

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL DE HUAYCÁN

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Ing. Víctor Rojas Yupanqui (Evaluación estructural)
2. Arq. Clotilde Espinoza / Arq. Enrique García Martínez / Arq. Josué Villanueva Alejo (Evaluación no estructural)
3. Dr. Raúl Morales Soto / Arq. José Sato Onuma (Evaluación funcional)
4. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico Eléctrico)
5. Ing. Roger Salazar (Evaluación líneas vitales - Sanitario)

ENERO - 2014



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



RESUMEN EJECUTIVO

El hospital de Huaycán es un establecimiento de salud que ha ido desarrollándose funcionalmente en base a la demanda poblacional. Inició como un centro de salud para finalmente convertirse en un hospital categoría II-1.

Al momento de la inspección, el hospital contaba con un plan de emergencias que básicamente establecía una respuesta reactiva a un evento sísmico. El hospital debe organizarse para atender la población demandante en una eventual situación de desastre.

En relación a la organización hospitalaria para situaciones de emergencia se ha encontrado que:

- El comité hospitalario no está formalizado ni dispone de un local permanente, reuniéndose según la demanda.
- El plan operativo para desastres falta completarlo y difundirlo. El plan presenta limitaciones para la evacuación y tiene zonas de expansión para desastre que requieren implementación.
- No hay planes de contingencia para atención médica de desastres. Específicos.

Por lo tanto, la vulnerabilidad funcional del Hospital de Huaycán es alta. Se recomienda:

- Programar reuniones e implementar un plan de gestión del riesgo de desastres.
- Completar el plan operativo y difundirlo e incrementar el número de profesionales, preparación permanente en base a tarjetas de acción.
- Implementación planes de contingencia para atención médica de desastres.

El Servicio de Emergencia es reducido en tamaño por lo que resultaría insuficiente para afrontar una situación de desastre. No cuenta con una Unidad de Cuidados Intensivos y sólo tiene una sala de operaciones. Debido que el hospital debe estar preparado para la atención a la población de la Comunidad de Huaycán de aproximadamente 200 mil habitantes y debido a su reducida



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



capacidad de respuesta, su vulnerabilidad funcional es alta. Se recomienda planificar la prestación de servicios en un eventual escenario presentado en este estudio.

En este estudio se presentan recomendaciones para reducir la vulnerabilidad de las líneas vitales así como los elementos arquitectónicos, mobiliario y equipamiento que en la eventualidad de un sismo severo, si no están sujetos o fijos pueden correr el riesgo de perder su funcionamiento.

En relación al refuerzo de las estructuras para soportar un sismo severo, se debe intervenir estructuralmente las instalaciones que requieren reforzamiento como una medida que debe adoptarse en el corto plazo. Las edificaciones que requieren intervención son aquellas que albergan los servicios de Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre. También, se hace necesario intervenir la edificación que alberga el Centro de Excelencia TB.

El costo aproximado de la intervención estructural estimada es del orden del 20% del costo de las construcciones nuevas. Por lo antes mencionado, se considera como un valor factible para los tomadores de decisiones.



PERÚ

Ministerio de Salud

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



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
CONTENIDO	3
1. ANTECEDENTES	7
2. OBJETIVO	7
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL	7
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL DE HUAYCÁN	13
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad	13
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	13
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	17
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad	24
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad	29
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital	33
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental	33
4.2.2. Equipos e Instrumentación	34
4.2.3. Resultados de las Mediciones	34
4.2.4. Conclusiones	37
4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital	37
4.3.1. Generalidades	37
4.3.2. Objetivo del Estudio	37
4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad	38
4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación	38
4.3.5. Ensayos de Laboratorio	40
4.3.6. Perfil Estratigráfico	40
4.3.7. Análisis de la Cimentación	42
4.3.8. Agresividad del Suelo a la Cimentación	46
4.3.9. Conclusiones	47
4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	48
4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero	48
4.4.2. Resistencia del Acero de Refuerzo	48
4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	48
4.4.4. Resistencia del Concreto	49
4.4.5. Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	50



4.4.6. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	50
5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL.....	50
5.1. Modelos Matemáticos	50
5.2. Demandas de Carga	54
5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	54
5.4. Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido	55
5.5. Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud	57
6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES	59
6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	59
6.2. Elementos no estructurales vulnerables	59
6.3. Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales	70
7. LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA.....	73
7.1. (Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo	73
7.1.1. Instalaciones Sanitarias.....	73
7.1.2. Instalaciones Eléctricas	74
7.1.3. Instalaciones Mecánicas	74
7.1.4. Instalaciones Electromecánicas	75
7.1.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación.....	75
7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales.....	75
7.2.1. Instalaciones Sanitarias.....	75
7.2.2. Instalaciones Eléctricas	76
7.2.3. Instalaciones Mecánicas	77
7.2.4. Instalaciones Electromecánicas	78
7.2.5. Instalaciones Especiales	78
7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación.....	78
8. VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL.....	78
8.1. Contexto del problema	78



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



8.2. Análisis Situacional del Hospital	81
8.3. Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013	83
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	85
9.1. Componente Estructural	85
9.2. Componente No estructural	85
9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas	86
9.2.2. Influencia del entorno	87
9.2.3. Equipamiento no médico	88
9.2.4. Equipamiento médico.....	91
9.2.5. Equipo de radiología – Tratamiento de imágenes	92
9.2.6. Sala de operaciones.....	92
9.2.7. Emergencia	92
9.2.8. Equipamiento de laboratorio de análisis clínico.....	92
9.2.9. Esterilización	93
9.2.10. Equipos conectados	93
9.2.11. Equipos Rodantes	93
9.2.12. Equipos Fijos.....	94
9.2.13. Elementos Suspendidos.....	95
9.3. Componente Funcional	96
9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria	96
9.3.2. Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	101
9.3.3. Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo.....	102
9.3.4. Comentario Final	103
9.4. Componente de Líneas Vitales	106
9.4.1. Instalaciones Sanitarias.....	106
9.4.2. Instalaciones Eléctricas	106
9.4.3. Instalaciones Mecánicas.....	107
9.4.4. Instalaciones Electromecánicas	107
9.4.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación.....	108
10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	109



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS	111
Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital	112
ANEXO I: Panel fotográfico	112
ANEXO II: Registro de mediciones	114
Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	118
ANEXO I: Registro fotográfico	118
ANEXO II: Plantillas de resultados de ensayo de resistencia del concreto	121
ANEXO III: Esquemas de ubicación de puntos de extracción de muestras de concreto	124
ANEXO IV: Plantilla de resultados de ensayo de tracción en barras de acero	127
Auscultación de la Cimentación del Hospital - ANEXO	129
Copia del Cuaderno de Control	



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 DE HUAYCÁN

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 de Huaycán.

2. OBJETIVO

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

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL

3.1. Nombre del establecimiento: Hospital de Huaycán

3.2. Dirección: Avenida José Carlos Mariátegui – Distrito de Ate, Lima

3.3. Teléfonos: (511) 371-6797

3.4. Página web y dirección electrónica: hhuaycan@hotmail.com

3.5. Número total de camas: 38

3.6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales:

73% (al primer semestre de 2013)



3.7. Descripción de la institución:

El Hospital de Huaycán se encuentra ubicado en la denominada Comunidad Urbana Autogestionaria Huaycán, en el distrito de Ate. En la misma Comunidad se encuentran ubicados los centros de salud Señor de los Milagros, Fraternidad y Horacio Zevallos, de la micro red Ate I, en el ámbito de la Dirección de Salud IV Lima Este.

Es un hospital de categoría II-1 que cuenta con los servicios de Emergencia, Consulta Externa (21 especialidades) y Hospitalización (especialidades de medicina, cirugía, pediatría y gineco-obstetricia) así como con los servicios intermedios de Laboratorio, Radiología y ecografía, Banco de Sangre tipo I y Farmacia.

Actualmente se encuentra en proceso de adecuación como unidad ejecutora por Resolución Ministerial N° 587-2013/MINSA del 19 de setiembre de 2013 que crea la Unidad Ejecutora 140, Hospital de Huaycán, en el pliego 011 del Ministerio de Salud. Esto tiene por finalidad fortalecer la capacidad resolutive del Hospital de Huaycán para la administración de los recursos de acuerdo a su categoría, lo cual permitirá optimizar su capacidad resolutive asistencial de acuerdo a su categoría II-1, para brindar servicios de salud a una población referencial de 174,849 habitantes.

Historia

El establecimiento nació como Puesto de Salud del Ministerio de Salud y abrió sus puertas en septiembre de 1984, prestando atención limitada en un local construido con esteras, como puesto dependiente del actual Hospital Hipólito Unanue. En septiembre de 1986 se convierte Centro de Salud, pero sin el adecuado material médico y equipamiento. En 1987 el Centro de Salud duplica su horario de atención a 12 horas. Constituye en 1991 un Comité de Salud Local con la participación de la secretaria de Salud y Bienestar de la Comunidad. En 1992 se decidió ampliar la infraestructura hasta convertirlo en un **Hospital Materno Infantil**, inaugurado en 1994. En 2002 se realiza la construcción de las nuevas Oficinas Administrativas. En el 2003 el Hospital de Huaycán fue elevado a la categoría de Hospital de Baja Complejidad I.

El 2007 se culminó el acondicionamiento de los ambientes para la atención de Emergencia y Observación. En marzo del 2010 se realizó el mejoramiento del almacén especializado de medicamentos y en el mes de agosto del 2010 se da inicio a la construcción del Centro de Excelencia para la atención de personas afectadas de tuberculosis.

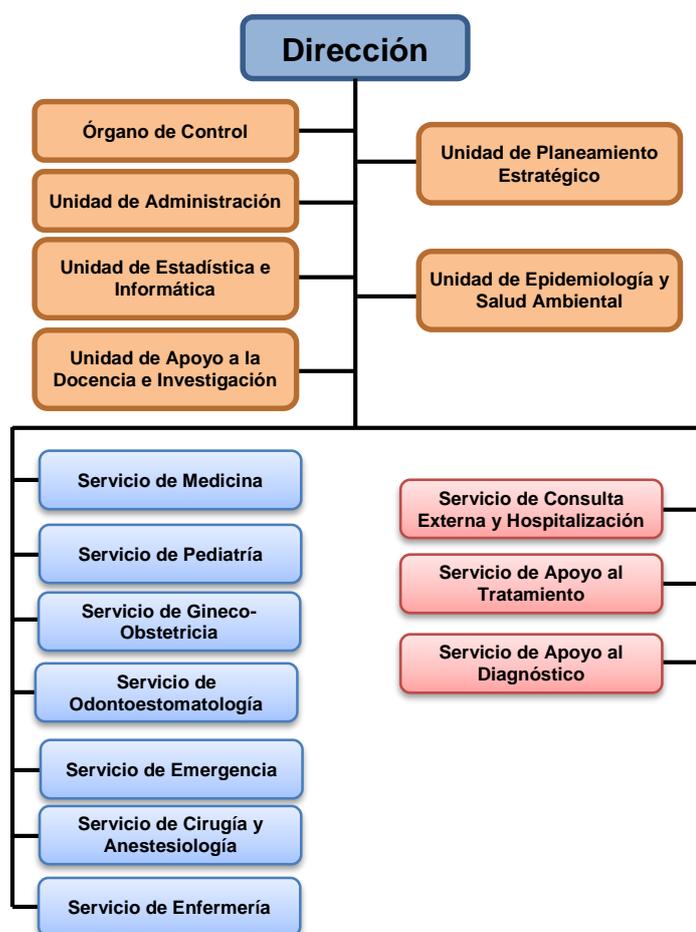


Figura 1. Organigrama del Hospital de Huaycán
Fuente: Análisis de Situación de Salud 2013 – Hospital de Huaycán
Dirección de Salud IV Lima Este. 2013

Recursos Humanos

En la actualidad cuentan con 272 trabajadores, 194 asistenciales y 78 administrativos. Se ha producido un incremento sustantivo de administrativos desde hace unos dos meses debido a que está en proceso de convertirse en unidad ejecutora.

3.8. Terreno y distribución Física:

El hospital se desarrolla sobre un área de terreno de 12,716 m². El terreno es propio y cuenta con saneamiento legal. Ubicado en una zona central de la localidad de Huaycán, en la confluencia de dos quebradas, por lo cual lo ubica en un lugar de peligro por huaycos.

El Hospital de Huaycán consta básicamente de 7 bloques de edificaciones, construidos entre 1984 y la actualidad. Su primer bloque, en la esquina Oeste, es un módulo de un piso, que data de 1985 de albañilería de ladrillo confinada, ubicado al lado derecho del ingreso principal, con diseño de puesto de salud y

usado en la actualidad como Consulta Externa, al cual se han adosado construcciones de uso administrativo (Caja, Triage) y comedor de trabajadores.

Frente al ingreso principal, subiendo por gradas, se accede bloque central construido en 1994, construido con pórticos de concreto armado y muros de ladrillo, el cual ha sufrido varias remodelaciones. Allí se ubican las áreas de hospitalización de pediatría, medicina general, gineco-obstetrica y aislado; asimismo, los servicios de ginecología-obstetricia, Sala de Operaciones, Esterilización y Emergencia, ésta última con ingreso independiente por el lado Sur y remodelada hace 5 años. Sobre este edificio hay algunas construcciones de material ligero pertenecientes al área de Servicios Generales.

Un tercer bloque del año 2002 corresponde a Oficinas Administrativas, ubicadas al lado derecho el ingreso de Emergencia (lado Sur), con pórticos de concreto armado en dos pisos. El ambiente de grupo electrógeno se ubica en el primer piso.

En el extremo norte se ubica un edificio de dos pisos (c. 2005) de consultorios externos, en cuyo primer piso se ha acondicionado ambientes de hospitalización de Cirugía. Entre éste y el bloque central se ubica un bloque de dos pisos y dos secciones unidas con un puente, en donde encontramos el Centro de Excelencia TB por un lado, y Laboratorio, Radiología y Banco de Sangre por el lado Norte. Al lado Este existe un edificio que ubica a la oficina de Logística y almacenes.

El bloque más reciente en el lado Este (2012) es de material ligero. Ubica los consultorios de Nutrición y Psicología, oficina de Personal, ropería y una explanada con techo de estructura metálica y calamina y piso de losa de concreto.



Figura 2. Imagen satelital del Hospital de Huaycán

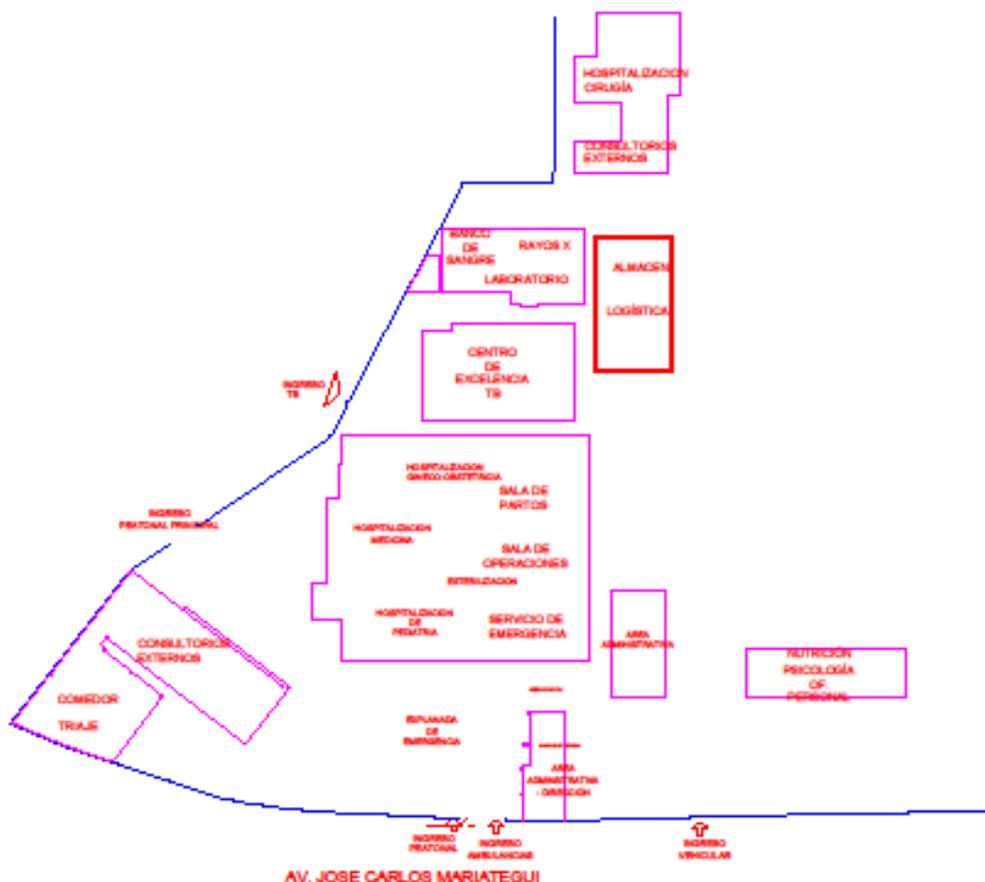


Figura 3. Esquema del Hospital de Huaycán

3.9 Capacidad hospitalaria:

El Hospital II-1 de Huaycán cuenta con 8 camas en el servicio de Pediatría, 18 camas en el servicio de Gineco-obstetricia, 7 en el servicio de Cirugía, 4 camas en el servicio de Medicina y un ambiente con una cama para paciente aislado; haciendo un total de 38 camas.

a. Medicina Interna

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Pediatría	8	0	3 cunas, 3 medianas, 2
Gineco-obstetricia	18	0	
Cirugía	07	0	En dos ambientes prestados de Consultorios
Medicina General	04	0	
Aislado	01	0	

Adicionalmente cuenta con 4 camas desarmadas en almacén, dos nuevas y dos usadas. Logística informa que recibieron 40 camas nuevas que están almacenadas en el Hospital de Chosica hasta que se disponga su uso.

Los espacios actuales no pueden recibir un mayor número de camas.

b. Emergencia y Cuidados Intensivos

No cuentan con UCI por su nivel resolutivo de hospital categoría II-1

Ambiente	Nº Camas y Camillas	Capacidad adicional	Observaciones
Servicio de Emergencia	4	0	Incluye una cuna
TOTAL:	4	0	

FUENTE: Análisis de la Situación de Salud Hospital de Huaycán (ASIS 2013).

c. Centro Quirúrgico / Salas de Operaciones

Tipo de Sala	Nº Sala	Capacidad adicional	Observaciones
SOP Cirugía	1	0	Hasta mediana complejidad
SOP Gineco-Obstetrica	1	0	Sala de partos
TOTAL:	2	0	

FUENTE: Análisis de la Situación de Salud Hospital de Huaycán (ASIS 2013).

3.10. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa:

Ambiente	Área m ²	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
Explanada de Emergencia	100	Triage		X	X		X		Estacionamiento de ambulancias
Explanada de Admisión	40	No definido en plan		X	X			X	
Nutrición	30	No definido		X	X		X		
Explanada de Nutrición	130	No definido		X	X			X	Espera techada
Campo deportivo	800	No definido en plan. Posible hospital de campaña		X		X		X	Área plana con césped sin mantenimiento. No se tiene hospital de campaña.

3.11 Datos adicionales: indicadores de Importancia

- Área de influencia: distritos Ate-Vitarte (94%) y Santa Anita (1%).
- Número de Hospitalizaciones 2011: 2879 Ate-Vitarte 98% y Santa Anita 2%.
- Atenciones por Emergencia 2011: 21756, 99% procedentes de Ate – Vitarte.
- Horario de atención; 12 horas en servicios ambulatorios, 24 horas en el Servicio de Emergencia y en hospitalización.
- Atiende un promedio de 1300 partos anualmente.
- Hay presencia de *Aedes aegypti* (vector de Fiebre Amarilla y Dengue).
- Índice de Pobreza de 39,3% de la Población, del cual el 13,7% corresponde a Pobreza Extrema.
- Índice de Desarrollo Humano de 0,669; estando en el puesto 49 de un total de 1822 distritos evaluados.
- 15,81% de la Población se abastece de agua a través de camiones cisterna.
- El 33.8% de la población del distrito de Ate cuenta con un seguro de salud de los cuales el 5,5% cuentan con Seguro Integral de Salud y el 21,2% con ESSALUD.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL DE HUAYCÁN

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

A continuación se describen los hallazgos encontrados como resultado del trabajo de campo screening realizado en el hospital de Huaycán.

En términos generales, las edificaciones del hospital no han presentado daños en sus elementos estructurales. Tampoco hubo referencia de alguna afectación resultado de los eventos sísmicos pasados. Cabe señalar que el último evento sísmico de mayor intensidad que afectó la ciudad de Lima fue en el año 1974. Esto significa que el Hospital de Huaycán no ha sido probado sísmicamente por algún evento de magnitud considerable.

Se identificó cambios de uso de los servicios lo que ha implicado en algunos casos la realización de obras de remodelación menores. Estas

labores no han afectado la configuración sismo resistente de las edificaciones.

El edificio que alberga la Emergencia se mantiene exteriormente bien conservado con pisos y paredes enchapadas. Esto genera una buena conservación de las estructuras frente a posible deterioro por meteorización y exposición al ambiente.

No es el mismo caso de las edificaciones de los otros servicios. Sin embargo, los acabados que presentan estas construcciones están dentro de los estándares nacionales.



Foto 1. Detalle del Edificio del Servicio de Emergencia

No se ha ubicado presencia de grietas en los elementos estructurales. Tampoco ha habido daños en los mismos por eventos sísmicos pasado. Esta información ha sido corroborada por el jefe de Servicios Generales. No hay posibilidad de apreciar la calidad del concreto y acero de construcción.

Existe una significativa interacción entre los elementos estructurales y no estructurales de los edificios. Esta característica es muy clara en los edificios que albergan los servicios de Rayos X y Laboratorios. Así también al edificio que principalmente alberga los Servicios TBC.



Foto 2. Laboratorio: Interacción entre pórticos y tabiques

No hay posibilidad de martilleo por su proximidad entre los edificios del hospital que puedan ser generados por un movimiento sísmico. Estructuralmente este efecto no es posible entre las edificaciones estudiadas. Sin embargo, cabe notar que funcionalmente algunos pasajes son estrechos. Por otro lado, lo que sí es de importancia es la presencia de un puente de pase entre dos edificios del hospital. Esto puede generar algún problema de martilleo entre los dos edificios con efectos desfavorables al puente.



Foto 3. Puente existente en Centro de Excelencia TB

En relación a las irregularidades en planta y elevación, se puede decir que no se presentan en los edificios del hospital. Además de ser construcciones de poca altura, en el caso de los edificios de dos pisos, la estructuración de los mismos no repercute en efectos adversos por esta causa.

Si hay que mencionar la posibilidad del desarrollo de columnas cortas. Especialmente en el edificio que alberga la Emergencia.

Por otro lado, existe una relación columna débil-viga fuerte en los pórticos de concreto armado del edificio que alberga el servicio de Emergencia. Esta situación adversa se verificará con la auscultación del reforzamiento de los elementos de concreto armado correspondiente.



Foto 4. Detalle de las edificaciones de dos pisos del hospital



Foto 5. Emergencia: detalle de posibles columnas cortas



Foto 6. Emergencias: Detalle columna débil-viga fuerte

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 "Categorías de Establecimientos del Sector Salud", aprobado con Resolución Ministerial N° 914-2010/MINSA, las UPS y las UPSS están compuestas como sigue:

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.

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

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 y suministros

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.

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.

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.

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.



Foto 7. Techos ligeros que deben estar sujetos adecuadamente a fin evitar caídas o desprendimientos



Foto 8. Condición y seguridad de techos y cubiertas

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.



- **Foto 9.** Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos

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.



Foto 10. Condición y seguridad de ventanales

- 8- Fijación de luminarias, pueden desprenderse por mal anclaje al techo, y por el peso que otorgan al falso cielo raso.
- 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.
- 10 La circulación externa es amplia pero difícil de recorrer por los desniveles del terreno. Varios corredores de circulación interna se reducen al ser empleados como zonas de espera. En Hospitalización, los corredores se obstaculizan por la presencia de mobiliario y gabinetes. Esta situación se hace también evidente en el servicio de emergencia.



Foto 11. Áreas de circulación interna pasadizos

En relación a las medidas de seguridad del hospital, el sistema contra incendios no se encuentra operativo. Este sistema está siendo suplido por extinguidores. Los pisos en muchos lugares se encuentran en mal estado aunque es están reemplazando en algunas zonas. La vía auxiliar para el acceso vehicular se encuentra obstruida por la venta ambulatoria. Se ha identificado la existencia de señales de seguridad que no corresponden a la ruta de evacuación.

El equipamiento médico en general adolece de un mantenimiento periódico. No tiene lámpara cialítica. Solo se hace uso de una lámpara rodable. El equipo de Radiología si se presentan asegurados a piso y techo de manera apropiada. Los equipos de laboratorio se encuentran, en términos generales, en regulares condiciones. El equipamiento médico en el servicio de emergencia requiere de un mayor nivel de sujeción.

4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad

El trabajo de campo para identificar los elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad consistió en visitas a la localidad de Huaycán, entrevistar a funcionarios clave del hospital y el recorrido por los diferentes ambientes y espacios de su infraestructura.

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

El Hospital de Huaycán, se ubica en el distrito de Ate, sobre un terreno de 12,716 m². Tiene a cargo el cuidado de la salud fundamentalmente de los habitantes de la Comunidad Urbana Autogestionaria Huaycán. Inicialmente fue un Centro de Salud I-4 y ahora es un hospital de nivel II-1. Actualmente cuenta con 38 camas y desde septiembre del 2013 es la más reciente unidad ejecutora del MINSA. Anteriormente dependía administrativa y financieramente de la DISA Lima Este.

Su población referencial es 174,849 personas. El 95% de pacientes para atención y el 98% de hospitalizados proceden del distrito de Ate.

Por ser una comunidad organizada, que se instala en 1984 como “invasión” promocionada por la Municipalidad de Lima, y la presencia de grupos radicales, se producen frecuentes manifestaciones de reivindicación social. Parte de la población es migrante de áreas rurales por efectos de terrorismo (1980-2000) o sequías. Las condiciones socioeconómicas en la zona generan delincuencia, pandillaje, alcoholismo, eventos que terminan en violencia y producen inseguridad pública.

De acuerdo a los indicadores de pobreza del Distrito de Ate según Censo 2007 del INEI, se observa que la incidencia de pobreza es de un 23.9%, de los cuales 1.4% pertenece a pobreza extrema. Según NBI el 31.4% de la población cuenta con al menos una necesidad insatisfecha, el 22.9 % cuenta con una NBI, el 8.5% cuenta con 2 o más NBI, seguido del 6.8 % que cuenta con 2 NBI. El 12.2% de hogares tiene algún miembro con discapacidad. El

33.8 % cuenta con un seguro de salud, de los cuales el 5.5% cuentan con Seguro Integral de Salud y el 21,2% con Essalud. (ASIS, 2013).

En la jurisdicción del hospital de Huaycán, la cobertura de agua a través de la red pública es de 84% y el resto se abastece mediante camiones cisterna, con vigilancia de calidad de agua. El servicio de alcantarillado no cubre al 20%. En relación a las condiciones básicas de Viviendas se observa que el 19.6 % de la población habitan vivienda con hacinamientos, el 11.4% habitan en viviendas con características inadecuadas, el 6.4% habitan en viviendas sin desagüe de ningún tipo, seguido del 4.8 que habitan en hogares con niños que no asisten a la escuela y el 1.9 habitan en hogares con alta dependencia económica.

La excesiva densidad vehicular que hay en la capital ocasiona polución ambiental y existe congestión vehicular en las vías de acceso al hospital, tales como la Carretera Central y la Av. José Carlos Mariátegui promovido por el movimiento comercial formal e informal en la zona.

Las condiciones socioeconómicas en la zona generan delincuencia, pandillaje, alcoholismo, eventos sociales que terminan en violencia, todo lo cual produce inseguridad pública y riesgo al personal y propiedad de la institución.

Aún existe en la parte baja de Huaycán un canal de regadío que no cuenta con agua corriente todo el año, por lo que se convierte en un riesgo potencial para la multiplicación del *Anopheles*, existiendo riesgo para la transmisión de malaria. Este canal favorece el regadío de áreas de cultivo de Santa Clara y de las áreas verdes de esas zonas, pero en Huaycán ya no se presentan áreas de cultivo.

Existen también mercados y áreas comerciales, que generan focos potenciales de contaminación, acumulación de basura, desarrollo de moscas y roedores y de peligro antrópico por venta de combustibles e incendios urbanos.

B. RELACIONES FUNCIONALES DE LAS ÁREAS CRÍTICAS DEL ESTABLECIMIENTO

El Hospital de Huaycán tiene tres ingresos. El principal, con frente a una plazuela y vía de poco tránsito; el de Emergencia, por la Av. José Carlos Mariátegui, vía amplia de tráfico regular; el de servicio, también por la Av. Mariátegui, que da acceso a zona de estacionamiento interno y áreas libres del hospital.



Foto 12. Ingreso al hospital



Foto 13. Plazuela y losa deportiva frente al ingreso del hospital



Foto 14. Av. José Carlos Mariátegui



Foto 15. Ingreso de Emergencia

El ingreso principal da acceso al área de admisión y consultorios externos y el ingreso al edificio central, que contiene hospitalización, centro gineco-obstétrico, sala de operaciones.



Foto 16. Hospitalización de
Pediatría



Foto 17. Hospitalización de
Medicina

El ingreso de Emergencia accede a una explanada en donde se estacionan ambulancias y también accede a la Dirección en segundo nivel. Bajando por una rampa de fuerte pendiente por el lado derecho o por escalera se accede al Servicio de Emergencia.



Foto 18. Explanada de ambulancias
y Dirección en segundo nivel



Foto 19. Vista desde el segundo
nivel de la Dirección

El Servicio de Emergencia es un solo ambiente en forma de “L”, en donde primero encontramos un tópicico con dos camillas, luego un ambiente de atención con una mesa de procedimientos y a continuación una sala de observación con dos camas y una cuna.

**Foto 20.** Tópico de Emergencia**Foto 21.** Ambientes de atención y observación

A través de una puerta doble frente al ingreso de Emergencia se accede a la Sala de Operaciones, Esterilización y Recuperación postoperatoria. Por su nivel II-1 no cuenta con una Unidad de cuidados intensivos

**Foto 22.** Sala de Operaciones**Foto 23.** Quirófano**Foto 24.** Esterilización**Foto 25.** Recuperación postoperatoria

En un bloque separado se ubican los servicios de Banco de Sangre (Tipo I), Laboratorio y Radiología.



Foto 26. Laboratorio y Rayos X



Foto 27. Ambiente de Banco de Sangre

4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad

Sistema mecánico eléctrico

Acerca del tanque de almacenamiento de combustible, debe considerarse un tanque de mayor tamaño para un buen aprovisionamiento para los grupos electrógenos.

Las instalaciones eléctricas requieren tomar atención en cuanto a su aislamiento, tendido de líneas e instalación de llaves de corte adecuadas. El ambiente de sala de grupo electrógeno es un ambiente protegido pero con asinamiento en cuanto a materiales en desuso y alejados entre sí.

Otro de los problemas a considerar más grave es la existencia de antenas de radio anclada en las azoteas del hospital con más de 3 años de no recibir mantenimiento.

Instalaciones Mecánicas

La central de gases medicinales debe cubrir los servicios de: Centro Quirúrgico, Unidad de Cuidados Intensivos, Emergencia, Centro Obstétrico, y Hospitalización. Considerando el N° de camas: 37, según normas del Instituto Mexicano de Seguridad Social, se recomienda en el acápite 14.5.3, que para la central de gases medicinales se

considere una central de oxígeno con balones de transferencia automática y un manifold de reserva de emergencia en base a dos bancadas de cilindros con capacidad de consumo de un día, con lo cual se garantizaría el aprovisionamiento de 72 horas mínimo.



Foto 28. Antena requieren mantenimiento y limpieza a su alrededor



Foto 29. Cambio de llaves de corte no adecuadas y asegurar instalaciones

Sistema sanitario

El hospital tiene como fuente de abastecimiento las redes públicas de agua potable pertenecientes a la empresa prestadora del servicio de agua de la ciudad de Lima- SEDAPAL, se abastece mediante dos

conexiones domiciliarias de 1", la línea de acometida es PVC de 4" y 2" que se encuentra en buen estado.

El almacenamiento de agua está conformado por dos cisternas. La Cisterna N°1 es una estructura de concreto enterrada que se ubica en el ingreso al hospital, se abastece directamente de la conexión domiciliaria, su capacidad es de 30 m³. Esta cisterna cuenta con un sistema de control de nivel mediante válvula con boya en estado operativo que controla el nivel máximo de agua en la cisterna. Sus válvulas y conexiones se encuentran operando adecuadamente. Tiene dos electrobombas para impulsión de agua dura al tanque neumático, de las cuales una de ellas está fuera de uso por desperfectos. No se cuenta con bombas de reserva.



Foto 30. Detalles de la Cisterna N°1

La Cisterna N°2 es una estructura de concreto que se ha construido apoyada sobre el piso, se abastece desde la conexión domiciliaria e la calle lateral, su capacidad es de 25 m³. Esta cisterna cuenta con un sistema de control de nivel mediante válvula con boya en estado operativo que controla el nivel máximo en la cisterna, Sus válvulas y conexiones se encuentran operando adecuadamente. Hay dos electrobombas (una de ellas inoperativa) para impulsión de agua dura a un tanque hidroneumático. La línea de impulsión y accesorios se encuentra funcionando adecuadamente. Dan servicio a los pabellones de laboratorio y banco de sangre.

Existen cuatro redes: redes de distribución de agua fría, agua caliente, sistema de desinfección y alimentación de emergencia.

Red de distribución de Agua Fría.- Desde los tanques hidroneumáticos salen tuberías de alimentación hacia los diferentes pabellones que conforman el hospital, con tuberías de PVC.



Foto 31. Detalles de la Cisterna N°2

Redes de distribución de Agua Caliente.- El hospital no cuenta con sistema integral de agua caliente, para atender sus necesidades algunos sectores como emergencia y sala de partos cuentan con calentadores eléctricos tipo doméstico.

Desinfección.- No se cuenta con un sistema de desinfección propio para garantizar la calidad bacteriológica del agua de suministro cuando la red no presente cloro residual.

Alimentación de Emergencia.- Existe un acceso vehicular directo desde el ingreso hasta la zona donde se encuentra la cisterna, de esta manera en caso de corte de agua la cisterna N°1 se pueda abastecer desde el exterior mediante camiones cisterna.

No existe un sistema de agua contra incendio. Se cuenta con extintores para el combate de este tipo de siniestros.

Debido a la antigüedad del hospital, las tuberías de desagüe se han ido deteriorando, lo que ha obligado al hospital a efectuar continuas reparaciones y cambios de material (PVC). El sistema está conformado por cajas de registro y buzones, la descarga se efectúa por gravedad hacia la red de alcantarillado de SEDAPAL. El sistema se encuentra operativo.

Las redes externas de agua y desagüe son de PVC.

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 A1-1, 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). 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 04 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura All-1 muestra la ubicación y orientación de los sensores en las edificaciones donde se realizaron las mediciones, para ello se siguieron las direcciones longitudinal y transversal de las edificaciones definiendo en forma paralelas a éstas las direcciones X e Y. Las figuras All-2 al All-5 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 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 1. Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (seg)		Descripción
	Dirección X	Dirección Y	
01	0.06-0.10	0.06-0.09	Hospitalización-Cirugía
02	0.06-0.09	0.07	Emergencia
03	0.07	0.07	Emergencia
04	0.07	0.08	Ginecología

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 0.09 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 2 pisos.

4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

4.3.1. Generalidades

El Hospital de Huaycán está conformado por edificaciones de 1 y 2 pisos y sus estructuras están cimentadas mediante cimientos corridos.

Este hospital se ubica en la Av. José Mariátegui del centro poblado de Huaycán, del distrito de Ate, Provincia y Departamento de Lima. El acceso a la zona en estudio es a través de la Carretera Central.

4.3.2. Objetivo del Estudio

El presente estudio de auscultación de cimentaciones tiene como objeto investigar el subsuelo donde se ha cimentado el Hospital de Huaycán y verificar la capacidad de carga de los cimientos de sus estructuras. Con tal motivo se realizaron trabajos de auscultación geotécnica por medio de excavación de calicatas, extracción de muestras alteradas de los estratos, las que han permitido describir el tipo de suelo predominante, las características físicas y mecánicas, y el valor de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones. Asimismo se verificó las dimensiones de las cimentaciones ejecutadas, y si éstas corresponden a las especificadas en los planos. El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente:

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

4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad

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

Geomorfológicamente, la zona de estudio se ubica sobre un antiguo depósito de huaycos.

Sismicidad

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

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

4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 03 y 06 de Octubre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 05 calicatas en las zonas indicadas y distribuidas convenientemente.

Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se ha cimentado las edificaciones del Hospital de Huaycán, 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 2 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, Ubicación de Auscultaciones.

Tabla 2. Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

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

Auscultación de las Cimentaciones

Con la finalidad de verificar las dimensiones y profundidad de la cimentación de las edificaciones existentes en el Hospital de Huaycán se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1, Ubicación de auscultaciones). La auscultación de los cimientos se hizo en forma manual, tal como se observa en el Panel Fotográfico. En la Tabla 3 se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla 3. Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertos	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Profundidad de Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.60	0.55	0.55
C-2	Corrida	0.60	0.70	0.70
C-3	Corrida	0.60	0.55	0.55
C-4	Corrida	0.60	1.00	1.00
C-5	Corrida	0.60	0.45	0.45

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 corte directo 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 la Tabla 4, donde se muestra un resumen de la cantidad de ensayos realizados.

Tabla 4. Resumen de la Cantidad de Ensayos Realizados.

sondaje	Muestra	Prof.(m.)	A.G	L.L.	L.P.	W	C.D.	A.Q.
C-1	M-1	0.40-3.00	1	1	1	1	-	-
C-2	M-1	030-2.00	1	1	1	1	-	-
C-3	M-1	0.70-3.00	1	1	1	1	-	1
C-4	M-1	0.10-3.00	1	1	1	1	1	-
C-6	M-1	0.50-1.40	1	1	1	1	-	-
TOTAL			TOTAL	5	5	5	5	1

A.G. : Análisis granulométrico por tamizado.

L.L. : Límite líquido

L.P. : Límite plástico

W % : Contenido de Humedad

C.D. : Corte Directo

A.Q. : Análisis químico

4.3.6. 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.

Losa de concreto de 010 m.

La capa superficial está conformada por limo arenoso con grava subangulosas y boleas (GM), color beige, seco, de compactación suelta. La profundidad promedio de esta capa es de 0.40 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentran gravas mal gradada angulosa a subangulosas con matriz de arena media a gruesa con limo (GP-

GM), con intercalaciones de estratos de arena, color beige marrón, baja humedad, compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos de tamaño máximo de 40” a 45”. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m. investigados.

CALICATA C-2

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por limo arenoso (ML), color marrón, húmedo, de consistencia blanda. Con presencia de raicillas. La profundidad promedio de esta capa es de 0.30 metros.

Subyaciendo a esta capa arenosa se encuentran gravas angulosas a subangulosas con matriz arena media a gruesa con limo (GP-GM), color beige grisáceo, húmeda, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques de tamaño máximo de 35”, angulosos a subangulosos, que impiden profundizar la excavación. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-3.

La capa superficial está conformada por arena media a gruesa con limo con intercalaciones de grava (SM), con restos de raicillas, color beige, seco, de consistencia suelta, con presencia de gravas aisladas. La profundidad promedio de esta capa es de 0.50 metros.

Subyaciendo a esta capa, se encuentra una arena gruesa mal gradada con limo y gravas subangulosas (SP-SM), color marrón claro a beige, húmeda, de compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos.. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-4.

La capa superficial está conformada por suelo de cultivo, de arena gruesa con limo, color beige, húmeda, de compacidad suelta, con resto de ladrillo y raicillas. La profundidad a la que llega este estrato es de 0.50 metros.

Subyaciendo a esta capa, se encuentra una arena gruesa con limo y gravas subangulosas (SM), color marrón claro a beige, húmeda, de

compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 m explorados.

CALICATA C-5.

La capa superficial está conformada por relleno de arena limosa (SM), con restos de plástico y ladrillo, color beige, seco, de compacidad suelta, con presencia de raicillas aisladas. La profundidad promedio de esta capa es de 0.70 metros.

Subyaciendo a esta capa de relleno se encuentran gravas angulosas con matriz de arena gruesa con limo (GM), color beige, húmedo, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos aislados. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 metros explorados.

4.3.7. 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 (Df) 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. Df=0.55 m, se encuentra sobre arena limosa con grava (GP-GM).

En la zona de la calicata C-2. Df=0.70 m., se encuentra sobre arena mal gradada con limos y gravas angulosas a subangulosas (SP-SM).

En la zona de la calicata C-3. Df=0.55 m, se encuentra sobre grava arcillo limosa con arena subangulosa (GC-GM).

En la zona de la calicata C-4. Df=1.00 m, se encuentra sobre arena limosa con gravas subangulosas (SM).

En la zona de la calicata C-5. Df=0.45 m, se encuentra sobre grava subangulosa con matriz de arena limosa (GM).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 0.45m y 1.00m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio $D_f = 0.80\text{m}$.

Por otro lado se verificó que éstas se encuentran cimentadas sobre el suelo natural, no observándose la existencia de falsas zapatas, sino sólo cimientos corridos.

▪ Capacidad de Carga

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno 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).

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

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

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

Donde:

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

Factores de capacidad de carga

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

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

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

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

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

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

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

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5. Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

Estructura	Suelo de fundación	D _f (m)	γ (g/cm ³)	C (kg/cm ²)	φ (°)	q _u kg/cm ²	q _{ad} kg/cm ²
Cimiento Corrido.	Arena limosa con grava	0.8	2.16	0.00	35	8.87	2.96

* Nota: Se calcula por falla general

- Cálculo de Asentamientos

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

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

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

Donde:

S _i	=	Asentamiento en cm.
Relación de Poisson	=	0,3.
I _f	=	Factor de forma (cm/m).
E _s	=	Módulo de elasticidad (ton/m ²).
q	=	Presión de trabajo (ton/m ²).
B	=	Ancho de la cimentación.

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

Tabla 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	Arena limosa con grava	0.80	500	2.96	0.80

Donde:

D_f : Profundidad de cimentación.

Q_{ad} : Capacidad admisible del suelo.

S_i : Asentamiento probable.

▪ **Parámetros de Sismo**

Según la información de la exploración geotécnica generada en el presente estudio se concluye que el suelo de cimentación está conformado por un estrato de suelo gravoso con arenas limosas, de compacidad media. En consecuencia, las características dinámicas de este material corresponden a un suelo medio, 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 S2, es decir un suelo compacto, con un período predominante de $T_S = 0.6$ s y un factor de suelo $S = 1.2$.

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 7. Parámetros de Diseño Sismorresistente

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO	
Zona 3 Z	0.40
Factor de uso U	1.50
Tipo de Suelo S	1.20
Coef. Sísmico C	2.50
Período Predominante T_p	0.60 s

4.3.8. 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 8. La fuente de esta información corresponde a las recomendaciones del ACI (Comité 319-83) en el caso de los sulfatos presentes en el suelo y a la experiencia en los otros casos.

Se ha ejecutado 01 ensayo de contenido de elementos químicos en la muestra obtenida de la Calicata C-3, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 8. En esta muestra los valores están por debajo de los límites máximos estipulados como agresivos para estructuras de concreto armado.

Tabla 8. Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación

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

Tabla 9. Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t	so	cl	ph	
C-3 M-1	0.50m a 2.00m.	1246	1123	78	-	Muy leve

Se tiene que la presencia de sulfatos solubles en agua es de 1123 ppm, mayor que 1000 ppm, el cual presentara moderado ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 78 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionaran problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 1246 ppm menor que 15000 ppm no ocasionaran problemas de pérdida de resistencia mecánica por los problemas de lixiviación.

4.3.9. Conclusiones

- Se han ejecutado 05 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-5, con profundidades de 2.00 m. Debido a la presencia de bloques de gran tamaño no fue posible continuar con la excavación. 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 subangulosas con arenas limosas (GP-GM) y arena gruesa con gravas (SP-SM), de color beige a grisáceo, ligeramente húmeda, de compacidad media densa, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos de T.M. de 35" alcanzando un espesor mayor a la profundidad auscultada de 2.0 m.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 0.45 m, a 1.00 m. En todos los casos, la cimentación se encuentra sobre el terreno natural.
- Del análisis de cimentación se determinó la capacidad de carga admisible de 2.96 Kg/cm² para los cimientos corridos de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sismorresistente de las estructuras, el Hospital de Huaycán se encuentra localizado en la Zona 3, correspondiéndole un factor de zona Z= 0.4, según la Norma de Diseño Sismorresistente E-030.
- De las exploraciones realizadas, el perfil de suelo clasifica como un suelos tipo S2 de la Norma E-030, con un valor de Tp = 0.6 y un factor de suelo S= 1.2.

- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran pequeñas concentraciones de sales solubles totales y cloruros, así como moderadas concentraciones de sulfatos, los cuales pueden ocasionar un ataque moderado al concreto de la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicaran al área estudiada, no será aplicada en otros sectores y para otros fines.

4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero

Se han extraído muestras de acero de refuerzo de elementos estructurales de los edificios considerados críticos. Se localizó los ejes del acero usando el equipo de detección de acero PROFOMETER y luego se realizó el picado del concreto de recubrimiento para descubrir el acero y retirar una muestra. Luego se reemplazó el acero y se hizo el resane de la zona intervenida. (Ver Foto EE2 en el Anexo correspondiente).

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 4200 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 de Huaycán, 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 EE1 en el Anexo correspondiente)

Estas muestras fueron ensayadas para conocer las características mecánicas de los materiales utilizados en los principales elementos estructurales. La muestra identificada como M-09 no fue ensayada por estar defectuosa.

4.4.4. Resistencia del Concreto

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 (NTP 339.034) y 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 10 se puede ver el resumen de los ensayos.

Tabla 10. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

IDENTIFICACION	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm ²)
M-01	Columna	94,3
M-02	Viga	128,9
M-03	Columna	184,4
M-04	Columna	115,6
M-05	Columna	132,7
M-06	Columna	59,8
M-07	Columna	114,9
M-08	Columna	127,2
M-10	Columna	207,4

Promedio= 129,5

Como se aprecia en la tabla resumen, los resultados arrojados presentan valores bajos de resistencia del concreto. Principalmente, los valores más bajos han sido obtenidos en la edificación de un piso que alberga la emergencia. Estos valores serán considerados en los modelos matemáticos correspondientes a las estructuras.

En la figura a continuación se presenta un diagrama de barras para una mayor apreciación de los valores obtenidos.

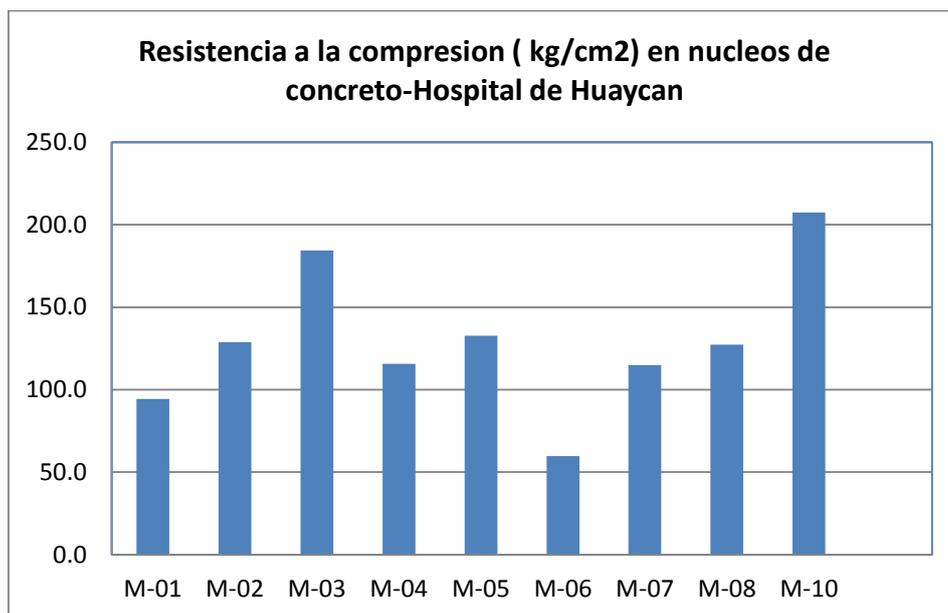


Figura 4. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

4.4.5. Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe

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

4.4.6. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe

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

5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

5.1. Modelos Matemáticos

Para la elaboración de los modelos matemáticos se ha empleado el Programa de Análisis Estructural ETABS de CSI. Este programa permite elaborar una gran variedad de posibilidades para el análisis sísmico de las estructuras que conforman los edificios del hospital de Huaycán.

Como se menciona en 4.3.7, los parámetros de sismo son introducidos al programa de análisis para la elaboración de un análisis espectral de las construcciones. En el caso de las construcciones del hospital de Huaycán, el edificio de un piso que conforma el servicio de emergencia está conformado por una estructura de albañilería. Así también, los edificios del Centro de Excelencia TB, si bien estructuralmente está constituida por pórticos de concreto armado, hay una contribución a la rigidez lateral importante de la tabiquería adosada a los pórticos en ambas direcciones principales de las edificaciones.

Se ha ingresado el espectro de respuesta, según la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones como se muestra en la figura a continuación.

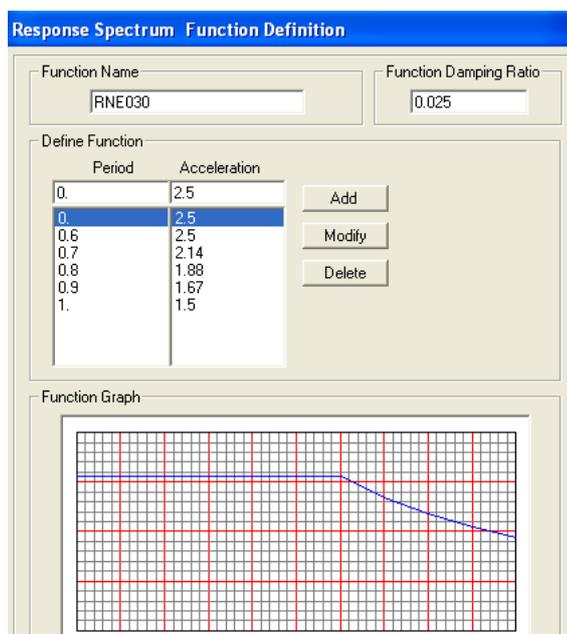


Figura 5. Espectro de respuesta

Los otros datos necesarios para para el análisis por combinación modal espectral han sido ingresados al programa para definir dos casos de respuesta espectral. Uno en la dirección principal de las edificaciones denominadas X-X y el otro en la dirección transversal de las construcciones, denominado Y-Y. Cabe resaltar que se han considerado coeficientes de reducción, R, igual a 3 en todos los casos. Esto debido a la contribución fundamental de la albañilería.

Debe mencionarse que en el caso de la verificación de los esfuerzos admisibles, se considerará un valor de R igual a 6 (nota 5 de la Tabla 6,

NT E0.30 RNE). Esto prácticamente significa, considerar el 50% de los resultados del análisis por combinación modal.

Figura 6. Caso de respuesta espectral X-X

Las masas se han aplicado puntualmente en nudos principales de las edificaciones de entrepiso. Debido a las características de las construcciones, se han considerado la hipótesis de diafragma rígido. Esto simplifica los cálculos y determina en el análisis 3 grados de libertad por entrepiso.

En el caso del edificio de la Emergencia se ha considerado la contribución a la rigidez lateral de elementos al corte de 0.25m y 0.15m de espesor con valores mínimos de módulo de elasticidad según la Norma Técnica E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

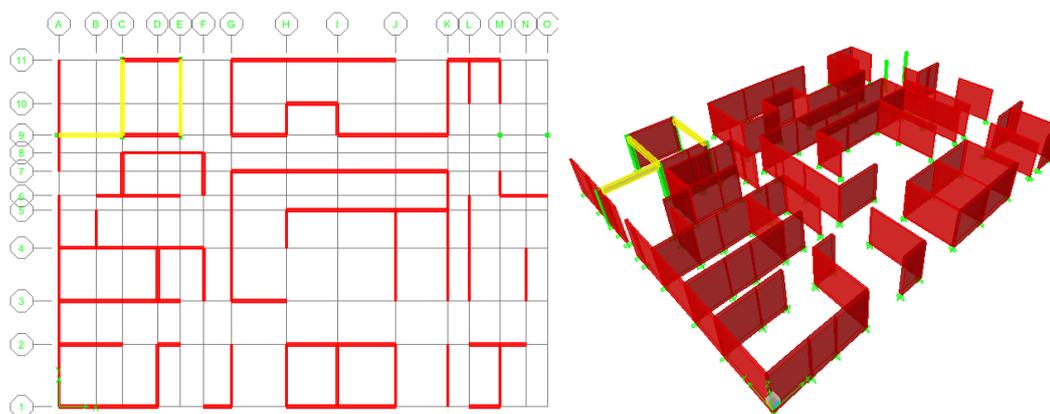


Figura 7. Modelo matemático servicio de Emergencia

Se han considerado en el modelo del edificio de la Emergencia los pórticos de concreto armado 3D que justamente se localizan en el área de la emergencia. Por los resultados de las muestras de núcleos de concreto extraídos en esas columnas, se han considerado valores bajos de módulo de elasticidad que no están contemplados en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Construcciones. Se ha empleado como valores de referencia, los obtenidos experimentalmente por Alcocer [13]. El módulo de elasticidad de la albañilería se ha determinado con la recomendación de la NT E.070.

En el caso de los edificios que conforman el Centro de Excelencia TB y principalmente constituidos por los servicios de Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre, son construcciones de dos pisos de concreto armado de pórticos de columnas de sección efectiva de 0.25x0.40 m y vigas de 0.25x0.45 m. La contribución de la tabiquería se aproxima a muros con capacidad al corte de 0.15 m de espesor. Con la idea inicial de estudiar el efecto de los edificios sobre el puente de conexión, se ha desarrollado el modelo matemático considerando los dos edificios en un solo modelo matemático. Esta posibilidad es factible para el programa ETABS bajo la consideración de diafragmas rígidos independientes por piso de cada edificación. La masa se ha concentrado en los entrepisos distribuyendo puntualmente en nodos relevantes.

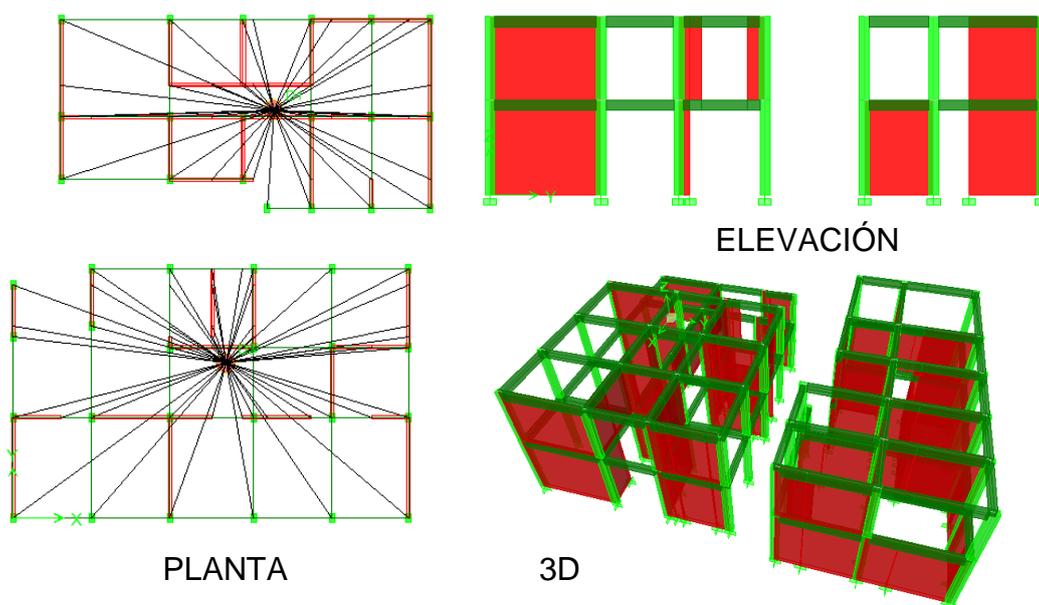


Figura 8. Modelo matemático Centro Excelencia TB y Laboratorio

El módulo de elasticidad para el concreto armado se ha considerado también en base a resultados experimentales reportados en [13]. El módulo de elasticidad de la albañilería se ha determinado con la recomendación de la NT E.070.

5.2. Demandas de Carga

Las cargas muertas, principalmente corresponden a unidades de albañilería cocida 1.80 ton/m² y losas aligeradas de 0.25 m de peralte con una carga uniformemente distribuida de 0.35 ton/m².

Las cargas vivas repartidas se han tomado como referencia las cargas especificadas en la Norma Técnica E.020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Sin embargo, cabe mencionar que los servicios de Emergencia, Sala de Operaciones, Rayos X y Laboratorios se encuentran localizados en las plantas bajas de los edificios. Sin embargo, para efectos de cargas vivas se ha considerado el caso de 0.4 ton/m² como valor máximo aplicado para corredores.

5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

La determinación de las deformaciones máximas se ha desarrollado en base a los resultados de los dos casos de los resultados de las respuestas espectrales. No se ha considerado los resultados de las combinaciones con la carga viva y muerta porque no contribuyen en la deformación lateral por efecto de sismo.

Los resultados de los desplazamientos laterales de piso que se obtienen del análisis espectral modal deben ser multiplicados por 0,75R según lo especifica la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

A continuación se presentan los valores máximos de deformaciones de entrepiso para un sismo severo. Es decir, aquel sismo máximo probable ocurrido en la zona 3 ($Z = 0,4$), edificación esencial ($U = 1,5$) y suelo intermedio ($S = 1,2$).

Tabla 11. Distorsiones máximas de entrepiso. Emergencia

Dirección X-X	Dirección Y-Y
0,00003	0,00002

Tabla 12. Distorsiones máximas de entrepiso. TB

Planta	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Primer entrepiso	0.0011	0.0013
Segundo entrepiso	0.0012	0.0032

Tabla 13. Distorsiones máximas de entrepiso. Laboratorio

Planta	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Primer entrepiso	0.0026	0.0021
Segundo entrepiso	0.0027	0.0019

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

Para la determinación de la cuantificación del estado de los elementos estructurales, se ha analizado el estado de esfuerzos de los elementos de albañilería de las estructuras analizadas en los edificios que sufrirán daño.

Edificio de Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre

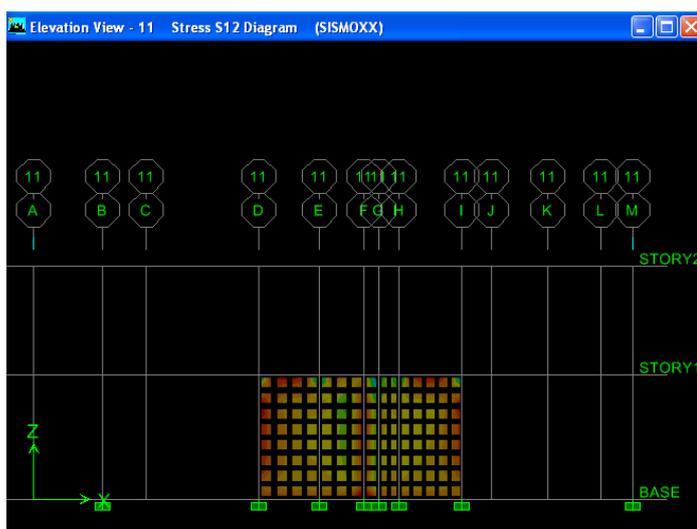


Figura 9. Esfuerzos de corte máximos X-X. Laboratorio

El cortante máximo tiene como valor igual a 3.3 kg/cm^2 . Reduciendo a la mitad según la Norma tenemos un valor de 1.7 kg/cm^2 . Este valor es menor al cortante admisible para un muro de 0.15 m de espesor.

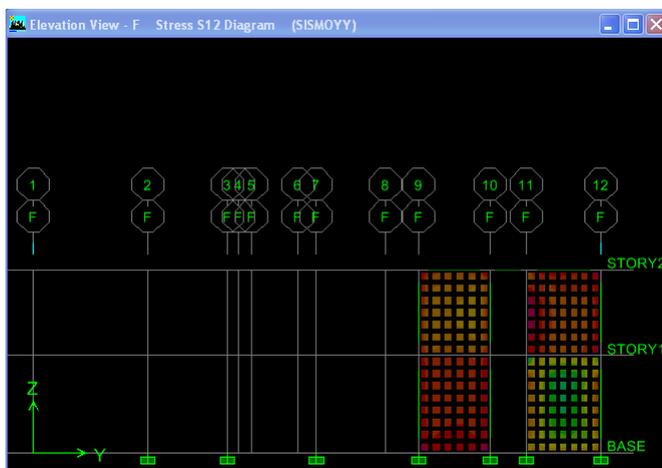


Figura 10. Esfuerzos de corte máximos Y-Y. Laboratorio

El cortante máximo tiene como valor igual a 5.4 kg/cm^2 . Reduciendo a la mitad según la Norma tenemos un valor de 2.7 kg/cm^2 . Este valor es superior al cortante admisible para un muro de 0.15 m de espesor.

Edificio del Centro de Excelencia TB

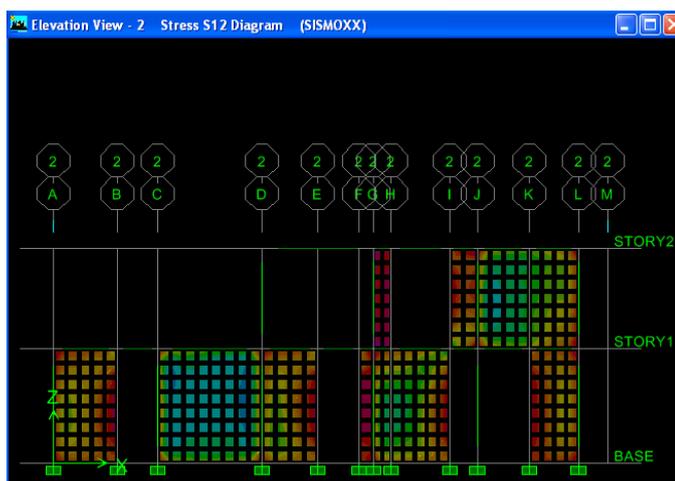


Figura 11. Esfuerzos de corte máximos X-X. Centro TB

El cortante máximo tiene como valor igual a 7.5 kg/cm^2 . Reduciendo a la mitad según la Norma tenemos un valor de 3.8 kg/cm^2 . Este valor es superior al cortante admisible para un muro de 0.15 m de espesor.

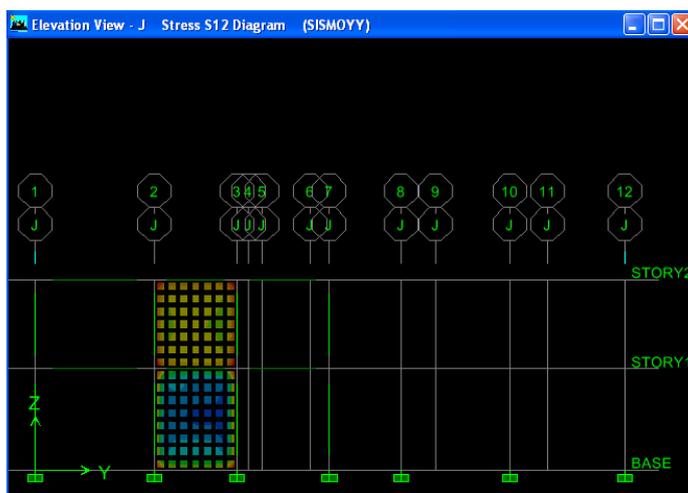


Figura 12. Esfuerzos de corte máximos Y-Y. Centro TB

El cortante máximo tiene como valor igual a 5.0 kg/cm^2 . Reduciendo a la mitad según la Norma tenemos un valor de 2.5 kg/cm^2 . Este valor es superior al cortante admisible para un muro de 0.15 m de espesor.

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

Para el análisis de la respuesta sísmica considerando la protección del contenido del establecimiento, se empleará la siguiente tabla para el caso de los elementos de albañilería.

Tabla 14. Daños para albañilería [4], [11] y [13]

Distorsión	Comportamiento y Daño	Tamaño de Fisuras
1/3200 (0.0003)	Grietas no visibles	
1/1600 (0.0006)	Primeras grietas en talón o base	0.1~0.3 mm
1/800 (0.0013)	Grieta diagonal inicial	0.5~1.0 mm
1/400 (0.0025)	Inicio de aberturas en diagonal y grietas en confinamientos	2.0~5.0 mm
1/200 (0.0050)	Apertura de la grieta diagonal en una franja de longitud L/4 y agrietamiento generalizado en el muro. Posibilidad de rotura de vidrios, y puertas trabadas	5.0~8.0 mm

En el caso del edificio que alberga la Emergencia, según los resultados del análisis estructural, este edificio no sufrirá daño apreciable que signifique la interrupción de los servicios ante un sismo severo.

Sin embargo, en el caso de las edificaciones que albergan los servicios del Centro de Excelencia TB y el edificio que alberga Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre, sufrirán daños con tamaños de fisuras máximos entre 2.0~5.0 mm. El nivel de daño en los tabiques solo será de grietas diagonales iniciales como máximo principalmente en el edificio que alberga el Centro de Excelencia TB. Sin embargo, el edificio que alberga el Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre sufrirá aberturas en diagonal y grietas en sus tabiques.

Tabla 15. Criterio de Protección. Centro Excelencia TB

Planta	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Primer entrepiso	Grieta diagonal inicial	Grieta diagonal inicial
Segundo entrepiso	Grieta diagonal inicial	Inicio de aberturas en diagonal y grietas en tabiques

Tabla 16. Criterio de Protección. Laboratorio, Rayos X

Planta	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Primer entrepiso	Inicio de aberturas en diagonal y grietas en tabiques	Grieta diagonal inicial
Segundo entrepiso	Inicio de aberturas en diagonal y grietas en tabiques	Grieta diagonal inicial

Si bien es cierto, la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, permite para la albañilería una distorsión máxima de 0.005, este umbral no es recomendado en el caso de un establecimiento de salud para un sismo severo. En el caso de un sismo severo, la distorsión máxima considerada es de 0.003. Según este criterio, el contenido de estos sufrirá daño con la consecuencia de la interrupción de sus servicios. En el caso de un sismo moderado, estas edificaciones seguirán funcionando.

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

Los elementos tabiques van a ser afectados por efecto de los sismos de acuerdo a los resultados del modelo matemático en los edificios del Centro de Excelencia TB y el edificio de las instalaciones de Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre. El nivel máximo de afectación es de formación inicial de aberturas en diagonal y grietas en tabiques.

No hay posibilidad de apertura de la grieta diagonal en una franja de longitud importante. Tampoco hay la posibilidad de agrietamiento generalizado en los tabiques. No hay posibilidad de rotura de vidrios y trabe de puertas.

Es importante mencionar que la gran mayoría de equipamiento médico localizado en los servicios estudiados en el hospital se encuentra localizado en las plantas bajas de las edificaciones. Esto sucede tanto en los servicios de emergencias, sala de operaciones, laboratorio, rayos X, etc.

Esto significa que las acciones sísmicas de desplazamientos laterales no afectan directamente el comportamiento de estos equipos. Sin embargo, los movimientos producidos directamente por el terreno en el momento del sismo son los que ocasionarán los volteos en caso que no se fijen apropiadamente.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital de Huaycán, se encuentra ubicado al lado Este de la Ciudad de Lima Metropolitana, emplazado en un terreno con pendiente variable de aproximadamente 12,716.40 m² y un perímetro de 540 m.

El terreno del Hospital colinda, por el lado Sur, con la avenida José Carlos Mariátegui; esta vía, de carácter metropolitano, sirve de acceso principal a la ciudad de Huaycán y también al establecimiento hospitalario, en ella se ubican los ingresos a la Unidad de Emergencia y a la zona de Servicios del hospital. Es importante mencionar que esta vía tiene una pendiente



pronunciada, por lo que determina niveles diferentes entre los ingresos existentes al establecimiento. Asimismo, en este frente los vecinos han invadido las propiedades alrededor de los terrenos del hospital, esta incursión -con el tiempo- se apropió de un sector del terreno hospitalario y, con ello, recortó la esquina conformada por las avenidas José Carlos Mariátegui y Andrés Avelino Cáceres, además uno de los accesos al hospital, el ingreso de Servicios hospitalarios, se encuentra ubicado entre propiedad de terceros y cuenta con un ancho aproximado de 7.00m., esto genera que el ingreso vehicular, de servicio y también el ingreso de emergencia, no sea de fácil acceso como se requiere para un establecimiento hospitalario.

Por otro lado 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 mejoras en varios servicios actualmente. Asimismo, se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc.; ya quien aunque se está reemplazando estos, aún existen varios servicios que no cuentan aún con vidrios de seguridad.

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.

Las Unidad Productora de Servicios (UPS) y Unidad Productora de Servicios de Salud (UPSS, identificadas en el hospital son las siguientes:

- A UPSS EMERGENCIA – UPSS C. QUIRÚRGICO
UPSS OBSTÉTRICO - UPSS HOSPITALIZACIÓN
- B UPS ADMINISTRACIÓN
- C UPSS CONSULTA EXTERNA (MÓDULO DE TB)

- D UPSS PATOLOGÍA CLÍNICA (LABORATORIO)
UPSS DIAGNOSTICO POR IMÁGENES (RAYOS X)
- E UPS ADMINISTRACIÓN - LOGÍSTICA
- F UPSS CONSULTA EXTERNA
- G UPSS CONSULTORIOS EXTERNOS PSICOLOGÍA
- H UPSS CONSULTA EXTERNA
- I UPSS CONSULTA EXTERNA
- J UPSS CONSULTA EXTERNA

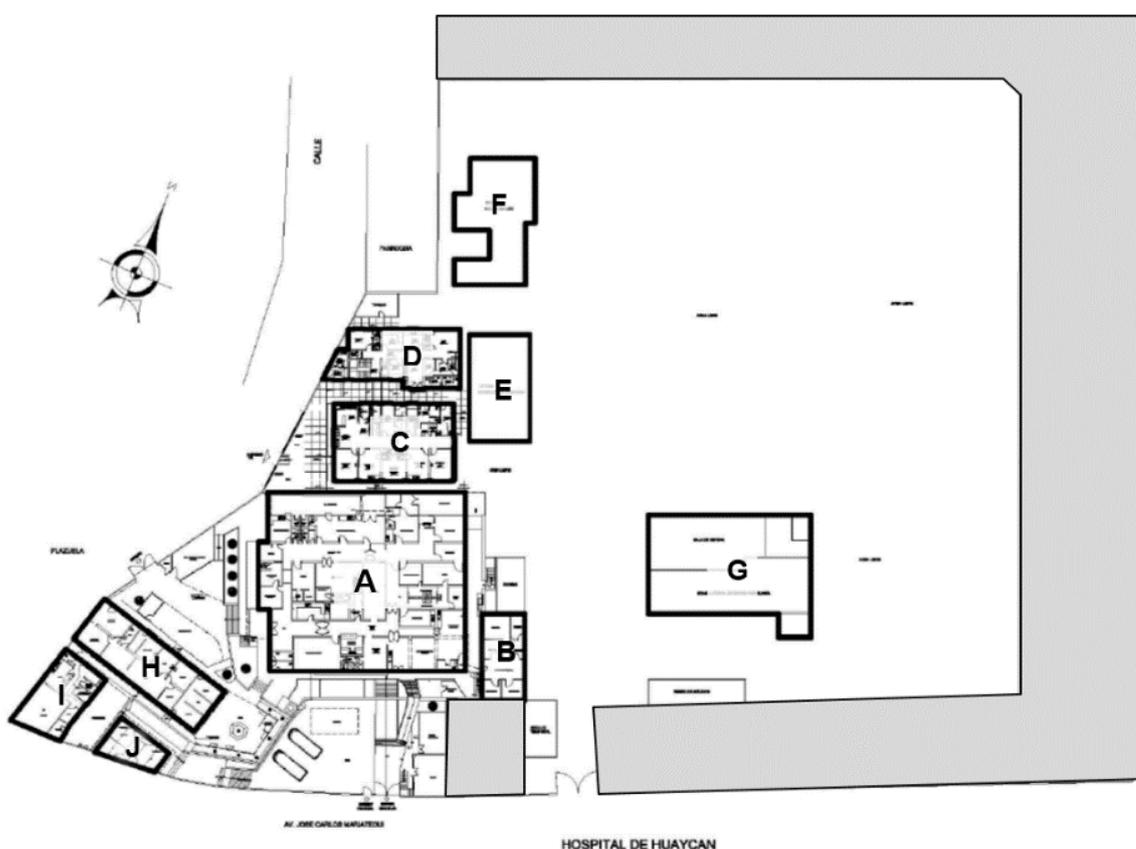
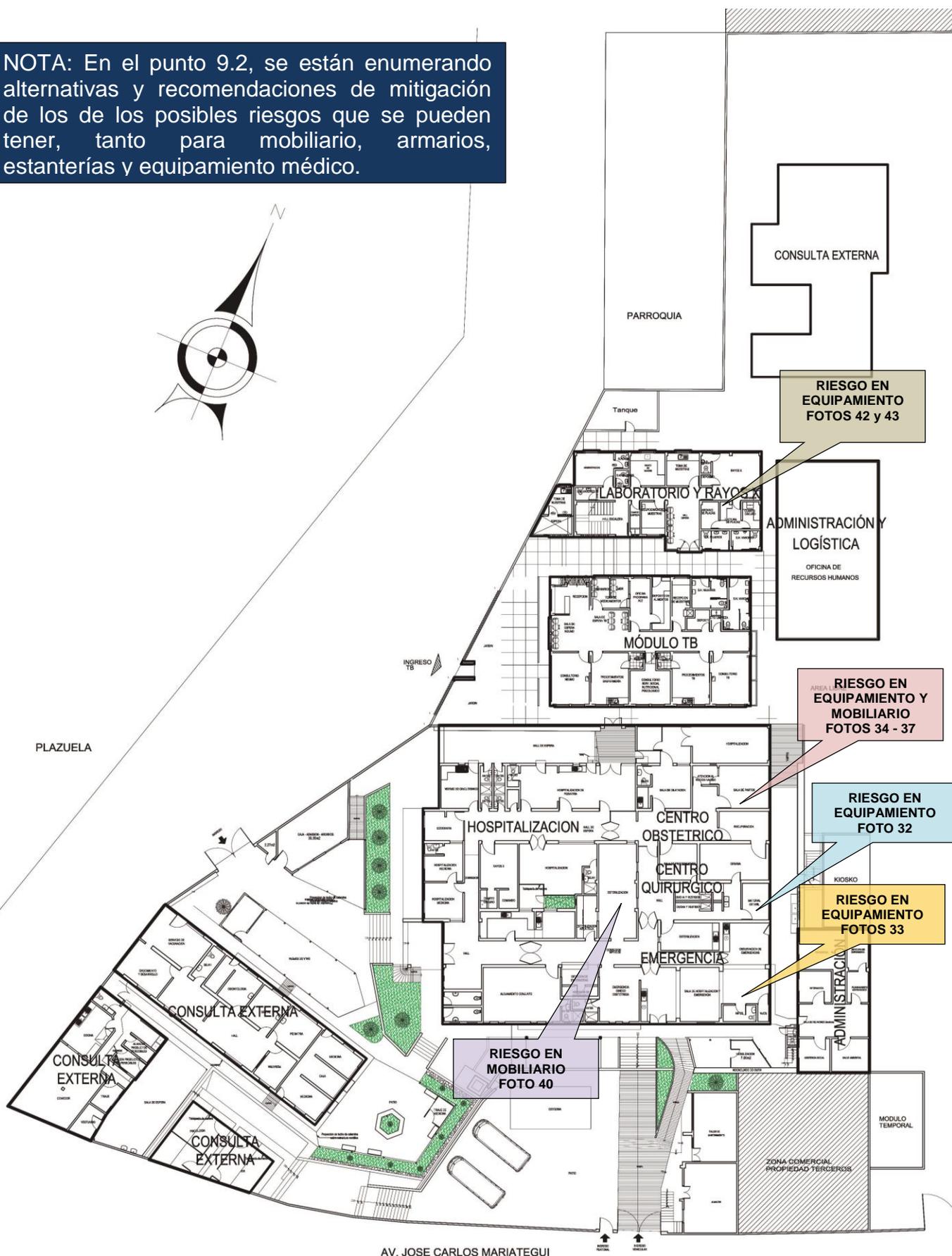


Figura 13. Esquema de la ubicación de los servicios

Dentro de los trabajos de inspección realizada se han identificado dentro de los servicios lugares y zonas que son vulnerables en la parte no estructural.

A continuación se procede a detallar las zonas identificadas.

NOTA: En el punto 9.2, se están enumerando alternativas y recomendaciones de mitigación de los de los posibles riesgos que se pueden tener, tanto para mobiliario, armarios, estanterías y equipamiento médico.



Emergencia



Fotos 32 y 33. Condición y seguridad del equipo médico en el servicio de Emergencia, obstruye rutas de evacuación, existe riesgo de volcamiento de armario.

Sala de partos (bloque A)



Foto 34 y 35. Condición y seguridad del equipo médico para cuidado del recién nacido, riesgo de caída y obstrucción de acceso.



Fotos 36 y 37. En Sala de Partos riesgo de volcaduras con incubadoras y obstrucción de la poca circulación que existe, luminarias que se pueden desprenderse



Fotos 38 y 39. Equipo médico en sala de observación, con el riesgo caída de equipos y material medico



Foto 40. Seguridad de equipo Médico de esterilización, ventanas de vidrio crudo de 6 mm.



Foto 41. Seguridad de contenidos médicos, no están sujetos adecuadamente, riesgo de caída.



Fotos 42 y 43. Condición y seguridad del equipo médico de laboratorio

Hospitalización

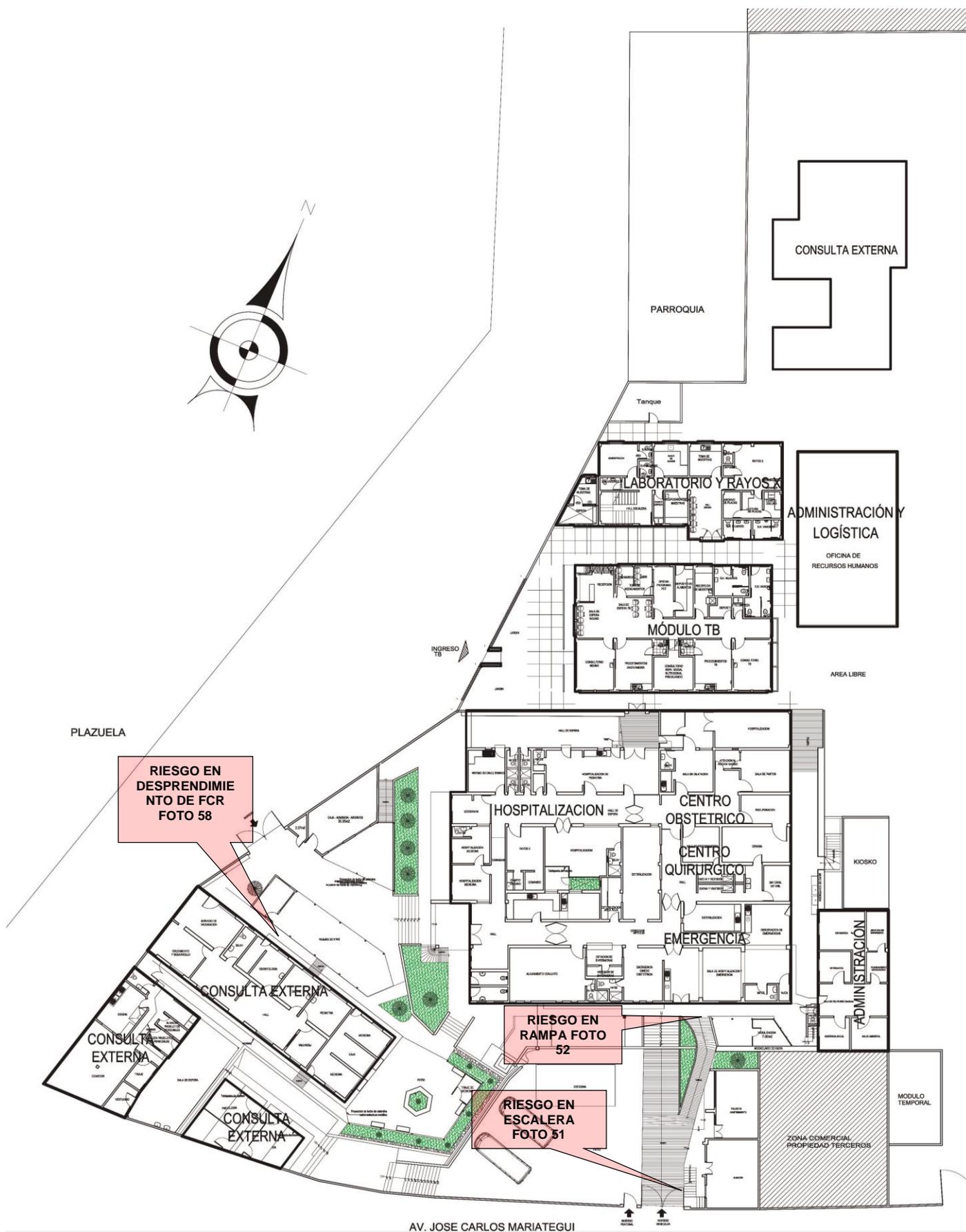


Fotos 44, 45 y 46. Condición y seguridad de particiones o divisiones internas. Sujeción inadecuada

Ayuda al Diagnóstico (bloque D)



Fotos 47 y 48. Condición y seguridad del equipo médico de rayos x e Imagenología, implementadas recientemente



AV. JOSE CARLOS MARIATEGUI



Fotos 49 y 50. Condición y seguridad de las cubiertas de los pisos.



Foto 51. Las escaleras de acceso al área administrativa ubicada en el segundo piso tienen un mal dimensionamiento. Con barandas solo a un lado (foto izquierda - Bloque B) y muy empinada (foto derecha). En caso de emergencia el ancho es mínimo, por lo que no se cumplen con las normas de seguridad.



Foto 52. Rampas de acceso con pendientes muy pronunciadas, en el acceso para emergencia.

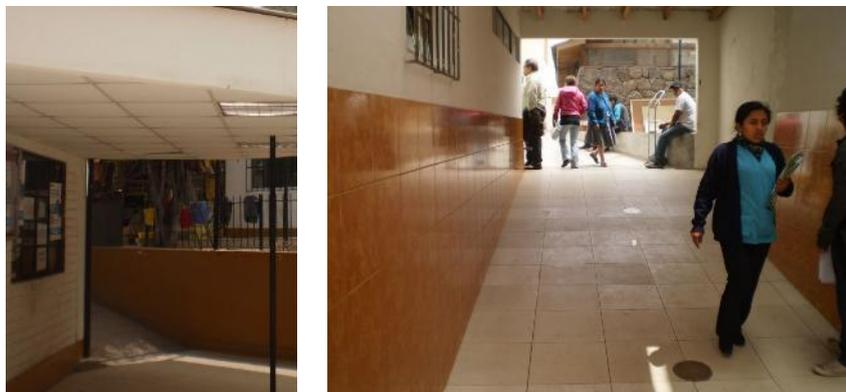


Foto 53. Rampa de acceso para discapacitado desde consulta externa a la izquierda es muy pronunciada debe de mantener las pendientes mínimas.



Foto 54. En el interior de los almacenes las estanterías no se encuentran fijadas a la pared, piso o techo, por lo que tienden al volcamiento de los elementos médicos en casos eventuales (Bloque E). Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos por no estar asegurados y puestos uno encima de otros de forma insegura. Se aprecia sobrecarga adicional de objetos o cargas que sobrepasan a la capacidad máxima del elemento. Así como. Circulación mínima de recorrido



Foto 55. Cableado colgando de falso cielo raso muestran condiciones regulares de seguridad por no encontrarse fijados y su mala instalación. (Bloque B)

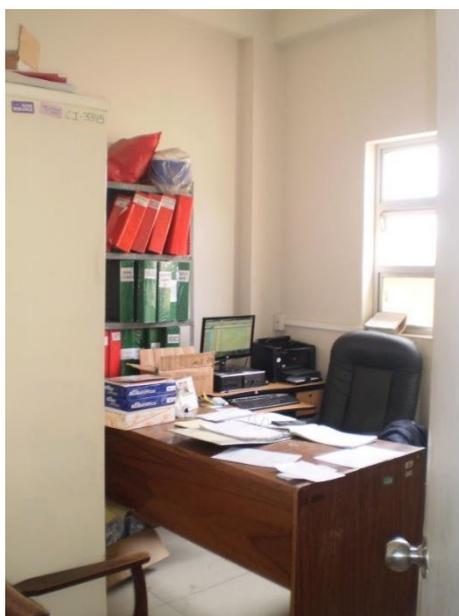


Foto 56. Estanterías no fijadas a la pared, piso o techo, que tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos que no se encuentran asegurados.



Foto 57. Equipo médico no se encuentra fijo o sujeto al estante. Se encuentra únicamente colocado encima. Presenta riesgo de volcamiento o caída.



Foto 58. Existen ambientes con falso cielo raso. Algunos de estos se encuentran pandeados por la humedad o falta de mantenimiento.

6.3. Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales

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

- Remoción, corresponde a alejar materiales peligrosos o retirar revestimientos vulnerables.
- Reubicación, elegir sitios seguros para equipos pesados o materiales peligrosos.
- Restricción en la movilización de equipos, sujetar al piso cilindros de gas Anclaje, es la medida de mayor aplicación, se asegura con pernos o cables los equipos pesados para evitar que caigan o se deslicen.

- Acoples flexibles, emplear tuberías flexibles en las uniones con edificios.
- Soportes, son aplicados en muchos casos, consiste en aplicar sujetadores a equipos ligeros desprendibles.
- Sustitución, remplazar materiales de riesgo por otros que no representen peligro sísmico, como suplir en techos el material de teja por cubiertas livianas.
- Modificación, algunas veces es posible modificar un objeto que represente un peligro sísmico, incluye colocar recubrimientos plásticos a vidrios y materiales frágiles.
- Aislamiento, es útil para pequeños objetos sueltos. Colocar paneles laterales a estantes y puertas.
- Refuerzo, colocar mallas de alambres o recubrimientos a muros vulnerables.
- Redundancia, almacenar medicamentos e insumos de reserva en sitios aislados.
- Respuesta rápida y reparación, almacenar suministros y herramientas en sitios accesibles y seguros que permitan su rápida utilización en emergencias.

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

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

2.- **La reubicación.** Reduciría el peligro en muchos casos. Por ejemplo, un objeto muy pesado encima de un estante podría caer y causar heridas o averías causando grandes pérdidas. Si se reubica en un estante a nivel del piso no representaría peligro para las vidas humanas ni para la propiedad. Igualmente, sería mejor guardar una botella con un líquido peligroso a nivel del piso, si es posible.

3.- **La restricción en la movilización,** de ciertos objetos, tales como cilindros de gas y generadores de electricidad, es una buena medida. No importa que los cilindros se muevan un poco mientras no cargan y se rompan sus válvulas liberando su contenido a altas presiones. En ocasiones

se desea montar los generadores de potencia alterna sobre resortes para reducir el ruido y las vibraciones cuando estén operando, pero los resortes amplificarían los temblores de tierra. Por lo tanto, deberían colocarse soportes de restricción o cadenas alrededor de estos resortes de montaje para evitar que el generador salte de su puesto o sea derribado.

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

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

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

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

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

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

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

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

7. LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA

7.1. (Inspección y) 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 Huaycán ante la presencia de un sismo severo son las siguientes:

- Las conexiones entre tuberías y equipos de bombeo no cuentan con conexiones flexibles.
- Solo existe un equipo de bombeo en las cisternas en óptimo estado, el otro requiere reemplazo.
- Tuberías expuestas sin protección.
- Las tuberías de rebose de las cisternas no tienen el diámetro adecuado.
- Existe un desnivel entre la calle del ingreso principal y las instalaciones del hospital que permitiría el ingreso de agua de una inundación externa por rotura de tuberías de la red pública.

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

Se recomienda que las líneas vitales del hospital entre ellos el sistema eléctrico se encuentren disponibles y permitan acceder y funcionar a su máxima capacidad instalada y en su misma infraestructura, inmediatamente después de un fenómeno destructivo como un sismo de gran intensidad.

En caso de desastre o sismo severo es posible que se interrumpa el suministro de energía eléctrica de la localidad, para lo cual el hospital debe disponer de una fuente alterna de suministro de energía eléctrica, que permita seguir prestando servicio al hospital.

El grupo electrógeno debe funcionar correctamente y en caso de corte de fluido eléctrico deberá operar mediante un tablero de transferencia automática, para esto se debe disponer de un tanque de almacenamiento de combustible que permita el funcionamiento del generador por espacio de 72 horas. Asimismo para la transferencia automática, para las áreas críticas debe disponer de equipos UPS a fin de disponer de energía continua.

El ambiente del grupo electrógeno deberá encontrarse sobre el nivel de cota cero es decir debe encontrarse sobre el nivel de la cota cero a fin de evitar inundaciones.

El sistema eléctrico deberá encontrarse operativo en el momento de suceder un percance como un sismo severo, tanto en forma inmediata como para afrontar la emergencia a corto plazo, para lo cual deberá estar preparado con las condiciones e infraestructura en condiciones apropiadas.

Es frecuente encontrar instalaciones provisionales o expuestas, que pueden ser las causas de algún siniestro, debido a que sobrecargan la red inicialmente diseñada, así como la utilización de materiales inadecuados y aplicación de materiales indebidos.

7.1.3. Instalaciones Mecánicas

El hospital deberá contar con la infraestructura adecuada para las centrales de gases medicinales, Aire Comprimido Medicinal, el abastecimiento de gases medicinales deberá realizarse en forma

adecuada y oportuna, en el momento de suceder un percance, se deberá tener la disponibilidad del sistema en forma inmediata así como permitir afrontar la emergencia a corto plazo.

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

7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

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

7.1.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

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

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

- 1.- Se debe crear una barrera en el acceso principal para impedir el ingreso de agua en caso de rotura o atoro en la vía pública.
- 2.- Cambio de válvula en línea de ingreso por deterioro de línea de acometida a la cisterna N° 2.
- 3.- Las conexiones del árbol de descarga de las dos líneas de impulsión deben contar con uniones flexibles.

4.- Instalación de un equipo doble de bombeo en las dos cisternas.

5.- Empotramiento de las tuberías expuestas sin protección.

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

El hospital cuenta con dos grupos electrógenos, los cuales uno de ellos abastece a las áreas críticas, y el otro a los demás ambientes, sin embargo estos no cuentan con tanques de almacenamiento de combustible y en caso de suceder algún percance, no tendrían la capacidad para cubrir la demanda por 72 horas como se recomienda para estos casos.

El ambiente del grupo electrógeno no es el adecuado, se encuentra con materiales y enseres que no son propios del equipo, se puede apreciar en la foto el ambiente improvisado con techo de calaminas, materiales y enseres que se encuentran interfiriendo el funcionamiento del grupo electrógeno hacen que no ofrece ninguna garantía y seguridad, en cualquier urgencia podría incrementar los problemas.

El abastecimiento de combustible es limitado, el funcionamiento de los grupos electrógenos se realiza solamente con tanque diario instalado en forma provisional que sirve para abastecer el grupo y carece de tanque de almacenamiento de combustible. En uno de ellos el ambiente es utilizado como almacenamiento de materiales impropios, además con balones de oxígeno y otros que representan un grave riesgo.

Gran parte de las instalaciones eléctricas se encuentran colocadas en forma desordenada, en canaletas o en forma expuesta, que vienen de instalaciones provisionales, que no prestan la seguridad adecuada, para afrontar un sismo de magnitud, que podría generar problemas en el comportamiento del sistema eléctrico, como cortocircuitos o incendio.



Foto 59. Ambiente de grupo electrógeno inadecuado



Foto 60. Instalaciones eléctricas infringen las normas

7.2.3. Instalaciones Mecánicas

El hospital cuenta con una central de Oxígeno con una red de tuberías empotradas, pero no tiene una central de vacío, ni de aire comprimido medicinal. En algunos casos el abastecimiento de oxígeno se realiza

mediante balones portátiles, que tienen el riesgo de caerse si no están bien sujetos. En caso de una emergencia se debería disponer de una central de Oxígeno con capacidad para abastecer en forma independiente para afrontar el evento por un tiempo mínimo de 72 horas, sin embargo la central actual que tiene un manifold duplex de 6 balones por bancada, no dispone de la capacidad necesaria para abastecer en caso de emergencia.

7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

Los equipos electromecánicos como las electrobombas requieren permanente mantenimiento y en algunas oportunidades no se asigna en forma oportuna al apoyo logístico para su reparación

7.2.5. Instalaciones Especiales

El hospital no cuenta con equipos especiales de alta tecnología.

7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Existen tres antenas de radio que se encuentran instaladas en mal estado de conservación, es apreciable la falta de mantenimiento para verificar su estado y la oxidación de los soportes, así como se encuentra rodeado de cables.

Los cables de comunicaciones se encuentran instalados en forma desordenada y cruzan la edificación, pudiendo generar caídas de los cables o accidentes al personal o pacientes.

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 [Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. INDECI-PREDES. 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% de ellos tendrían lesiones graves que requerirían atención hospitalaria de alta complejidad. Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

El colapso estructural arrastrará al colapso funcional

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

Todo lo que funciona puede fallar.

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

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

- Disponibilidad de recursos: lo necesario para poder cumplir los procedimientos.
- Competencias técnicas: en varios niveles:
 - Personales: cognitivas, procedimentales, ético-sociales,
 - Institucionales: organización, gestión, cadenas logísticas, normas,
 - Redes de servicios: comando, planificación, concertación,
- Disposición: compromiso de las personas con el objetivo y su responsabilidad.



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, 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 resolutoria 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, 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.

8.2. Análisis Situacional del Hospital

El análisis situacional, “Hospital de Huaycán. Análisis de Situación de Salud”, ASIS 2012. Ministerio de Salud, 2012, menciona que es un Hospital II-1, que brinda atención integral de salud en las especialidades básicas; sus profesionales aspiran lograr en el 2015 su consolidación con autonomía administrativa y liderazgo técnico, para brindar servicios con calidad, seguridad y equidad; señala un incremento de la demanda en el Servicio de Emergencia.

Considera como problemas priorizados:

1. Incremento de la morbilidad materno perinatal.
2. Elevada prevalencia de desnutrición crónica y anemia ferropénica en niños menores de 5 años.
3. Comportamiento y estilos de vida no saludables en la población de la jurisdicción.
4. Elevada prevalencia de la infección por el virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH/SIDA).
5. Persistencia de elevada incidencia de tuberculosis en la población de Huaycán.
6. Factores ambientales, ocupacionales y deficiente saneamiento básico ponen en riesgo la salud de la población de la jurisdicción.
7. Alta prevalencia de casos de violencia familiar en la población de Huaycán.
8. Oferta de servicios de salud desintegrada, fragmentada, discontinua, con insuficiente capacidad resolutive y débil garantía de la calidad.
9. Recursos insuficientes para optimizar el desempeño institucional en el contexto del aseguramiento universal de salud.
10. Alto porcentaje de insatisfacción de usuarios externos.
11. Débil rectoría y conducción estratégica, para el abordaje de los problemas sanitarios en el ámbito de responsabilidad.

Define como problemas de su demanda:

1. Incremento de la morbilidad materno neonatal en la población de Huaycán.
2. Persistencia de elevada incidencia de tuberculosis en la población de Huaycán.
3. Incremento de la morbilidad de enfermedades diarreicas e infecciones respiratoria agudas, que predisponen a casos de desnutrición infantil en la población menor de 5 años de Huaycán.
4. Persistencia en la elevada morbilidad de las enfermedades crónico degenerativas (Hipertensión, diabetes Mellitus, accidentes cerebro vasculares).
5. Incremento de las infecciones con modo de transmisión predominantemente sexual.
6. Elevada prevalencia de la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH/SIDA) en la población de Huaycán.

7. Incremento de la mortalidad por cáncer de cuello uterino en la población de Huaycán.
8. Incremento de las enfermedades por causas externas (traumatismos y envenenamientos).
9. Alta prevalencia de casos de violencia familiar en la población de Huaycán.
10. Incremento de muerte prematura y morbilidad por sepsis bacteriana en el recién nacido atendido en el Hospital de Huaycán.
11. Elevada prevalencia de enfermedades de la cavidad bucal en la población de Huaycán.
12. Índice de infestación aélica de mediano riesgo en escenario II (presencia de vector sin casos de dengue).
13. Presencia de riesgos ambientales hospitalarios y mediano riesgo de nivel de bioseguridad predisponen a las infecciones intrahospitalarias.
14. Incremento de la demanda por atención de emergencia en el Hospital de Huaycán

Reporta como problemas de la oferta:

1. Desabastecimiento de materiales, insumos, reactivos de laboratorio y deficiente disponibilidad de medicamentos afectan la calidad en la prestación de los servicios de salud.
2. Inadecuada infraestructura física y equipamiento básico insuficiente y obsoleto, para la prestación de servicios de salud a la población.
3. Débil rectoría y conducción estratégica para el abordaje de los problemas sanitarios del ámbito de responsabilidad.
4. Potencial humano insuficiente y limitado en el desarrollo de sus capacidades para el abordaje de atención integral de salud.
5. Disminución en el uso de los servicios de salud por la población de 22% a 19% entre el 2009 y el 2010.
6. Sistema de información en salud desintegrado y con subregistros que no facilitan la conducción estratégica.
7. Oferta de servicios de salud desintegrada, fragmentada, discontinua y con insuficiente capacidad resolutoria.
8. Dependencia administrativa y financiera de DISA IV Lima Este, que no satisface necesidades básicas mínimas según nivel de complejidad. (Nota: en setiembre de 2013 se inicia el proceso para convertirse en Unidad Ejecutora)
9. Alta deserción de profesionales especialistas, debido a las remuneraciones bajas e inestabilidad laboral.
10. Ausencia de plan maestro integrado de mejoramiento de la infraestructura hospitalaria.
11. Discontinuidad en la atención SIS durante las 24 horas en el hospital de Huaycán.

12. Débil sistema de referencias y Contrarreferencias relacionados con la organización y funcionamiento.
13. Documentos de gestión (MOF, ROF, MAPORS, Guías Clínicas) que faltan elaborar, concluir y actualizar.

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

Se tiene como referencia una evaluación anterior (sin fecha), aplicando el ISH para establecimientos de mediana y baja complejidad, la cual tuvo como observaciones principales que:

- a) No cuentan con COE.
- b) Se observa desorganización y falta de capacitación con respecto al rol de cada miembro así como la coordinación en equipo.
- c) No cuentan con planes, protocolos y procedimientos.

El recorrido al hospital denota un crecimiento que adolece de un plan maestro. El terreno en pendiente genera la existencia de gradas y rampas de fuerte pendiente en las circulaciones, inconvenientes para su función asistencial, con algunos pasadizos estrechos. Se observa elementos obstructivos como un ambiente provisional de archivo de historias clínicas que ha cerrado una vía de escape y módulos comerciales.



Foto 61. Pasadizo que figura como vía de evacuación, angosto y con obstrucción de ventanas.



Foto 62. La vía de evacuación ha sido cerrada con un ambiente de archivo de historias clínicas.

Las áreas críticas del hospital estudiadas son las siguientes:

- Servicio de emergencia
- Sala de operaciones
- Esterilización
- Recuperación postoperatoria
- Laboratorios
- Banco de Sangre
- Radiología

La falta de una Unidad de cuidados intensivos le resta posibilidad de atención en caso de desastre.

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 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

Se requiere reforzar las estructuras de los edificios que albergan al Centro de Excelencia TB y las edificaciones que albergan a los servicios de Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre.

Los edificios mencionados no llegan a dañarse severamente; sin embargo, la calidad del concreto de los elementos viga y columna pueden significar una falla en los mismos cuando se activan como pórticos sismorresistentes.

La condición para el diseño del reforzamiento apropiado es el tratamiento de los pórticos periféricos con elementos tipo placa que trabajen con las columnas de manera que permitan incrementar la rigidez lateral de los pórticos en ambas direcciones.

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 en los muros. Esta situación podría plantear un riesgo de caída de los mobiliarios, y equipos médicos en las diferentes zonas del hospital. En especial, en las zonas críticas se han llegado los siguientes resultados:

DISTORSION		COMPORTAMIENTO Y DAÑO	TAMAÑO DE FISURAS	HOSPITAL HUAYCAN
1/2500	0.0004	Grietas no visibles		Emergencia
1/600	0.0017	Grietas diagonales visibles y grietas en los talones de muro	0.3~0.7 mm	1er entrepiso de TB
1/300	0.0033	Agrietamiento considerable a ambos lados de los elementos	1.0~2.0 mm	2do entrepiso TB 1er y 2do entrepiso de Laboratorio y Rayos X

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

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.

En los casos de las rampas que sirvan de acceso a los diferentes pabellones, estos deben ser diseñados cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como pendiente reglamentaria (6%).



Foto 63. Rampas de acceso con pendientes muy pronunciadas, en el acceso para emergencia.

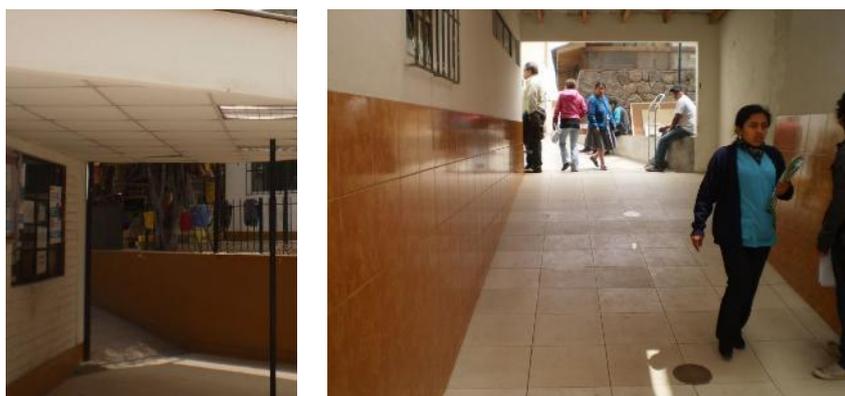


Foto 64. Rampa de acceso para discapacitado desde consulta externa a la izquierda es muy pronunciada debe de mantener las pendientes mínimas.

9.2.2. Influencia del entorno

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

paso al comercio ambulatorio y el uso indebido de las vías vehiculares como estacionamientos de combis y autos.

Específicamente, en el caso del Hospital de Huaycán, aunque se encuentra con un frente de vía libre, el otro que da a la avenida José Carlos Mariátegui (ingreso de emergencia), pero que esta reducido por edificaciones vecinas que han tomado el terreno del hospital, el entorno mayoritariamente con edificaciones vecinas y con un solo frente libre a una calle, podemos decir que si bien es importante para la conexión del centro hospitalario con la avenida, puede ser un riesgo siempre que no existan señalizaciones de tránsito y rutas de evacuación marcadas preferentemente para proteger a las personas en casos eventuales.

Es recomendable que la señalización se ubique estratégicamente de tal manera de identificar las salidas con facilidad; teniendo en consideración los desniveles existentes; 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., por la zona de emergencia.

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 14. Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



Figura 15. Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante

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.

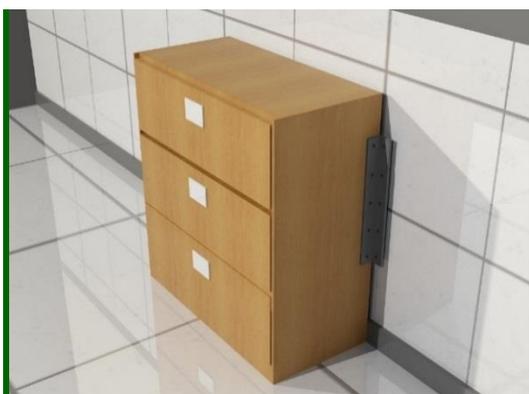


Figura 16. Archiveros deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación. .



Figura 17. 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 18. Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o partes superiores, 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 19. 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.

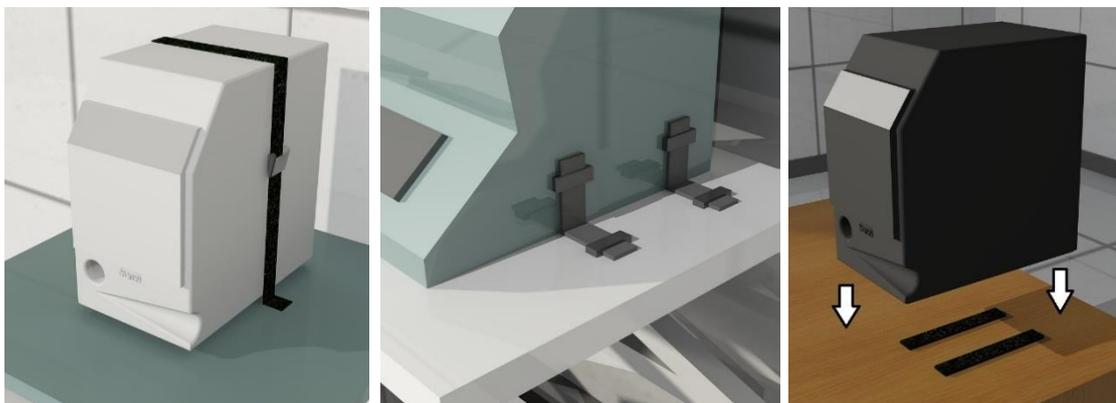


Figura 20. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.

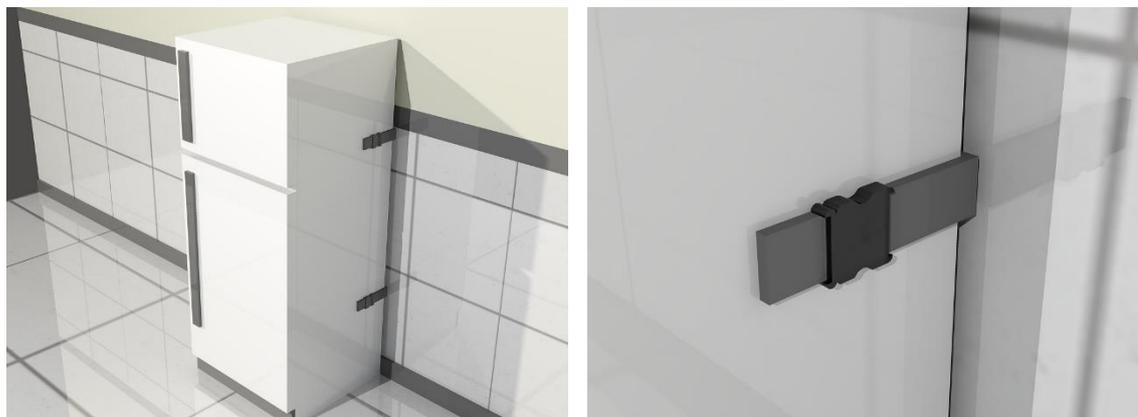


Figura 21. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

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. Sala de operaciones

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

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

Este servicio viene siendo intervenido por el hospital en lo concerniente a 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.

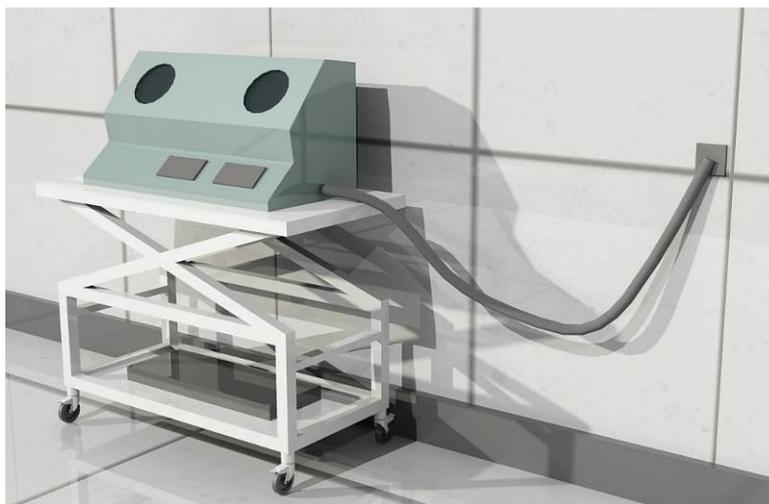


Figura 22. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados

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 23. 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 24. 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.

Beneficios y limitaciones de la mitigación de la vulnerabilidad

La implementación de estas recomendaciones contribuirá a mitigar o disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el hospital de Huaycán, 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. Las conclusiones y recomendaciones a partir del ISH son las siguientes.

1. Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia.			
Mide el nivel de organización alcanzado por el comité hospitalario para casos de desastre.			
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.	El COE no está formalizado. Sin embargo hay esporádicamente reuniones informales entre los funcionarios que debieran ser miembros.	Se requiere formalizar el COE
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.	El Jefe del Servicio de Emergencias está encargado del COE extraoficialmente.	Se requiere formalizar el COE
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica.	No están precisadas las responsabilidades	Al formalizar el COE se deben precisar las responsabilidades de los miembros del COE.
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).	No dispone de un ambiente específico. Tuvo un ambiente ubicado en área de Nutrición, ahora destinado a oficina de administración.	Destinar ambiente adecuado para el COE.
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	No hay ambiente designado.	Destinar ambiente adecuado para el COE.
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Equipamiento que existía ha quedado guardado en almacén.	
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.	No existe	Dotar al COE con 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.	Jefe del Servicio de Emergencia cuenta con teléfono celular. No se cuenta con radio base ni handies. Radio en Emergencia no operativa.	Dotar al COE con sistema de comunicación alterna

93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Mobiliario guardado en almacén, insuficiente.	Dotar al COE con mobiliario adecuado
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).	Se cuenta con directorio telefónico de contactos en Emergencia, no actualizado.	Actualizar el directorio telefónico de contactos en Emergencia
95	“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo.	No disponibles.	Preparar, distribuir y ejercitar tarjetas de acción.

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 no especifica actividades. No se hace difusión.	El plan debe especificar las actividades que se deben realizar por desastre, en los servicios clave del hospital
97	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	De oficio lo activa el Jefe de Guardia del Servicio de Emergencia. No hay procedimientos pero se realizan simulacros.	Especificar procedimiento para la activación y desactivación del plan.
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.	No hay previsiones actualmente. Aún se depende administrativamente de la DISA Lima Este y está en proceso convertirse en Unidad Ejecutora.	Dentro del proceso de conversión en Unidad Ejecutora, incluir previsiones administrativas para desastres.
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	No se cuenta con presupuesto específico.	Dentro del proceso de conversión en Unidad Ejecutora, incluir previsiones de recursos financieros para desastres.
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:	No hay procedimientos ni espacio físico. Se cuenta con 4 camas desarmadas en almacén y 40 camas nuevas almacenadas en el Hospital de Chosica.	Prever espacio físico para aumentar la capacidad de camas y su área de almacenaje (ejemplo: sala de usos múltiples)
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE.	No se ha considerado en el plan. Sugieren usar la plaza y losa deportiva denominada “Canchita Invermet” ubicada al frente del ingreso principal.	Determinar procedimiento para admisión en emergencias y desastres.
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. En el 2014 plantean proyecto para construir losa deportiva que sirva como área de expansión con líneas vitales habilitadas.	Presupuestar la ejecución de proyecto para construir losa deportiva que sirva como área de expansión, con líneas vitales habilitadas.
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.	No hay procedimiento.	Establecer procedimientos para protección de expedientes médicos.



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.	Han solicitado en el 2012 Inspección Técnica de Seguridad a Defensa Civil de la Municipalidad, pero no se ha realizado. Los extintores están ubicados y con carga vigente.	Insistir en las inspecciones de seguridad a cargo de las instancias competentes.
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	No hay procedimiento específico para desastre.	
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 procedimiento específico para desastre. No se cuenta con morgue.	Designar espacio y procedimientos para depósito de múltiples cadáveres.
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existe procedimiento en Emergencia pero no protocolo escrito.	Implementar protocolos de triaje, estabilización y tratamiento.
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Dispone de 2 ambulancias: una tipo II operativa y una tipo I por repararse. Además dos camionetas de uso administrativo.	Mantener operativas las ambulancias disponibles.
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.	No tienen. El servicio de alimentación es tercerizado.	Coordinar que el concesionario provea alimentación al personal en caso de desastre.
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>	No está considerado	Asignar funciones para el personal eventual.
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>).	No está considerado	Prever medidas para el personal eventual en emergencias.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	No está considerado	Ligar el plan hospitalario con el plan local para desastres.
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	Área de Estadística está probando un formato.	Concluir el proceso de implementación de formato.
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	Hay persona responsable pero no capacitado para desastre.	Capacitar al personal de referencia y contrarreferencia para caso de desastre.
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	No existe un párrafo específico para el manejo de las comunicaciones en desastre. Se asume que la Dirección es responsable.	Diseñar procedimientos y formato para notas de prensa.

	momento del desastre): <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>		
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>	Tienen procedimientos para retenes y turnos.	Mantener y consolidar procedimientos para retenes y turnos.
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 simulacro con rutas de evacuación y puntos de reunión que se practica. Sin embargo no está actualizado pues una vía está cerrada y los planos no están a la vista.	Actualizar y mejorar procedimientos y planos para evacuación de las edificaciones.
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción.	Existe señalética parcial. Hay corredores angostos y limitaciones por terreno en desnivel, que requiere de escalones y rampas, algunas con pendiente excesiva.	Completar la señalética y mantener rutas de evacuación libres.
119	Ejercicios de simulación o simulacros. Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. <i>Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.</i>	Existe norma nacional para simulacros. Se cumplen simulacros programados y se tienen informes breves.	Cumplir con simulacros programados, e implementar las recomendaciones de su informe escrito.

3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.			
ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.	No se cuenta con planes actualizados.	Implementar plan de contingencias específicos para sismos y deslizamientos.
121	Crisis sociales y terrorismo.	No se cuenta con plan.	Implementar plan de contingencia para crisis sociales y terrorismo.
122	Inundaciones y huracanes.	No se cuenta con plan. Zona de huayco.	Implementar plan de contingencia para huaycos.
123	Incendios y explosiones. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No se cuenta con plan actualizado.	Implementar plan de contingencia por incendios y explosiones
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No existe plan	No se requiere
125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No existe plan	Implementar plan de contingencia por agentes con potencial epidémico.
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>	No existe plan	Implementar plan de atención psico-social para pacientes y personal de salud.
127	Control de infecciones intra-hospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No existe plan	Implementar plan de control de infecciones intra-hospitalarias.

4. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres. Verificar con lista de cotejo la disponibilidad de insumos indispensables ante una emergencia.

ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
136	Medicamentos. Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Tienen gabinetes destinados para caso de emergencia, pero con medicamentos limitados.	Mantener kits de emergencia según pautas internacionales.
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>	No tiene reserva. Ropa para 5 operaciones.	Mantener kits de emergencia según pautas internacionales.
138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	No se dispone de material específico para emergencias.	Mantener instrumental de emergencia y reserva para 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>	Cuenta con proveedor de oxígeno, stock cubre menos de 72 horas.	Convenio con proveedor para garantizar suministro en caso de desastre.
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>	No tienen ventiladores respiratorios.	
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>	Disponen de dos monitores, No hay equipos de reserva para desastre	Mantener operativos sus equipos.
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Equipos limitados. Dependen del Hosp. Hipólito Unanue	
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 e influenza.	Mantener reserva.
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>	Cuentan con un coche de paro.	Mantener operativo coche de paro.
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>	Tienen tarjetas de triage para uso externo pero no en cantidad suficiente.	Mantener reserva de tarjetas de triage.

Observaciones

El Hospital de Huaycán es un hospital que se inició como puesto de salud y ha ido creciendo en atención al desarrollo urbano del sector. Sus recursos son limitados, dependiendo aún de la DISA Lima Este. Desde hace unos dos meses se ha iniciado su conversión a Unidad Ejecutora, por lo que ha crecido en personal administrativo.

Tiene limitaciones en el aspecto funcional, aunque su personal se muestra activo.

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 resolutorio de sus instalaciones ocurrido el siniestro
Evacuación Han entrenado en la evacuación satisfactoria (15 segundos) 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 resolutoria para atención de Emergencias (Prioridades I: Emergencia o Gravedad Súbita Extrema, y II: Urgencias Mayores, de la Norma Técnica MINSa 042); pero debe recalcarse 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:

Capacidad probable de recuperación funcional de áreas críticas del hospital tras un terremoto destructivo Octubre de 2013

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

La consulta señaló un nivel de disponibilidad actual:

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

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

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

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

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

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

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

Se indagó la disponibilidad de los mecanismos siguientes:

Disponibilidad comprobada
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.

El hospital solo cuenta con la posibilidad de referir heridos graves al hospital Hipólito Unanue o el Hospital de Chosica, pero ello puede dificultarse si la Carretera Central queda bloqueada por tráfico.

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 12abril2012.).

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”).
No tiene COE formalmente. En cuanto al presupuesto para la reducción de la vulnerabilidad hospitalaria (PPR 068), este año fue administrado por la DISA Lima Este. A partir de setiembre de 2013 está en proceso su conversión a unidad ejecutora.
Su vulnerabilidad es alta.
- b. *Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.*
No es completo y no se tiene tarjetas de acción ni está totalmente socializado.
Su vulnerabilidad es alta.
- c. *Planes de contingencia para atención médica de desastres.*
No cuentan con planes de contingencia específicos.
Su vulnerabilidad es alta.
- d. *Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.*
La norma actual no permite mantener reservas.
Su vulnerabilidad es alta.
- e. *El Servicio de Emergencia.*
Su espacio es reducido, personal capacitado, dispone de recursos limitados, tiene área de expansión en la explanada exterior.
Su vulnerabilidad es alta.
- f. *Otros servicios críticos del hospital.*
Solo cuentan con una Sala quirúrgica, no cuentan con UCI, tienen personal capacitado, disponen de recursos limitados a lo cotidiano, dependiendo por ahora de la DISA Lima Este.
Su vulnerabilidad es alta.

Recomendaciones:

- a. *Comité Hospitalario de Desastres* (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”).
Se requiere formalizar el Comité y se sugiere tener presupuesto asignado para las acciones en gestión del riesgo de desastres.
- b. *Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.*
Evaluar limitaciones, como la falta de tarjetas de acción y mayor especificidad.

- c. *Planes de contingencia para atención médica de desastres.*
Dar sugerencias para la elaboración e implementación de los planes de contingencia.
- d. *Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.*
Promover que se adecue la norma a la necesidad de mantener reserva de recursos para desastre y dar capacitación al personal de adquisiciones.
- e. *El Servicio de Emergencia.*
Posibilitar su atención a demanda masiva de pacientes por desastre sísmico dada su ubicación estratégica en la comunidad de Huaycán.
- f. *Otros servicios críticos del hospital.*
Evaluar alcances de la atención por demanda masiva y sugerir medidas.

Por el tamaño del hospital, la evacuación de sus ocupantes a área segura podría ocurrir en un tiempo aceptable, aunque hay pasadizos angostos y vía de evacuación interrumpida por construcción provisional.

Requiere estudiarse la capacidad para una probable recuperación funcional de las áreas críticas ahora disponibles del hospital tras un terremoto destructivo, así como el mecanismo para integrar el plan de respuesta del hospital con los planes local, regional y de seguridad pública. Pese a su importancia social y sanitaria no tiene o no ha aprobado inspecciones técnicas de seguridad para establecimientos de salud de la Defensa Civil.

Se reconoce los esfuerzos desplegados en su mejora particularmente en los ámbitos de equipamiento y gestión, asimismo en el vigoroso trabajo que desarrollan los directores y los jefes de servicio particularmente los de Emergencia. Ello no ha ido paralelo a la mejora en la seguridad física de los antiguos nosocomios.

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

Merecen resaltarse los esfuerzos del sector y la labor desplegada por la Oficina General de Defensa Nacional del MINSA y otros ministerios, así como los esfuerzos de INDECI, SINAGERD y otras instituciones, encaminados a la gestión del riesgo de desastres, a reducir la

vulnerabilidad en sus diversas formas, y a mejorar los mecanismos de respuesta asistencial y administrativa.

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

9.4. Componente de Líneas Vitales

9.4.1. 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.- Cambio de tapa de ingreso a cisterna N° 1.
- 5.- Cambio del diámetro de rebose de cisterna N° 2

9.4.2 Instalaciones Eléctricas

Se recomienda la construcción de un ambiente adecuado para la instalación del grupo electrógeno o de los dos juntos, que reúna las condiciones para el normal funcionamiento del grupo, que va a ser importante su funcionamiento en caso de producirse un sismo, el mismo que deberá ser insonorizado.

Se recomienda la construcción de una caja o base para la instalación de un tanque de almacenamiento de combustible que tenga una capacidad mínima para el abastecimiento de los dos grupos electrógenos por lo menos para 72 horas. El mismo que formara parte del sistema de petróleo que incluye el tanque diario, las tuberías y controles.

Es también importante el reordenamiento de cableado eléctrico, sujeción y canalización de los circuitos que permitan una seguridad adecuada.

El hospital cuenta con un generador eléctrico de 70 KVA, cuenta con transferencia automática menor de 10 seg. Por su ubicación están expuestos a riesgos. No cubre el 100% de la demanda las pruebas de funcionamiento en áreas críticas es aceptable, la seguridad de las instalaciones de ductos, cables se encuentran en mal estado en aprox 40%. El tablero de control se encuentra con protector de sobrecarga se encuentra protegido, es accesible y esa en buenas condiciones de funcionamiento, la iluminación y lámparas en sitios claves en el hospital es aceptable.

Como no existe otro proveedor de energía eléctrica, se recomienda la instalación de un sistema redundante al servicio local de suministro de energía.

9.4.3 Instalaciones Mecánicas

Es recomendable la instalación de una central de gases medicinales que permita el abastecimiento de Oxígeno, Vacío y Aire Comprimado Medicinal de capacidad adecuada, mediante una red empotrada. Esta central deberá tener capacidad para abastecer al hospital durante 72 h mediante las redes para el abastecimiento a zonas críticas como sala de operaciones, y deberá estar construido en un ambiente adecuado y ventilado.

9.4.4 Instalaciones Electromecánicas

Deberá tomarse las debidas precauciones a fin de que los equipos se encuentren disponibles en caso se presente alguna emergencia.

9.4.5 Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Deberá tomar las acciones inmediatas para la protección de las antenas o desmontaje en caso de no ser utilizadas.

Se debe implementar la Instalación de un sistema interconectado entre los hospitales a fin de afrontar algún evento.

Es también importante el reordenamiento de cableado, sujeción y canalización que permita una seguridad adecuada.

No cuenta con un sistema alternativo de radio (diferente a Internet o telefonía celular), no hay local apropiado para telecomunicaciones.

Mejorar el sistema de telefonía y anexos para comunicación interna pues se encuentra en un estado deficiente en aprox 50%.

Los sistemas de baja tensión se encuentran en regulares condiciones en un aproximadamente al 50%.

Finalmente, el hospital cuenta con tanque de combustible de 120 gls lo cual no sufre la necesidad de 3 días., su ubicación es inapropiada y no es segura, las condiciones de seguridad del sistema no son las más adecuadas.

La central de oxígeno pero no tiene capacidad de autonomía para 10 días sin disponibilidad de fuentes alternas. Sus anclajes de seguridad en estado regular.

El sistema de distribución de oxígeno se encuentra en buenas condiciones en aproximadamente 80%.

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

Se precisa intervenir estructuralmente los edificios que conforman el Centro de Excelencia TB y el edificio que alberga los servicios del Laboratorio, Rayos X y Banco de Sangre.

La alternativa de solución es la incorporación de refuerzos de corte que contribuyan a responder la demanda sísmica al corte generado por un sismo severo con el propósito de garantizar la funcionalidad de estos servicios inmediatamente después que ocurra un sismo severo.

Estos refuerzos deben ser tales que reduzcan la deriva de piso o llamada también distorsión de piso a los niveles 1/1600 para una condición de sismo severo.

Elementos de reforzamiento como los mostrados en la figura siguiente contribuyen de manera efectiva a este propósito. En las especificaciones técnicas del reforzamiento, debe considerarse un concreto de $f'_c = 210$ kg/cm². Este es un valor mínimo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones para elementos estructurales sismorresistentes.

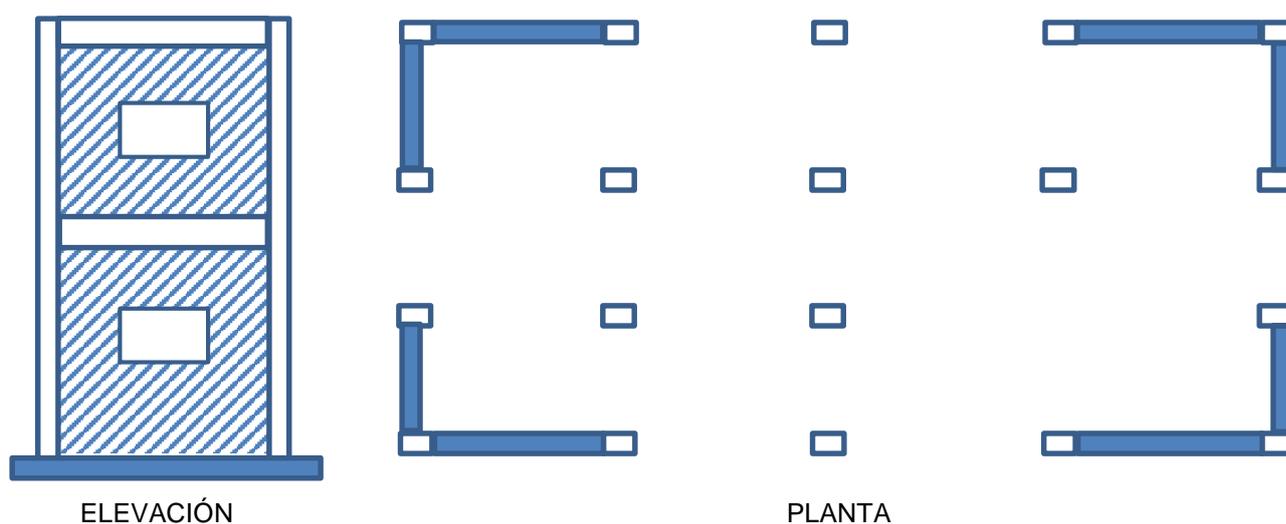


Figura 25. Esquema de la alternativa de solución

Un costo estimado para la intervención significaría un monto aproximado de S/. 2'100,000 en toda la construcción.



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface - Nakamura, Y. - Quarterly Report Railway Technology. Research Institute, Vol. 30. Nº3. pags. 25-30 - 1989.
- [2]. Análisis de Situación de Salud 2013 – Hospital de Huaycán. Dirección de Salud IV Lima Este. 2013.
- [3]. Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [4]. Are microtremors useful in site response evaluation? - Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia. - Bull. Seism. Soc. Am. 83,1350-1364 - 1994.
- [5]. 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.
- [6]. Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation? The effects of Surface Geology on Seismic Motion - Bard, P. - Irikura, Kudo, Okada y Sasatani (eds), páginas 1251-1279 - 1998.
- [7]. Norma Técnica E.020 Cargas – Reglamenta Nacional de Edificaciones – 2006.
- [8]. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente – Reglamenta Nacional de Edificaciones – 2006.
- [9]. Norma Técnica E.060 Concreto Armado – Reglamenta Nacional de Edificaciones – 2009.
- [10]. Norma Técnica E.070 Albañilería – Reglamenta Nacional de Edificaciones – 2006.
- [11]. On Micro-Tremors - Omori, F. - Bull. Imperial Earth. Investigation Committee of Tokyo, Vol II. Pag. 1-6 - 1908.
- [12]. Proceedings of Evaluation of SRSND Simulator againsts Fragility Curves for Pisco Quake - Carlos Zavala/Zenon Aguilar/Miguel Estrada - 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering – March 7-8, 2011, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan - 2011.
- [13]. Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo – Alcocer Sergio, et. al. - Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XIV (número 2), abril-junio 2013: 285-298 - 2013
- [14]. Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



ANEXOS



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital

ANEXO I

PANEL FOTOGRÁFICO



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



Figura AI-2. Punto 01



Figura AI-3. Punto 02



Figura AI-4. Punto 03



Figura AI-5. Punto 04



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital

ANEXO II

REGISTRO DE MEDICIONES



Figura AII-1. Ubicación de puntos y dirección de medición de microtremores en las edificaciones.

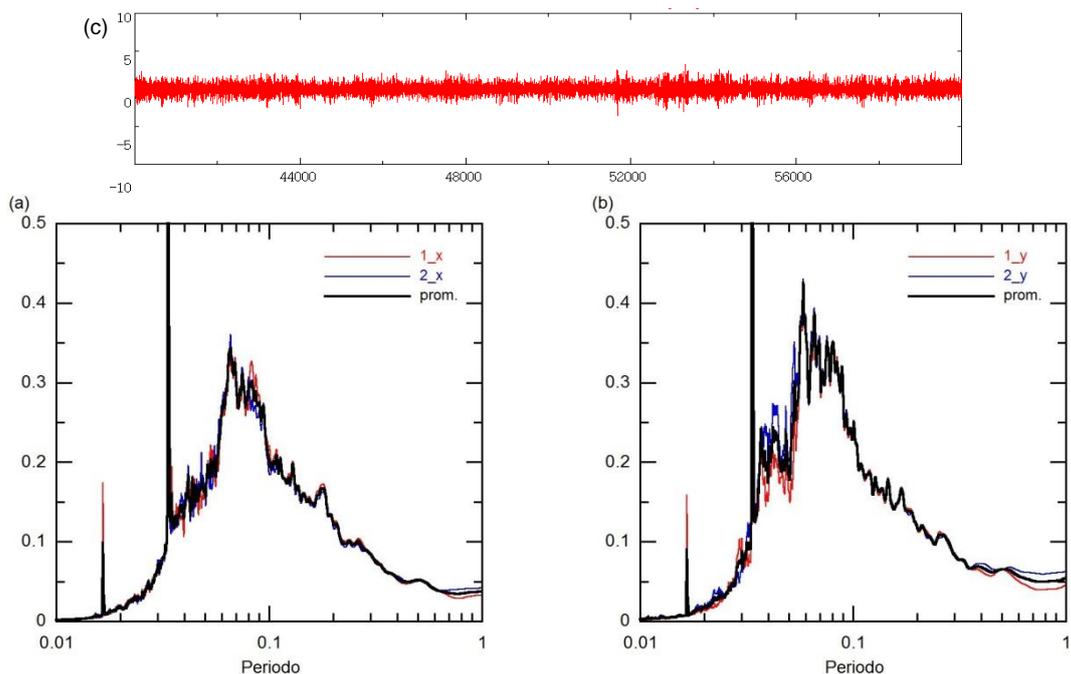


Figura All-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

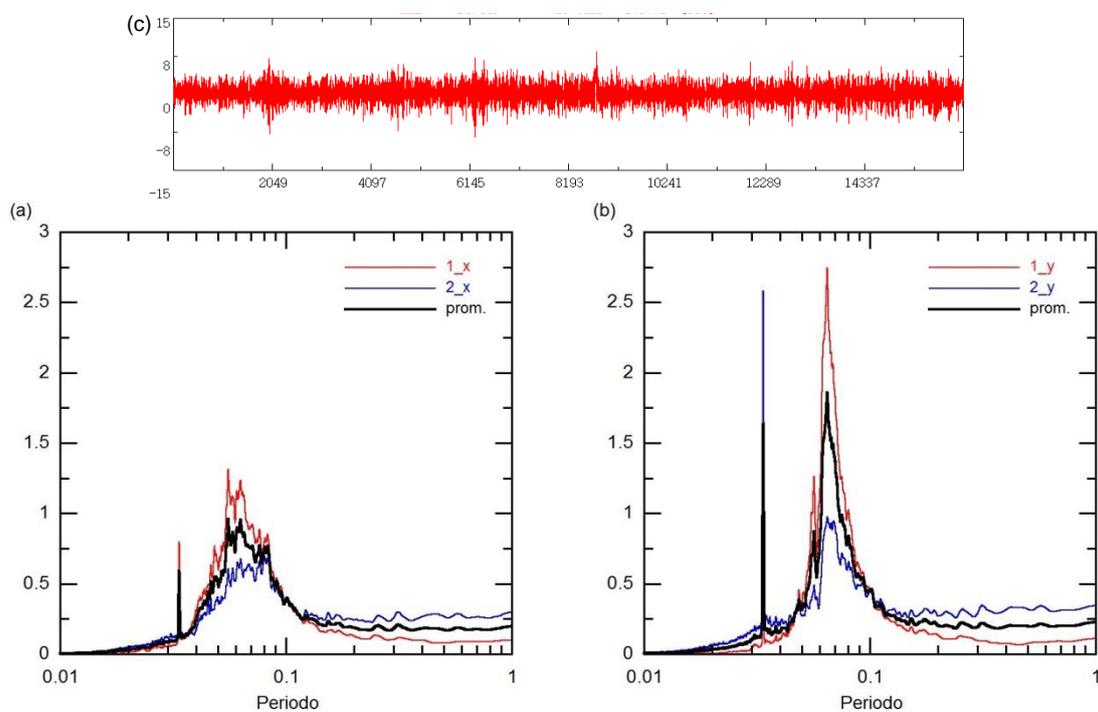


Figura All-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

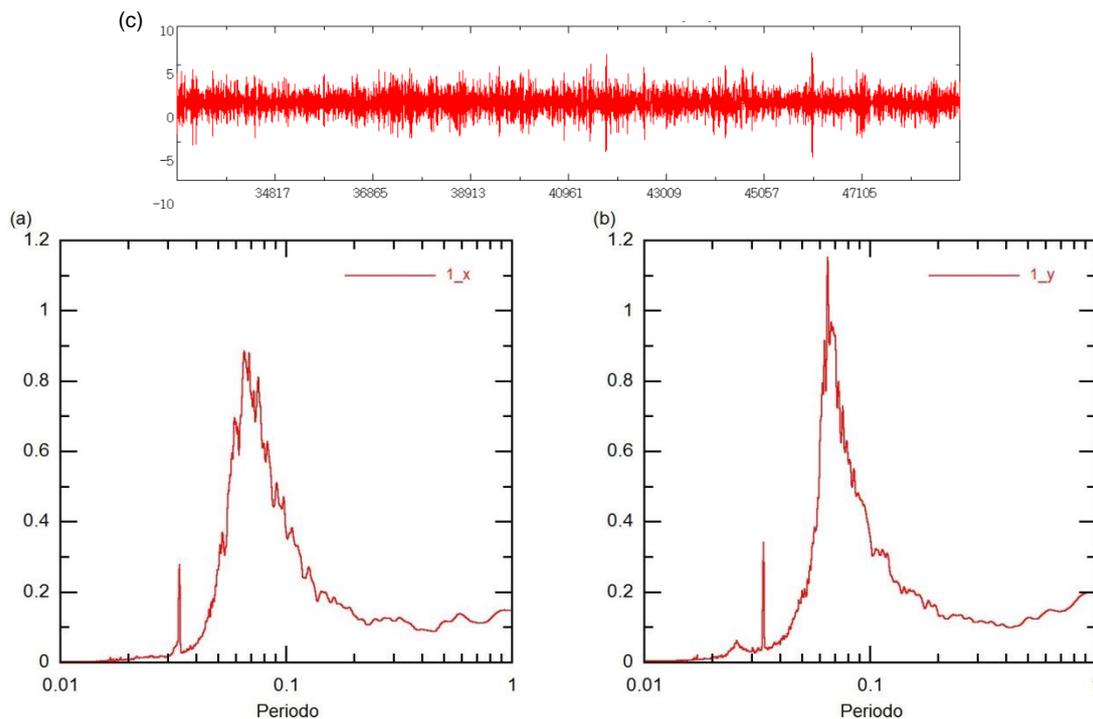


Figura All-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

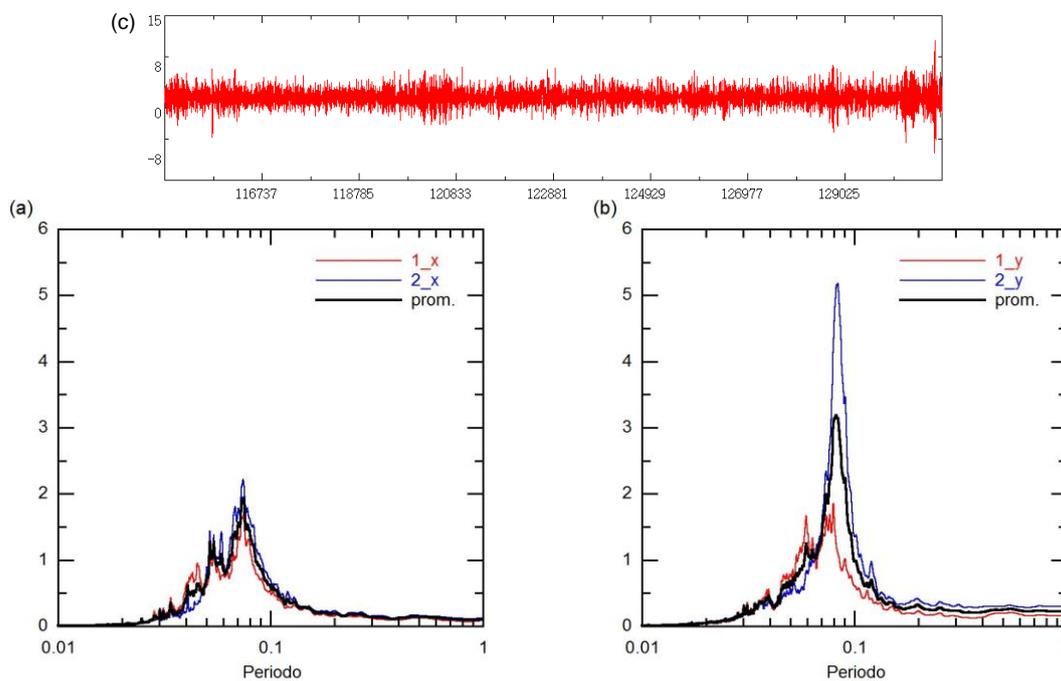


Figura All-5. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.



Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

ANEXO I

REGISTRO FOTOGRÁFICO

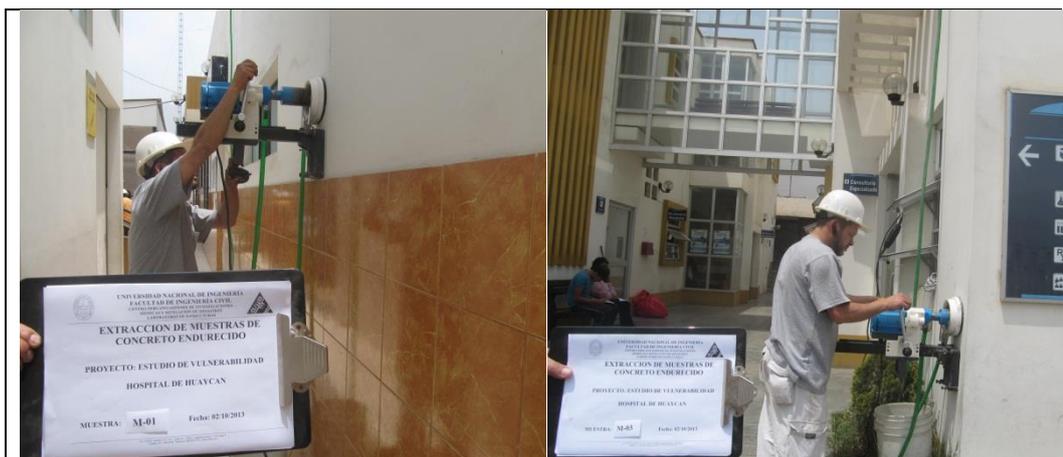


Foto EE1. Extracción de núcleos de concreto



Foto EE2. Extracción de muestras de acero y resane del concreto



Foto EE3. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción



Foto EE4. Ensayo de tracción de muestras de acero



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

ANEXO II

PLANTILLAS DE RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital de Huaycán
Tipo de probeta: Cilíndrica
Material: Concreto
Fecha de ensayo: 10/10/2013

IDENTIFICACION	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	03/10/2013	03/10/2013	03/10/2013	03/10/2013	03/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Viga	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	11.60	5.70	13.00	13.00	13.80
Diámetro (cm)	7.40	4.60	7.40	7.40	7.40
Área (cm ²)	43.01	16.62	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	4200	2310	8090	5070	5770
Resistencia (Kg/cm ²)	97.7	139.0	188.1	117.9	134.2
Relación altura/diámetro	1.568	1.239	1.757	1.757	1.865
Factor de corrección	0.965	0.927	0.981	0.981	0.989
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm ²)	94.3	128.9	184.4	115.6	132.7
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Corte	Corte	Cono

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

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

Informe N° 12-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital de Huaycán
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 21/10/2013

IDENTIFICACION	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	18/10/2013	18/10/2013	18/10/2013	18/10/2013	18/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	14,80	14,80	14,80		14,80
Diámetro (cm)	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40
Área (cm²)	43,01	43,01	43,01	43,01	43,01
Carga (Kg)	2570	4940	5470		8920
Resistencia (Kg/cm²)	59,8	114,9	127,2		207,4
Relación altura/diámetro	2,000	2,000	2,000	Muestra	2,000
Factor de corrección	1,000	1,000	1,000	defectuosa	1,000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	59,8	114,9	127,2	no ensayada	207,4
Tipo de falla	Corte	Cono	Corte		Corte

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

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

Informe N° 12-2-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

ANEXO III

ESQUEMAS DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO

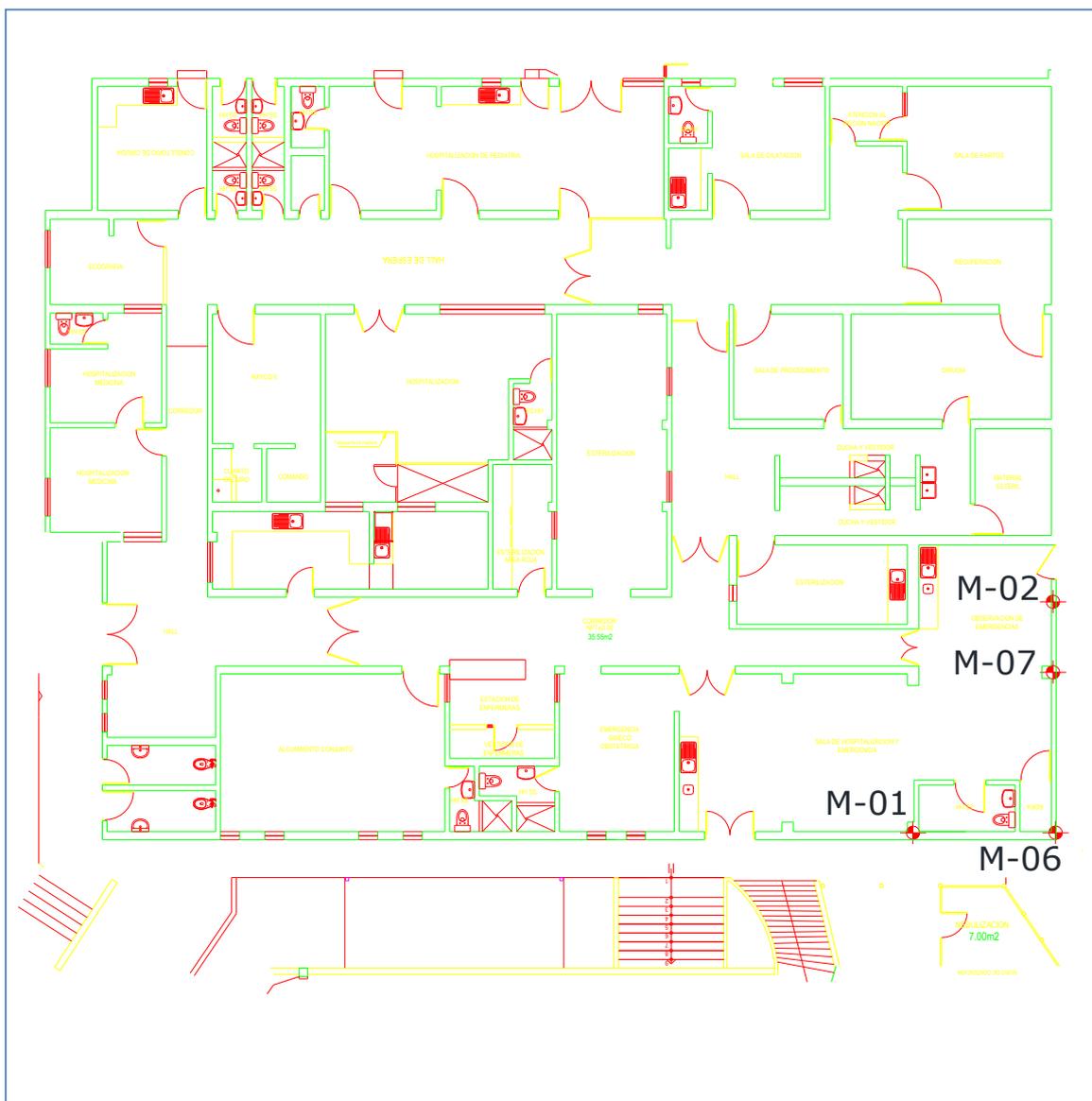


Figura EE1. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el área de emergencia



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

ANEXO IV

PLANTILLA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE TRACCIÓN EN BARRAS DE ACERO

ENSAYO DE TRACCION EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital de Huaycán
Tipo de probeta: Barras
Material: Acero
Fecha de ensayo: 22/11/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Límite de fluencia f_y (kg/cm ²)	Resistencia a la tracción R (kg/cm ²)	R/ f_y
	\varnothing (cm)	Area (cm ²)		Fluencia	Máxima			
M1	1.52	1.81	1.45	8880	13670	4893	7533	1.5
M2	1.33	1.39	0.95	6400	9320	4606	6708	1.5
M3	1.54	1.86	1.48	8800	13820	4724	7419	1.6

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

Informe N° 11-CISMID/2013

Ensayo: LMLD/GABM

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



Auscultación de la Cimentación del Hospital

ANEXO