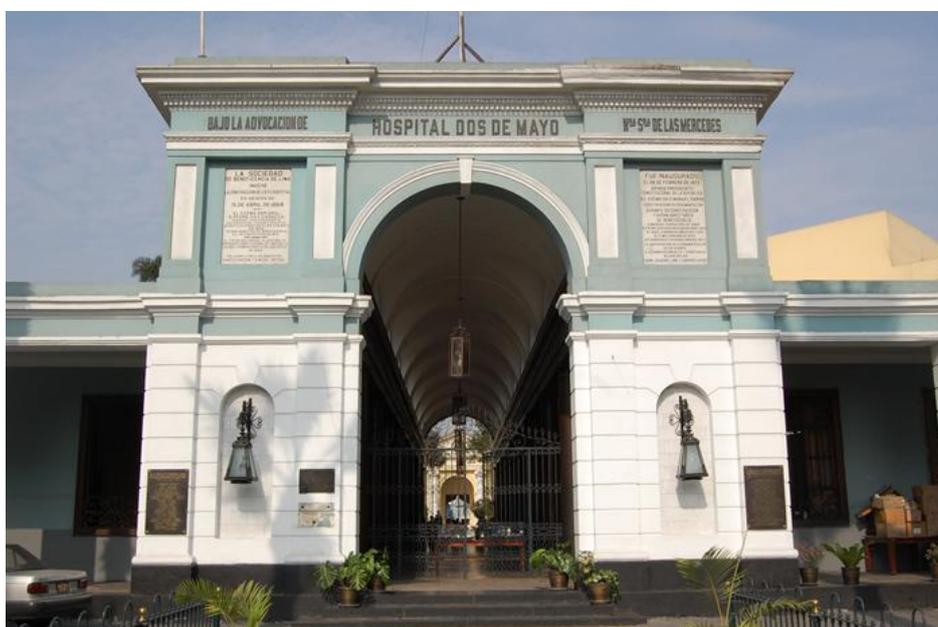


ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Ing. José Francisco Ríos Vara / Dr. Ing. Miguel Augusto Díaz Figueroa (Evaluación estructural)
2. Arq. Clotilde Espinoza / Arq. Enrique A. García Martínez// Arq. Josué Villanueva (Evaluación no estructural)
3. Dr. Nelson 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



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene como objetivo el estudio de la vulnerabilidad sísmica en las componentes estructural, no estructural y funcional del Hospital Nacional Dos de Mayo, Ubicado en el distrito de El Cercado 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.

Para el caso de las componentes no estructurales, los equipos de Arquitectura, Líneas Vitales y Organizativo-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 Dos de Mayo, en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

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

Está formalizado, operativo y tiene local asignado. No dispone de personal dedicado especialista en gestión de riesgo de desastre, sus miembros no



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



tienen Tarjetas de Acción con los procedimientos para desastre de su área. *Su vulnerabilidad es de nivel medio.* Se recomienda reclutar 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.*

Está formalizado con Resolución Directoral, su planteamiento es sólido y abarca las necesidades de un hospital en crisis; su cumplimiento parece más ceñido a Emergencia que a otros servicios los cuales no cuentan con procedimientos de desastre ni de evacuación a pesar de su reconocida vulnerabilidad, las áreas de seguridad interna son insuficientes para sus ocupantes, las Tarjetas de Acción no se han repartido a todos los operadores y no se tiene la convicción que conozcan esos procedimientos. *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.*

Aunque sismo, incendios y desórdenes civiles están mencionados en el plan general de respuesta a desastres no están consignados en documentos específicos; 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 la implementación de planes de contingencia y de apoyo psicosocial para víctimas y operadores.

d. *Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.* La norma vigente no permite tener almacenes en los servicios lo que la hace contradictoria con las necesidades de Emergencia, se debe formalizar un consenso por el alto riesgo de emergencia masiva y desastres intempestivos. El Servicio de Emergencia se ha esforzado en mantener un pequeño stock para uso cotidiano y difícilmente suficiente para demanda masiva mayor y mucho menos un desastre (en feriado largo no hay personal administrativo), *Su vulnerabilidad es alta.* Se requiere ampliar la disponibilidad de material de curación, cirugía mayor y reserva de quirófanos para situación de desastre, asimismo debe crearse una reserva de equipos de soporte vital (ventiladores, equipos electro médicos, otros) y tener una reserva de material para protección biológica masiva en caso de epidemias; debe también mejorarse la ejecución del presupuesto (PPR 068: "Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres").

e. *El Servicio de Emergencia* muestra una organización eficiente, la funcionalidad de sus espacios internos es apropiada pero sus relaciones con las otras áreas críticas son complicadas o disfuncionales por la actual conformación del hospital; su comando está a cargo de especialistas y se



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



muestra dinámico y comprometido al igual que el personal asistencial, sus espacios se coparon con reciente demanda masiva de 40 heridos, cifras mayores los desbordarían. 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 acondicionar mecanismos y espacios para ampliación de la atención de desastres y emergencias con demanda masiva.

f. *Otros servicios críticos del hospital.* Muestran gran ocupación, son muy 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.

A pesar del avance logrado se observa una alta vulnerabilidad 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.



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
CONTENIDO	4
1 ANTECEDENTES	8
2 OBJETIVO	8
3 INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL	8
4 TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO	14
4.1 Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad	14
4.1.1 Identificación de los elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	14
4.1.2 Identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	14
4.1.3 Identificación de los elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad	22
4.1.4 Identificación de las líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad	35
4.1.4.1 Instalaciones Sanitarias	35
4.1.4.2 Instalaciones Eléctricas	36
4.2 Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital	38
4.2.1 Definición de Medición de Vibración Ambiental	39
4.2.2 Equipos e Instrumentación	40
4.2.3 Resultados de las Mediciones	40
4.2.4 Conclusiones	42
4.3 Auscultación de la Cimentación del Hospital	43
4.3.1 Generalidades	43
4.3.2 Objetivo del Estudio	43
4.3.3 Geología, Geomorfología y Sismicidad	44
4.3.4 Auscultación de Zapatas y Cimentación	45
4.3.5 Ensayos de Laboratorio	46
4.3.6 Análisis de la Cimentación	48
4.3.7 Conclusiones	53
4.4 Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	54
4.4.1 Extracción de Muestras de Varillas de Acero	54
4.4.2 Resistencia del Acero de Refuerzo	54
4.4.3 Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	54
4.4.4 Resistencia del Concreto	54
4.4.5 Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	55
4.4.6 Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	55
5 DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL	62



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



HOSPITAL		
5.1	Modelos Matemáticos	70
5.2	Demandas de Carga	75
Determinación de las Máximas distorsiones de entrepiso para un sismo		
5.3	severo	78
Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño		
5.4	inducido	82
5.5	Determinación de la Resistencia de la Estructura	93
5.6	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud	95
IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		
6	VULNERABLES	95
6.1	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	95
6.2	Elementos no estructurales vulnerables	95
6.2.1	Accesibilidad para las personas discapacitadas	103
6.2.2	Equipamiento no médico	104
6.2.3	Quirófanos –UCI	111
6.2.4	Emergencia – Reanimación	112
6.2.5	Equipos conectados	113
6.2.6	Equipos rodantes	113
6.2.7	Equipos fijos	114
6.2.8	Elementos suspendidos	115
6.2.9	Accesibilidad	115
6.3	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales	116
7	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA	119
Vulnerabilidades encontradas en las líneas vitales asumiendo un		
7.1	escenario de sismo severo	119
7.1.1	Instalaciones Sanitarias	119
7.1.2	Instalaciones Eléctricas	125
7.1.3	Instalaciones Mecánicas	126
7.1.4	Instalaciones Electromecánicas	127
7.1.5	Instalaciones Especiales	128
7.1.6	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	129
7.2	Recomendaciones para las líneas vitales	129
7.2.1	Instalaciones Sanitarias	129
7.2.2	Instalaciones Eléctricas	130
7.2.3	Instalaciones Mecánicas	131
7.2.4	Instalaciones Electromecánicas	131
7.2.5	Instalaciones Especiales	131
7.2.6	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	132



8	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL	132
8.1	Contexto del problema	132
8.2	Análisis Situacional del Hospital	134
8.3	Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013	136
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	138
9.1	Componente Estructural	138
9.2	Componente No estructural	138
9.2.1	Accesibilidad para las personas discapacitadas	140
9.2.2	Influencia del entorno	140
9.2.3	Equipamiento no médico	140
9.2.4	Equipamiento médico	143
9.2.5	Equipo de radiología-tratamiento de imágenes	144
9.2.6	Quirófanos –UCI	144
9.2.7	Emergencia – Reanimación	144
9.2.8	Equipamiento de laboratorio de análisis clínico	144
9.2.9	Esterilización	144
9.2.10	Equipos conectados	144
9.2.11	Equipos rodantes	145
9.2.12	Equipos fijos	145
9.2.13	Elementos suspendidos	146
9.3	Componente Funcional	147
9.3.1	Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria	147
9.3.2	Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	154
9.3.3	Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	155
9.3.4	Comentario Final	156
9.4	Componente de Líneas Vitales	159
9.4.1	Instalaciones Sanitarias	159
9.4.2	Instalaciones Eléctricas	159
9.4.3	Instalaciones Mecánicas	160
9.4.4	Instalaciones Electromecánicas	160
9.4.5	Instalaciones Especiales	160
9.4.6	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	161



10	AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	161
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA

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 Dos de Mayo.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es determinar 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 “Dos de Mayo”

Identificador: 5106
Código, Registro Nacional de EESS 6206

3.2. Dirección: Avenida Grau N° 1300, Parque Historia de la Medicina Distrito El Cercado, Lima

3.3. Teléfonos: (511) 3280028



3.4. **Página web y dirección electrónica:** <http://www.hdosdemayo.gob.pe>

3.5. **Número total de camas:** 586 (71 en Emergencia y Cuidados Críticos)

3.6. **Índice de ocupación de camas en situaciones normales:** 80%

3.7. **Descripción del establecimiento:**

Establecimiento de salud que pertenece al Ministerio de Salud, catalogado en nivel III-1, está ubicado en el distrito El Cercado de Lima. Su edificación central, de adobe y quincha, fue construida entre 1868 y 1875 y está calificada como patrimonio cultural del país. Otras edificaciones se le fueron añadiendo en distintas épocas, siendo la actual Emergencia construida en 1998.

Área de influencia: distritos El Cercado, El Agustino, y La Victoria

Cobertura de la población: 1'901,404 habitantes.

Horario de atención; 12 horas en servicios ambulatorios, 24 horas en el Servicio de Emergencia y en hospitalización.

Personal Asistencial: 331 médicos especialistas (16 Emergenciólogos, 30 cirujanos generales, 26 anesestesiólogos, 14 traumatólogos), 334 enfermeras.

Personal de técnicos y auxiliares: 497

Personal médico de guardia por turno: 21 más un retén

Emergencia atiende 3,291 pacientes adultos cada mes (110 en Shock Trauma); el hospital está clasificado como nosocomio principal para situaciones de emergencia.

3.8. **Distribución física:**

El hospital se desarrolla sobre un terreno de 43,500 m² y 26,500 m² construidos. La parte más antigua del hospital, de un piso de altura y material adobe y quincha sirve para las áreas administrativas (Pabellón Y, ver Figura 1) y hospitalización (Pabellones S, R, Q). Las edificaciones posteriores son de estructura de concreto armado y albañilería de ladrillo. Están dedicados a hospitalización y otras edificaciones independientes entre sí albergan los diferentes servicios.

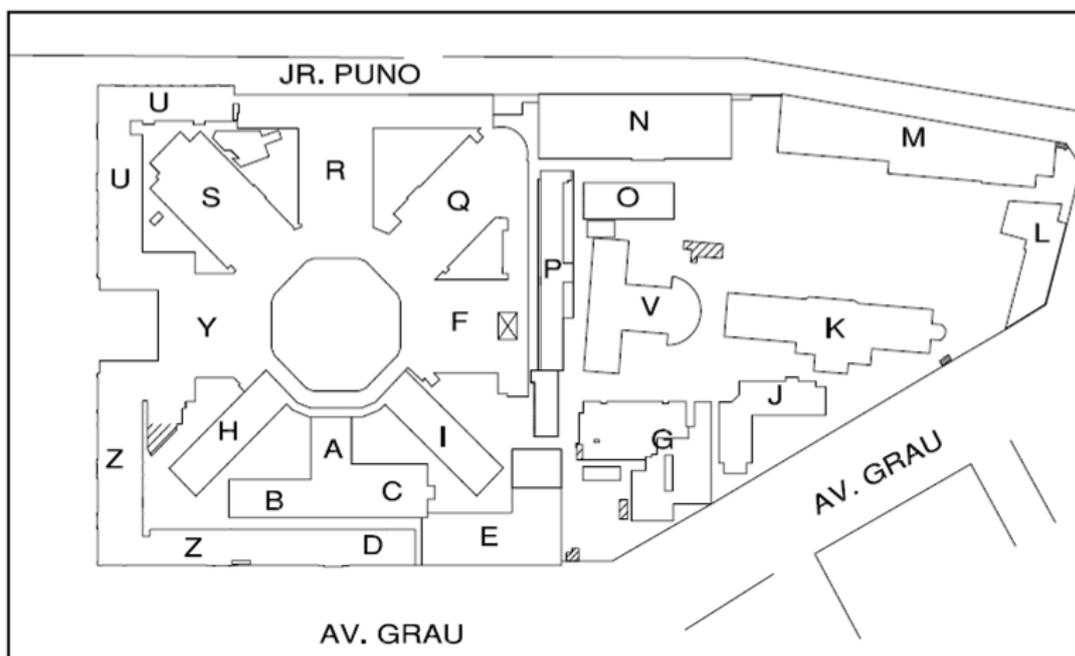


Figura 1. Distribución de pabellones del Hospital Nacional Dos de Mayo

FUENTE: Informe de la Ing. Kelly E. Reque Córdova

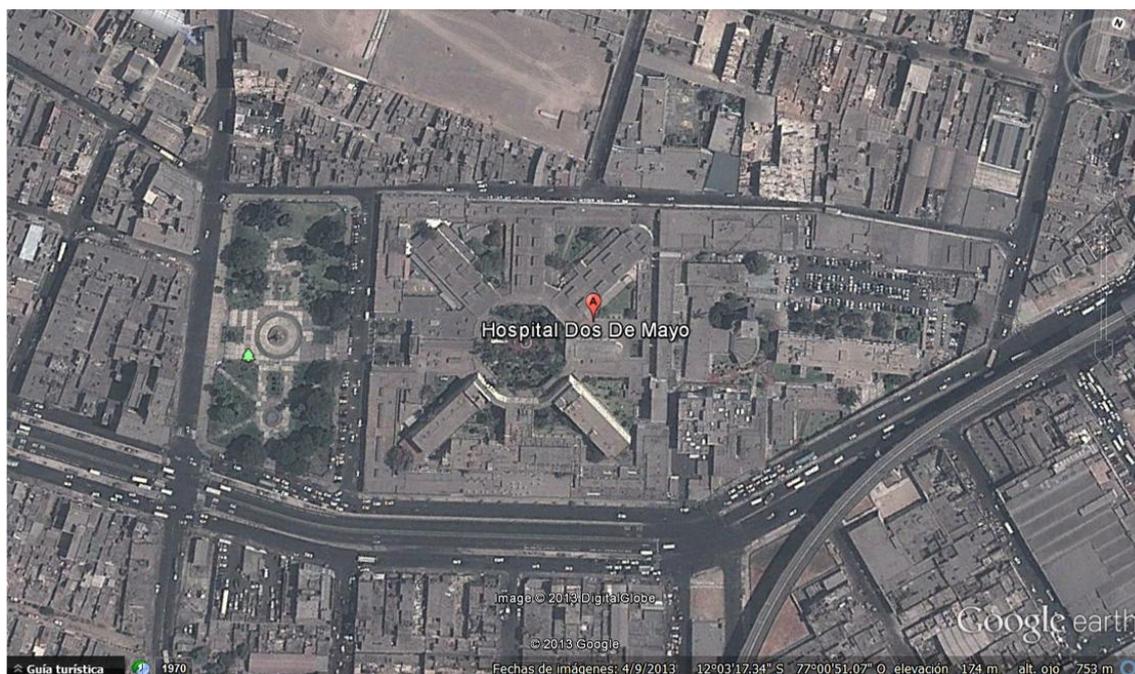


Figura 2. Vista satelital del emplazamiento del Hospital Dos de Mayo

Fuente: Google Earth

El “Servicio de Emergencia y Cuidados Críticos” desarrolla las actividades propias de emergencia en la edificación E, con ingreso por la avenida Grau (parte de una vía expresa) en tanto que las de Centro Quirúrgico (8 quirófanos) y Cuidados Intensivos (26 camas) las cumple en el tercer piso de la edificación

(A-B-C) que está al interior del hospital. Ambas estructuras están construidas en concreto armado.

El Servicio de Emergencia (E) se distribuye alrededor de un patio central, usado como patio de maniobra de ambulancias y otros vehículos, y rodeado por la Sala de Espera de familiares, Farmacia, Seguros, y el acceso al Admisión donde está el área de Triage y el Tópico de Medicina. Adyacente a este se encuentra la Unidad de Trauma-Shock, la Sala de Operaciones de Emergencia y la Sala de Recuperación de Emergencia. Tiene buena funcionalidad y circulación interna por doble pasillo que permite una aceptable evacuación de la edificación saliendo a área descubierta.

La Unidad de Cuidados Intensivos está en un tercer piso de edificio cercano, la evacuación se complica por la ubicación y el tipo de pacientes.

3.9. Capacidad hospitalaria y ampliación opcional (1):

a. Medicina Interna

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Medicina 1	36	a 38	Sala Santo Toribio
Medicina 2	36	a 38	Sala San Pedro
Medicina 3	36	a 38	Sala Santa Ana
Medicina 4	36	a 38	Sala San Andrés
Medicina 5	36	a 38	Sala Julián Arce
Especialidades	28		Salas San Antonio
Neumología	28		Sala Santa Rosa III
Infeciosas	20		Sala Santa Rosa II
TOTAL:	250	10	

b. Cirugía

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía 1	20		H 4
Cirugía 2	26		H3
Cirugía 3	28		I 3
Cirugía 4	23		I 4
Otorrinolaringología	03		I 3
Urología	40		I 1
Traumatología	40		Sala El Carmen
Neurocirugía	20		H 4
Cabeza y cuello	12		H 3
Tórax-cardiovasc.	12		I 4
Cirugía Plástica	08		I 4
Oftalmología	02		H 3
Cirugía pediátrica	06		San Camilo
TOTAL:	231	0	

c. Emergencia y Cuidados Intensivos

Ambiente	Nº camas y camillas	Capacidad adicional	Observaciones
Servicio de Emergencia			
Módulo Urgencias	01		
Tópico Medicina	12	04	
Tópico Cirugía	04		
Tópico Traumatología	02		
Tópico Obstetricia	02		
Observación Varones	06	01	
Observación Mujeres	06	01	
Vascular agudo	04	01	
Unidad Trauma	04	01	
Shock-Trauma	03	01	
Sala de Operaciones de Emergencia	02		Hay 8 salas en Centro Quirúrgico
Recuperación Emergencia	06		Podría habilitarse 3 quirófanos
Unidad Cuidados Intensivos	12		
UCI Neonatal	08		
U. Neurocríticos	06		
TOTAL:	71	09	

(1) FUENTE: Hospital Nacional "Dos de Mayo". Plan Hospitalario de Respuesta frente a Emergencias y Desastres, 2013. Incluye Resolución Directoral N° 0461-2013/D/HNDM, del 23 de setiembre de 2013. (87 páginas)

d. Quirófanos

Ambiente	Nº salas	Capacidad adicional	Observaciones
Centro Quirúrgico	08		
Sala Op. Emerg.	02	02	En Recuperación de Emergencia
Sala Centro Obstétrico	02		Una no funciona actualmente
TOTAL:	12	02	

Cuenta con 28 anesthesiólogos pero el número requerido es de 38. 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 13 para cirugía abdominal, 10 para traumatología, 6 para ginecología, 4 para otorrino, 4 para cabeza y cuello, 3 para urología, 2 para neurología y 2 para tórax y cardiovascular.

El Banco de Sangre es de Tipo II. El número de bolsas de sangre el día 03 de diciembre 2013 fue de 300 unidades. Disponen además en su almacén unas

300 bolsas vacías para recibir donación, bolsas adicionales están disponibles en Farmacia (abastecen unas 800 al mes). Este Banco provee de sangre al Hospital de Emergencias Pediátricas mediante convenio.

3.10. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa:

Ambiente	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
		Si	No	Si	No	Si	No	
Tópico Medicina	X	X		X		X		12 camillas
Sala Recuperación	X	X		X		X		3 nuevas salas de operaciones
Aula de capacitación	X	X		X		X		10 camillas
Jardín entre Pediatría y Neumología	X		X		X		X	Puede albergar carpas
Biblioteca UNMSM	X	X		X		X		10 camillas
Auditorio Sergio Bernales	X	X		X		X		Espera de voluntarios, sala de información
Auditorio Pediatría	X		X	X			X	Atención de patología aguda común
Parque Historia de la Medicina (Municipio de Lima)	Público	X			X		X	Hospital de campaña (del MINSA)

3.11. Ambulancias del hospital (*)

Tipo	Equipamiento	Estado
III	Camilla, balón de oxígeno, tabla rígida, aspirador de secreciones, bomba de infusión, monitor, ventilador	Bueno
III	Camilla, balón de oxígeno, tabla rígida, aspirador de secreciones, bomba de infusión, monitor, ventilador	Bueno
III	Camilla, balón de oxígeno, tabla rígida, aspirador de secreciones, monitor, ventilador	Bueno
I	Camilla, balón de oxígeno, tabla rígida, aspirador de secreciones	Bueno
I	Camilla, balón de oxígeno, tabla rígida, aspirador de secreciones	Regular
I	Camilla, balón de oxígeno, tabla rígida	Regular
	TOTAL 6 AMBULANCIAS	

(*) Se complementan con las unidades del Servicio de Atención Móvil de Urgencias, SAMU, que opera en algunos distritos de Lima.

Datos adicionales:

La construcción original del hospital de hace 138 años fue ampliada en 1970 sin afectar la parte antigua por ser patrimonio cultural. El Servicio de



Emergencia fue construido en 1998, y modernizado progresivamente con construcción segura. La amplitud de espacios es aceptable reportándose gran demanda en ciertas horas y días de semana, al momento de la visita no se observó hacinamiento (mencionan se sobrecarga en horas pico) y el Servicio lucía ordenado, limpio y se mantenían buenos flujos de personas y equipos. El personal se mostró colaborador.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

De las visitas técnicas realizadas al Hospital Nacional Dos de Mayo se ha podido observar que la principal causa de posibles daños ante un evento sísmico importante es la adición de muros de albañilería a los pórticos de concreto armado.

Este hecho ha contribuido a tener columnas cortas en algunos edificios. 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 separación 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 otros 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:

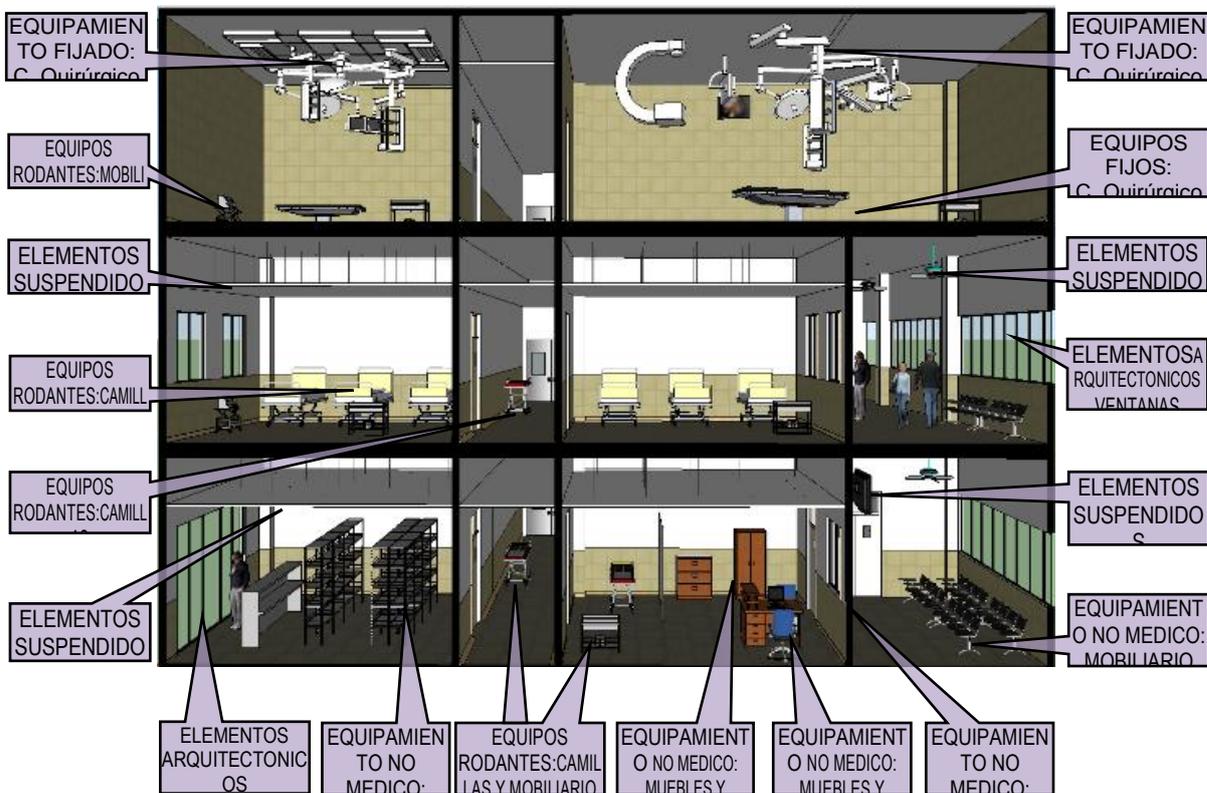
ARQUITECTÓNICOS

- 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. 4.3 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.4.4: 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. 4.5Falsos 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. 4.6 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. 4.6 Caída 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 El Cercado, al centro de la capital, en área urbana consolidada, con densidad poblacional alta y vivienda precaria.

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: 31% de viviendas de distritos de la zona de influencia del hospital (Ate, La Victoria, Cercado de Lima, San Juan de Lurigancho) podrían ser destruidas o quedar

inhabitables, produciendo unos 160 mil heridos, 8.7% de la población, la vivienda tiene alta vulnerabilidad sísmica [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 peligro alto, por material constructivo de antiguas fincas, depósitos mayoristas muy abundantes, venta de pirotécnicos, industrias textiles y confecciones, galerías comerciales (algunas con talleres) hacinadas y tугurizadas, depósitos de reciclables (generan frecuentes incendios) y gran cantidad de imprentas en el casco antiguo del Cercado.

- 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 central.
 - 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>. Acceso: 11 octubre 2013]
 - Mortalidad por accidente vehicular: muy alta (país 3,500/año, 60% en Lima) [Aspectos psicosociales en Accidentes del Transporte Terrestre. Morales Soto Nelson Raúl, Alfaro Basso Daniel, Gálvez Rivero Wilfredo. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2010; 27(2): 273-78. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf>. Acceso: 11 octubre 2013]
 - Puntos críticos de eventual aislamiento local: existen puentes en el río Rímac y vías expresas en el distrito y circundantes.
 - Transporte masivo: exagerado número de unidades de transporte público y carga, trenes en altura y buses articulados discurren al lado del hospital.

- Locales de aglomeración poblacional masiva:
 - Centros comerciales: en la cercanía hay grandes mercados mayoristas de abastos (han ocurrido disturbios), numerosas grandes galerías comerciales con hacinamiento, tугurización y a veces limitado control de la autoridad (han ocurrido incendios), supermercados.
 - Espectáculos públicos: estadios deportivos (Estadio Nacional y del club Alianza Lima), coliseos, discotecas.
 - Templos: en su mayoría muy antiguos, carecen de certificación de Defensa Civil. Periódicamente hay procesiones religiosas con asistencia multitudinaria.

- 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 (pinturas).
- Depósito y venta masiva de pirotécnicos (antecedente de incendios en galerías con 300 muertos y similar número de desaparecidos)
- Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
- Industrias: gran cantidad de insumos inflamables en industrias o talleres de confeccionistas de ropa e imprentas en el casco histórico (en fincas precarias cercanas entre sí con difícil acceso de bomberos y con orden incumplida de traslado).
- **Sociales:**
 - Conflictividad social: alta, 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012 [Defensoría del Pueblo. Decimosexto Informe Anual de la 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: medio o alto con temporalidades (recientes en mercado La Parada con muertos y heridos, frecuentes manifestaciones públicas con desórdenes en el casco antiguo).
 - Homicidio: nivel medio (supera 20x100 mil habitantes)
 - Seguridad pública: percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima) [Estadísticas sobre seguridad ciudadana. INEI. Lima, 2013. <http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf> Acceso: 11 octubre 2013]
 - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona
 - Pobreza en el distrito: 18% de la población, pobreza extrema: 0.5% [Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres. Hospital Nacional Dos de Mayo. Lima, 2013.]
- **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 Dos de Mayo está situado en el antiguo barrio del Cercado, hoy distrito El Cercado, en la avenida Grau N° 1300, ruta de alto tráfico vehicular y actividad comercial que en parte es una vía de tránsito segregado con numerosos pasos vehiculares a desnivel.

El frontis y acceso principal del hospital se ubica frente al Parque de la Historia de la Medicina y está habitualmente cerrado dándosele uso protocolar. Otras dos entradas laterales permiten acceso de usuarios de consultorios.



Foto 1. Frontis del hospital frente al Parque de la Historia de la Medicina, en la avenida Grau, Cercado de Lima.

El acceso exterior de Emergencia se da por la avenida Grau, sin número, a través de una puerta peatonal adyacente a otra vehicular (portón metálico negro, dos hojas, de unos 5 metros de ancho), ambos con vigilancia y control de ingreso permanentes.



Foto 2. Vista exterior del acceso peatonal y vehicular a Emergencia por la avenida Grau, sin número.

Esta puerta abre a un patio de distribución (aproximadamente 15 x 20 metros) donde los vehículos desembarcan los pacientes a Emergencia. Circundan el patio los accesos para el Servicio de Emergencia, la Farmacia de Emergencia, oficinas de coordinación con los seguros, una Sala de Espera para familiares (que son notificados por parlantes internos para darles información), baños para el público.



Foto 3. Vista interior del acceso al patio central de maniobra de ambulancias que da acceso al Servicio de Emergencias, Sala de Espera para familiares, Farmacia, Caja, Seguros.

Una segunda puerta metálica en el extremo opuesto del patio de ambulancias permite el acceso al interior del hospital de personas, camillas y camas clínicas procedentes de Emergencia. También tiene vigilancia permanente. Toda esta área fue construida en 1998 en concreto.



Foto 4. Acceso al interior del hospital desde el patio de ambulancias, conecta al Servicio de Emergencia con las áreas críticas y las de hospitalización.

Desde el patio de ambulancias se accede al Servicio de Emergencia por una puerta amplia corrediza con vigilante permanente que orienta al usuario y notifica a los familiares en la Sala de Espera vecina por altavoz. A la derecha hay un módulo de Triage, un módulo para atención inicial y el Libro de Ingreso de Pacientes de Emergencia.

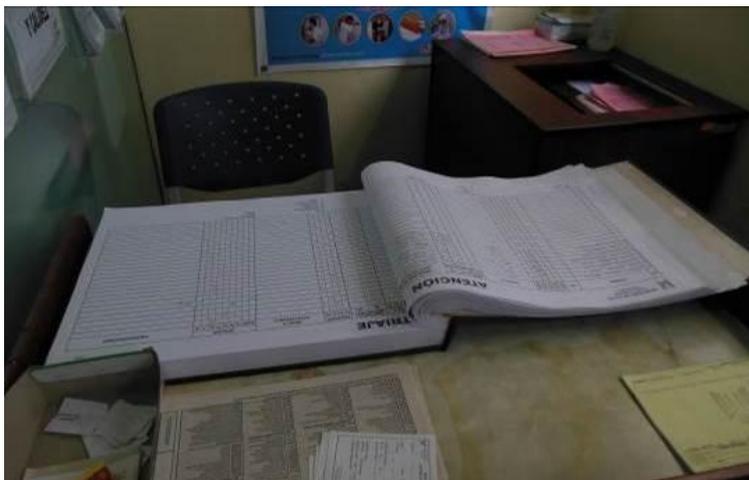


Foto 5. Área de Triage, atención inicial y Libro de Registro de Ingreso de pacientes a Emergencia.

El salón central tiene una amplia mesa de trabajo-mostrador donde labora el personal de recepción, flanqueado por un doble pasillo circular que conduce a las unidades internas. A un lado se encuentra el módulo de Atención Médica de ingresantes donde se practica la anamnesis y examen clínico del paciente. Los espacios son ordenados y señalizados, el personal es colaborador, hay un pequeño módulo para inyectables, otro para la central de referencia, CENARUE, y una escalera que conduce al segundo piso.



Foto 6. Salón central de Emergencia con el Tópico de Urgencias.

Un pasillo desde el salón central, dividido por una puerta de vidrio, lleva a las áreas de acceso restringido. La más cercana es la Unidad de Trauma-Shock que tiene doble puerta y un vestíbulo. En el interior hay 3 camillas Stryker modernas y con buen nivel de equipamiento e insumos para procedimientos diagnósticos y terapéuticos.

**Foto 7.** Acceso a Trauma Shock**Foto 8.** Interior de Trauma Shock

Prosiguiendo el pasillo hacia la derecha está, en zona rígida, la Sala de Operaciones de Emergencia, con dos quirófanos operativos, y tiene adyacente una Sala de Recuperación postoperatoria con seis camas equipadas, también de acceso restringido. Afirman que este ambiente puede albergar dos o tres salas de operaciones en caso de gran contingencia.

**Foto 9.** Acceso a Sala de Operaciones de Emergencia.

En uno de estos pasillos se encuentra la “Sala de Materiales” que es un ambiente, con llave en poder del farmacéutico de guardia, y que alberga la reserva de medicamentos, sueros, material de curación y biomédicos que permiten al Servicio de Emergencia afrontar situaciones de demanda masiva súbita, frecuentes en esta zona de la ciudad.



Foto 10. Almacén de reserva de medicamentos e insumos para emergencias.

Siguiendo el pasillo interno se alternan las Salas de Observación de Hombres y Mujeres, una sala para pacientes vasculares, todas ellas adecuadamente equipadas y un Tópico de Cirugía con camillas para atención de pacientes y una tina para baño al ingreso de determinados pacientes. Se retorna al salón principal.



Foto 11. Salas de Observación de hombres y mujeres, y Sala para pacientes vasculares.

En el segundo piso de la edificación se encuentran las oficinas de jefatura de servicios, gestión del servicio, y dormitorios de profesionales de guardia (2 ambientes con servicios higiénicos).

Por su configuración eminentemente horizontal la circulación desde la Emergencia hacia el interior del hospital y las otras áreas críticas y de

hospitalización se realiza por pasillos interpabellonales -no techados- en una intrincada red de vías y edificaciones de diversos estilos y tiempo de construcción. Numerosas rampas deben ser usadas por los desniveles observados, algunas estrechas y resbalosas (mayor en los días húmedos).



Foto 12. Pasillo-rampa que conduce de Emergencia al interior del hospital, una camilla y el personal que traslada al paciente ocupan el espacio disponible.

En un edificio cercano construido en concreto, de 3 pisos con escaleras amplias (antes dedicado a actividades educativas) y cerrado con reja metálica se encuentra el local del COE en un segundo piso (planean bajarlo al primer piso) donde hay muebles, equipos y vituallas para esta finalidad. Un tercer piso de esta edificación, ahora desocupada, está previsto sirva de albergue a personal supernumerario o voluntario para caso de desastre.



Foto 13. Centro de Operaciones de Emergencia, en el tercer piso de una edificación, tiene teléfono interno, computadora y amoblamiento.

Frente al anterior otro edificio de características afines alberga en su tercer y cuarto piso la Unidad de Cuidados Intensivos (parte del “Servicio de Emergencia y Cuidados Críticos”) integrada por áreas para cuidados intensivos generales, intermedios, pediátricos y de aislamiento, en el tercer piso y cuarto piso. Son ambientes amplios y con equipamiento.



Foto 14. Edificio que alberga la Unidad de Cuidados Intensivos.

En otro edificio vecino algo distante y de acceso también al descubierto se encuentra en el tercer piso el centro quirúrgico del hospital dotado de 8 salas de operaciones y una sala de recuperación postoperatoria con camas con equipamiento. Se están terminando de instalar nuevos ascensores observándose cierta congestión de personas y coches en el primer piso pues en la fecha del estudio solo funcionaba un ascensor.



Foto 15. Ingreso a ascensores en el primer piso del edificio que alberga el Centro Quirúrgico.

Otras áreas críticas ocupan edificaciones diversas en espacios que ahora resultan estrechos y con gran ocupación de equipos y personas. Un acceso al Banco de Sangre es por escaleras a semisótano.



Foto 16. Ingreso al Banco de Sangre.

En la parte central del nosocomio está el área patrimonial en cuyo jardín central hay un mausoleo que conserva los restos mortales de Daniel Alcides Carrión, mártir de la medicina peruana y ex alumno en ese hospital. En este patio arbolado convergen radialmente las grandes salas de hospitalización cuyos nombres son históricos y donde nació la educación asistencial de la medicina peruana.

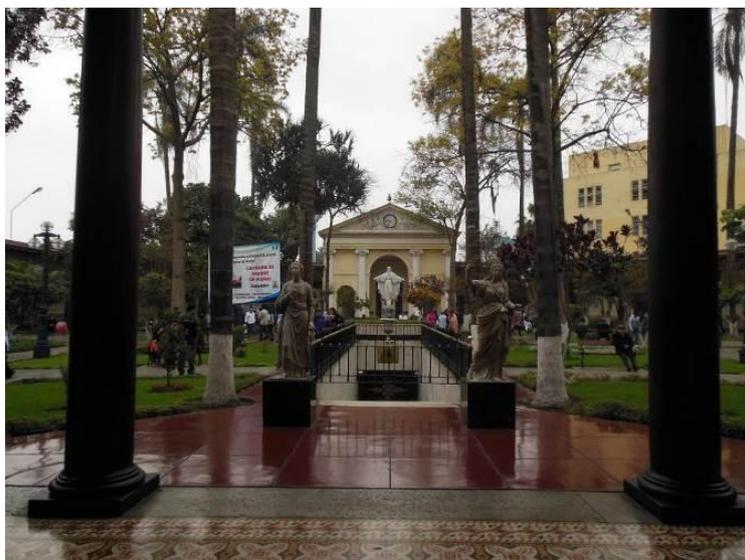


Foto 17. Área patrimonial en el jardín central del hospital.

En el otro extremo del hospital hay un gran espacio libre no techado usado como parqueo vehicular del personal, adyacentes se ubican la cocina, mantenimiento, casa de fuerza, y comedores del personal. Tiene salida al exterior por una puerta metálica de unos 5 m de ancho que abre al jirón Puno

vía de tráfico vehicular unidireccional. Cerca de esta puerta parquean las ambulancias del hospital que utiliza el Servicio de Emergencias, con ambientes para mecánicos y conductores.



Foto 18. Área libre usada como parqueo vehicular y donde se estacionan las ambulancias del hospital, tiene salida lateral al jirón Puno en vía unidireccional.

Hay numerosas edificaciones educativas usadas por convenio con algunas universidades, por lo cual también hay gran cantidad de estudiantes y docentes. Por la antigüedad e importancia histórica de este hospital y por ser un hospital docente y nosocomio de referencia a nivel nacional ha experimentado continuas adaptaciones y remodelaciones para acomodar nuevas actividades que han terminado produciendo inconsistencias funcionales y proximidad no deseable entre ciertos servicios. La consigna parece haber sido: “adecuarse, funcionar y servir...”, el tiempo muestra que lo hecho con gran calidad pero la ocupación resultante alberga vulnerabilidad.



Foto 19. Edificaciones para educación médica.



Foto 20. Intrincadas vías enlazan las áreas críticas.

Edificaciones asistenciales y educativas enlazadas por intrincadas vías horizontales al aire libre ocasionan gran utilización del espacio; los jardines y las áreas de seguridad al interior del hospital resultan estrechas para sus numerosos ocupantes.

En el exterior del hospital, ante el frontis se extiende el Parque de la Historia de la Medicina, amplia área verde cercada con rejas, propiedad de la Municipalidad de Lima, y que es considerada por el hospital como un área de expansión exterior en caso de desastre. En ese lugar se armaría un hospital de campaña del MINSA en caso de grave daño en el hospital, sin embargo, también podría ser vista como área de refugio por las eventuales víctimas de un terremoto que dañaría la vivienda precaria que rodea al hospital.



Foto 21. Parque de la Historia de la Medicina, en el frontis del hospital, es considerado como área de expansión externa para instalación de hospital de campaña en caso de daño extremo en las instalaciones del nosocomio.

En el jirón Puno, vía perimetral que da acceso al parqueo vehicular y estación de ambulancias del hospital, hay numerosas viviendas muy antiguas que podrían colapsar por el terremoto obstaculizando esta vía.



Foto 22. Antiguas casas del jirón Puno que podrían colapsar por el terremoto.



Debe mencionarse que, en comparación con el estudio realizado en 1997 (OPS/OMS. Estudio de vulnerabilidad sísmica de hospitales en el Perú. Lima, 1997), se observa nuevas áreas (Servicio de Emergencia, Cuidados Intensivos, otras), el equipamiento ha mejorado notablemente y a pesar del hacinamiento observado se aprecia un gran esfuerzo de planificación y gestión. La señalización permite orientarse en su laberíntica distribución. Se nota mayor concurrencia de personas (usuarios, estudiantes) habiendo incremento de módulos informativos y comerciales.

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 fallamiento, 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 F^oF^o, 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 concreto que se instalan enterradas, empotradas y/o expuestas

4.1.4.2 Instalaciones eléctricas

OBSERVACIONES	
N°	3.1 Líneas vitales (instalaciones) (EQUIPO) LÍNEAS VITALES)
	<p>Generador adecuado para el 100% de la demanda. El evaluador verifica que el generador entre en función segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos,</p> <p>01 generador de 750 KW. (2012) abastece el 100% del hospital en zonas críticas</p>
	<p>Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas.</p> <p>Prueba semanalmente</p>
	<p>¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?.</p> <p>Ambiente adecuado y seguro</p>
	<p>Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos..</p> <p>Anclajes seguro, pero cableado defectuoso y no seguro</p>
18	<p>Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.</p> <p>Existen dos entradas de energía al hospital.</p>
19	<p>Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido. Verificar la accesibilidad así como el buen estado y funcionamiento del tablero de control general de electricidad.</p> <p>Existe tablero principal con interruptor de sobrecarga y cableado protegido en ciertos sectores</p>
20	<p>Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas.</p> <p>Iluminación han mejorado pero existen zonas defectuosas y problemas en iluminación nocturna.</p>
21	<p>Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital.</p> <p>Existen 02 sub estaciones que proveen de energía eléctrica</p>
N°	3.1.2 Sistema de telecomunicaciones
	OBSERVACIONES



22	Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas. Verificar que las antenas, pararrayos cuenten con soportes que eleven el nivel de seguridad del Hospital.	Regular estado, falta de mantenimiento
23	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. <i>Bueno.</i>	Conexiones telefónicas en mal estado(fallas en tarjetas) y conexiones internas
24	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc.	Radiocomunicación interna limitada, internet presenta fallas
25	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad.	Equipos no cuentan con anclajes y cableado defectuoso
26	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital. <i>B= Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del hospital; M= Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del hospital;</i>	Están fuera del hospital
27	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones. <i>B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno</i>	Local reducido y no apropiado
28	Seguridad del sistema interno de comunicaciones. Verificar el estado de los sistemas de perifoneo, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, pacientes y visitas en el hospital.	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. Verificar que el hospital cuente con depósito amplio y seguro para almacenaje de combustible.	Autonomía de con capacidad 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. Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Hospital.	Falta de señalización en los recintos
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 como mínimo.	Almacenamiento con tanque criogénico mínimo para 04 días
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 oxígeno
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 de regular condición
46	Condición de tuberías, uniones, y válvulas.	Regular condición
47	Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente.	Mala
48	Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.	Regular
49	Ubicación apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	buena
50	Seguridad apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	Recintos de regular seguridad
51	Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros). B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	Calderos de regular funcionamiento

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 microtemblores han sido utilizados desde principios del siglo XX para determinar las propiedades dinámicas del terreno. Omori (1908) inició las investigaciones sobre microtemblores 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 (ver figura AI-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía Buttán 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 microtremores 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), estos registros de velocidad presentan en las abscisas unidades de tiempo en segundo (s) y en las ordenadas unidades de velocidad en micras/s ($\mu\text{m/s}$) donde



una micra (μm) es igual a 10^{-6} metros. 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 08 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura AII-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 AII-2 al AII-09 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 4.2.1 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 4.2.1. Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (seg)	
	Dirección X	Dirección Y
01 (Bloque H)	0.20	0.18
02 (Bloque B)	0.15	0.16
03 (Bloque A)	0.14	0.16
04 (Bloque C)	0.16	0.16
05 (Bloque I)	0.20	0.19
06.1 (Bloque E1)	0.07	0.06
06.2 (Bloque E2)	0.08	0.07
06.3 (Bloque E3)	0.08	0.09

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 que periodo obtenidos para las diferentes edificaciones varían de 0.06 s a 0.20 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 4 pisos.

Referencias

- 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.
- 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

- 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.
- Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994). Are microtremors useful in site response evaluation?, Bull. Seism. Soc. Am., 83,1350-1364.
- 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.
- Omori, F. (1908)"On Micro-Tremors".Bull. Imperial Earth. Investigacion Committee of Tokyo, Vol II. Pag. 1-6.

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 Dos de Mayo está conformado por edificaciones de 1 a 5 pisos y sus estructuras están cimentadas mediante zapatas y cimientos corridos con vigas de cimentación.

El Hospital Dos de Mayo se ubica en el Parque "Historia de la Medicina Peruana" y la Av. Grau, en el Distrito del Cercado de Lima, 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 encuentra cimentado el Hospital Dos de Mayo 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 de suelos, 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 redondeados a sub redondeados con matriz arenosa con limo y materiales finos. Estos materiales forman parte de depósitos fluvio aluviales.

Geomorfológicamente, la zona de estudio se ubica en las denominadas planicies costaneras, en el cono aluvional del río Rímac..

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 de 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 Noviembre 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 Dos de Mayo, 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 I se presenta el resumen de las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo I. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presenta en la Lámina 1.

Tabla I. Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

Calicata	Prof. Investigada (m.)	Nivel Freático	Nº Muestras
C-1	1.50	N.A	1
C-2	1.50	N.A	1
C-3	1.50	N.A	1
C-4	1.50	N.A	1
C-5	1.50	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 Dos de Mayo, 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 II se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla II. Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertas	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.50	0.80	0.90
C-2	Zapata	1.50	1.00	1.15
C-3	Zapata	1.30	1.00	1.10
C-4	Corrida	0.65	0.40	0.50
C-5	Zapata	1.50	0.65	0.75

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 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.

Tabla III: Resultados de los Ensayos de Laboratorio y Clasificación de suelos

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	0.80-1.50	0.90-1.50	0.40-1.50	0.00-1.50	0.10-1.50
%Gravas	47.1	53.6	34.6	50.5	63.3
%Arena	23.6	32.7	15.3	26.4	33.7
%Finos	29.3	13.7	50.1	23.4	2.8
L.L.	19	NP	18	20	NP
L.P.	2	NP	NP	4	NP
Humedad W%	4.9	2.5	2.2	5.6	1.6
SUCS	GM	GM	ML	GM-GP	GP

Tabla IV: Resultados del ensayo de compresión triaxial

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Parámetros Drenados	
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kg/cm ²)
C-2	M-1	1.40-2.00	GM	35°	0.75

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 tierra de cultivo conformado por grava limosa con arena (GM), color marrón, húmedo, de compacidad compacto, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados y raicillas. Este estrato está en contacto con la grava tiene un espesor mayor a los 1.50 m investigados.

CALICATA C-2

La capa superficial está conformada por tierra de cultivo de limo con arena (ML), color marrón, húmedo, de consistencia blanda a media, con presencia de cantos, boleos, bloques redondeados a subredondeados y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.90 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava limosa redondeada a subredondeada con arena (GM), color marrón, húmeda, de compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 1.50 m investigados.

CALICATA C-3.

La capa superficial está conformada por un suelo limoso (ML), color marrón, húmedo, de consistencia blanda a media, con presencia de gravas, cantos, boleos redondeados a subredondeados. El espesor promedio de esta capa es de 0.40 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de limo con gravas redondeadas a subredondeadas y arena (ML), color marrón, húmedo, de consistencia dura y con presencia de cantos, boleos y bloques

redondeados a subredondeados y raicillas aisladas. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 m investigados.

CALICATA C-4.

Está conformada por un estrato de grava arcillo limosa con arena (GC-GM), color marrón claro, húmeda, de compactación compacta, con presencia de cantos, boleos, bloques redondeados a subredondeados y raicillas. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 m investigados.

CALICATA C-5.

Está conformado por un estrato de grava mal gradada con matriz arena limosa (GP), color marrón, húmeda, de compactación compacta y con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 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. $D_f=0.90$ m. La cimentación se encuentra sobre grava limosa con arena, cantos, boleos, bloques redondeados a subredondeados (GM).

En la zona de la calicata C-2. $D_f=1.10$ m. La cimentación se encuentra sobre grava limosa con arena, cantos, boleos, bloques redondeados a subredondeados (GM).

En la zona de la calicata C-3. $D_f=1.10$ m. La cimentación se encuentra sobre limo con grava y arena (ML).

En la zona de la calicata C-4. $D_f=0.50$ m. La cimentación se encuentra sobre grava arcillosa a grava arena limosa (GC-GM).

En la zona de la calicata C-5. $D_f=0.75$ m. La cimentación se encuentra sobre grava mal gradada con arena limosa (GP).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 0.75m y 1.10m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio $D_f = 0.90$ 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 columnas y viga de cimentación..

Capacidad Admisible

Se ha determinado la capacidad de carga admisible de las cimentaciones sobre la base a 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).

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

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

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

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad \text{Caquot y Kerisel (1953) y Vesic (1973)}$$

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

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

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

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

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla V: 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	1.50	0.90	2.08	0	35	12.93	4.31
Cimiento Corrido	Grava con arena limosa	0.60	0.50	2.08	0	35	7.39	2.46

* 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:

Si	=	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/m ²).
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	Si Cm
Cimiento corrido	Grava con arena limosa	0.60	800	3.00	0.50

Donde:

D _f	: Profundidad de cimentación.
q _{ad}	: Capacidad admisible del suelo.
Si	: 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 VII: 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 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 Tabla VIII. 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-2, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla IX. En ésta se muestra que los valores están por debajo de los límites máximos estipulados como agresivos para las estructuras de concreto armado

Tabla VIII: 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 IX: Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t	so	cl	ph	
C-2 M-1	1.40m -2.00	870	776	45	-	Leve

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 776 ppm, menor que 1000 ppm, el cual presentará un leve ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 45 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 870ppm menor que 15000 ppm, por lo tanto no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por 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 1.60 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 areno limosas, con gravas redondeados a subredondeados (GP-GM), de color marrón, húmeda, de compactación compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados de más de 1.50 m de espesor.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 0.50 m, a 1.15 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 4.31 Kg/cm² para las zapatas y 2.46 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 Dos de Mayo 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 suelo tipo S1 de la Norma E-030, con un valor de $T_p = 0.4$ y un factor de suelo $S = 1.0$.
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran pequeñas concentraciones de sales solubles totales y bajas concentraciones de sulfatos y cloruros, los cuales no ocasionarán problemas a la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicarán 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 (M-02) y en otros casos se tomó barras expuestas (M-01 y M-03). Luego se reemplazó el acero y se hizo el resane de la zona intervenida. Ver Foto 24.

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 adjuntas a este informe. Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm².

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 Dos de Mayo, 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. Ver Foto 23

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

4.4.4. Resistencia del Concreto

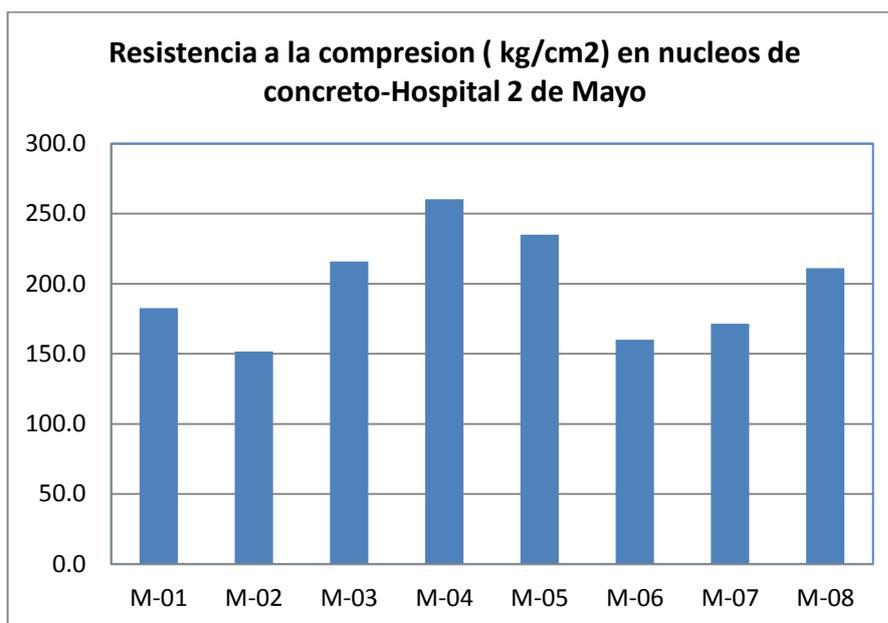
Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 NTP 339.034 ASTM C 42, NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están contenidas en las planillas del laboratorio adjuntas en este informe. En la Tabla 1 se puede ver el resumen de los ensayos.

Tabla 1. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

IDENTIFICACION	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm ²)
M-01 (Bloque I)	Columna	182.6
M-02 (Bloque I)	Columna	151.6
M-03 (Bloque C)	Columna	215.8
M-04 (Bloque C)	Columna	260.3
M-05 (Bloque E)	Columna	235.0
M-06 (Bloque H)	Columna	160.1
M-07 (Bloque H)	Columna	171.5
M-08 (Bloque B)	Viga	211.1
M-09 (Bloque B)	Columna	
M-10 (Bloque A)	Columna	

Promedio= 198.5

Figura 7. 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.

Anexo I: Registro Fotográfico



Foto 23. Extracción de núcleos de concreto



Foto 24. Corte en barras expuestas de acero y picado.



Foto 25. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.



Foto 26 Ensayo de tracción de muestras de acero



Anexo II: Planillas de resultados de ensayo de resistencia del concreto

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Dos de Mayo
Tipo de probeta: Cilíndrica
Material: Concreto
Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACION	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	07/11/2013	07/11/2013	07/11/2013	07/11/2013	07/11/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	14.50	14.50	14.50	14.50	14.40
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)	7880	6540	9310	11230	10150
Resistencia (Kg/cm²)	183.2	152.1	216.5	261.1	236.0
Relación altura/diámetro	1.959	1.959	1.959	1.959	1.946
Factor de corrección	0.997	0.997	0.997	0.997	0.996
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	182.6	151.6	215.8	260.3	235.0
Tipo de falla	Cono	Corte	Corte	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° 18-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



Anexo II: Planillas de resultados de ensayo de materiales

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Dos de Mayo
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACION	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	07/11/2013	07/11/2013	07/11/2013	07/11/2013	07/11/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Viga	Columna	Columna
Altura (cm)	9.20	9.20	14.50	14.50	14.40
Diámetro (cm)	4.60	4.60	7.40	7.40	7.40
Área (cm ²)	16.62	16.62	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	2660	2850	9110	Muestras defectuosas	
Resistencia (Kg/cm ²)	160.1	171.5	211.8	No fueron ensayadas	
Relación altura/diámetro	2.000	2.000	1.959		
Factor de corrección	1.000	1.000	0.997		
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm ²)	160.1	171.5	211.1		
Tipo de falla	Cono	Corte	Corte		

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° 18-2-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 Dos de Mayo
 Tipo de probeta: Barras
 Material: Acero
 Fecha de ensayo: 02/12/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Limite de fluencia fy (kg/cm2)	Resistencia a la traccion R (kg/cm2)	R/fy
	Ø (cm)	Area (cm2)		Fluencia	Maxima			
M1	1.85	2.69	2.17	7500	12550	2790	4668	1.7
M2	1.22	1.17	0.99	4300	6570	3678	5620	1.5
M3	1.85	2.69	2.15	7300	12500	2715	4650	1.7

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

Informe N° 27-CISMID/2013

Ensayo: LMLD/GABM

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

Anexo III: Esquemas de ubicación de puntos de extracción de muestras de concreto y de acero.



Figura 8. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto.

Figura 9 Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 y M-3.



5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

De acuerdo al estudio de *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Dos de Mayo*, realizado en junio del 2012, y comprendido dentro del *Plan Maestro del Hospital Nacional Dos de Mayo* facilitado por el Ministerio de Salud, las edificaciones del hospital se encuentran dentro de dos zonas definidas como Zona Monumental y Zona No Monumental.

La Zona Monumental comprende los siguientes bloques:

- Bloque A.- comprende los servicios de: banco de sangre, hemoterapia.
- Bloque B.- comprende los servicios de: laboratorio general.
- Bloque C.- comprende los servicios de: rayos X, tomografía.
- Bloque D.- comprende los servicios de: Departamento de Medicina y TBC.
- Bloque F.- comprende los servicios de: comunidad cristiana y Capilla.
- Bloque H.- comprende los servicios de: salas de hospitalización.

- g. Bloque I.- comprende los servicios de: salas de hospitalización.
- h. Bloque Q.- comprende los servicios de: salas de hospitalización.
- i. Bloques R y R1.- comprenden los servicios de: salas de hospitalización.
- j. Bloque S.- comprende los servicios de: salas de hospitalización.
- k. Bloque U.- comprende los servicios de: consultorios, odontología, otorrino, oftalmología, urología.
- l. Bloque Y.- comprende las oficinas de: Dirección General, logística, comunicaciones, oficina de personal, Caja Central.
- m. Bloque Z.- comprende los servicios de: consultorios externos, salud mental, archivo de estadística, reumatología.

La Zona No Monumental comprende los siguientes bloques:

- a. Bloque E.- comprende los servicios de: Emergencia.
- b. Bloque G.- comprende los servicios de: farmacia de emergencia, CETIDE, UCI, quimioterapia, servicio social.
- c. Bloque J.- comprende los servicios de: consultorios de pediatría, emergencia pediátrica.
- d. Bloque K.- comprende los servicios de: enfermedades tropicales, transmisión sexual.
- e. Bloque L.- comprende los servicios de: depósitos diversos, vestidores, oficinas de limpieza.
- f. Bloque M.- comprende los servicios de: lavandería, carpintería, mecánica, almacén.
- g. Bloque N.- comprende los servicios de: comedor central, nutrición, cocina.
- h. Bloque O.- comprende los servicios de: grupo electrógeno, casa de calderos, casa de fuerza, tratamiento de agua.
- i. Bloque P.- comprende los servicios de: farmacia central, almacén general, hemodiálisis.
- j. Bloque V.- comprende los servicios de: Sede Docente Académico Administrativa de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, anfiteatro Sergio Bernales, oficinas, biblioteca.

De acuerdo al mismo estudio, la Zona No Monumental es la zona donde se realizarían intervenciones en busca de un hospital moderno y funcional, que comprenda estacionamientos en sótanos de los edificios nuevos.

En resumen, el hospital tiene dos zonas bien definidas:

- La zona Monumental que comprende los edificios más antiguos construidos con muros portantes de adobe (bloques F, P, Q, R, R1 e Y), edificios antiguos estructurados en base a pórticos de concreto armado, construidos en la década de los años 40 son los bloques D, U y Z, y los edificios de los bloques A, B, C, H e I, construidos también a inicios de los años 70. La construcción original del hospital de hace 138 años fue ampliada en 1970 sin afectar la parte antigua por ser patrimonio cultural.
- La Zona No Monumental que comprende los bloques restantes (E, J, K, L, M, N, O, P y V) y donde existen una variedad de construcciones con diferentes sistemas estructurales, antigüedad y estado de conservación. Es

precisamente en esta zona, donde el hospital proyecta la construcción de edificios modernos con espacios y servicios funcionales, diseñados y construidos aplicando las normas y reglamentos de diseño y construcción vigentes.

Los párrafos siguientes describen las características físicas de los pabellones del hospital:

- a. Bloque A.- comprende los servicios de: tomografía, ecografía, banco de sangre, hemoterapia en el sótano y en el primer nivel.
Edificación de tres niveles, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación.
En el encuentro con el bloque B se observaron deterioros debido a que no se respetó la junta de separación entre los edificios. También se apreció la existencia de columnas cortas en el tercer nivel.
El edificio forma parte de la Zona Monumental y es contiguo a la plaza central, siendo colindante con un gran muro de adobe de 90 cms. de espesor.
- b. Bloque B.- comprende los servicios del Departamento de Patología Clínica y Anatomía Patológica(laboratorio general).
Edificación de tres niveles y un sótano, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación.
Separación insuficiente con el bloque C, se aprecian daños en junta de separación vertical. Asimismo, se aprecia que la junta ha sido tapada completamente en el primer piso.
Incendio reciente en ambientes del tercer nivel dañó elementos no estructurales.
No se observó la existencia de columnas cortas.
- c. Bloque C.- comprende los servicios de: rayos X, tomografía.
Edificación de tres niveles, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación.
Columnas cortas en ejes longitudinales.
Junta de separación con el bloque adecuadamente separada y cubierta con planchas metálicas.
- d. Bloque D.- comprende los servicios de: Departamento de Medicina y consulta externa de TBC.
Edificación de un nivel, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación.
No se apreciaron daños significativos. Altura aproximada de entepiso de 4 metros.

- e. Bloque E.- comprende el servicio de Emergencia en el primer nivel y Descanso de Médicos en una ampliación reducida en el segundo nivel. Sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con vigas peraltadas en dos direcciones y divisiones de albañilería. Antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación. No se observaron fisuras pronunciadas, aunque existen columnas cortas en el primer nivel.
- f. Bloque F.- comprende los servicios de: comunidad cristiana de la congregación del Sagrado Corazón y Capilla. La construcción original es de 1875 y está edificada en base a muros portantes de adobe de 80 cms de espesor y una altura de entrepiso de 5 metros. Se aprecian teatinas en el techo de madera en regular estado de conservación. Si bien los muros de adobe le otorgan rigidez a la estructura, no se descarta que estos colapsen como consecuencia de un sismo de gran intensidad. La capilla actualmente no se encuentra en uso, debido a los fuertes daños ocurridos como consecuencia del sismo de agosto del 2007. Está ubicado en la Zona Monumental y ha sido declarada como área intangible por el Ministerio de Cultura.
- g. Bloque G.- comprende los servicios de: Centro de Diagnóstico y Tratamiento Especializado Perú-Corea, farmacia de emergencia, UCI, quimioterapia, servicio social. Edificación de cuatro niveles y un sótano, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Edificio moderno inaugurado en diciembre del año 2010, presenta un buen estado de conservación. Como edificio anexo en el bloque G se encuentra el edificio de Gineco Obstetricia, servicio social, consultorios externos de obstetricia. Es una edificación de dos niveles, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Presenta un regular estado de conservación. Se advirtió un parapeto de ladrillo sin confinar sobre el techo del segundo nivel, de 50 cms aproximadamente, el cual pone en riesgo la seguridad de las personas que circulan en el primer nivel.
- h. Bloque H.- comprende los servicios de: salas de hospitalización. Edificación de cuatro niveles construida en la década de los años 70. Tiene un sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Altura de entrepiso en el primer piso de 4 metros aproximadamente. Está conectado a los bloques A e I a través de corredores de 4 niveles, debidamente separados por juntas cubiertas con planchas metálicas. En

los contornos de estas juntas se observaron algunas fisuras. Regular estado de conservación.

- i. Bloque I.- comprende los servicios de: salas de hospitalización. Edificación de cuatro niveles construida en la década de los años 70. Tiene un sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Altura de entrepiso en el primer piso de 4 metros aproximadamente. Está conectado a los bloques A y H a través de corredores de 4 niveles, debidamente separados por juntas cubiertas con planchas metálicas. En los contornos de estas juntas se observaron algunas fisuras. Regular estado de conservación.
- j. Bloque J.- comprende los servicios de: consultorios de pediatría, emergencia pediátrica. Edificación de un nivel, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Posible presencia de columnas cortas en muros perimetrales. Construcción de la década de los años 60; existen juntas de separación de edificios contiguos con espesor de 8 cms.
- k. Bloque K.- comprende los servicios de: enfermedades tropicales, transmisión sexual. Edificación antigua de dos niveles, construida en la década de los años 40, con sistema estructural de pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Fue declarado en estado ruinoso en años anteriores, y fue remodelado y reforzado en el año 2012, agregándosele una placa de concreto armado de 40 cms de espesor.
- l. Bloque L.- comprende los servicios de: depósitos diversos, vestidores, oficinas de limpieza. Edificación antigua de un nivel, construida en la década de los años 40, con sistema estructural en base a muros portantes de albañilería confinada y sin confinar. Altura aproximada de entrepiso de 5 metros. Presenta un muy mal estado de conservación.
- m. Bloque M.- comprende los servicios de: lavandería, carpintería, mecánica, almacén. Edificación antigua de un nivel, construida en la década de los años 40, con sistema estructural en base a muros portantes de albañilería confinada. Altura aproximada de entrepiso de 3 a 4 metros. Presenta un muy mal estado de conservación.
- n. Bloque N.- comprende los servicios de: comedor central, nutrición, cocina.

- Edificación antigua de un nivel, construida en la década de los años 60, con sistema estructural en base a muros portantes de albañilería confinada. Altura aproximada de entrepiso de 3 a 4 metros. Presenta un mal estado de conservación.
- o. Bloque O.- comprende los servicios de: grupo electrógeno, casa de calderos, casa de fuerza, tratamiento de agua.
Edificación antigua de un nivel, construida en la década de los años 60, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado y muros de albañilería perimetrales. Altura aproximada de entrepiso de 5 a 6 metros.
Muestra daños menores en muros de albañilería perimetrales. Presenta un regular estado de conservación.
- p. Bloque P.- comprende los servicios de: farmacia central, almacén general, hemodiálisis.
Edificación antigua de dos niveles, construida en la década de los años 40, con sistema estructural en base a muros portantes de albañilería confinada. Altura de entrepiso de 5 metros en el primer nivel y de 3 metros en el segundo nivel.
Sobre el corredor exterior de circulación presenta un voladizo de 1.30 metros, el mismo que presenta un riesgo de desprendimiento en caso de sismo.
Existen daños por fisuras en el segundo nivel. En el encuentro con el edificio contiguo de Hemodiálisis, no se respetaron las juntas de separación.
La unidad de hemodiálisis es una construcción de cuatro niveles, en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Altura de entrepiso de 2.40 metros y presencia de columnas cortas en el primer nivel. Regular estado de conservación.
- q. Bloque Q.- comprende los servicios de: salas de hospitalización.
La construcción original es de 1875 y está edificada en base a muros portantes de adobe de 80 cms de espesor sin refuerzo vertical ni horizontal, y una altura de entrepiso de 5 metros. Se aprecian teatinas en el techo de madera en regular estado de conservación.
Si bien los muros de adobe le otorgan rigidez a la estructura, no se descarta que estos colapsen como consecuencia de un sismo de gran intensidad.
- r. Bloque R y R1.- comprenden los servicios de: salas de hospitalización.
La construcción original es de 1875 y está edificada en base a muros portantes de adobe de 80 cms de espesor sin refuerzo vertical ni horizontal, y una altura de entrepiso de 5 metros. Se aprecian teatinas en el techo de madera en regular estado de conservación.



Si bien los muros de adobe le otorgan rigidez a la estructura, no se descarta que estos colapsen como consecuencia de un sismo de gran intensidad.

- s. Bloque S.- comprende los servicios de: salas de hospitalización. La construcción original es de 1875 y está edificada en base a muros portantes de adobe de 80 cms de espesor sin refuerzo vertical ni horizontal, y una altura de entrepiso de 5 metros. Se aprecian teatinas en el techo de madera en regular estado de conservación. Si bien los muros de adobe le otorgan rigidez a la estructura, no se descarta que estos colapsen como consecuencia de un sismo de gran intensidad.
- t. Bloque U.- comprende los servicios de: consultorios externos, odontología, otorrino, oftalmología, urología. Edificación antigua de un nivel, construida en la década de los años 40, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con vigas peraltadas. Altura de entrepiso de 4 metros en el primer nivel. Se notó la presencia de columnas cortas hacia el interior del pasadizo. Existe una estructura adicional de pequeñas dimensiones en la azotea.
- u. Bloque V.- comprende los servicios de: Sede Docente Académico Administrativa de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, anfiteatro Sergio Bernales, oficinas, biblioteca. Incluye edificación tipo auditorio aporticada de concreto armado con vigas peraltadas y losa aligerada. Se sostiene en seis columnas cilíndricas de 40 cms de diámetro y altura aproximada de 6 metros. No presenta daños visibles. Construcción de la década de los años 50. Regular estado de conservación.
- v. Bloque Y.- comprende las oficinas de: Dirección General, logística, comunicaciones, oficina de personal, Caja Central. La construcción original es de 1875 y está edificada en base a muros portantes de adobe de 80 cms de espesor sin refuerzo vertical ni horizontal, y una altura de entrepiso de 5 metros. Se aprecian teatinas en el techo de madera en regular estado de conservación. Si bien los muros de adobe le otorgan rigidez a la estructura, no se descarta que estos colapsen como consecuencia de un sismo de gran intensidad.
- w. Bloque Z.- comprende los servicios de: consultorios externos, salud mental, psiquiatría, archivo de estadística, reumatología. Edificación antigua de un nivel, construida en la década de los años 40, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con

columnas y vigas peraltadas. No existen vigas transversales en todos los ejes. Teatinas metálicas en los techos.
Altura de entepiso de 5 metros en el primer nivel.

Con estas consideraciones, se han identificado los bloques A, B, C, E, H e I como aquellos donde debe profundizarse los estudios de vulnerabilidad estructural, a fin de determinar su situación real. Los bloques más antiguos, comprendidos en la Zona Monumental, construidos con adobe y que constituyen un patrimonio histórico, deben ser considerados en un proceso de restauración que comprenda el refuerzo estructural de sus muros.

En la Figura 10 se muestra la ubicación de las edificaciones.

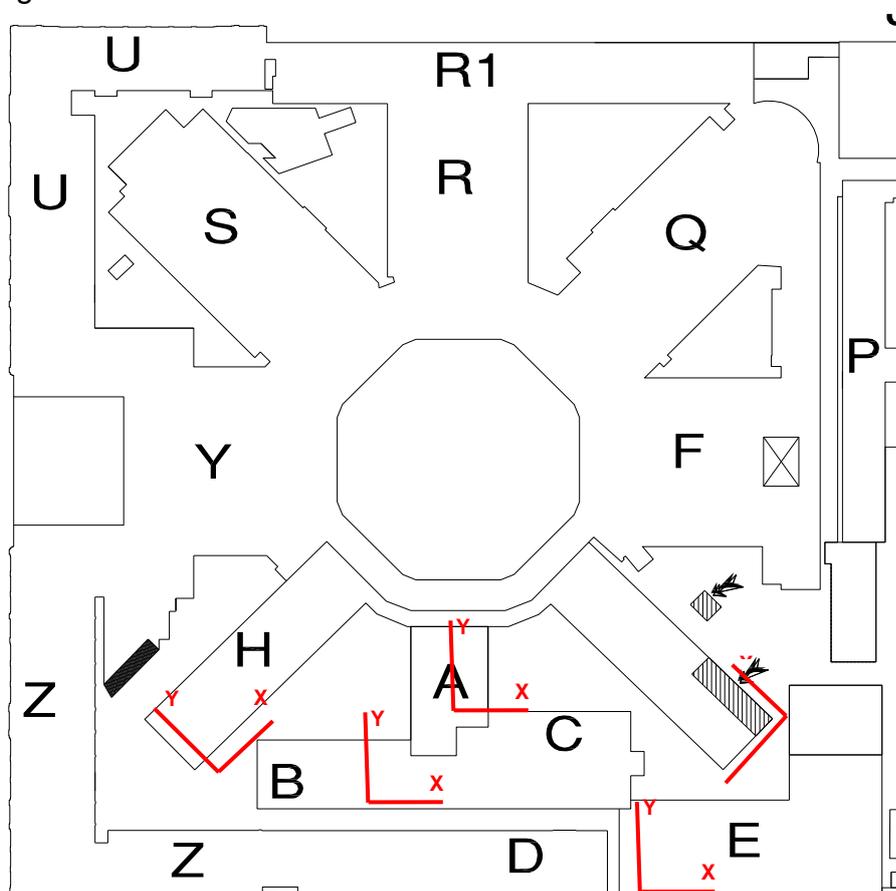


Figura 10. Ubicación de bloques para el diagnóstico

- El Bloque A es un edificio de 3 niveles con sistema estructural a base de pórticos de concreto rigidizados con muros de albañilería.
- El Bloque B comprende los servicios del Departamento de Patología Clínica y Anatomía Patológica (laboratorio general). Es una edificación de tres niveles y un sótano, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería.

Esta edificación se encuentra en la Zona Monumental con una antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación.

Separación insuficiente con el bloque C, se aprecian daños en junta de separación vertical. Asimismo, se aprecia que la junta ha sido tapada completamente en el primer piso.

Incendio reciente en ambientes del tercer nivel dañó elementos no estructurales.

No se observó la existencia de columnas cortas.

- El Bloque C comprende los servicios de Rayos X, tomografía. Es una edificación de tres niveles, con sistema estructural en base a pórticos de concreto armado con divisiones de albañilería. Esta edificación se encuentra en la Zona Monumental con una antigüedad estimada mayor a 40 años, presenta un regular estado de conservación. Columnas cortas en ejes longitudinales. Junta de separación con el bloque adecuadamente separada y cubierta con planchas metálicas.
- El Bloque E consta de dos Sub bloques denominados E-1 y E-2. El sub bloque E-1 es un edificio de 1 piso y el Sub bloque E-2 es un edificio de 2 pisos. Este bloque comprende el departamento de Emergencia y Cuidados Críticos.
- El Bloque H e I es una edificación con pórticos de concreto armado y muros de albañilería en los vanos, los cuales están unidos a los elementos de concreto armado y rigidizan la estructura sin brindarle una resistencia significativa, y convirtiéndose en un elemento estructural crítico frente a un eventual sismo severo. Las estructuras de ambos bloques son similares, en el caso del Bloque H existe una caja de ascensores, mientras que en el Bloque I existen escaleras en la misma área

5.1. Modelos Matemáticos

Los modelos matemáticos se desarrollaron en el programa de cómputo *ETABS* v9.7.4. 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 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 la Figura 11 a la Figura 15 se muestran los modelos matemáticos tridimensionales empleados para el diagnóstico del comportamiento de las edificaciones del establecimiento de salud frente a un eventual sismo moderado y severo. En dichas figuras, se puede observar la interacción entre la tabiquería y el sistema de pórticos de concreto armado en todos los bloques.

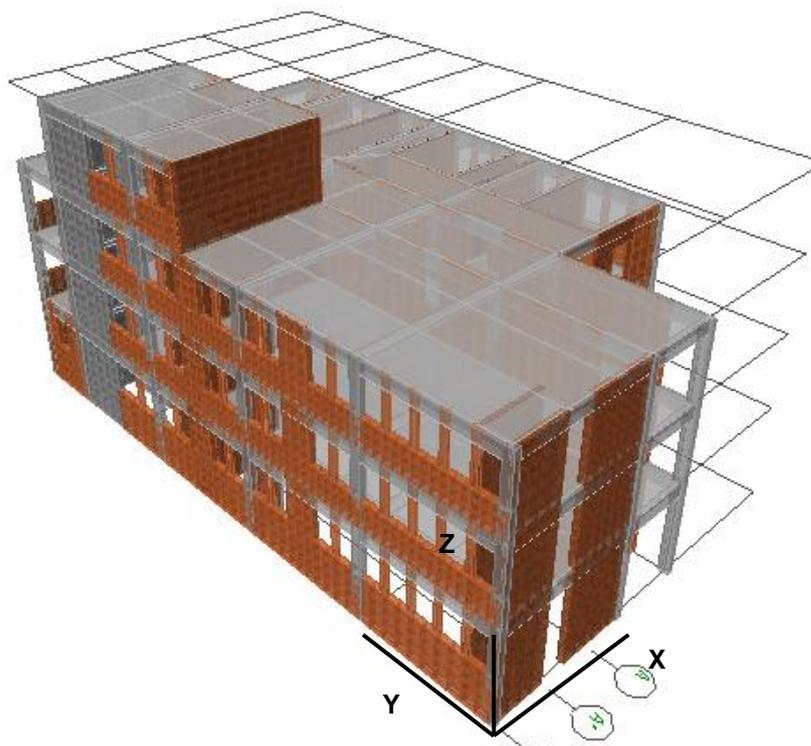


Figura 11. Modelo matemático tridimensional del Bloque A

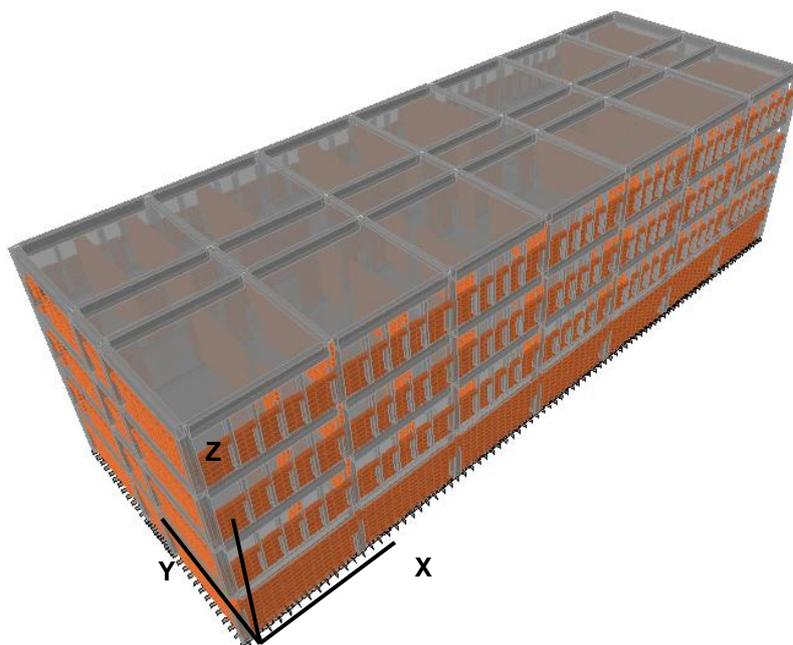


Figura 12. Modelo matemático tridimensional del Bloque B

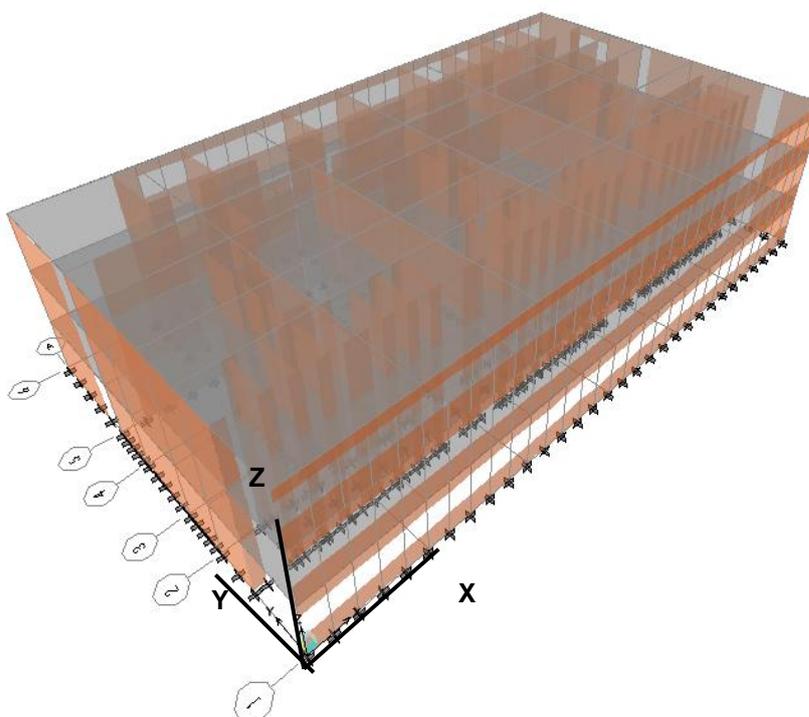
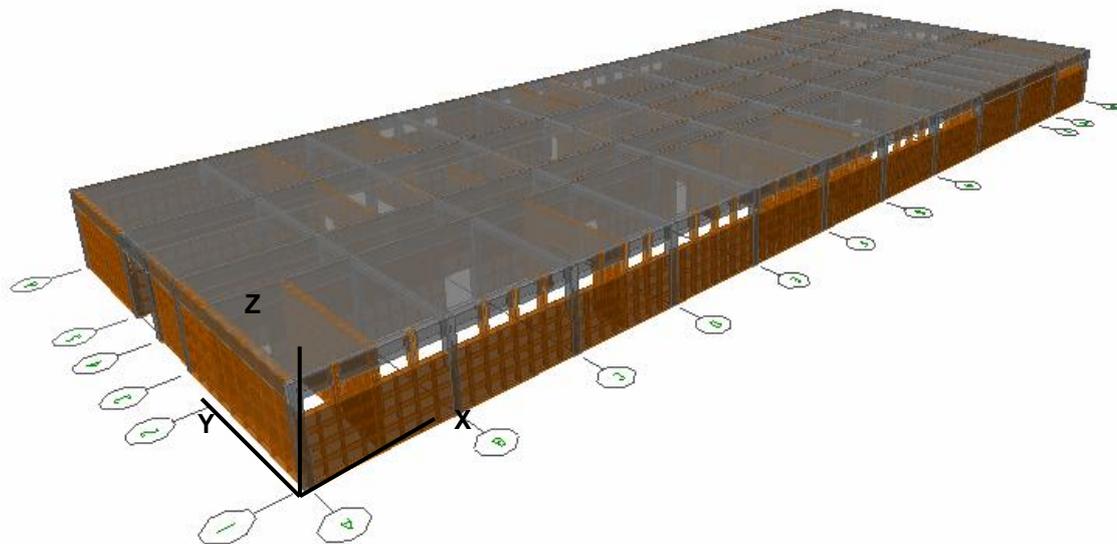
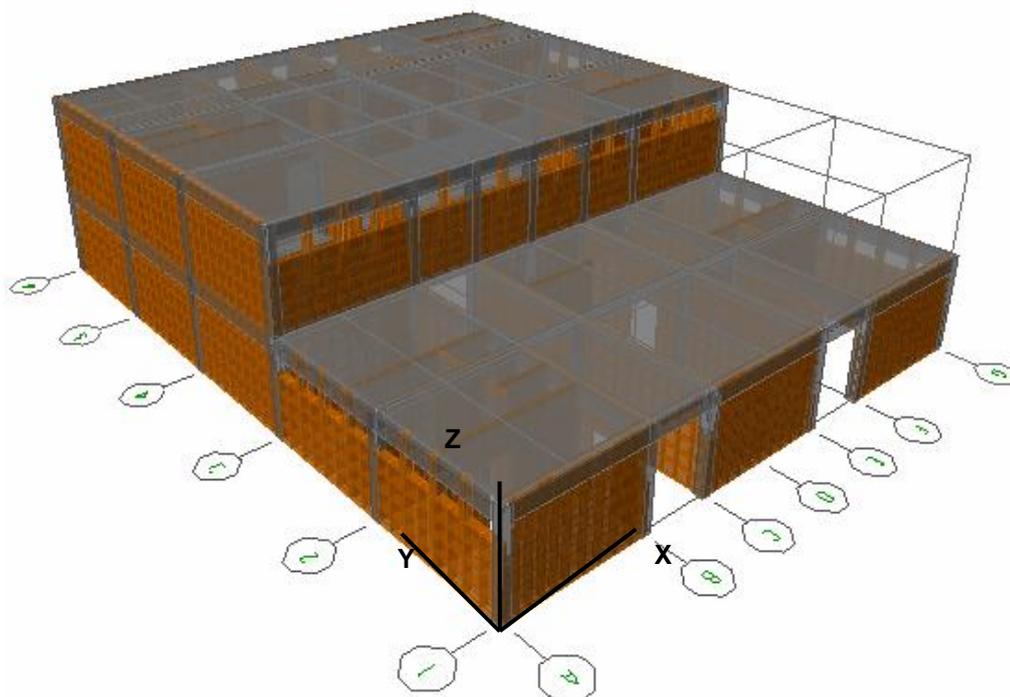


Figura 13. Modelo matemático tridimensional del Bloque C



a) Bloque E-1 (estructura sur)



b) Bloque E-2 (estructura norte)

Figura 14. Modelo matemático tridimensional del Bloque E

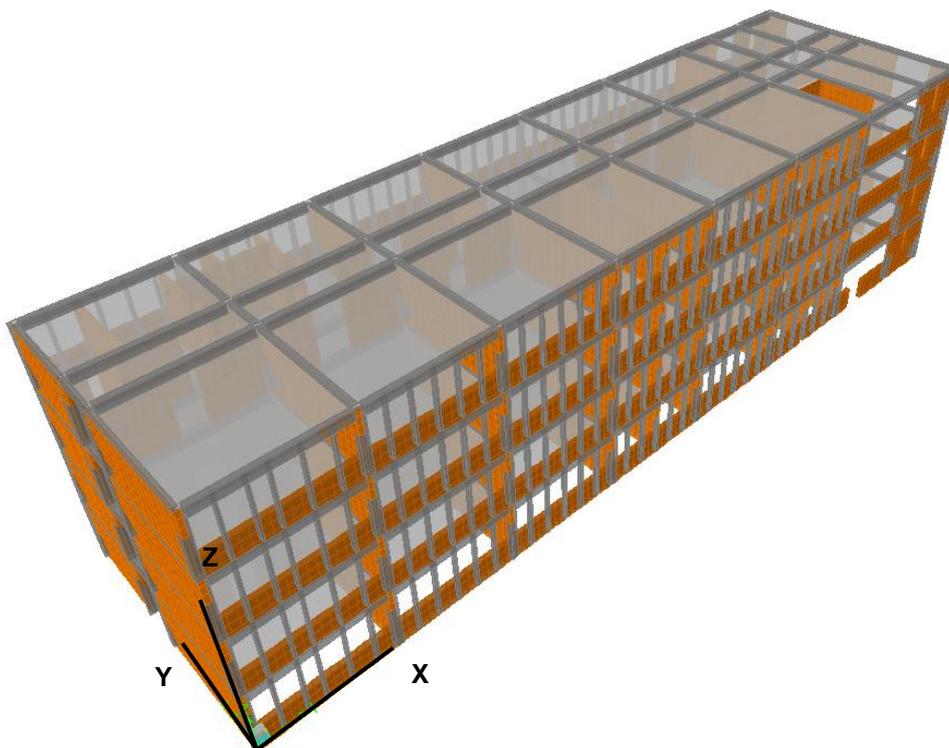


Figura 15. Modelo matemático tridimensional del Bloque H

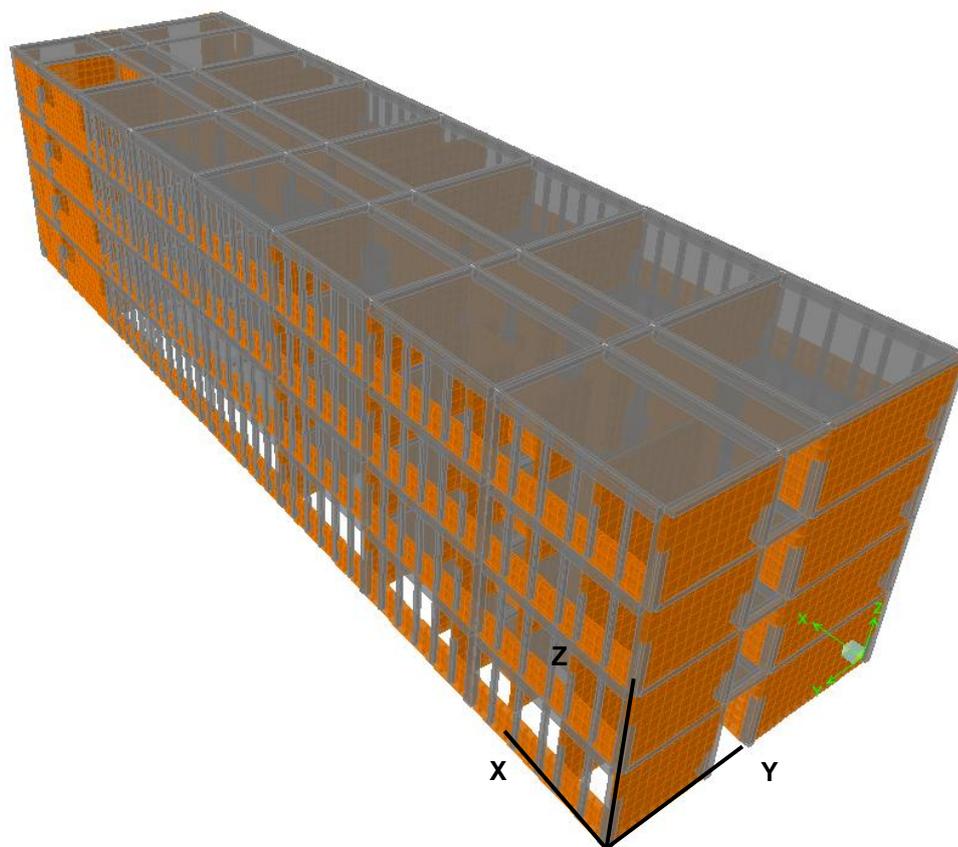


Figura 16. Modelo matemático tridimensional del Bloque I

5.2. Demandas de Carga

La Tabla 2 muestra las cargas muertas (D) que se han aplicado en los modelos matemáticos. Para el análisis estructural, la carga de tabiquería ha sido aplicada sólo en las azoteas donde se han construido oficinas a base de material ligero (*drywall*), según sea el caso, en el resto de niveles, los muros de tabiquería han sido considerados dentro del modelo matemático ya que estos proporcionan rigidez y peso al edificio. Asimismo, la carga de acabados se aplicó en todos los pisos.

Tabla 2. Cargas muertas (D) en kgf/m²

Elemento	Carga muerta
Tabiquería	50
Acabados	130

En el caso de la carga viva (sobrecarga), se han diferenciado según su uso según lo indicado en la norma E.020 (Tabla 3). En las azoteas, en lugar de tener una sobrecarga mínima (100 kgf/m^2), se ha empleado una sobrecarga tipo oficinas ya que según lo descrito en el párrafo anterior, estas zonas han sido ocupadas como oficinas, según sea aplicable en cada edificación.

Tabla 3. Cargas vivas (L) en kgf/m^2

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

* De acuerdo con 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.

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%.

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 4 resume los valores de resistencia a la compresión del concreto y el módulo de elasticidad que se han empleado en la evaluación estructural. Con respecto a los resultados de la resistencia del concreto mostrados en la Tabla 4, se observa que estos son 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 4200 kgf/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 35 kgf/cm^2 .

Tabla 4. Resistencia del concreto en kg/cm²

Bloque	f'c (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)
A	210 (*)	200,000(*)
B	211	219,340
C	215	221,410
E1	235	229,945
E2	235	229,945
H	160	191,061
I	152	185,920

* Valor nominal cercano a los valores de las demás edificaciones

La Tabla 5 muestra las combinaciones en servicio que propone la norma peruana E.020 (Cargas; mientras que en la Tabla 6 se muestran 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. Combinaciones a Servicio (E.020)

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

Tabla 6. Combinaciones a Rotura (E.060)

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

Se ha realizado la revisión de la fuerza cortante mínima en la base según la recomendación indicada en la sección 18 de la norma técnica E.030. Los valores de amplificación se presentan en la Tabla 7. Para el caso de estructuras regulares la comparación se realizó con el 0.8V y para el caso de los edificios irregulares, con el 0.9V, donde V representa el cortante en

la base calculado mediante el procedimiento estático descrito en la norma técnica E.030.

Tabla 7. Factores de amplificación de las demandas sísmicas obtenidas de la verificación del cortante en la base

Bloque	Dirección X	Dirección Y
A	1.33	1.29
B	1.06	1.00
C	1.00	1.00
E1	1.00	1.00
E2	1.32	1.29
H	1.03	1.08
I	1.02	1.46

5.3. Determinación de las Máximas distorsiones de entrepiso para un sismo severo

Los modelos matemáticos fueron calibrados para alcanzar los periodos obtenidos en la sección 4.2. En la Tabla 8 se resumen los periodos de los principales modos obtenidos del modelo matemático.

Tabla 8. Periodo de los principales modos obtenidos de los modelos matemáticos

Bloque	Periodo (s)	
	Dirección X	Dirección Y
A	0.27	0.18
B	0.32	0.37
C	0.23	0.19
E1	0.08	0.07
E2	0.12	0.12
H	0.37	0.31
I	0.33	0.25

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

En la Tabla 9 a la Tabla 22 se muestran los desplazamientos y las distorsiones de cada piso y de cada bloque, amplificados de acuerdo a lo indicado.

Tabla 9. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque A

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	0.019575	0.0017	0.005625	0.0004
2	0.014175	0.0022	0.004275	0.0006
1	0.0072	0.0017	0.00225	0.0005

Tabla 10. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque A

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	0.03915	0.0033	0.01125	0.0008
2	0.02858	0.0044	0.00855	0.0012
1	0.01463	0.0035	0.00473	0.0011
S	0.01310	0.0041	0.02465	0.0077

Tabla 11. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque B

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	0.02555	0.0016	0.03591	0.0017
2	0.02063	0.0023	0.03092	0.0024
1	0.01369	0.0024	0.02369	0.0038
S	0.00660	0.0021	0.01234	0.0039

Tabla 12. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque B

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	0.04919	0.0031	0.07135	0.0033
2	0.04002	0.0044	0.06145	0.0048
1	0.02696	0.0046	0.04719	0.0075
S	0.01310	0.0041	0.02465	0.0077

Tabla 13. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque C

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	0.01401	0.0016	0.00919	0.0011
2	0.00936	0.0017	0.00603	0.0012
1	0.00415	0.0014	0.00257	0.0009

Tabla 14. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque C

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
3	0.02758	0.0031	0.01717	0.0019
2	0.01839	0.0034	0.01137	0.0021
1	0.00824	0.0027	0.00496	0.0017
3	0.02758	0.0031	0.01717	0.0019

Tabla 15. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque E-1

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.000743	0.0002	0.000998	0.0003

Tabla 16. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque E-1

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.0014873	0.0005	0.0019958	0.0006

Tabla 17. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque E-2

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
2	0.002475	0.0004	0.002475	0.0004
1	0.00135	0.0004	0.001125	0.0004

Tabla 18. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque E-2

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
2	0.00495	0.0007	0.00518	0.0009
1	0.00270	0.0008	0.00225	0.0007

Tabla 19. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque H

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	0.01355	0.00190	0.00863	0.00119
3	0.01403	0.00197	0.01240	0.00128
2	0.01288	0.00204	0.01126	0.00226
1	0.00575	0.00151	0.00334	0.00088

Tabla 20. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque H

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	0.02651	0.00378	0.01695	0.00232
3	0.02644	0.00380	0.02457	0.00252
2	0.02450	0.00376	0.02238	0.00450
1	0.01134	0.00298	0.00662	0.00174

Tabla 21. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo moderado del Bloque I

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	0.01556	0.00200	0.01508	0.00213
3	0.01773	0.00244	0.01820	0.00218
2	0.01697	0.00262	0.01632	0.00302
1	0.00779	0.00205	0.00575	0.00151

Tabla 22. Desplazamientos (m) y distorsiones de entrepiso para sismo severo del Bloque I

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
4	0.03058	0.00395	0.03005	0.00424
3	0.03400	0.00478	0.03628	0.00435
2	0.03279	0.00493	0.03246	0.00602
1	0.01553	0.00409	0.01140	0.00300

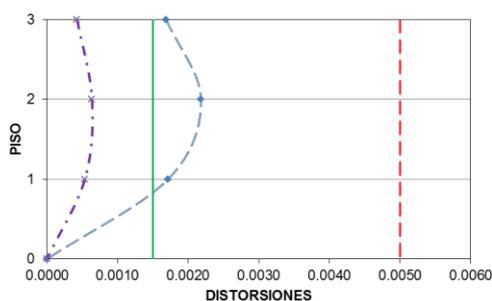
5.4. Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido

En esta sección se describe si las edificaciones tienen la capacidad de soportar las fuerzas inducidas durante un sismo moderado y severo.

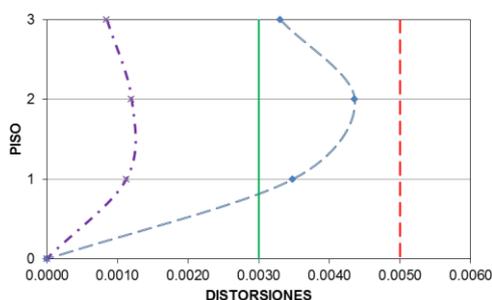
En la Figura 17 a la

Figura 23 se muestran las distorsiones para un sismo moderado y un sismo severo. En estas figuras se comparan las distorsiones inelásticas

obtenidas del análisis con un límite de protección del contenido (1.5/1000 para sismo moderado y 3/1000 para sismo severo), y el límite permisible de acuerdo con la norma técnica E.030.



— Dirección X - - - Dirección Y
- - - Limite E-030 — Limite (protección de contenido)

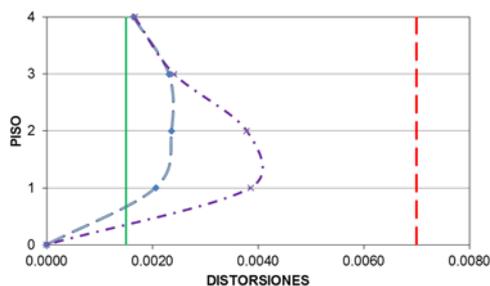


— Dirección X - - - Dirección Y
- - - Limite E-030 — Limite (protección de contenido)

a. Moderado

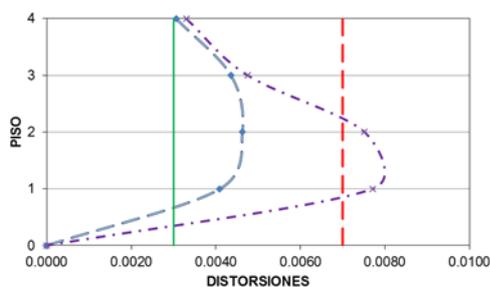
b. Severo

Figura 17. Distorsiones para sismo moderado y severo del Bloque A



— Distorsiones X - - - Distorsiones Y
- - - Limite E-030 — Limite (protección de contenido)

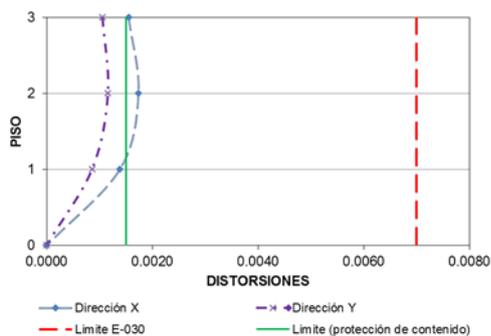
a. Moderado



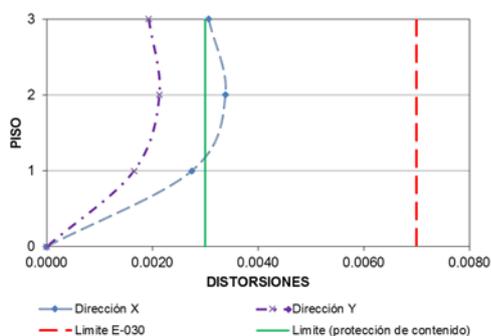
— Distorsiones X - - - Distorsiones Y
- - - Limite E-030 — Limite (protección de contenido)

b. Severo

Figura 18. Distorsiones para sismo moderado y severo del Bloque B

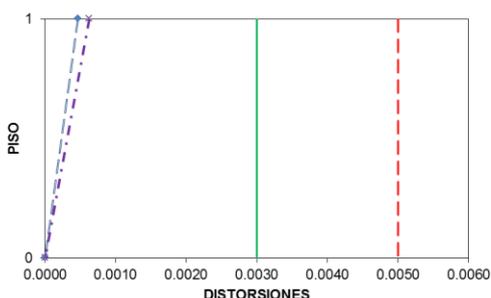
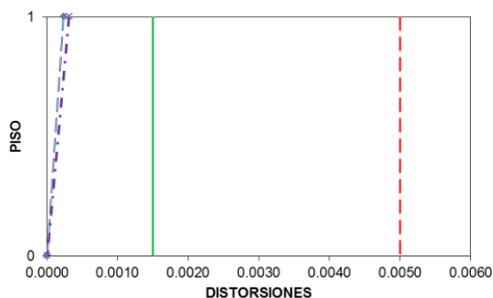


a. Moderado



b. Severo

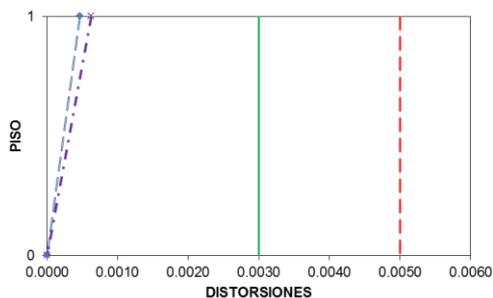
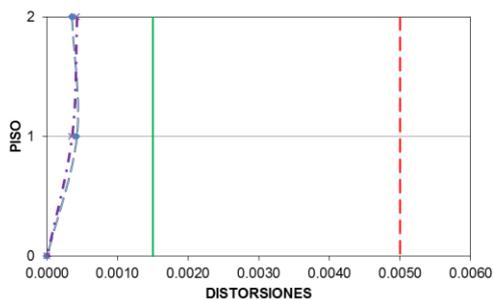
Figura 19. Distorsiones para Bloque C



a. Moderado

b. Severo

Figura 20. Distorsiones para sismo moderado y severo del Bloque E-1



a. Moderado

b. Severo

Figura 21. Distorsiones para sismo moderado y severo del Bloque E-2

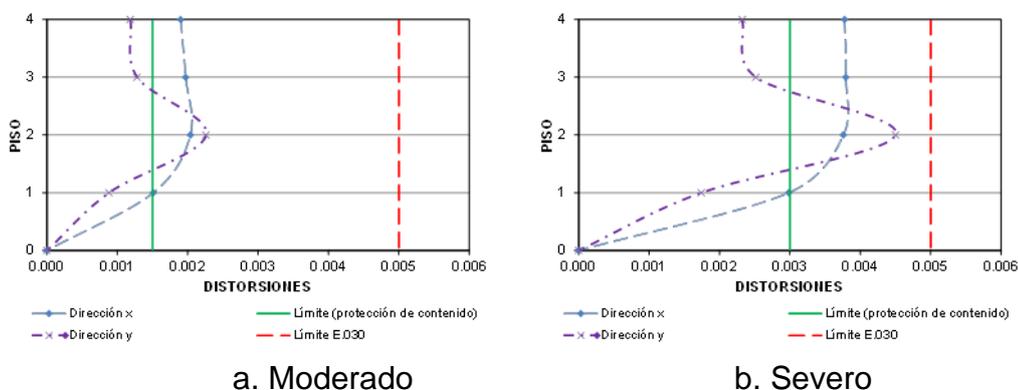


Figura 22. Distorsiones para sismo moderado y severo del Bloque H

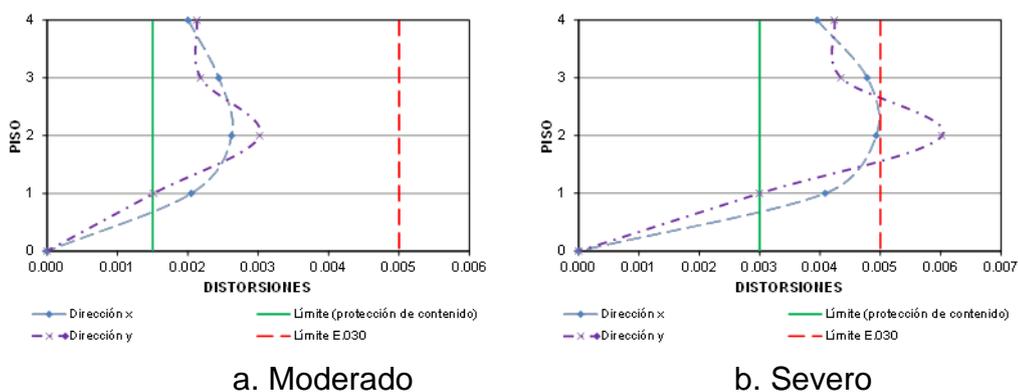


Figura 23. Distorsiones para sismo moderado y severo del Bloque I

En la Figura 24 a la Figura 37 se muestran los esfuerzos cortantes máximos en los muros de albañilería alcanzados durante un sismo severo.

Empleando la norma E.070 se estimó que el esfuerzo cortante resistente en la albañilería en el primer nivel en promedio es aproximadamente igual varía de 2.0 kgf/cm² a 3.5 kgf/cm², dependiendo del tipo de mampostería (artesanal o industrial). De la comparación con los valores mostrados en las figuras indicadas, se observa que para el sismo severo se presentarán algunas fallas en los muros de albañilería.

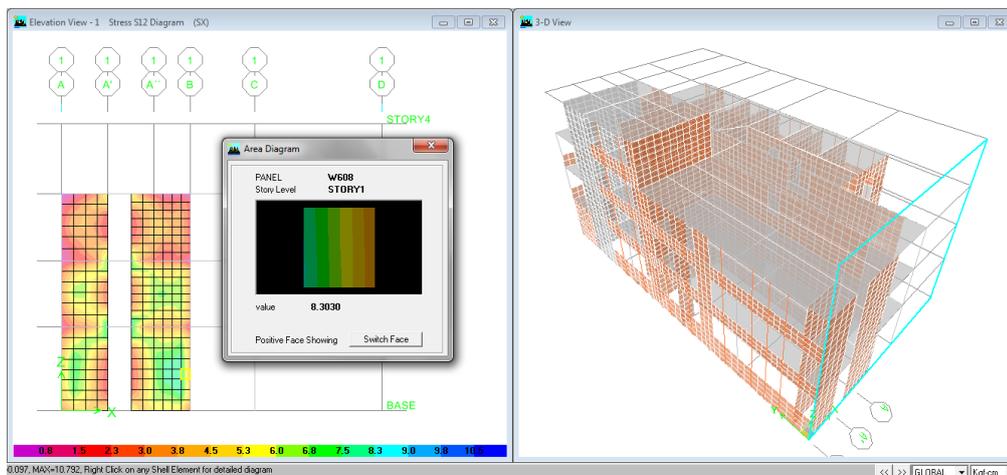


Figura 24. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque A

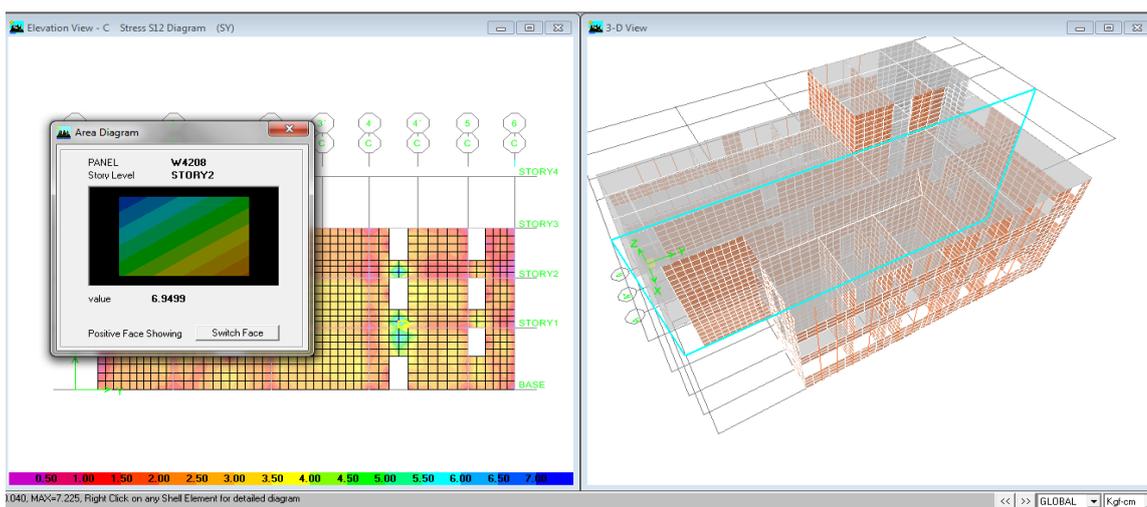


Figura 25. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque A

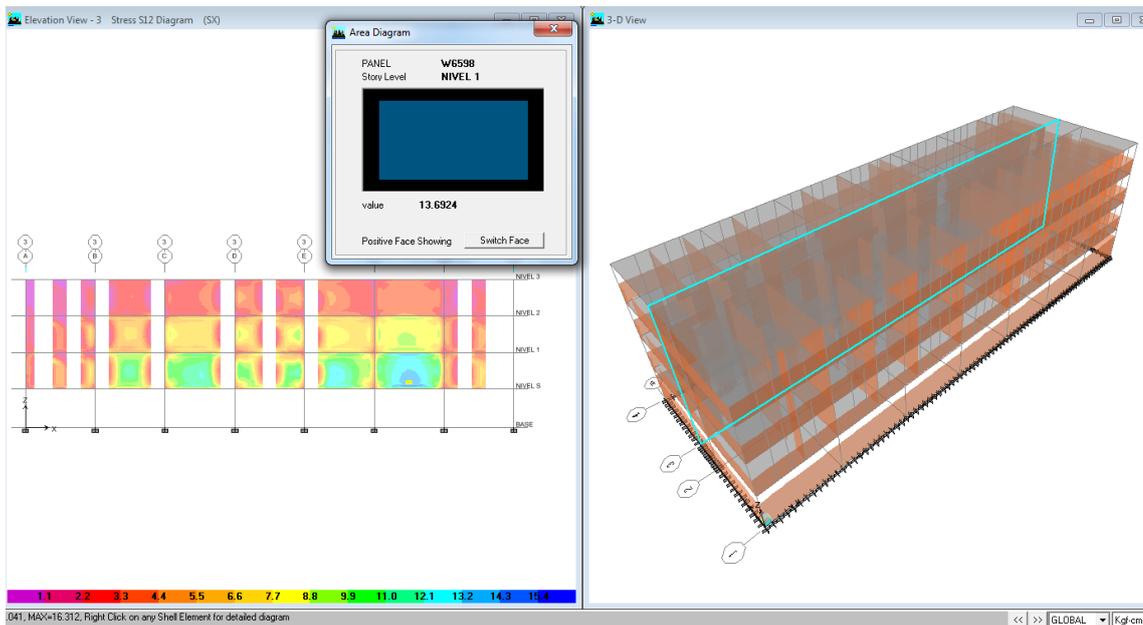


Figura 26. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque B

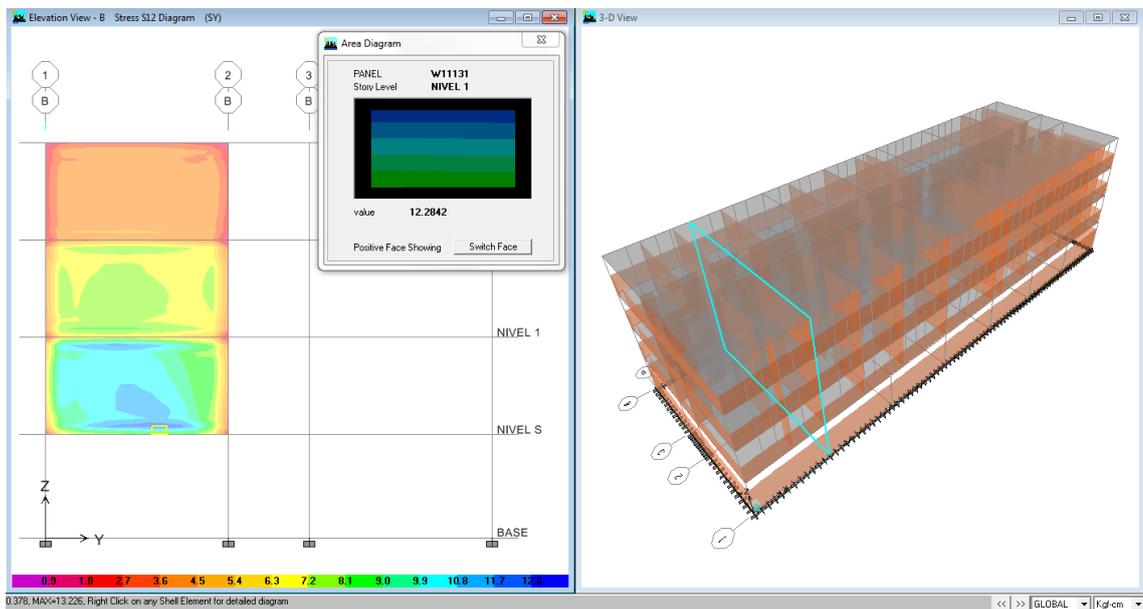


Figura 27. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque B

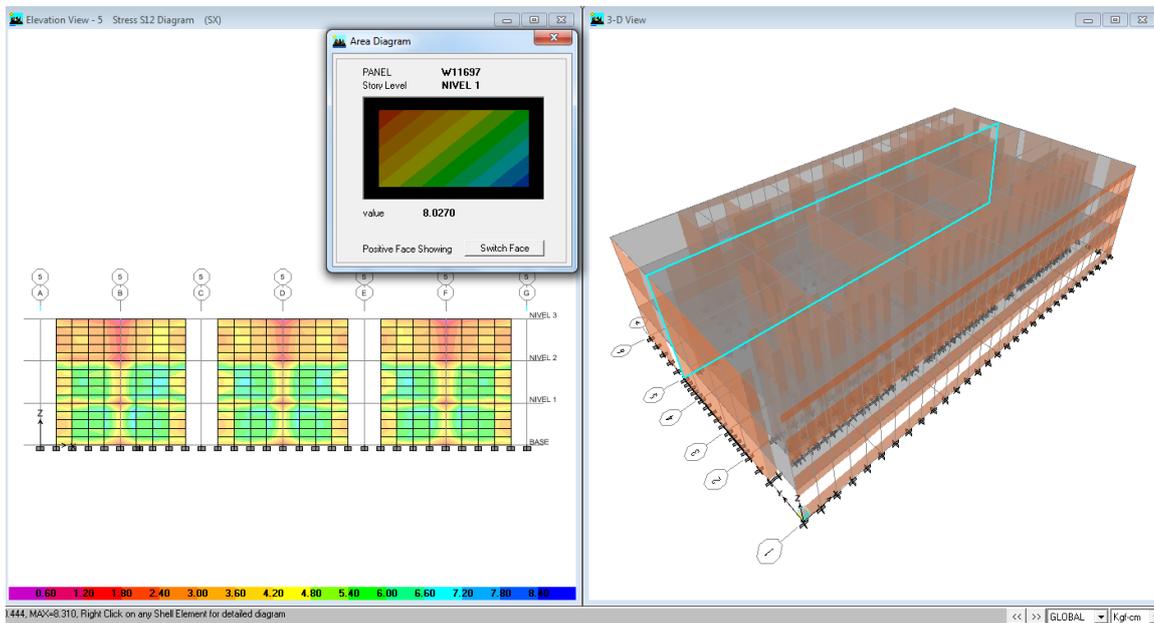


Figura 28. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque C

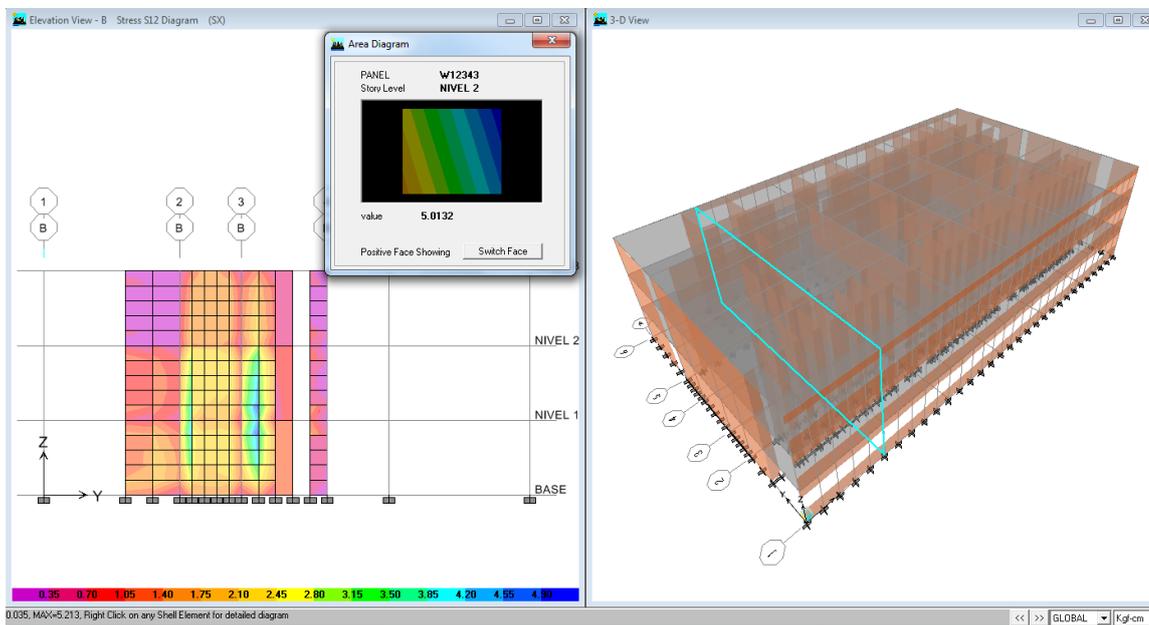


Figura 29. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque C

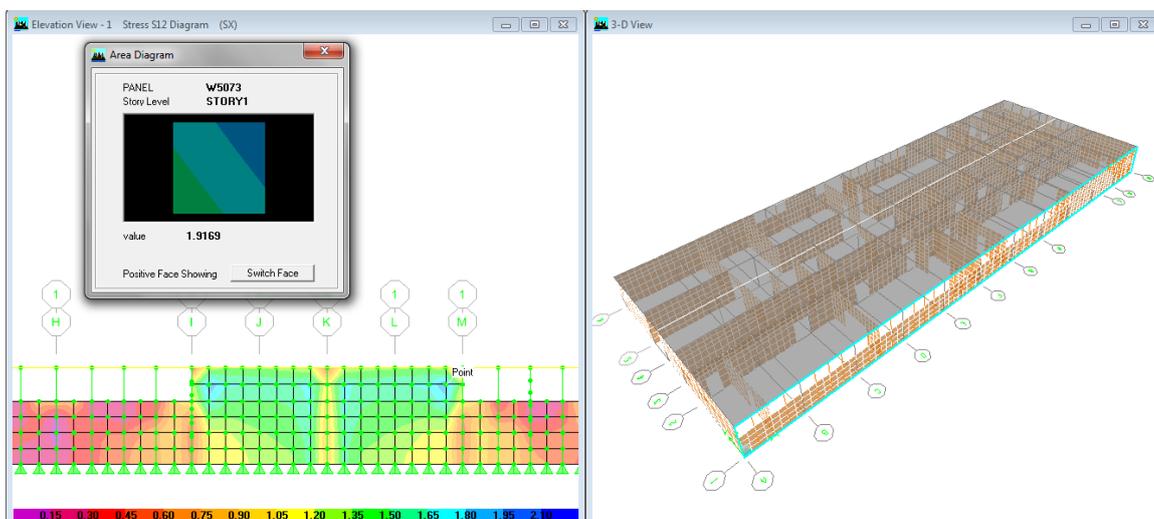


Figura 30. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque E-1

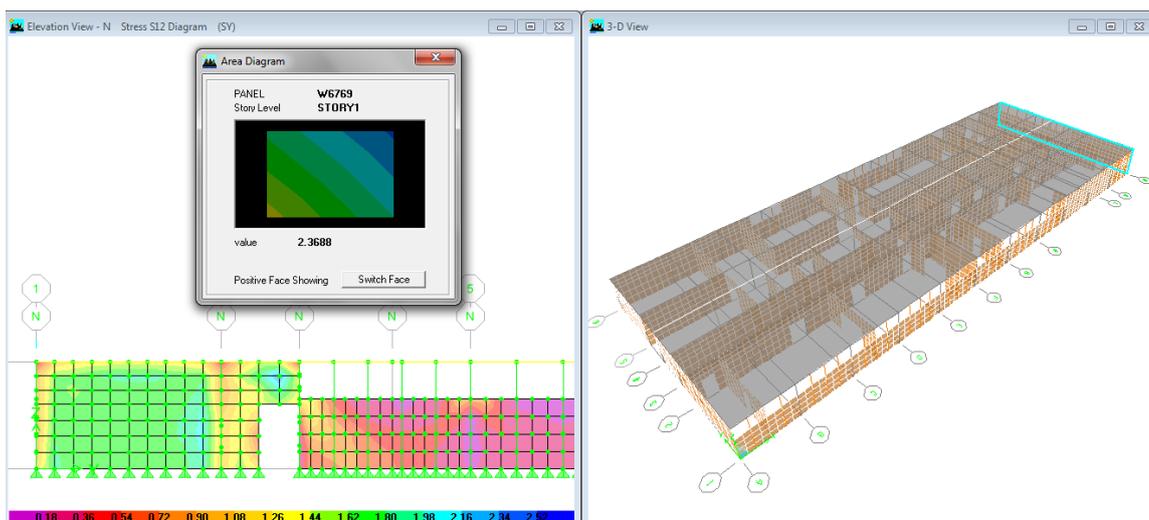


Figura 31. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque E-1

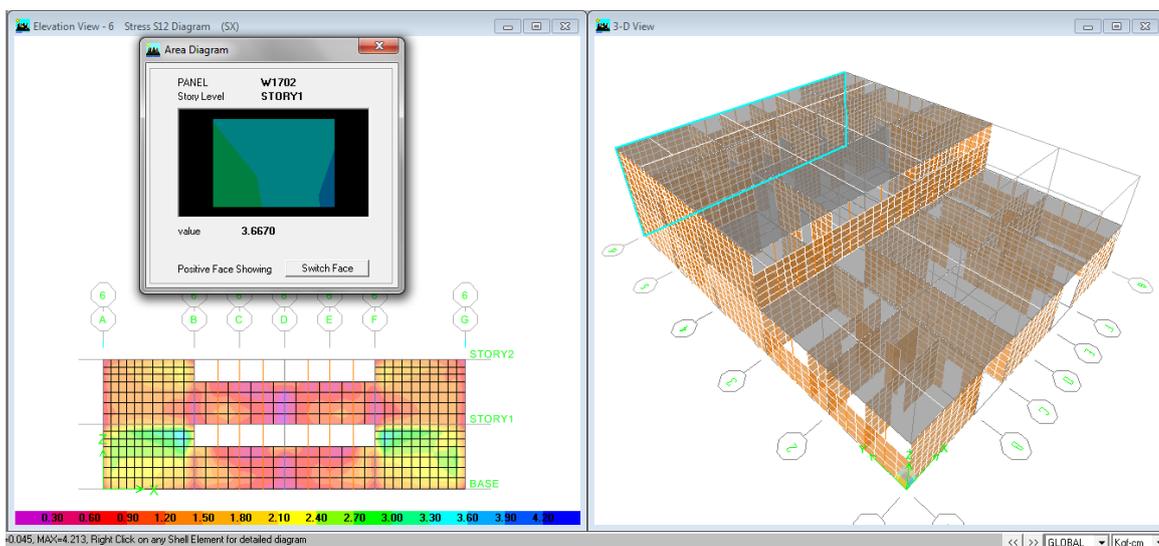


Figura 32. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque E-2

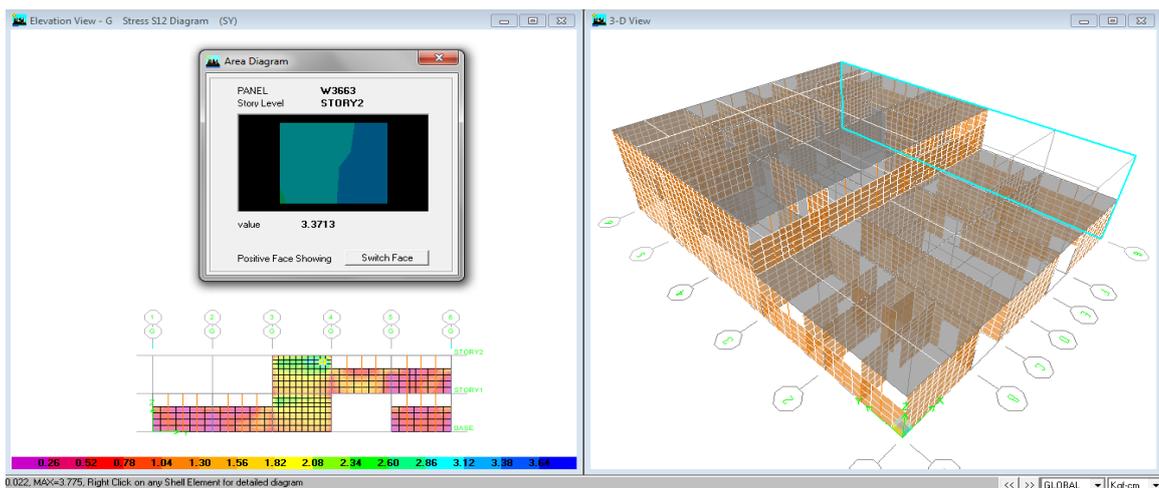


Figura 33. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque E-2

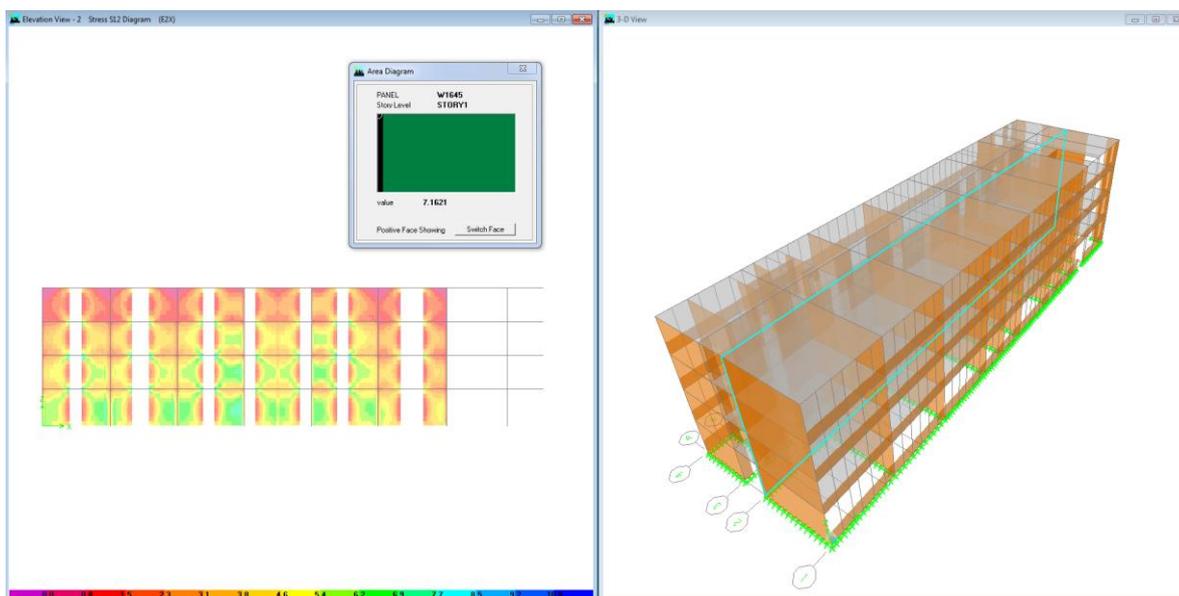


Figura 34. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque H

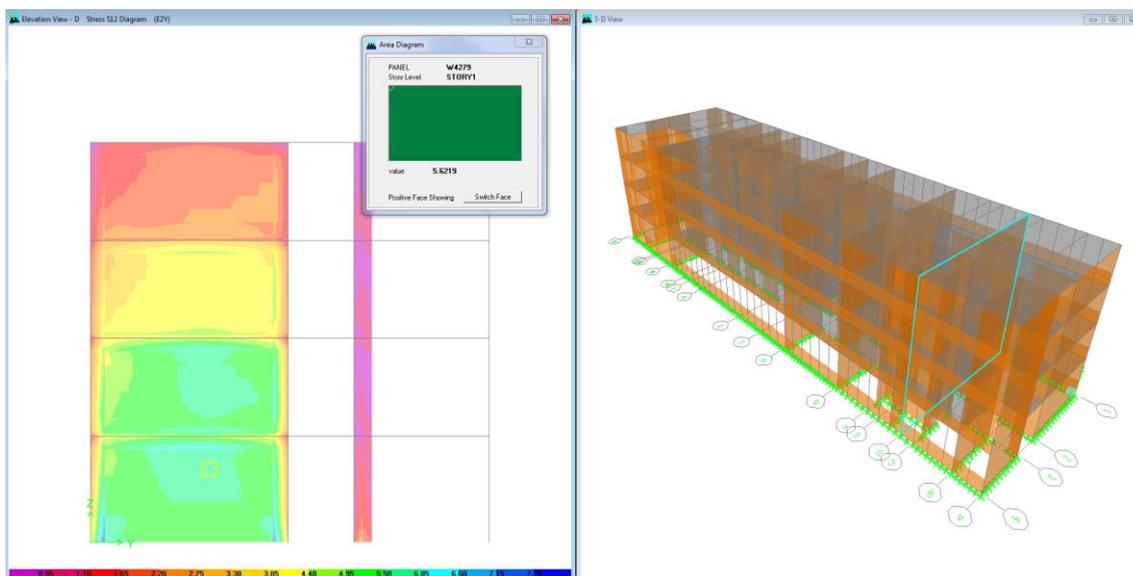


Figura 35. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque I

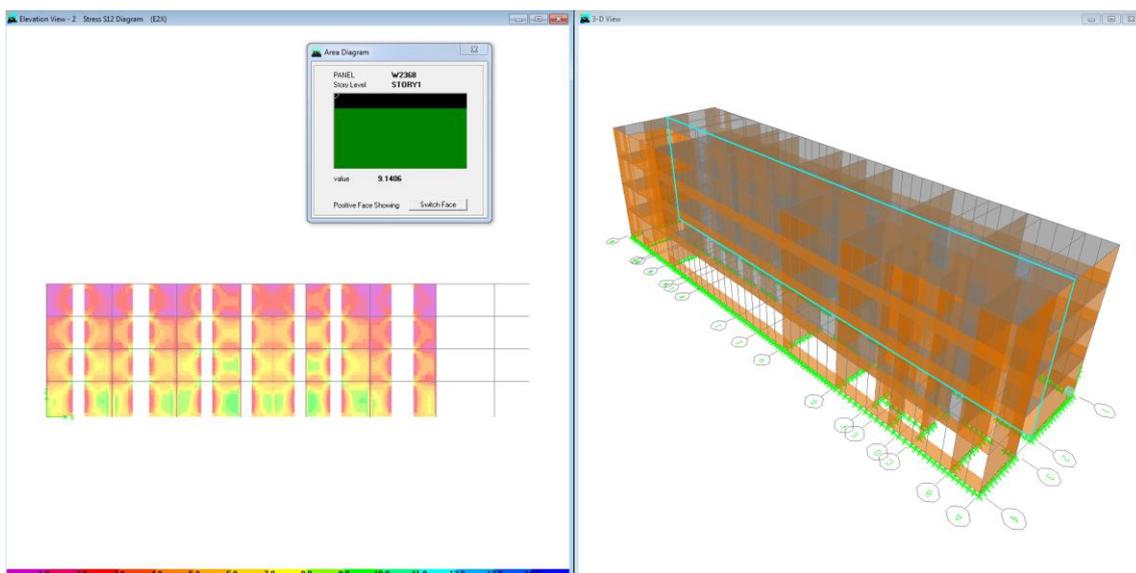


Figura 36. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque I

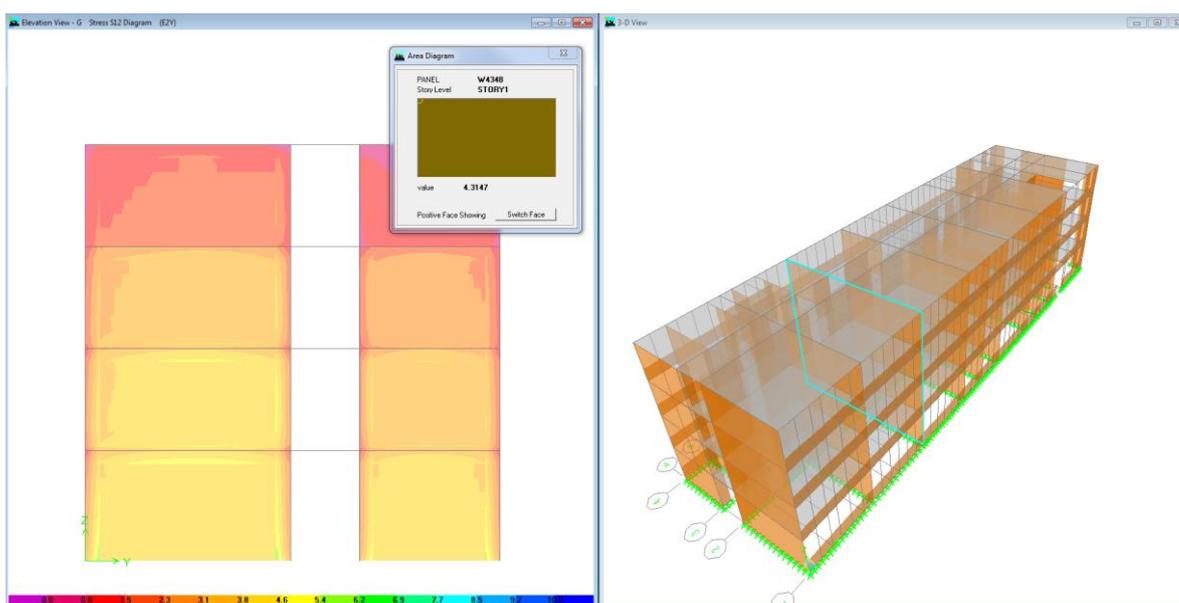


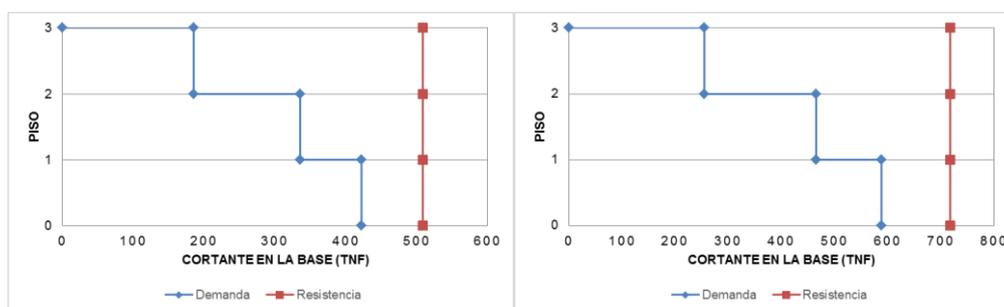
Figura 37. Esfuerzos cortantes (kg/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque H

En las figuras se puede observar que en la mayoría de los muros de albañilería los esfuerzos cortantes producidos por el sismo severo superan el límite estimado según la norma técnica E.070. Esto significa que estos muros serían gravemente afectados durante un sismo severo, a excepción del bloque E-1. Se observa también en el análisis, que las edificaciones sufrirían el efecto de columna corta, y en algunos casos como el Bloque A, B, C, H e I, los muros del pasillo serían gravemente afectados.

El bloque E-1 cuyo esfuerzo cortante obtenido en el análisis para sismo severo es muy cercano a los límites establecidos previamente, por lo cual se espera que estos muros sean ligeramente afectados.

5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura

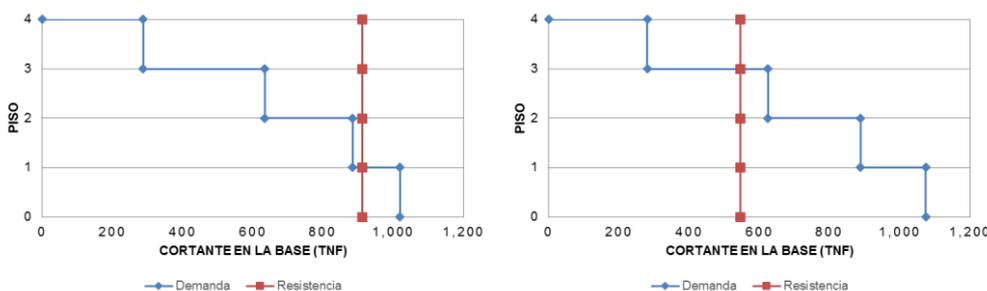
En la Figura 38 a la Figura 44 se compara las fuerzas cortantes de cada entrepiso con la resistencia del primer piso. Se observa que la capacidad en la mayoría de las edificaciones es menor a la demanda esperada para un sismo severo, lo cual verifica los resultados de los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando vanos de pórticos de concreto armado.



a. Dirección X

b. Dirección Y

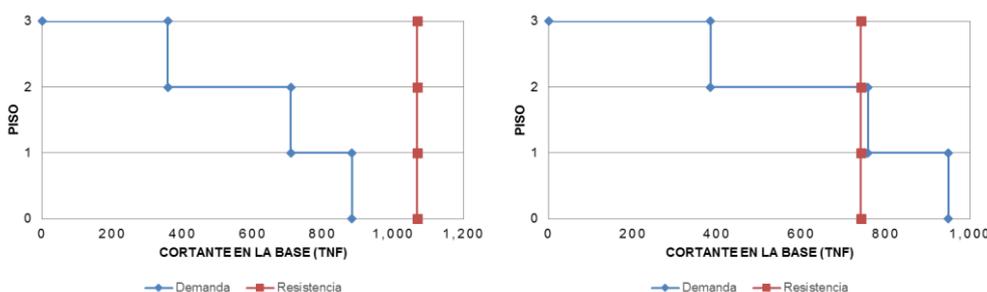
Figura 38. Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque A



a. Dirección X

b. Dirección Y

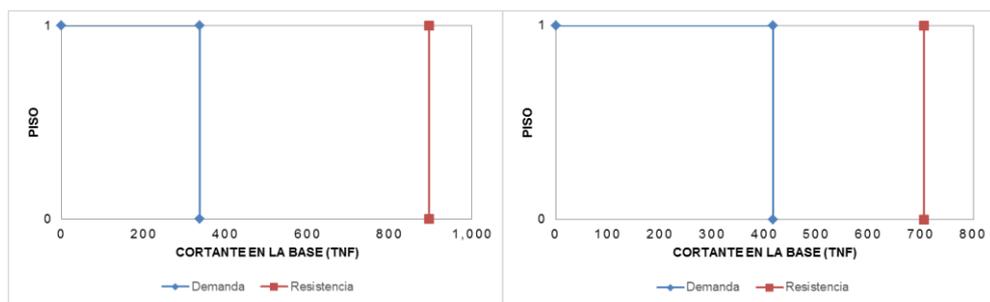
Figura 39. Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque B



a. Dirección X

b. Dirección Y

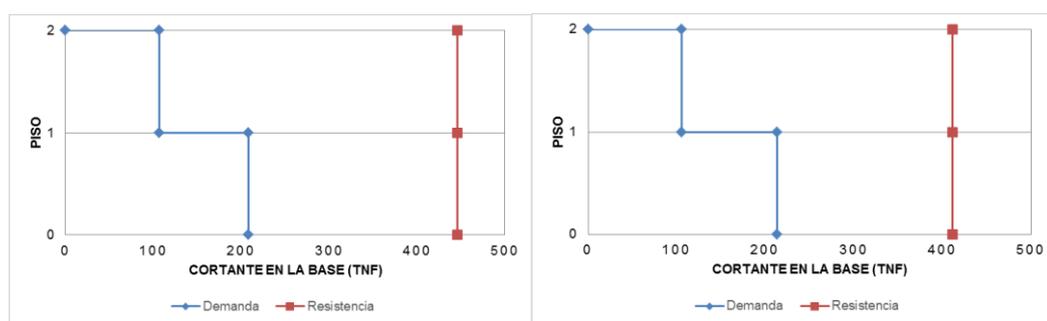
Figura 40. Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque C



a. Dirección X

b. Dirección Y

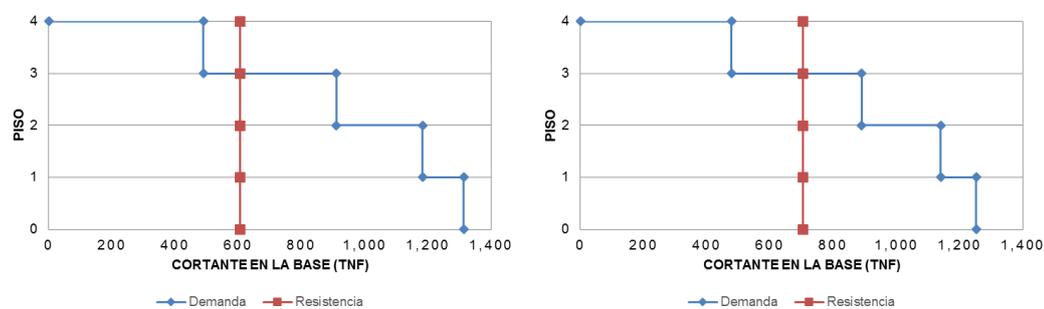
Figura 41. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque E-1



a. Dirección X

b. Dirección Y

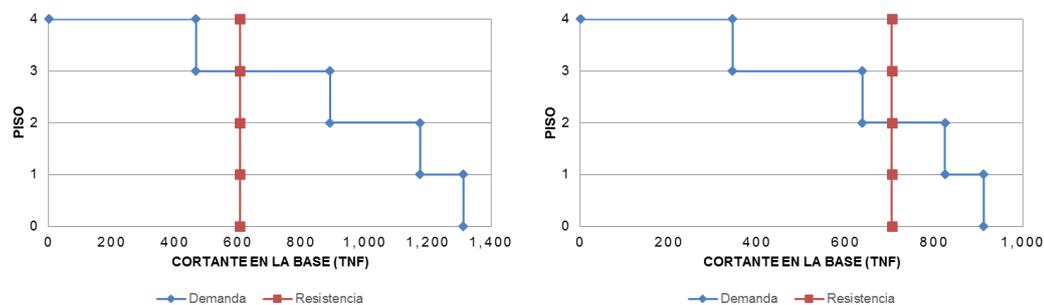
Figura 42. Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque E-2



a. Dirección X

b. Dirección Y

Figura 43. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque H



a. Dirección X

b. Dirección Y

Figura 44. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque I

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

Del diagnóstico del comportamiento estructural frente a un sismo moderado y severo se observa lo siguiente:

- En los bloques A, B, C, H, I se presenta distorsiones de entrepiso que superan al límite de protección de contenido para un sismo severo (0.003) y moderado (0.0015). En los bloques E-1 y E-2 su distorsión es menor que el límite de protección de contenido.
- El esfuerzo de corte máximo durante un sismo severo obtenido para los bloques A, B, C, E-2, H e I, en ambas direcciones, supera el valor de la resistencia al corte de la albañilería estimado de acuerdo a la norma técnica E.070.
- Se observa que la resistencia al corte en el primer piso es mayor a la demanda para un sismo severo en los bloques A, E-1, y E-2. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando vanos de pórticos de concreto armado.
- En general se observa que las estructuras están rigidizadas por los muros de albañilería, los cuales sufrirían durante un sismo severo, por estar cerrando los vanos de los pórticos. Sin embargo, las estructuras poseen una baja resistencia al corte, por lo que se recomienda la rigidización mediante elementos de concreto armado, sean estas muros de corte o ensanchamiento de columnas de concreto armado, y la mejora de su ductilidad. La ubicación de estos elementos será en función de un re-análisis del modelo estructural donde se consideren este tipo de elementos adicionados al modelo original.

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

De los resultados mostrados se observa que para el sismo moderado, los esfuerzos en los muros superan la capacidad del esfuerzo recomendado por la norma E.070. Esto puede producir fallas en algunas líneas vitales que pueden estar adosadas a estos muros. En el caso del sismo severo, las distorsiones producirían fallas también en los muros con las mismas consecuencias expuestas.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital Nacional Dos de Mayo se encuentra ubicado en la zona Centro de Lima, con una gran extensión de Terreno, junto al hospital se ubica una vía o arteria principal es favorable, debido a que cuenta con acceso rápido al

establecimiento, además de la presencia cercada de la estación del metro de Lima generando un buen acceso; sin embargo existe presencia de comercio ambulatorio que genera un grado leve de congestión en horas punta.

La edificación de este Hospital presenta ambientes no conformes a la normativa; la zonificación no define adecuadamente el 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.

Los acabados de pisos, enchapes de muros, carpintería de madera (puertas) requieren un reemplazo por el tiempo y uso recibido, aunque es preciso señalar que el hospital viene realizando remodelaciones en varios servicios actualmente.

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.

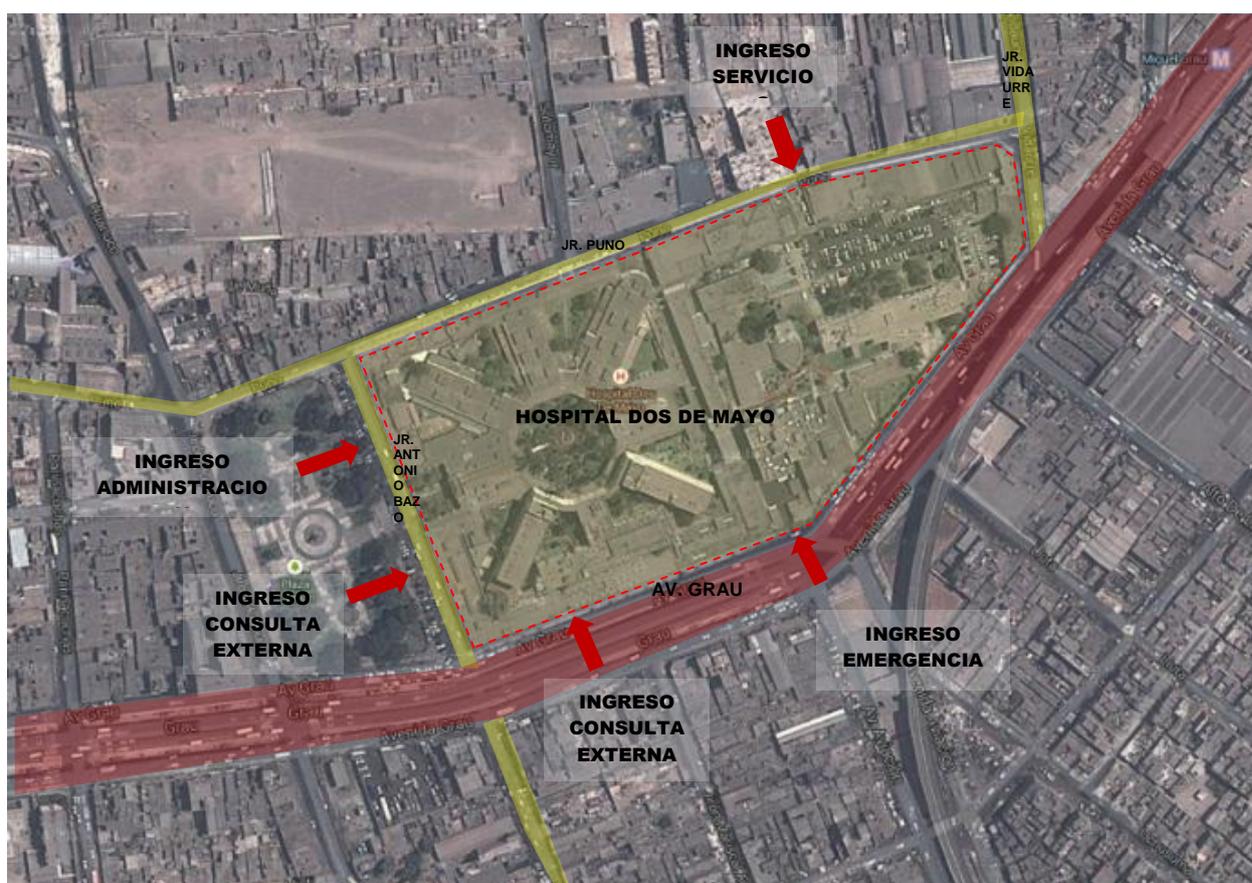
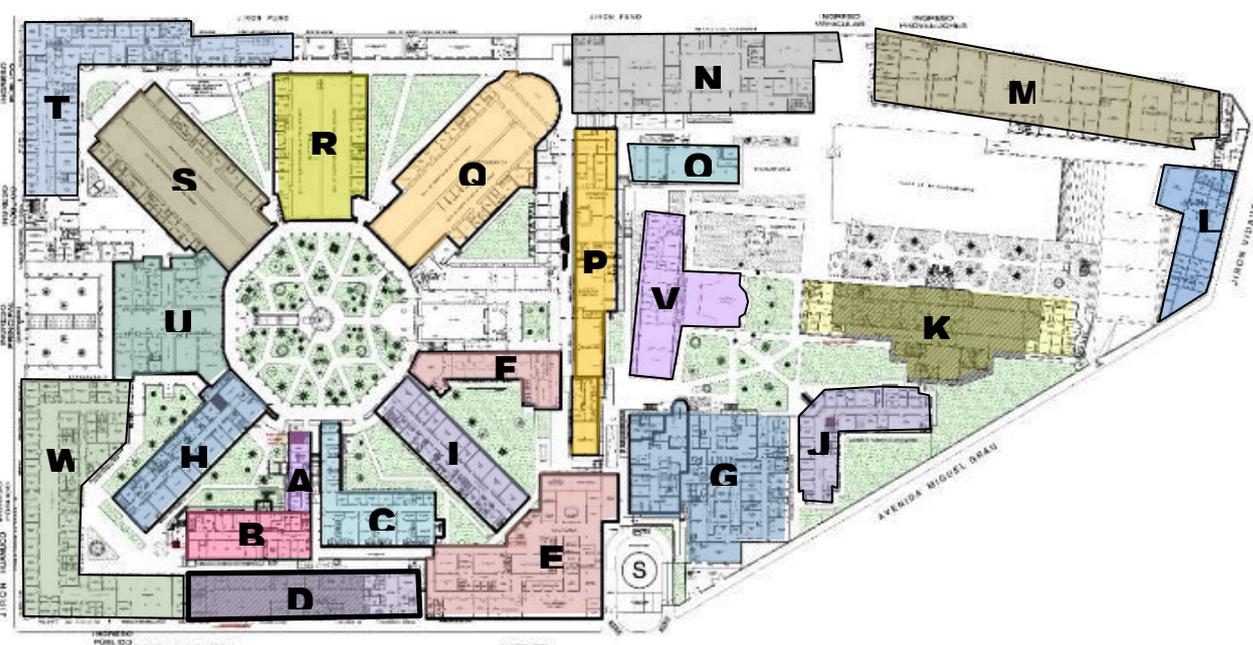


Figura 1: Plano de Ubicación

El Hospital Dos de Mayo se emplaza en la Av. Grau, siendo ésta una avenida muy importante y de alto tránsito vehicular. En Jr. Puno las viviendas con las

que colinda el hospital son material precario, así como en Jr. Vidaurre, por lo que ante un caso eventual sísmico estos dos jirones quedarían obstruidos y las únicas salidas serían por la Av. Grau, que por el alto tráfico y tránsito que alberga sería un caos. Así como, el Jr. Antonio Meza que se ubica en la fachada principal del edificio. A continuación, se presentarán otro problema que presenta en elementos arquitectónicos son en las carpinterías que son antiguas, por lo que su estado de conservación no es el mejor, es decir, se encuentran en mal estado. Asimismo, tiene elementos como cornisas que se encuentran deterioradas en mal estado. Existe riesgo tanto para el paciente como para el personal. Luego se presentarán los demás elementos vulnerables.



- A 1er Piso → Banco de sangre, Hemoterapia
2do Piso → Gastroenterología, Endoscopia
3er Piso → Centro Quirúrgico
- B 1er Piso → Hematología, Laboratorio
2do Piso → Hematología, Micro cultivo
3er Piso → Patología, Microbiología e Inmunología
- C 1er Piso → Diagnóstico por Imágenes, Rayos X/Tomografía
2do Piso → Centro Quirúrgico, Endoscopia/Obstetricia
3er Piso → Centro Quirúrgico
- D 1er Piso → Modulo de TBC, Programa TBC/Asma
- E 1er Piso → Emergencia y Cuidados Críticos
2do Piso → Cuidados Críticos, Observación/Estar Médico
- F 1er Piso → Comunidad Cristiana/Capilla
- G 1er Piso → Gineco Obstetricia
2do Piso → Gineco Obstetricia/Neumología
3er Piso → Gineco Obstetricia/UCI
4to Piso → Administración, Logística



H	1er Piso	→ Hospitalización, Pediatría
	2do Piso	→ Hospitalización, Obstetricia
	3er Piso	→ Hospitalización, Neurocirugía
	4to Piso	→ Hospitalización, Cirugía General
I	1er Piso	→ Hospitalización, Urología
	2do Piso	→ Hospitalización, Neonatología/UCI
	3er Piso	→ Hospitalización, Centro quirúrgico
	4to Piso	→ Hospitalización, Cirugía General
J	1er Piso	→ Consultorios Pediatría, Emergencias Pediátricas
K	1er Piso	→ Hospitalización, Neumología en remodelación
	2do Piso	→ Pabellón Santa Rosa
L	1er Piso	→ Control Patrimonial
M	1er Piso	→ Seguridad, Almacén/Lavandería/Talleres
N	1er Piso	→ Servicios de Nutrición, Cocina/Comedores/Cuna Jardín
O	1er Piso	→ Unidad de Mantenimiento
P	1er Piso	→ Administración Central, Unidad de Hemodiálisis
Q	1er Piso	→ Hospitalización “SAN ANDRES” / “JUAN ARCE”
R	1er Piso	→ Hospitalización “SAN PEDRO” / “SANTA ANA”
S	1er Piso	→ Hospitalización “SANTO TORIBIO” / “VIRGEN DEL CARMEN”
T	1er Piso	→ Consultorios – Rehabilitación, Cirugía de Día, Odontología, Oftalmología, Otorrinolaringología, urología
U	1er Piso	→ Dirección General, Logística, Economía
V	1er Piso	→ Sede Docente Académica UNMSM Auditorio
W	1er Piso	→ Consulta externa: Reumatología, Medicina, Hematología, Endocrinología, Cardiología, Ginecología, Dermatología, Salud mental.

Dentro del Análisis a realizar se puede observar primeramente que en general los elementos no estructurales relacionados con los elementos arquitectónicos se encuentran deteriorados en algunos casos, los vidrios no son de seguridad y esto se evidencia en mayor proporción en la zona antigua que es considerada como monumental. En este aspecto se puede resaltar lo siguiente:

- **Condición y seguridad de puertas o entradas**



Foto 27: En general, se observan amplias puertas e ingresos, sin embargo se evidencia que el sistema de apertura de las hojas de las puertas que se encuentran en las entradas o salidas de los servicios o bloques no es la adecuada en caso de evacuación, debido a que presentan puertas con hojas batientes hacia adentro del bloque; además que algunas puertas son antiguas.

- **Condición y seguridad de ventanales**



Foto 28: La presencia de grandes vanos y ventanales asegurados con estructura metálica sin embargo las ventanas son de vidrio crudo representando esto un peligro.

- **Condición y seguridad de otros elementos de cierre (muros externos, fachadas, etc.)**



Foto 29: Los elementos de cierre como los muros de ladrillo tarrajado, se encuentran en regular estado de conservación.

- **Condición y seguridad de techos y cubiertas**



Foto 30: Los techos de material prefabricado se encuentran en regular estado de conservación, estos requieren de mayor mantenimiento y de un soporte estructural eficiente; además existen techos de madera con teatinas que evidencian antigüedad, siendo esto un peligro por el vidrio crudo que tienen, puede caer.

- **Condición y seguridad de parapetos (pared o baranda que se pone para evitar caídas, en los puentes, escaleras, etc.)**

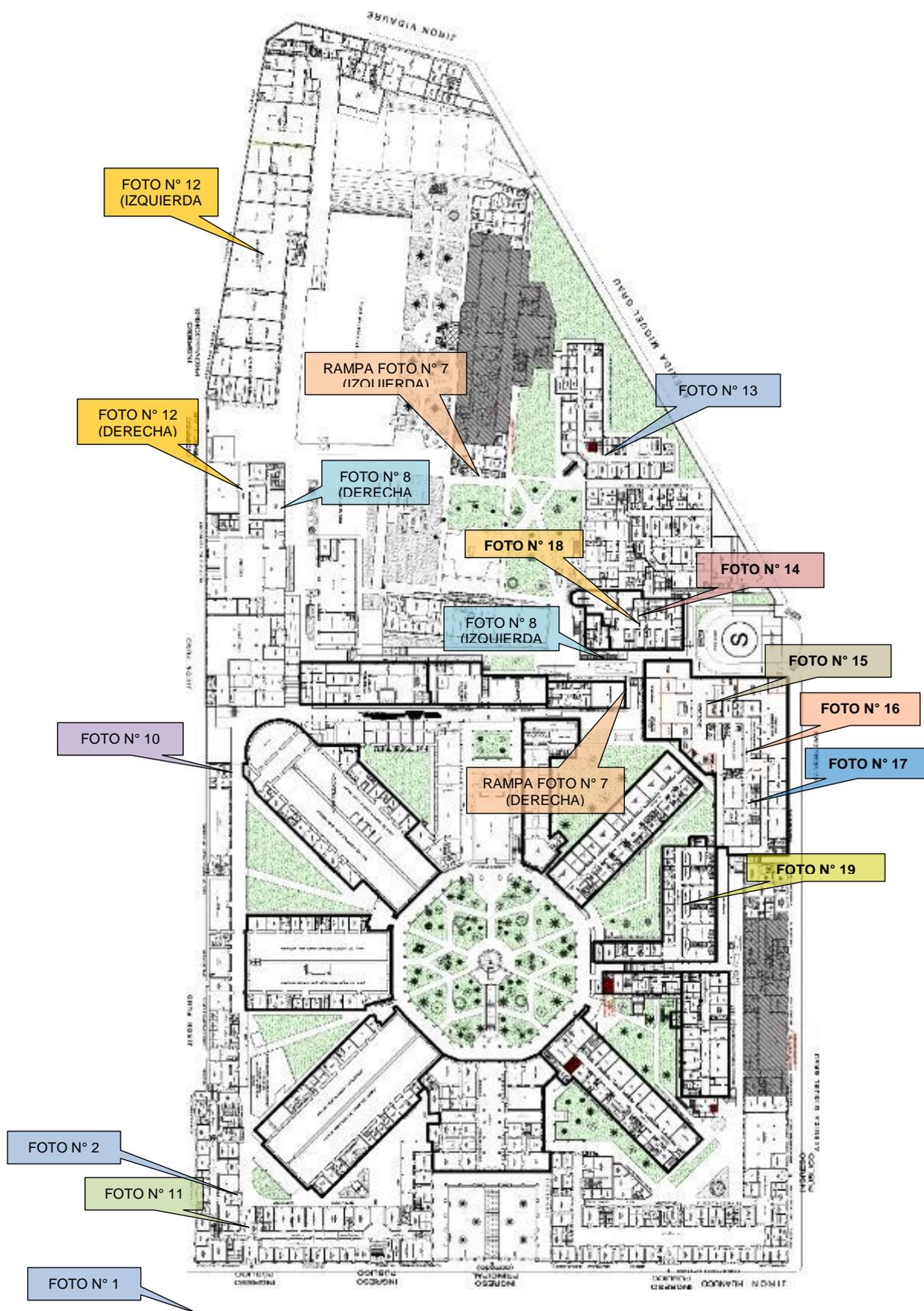


Foto 31: En general, los parapetos, barandas y pasamanos en escaleras se encuentran en condiciones de operatividad.

- **Condición y seguridad de otros elementos perimetrales (cornisas, ornamentos, etc.)**



Foto 32: En la zona antigua las cornisas presentan evidencias de deterioro, representando esto un peligro tanto para el paciente como el personal, además en el último piso de algunos bloques existen ambientes construidos de forma provisional que representan un peligro de desprendimientos del material se deben verificar adecuada sujeción.



Por otro lado con relación al aspecto de accesibilidad para personas con discapacidad se puede identificar lo siguiente.

6.2.1 Accesibilidad para las personas discapacitadas



Foto 33: Izquierda. Acceso al pabellón Santa Rosa a través de rampa para las personas discapacitadas, no cuenta con baranda y el piso se encuentra en mal estado. Derecha. Rampa exterior de Emergencia excede la pendiente requerida para discapacitados dificultando el acceso y representando un peligro.



Foto 34: En general el hospital se encuentra desniveles y los accesos son a través de rampas, algunos con acabados que favorecen al deslizamiento (cemento pulido) y otros con pendientes muy pronunciadas, no de acuerdo con la normativa existente.



Foto 35: Existe ascensores y elevadores nuevos y antiguos, con condiciones de capacidad y espacio para el acceso de personas con discapacidad.

6.1.1. Equipamiento no médico



Foto 36: Armario y estanterías no se encuentran fijados apropiadamente a pared, piso o techo con anclajes o algún tipo de freno, tienden al volcamiento. Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos ante movimientos sísmicos.



Foto 37:En los corredores y espera, los asientos no están fijados al piso, además las conexiones de electricidad están expuestas. Los corredores se reducen por el mobiliario existente.



Foto 38:En lavandería las estanterías no están aseguradas, y tienden al volcamiento. En nutrición los corredores están obstaculizados por mobiliarios interrumpiendo la libre circulación.



Foto 39: En pediatría las luminarias no están aseguradas y los corredores se encuentran obstaculizadas interrumpiendo el paso.



Foto 40: En laboratorios los muebles y estanterías no están fijadas, estos tienden al volcamiento en casos eventuales. Por otro la do equipos colocados en mesa corren riesgo de desplazamiento.

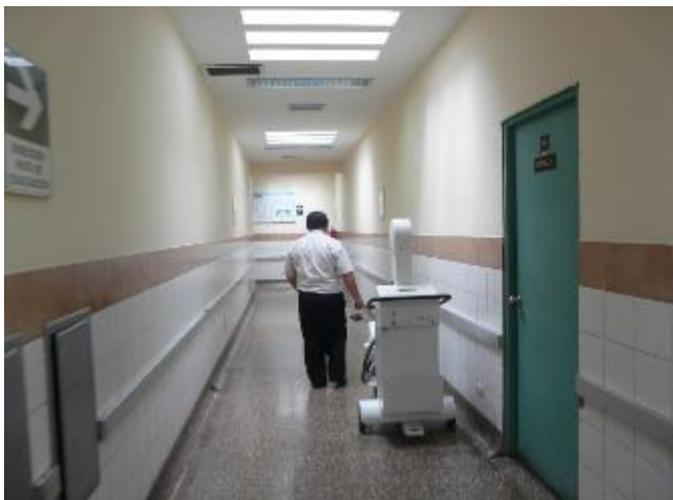


Foto 41: Algunos pasadizos de emergencia se encuentra obstruidas por equipos y algunas puertas se encuentra en mala condición, presenta rajadura, los vidrios no son de seguridad no cumplen normativa.

- **Condicion y seguridadde areas de circulacion interna (pasadizos,elevadores,escaleras,salidas,etc.)**

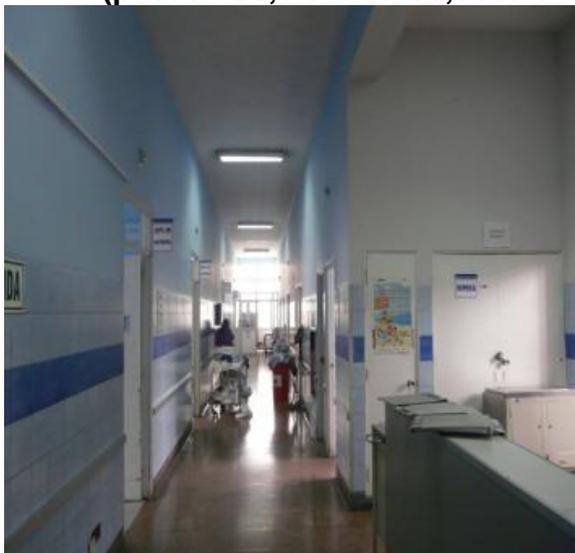


Foto 42: En ambientes y corredores internos presencia de mobiliario o equipamiento ubicado en la circulación obstruyendo el paso y salidas,dificultando la evacuación.

- **Condición y seguridad de escaleras.**



Foto 43: Se ha identificado escaleras en regular estado de conservación, operatividad y seguridad, sin embargo en algunos casos no cumplen con el ancho mínimo requerido, como las escaleras de hospitalización, para una situación de evacuación, además se evidencia que algunas escaleras fueron ubicadas improvisadamente y no brindan adecuadas condiciones de seguridad ante un siniestro.

- **Condición y seguridad de las cubiertas de pisos**



Foto 44: Los de pisos se encuentran en regular condición, sin embargo también hay zonas en donde el estado de los pisos es pésimo al presentar desprendimiento, fisuras o desgaste y evidencia de remodelaciones

6.2.2. Equipamiento Médico

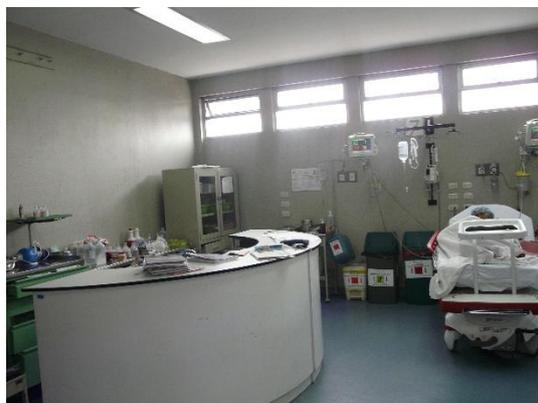


Foto 45:Emergencia. Izquierda: el material médico solamente colocado sobre el mueble y no sujeto para evitar su desplazamiento. Derecha: las conexiones y cables no están debidamente canalizados, existe mobiliario que no están fijados adecuadamente



Foto 46:En recuperación post-anestésica (izquierda) y trauma shock (derecha) Los equipos se fijan a la pared, pero se aprecian equipos sobre el mueble con riesgo a que se caigan, asimismo reducen áreas de circulación y accesos.



Foto 47: En centro quirúrgico. Izquierda: las camillas reducen el ancho de los corredores e interrumpen la circulación. Derecha: Las estanterías no están fijadas a pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de los materiales médicos por no estar asegurados.



Foto 48: En Laboratorio patología algunos equipos están colocados sobre el mueble, sin fijación, con riesgo a caída.

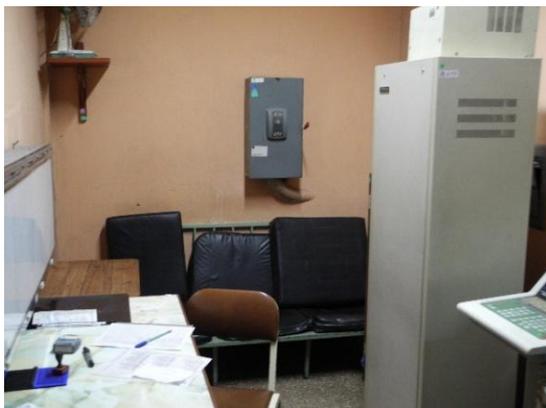


Foto 49:En Diagnóstico por Imágenes los equipos no están debidamente anclados, mobiliario no asegurado debidamente, existes equipos no médicos colocados que pueden desplazarse y caer.

6.2.3. Quirófanos –UCI



Foto 50:En la Sala de Operaciones con mobiliario y Equipos rodables en regular estado, los cables de equipos no están debidamente canalizados. Cialitica sujetado en techo, se debe verificar sujeción.



Foto 51:Los monitores se encuentran anclados a la pared, , pero se observa problemas en la canalización de los cables. Sin embargo las ventanas no cuentan con vidrios de seguridad.

6.2.4. Emergencia – Reanimación



Foto 52: En algunos ambientes las luminarias no están protegidas, exponiéndose a que se puedan desprender ante un movimiento. Algunas puertas se encuentran en mal estado, presentan rajaduras, no cuentan con cristales de seguridad.



Foto 53: Izquierda, en Emergencia Mobiliario y Equipos rodables en regular estado, Derecha en Hemodiálisis espacios y corredores reducidos por ocupación d equipos y mobiliario.

6.2.5. Equipos conectados

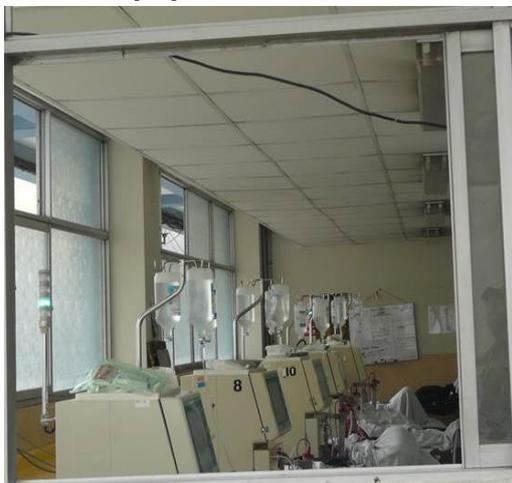


Foto 54:En Hemodiálisis (izquierda) y Emergencia (derecha) los equipos se encuentran anclados a las bases y techos. Asimismo, los monitores se encuentran sujetos a las bases que se empotran contra la pared.

6.2.6. Equipos rodantes



Foto 55:En Hospitalización (Izquierda) equipos rodantes, como camillas en regular estado, y Emergencia (Derecha) los equipos rodantes cuentan con un sistema de frenos asegurados para evitar su desplazamiento ante cualquier eventualidad y evitar riesgos.



Foto 56:En Gineco-obstetricia los equipos rodantes (camillas) obstruyen la circulación, reduciendo el ancho de los corredores, vidrios no son de seguridad

6.2.7. Equipos fijos



Foto 57:Los equipos médicos se encuentran fijados al techo, se debe verificar sujeción en techo por la carga puntual de este equipo.

6.2.8. Elementos suspendidos



Foto 58:En la zona de consultorios se observa luminarias suspendidas de los techos además como señalética suspendida en los techos de los corredores, que no cuentan con pantallas de seguridad o cintillos para evitar caídas.

6.2.9. Accesibilidad



Foto 59:Av. Grau. Se puede acceder al hospital desde a la av. Grau al sector de emergencia.



Foto 60:Jr. Puno. Se accede a Servicios Generales. Vía reducida con edificaciones que puedes verse afectadas y en casos de sismos e impedir acceso al hospital.



Foto 61: El estado de las vías de acceso al hospital es buena, cuenta la presencia de una vía arterial importante ubicada a un lado del hospital, además de la presencia cercada de la estación del metro de Lima generando un buen acceso, además de contar con la señalización y mobiliario urbano correspondiente; sin embargo existe presencia de comercio ambulante que genera un grado leve de congestión en horas punta.

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, reemplazar 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.

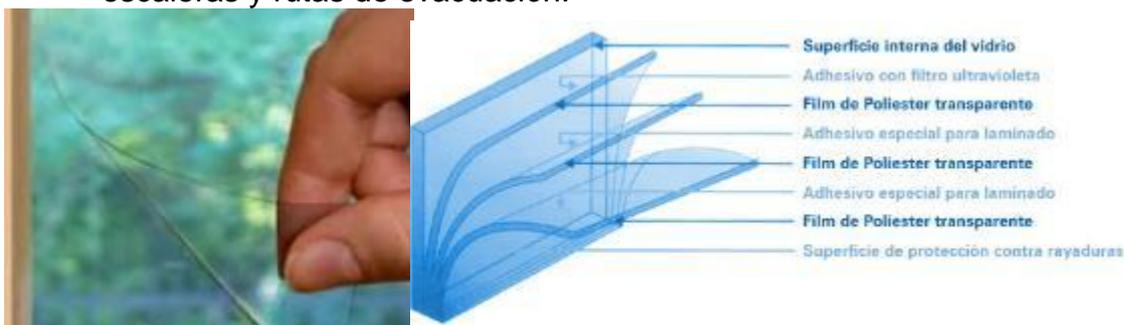


Figura 45. Vidrios se pueden laminar con láminas de seguridad.

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



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



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 ante la presencia de un sismo severo son las siguientes:

- Tuberías de agua de F⁰G⁰ que se encuentran corroídas.
- Las tuberías de desagüe en el sector de emergencia de material C.S que se encuentran deterioradas, colmatadas y corroídas
- Las conexiones entre tuberías y equipos de bombeo no cuentan con conexiones flexibles
- Las tuberías de ingreso y salida en el tanque elevado se encuentran deterioradas y carecen de uniones flexibles
- Cajas de válvulas en mal estado.
- Poca capacidad del tanque de almacenamiento.



FOTO 1.- Tuberías de agua sin protección en caja de concreto



FOTO 2.- Caseta sin tapa hermética sujeta a inundación.



FOTO 3.- Tuberías de FºGº requieren ser reemplazadas por PVC



FOTO 4.- Empalme cisterna, requieren unión flexible



FOTO 5.- Válvulas requieren cambios

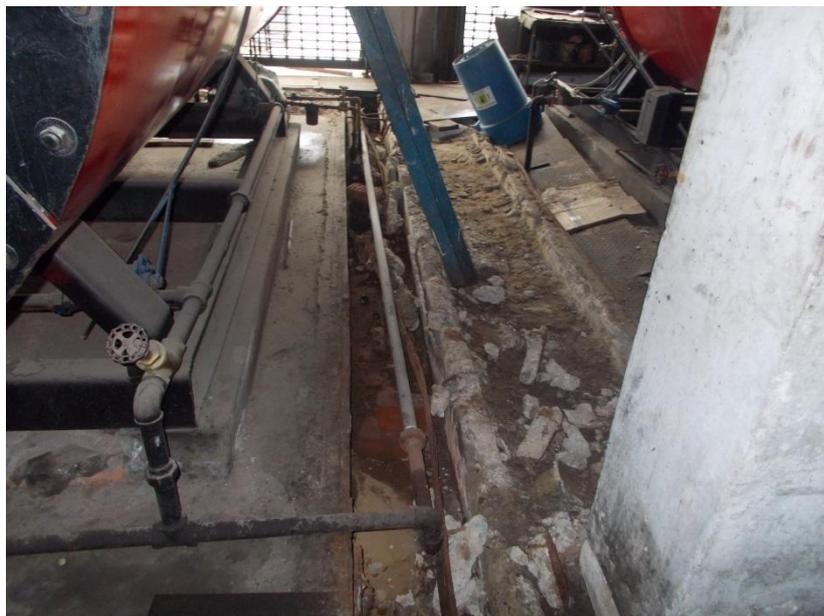


FOTO 6.- Tuberías de FºGº deterioradas, requieren cambio



FOTO 7.- Accesorios de FºGº expuestas están deteriorados.



FOTO 8.- Equipos obsoletos no operativos.



FOTO 9.- Válvulas sin cajas enterradas en jardín.



FOTO 10.- Estación de bombeo sin caseta de protección.



FOTO 10.- Falta de uniones flexibles en conexiones rígidas

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

Sistema eléctrico

Cuenta con dos subestaciones, una sub estación A de 710 KVA, con una potencia utilizada de un 80% y se ubica en la parte antigua, y otra SSEE B, de 630 KVA ubicada en la construcción coreanos SETIRE, con una potencia utilizada de 60%, ambas SSEE alimentan las instalaciones eléctricas del hospital, ambas cuentan con sus tableros eléctricos, con una potencia contratada de 630 Kw,

El Hospital cuenta con un Generador eléctrico encapsulado de Capacidad de 750 KW que se encuentran ubicado en la casa fuerza junto a los calderos, se encuentra en estado operativo y alimenta las áreas críticas.

Cuenta con una fuente alternativa con 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 dos tanques de almacenamiento de 7,500 glnes y otro de 1000glnes de Diesel

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 se tendrían que complementar con llaves de protección de vida, 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 eléctrico

Cuenta con Lámparas de emergencia con baterías como prevención

Protección adecuada de fenómenos naturales

Riesgos, ante posibles inundaciones no existe

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 1. G.E. encapsulado de 750KVA con tablero eléctrico nuevo



Foto2. Subtablero eléctrico en pésimas condiciones



Foto 3. Instalaciones eléctricas en mal estado



Foto 4. Subtablero en pésimas condiciones eléctrico

7.1.3 Instalaciones Mecánicas

Depósitos de combustible (diesel) de capacidad de 7500 glns. dos y otro de 1000 glns, subterráneos, Ubicado en el área de mantenimiento en los estacionamientos, se encuentra señalizado y abastece para un mínimo de 5 días, que se encuentran a una distancia que no afecten la seguridad del establecimiento por los elementos inflamables,



Foto 1. Ubicación de tanques de combustible soterrados



Foto 2. Instalaciones mecánicas

7.1.4 Instalaciones Electromecánicas

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

Los equipos, ductos, tuberías están debidamente sujetos sin posibilidad de movimiento, se verifica que los anclajes de los equipos son los indicados, elementos con rigidez adecuada

Los sistemas de aire acondicionado, ventilación mecánica y extractores de aire, funcionan independientemente destinados como propio para cada servicio, Se verifica que aire acondicionado no está expuesto a inundaciones

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 necesaria por lo que es posible la pérdida de calor. Los calderos 02, de 200 BHP cuentan con su propio panel de control y se encuentran en regulares condiciones, en cuanto al sistema eléctrico existe riesgo de sobrecalentamiento o cortocircuitos en las tableros eléctricos e instalaciones eléctricas, el sistema contra incendio no cuenta con extintor

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

Los equipos reciben mantenimiento periódico



Foto 1. Caldero relativamente nuevo, con cabecero incluido



Foto 2. Tuberías, partes en desuso ocupando espacios en área de calderos

7.1.5 Instalaciones Especiales

Gases medicinales(oxigeno)

Existe una central de Oxigeno a campo abierto, ubicado cerca a la playa de estacionamiento, tiene una capacidad d 10000 m3 y tiene un tanque de reserva de 3000M3., actualmente trabaja a una capacidad de 7000 Kg, el uso promedio de consumo es de 24000 m3 al mes, es una central tercerizada a favor de MESSER S.A. quien es la que provee y controla la distribución de Oxigeno Medicinal a todos los servicios críticos.

El ambiente esta debidamente señalizado y cuenta con sistema contra incendio a través de un extintor.

Como generador de oxigeno medicinal se encuentra garantizado el aprovisionamiento de gases medicinales para 3 días como mínimo

Los gases medicinales cuentan con medios de sujeción apropiados
Los tanques verticales están anclados con 3 o 4 , con uniones soldadas o atornilladas con pernos, para evitar caídas en sismos

Gases están en zona segura, ubicado en el patio de maniobras de la edificación, en cumplimiento de las recomendaciones de la normas



Foto1.Tanque criogénico,10000m3

Foto 2 Recinto de O2 seguro.

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 en un 60% por estar expuestos, existe en proceso la adquisición de un nueva central telefónica

Comunicación Externos: internet radiocomunicación se encuentra operativos, su cobertura es solo con hospitales cercanos.

Cuenta con sistema alternativo de energía del grupo electrógeno por estar conectado a emergencia para los servicios de radio.

Cuenta con Sistemas alternos de comunicación radio teléfono celular, estado de antenas requieren mantenimiento tanto como abrazaderas arriostrados adecuadamente se encuentra ubicado en la azotea del pabellón principal

Evaluación del ambiente donde se ubica la radio no es el más adecuado para un manejo de emergencias, existe, vulnerabilidad de instalaciones a un sismo.

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

- 1.- Se requiere cambiar las redes de agua de F⁰G⁰ que se encuentran corroídas por tuberías de PVC.
- 2.- Las tuberías de desagüe de C.S en el sector de emergencia que se encuentran corroídas se deben eliminar y reemplazarlas por tuberías de PVC
- 3.- En las salas de máquinas se debe instalar uniones flexibles en el árbol de descarga de cada una de las líneas de impulsión.
- 4.- Las conexiones de ingreso y salida en el reservorio elevado deberán ser cambiadas y adecuadas con uniones flexibles.
- 5.- Es necesario el incremento de la capacidad de almacenamiento de agua.
- 6.- Proveer bombas de reserva para garantizar el funcionamiento del sistema.

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

1.1 SISTEMA ELECTRICO		RECOMENDACIONES
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Debe continuarse mejorando los cambios de redes eléctricas y su ordenamiento. Recomendación :Se debe continuar con 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.	Sistema de alimentación eléctrica EDELNOR, y cuenta con grupo electrógeno y las áreas críticas están conectadas, no existe redundancia de GE. Recomendación: 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.	Tablero con sistema de interrupción por sobre carga en buen estado , pero subtableros deben mejorarse, así como en los sistemas de puesta a tierra Debe efectuarse el mantenimiento de pozo a tierra Recomendación :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.	Buena iluminación en especial zonas críticas y rutas de evacuación, sistemas de iluminación requieren aseguramiento recomendación : 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.	Corresponde a la SS EE Recomendación: requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

7.2.1 Instalaciones Mecánicas

N°	1.3 DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (GAS, GASOLINA O DIESEL):	RECOMENDACIONES
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	Líneas y accesorios en regular estado, requiere mantenimiento Recomendación: realizar mantenimiento de válvulas, mangueras

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.	Ductos con soportes de regular condición , se debe realizar mantenimiento de ductos y tuberías por la antigüedad del hospital, recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías que atraviesan juntas de dilatación
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas..	En regular condición, requieren mantenimiento, recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías de tuberías, uniones y válvulas por antigüedad del hospital

7.2.5 Instalaciones Especiales

	SISTEMA DEGASES MEDICINALES O2	RECOMENDACIONES
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Central de oxígeno con manitol para uso de respaldo Pero falta aseguramiento de balones de O2, Recomendación asegurar con banda de sujeción balones de O2
	Ubicación apropiada de los recintos.	La central de respaldo que sirve para emergencia se encuentran mal ubicada (en pasadizo)Recinto accesible Recomendación: reubicar dicha central
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	Protección falta bandas de sujeción, para evitar caídas, explosiones Recomendación: instalar bandas de sujeción en ubicaciones de balones de O2 que faltan
	Seguridad apropiada de los recintos.	No es muy seguro por encontrarse la central con los tanques criogénicos están en un ambiente poco ventilado y en sótano, debe reubicarse reubicar recomendación : reubicar tanques criogénicos en lo posible..

7.2.6 Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

N°	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	RECOMENDACIONES
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	El estado técnico de de las instalaciones de altavoces , perifoneo de ben mejorarse con un ordenamiento y algunos cambios del cableado, los mismos que deben estar protegidos Recomendación: Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna

	<p>Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i></p>	<p>El estado técnico del sistema de radio be mejorarse para cubrir todas las emergencias, debe implementarse con teléfono satelital y el mejoramiento del ancho de banda del sistema de internet Recomendación: Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.</p>
	<p>Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.</p>	<p>El estado técnico de los sistemas de telecomunicaciones instalados dentro del perímetro del hospital deben ordenarse técnicamente su cableado Recomendación: ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias</p>
	<p>Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.</p>	<p>No cuenta con local apropiado para manejo de emergencias en desastres Recomendación: habilitar ambiente apropiado para comunicaciones parta manejo de emergencias en desastres.</p>
	<p>Seguridad del sistema interno de comunicaciones.</p>	<p>Cuenta con baterías en stand By para emergencias en caso de sismos, esta en reordenamiento recomendación: circuito de energía debe estar conectado a los circuitos de emergencia.</p>

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 la preparación para la respuesta 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:* vocación médica y compromiso de las personas con su objetivo social y 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), 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 Hospital Dos de Mayo es un establecimiento histórico y prestigiado, fue inaugurado hace 136 años. Su carácter asistencial y docente (sede de varias facultades de medicina) le confiere alto nivel técnico que le permite la atención resolutoria de patología compleja; en horas diurnas hay docentes y estudiantes de ciencias de la salud en gran número, algunos de ellos en la especialidad de medicina de emergencias.

Está ubicado en el casco antiguo de la ciudad (la cual alberga 9 millones de habitantes) con jurisdicción sobre 3 distritos cuya población residente bordea los dos millones de personas, 18% bajo el nivel de pobreza, incrementándose notablemente en horas laborales por albergar grandes mercados de abasto y galerías comerciales. Las autoridades reportan altos índices delictivos en la zona. Recientes disturbios en un mercado mayorista cercano motivaron la llegada a Emergencia, en horario de día, unas 40 víctimas las cuales sobrepasaron su capacidad.

La vivienda de los alrededores es muy antigua y está en estado precario, estudios estiman que su vulnerabilidad es alta o muy alta, 97%, en caso de un terremoto de 8 grados Mw. La zona también alberga gran riesgo de incendios, el ocurrido en un complejo de galerías comerciales en 2001 causó 277 muertos y 200 desaparecidos, la zona tiene en limitados recursos hídricos para el combate de incendios.

El nivel de reducción del riesgo y preparación deseable para el hospital debe permitir afrontar un sismo tsunamigénico de 8 grados Mw en el litoral de la capital con intensidad VIII en Mercalli Modificada y aceleraciones de 350 a 400 cm/seg², el cual podría causar unas 50 mil muertes, 686,105 heridos y destruir o inutilizar medio millón de viviendas. El hospital está en la zona de viviendas más vulnerables y sus propias instalaciones podrían sufrir daños que se presume serán severos en algunas áreas.

Estudios de vulnerabilidad funcional del hospital practicados en este establecimiento en 1997 ya revelaba su importante vulnerabilidad. El estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria practicado por el hospital en 2012 reveló un índice de seguridad de 0.29 y de vulnerabilidad de 0.71, encontrándose que las áreas más vulnerables eran las salas de hospitalización y oficinas administrativas, encontrándose en Categoría C (“Se requieren medidas urgentes de manera inmediata, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento no son suficientes para proteger la vida de los pacientes y personal durante y después de un desastre”); el Índice de Seguridad Funcional fue considerado como Medio-Bajo.

En el Plan Hospitalario de Desastres, aprobado el 23 de setiembre 2013, se menciona como la principal vulnerabilidad sísmica externa la gran destrucción de la vivienda aledaña al establecimiento que podría generar unos mil policontusos de los cuales serían graves entre 14 a 20%, en tanto que el hospital sufriría daños severos en sus áreas de hospitalización quedando con funcionamiento parcial los servicios de Emergencia, Sala de Operaciones, casa de fuerza, nutrición, esterilización y farmacia; estiman que el retorno post impacto del personal al hospital sería de 20%. La posibilidad de utilizar como área de expansión el parque público del frontis del establecimiento para instalar un hospital de campaña podría no ser viable por la probable ocupación compulsiva de los damnificados.

El plan de desastres del hospital considera como vulnerabilidad principal (textual):

- Escasa participación en simulacros,
- Plan de evacuación existente solo para consultorios externos y áreas administrativas faltando en los pisos e hospitalización de medicina, cirugía y especialidades, así como en el CETIDE (Cuidados Intensivos),
- Falta de conocimiento para la ejecución del presupuesto hospitalario a través del PPR 068 para reducción de riesgos y vulnerabilidad,
- Personal no capacitado y poco comprometido,



- Insuficiente organización de las brigadas de emergencias y desastres,
- Hacinamiento de pacientes,
- Flujos de personal, pacientes y familiares no diferenciados.

Asimismo considera como probables daños el colapso estructural, no estructural, funcional y de los servicios básicos. Para ello propone medidas de prevención, mitigación y preparativos en los momentos antes, durante y después. Menciona que la Defensa Civil no ha hecho inspecciones técnicas de seguridad en el nosocomio.

El Hospital Nacional Dos de Mayo, nosocomio emblemático del sector salud, por su reconocimiento como centro de referencia nacional, podría ser visto como el de elección para la población de los distritos centrales de Lima en caso de desastre.

La Contraloría General ha informado sobre deficiencias en la infraestructura del hospital [Nota de prensa N° 115 CG/COM. "La Contraloría General detecta alarmantes deficiencias y limitaciones en hospitales de Lima". 17 de octubre de 2012. Contraloría General de la República. <http://www.slideshare.net/ilianaromero/informe-contralora-hospitales-minsa>, Acceso: 01 nov. 2013)]

Los daños por terremoto destructor en Lima obligarán la movilización de los recursos del sector salud del país.

El país no dispone de un Sistema de Protección y Asistencia Médica para Emergencias y Desastres que provea atención universal, inmediata y progresiva a la población en situación de grave contingencia de salud, se ha implementado un Servicio de Atención Médica de Urgencias, SAMU, operativo en algunos distritos de Lima, pero no se dispone de una Central de Referencias que coordine la atención resolutive en los servicios de emergencia de todos los prestadores de salud en la metrópoli. El gobierno ha convocado a un proceso de reforma del sector salud.

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 de magnitud 8 Mw? ¿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 inmediata post impacto?
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.

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

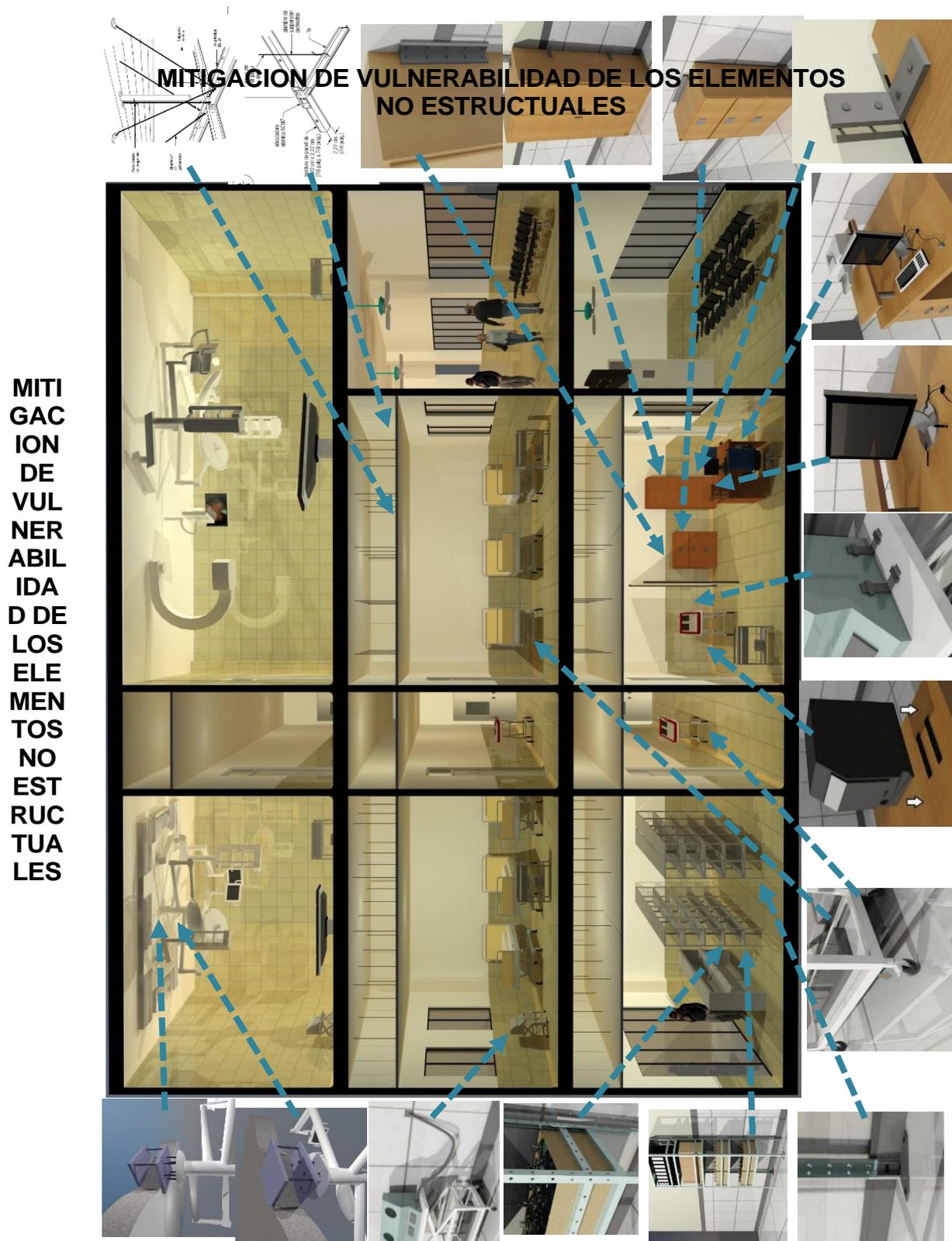
9.1. Componente Estructural

Del diagnóstico del comportamiento estructural frente a un sismo moderado y severo se observa lo siguiente:

- Existen bloques construidos en el siglo XIX y cuyo sistema estructural es en base a muros portantes de adobe, los cuales carecen de elementos de confinamiento horizontal y vertical y presentan un alto grado de vulnerabilidad. Al estar comprendidos en la Zona Monumental del hospital, y ser considerados como patrimonio histórico, deben ser sometidos a un proceso de restauración que comprenda el refuerzo estructural de sus muros.
- En los bloques A, B, C, H, I se presenta distorsiones de entrepiso que superan al límite de protección de contenido para un sismo severo (0.003) y moderado (0.0015). En los bloques E-1 y E-2 su distorsión es menor que el límite de protección de contenido.
- El esfuerzo de corte máximo durante un sismo severo obtenido para los bloques A, B, C, E-2, H e I, en ambas direcciones, supera el valor de la resistencia al corte de la albañilería estimado de acuerdo a la norma técnica E.070.
- Se observa que la resistencia al corte en el primer piso es mayor a la demanda para un sismo severo en los bloques A, E-1 y E-2. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando vanos de pórticos de concreto armado.
- En general se observa que las estructuras están rigidizadas por los muros de albañilería, los cuales sufrirían durante un sismo severo, por estar cerrando los vanos de los pórticos. Sin embargo, las estructuras poseen una baja resistencia al corte, por lo que se recomienda la rigidización mediante elementos de concreto armado, sean estas muros de corte o ensanchamiento de columnas de concreto armado, y la mejora de su ductilidad. La ubicación de estos elementos será en función de un re-análisis del modelo estructural donde se consideren este tipo de elementos adicionados al modelo original.

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 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, estas acciones están relacionadas con el componente no estructural.



En este ítem, se desarrollan las recomendaciones, para mitigar la vulnerabilidad no estructural:

- 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.

En los casos de existir rampas que sirvan de acceso a los diferentes pabellones, estos deben ser diseñados cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como: ancho y pendiente reglamentaria (6%), superficie o piso con material antideslizante, barandas construidas con materiales seguros; el uso del fierro en las barandas implica considerar elementos de soporte intermedios y un continuo mantenimiento.

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.

En este marco, 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 46. Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



Figura 47. Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos.

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 48. Archivadores deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación.



Figura 49. 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 50. Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o partes 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 51. 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 arriostamiento, para evitar la pérdida del equipo y posible daño a su entorno, por posibles caídas ante inventos sísmicos

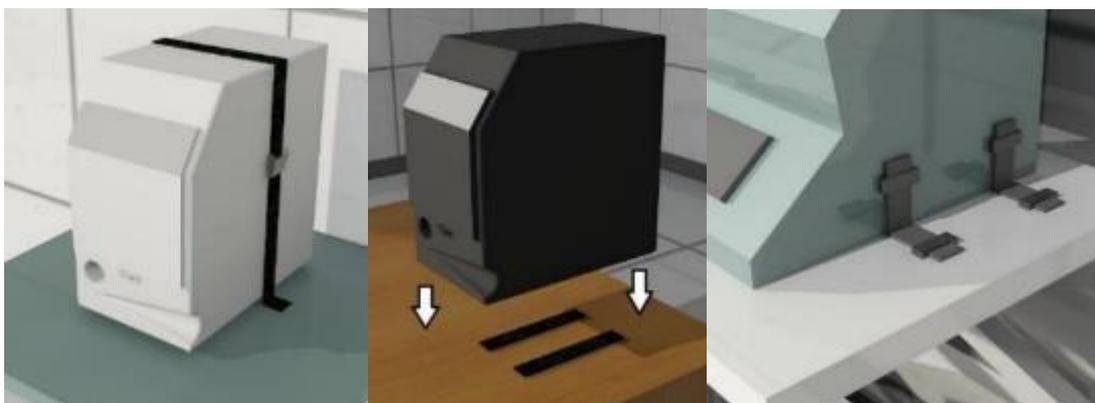


Figura 52. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.

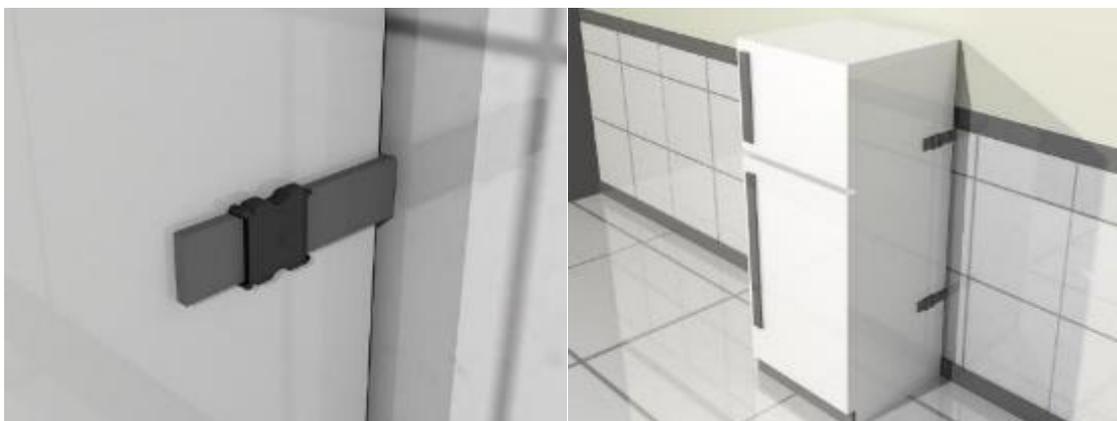


Figura 53. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

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 servicio siendo intervenlo 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.

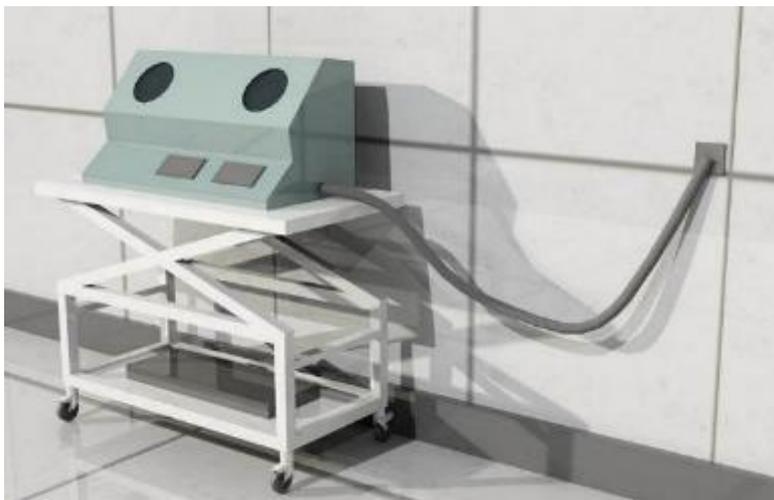


Figura 54. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados

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 55. 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 56. 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.

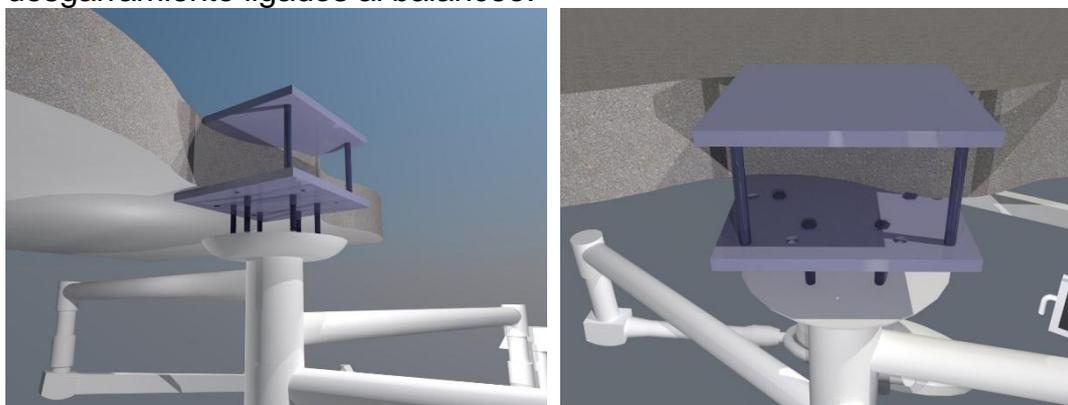


Figura 76. Aseguramiento de equipos fijados en techo, se debe verificar correcta sujeción a fin de evitar balanceo.

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.

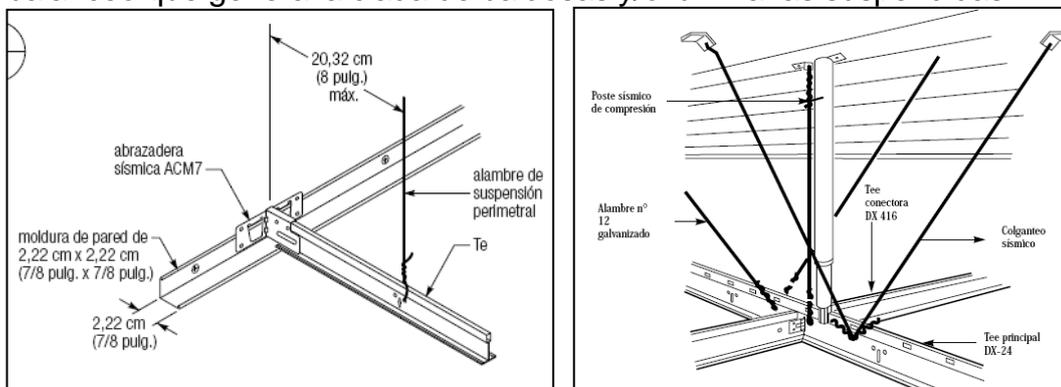


Figura 77. Sujeción de falso cielo raso con seguros adicionales que evitan balanceo de la estructura.

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 Nacional Cayetano Heredia, 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 y su descripción figura en la segunda columna (ítem).

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.	Existe un Comité Hospitalario de Desastres actualizado el 2012 con RD 0556, se reúne por convocatoria para situaciones de riesgo o simulacros	Mantener el CHDC activo, con presupuesto anual que permita mantener un 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.	Está integrado por 24 miembros: jefes de servicios, departamentos y gremios. No hay libro de actas pero sus informes están en la Dirección del Hospital	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros y ejecutar acuerdos escritos en un libro de actas
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica	Está precisada la función general del Comité más no las funciones específicas de sus miembros ni el procedimiento de desastre para sus servicios	Precisar y oficializar las funciones específicas de cada miembro del CHDC y verificar concuerden con el plan de desastre específico de su representada y se ejecuten los acuerdos
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).	Dispone de un ambiente específico ubicado en un tercer piso, con PC, teléfono conectado y radio	Mantener un local fijo para el COE con sistemas de comunicación seguros y redundantes
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	El local está ubicado en tercer piso de un edificio de construcción segura cercano al Servicio de Emergencia	Mantener el COE en área con comprobada seguridad física y funcional
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Cuenta con PC, internet por cable, no servicio inalámbrico, intranet no habilitado	Completar el equipamiento con Internet inalámbrico e intranet
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.	Dispone de sistema de perifoneo desde la Central Telefónica que cubre el área de Emergencia y el resto del hospital, hay perifoneo interno en Servicio de Emergencia	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.	Cuenta con teléfono celular y radio de alcance al interior del hospital, asignados a la jefatura de Emergencia. El jefe de guardia solo cuenta con celular asignado por el hospital.	Fortalecer el sistema de comunicación alterna del hospital del jefe de guardia con ambulancias y red hospitalaria.
93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	El COE dispone de mobiliario y equipo adecuado, líneas vitales y baño disponible	Mantener el mobiliario y facilidades del COE
94	El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible. Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria).	El directorio telefónico de contactos – personas e instituciones- para emergencias y desastres está actualizado	Mantener actualizado el directorio telefónico
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	Solo algunas Tarjetas de Acción se han entregado, el resto está en fase de implementación	Difundir y comprobar la aplicación de Tarjetas de Acción en todo el personal asistencial y administrativo.

de desastre interno y/o externo.		
----------------------------------	--	--

(*)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 incluye los momentos antes, durante y después. Está operativo en Emergencia, otras áreas críticas no disponen de procedimientos de desastre. Se reporta dificultades para la ejecución del presupuesto (PPR 068-MEF) para desastres	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Fortalecer 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.	Existe el procedimiento en el plan. El presupuesto para respuesta ha sido solicitado, y ofrecido para el 2013	Fortalecer la secuencia de activación y desactivación del Plan. 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.	La ley no permite contrato de personal, se usa sistema de retenes, existe norma para pagarles pero no se ejecuta	Regular las provisiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	"Existe presupuesto (PPR 068), pero no se cuenta de manera concreta con los recursos económicos"	Fortalecer los mecanismos de gestión del presupuesto específico para casos de desastre (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	Están señaladas las áreas de expansión pero las externas no están acordadas con el municipio. No se cuenta con camas adicionales ni presupuesto. Se acordó que los servicios envíen a Emergencia y áreas de expansión 44 camillas con enfermera y técnica.	Formalizar la gestión para el uso de áreas de expansión externa y dotar de presupuesto para extensión de líneas vitales y otras facilidades
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE.	Se aplica la Norma Técnica MINSA 042 sobre Atención en Servicios de Emergencia, hay triaje diurno (un equipo), han propuesto mejoras a la norma, no se cuenta con recursos adicionales	Disponer de grupos múltiples de triaje 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.).	No existe procedimiento para extender líneas vitales a áreas de expansión hospitalaria para los servicios críticos. La atención de prioridad 3 se hará en áreas externas (Parque Historia de la Medicina Peruana)	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para las zonas previstas 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.	En lo cotidiano no usan Historia Clínica central, utilizan Hoja Clínica de Emergencia y una "Tarjeta de Triage Estructurada" (ambas impresas), luego se adosan a la Historia Clínica central	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.	A pesar que se ha pedido no se han realizado inspecciones técnicas de seguridad (Defensa Civil). Se realizan inspecciones internas a cargo de Mantenimiento	Fortalecer las inspecciones internas de mantenimiento y seguridad y gestionar las inspecciones técnicas de seguridad de Defensa Civil

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	Existe un Comité de Infecciones Intrahospitalarias, con NT, con funcionamiento regular pero no un capítulo específico para desastres. Hay supervisión de su cumplimiento.	Elaborar procedimiento de vigilancia epidemiológica intrahospitalaria para casos de desastres o atención de víctimas en masa.
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.	No hay espacio techado para este fin. Se ha designado la zona de parqueo vehicular del personal, no techada, para ubicación temporal y traslado a la morgue del Ministerio Público	Determinar lugar y elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres.
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se aplica el procedimiento por Emergenciólogos pero no hay protocolo nacional. El personal está parcialmente capacitado	Formalizar la implementación de protocolos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento.
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Dispone de 3 ambulancias tipo III (Trauma), 2 tipo I y 2 camionetas operativas. Opera servicio oficial SAMU en varios distritos. Por la gran población se debería aumentar vehículos	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.	El Departamento de Nutrición dispone de raciones diarias extra para 200 personas por 15 días	Asignar mayor presupuesto a Nutrición para aumentar las 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>	Hay rol de retenes según departamentos; la asignación de tareas se hace en función de su especialidad de los convocados	Fortalecer la identificación de los especialistas con la función asignada y promover los 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>).	Hay dormitorios para personal de guardia, y existe espacio en edificio actualmente disponible para acoger refuerzos previa coordinación	Mantener espacio para personal adicional de emergencia y dotarlo con las facilidades pertinentes.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Hay contactos por escrito pero no documentos vinculantes. No se ha difundido un plan para desastres en la metrópoli	Articular el plan hospitalario con los planes 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	Hay un Libro de Ingresos de Emergencia. La Central Nacional de Referencia de Urgencias y Emergencias, CENARUE, coordina y registra las referencias. La Enfermera Jefe hace censo diario	Diseñar el procedimiento para usar un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y su difusión en la red.
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	La referencia está normada, la ejecuta la Central Nacional de Referencia de Urgencias y Emergencias, tiene oficina y operador en Emergencia	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>	Esta descrito en el plan y se menciona que lo hace el jefe a cargo del hospital o de Emergencia durante la crisis	Realizar simulacros de información al público y la prensa, y disponer 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 Emergencias es de 24 horas (turnos de 12). Se dispone de plan de contingencia para fin de semana largo y feriados, está basado en retenes	Elaboración de los planes de contingencia por alerta verde y asegurar pago de retenes.
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>	Existe plan de evacuación inmediata, las vías están rotuladas y se hacen simulacros; el personal está parcialmente entrenado en evacuación	Realizar simulacros de evacuación con participación obligatoria de jefaturas y personal, y asegurar recursos para su implementación
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción	Las rutas de evacuación y zonas de seguridad están rotuladas pero el acceso varía según áreas del hospital, es aceptable en Emergencia pero limitada en áreas antiguas	Verificar la seguridad y la permeabilidad de las rutas de evacuación, bajo responsabilidad de la autoridad del área.
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 dan R.M-PCM anuales periódicas para realización de simulacros, se hicieron dos simulacros en el 2013, tres en el 2012, todos con observadores de Defensa Civil y MINSA-OGDN, emiten un informe de resultados	Mantener práctica de simulacros con supervisión de DISA/OGDN- MINSA. 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 de Respuesta para E&D está diseñado para sismos, incendios y desórdenes civiles, el personal conoce el plan y tiene experiencia. No hay un procedimiento diferenciado para estos eventos	Elaborar plan de contingencia ante sismos
121	Crisis sociales y terrorismo.	Hay Plan de Contingencia para Fiestas Patrias, aplicable a situaciones de desorden civil, ha sido puesto en práctica	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
122	Inundaciones y huracanes.	No aplica	
123	Incendios y explosiones. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Están mencionados en el Plan de Respuesta, se dispone de una Tarjeta de acción para brigadistas de lucha contra incendios	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>	Dispone recursos para emergencias aisladas pero no para desastre	Gestionar recursos para atención en caso de desastre
125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Existen procedimientos para dengue con R.D. aprobada (influenza en aprobación), el personal está entrenado	Actualizar los planes de contingencia ante epidemia: Influenza, eventual dengue
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>	Se da en la asistencia en la práctica pero no hay un plan específico	Elaborar plan de contingencia de atención psicosocial en desastres
127	Control de infecciones intrahospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Hay Norma Técnica disponible, personal capacitado y recursos disponibles, con supervisión y control de resultados	Fortalecer el control de infecciones intrahospitalarias con énfasis en demanda masiva y desastres

(*)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>	Hay farmacia y almacén de medicamentos en el servicio de Emergencia, además de la Farmacia Central	Implementar reserva de medicamentos para desastres según pautas internacionales, gestionar adecuación de la norma
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>	Disponible para al menos 100 pacientes	Implementar reserva de material de curación y otros insumos para desastres
138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Se dispone de reserva de 40 kits para cirugía menor. Hay 2 quirófanos en Emergencia y 8 en Centro Quirúrgico	Implementar reserva de instrumental para emergencias y desastres.
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>	Se dispone de un tanque de oxígeno central grande, conectado a red empotrada y balones para reparto	Asegurar continuidad del aprovisionamiento de gases en situación de desastre, prever medidas redundantes
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>	UCI: 20 ventiladores, Emergencia: 6, Pediatría: 3, Neonatología: 11. No hay equipos de reserva para desastre	Mantener operativos los ventiladores volumétricos, disponer de reserva para desastre.
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>	UCI: 23 camas equipadas, Emergencia: 18 monitores, Shock-Trauma: 3 monitores, Pediatría UCI: 3 camas, Cirugía Cardiovascular: 8 camas No hay equipos de reserva para desastre	Mantener operativos los equipos electro-médicos y disponer de reserva para desastre
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Disponen de monitores, desfibriladores, ventiladores, imágenes. No hay equipos de reserva para desastre	Implementar equipos para soporte de vida y reservas para desastre.
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>	Hay experiencia de protección biológica. Disponen de recursos y procedimientos de protección para tuberculosis para uso cotidiano	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>	En el hospital se cuenta con 9 coches de paro cardíaco. No hay equipos de reserva para desastre	Mantener reserva de coches de paro cardiorrespiratorio y reserva para desastre.
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>	Se usan tarjetas de triage para uso externo en demanda masiva y desastre (START) y para uso interno cotidiano (Triage Estructurado)	Capacitar en el uso de tarjetas de Triage y mantener reserva en volumen para uso en desastre.



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

Observaciones:

El Hospital Dos de Mayo es un establecimiento prestigiado e histórico. Su carácter asistencial y docente (para varias universidades) 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”), sin embargo hay dificultades técnicas para su ejecución, la coordinación es insuficiente.

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 (RD 0461, 23 de setiembre 2013) y la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud. Atiende 3,291 pacientes adultos al mes.

- En el Plan Hospitalario de Desastres se menciona que habría gran destrucción de la vivienda aledaña al establecimiento (un 97% de viviendas precarias de los distritos Cercado de Lima y La Victoria tienen vulnerabilidad sísmica muy alta y alta) y se asume que el hospital sufriría daños severos en sus áreas de hospitalización y oficinas administrativas. La posibilidad de utilizar como área de expansión el parque público del frontis del establecimiento (Parque de la Historia de la Medicina) para instalar un hospital de campaña podría no ser viable por la probable ocupación compulsiva de los damnificados.

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

Por recientes disturbios en un mercado mayorista cercano llegaron a Emergencia, en horario de día, unas 40 víctimas que colmaron sus instalaciones. Estiman que el retorno del personal post desastre sería de 20% (apreciación subjetiva).

La Defensa Civil no ha hecho inspecciones técnicas de seguridad en el nosocomio y no se ha difundido un plan metropolitano para desastres. No se tiene una unidad orgánica dedicada a la gestión del riesgo de desastres.

Autoridades entrevistadas:

- Director General del Hospital, Presidente del Comité Hospitalario de Defensa Civil, COE: Dr. José Roca Mendoza.

- Jefe del Servicio de Emergencia, Coordinador alternativo del COE, y coordinador técnico del PPR 068: Dr. Henry Yupanqui Calderón (Especialista en Medicina de Emergencias y Desastres).
- Jefe de Mantenimiento y Servicios Generales: Ing. Jhonny Sánchez Taboada.

Coordinadoras de la OGDN-MINSA:

- Dra. María Teresa Chíncono
- 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 MINSA 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 2013

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

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 prehospitalarios 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, operativo y tiene local asignado. No dispone de personal dedicado especialista en gestión de riesgo de desastre, sus miembros no tienen Tarjetas de Acción con los procedimientos para desastre de su área. *Su vulnerabilidad es de nivel medio.* Se recomienda reclutar 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.

Está formalizado con Resolución Directoral, su planteamiento es sólido y abarca las necesidades de un hospital en crisis; su cumplimiento parece más ceñido a Emergencia que a otros servicios los cuales no cuentan con procedimientos de desastre ni de evacuación a pesar de su reconocida vulnerabilidad, las áreas de seguridad interna son insuficientes para sus



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 DOS DE MAYO, EL CERCADO DE LIMA



ocupantes, las Tarjetas de Acción no se han repartido a todos los operadores y no se tiene la convicción que conozcan esos procedimientos. *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.

Aunque sismo, incendios y desórdenes civiles están mencionados en el plan general de respuesta a desastres no están consignados en documentos específicos; 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 la implementación de planes de contingencia y de apoyo psicosocial para víctimas y operadores.

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre. La norma vigente no permite tener almacenes en los servicios lo que la hace contradictoria con las necesidades de Emergencia, se debe formalizar un consenso por el alto riesgo de emergencia masiva y desastres intempestivos. El Servicio de Emergencia se ha esforzado en mantener un pequeño stock para uso cotidiano y difícilmente suficiente para demanda masiva mayor y mucho menos un desastre (en feriado largo no hay personal administrativo), *Su vulnerabilidad es alta*. Se requiere ampliar la disponibilidad de material de curación, cirugía mayor y reserva de quirófanos para situación de desastre, asimismo debe crearse una reserva de equipos de soporte vital (ventiladores, equipos electromédicos, otros) y tener una reserva de material para protección biológica masiva en caso de epidemias; debe también mejorarse la ejecución del presupuesto (PPR 068: "Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres").

e. El Servicio de Emergencia muestra una organización eficiente, la funcionalidad de sus espacios internos es apropiada pero sus relaciones con las otras áreas críticas son complicadas o disfuncionales 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, sus espacios se coparon con reciente demanda masiva de 40 heridos, cifras mayores los desbordarían. 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 acondicionar mecanismos y espacios para ampliación de la atención de desastres y emergencias con demanda masiva.

f. Otros servicios críticos del hospital. Muestran gran ocupación, son muy 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.

A pesar del avance logrado se observa una alta vulnerabilidad 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.

En cuanto este nosocomio, debe tenerse en consideración tres reflexiones:

- La antigüedad y calificación del hospital como patrimonio cultural de la nación limita la intervención en zonas con vulnerabilidad identificada,
- El crecimiento constructivo interno no planificado ha redundado en tugurización, hacinamiento y sobreocupación de espacios,
- La presencia exagerada de instituciones educativas y comerciales dan una imagen desordenada e incrementan la ocupación y la vulnerabilidad,

Como muchos de los establecimientos de salud del sector público este hospital ha tenido limitaciones económicas por varias décadas, recientemente ha recibido buen aporte de equipamiento pero la intervención física y funcional no se aplicó oportunamente conforme se recomendó en el estudio practicado en 1997 (Estudios de vulnerabilidad sísmica de hospitales. OPS/OMS. Lima, 1997). *Esto hace que su vulnerabilidad funcional para desastres sea de nivel alto.*

En el ámbito regional y nacional, no se dispone de un Sistema de Protección y Asistencia Médica para Emergencias y Desastres con Centrales de Referencias en las grandes ciudades, que coordinen la atención de contingencias de salud en las calles y las distribuyan coherentemente a los servicios de emergencias de los establecimientos de salud según niveles y disponibilidad tecnológica de todas las instituciones prestadoras, asegurando una atención inmediata, universal y progresiva a la población afectada, y contribuyendo a crear una conciencia ciudadana de protección del riesgo. *Esta es una vulnerabilidad alta incompletamente subsanada.*

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

9.5.1 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.- Colocar dispositivos en la cisterna N° 2 para permitir el abastecimiento exterior en casos de emergencia.

9.5.2 Instalaciones Eléctricas

	SISTEMA ELECTRICO	CONCLUSIONES
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Se debe continuar con 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 de capacidad menor no igual a 280 KVA
	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.	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.	requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

9.5.2 Instalaciones Mecánicas

N°	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (DIESEL):	CONCLUSIONES
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	realizar mantenimiento de válvulas, mangueras

9.5.3 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.	realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías que atraviesan juntas de dilatación
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas..	realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías de tuberías, uniones y válvulas por antigüedad del hospital

9.5.4 Instalaciones Especiales

8	SISTEMA DEGASES MEDICINALES O2	CONCLUSIONES
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	asegurar con banda de sujeción balones de O2
	Ubicación apropiada de los recintos.	reubicar dicha central
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	Protección falta bandas de sujeción, para evitar caídas, explosiones Recomendación: instalar bandas de sujeción en ubicaciones de balones de O2 que faltan
	Seguridad apropiada de los recintos.	: reubicar tanques criogénicos en lo posible..

9.5.5 Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

N°	1.2 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	CONCLUSIONES
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	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.

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

Existen bloques construidos en el siglo XIX y cuyo sistema estructural es en base a muros portantes de adobe, los cuales carecen de elementos de confinamiento horizontal y vertical y presentan un alto grado de vulnerabilidad. Al estar comprendidos en la Zona Monumental del hospital, y ser considerados como patrimonio histórico, deben ser sometidos a un proceso de restauración que comprenda el refuerzo estructural de sus muros.

En vista que gran parte de las edificaciones contienen muros de albañilería que rigidizan a la estructura, se recomienda que estos sean reemplazados en por placas de concreto armado de manera simétrica en lo posible para evitar que la estructura sea vulnerable en la componente de torsión.

La ubicación de estos elementos será en función de un re-análisis del modelo estructural donde se consideren este tipo de elementos adicionados al modelo original.

En el caso de que no se pueda colocar las placas de concreto armado, se recomienda incrementar la sección de las columnas mediante un sistema de encamisetado. En el caso de las vigas de concreto armado se recomienda utilizar fibras de carbono para mejorar la ductilidad de estos elementos, puesto que es una edificación antigua.

Por otro lado, tomando en cuenta la operación continua de los servicios del hospital, se plantea como alternativa el uso de dispositivos de control de la respuesta, como es el caso de la base aisladora, debido a que las estructuras son de pocos niveles, además de la rigidización de la estructura, en menor proporción que la anteriormente descrita.

En ambos casos, se necesita un análisis en detalle de costo beneficio para establecer la viabilidad del reforzamiento de las estructuras. Se debe efectuar un análisis de costos de reforzamiento tanto para la zona monumental como para la zona no monumental. Hay que tomar en cuenta que varios edificios de la zona monumental, constituyen patrimonio histórico, por lo que su posible reforzamiento implica un trabajo de restauración de alta especialización. Se estima un costo aproximado entre US\$ 500,000.00 y US\$ 1 000,000.00 por cada uno de los bloques a reforzar, lo que haría un total de US\$ 3 000,000.00 como mínimo para el proceso de reforzamiento.

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 Scaletti Farina – 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 (7CUEE) /March 2010.
- [15]. Post Quake Microzoning 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 (7CUEE) /March 2010.



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 DOS DE MAYO, EL CERCAO DE LIMA



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-3. Punto 01



Figura AI-4. Punto 02



Figura AI-5. Punto 03



Figura AI-6. Punto 04



Figura AI-7. Punto 05



Figura AI-8. Punto 06.1



Figura AI-9. Punto 06.2



Figura AI-10. Punto 06.3



ANEXO II: REGISTRO DE MEDICIONES – VIBRACIÓN AMBIENTAL

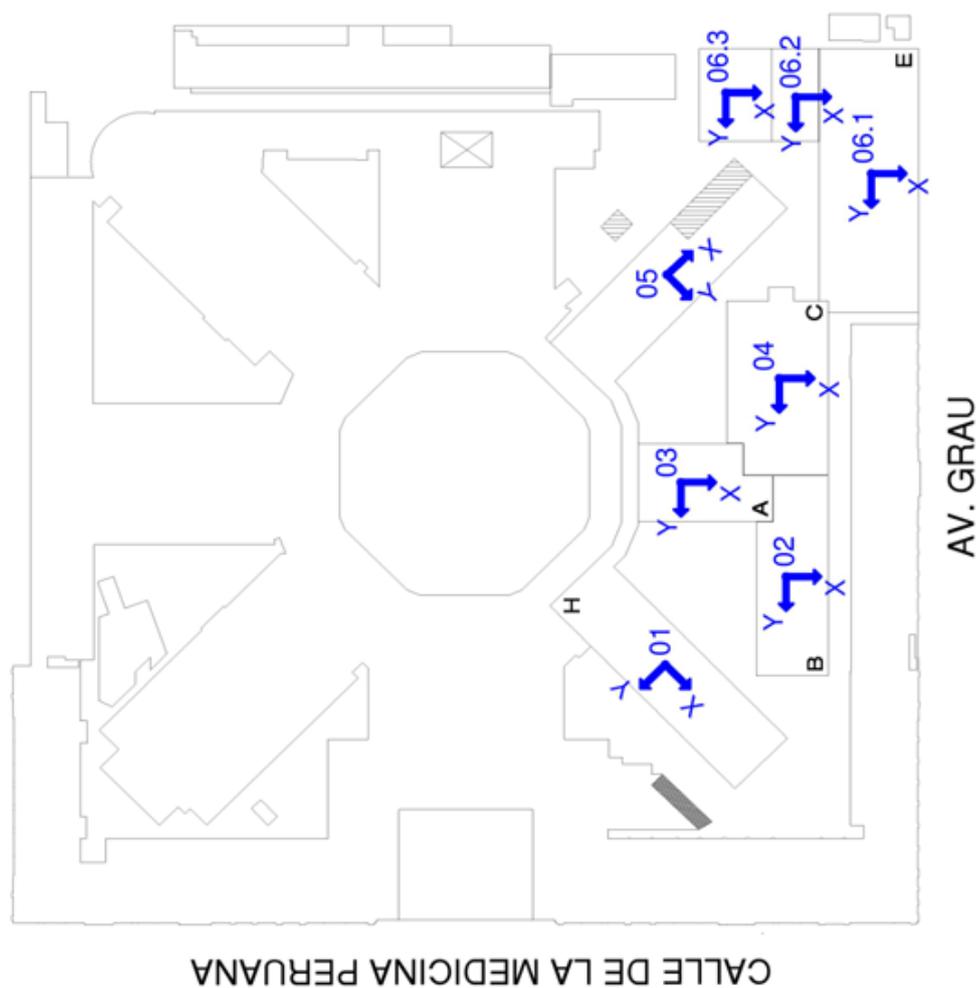


Figura AII-1. Ubicación de mediciones de microtremores.

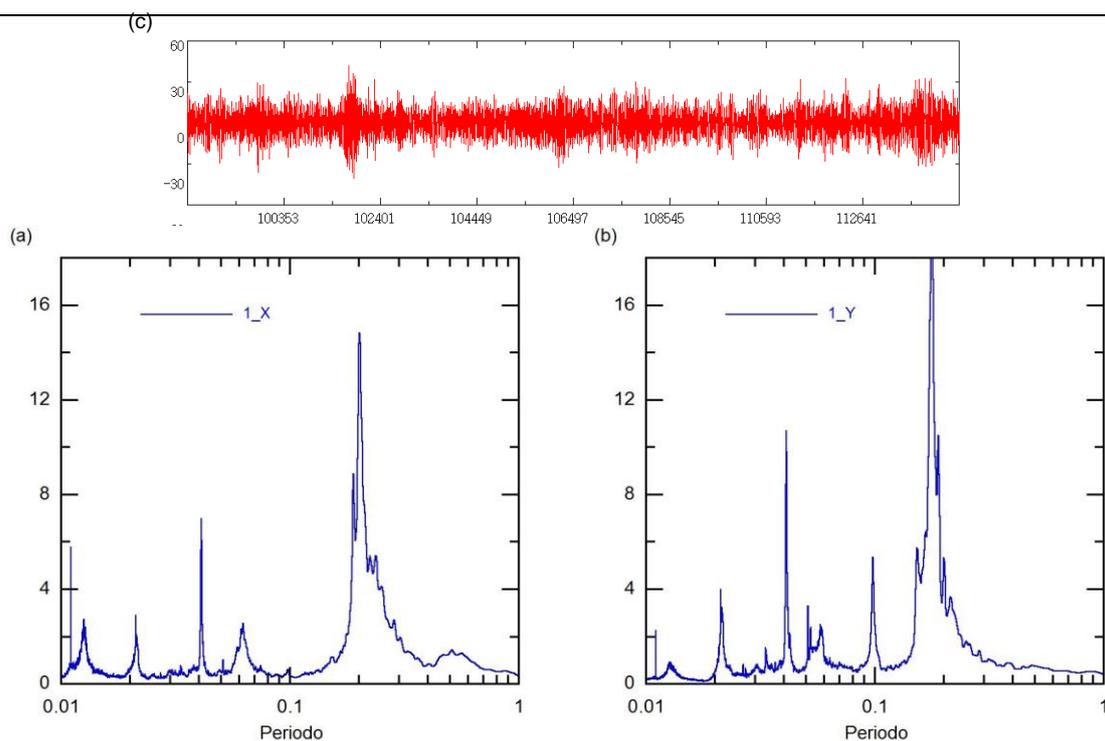


Figura AII-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

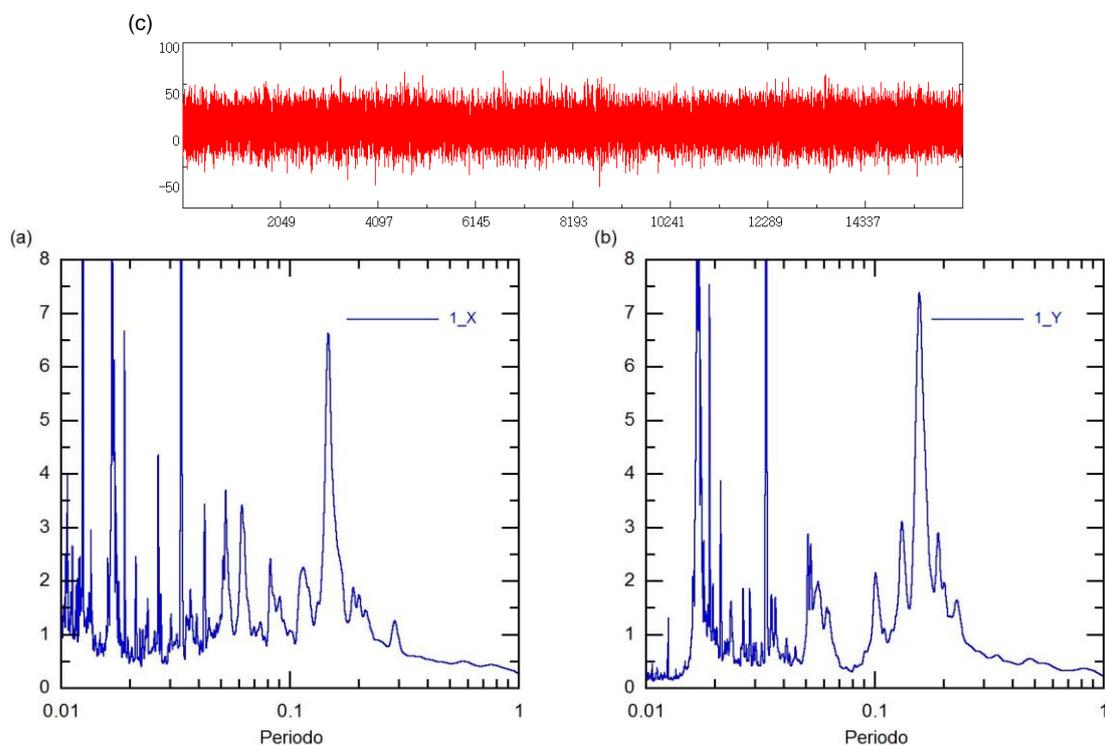


Figura AII-3. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

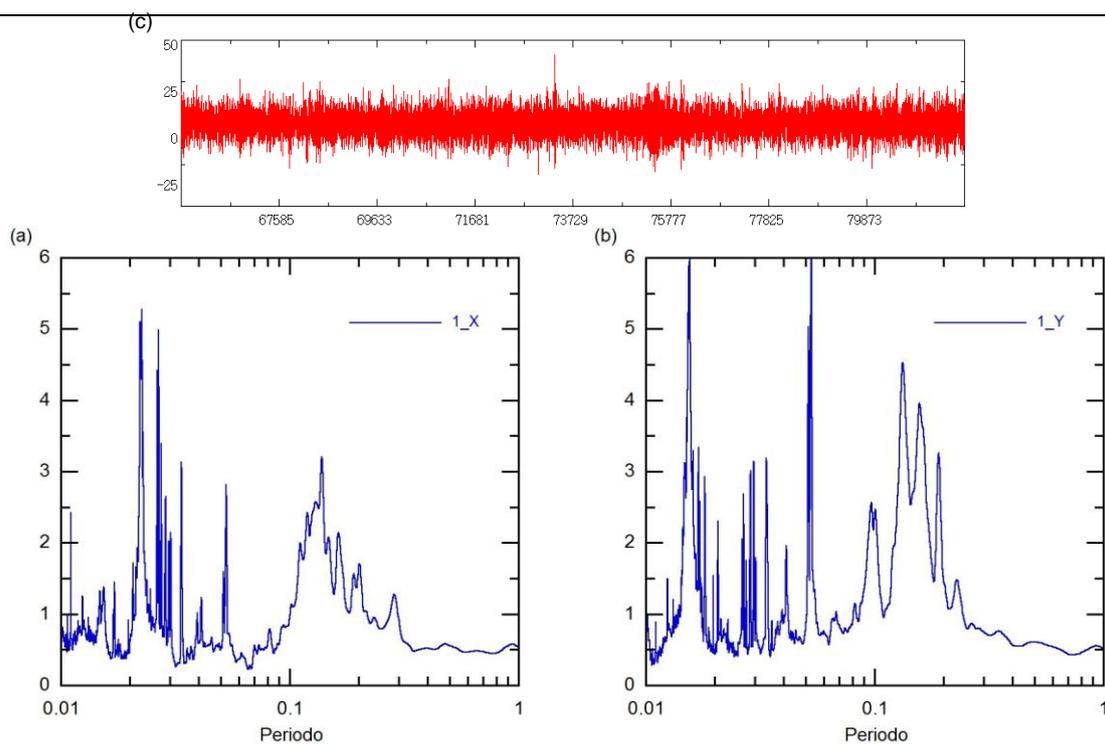


Figura AII-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

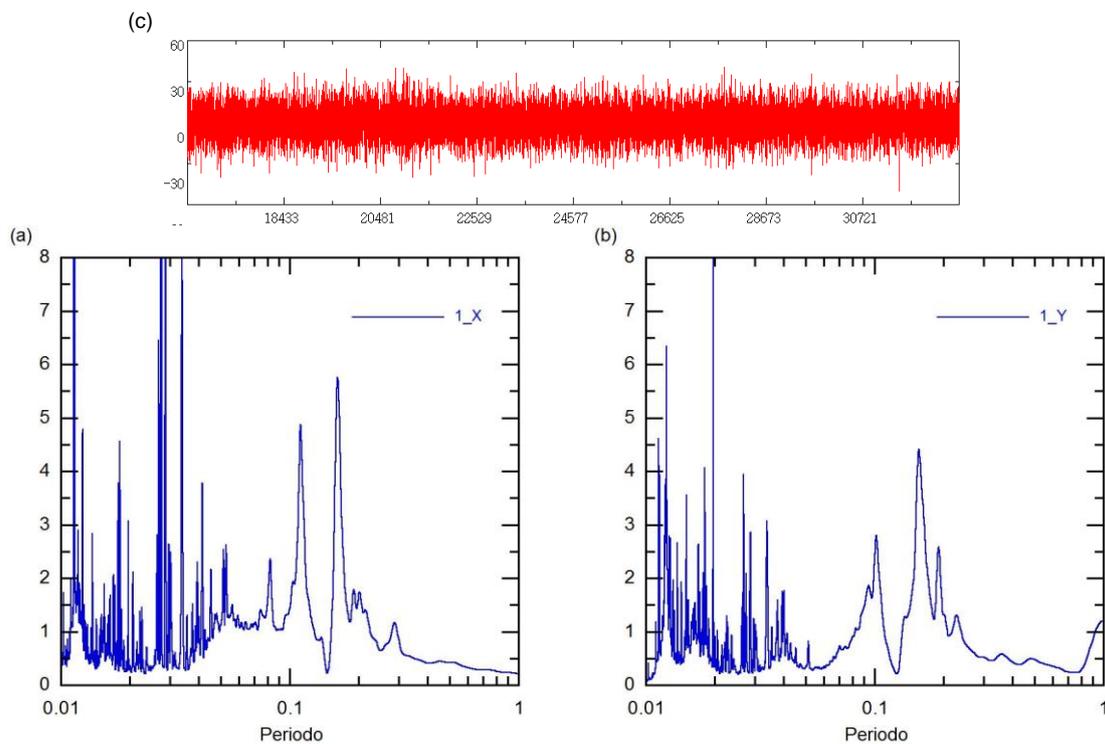


Figura AII-5. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.

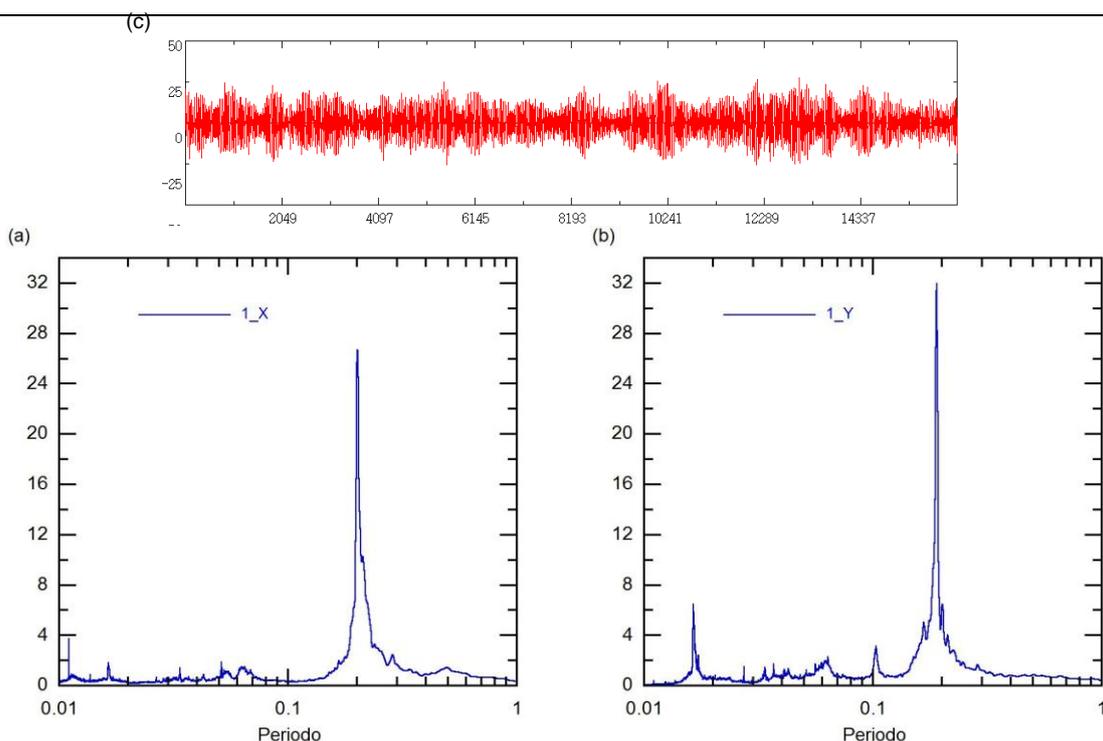


Figura AII-6. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 05.

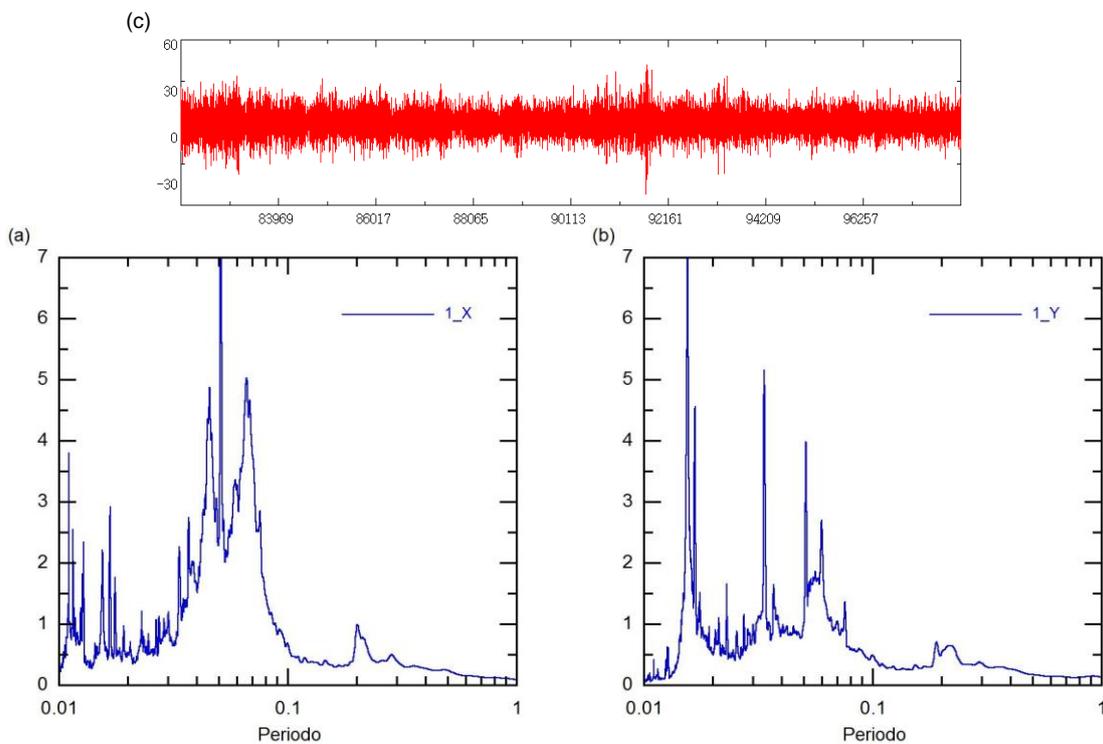


Figura AII-7. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.1.

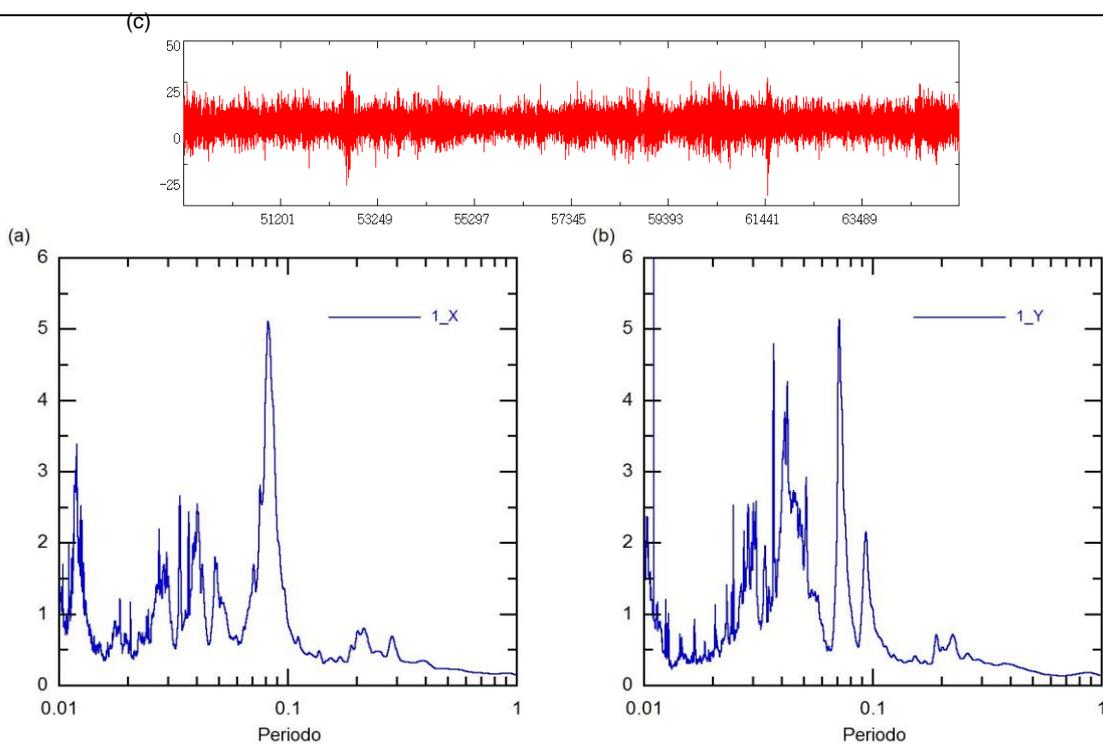


Figura AII-8. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.2.

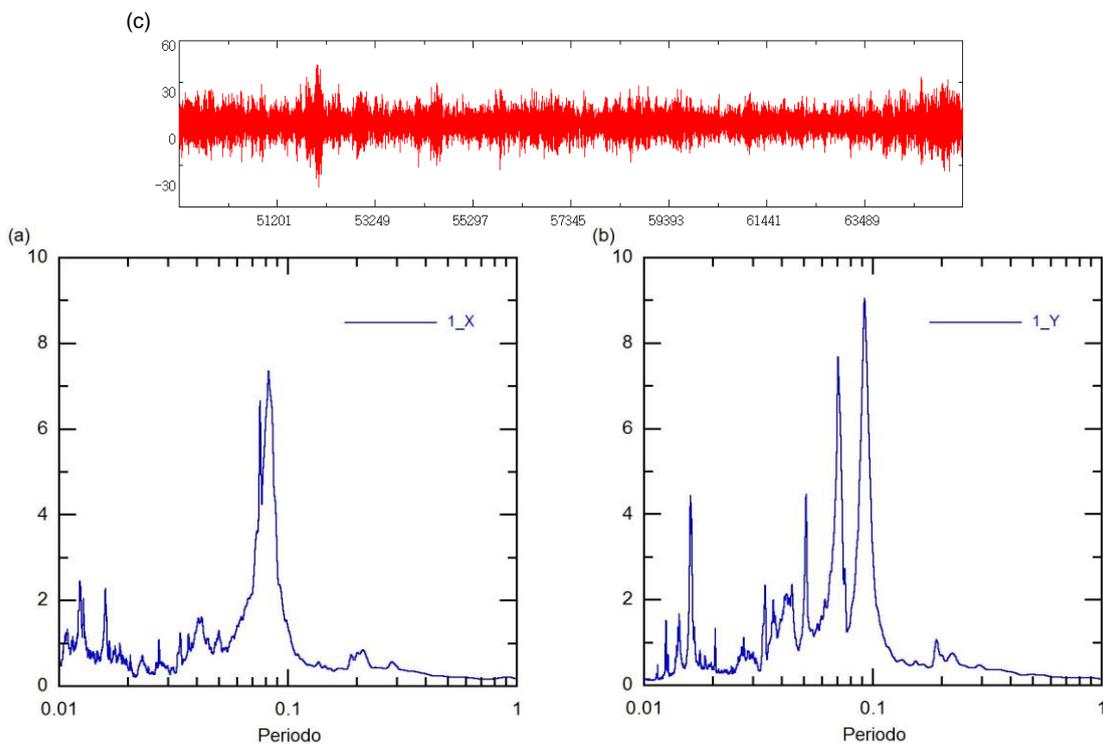


Figura AII-9. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.3.



ANEXO III: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS