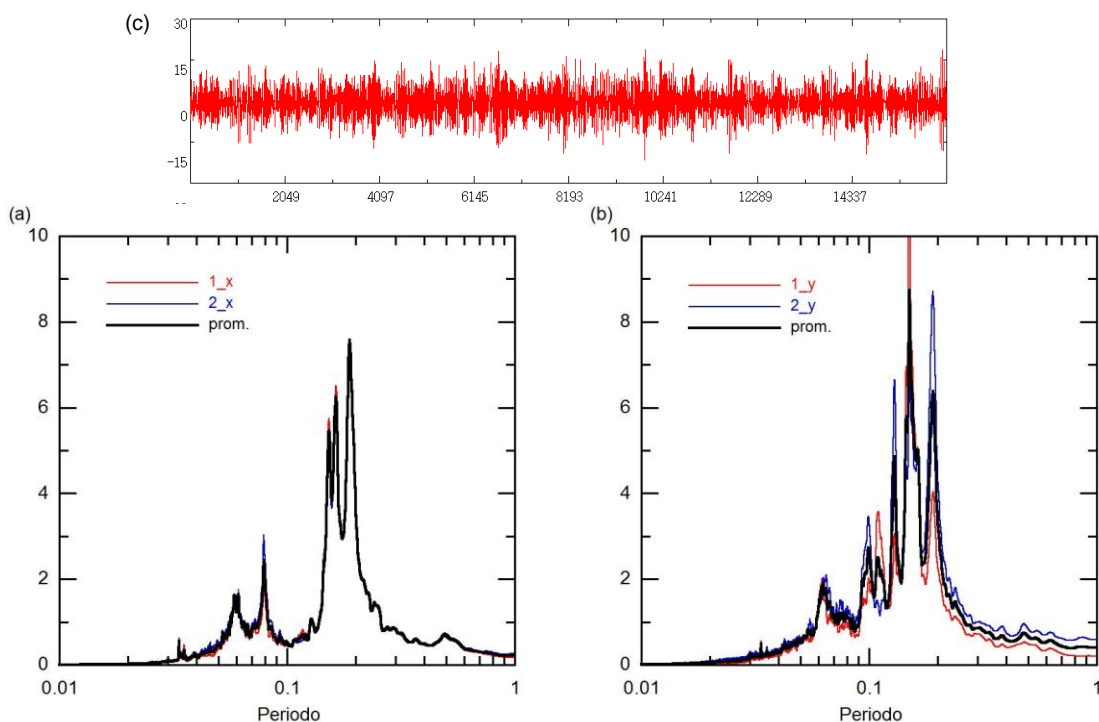


Figura All-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

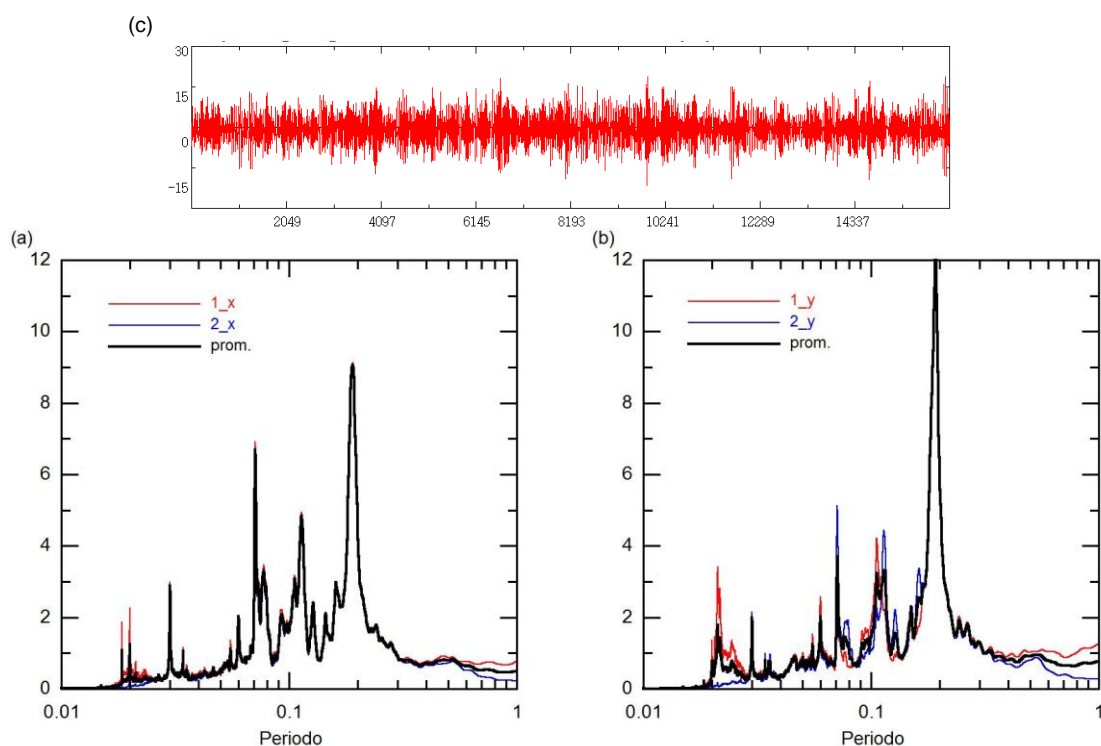


Figura All-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

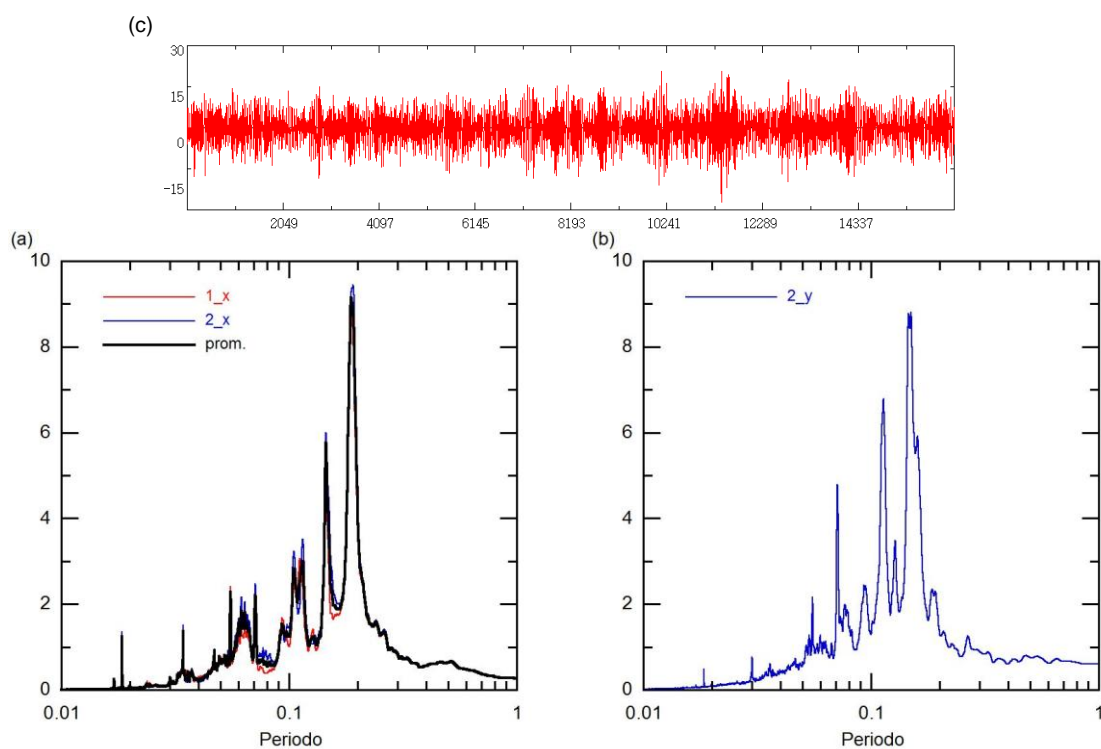


Figura All-5. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.

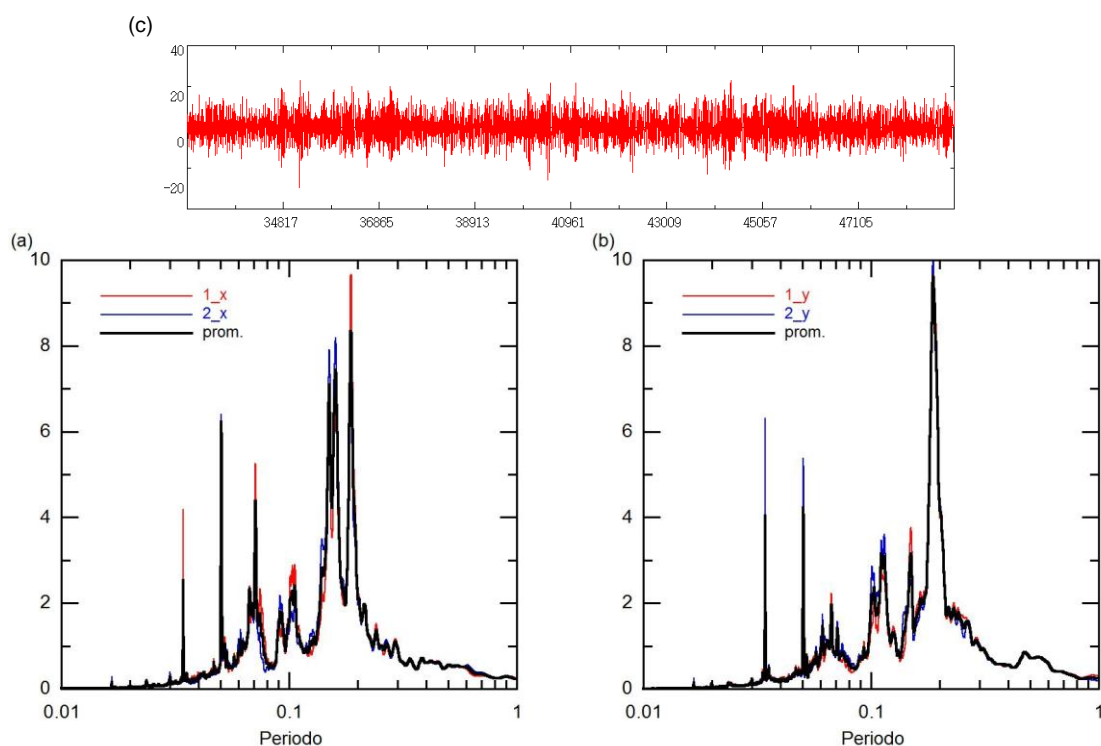


Figura All-6. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 05.

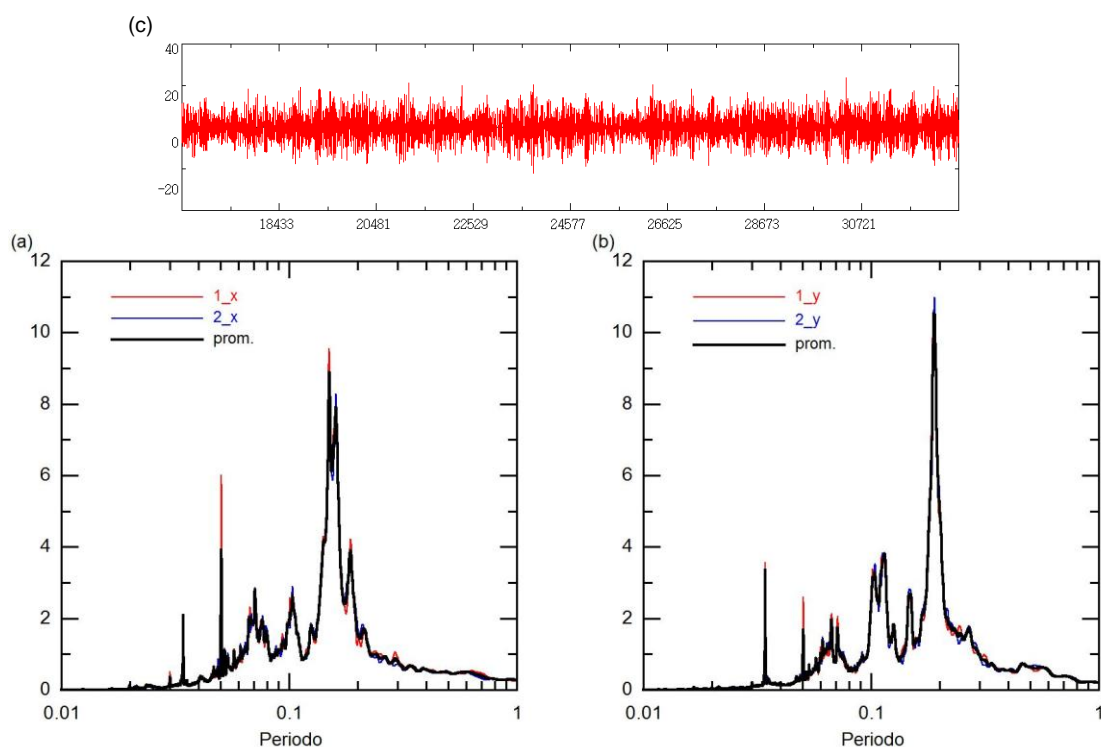


Figura All-7. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.

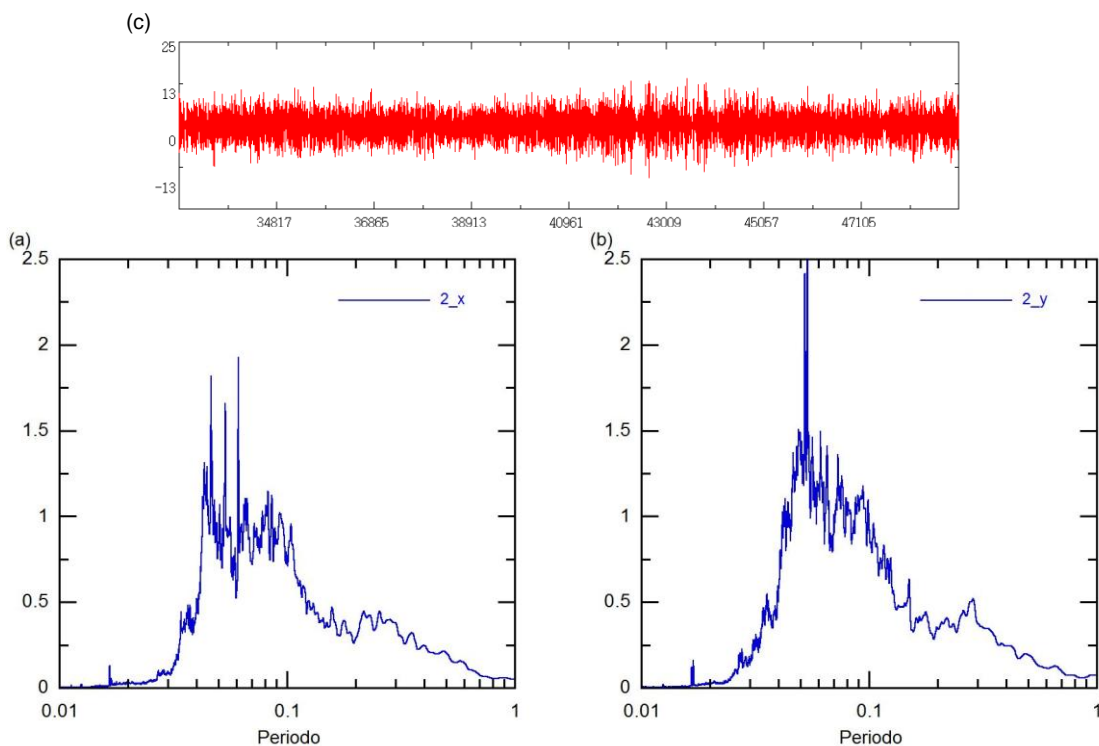


Figura All-8. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 07.

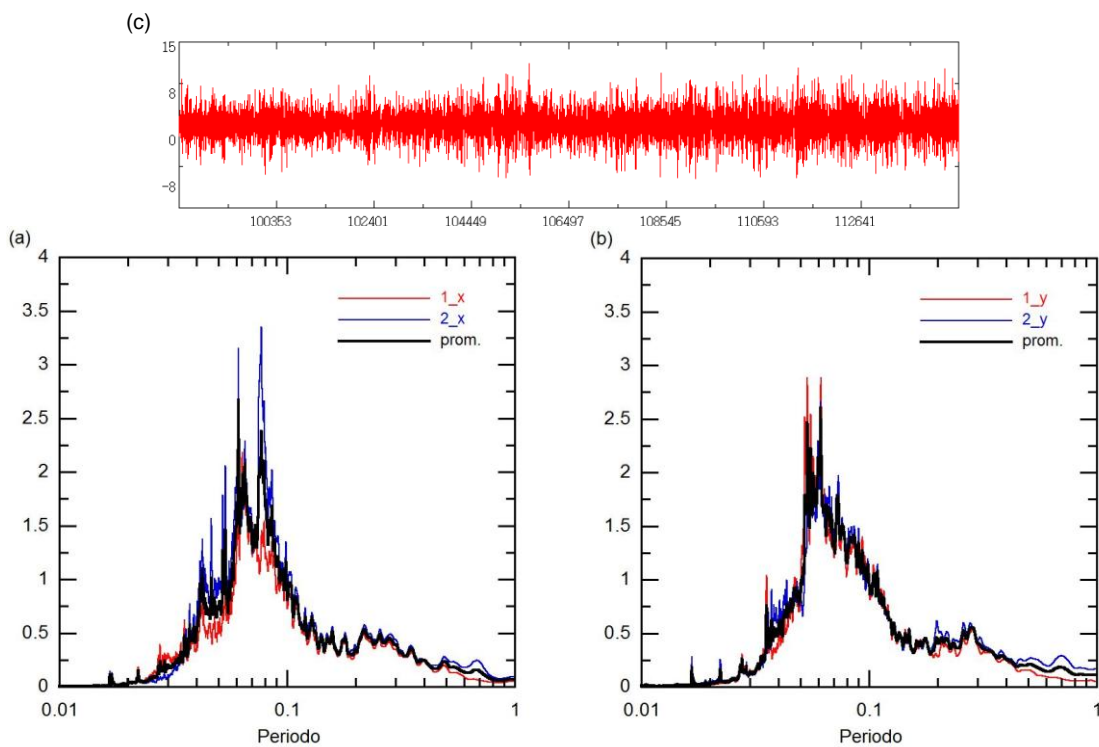


Figura All-9. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de

microtremores (c) en el punto de medición 08.

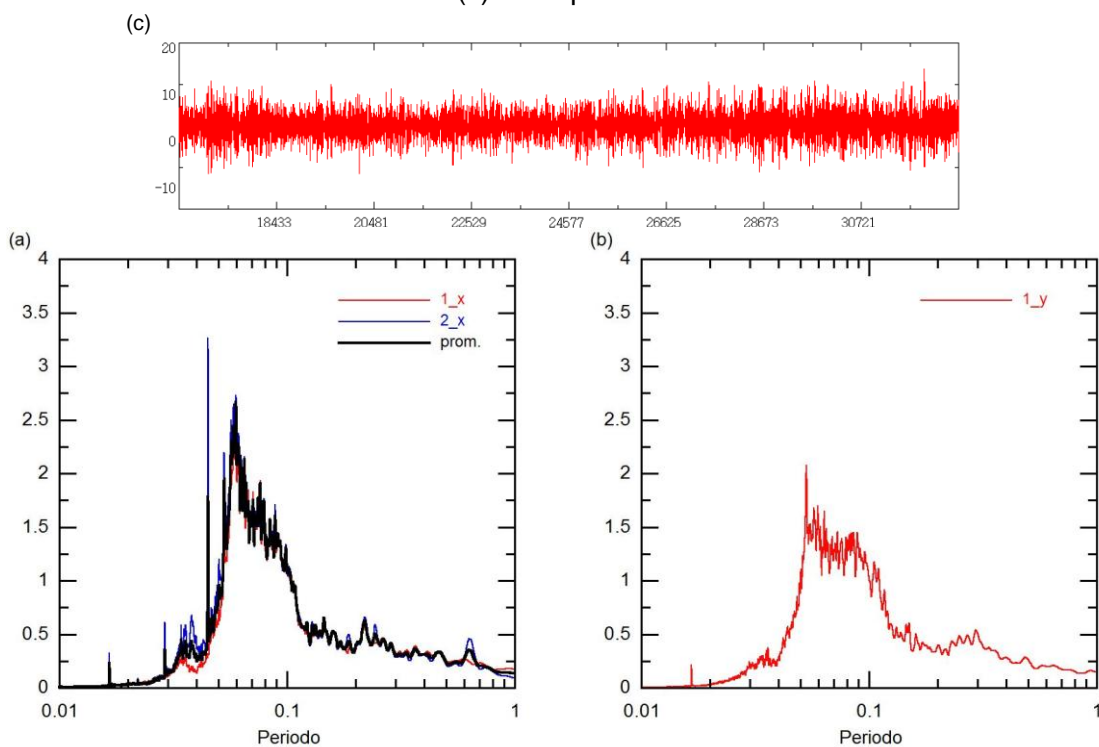


Figura AII-10. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 09.

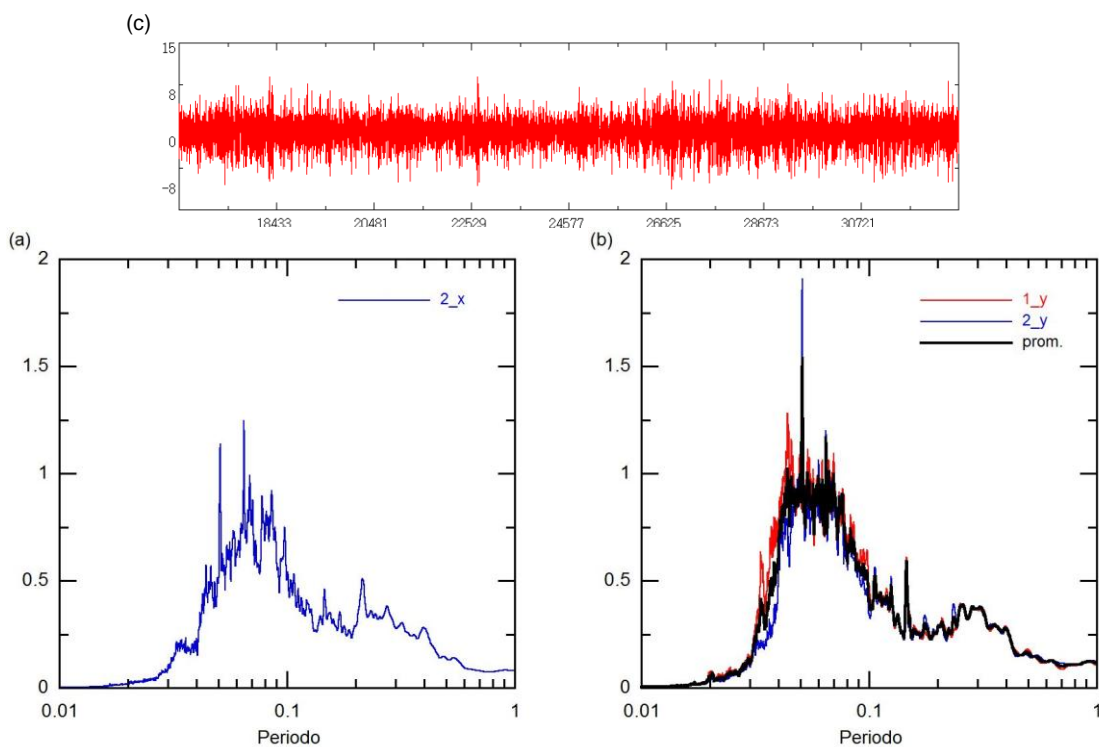


Figura AII-11. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 10.

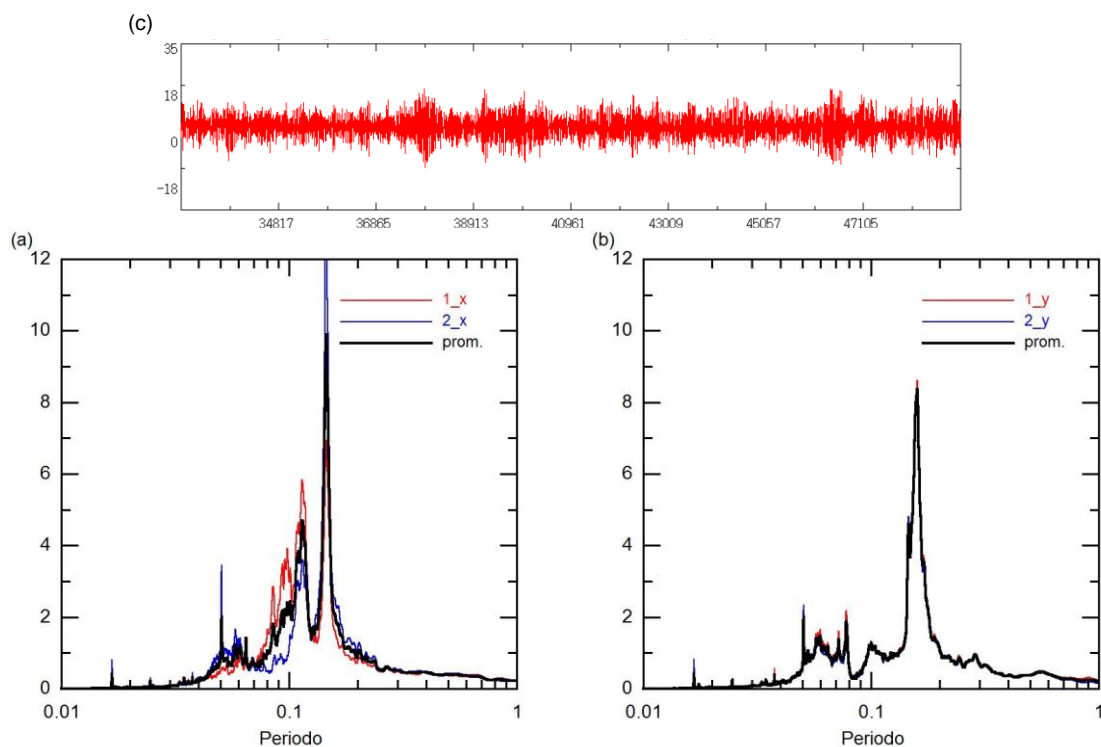


Figura AII-12. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 11.

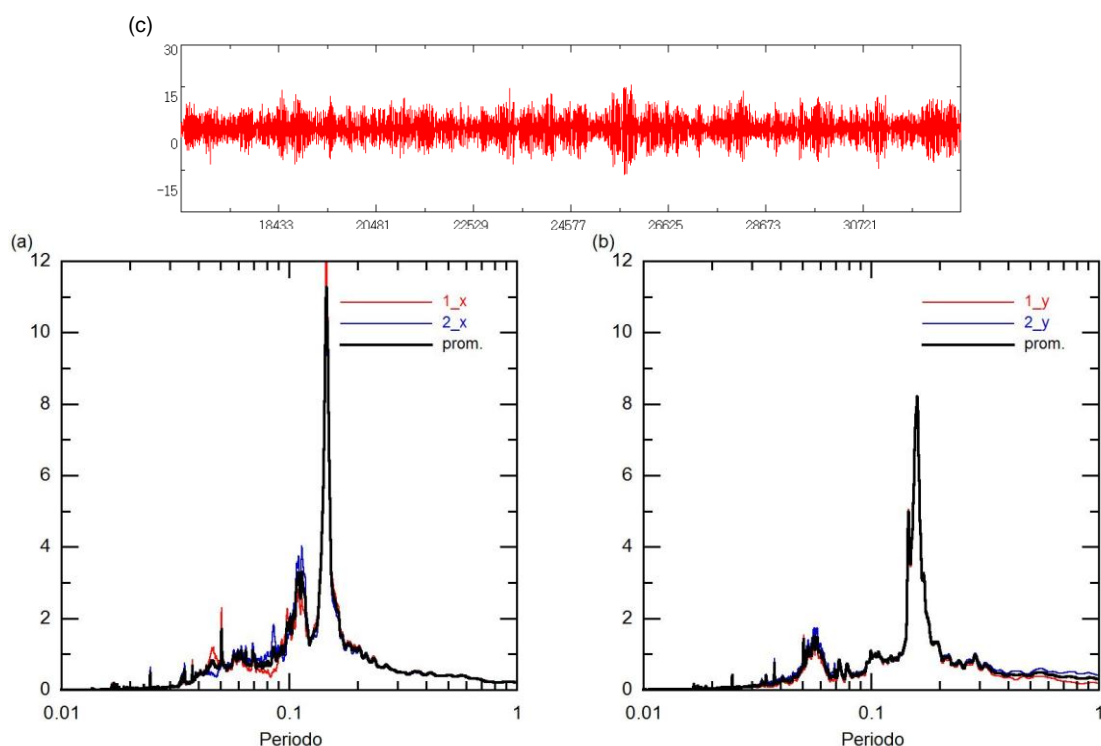


Figura AII-13. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 12.

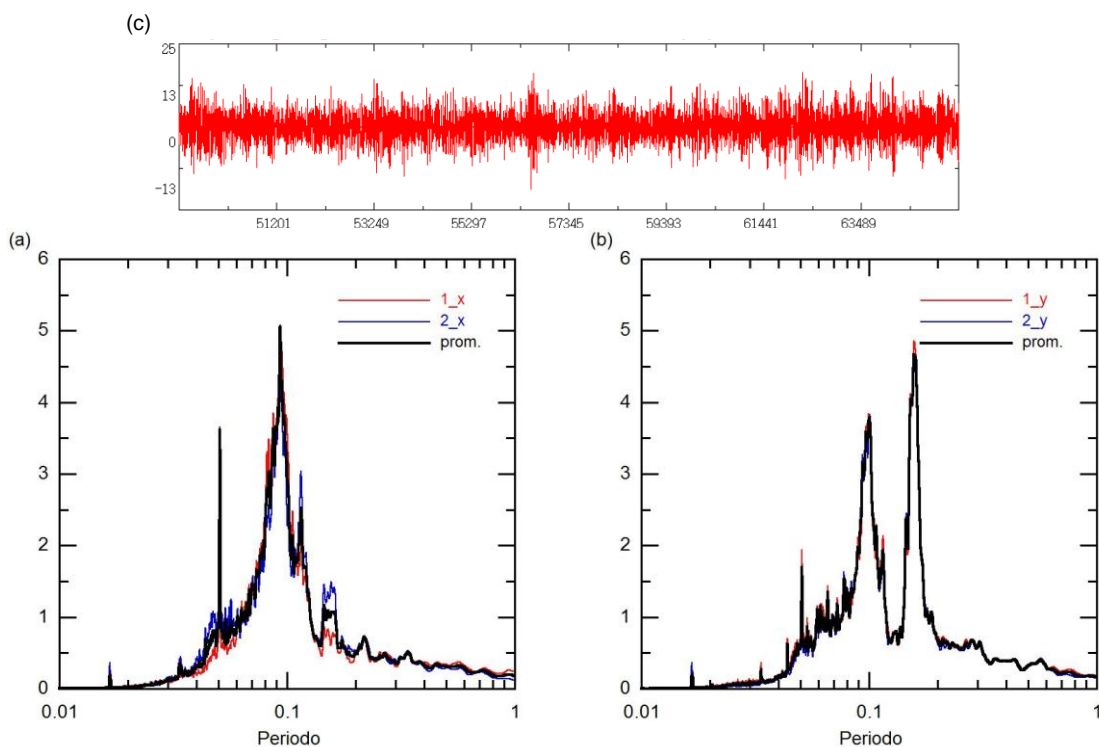


Figura AII-14. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 13.

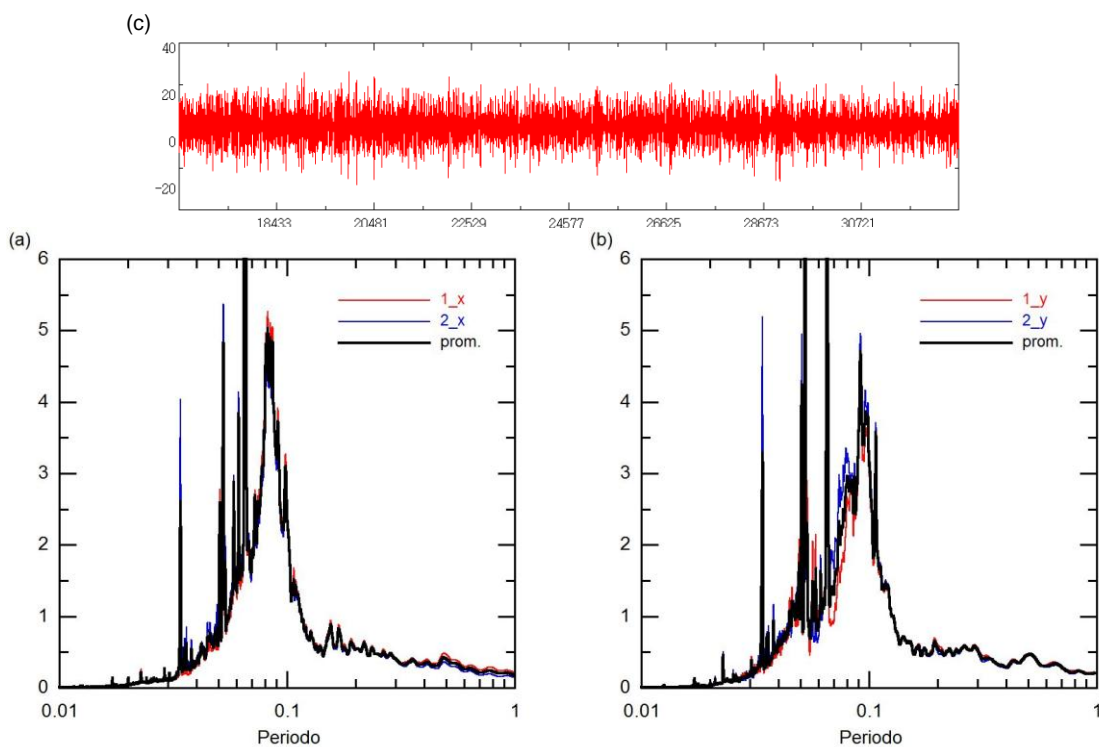


Figura AII-15. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 14.

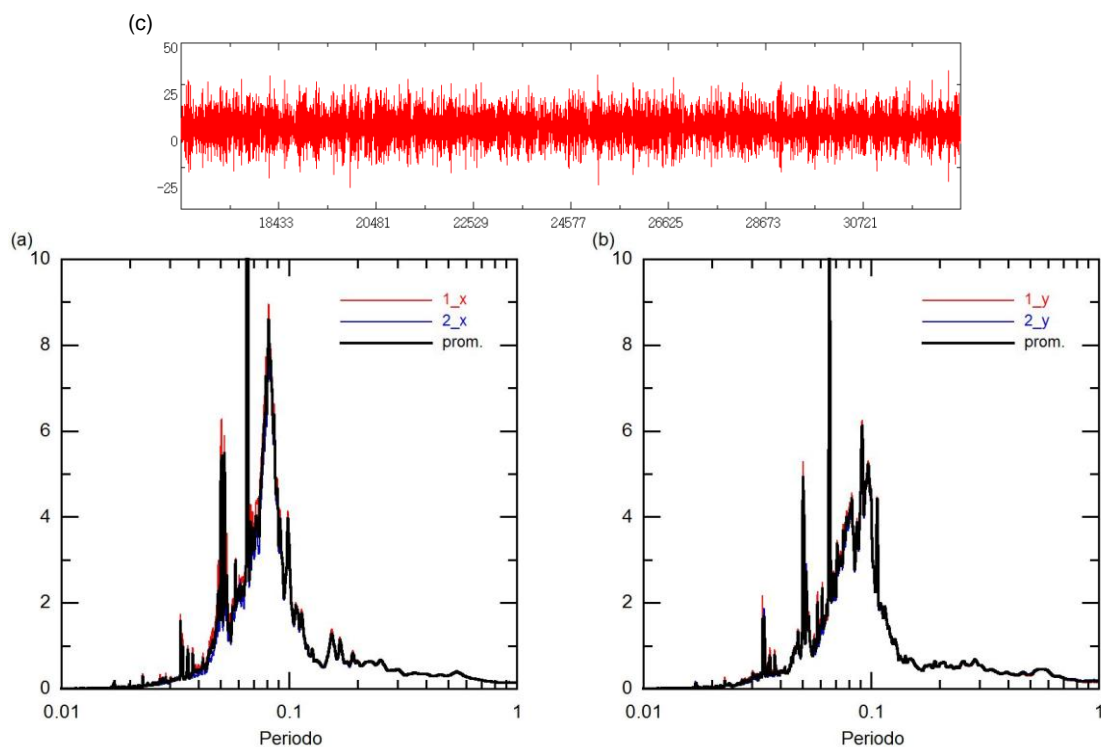


Figura AII-16. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 15.



ANEXO III GRÁFICOS-ESTUDIO DE MATERIALES



Figura AIII-1. Extracción de muestras de acero.



Figura AIII-2. Muestras de acero, antes y después del ensayo a tracción.



Figura AIII-3. Ensayes a tracción de las muestras de acero.



Figura AIII-4. Extracción de núcleos de concreto.

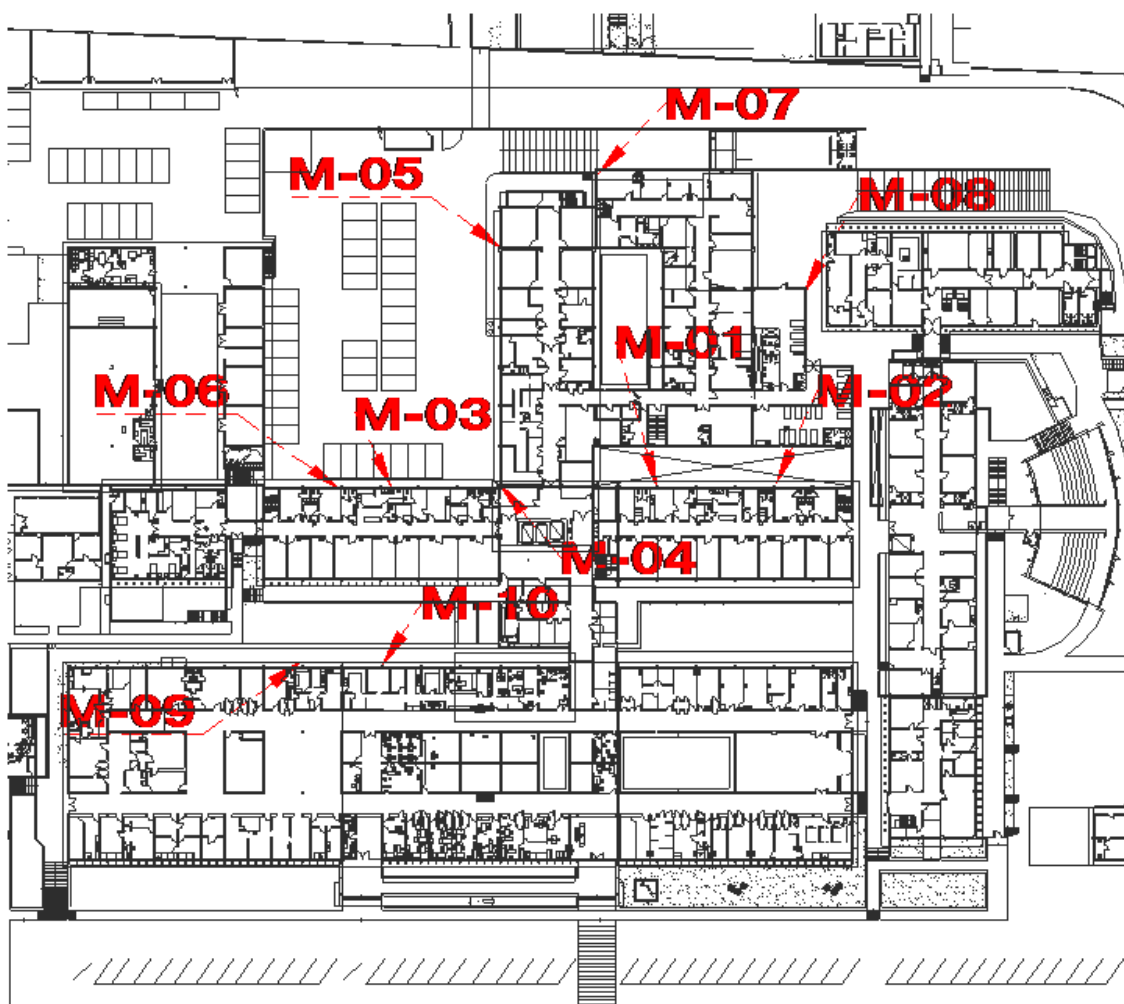


Figura AIII-5. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto.

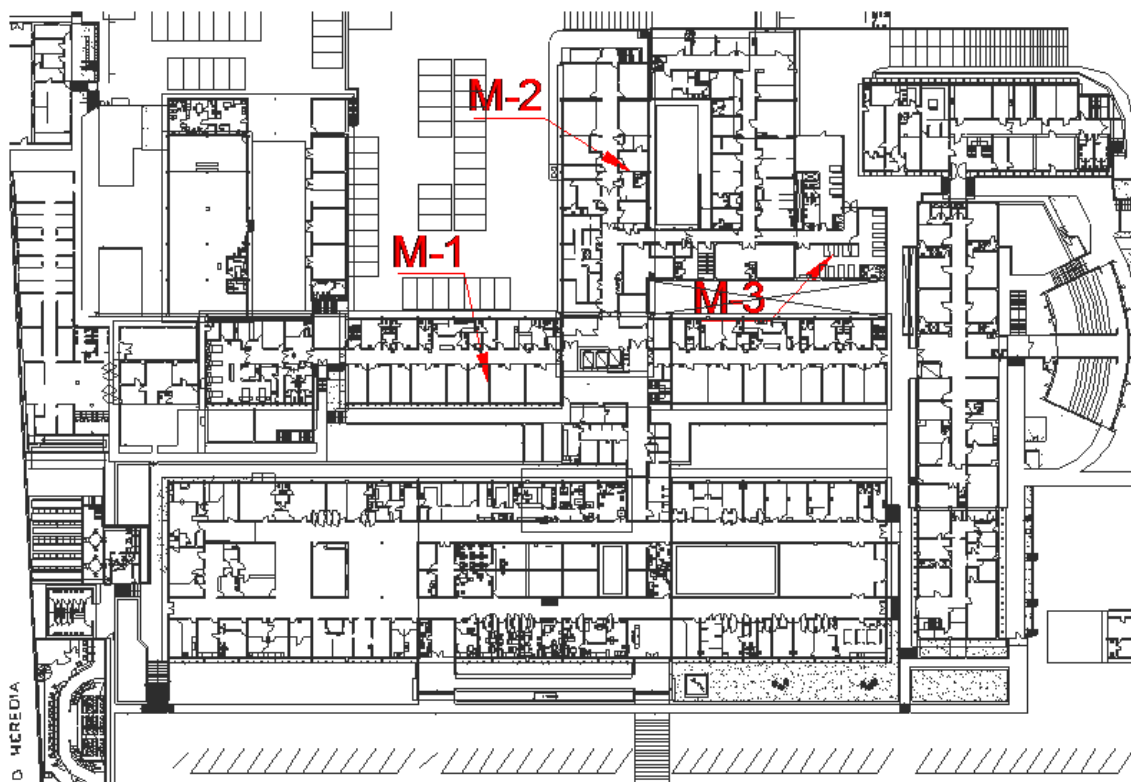


Figura AIII-6. Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero.



PERÚ Ministerio de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



ANEXO IV PLANTILLA DE RESULTADOS-ESTUDIO DE MATERIALES



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Cayetano Heredia
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha: 05/12/2013

IDENTIFICACION	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	14.70	14.80	14.80	10.90	14.70
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	11520	11090	11330	9550	8450
Resistencia (Kg/cm²)	267.9	257.9	263.4	222.0	196.5
Relación altura/diámetro	1.986	2.000	2.000	1.473	1.986
Factor de corrección	0.999	1.000	1.000	0.957	0.999
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	267.6	257.9	263.4	212.4	196.3
Tipo de falla	Corte	Cono	Columna	Corte	Cono

Norma de referencia ASTM C 39 NTP 339.034 - ASTM C 42 NTP 339.059

Equipo de ensayo: Maquina de compresión marca ELE, modelo 36-065016, Cap. Max. 110 ton

Informe N° 21-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

Dr. Carlos Alberto Zavala Toledo
 Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Cayetano Heredia
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha: 05/12/2013

IDENTIFICACION	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Viga	Columna	Columna
Altura (cm)	14.30	14.80	13.60	14.80	14.80
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	8070	6060	6050	12190	13100
Resistencia (Kg/cm²)	187.6	140.9	140.7	283.4	304.6
Relación altura/diámetro	1.932	2.000	1.838	2.000	2.000
Factor de corrección	0.995	1.000	0.987	1.000	1.000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	186.6	140.9	138.8	283.4	304.6
Tipo de falla	Corte	Cono	Columna	Corte	Cono

Norma de referencia ASTM C 39 NTP 339.034 - ASTM C 42 NTP 339.059

Equipo de ensayo: Maquina de compresión marca ELE, modelo 36-065016, Cap. Max. 110 ton

Informe N° 21-2-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

Dr. Carlos Alberto Zavala Toledo
 Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID



ENSAYO DE TRACCION EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital Cayetano Heredia
Tipo de probeta: Barras
Material: Acero
Fecha: 05/12/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Limite de fluencia fy (kg/cm2)	Resistencia a la tracción R (kg/cm2)	R/fy
	Ø (cm)	Área (cm2)		Fluencia	Máxima			
M1	1.54	1.86	1.59	7100	11600	3811	6227	1.6
M2	1.55	1.89	1.56	7070	1147	3746	608	0.2
M3	1.53	1.84	1.45	9000	13850	4895	7532	1.5

Equipo de ensayo: Maquina Universal SHIMATZU modelo UH-F500KNIR, Cap. Max. 50 ton

Informe N° 30-CISMID/2013

Ensayo: LMLD / GABM

Dr. Carlos Alberto Zavala Toledo
Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA



ANEXO V ESTUDIOS GEOTÉCNICOS



PERÚ

Ministerio
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA
HOSPITAL NACIONAL CAYETANO HEREDIA

