

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO "SAN BARTOLOMÉ"

## INFORME TÉCNICO FINAL



### INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. MSc. Ing. Lourdes Cárdenas Paredes (Evaluación estructural)
2. Arq. Clotilde Espinoza - Arq. Enrique García Martínez (Evaluación no estructural)
3. Dr. Raúl Morales Soto / Arq. José Sato Onuma  
Drs. William Rojas Pérez/Abel García Villafuerte (Evaluación funcional)
4. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico Eléctrico)
5. Ing. Roger Salazar (Evaluación líneas vitales - Sanitario)

**DICIEMBRE - 2013**



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene como objetivo el estudio de la vulnerabilidad sísmica en las componentes estructural, no estructural y funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé" ubicado en el centro de Lima, distrito Cercado de Lima.

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

Se han hecho visitas periódicas al Hospital para reunir información del estado actual, en las visitas realizadas fueron inspeccionadas por diferentes especialistas, tanto para los componentes estructurales, no estructurales como los especialistas funcionales.

Para la revisión estructural se han realizado ensayos in situ de las propiedades mecánicas de los materiales, se han auscultado las cimentaciones y obtenido las características del suelo de fundación, se han realizado mediciones de vibración ambiental, estos últimos necesarios para calibrar el modelo matemático empleado en la evaluación estructural. En el análisis de nosocomio se determinó las distorsiones, esfuerzos de corte y una comparación con la demanda y resistencia, indicando las conclusiones y recomendaciones estructurales para su debido funcionamiento.

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

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

Son escenarios probables: que el hospital mantenga su estructura en pie y operativa, que la estructura colapse pero permita recuperar la función



primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias, o que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.

El estudio de vulnerabilidad funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé" (Honadomani San Bartolomé), en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

- a. Comité Hospitalario de Defensa Civil. Está formalizado y operativo, no dispone de un local específico y permanente; la vulnerabilidad es de nivel medio. Se recomienda reclutar personal especializado en gestión del riesgo de desastres, dedicado a exclusividad con los recursos necesarios.
- b. Plan Operativo para Desastres. Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación aunque hay un protocolo definido para el personal; dispone de pequeña zona segura de expansión para caso de desastre; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda reforzar capacidades para la evacuación, atención en desastre y potenciar los mecanismos de referencia.
- c. Planes de contingencia para atención médica de desastres. No hay planes específicos; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda su implementación.
- d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre. Dispone de reserva para el uso cotidiano; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda adecuar normas para permitir reserva para desastres.
- e. El Servicio de Emergencia. Está habitualmente sobreocupado, sería insuficiente para afrontar una situación de desastre; su vulnerabilidad es alta por ser un hospital de referencia de atención de salud sexual y reproductiva de la mujer y la atención integral del neonato, niño y del adolescente que proceden de cualquier punto del ámbito nacional. Se recomienda ampliar actuales espacios, reforzar equipos de triaje, potenciar los mecanismos de referencia y capacidades para atención en desastres.
- f. Otros servicios críticos del hospital. Todos están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda ampliar



espacios, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos y asignar recursos materiales en mayor volumen.

A pesar del avance logrado se observa una alta vulnerabilidad funcional. Las capacidades para una probable recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo pueden calificarse de insuficientes; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional.

Se observa una alta vulnerabilidad funcional. Las capacidades para una probable recuperación funcional de áreas críticas tras un terremoto destructivo son inexistentes; no se dispone de un sistema integrado de evacuación masiva hacia otros establecimientos por eventual colapso físico y funcional.





## CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	1
<b>CONTENIDO</b> .....	4
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	8
<b>2. OBJETIVO</b> .....	8
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL</b> .....	9
<b>4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL MADRE NIÑO "SAN BARTOLOMÉ"</b> .....	15
<b>4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad</b>	15
<b>4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad</b> .....	15
<b>4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad</b> .....	17
<b>4.1.3. Identificación de Elementos Funcionales que Influyen en la Vulnerabilidad</b> .....	25
<b>4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad</b> .....	32
<b>Instalaciones Eléctricas</b> .....	32
<b>Instalaciones Sanitarias</b> .....	34
<b>4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital</b> .	35
<b>4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental</b> .....	35
<b>4.2.2. Equipos e Instrumentación</b> .....	36
<b>4.3. Resultados de las Mediciones</b> .....	36
<b>4.3.1. Conclusiones</b> .....	39
<b>4.4. Auscultación de la Cimentación del Hospital</b> .....	40
<b>4.4.1. Generalidades</b> .....	40
<b>4.4.2. Objetivo del Estudio</b> .....	40
<b>4.4.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad</b> .....	40
<b>4.4.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación</b> .....	41
<b>4.4.5. Ensayos de Laboratorio</b> .....	43
<b>4.4.6. Perfil Estatigráfico</b> .....	44
<b>4.4.7. Análisis de la Cimentación</b> .....	46
<b>4.4.8. Agresividad del suelo de la cimentación</b> .....	50
<b>4.4.9. Conclusiones</b> .....	51

<b>4.5. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en Zonas Críticas</b> .....	53
4.5.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero .....	53
4.5.2. Resistencia del Acero de Refuerzo.....	53
4.5.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido .....	53
4.5.4. Resistencia del Concreto.....	53
4.5.5. Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe .....	54
4.5.6. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe .....	54
<b>5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL</b> .....	62
5.1. Modelos Matemáticos .....	65
5.2. Demandas de Carga .....	68
5.2.1. Cargas de Gravedad .....	68
5.2.2. Cargas de Sismo .....	68
5.3. Determinación de las Máximas Deformaciones para un sismo severo .....	71
5.4. Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido .....	89
5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura.....	95
5.6. Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud .....	96
<b>6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES</b> .....	97
6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica .....	97
6.2. Elementos no estructurales vulnerables.....	97
6.3. Recomendaciones para mejorar de los elementos no estructurales	112
<b>7. LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA</b> .....	115
7.1. (Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo.....	115
7.1.1. Instalaciones Sanitarias.....	115
7.1.2. Instalaciones Eléctricas .....	122
7.1.3. Instalaciones Mecánicas.....	124
7.1.4. Instalaciones Electromecánicas .....	125
7.1.5. Instalaciones Especiales .....	126
7.1.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación .....	127
7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales .....	128



7.2.1.	Instalaciones Sanitarias .....	128
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas .....	129
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	129
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas .....	129
<b>SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS</b> .....		129
7.2.5.	Instalaciones Especiales .....	130
7.2.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación .....	130
<b>8.</b>	<b>VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL</b> .....	131
8.1.	<b>Contexto del problema</b> .....	131
8.2.	<b>Análisis Situacional del Hospital</b> .....	133
8.3.	<b>Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013</b> .....	137
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO</b> .....	138
9.1.	<b>Componente Estructural</b> .....	138
9.2.	<b>Componente No estructural</b> .....	140
9.2.1.	Accesibilidad para las personas discapacitadas .....	140
9.2.2.	Equipamiento no médico .....	141
9.2.3.	Equipamiento Médico.....	145
9.2.4.	Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes.....	145
9.2.5.	Quirófanos – UCI .....	146
9.2.6.	Emergencia / Reanimación .....	146
9.2.7.	Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos.....	146
9.2.8.	Esterilización.....	146
9.2.9.	Equipos Conectados .....	146
9.2.10.	Equipos Rodantes.....	147
9.2.11.	Equipos Fijos .....	147
9.2.12.	Elementos Suspendidos .....	148
9.3.	<b>Componente Funcional</b> .....	149
9.3.1.	<b>Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS)</b> 149	
9.3.2.	Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto .....	153
9.3.3.	Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo .....	155



9.3.4. Comentario Final.....	156
<b>9.4. Componente de Líneas Vitales .....</b>	<b>159</b>
9.4.1. Instalaciones Sanitarias .....	159
9.4.2. Instalaciones Eléctricas .....	160
9.4.3. Instalaciones Mecánicas.....	160
9.4.4. Instalaciones Electromecánicas .....	161
9.4.5. Instalaciones Especiales .....	161
9.4.6. Redes y Sistema Informático y de Comunicación.....	161
<b>10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD.....</b>	<b>162</b>
10.1. Documentación Técnica.....	162
10.2. Esquemas.....	162
10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática.....	164
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>165</b>



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

### PRODUCTO 3: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO “SAN BARTOLOMÉ”

#### 1. ANTECEDENTES

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

El presente informe muestra los resultados del análisis de la vulnerabilidad de las áreas críticas del hospital Nacional Docente Madre Niño “San Bartolomé”.

#### 2. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es determinar a través de una evaluación estructural si las estructuras correspondientes a los bloques donde se ubican las áreas críticas del hospital cumplen con los requerimientos exigidos en la normas indicadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones en cuanto a su comportamiento sísmico. Asimismo desarrollar un diagnóstico del componente no estructural, funcional y líneas vitales del hospital en los edificios involucrados y emitir recomendaciones con respecto a que acciones se deben tomar que puedan conducir a cumplir con el criterio del hospital seguro.



### 3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL

**Nombre del establecimiento:** Hospital Nacional Docente Madre Niño “San Bartolomé”

**Dirección:** Alfonso Ugarte 825 del Distrito de Lima Cercado, en la Provincia de Lima

**Teléfonos:** (01) 5482010(central telefónica)

**Página web y dirección electrónica:** [www.sanbartolome.gob.pe](http://www.sanbartolome.gob.pe)

**Número total de camas:** 209

**Índice de ocupación de camas en situaciones normales:** 90%

**Descripción de la institución:**

**Aspectos generales:**

El Honodamani San Bartolomé está categorizado en Nivel III-1, es un órgano desconcentrado de la Dirección de Salud V Lima-Ciudad del Ministerio de Salud, normalizado en el ROF aprobado con RM N° 884-2003-SA/DM. Es un hospital especializado en la atención a la salud sexual y reproductiva de la mujer y la atención integral del neonato, niño y del adolescente que proceden de cualquier punto del ámbito nacional.

El Hospital “San Bartolomé”, fue fundado el 06 de enero de 1646, durante el virreinato del Marqués de Mancera Don Pedro de Toledo y Leiva. Sus fundadores fueron el célebre sacerdote agustino Fray Bartolomé de Vadillo y el religioso jesuita P. Gabriel Perli. En 1651 se erigió el hospital en el barrio de Santa Catalina, a la altura de la novena cuadra del Jr. Antonio Miró Quezada, local que terminó sufriendo graves daños durante el terremoto de 1687, siendo parcialmente reconstruido por el Sargento Mayor Manuel Fernández Dávila, Mayordomo del Hospital, gracias a las donaciones del Capitán Francisco Tijero de la Huerta y Segovia. Fue trasladado en el año 1988 al local que había sido desocupado por el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), ubicado en la cuadra ocho de la Av. Alfonso Ugarte del Cercado de Lima, local que tiene una antigüedad de más de 70 años, donde viene funcionando hasta la actualidad.





**Tipo de estructura:** Las edificaciones que conforman el Honadomani San Bartolomé han sido construidas mediante pórticos de concreto armado, siendo los techos de losa aligerada, utilizándose como divisorios muros de albañilería.

**Área de influencia:** Abarca los distritos de Cercado de Lima (26.99%), San Martín de Porres (14.04%), San Juan de Lurigancho (8.64%), Rímac (7.76%), Comas (6.91%), Los Olivos (5.87%), La Victoria, Breña, Independencia, Puente Piedra. En Lima provincias, el 70% de la demanda procede de las provincias de: Huaral, Barranca (al Norte de Lima), Cañete (al sur de Lima), Huarochirí (al este de Lima). En el resto de departamentos, el 80% de la demanda procede de los departamentos de: Piura, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Ancash (Norte), Ica (Sur), Ayacucho Junín, Huánuco (Centro), San Martín (Oriente). (Unidad de Informática Oficina de Estadística e Informática Hospital San Bartolomé, 2011).

**Cobertura de la población:** 2 500 000 habitantes, por ser referencia nacional.

**Horario de atención:** Consultorios 12 h, Emergencia y Hospitalización 24h.

**Personal:** según el CAP 2010 existen 932 trabajadores, distribuidos en directivos (67), profesionales (401), técnicos (376) y auxiliares (79).

#### **Cartera de Servicios:**

- Materno Fetal
- Ginecología
- Oncología Ginecológica
- Reproducción Humana
- Medicina Interna, Cardiología Dermatología Psiquiatría Obstetricia
- Neonatología, Lactante, Niño y Adolescente
- Neumología Pediátrica
- Neurología Pediátrica:
- Gastroenterología Pediátrica
- Infectología Pediátrica:
- Endocrinología Pediátrica
- Medicina Física y Rehabilitación
- Cirugía Neonatal, Cirugía Pediátrica
- Cirugía Plástica
- Oftalmología, Otorrinolaringología
- Emergencia: Pediátrica, Obstétrica, Cirugía Pediátrica

- Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal
- Unidad de Cuidado Intensivo Pediátrico
- Centro Quirúrgico
- Diagnóstico por Imágenes, Patología Clínica, Laboratorio, Citogenética y Biología Molecular, Banco de Sangre.
- Odontoestomatología

**Distribución física:** La infraestructura actual del HONADOMANI San Bartolomé consta de:

Un **edificio principal** ubicado en Av. Alfonso Ugarte N°825 del distrito de Lima cercado, provincia y departamento de Lima, con un área total de terreno es 4,501.48 m<sup>2</sup> y presenta un área construida de 12,661.75 m<sup>2</sup>. Los linderos del edificio principal son:

- Por el frente con la Av. Alfonso Ugarte cuadra 8, con una cota de 61.50 metros lineales.
- Por el lado derecho el Jr. Chota, con una cota de 94.79 metros lineales.
- Por el lado izquierdo el Pasaje Peñaloza, con una cota de 66.15 metros lineales.
- Por el fondo con el Pasaje Peñaloza con dos cotas de 15.20 y 8.25 metros lineales y con propiedad de terceros con dos cotas de 36.73 y 4.08 metros lineales.

Este edificio tiene 3 bloques. El Bloque Principal y originalmente construido, tiene 5 niveles y sótano. Los otros 2 bloques existentes, cuentan con 3 niveles y sótano. Entre los servicios que encontramos en este edificio se encuentran:

- Sótano: donde se encuentran los servicios de Emergencias, Caldero, Servicios Generales, Nutrición, Costura y Lavandería.
- Primer Piso: Hall de Ingreso Principal, Consultorios Externos de Gineco-Obstetricia y de Pediatría, Farmacia, Banco de sangre, Dirección Administrativa del Hospital, Oficinas Administrativas de Economía, Jefatura de Servicios Generales, Logística.
- Segundo Piso: Áreas de Cirugía Neonatal y Pediátrica; Unidad de Centro Obstétrico y la Unidad de Centro Quirúrgico.
- Tercer Piso: Las unidades de Cuidados Intensivos (UCI y UTI).
- Cuarto Piso: (solo en el bloque ubicado al frente de la Av. Alfonso Ugarte) Servicio de Hospitalización de Gineco, la Unidad de Docencia e Investigación.

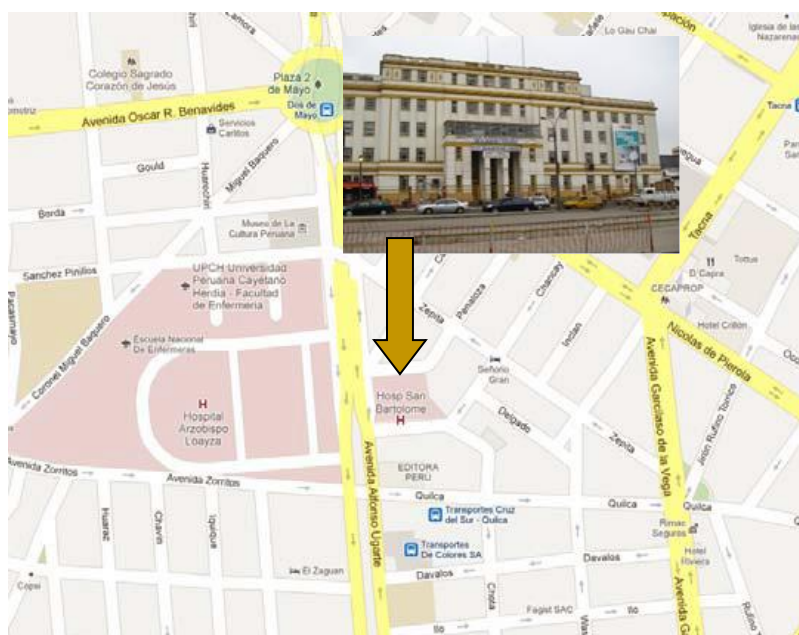
- Quinto Piso: (solo en el bloque ubicado al frente de la Av. Alfonso Ugarte) Unidad de Anatomía Patológica y Residencia Médica.
- Sexto piso: (solo en el bloque ubicado al frente de la Av. Alfonso Ugarte) Cuarto de Máquinas de ascensores, depósito y azotea.

**El terreno anexo del Hospital** (en una manzana diferente) ubicado en Jr. Chota s/n, con un área total de terreno es 1,448.90 m<sup>2</sup> y presenta un área construida de 957.24 m<sup>2</sup>. Los linderos de este local son:

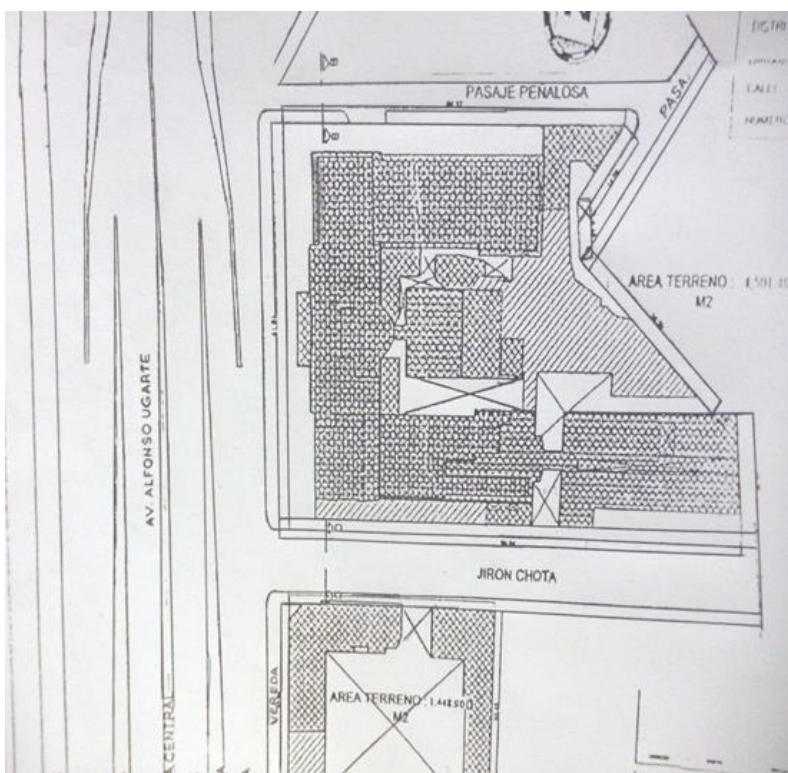
- Por el frente con el Jr. Chota, con una cota de 43.60 metros lineales.
- Por el lado derecho con propiedad de terceros, con una cota de 33,42 metros lineales.
- Por el lado izquierdo con la Av. Alfonso Ugarte cuadra 8, con una cota de 32.80 metros lineales.
- Por el fondo con propiedad de terceros, con una cota de 43.60 metros lineales.

Este local tiene dos niveles entre los que encontramos:

Consultorios Externos de crecimiento y desarrollo, Neonatología, bronco pulmonares, PROVENI, PROCETTS, algunas áreas administrativas como la Oficina de Control Interno y el archivo central, parte de servicios generales, un auditorio y el Servicio de la Cuna para los trabajadores de la Institución. La parte no techada del terreno es utilizada como playa de estacionamiento.



**Figura 1.** Plano de Ubicación del Honadomani “San Bartolomé”  
Fuente: Google Maps



**Figura 2.** Croquis de Bloques del Hospital “San Bartolomé.”

Fuente: Plan de Respuesta Frente a Emergencias y Desastres. Honadomani San Bartolomé. 2012

## 1. Capacidad hospitalaria(1)

### a. Gineco Obstetricia

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional
Materno fetal	68	
Ginecología	9	
Gineco-oncología	4	
Reproducción humana	8	
Adolescentes	8	
<b>TOTAL:</b>	<b>97</b>	

### b. Cirugía Pediátrica

Ambiente	Número de camas	Capacidad adicional
Neonatal	9	
Lactantes y Pre-escolar	14	
Escolares	11	
<b>TOTAL:</b>	<b>34</b>	

**c. Pediatría**

Ambiente o Servicio	Número de camas	Capacidad adicional
Lactantes	17	
Niños	14	
Adolescentes	4	
Neonatología	12	
<b>TOTAL:</b>	<b>47</b>	

**d. Emergencia y Cuidados Críticos**

Servicio o Ambiente	Nº camas y camillas	Capacidad adicional
UCI Neonatológica	9	
NEO UCI intermedio	4	
UTIPED.	6	
OBST. UCI MUJER	3	
OBST. UCI Intermedio Mujer	3	
<b>TOTAL:</b>	<b>25</b>	

**e. Quirófanos**

Servicio o Ambiente	Nº camas y camillas	Capacidad adicional
Sala de Operaciones	6	
<b>TOTAL:</b>	<b>6</b>	

FUENTE: Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé". Plan de Prevención y Atención de Emergencias y Desastres, 2012. Resolución Directoral N° 0155 -DG-HONADOMANI-2012, del 09 de julio 2012. (83 páginas)

Cuenta con un Banco de Sangre tipo II; para el día 26 de noviembre de 2013 reportó una disponibilidad de 68 unidades de sangre O positivo, 10 de O negativo, 8 de A+, 4 de B+, 2 de AB+, y 376 de plasma fresco.

**2. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa**

Ambiente	Área m <sup>2</sup>	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
Losa Deportiva	120			x		x		x	10 camillas



## 4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL MADRE NIÑO "SAN BARTOLOMÉ"

### 4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

#### 4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

En las visitas técnicas realizadas al Hospital Nacional Docente Madre Niño se observó ciertas deficiencias y características tales como:

- La antigüedad de las edificaciones construidas sin estándares actuales, en la construcción del establecimiento no tenían el conocimiento de columna corta, que actualmente existe. Se entiende como columna corta que este elemento estructural tomará una demanda sísmica mayor que para la cual ha sido diseñada. Este efecto ha sido la causante de muchos daños en edificaciones que han sido sometidas a un sismo.
- La interacción de las estructuras, debido a modificaciones en los ambientes y por accesibilidad se han creado pasadizos que conectan de una estructura a otra. Esto podría producir un choque entre los bloques, por consiguiente daño en las edificaciones.
- Sobrecarga en las edificaciones, debido a la gran demanda que actualmente tiene el establecimiento se han modificado los ambientes, aumentando pisos tanto horizontal, como vertical.
- Humedad en las estructuras, debido a las diferentes modificaciones en los ambientes y por ser una estructura antigua, no se ha dado el mantenimiento respectivo, existiendo actualmente filtraciones lo cual debilita las estructuras.



**Foto 1.** Se observa los vanos y mampostería adyacentes a las columnas, modificando la estructura, las cuales producirían columna corta.





Foto 2. Se observa presencia de humedad en ambientes debilitando la estructura.



Foto 3. Vista de Bloques, se observa las adaptaciones y remodelaciones para ambientes con cobertura ligera, modificando el peso de la estructura.



Foto 4. Vistas debajo del área de cocina (sótano), donde se observa tuberías de vapor con problemas de oxidación, muros, losas, columnas y vigas con problemas de humedad.

#### 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, la evaluación se ha realizado en función a las UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS (UPS) y UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS DE SALUD (UPSS) con que cuenta el hospital. Según la Norma Técnica N° 021-MINSA/DGSPN.02 Norma Técnica de Salud "Categorías de Establecimientos del Sector Salud", aprobado con Resolución Ministerial N° 914-2010/MINSA, las UPS y las UPSS están compuestas de la siguiente manera:

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

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.

---

#### UPSS

---

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

---

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.

UPSSATENCIÓN DIRECTA	UPSS ATENCIÓN 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 esta sección, se procederán a identificar los diversos elementos no estructurales que forman parte de la Infraestructura Hospitalaria sin estar comprendidos dentro del sistema estructural.

La falla en los elementos no estructurales de un edificio puede causar la inhabilitación del edificio para su buen funcionamiento o para su ocupación temporal, o puede llegar a causar gran cantidad de pérdidas humanas, además de materiales. Muchas veces, las pérdidas más grandes se han dado en edificios que no colapsaron, pero que sus elementos no estructurales fueron incapaces de soportar el evento.

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.

Algunos peligros de los elementos no estructurales que pueden afectar la vida o la salud de los ocupantes del hospital, en caso de un sismo, son los siguientes.

- Muebles con bordes puntiagudos que en su desplazamiento pueden dañar la integridad física de los ocupantes.
- Vidrios que pueden caer en zonas de circulación
- Objetos que caen de estantes, gabinetes y cielo raso
- Impacto por objetos que se deslizan o ruedan por el piso
- Inhalación de gases tóxicos o médicos
- Contacto con líquidos corrosivos o peligrosos
- Quemaduras producidas por vapor
- Incendio
- Desconexión o fallas en sistemas de soporte de vida
- Incapacidad para abandonar el lugar

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, provocarán daños por efecto de la deformación en algunos objetos de metal, 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 que influyen en la vulnerabilidad, agrupándose de la forma siguiente:

### **ARQUITECTÓNICOS**

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

- Luminarias
- Barandas
- Puertas y rutas de salida

### EQUIPAMIENTO

- Equipo médico
- Equipo de laboratorio
- Equipo industrial
- Equipo de oficina
- Mobiliario
- Suministros

Bajo este marco, la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad de un establecimiento hospitalario son mostrados, a modo de ejemplo, en Figuras que corresponden a eventos sísmicos intensos producidos en establecimientos de otros países.

#### 1- Tabiques o divisiones interiores con vidrios crudos

En los Hospitales, es muy común que se encuentren ambientes adaptados en corredores, salas amplias o espacios abiertos y que no han sido diseñados para esas actividades; estos son habilitados 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 ante sismos moderados o intensos pueden sufrir deformaciones.



**Figura 3:** Tabiques no asegurados adecuadamente, corren el riesgo de deformaciones o caídas ante eventos adversos.



Debido a lo anteriormente señalado y dado que la estructura no se encuentra debidamente rigidizada a fin de restringir las deformaciones laterales, y la distorsión angular de los vanos en los cuales se encuentran los tabiques.

## 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, las cuales, en caso de sismos, pueden desprenderse dañando la integridad física de las personas que se encuentran transitando cerca de ellas.



**Figura 4:** Baldosas en fachadas, que se desprenden por efecto de sismos intensos.

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





**Figura 5:** Falsos cielos rasos se desprenden por deficiencia en anclajes ante movimientos sísmicos

**4- Techos y cubiertas,** son vulnerables cuando no tienen un sistema de fijación adecuado y el buen estado de conservación. Se corre riesgo de caída o desprendimientos, que influyen en la vulnerabilidad.



**Figura 6:** Techos ligeros que deben estar sujetos adecuadamente a fin evitar caídas o desprendimientos

**5- Parapetos, barandas y rampas**, las deficiencias o la falta de estos elementos incide en la seguridad del personal y pacientes, comprometiendo las rutas de evacuación y/o su integridad física.

**6- Mobiliario, Equipamiento biomédico**, desplazamiento y caída de los objetos por no encontrarse asegurados, comprometiendo la operatividad del establecimiento, debido a la ocurrencia de los posibles daños como son:

- Impacto de objetos afilados.
- Impacto de objetos sueltos que caen de una altura apreciable.
- Impacto de objetos que se deslizan o ruedan por el piso.
- Contacto directo con contaminantes o sustancias tóxicas.
- Desconexión o averías de sistemas esenciales para mantener la vida.
- Contacto con cables eléctricos expuestos, vapor o gases
- imposibilidad de reponer aparatos o suministros esenciales.
- Pérdida de función del equipo o sus dependientes.
- Daño o pérdida económica.



**Figura 7:** Desplazamiento de equipos que pueden ocasionar la inoperatividad de los mismos



**Figura 8:** Caída y volcamientos de estanterías que no están adecuadamente sujetos

### 7- Puertas y ventanas

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

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



**Figura 9:** Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sísmicos, se caen e incrementan el peso del falso cielo raso provocando colapso del sistema

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

#### **4.1.3. Identificación de Elementos Funcionales que Influyen en la Vulnerabilidad**

##### **A. Entorno Físico y Poblacional y Efectos Actuales o Potenciales Sobre El Hospital**

El hospital está ubicado en el distrito de Cercado de Lima, al centro de la capital, en área urbana consolidada, con densidad poblacional alta.

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

- **Territoriales:**
  - Amenaza sísmica: alta en la región.
  - Inundaciones rápidas: no esperado.
  - Inundaciones lentas: probable por efecto de lluvias; el cambio climático puede incrementar su frecuencia.
  
- **Urbanos:**
  - Seguridad de vivienda para sismos: 31% de viviendas de distritos de la zona de influencia del hospital (Ate, La Victoria, Cercado de Lima, San Juan de Lurigancho) podrían ser destruidas o quedar inhabitables, produciendo unos 160 mil heridos, 8.7% de la población, por la caracterización geotécnica-sísmica del suelo y la estimación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de vivienda. [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](http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf), Acceso: 12 abril 2012]
  - Incendios: no cuantificado, se estima peligro medio por material constructivo, depósitos, venta de pirotécnicos, industrias, depósitos de reciclables.
  
- **Vialidad, transporte terrestre y accesos:**
  - Estado y seguridad de vialidad: insuficiente, frecuente accidentalidad



- Ocupación de vialidad: muy alta, incide en tránsito muy lento
- Rutas con alta peligrosidad identificada: carretera central.
- Inseguridad del transporte: muy alta, mortalidad excesiva (segundo lugar en América Latina en atropello de peatones) [Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Naciones Unidas. <http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>. Acceso 11 octubre 2013]
- Mortalidad por accidente vehicular: muy alta (país 3,500/año, 60% en Lima) [Aspectos psicosociales en accidentes del transporte terrestre. Morales Soto Nelson Raúl, Alfaro Basso Daniel, Gálvez Rivero Wilfredo. Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública. 2010; 27(2): 273-78. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf>. Acceso 11 octubre 2013]
- Puntos críticos de eventual aislamiento local: existen pasos a desnivel y puentes en el distrito o circundantes
- Transporte masivo: gran flujo de buses de servicio público.
- Locales de aglomeración poblacional masiva:
  - Centros comerciales: varios, a veces sin adecuado control de la autoridad pertinente
  - Espectáculos públicos: estadios deportivos, coliseos, discotecas
- Materiales peligrosos:
  - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona
  - Industrias químicas o energéticas: si existen en distritos circundantes (pinturas).
  - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
  - Industrias: confeccionistas de ropa.
- Sociales:
  - Conflictividad social: 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012 [Decimosexto Informe Anual de la Defensoría del Pueblo. Defensoría del Pueblo. Enero-diciembre 2012. Lima, 2013. <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/anauales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>, Acceso 14 oct. 2013]
  - Desorden público: nivel medio (el centro de Lima es zona de frecuentes manifestaciones).
  - Homicidio: medio (supera 20x100 mil habitantes)
  - Seguridad pública (delincuencia): percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima). [Estadísticas sobre seguridad ciudadana. INEI. Lima, 2013. <http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf>, Acceso 11 octubre 2013]
  - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona

- Pobreza en el distrito: 18% de la población, pobreza extrema: 0.5% [Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres. Hospital Nacional Dos de Mayo. Lima, 2013].
- **Biológicos:**
  - Hídrico: riesgo de contaminación masiva del agua de la capital por deslaves tóxicos (Tamboraque, río Rímac)
  - Sanitario: aniegos frecuentes con aguas servidas
  - Alimentos: frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva)
  - Epidemias: antecedente de cólera e influenza, dengue probable.

## B. RELACIONES FUNCIONALES DE LAS ÁREAS CRÍTICAS DEL ESTABLECIMIENTO

El Servicio de Emergencia, ubicado en el sótano del edificio principal de más de 70 años de antigüedad, remodelado en el 2013 pero con la misma área, sin expansión. Tiene acceso del exterior por el Pasaje Peñaloza y la avenida Alfonso Ugarte con una puerta ancha, libre, ingresando por una rampa al hall de recepción donde está la Unidad de Triage, Admisión y Caja.



**Foto 5.** Ingreso del Servicio de Emergencia ubicado en el sótano del edificio principal (Bloque A).



Se abren al pasillo los ambientes de Tópico de Urgencias, Sala de Observación y Shock Trauma que se comunican con Laboratorio de Emergencia, Lavandería, Nutrición y Servicios Generales, además los calderos del hospital. Existe una escalera posterior de escape que da acceso al patio interno del primer piso que se relaciona con Laboratorio Central, Banco de Sangre y Radiología que tienen salida de evacuación a zona segura externa por el Jr. Chota.



Foto 6. Interior del Área de Emergencia remodelada.



Foto 7. Relación funcional de Laboratorio, Banco de Sangre y Radiología en el interior de bloque A y B.

La Unidad de Centro Obstétrico y Centro Quirúrgico está ubicada en el segundo piso y la UCI está en el tercer piso. La ruta de evacuación de ambos ambientes es a través de la escalera principal con salida a la Av. Alfonso Ugarte y otra escalera accesoria estrecha con salida al patio interno que comunica al Jr. Chota. Estos ambientes no tienen diseño hospitalario adecuado, regular señalización, no tiene red contra incendios ni detectores de humo.

El Hospital San Bartolomé no tiene áreas libres internas para establecer zonas de seguridad, su zona de seguridad externa es el pasaje Peñaloza y el jirón Chota. Existen pocos planos de ruta de evacuación visibles, además los diagramas de evacuación existentes adosados a los muros están desactualizados o no corresponden a la realidad existente de las vías de evacuación. Las rutas de evacuación están obstruidas por gabinetes así como escaleras estrechas. El Hospital cuenta con 72 extintores resultando insuficientes y su ubicación e instalación no cumplen la Norma Técnica.



**Foto 8.** Escalera estrecha de evacuación del ambiente lateral, donde se ubica el Centro Quirúrgico y Unidad de Centro Obstétrico.



**Foto 9.** Ruta de evacuación de la parte administrativa y asistencial del cuarto piso ocupada por casilleros.



**Foto 10.** Almacén de insumos de Defensa Civil con balones de oxígeno y gas que además obstruyen el acceso.



**Foto 11.** Zona de Seguridad Externa en el Jr. Chota, se observa vehículos estacionados en zona prohibida.



**Foto 12.** Reunión con el Equipo de la Unidad de Intervención de Emergencia y Desastre.



#### 4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad

##### Instalaciones Eléctricas

1.1. SISTEMA ELÉCTRICO	OBSERVACIONES
<b>Generador adecuado para el 100% de la demanda.</b> El evaluador verifica que el generador entre en función segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos, etc.	Un grupo electrógeno que provee de energía en 100 % a todo el hospital, cuenta con tablero de transferencia con una respuesta de 4 seg. de cortado la energía de EDELNOR
<b>¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?</b>	Está protegido pero está en un área poco accesible
<b>Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.</b>	Debe continuarse mejorando los cambios de redes eléctricas
<b>Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.</b>	Sistema de alimentación eléctrica EDELNOR, y cuenta con grupo electrógeno y las áreas críticas están conectadas, no existe redundancia
<b>Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.</b>	Tablero con sistema de interrupción por sobre carga en buen estado , pero subtableros deben mejorarse, así como en los sistemas de puesta a tierra Debe efectuarse el mantenimiento de pozo a tierra
<b>Sistema de iluminación en sitios clave del hospital.</b> Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.	Buena iluminación en especial zonas críticas y rutas de evacuación, sistemas de iluminación requieren aseguramiento
<b>Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.</b>	Corresponde a la SS EE

1.2. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	OBSERVACIONES
<b>Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas.</b>	Antena de radio requiere mantenimiento, así como la torre de soporte
<b>Estado técnico de sistemas de baja corriente</b> (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	El estado técnico de las instalaciones de altavoces , perifoneo de ben mejorarse con un ordenamiento y algunos cambios del cableado, los mismos que deben estar protegidos
Estado técnico del sistema de comunicación alterno. estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,	El estado técnico del sistema de radio debe mejorarse para cubrir todas las emergencias, debe implementarse con teléfono satelital y el mejoramiento del ancho de banda del sistema de internet
Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. r que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad.	El estado técnico de los anclajes de sistema de telecomunicaciones debe efectuarse un mantenimiento para garantizar su grado de seguridad.
Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	El estado técnico de los sistemas de telecomunicaciones instalados dentro del perímetro del hospital deben ordenarse técnicamente su cableado
Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	No cuenta con local apropiado para manejo de emergencias en desastres.
Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	Cuenta con baterías en stand By para emergencias en caso de sismos, está en reordenamiento



<b>1.3. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (GAS, GASOLINA O DIESEL):</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días.</b>	02 cisternas de 3000 y 2500 galones de diesel para el grupo electrógeno y las calderas.
<b>Anclaje y buena protección de tanques y cilindros</b>	Tanques anclados a sus bases
<b>Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles.</b> Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Hospital	Ubicados en zona poco accesible.
<b>Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).</b>	Líneas y accesorios en regular estado, requiere mantenimiento

<b>1.4. SISTEMA DE GASES MEDICINALES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo.</b>	Cuentan con equipo generador de Oxígeno.
<b>Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios</b>	Anclaje adecuado en algunos falta complementar
<b>Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.</b>	Central de oxígeno tipo manífool para uso de respaldo. Pero falta aseguramiento de balones de O <sub>2</sub>
<b>Ubicación apropiada de los recintos.</b>	La central de respaldo que sirve para emergencia se encuentran mal ubicada (en pasadizo) Recinto accesible
<b>Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones).</b>	Más del 50 % son tubería en buenas condiciones, requiere realizar pruebas de seguridad de las válvulas
<b>Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales</b>	Protección falta bandas de sujeción, para evitar caídas, explosiones.
<b>Seguridad apropiada de los recintos.</b>	No es muy seguro por encontrarse la central con los tanques criogénicos están en un ambiente poco ventilado y en sótano, debe reubicarse.

<b>1.5. SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.</b>	Ductos con soportes de regular condición, se debe realizar mantenimiento de ductos y tuberías por la antigüedad del hospital
<b>Condición de tuberías, uniones, y válvulas..</b>	En regular condición, requieren mantenimiento
<b>Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente.</b>	No cuenta con agua Caliente, debe implementarse
<b>Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.</b>	Regular condición, requieren mantenimiento y complementar algunos tramos

<b>Ubicación apropiada de los recintos.</b>	Ubicadas en el sótano requiere mantenimiento
<b>Seguridad apropiada de los recintos.</b>	Regular seguridad
<b>Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros).</b>	02 calderas relativamente nuevos están operativos y funcionan alternadamente

## Instalaciones Sanitarias

Las Instalaciones Sanitarias de agua y desagüe en el establecimiento de salud están conformadas por la infraestructura de almacenamiento, tuberías de agua y desagüe, válvulas y equipos de bombeo, los cuales por sus características e importancia deben mantenerse en estado operativo después de una emergencia, razón por la cual los niveles de riesgo a los que están expuestas deben ser los más conservadores.

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

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

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

El daño producido por sismos en obras que están bajo el nivel del suelo como tuberías y conductos de agua y alcantarillado, válvulas etc., no serán visibles, al estar enterradas las tuberías se mueven con el suelo sufriendo deformaciones por lo que se espera mayores daños en las tuberías más rígidas como F<sup>0</sup>F<sup>0</sup>, concreto y asbesto cemento que las más flexibles como PVC. Los puntos más vulnerables de las tuberías son las uniones especialmente las rígidas

En general la vulnerabilidad está afectada por los siguientes elementos:

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

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

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

##### 4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental

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

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

Los microtemores han sido utilizados desde principios del siglo XX para determinar las propiedades dinámicas del terreno. Omori (1908) inició las investigaciones sobre microtemores empleando un instrumento muy simple para observar la vibración natural del suelo que no correspondía a una vibración sísmica y encontró que dicha vibración natural podría ser causada por el viento, olas marinas o perturbaciones artificiales como el tráfico, vibración de máquinas, etc. Para estimar el periodo de oscilación de una edificación, que es el presente objetivo, se aprovecha la vibración ambiental como fuente de excitación de las edificaciones y se utiliza un equipo con un sensor triaxial colocado en la parte superior para medir la velocidad o aceleración del movimiento de la edificación en sus direcciones longitudinal y transversal. El registro obtenido será luego sometido a un análisis espectral para identificar el correspondiente periodo de oscilación horizontal en las direcciones longitudinal y transversal de la edificación donde se realizó la medición.

#### 4.2.2. Equipos e Instrumentación

Para la medición del periodo de oscilación se empleó un equipo denominado GEODAS 15-HS (ver figura AI-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía ButtanService., 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: MicrotemorObservation (Mtobs, incluido en el GEODAS 15HS)
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtpltn2.exe, calHVm4.exe

#### 4.3. Resultados de las Mediciones

La medición consiste en la obtención de registros de vibración ambiental o microtemores en la parte superior de las edificaciones para su posterior análisis. Estos registros deben tener una duración suficiente para proveer una adecuada información, es decir una calidad aceptable de datos evitando en lo posible durante la medición la

existencia de interferencia de ruidos producidos por fuentes externas o internas a la edificación que pueden generarse cerca al sensor.

Para la medición se instala uno o varios sensores triaxiales en la parte superior del edificio, si esto no es posible por diversas circunstancias se ejecuta la medición en el nivel inferior inmediato del superior. Los sensores tienen la capacidad de registrar el movimiento en tres direcciones ortogonales (dos horizontales y una vertical). Una vez colocados los sensores, deben estar correctamente nivelados para asegurar la horizontalidad de las componentes horizontales de estos. Luego, se configura la frecuencia de muestreo del equipo de medición y el intervalo de tiempo que se grabará. En nuestro caso se utilizaron sensores que miden la velocidad del movimiento de la edificación, con un intervalo de muestreo de 200 muestras/s (doscientas muestras por segundo) y se obtuvieron registros con una duración de 15 minutos. Los registros de velocidad de vibración ambiental obtenidos constituyen un conjunto de datos discretos en el dominio del tiempo, es decir, un registro tiempo-historia (ver figuras, Anexo II), estos registros de velocidad presentan en las abscisas unidades de tiempo en segundo (s) y en las ordenadas unidades de velocidad en micras/s ( $\mu\text{m/s}$ ) donde una micra ( $\mu\text{m}$ ) es igual a  $10^{-6}$  metros. Para obtener la frecuencia o periodo dominante en estos registros se utiliza el concepto de Transformada de Fourier, que permite llevar el registro del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias. Para aplicar este concepto a una serie de datos discretos se utiliza el algoritmo de Cooley and Tukey (1965) para la transformada rápida de Fourier (FFT).

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

El registro de vibración ambiental obtenido para cada componente horizontal del movimiento es dividido en intervalos de igual duración



(ventanas). Luego, para cada uno de estos intervalos se obtiene el espectro de amplitudes de Fourier. Finalmente, los espectros obtenidos en cada intervalo se promedian con la finalidad de disminuir la incertidumbre en los resultados.

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

En el presente estudio se realizaron mediciones en 03 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura All-1 muestra la distribución y orientación de los sensores en las edificaciones donde se realizaron las mediciones, para ello se siguieron las direcciones longitudinal y transversal de las edificaciones definiendo en forma paralelas a éstas las direcciones X e Y. Las figuras All-2 al All-4 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.)	
	Dirección X	Dirección Y
01	0.22	0.20
02	0.12	0.11
03	0.08	0.07

El Anexo I (Ver al final del Informe) muestra el registro de fotografías con los puntos de medición donde se ubicaron los sensores en las diferentes edificaciones del hospital.

#### 4.3.1. 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 0.07 s a 0.22 s, valores que corresponden a edificaciones de 2 a 5 pisos.

#### Referencias

- Bard, P. (1998), Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation? The effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada y Sasatani (eds), 1251-1279.
- Flores, H.C.(2004), "Método SPAC : Una alternativa para la Estimación de Modelos Velocidades en el Valle de México", Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Lermo J., Rodríguez M., y Singh S. K. Natural period of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements, Earthquake Spectra, (1988), 4, 805-14.
- Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994). Are microtremors useful in site response evaluation?, Bull. Seism. Soc. Am., 83,1350-1364.
- Nakamura, Y. (1989). "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface".Quarterly Report Railway Technology. Research Institute., Vol. 30. N°3.pags.25-30.
- Omori, F. (1908)"On Micro-Tremors".Bull.ImperialEarth.Investigacion Committee of Tokyo, Vol II.Pag.1-6.

Anexo I: Panel Fotográfico (Ver final del informe)

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

#### **4.4. Auscultación de la Cimentación del Hospital**

##### **4.4.1. Generalidades**

El Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé está conformado por edificaciones de 1 y 5 pisos y sus estructuras están cimentadas mediante cimientos corridos, zapatas y vigas de cimentación.

El Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé se ubica en la Av. Alfonso Ugarte, Distrito del Cercado de Lima, Provincia y Departamento de Lima.

##### **4.4.2. Objetivo del Estudio**

El presente estudio de auscultación de cimentaciones tiene como objeto investigar el subsuelo donde se ha cimentado el Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé 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.

##### **4.4.3. 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

fluvioaluviales recientes (Qr-al), que están constituidos predominantemente de material grueso, compuestos de gravas, cantos, boleas, bloques sub redondeados con matriz arenosa y materiales finos. Estos materiales forman parte de depósitos fluvio aluviales correspondientes al cono de deyección del río Rímac.

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

### Sismicidad

La ciudad Lima se encuentra enclavada en una región de alta actividad sísmica, donde es de esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil del proyecto. La actividad sísmica está íntimamente relacionada con la subducción de la placa Nazca bajo la placa continental sudamericana. Subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de 10 centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía en forma de 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%.

#### 4.4.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación

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

## Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se ha cimentado las edificaciones del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé, 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 III. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presenta en la Lámina 1.

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

Calicata	Prof. Investigada (m.)	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	3.00	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 Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé, se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1, del anexo III). 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.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Zapata	1.25	0.80	0.80
C-2	Zapata	1.35	0.50	1.10
C-3	Zapata	1.50	0.50	1.00
C-4	Corrida	Muro de ladrillo		1.80
C-5	Zapata	1.70	0.90	1.00



#### 4.4.5. Ensayos de Laboratorio

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

Los ensayos estándar para la clasificación de suelos y propiedades mecánicas, se realizaron en el Laboratorio Geotécnico del CISMID. Dichos resultados se presentan en las Tabla 4 y Tabla 5, donde se muestra un resumen de la cantidad de ensayos realizados.

**Tabla 4.** Resultados de los Ensayos de Laboratorio y Clasificación de suelos.

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-2	M-1
Profundidad (m)	1.20-2.00	1.10-2.00	0.40-2.00	2.30-3.00	0.10-2.00
%Gravas	83.2	74.1	76.7	78.6	76.7
%Arena	13.8	18.2	18.5	17.8	19.4
%Finos	3.0	7.7	4.8	3.6	3.9
L.L.	19	20	18	18	NP
L.P.	NP	4	NP	NP	NP
Humedad W%	2.0	2.6	1.0	1.3	2.3
SUCS	GP	GP-GM	GP	GP	GP

**Tabla 5.** Resultados del ensayo de compresión triaxial.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Parámetros Drenados	
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
C-4	M-2	2.30-3.00	GP	43°	0.30

#### 4.4.6. 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 0.10 metros.

La capa superficial está conformada por relleno de limos con arena (ML), color marrón a gris claro, húmedo, de consistencia blanda, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados con restos de cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 0.80 m.

Subyaciendo a este estrato se encuentra una arcilla limosa (CL-ML), color marrón, húmeda, de consistencia blanda con presencia de gravas redondeados a subredondeados aislados. Este estrato está en contacto con la grava y tiene un espesor a los 1.20 m.

Debajo de este estrato se encuentra un estrato de grava mal gradada con matriz areno limosa (GP), color marrón, húmedo, de compacidad compacta, gravas y cantos redondeados a sub redondeados en un 8%.

##### **CALICATA C-2**

Losa de concreto de 0.10 metros.

La capa superficial está conformada por relleno de arena limosa con grava (SM), color marrón, húmeda, de compacidad suelta a densa, con presencia de gravas redondeadas a subredondeadas y restos de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 1.10 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava mal gradada a grava areno limosa, redondeada a subredondeada (GP-GM), color marrón, húmeda, de compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a sub redondeados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

### **CALICATA C-3.**

Losa de concreto de 0.10 metros.

La capa superficial está conformada por un relleno de arena limosa (SM), color marrón, húmeda de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados, con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 0.40 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava mal gradada redondeada a subredondeada, con matriz de arena limosa (GP), color gris, húmeda, de compacidad compacta y con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados aislados. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 m investigados.

### **CALICATA C-4.**

Losa de concreto de 0.10 metros.

La capa superficial está conformada por un relleno de grava limosa con arena (GM), color gris claro, húmeda, de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados con restos de plásticos, cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 1.40 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de arena limosa (SM), color marrón, húmeda, de compacidad densa, con presencia de gravas redondeada a subredondeada. El espesor de este estrato es de 0.90 m.

Debajo de este estrato se encuentra la grava mal gradada con matriz arena limosa (GP), color marrón, de compacidad compacta y con presencia de cantos redondeados a subredondeados, con una densidad seca  $\gamma_d = 1.95 \text{ gr/cm}^3$ , humedad  $w = 1.3 \%$ , ángulo de fricción interna  $\Phi = 43^\circ$ , cohesión  $C = 0.3 \text{ Kg/cm}^2$ . El espesor de este estrato es mayor a los 3.00 m investigados.

## **CALICATA C-5.**

Losa de concreto de 0.10 metros.

Subyaciendo a la losa de concreto se encuentra un estrato de grava mal gradada con matriz areno limosa (GP), color marrón a gris, húmeda, de compacidad compacta y con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 m investigados.

### **4.4.7. 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=0.80 m. La cimentación se encuentra sobre arcilla limosa con grava (CL-ML).

En la zona de la calicata C-2. Df=1.10 m. La cimentación se encuentra sobre grava mal gradada a grava areno limosa (GP-GM).

En la zona de la calicata C-3. Df=1.00 m. La cimentación se encuentra sobre grava mal gradada con matriz areno limosa (GP).

En la zona de la calicata C-4. Df=2.50 m. La cimentación se encuentra sobre grava con matriz areno limosa (GP-GM).

En la zona de la calicata C-5. Df=1.00 m. La cimentación se encuentra sobre grava mal gradada con matriz areno limosa (GP-GM).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 0.80m y 1.00m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio Df = 0.90 m.

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

### Capacidad Admisible

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 corrida y zapata.

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

Donde:

$q_u$  = capacidad última de carga.

$q_{ad}$  = capacidad admisible de carga.

$F_s$  = factor de seguridad = 3.

$\gamma$  = peso unitario del suelo.

$D_f$  = profundidad de cimentación.

$N_c, N_\gamma, N_q$  = parámetros de capacidad portante en función de  $\phi$ .

$S_c, S_\gamma, S_q$  = factores de forma (Vesic, 1979).

### Factores de capacidad de carga

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

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

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



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

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

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

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

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 6.** Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

Estructura	Suelo de fundación	B (m)	D <sub>f</sub> (m)	γ (g/cm <sup>3</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	q <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	q <sub>ad</sub> kg/cm <sup>2</sup>
Zapata	Grava con arena limosa	1.70	0.90	2.00	0.0	43	12.46	4.15
Cimiento Corrido	Grava con arena limosa	0.60	0.80	2.00	0.0	43	6.88	2.29

\* Nota: Se calcula por falla de corte local.

### Cálculo de Asentamiento

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

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

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

Donde:

- Si = Asentamiento en cm.
- Relación de Poisson = 0,3.
- I<sub>f</sub> = Factor de forma (cm/m).
- E<sub>s</sub> = Módulo de elasticidad (ton/m<sup>2</sup>).
- q = Presión de trabajo (ton/m<sup>2</sup>).
- B = Ancho de la cimentación.

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

**Tabla 7.** Cálculo de Asentamientos de la Cimentación

Ubicación	Suelo de fundación	B (m)	$E_s$ Kg/cm <sup>2</sup>	$Q_{ad}(1)$ kg/cm <sup>2</sup>	Si Cm
Zapata	Grava con arena limosa	1.70	800	4.15	0.76
Cimiento Corrido	Grava con arena limosa	0.60	800	2.29	0.15

Donde:

- Df : Profundidad de cimentación.  
 $q_{ad}$  : Capacidad admisible del suelo.  
Si : Asentamiento probable.

### Parámetros de Sismo

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

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

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

**Tabla 8 .** Parámetros de diseño sismorresistente.

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

#### 4.4.8. Agresividad del suelo de 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 9. 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-03, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10. En esta muestra los valores están por debajo de los límites máximos estipulados como agresivos para estructuras de concreto armado.

**Tabla 9 . 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 10 . Ensayos Químicos Ejecutados**

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t.	so	cl	ph	
C-03 M-1	0.40-2.00	518	386	72	-	Leve

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 386 ppm, menor que 1000 ppm, el cual presentará leve ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 72 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 518 ppm menor que 15000 ppm, por lo tanto no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por lixiviación.

#### 4.4.9. Conclusiones

- Se han ejecutado 05 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-5, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 2.00m hasta los 3.00 m. La auscultación de la cimentación se realizó en las 05 zonas indicadas. Hasta la profundidad explorada no se ubicó el nivel freático.

- El perfil estratigráfico está conformado por gravas mal gradas a gravas areno limosa, con gravas redondeadas a subredondeadas (GP-GM), de color marrón, húmeda, de compactidad compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados, de más de 3.00 m de espesor.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 0.80 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 4.15 Kg/cm<sup>2</sup> para las zapatas cuadradas y de 2.29 Kg/cm<sup>2</sup> para los cimientos corridos, de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sísmoresistente de las estructuras, el Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé se encuentra localizado en la Zona 3, correspondiéndole un factor de zona  $Z=0.4$ , según la Norma de Diseño Sísmorresistente E-030.
- De las exploraciones realizadas, el perfil de suelo clasifica como un suelo tipo S1 de la Norma E-030, con un valor de  $T_p = 0.4$  y un factor de suelo  $S = 1.0$ .
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran pequeñas concentraciones de sales solubles totales y bajas concentraciones de sulfatos y cloruros, los cuales no ocasionarán problemas a la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicaran al área estudiada, no será aplicada en otros sectores y para otros fines.

Anexo III: (Ver final del informe)

- Ubicación de Calicata y Auscultaciones.
- Registros de Excavaciones.
- Ensayos de Laboratorio.
- Detalles de la Cimentación.
- Fotografías de Calicata y Auscultaciones



## 4.5. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en Zonas Críticas

### 4.5.1. 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 14

### 4.5.2. 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/cm<sup>2</sup> en la zona de M-1 y en la zona de M-2 y M-3 se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm<sup>2</sup>.

### 4.5.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

Con la finalidad de evaluar el estado de los materiales utilizado en la construcción del Hospital San Bartolomé, 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 13

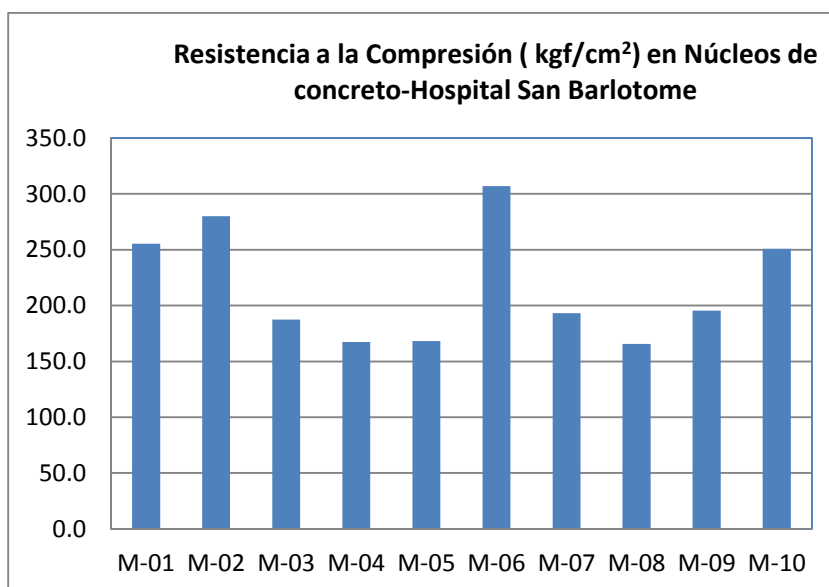
Estas muestras fueron ensayadas para conocer las características mecánicas de los materiales utilizados en los principales elementos estructurales.

### 4.5.4. Resistencia del Concreto

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 NTP 339.034 ASTM C 42 NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están contenidas en las planillas del laboratorio adjuntas en este informe. En la Tabla 11 se puede ver el resumen de los ensayos.

**Tabla 11.** Resistencia a la compresión de núcleos de concreto.

Identificación	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-01	Columna	255.4
M-02	Columna	280.1
M-03	Columna	187.4
M-04	Columna	167.4
M-05	Columna	168.1
M-06	Columna	306.9
M-07	Columna	193.2
M-08	Columna	165.5
M-09	Columna	195.6
M-10	Viga	250.9
<b>Promedio=</b>		<b>217.1</b>



**Figura 10.** Resistencia a la Compresión de Núcleos de Concreto.

#### 4.5.5. 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.

#### 4.5.6. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe

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

### Anexo I: Registro Fotográfico



Foto 13. Extracción de núcleos de concreto.



Foto 14. Puntos de extracción de muestras de acero.



Foto 15 Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.



Foto 16 Ensayo de tracción de muestras de acero.

Los resultados de los ensayos de resistencia de concreto se muestran a continuación:



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital San Bartolomé  
 Tipo de probeta: Cilíndrica  
 Material: Concreto  
 Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
<b>Fecha de Extracción</b>	11/11/2013	11/11/2013	11/11/2013	11/11/2013	11/11/2013
<b>Elemento Estructural</b>	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
<b>Altura (cm)</b>	9.90	13.70	14.80	14.80	13.80
<b>Diámetro (cm)</b>	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
<b>Carga (Kgf)</b>	11680	12190	8060	7200	7310
<b>Resistencia (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	271.6	283.4	187.4	167.4	170.0
<b>Relación altura/diámetro</b>	1.338	1.851	2.000	2.000	1.865
<b>Factor de corrección</b>	0.941	0.988	1.000	1.000	0.989
<b>Resistencia para una relación de 2:1 (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>255.4</b>	<b>280.1</b>	<b>187.4</b>	<b>167.4</b>	<b>168.1</b>
<b>Tipo de falla</b>	Corte	Cono	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 tonf

Informe N° 09-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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





## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital San Bartolomé  
 Tipo de probeta: Cilíndrica  
 Material: Concreto  
 Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACIÓN	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
<b>Fecha de Extracción</b>	11/11/2013	11/11/2013	11/11/2013	11/11/2013	11/11/2013
<b>Elemento Estructural</b>	Columna	Columna	Columna	Columna	Viga
<b>Altura (cm)</b>	14.80	14.80	14.80	5.80	14.80
<b>Diámetro (cm)</b>	7.40	7.40	7.40	4.60	7.40
<b>Área ( cm<sup>2</sup> )</b>	43.01	43.01	43.01	16.62	43.01
<b>Carga (Kgf)</b>	13200	8310	7120	3490	10790
<b>Resistencia (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	306.9	193.2	165.5	210.0	250.9
<b>Relación altura/diámetro</b>	2.000	2.000	2.000	1.261	2.000
<b>Factor de corrección</b>	1.000	1.000	1.000	0.931	1.000
<b>Resistencia para una relación de 2:1 (Kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>306.9</b>	<b>193.2</b>	<b>165.5</b>	<b>195.6</b>	<b>250.9</b>
<b>Tipo de falla</b>	Corte	Corte	Cono	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 tonf

Informe N° 09-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



## ENSAYO DE TRACCIÓN EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: San Bartolomé  
 Tipo de probeta: Barras  
 Material: Acero  
 Fecha de ensayo: 07/12/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kgf)		Limite de fluencia $f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción R (kgf/cm <sup>2</sup> )	R/ $f_y$
	Ø (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )		Fluencia	Máxima			
M1	1.83	2.63	2.30	12500	18360	4752	6980	1.5
M2	1.40	1.54	1.47	5820	8450	3780	5489	1.5
M3	1.40	1.54	1.48	5720	8620	3715	5599	1.5

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

Informe N° 28-CISMID/2013

Ensayo: LMLD/GABM

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

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

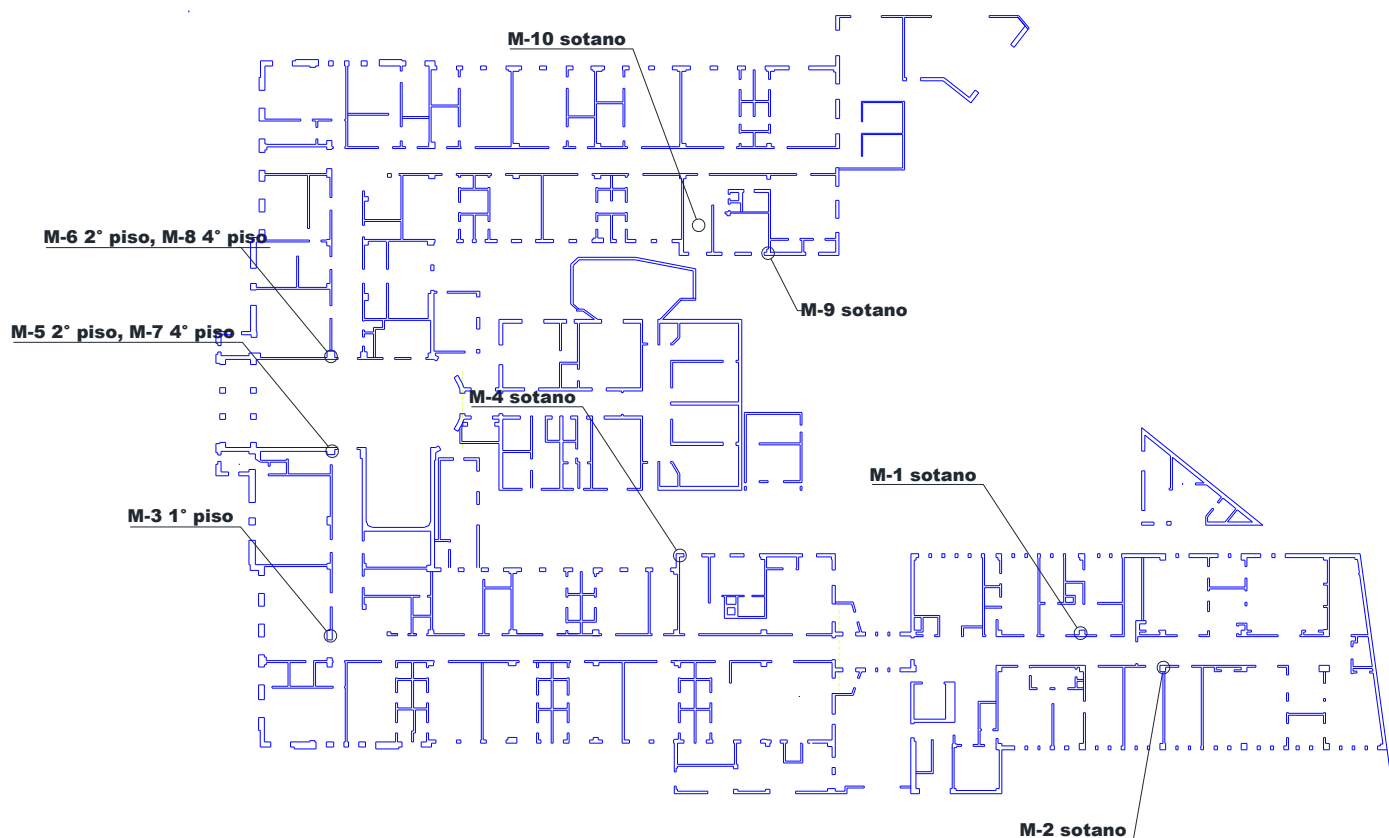
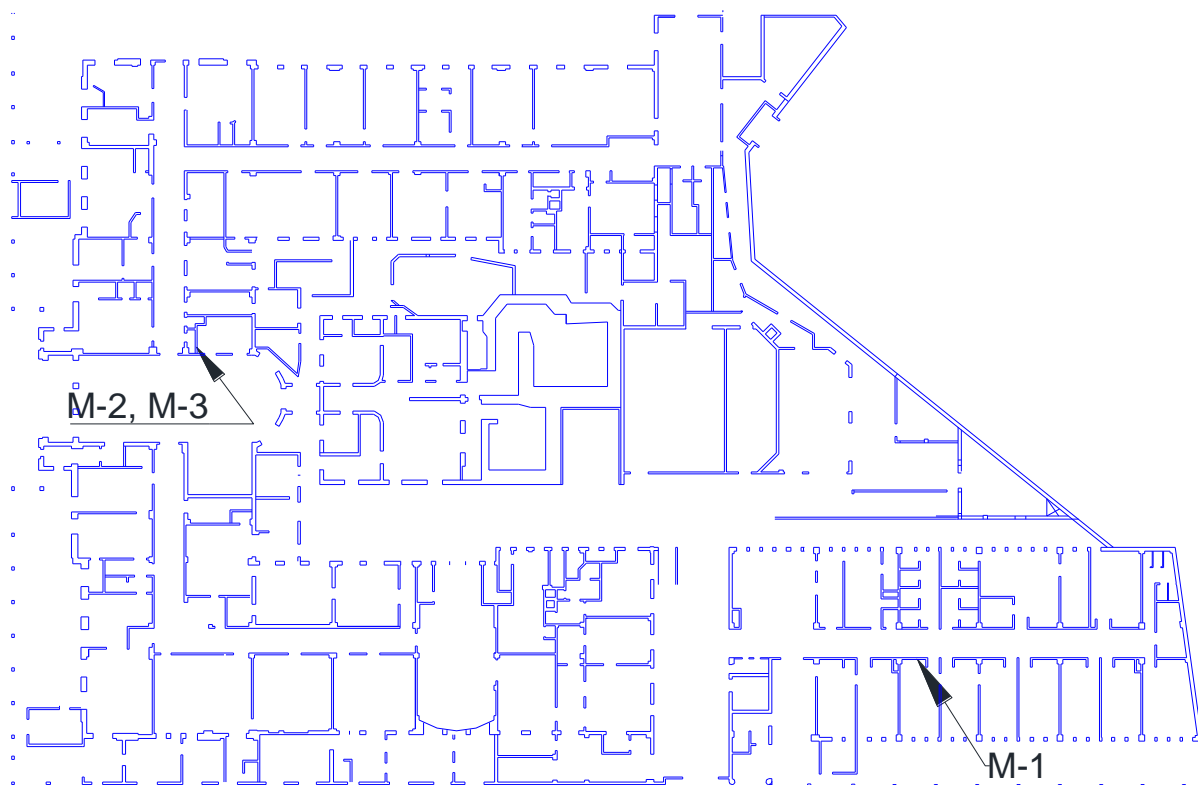


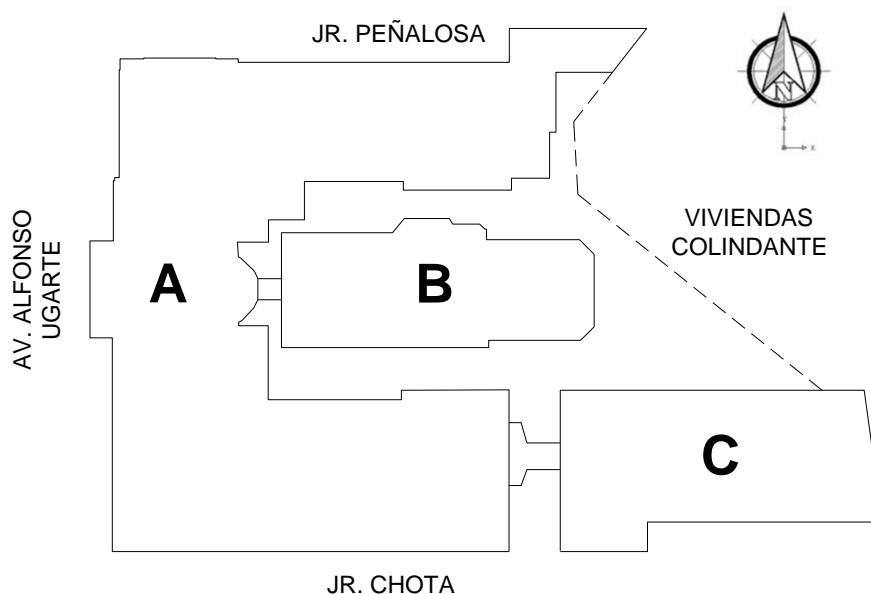
Figura 11. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto.



**Figura 12.**Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 y M-3.

## 5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

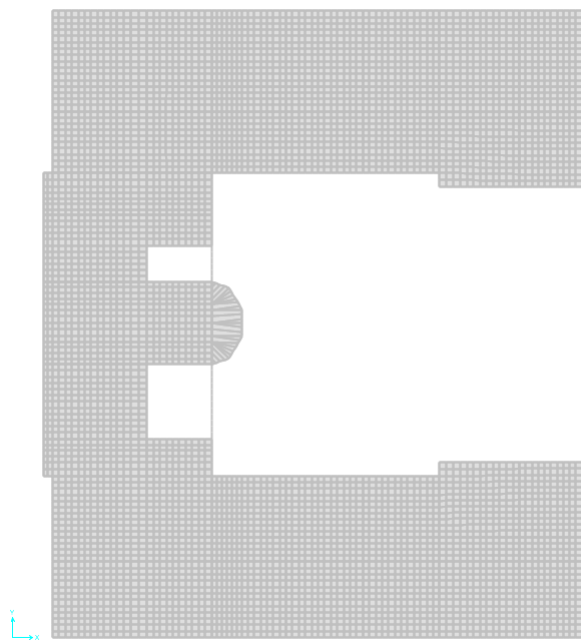
El Hospital Nacional Madre Niño “San Bartolomé” del Cercado de Lima se encuentra conformado por tres bloques donde se presentan los principales edificios que componen el nosocomio. A continuación se muestra el establecimiento con los siguientes bloques: Bloque A, Bloque B y Bloque C. (Ver Figura 13).



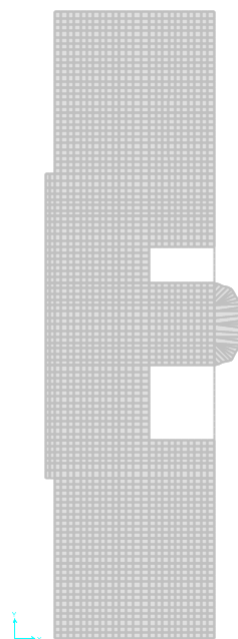
**Figura 13:** Vista del Hospital Nacional Madre Niño “San Bartolomé” en Bloques

- Bloque A: Esta edificación tiene un sistema estructural aporticado (marco de vigas y columnas) con muros divisorios de albañilería y losa aligerada. La estructura consta de seis niveles y es irregular tanto en planta (forma de “U”) como en altura ya que el 1<sup>ero</sup>- 3<sup>ero</sup> piso la altura es continua, el 4<sup>to</sup> piso es de forma rectangular, el 5<sup>to</sup> nivel es rectangular con menor área y el 6<sup>to</sup> nivel es de forma cuadrada (Ver Figura 14, Figura 15, Figura 16 y Figura 17). Adicionalmente en las azoteas del edificio existen ambientes construcciones con cobertura ligera.

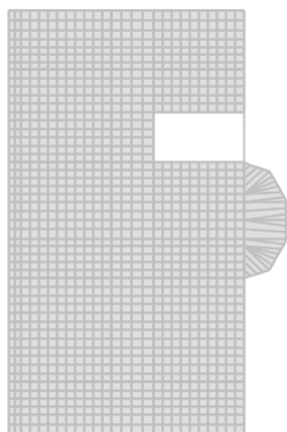




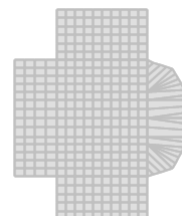
**Figura 14:** Vista del Hospital "San Bartolomé" del 1° al 3° piso.



**Figura 15:** Vista del Hospital "San Bartolomé" del 4° piso.



**Figura 16:** Vista del Hospital "San Bartolomé" del 5° piso.



**Figura 17:** Vista del Hospital "San Bartolomé" del 6° piso.



**Foto 17.** Vista del Bloque A

- Bloque B: Esta edificación tiene un sistema de albañilería estructural con losa aligerada y consta de tres niveles con forma rectangular, el último nivel tiene ambientes adicionales con cobertura ligera y muros en drywall.



**Foto 18.** Vista del Bloque B

- Bloque C: Esta edificación tiene un sistema de albañilería confinada estructural con losa aligerada y consta de tres niveles y un sótano con forma rectangular, el último nivel tiene ambientes adicionales con cobertura ligera.



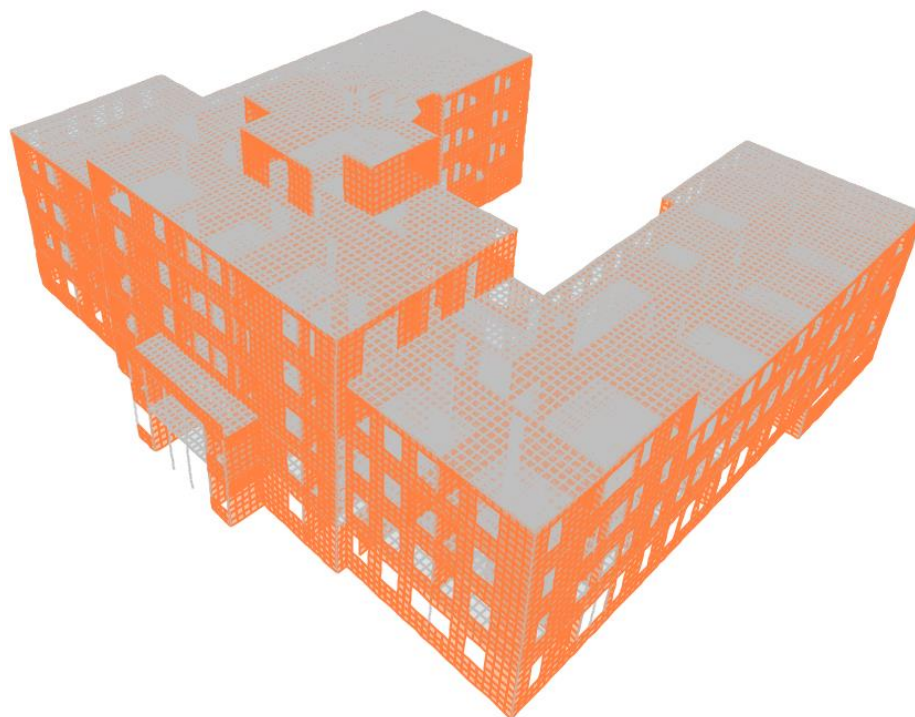
Foto 19. Vista del Bloque C

### 5.1. Modelos Matemáticos

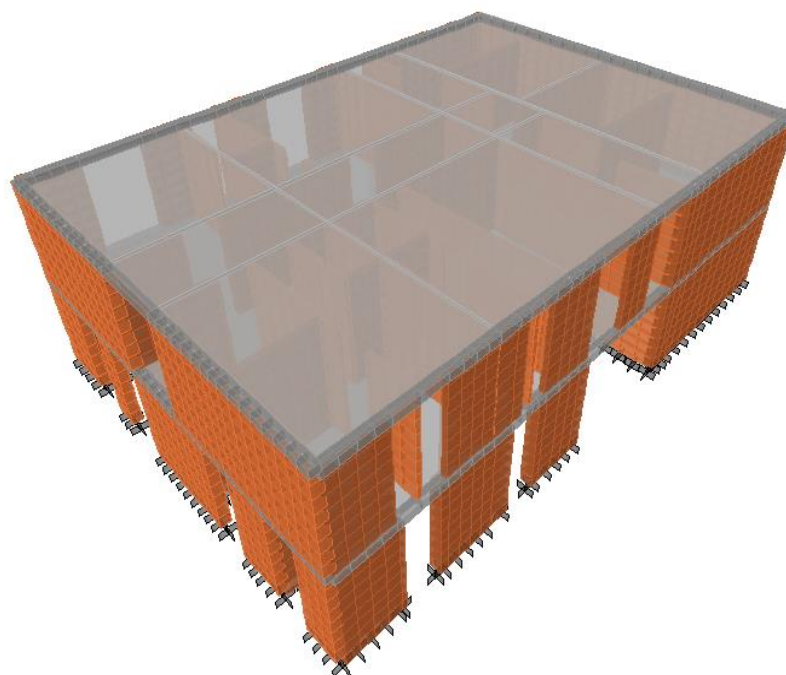
Para la evaluación estructural de los Bloques A,B y C se elaboraron modelos matemáticos en base a elementos finitos (FEM). Se han usado elementos tipo barra para las columnas y vigas considerando seis grados de libertad por nudo mientras que para el modelamiento de las losas y muros han usado elementos tipo área de cuatro nudos con seis grados de libertad por nudo. Para la realización de estos modelos se han utilizados los programas de cómputo de *SAPv15.1.0yETABS v9.7.4*.

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

A continuación en las Figura 18, Figura 19 y Figura 20 se presentan vistas tridimensionales de los modelos elaborados para la evaluación estructural de los Bloques.

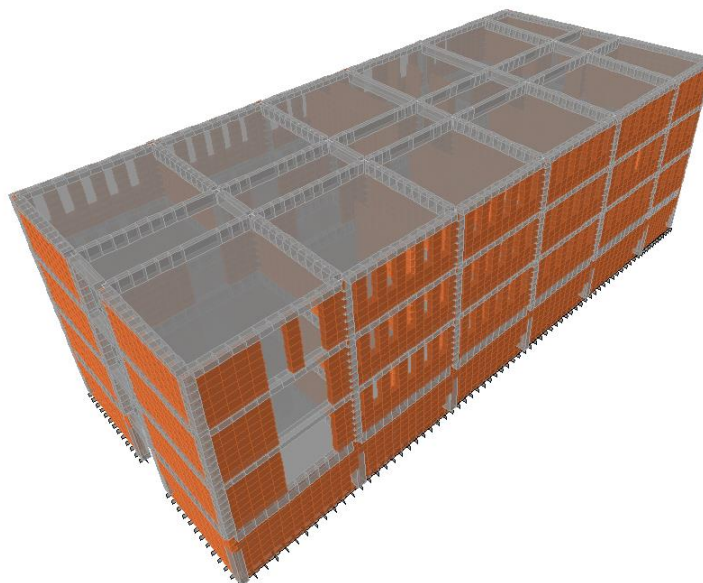


**Figura 18:** Modelo Matemático Tridimensional del Hospital “San Bartolomé” –  
Bloque A.



**Figura 19:** Modelo Matemático Tridimensional del Hospital “San Bartolomé” –  
Bloque B.





**Figura 20:** Modelo Matemático Tridimensional del Hospital “San Bartolomé” – Bloque C.

Para la realización de los modelos se han considerado los materiales realizados del estudio de extracción de núcleos de concreto endurecido según lo indicado en la sección 4.4 de este informe, de donde se obtuvieron la resistencia de concreto para cada uno de los Bloques y en la Tabla 12 resume los valores de resistencia a la compresión del concreto que se han empleado en la evaluación estructural.

**Tabla 12.** Resultados de resistencia a compresión del concreto.

Bloque	Resistencia a Compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
Bloque A	204.75
Bloque B	(*)
Bloque C	267.75

(\*) **Nota:** El Bloque B se ha considerado de muros estructurales (mampostería).

El módulo de elasticidad del concreto considerado en el modelamiento ha sido de 214440kgf/cm<sup>2</sup> para el Bloque A y en el caso del Bloque C se ha considerado un módulo de elasticidad de 245446kgf/cm<sup>2</sup>. Se ha utilizado un módulo de Poisson de 0.20. El módulo de elasticidad considerado para los tabiques de albañilería durante la presente evaluación fue de 17500 kgf/cm<sup>2</sup>, y para el caso de los ensayos a tracción en el acero se obtuvo el esfuerzo de fluencia del acero (fy) de 4200 kgf/cm<sup>2</sup> las cuales fueron utilizadas en los modelos matemáticos.

## 5.2. Demandas de Carga

### 5.2.1. Cargas de Gravedad

Las cargas de peso propio de los elementos en la estructura han sido modeladas a través del peso específico del material que conforman dichos elementos, y las cargas muertas adicionales, como lo son las cargas de acabados y tabiquería, así como las cargas vivas, han sido colocadas directamente sobre los elementos como cargas distribuidas. Los valores utilizados en dichas cargas han sido los estipulados en la N.T.E. E.020 de cargas en edificaciones vigente. (Ver Tabla 13y Tabla 14).

**Tabla 13.**Cargas Muertas (D).

Elemento	Carga Muerta (kgf/m <sup>2</sup> )
Tabiquería	100
Acabados	100

**Tabla 14.**Cargas Vivas\* (L).

Elemento	Carga Viva (kgf/m <sup>2</sup> )
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	300
Cuartos	200
Almacenes y Salas de Archivos	500
Corredores y Escaleras	400

\* Según la norma E.020

### 5.2.2. Cargas de Sismo

El análisis sísmico se realizó según la norma vigente, N.T.E. E.030, con el procedimiento de superposición modal espectral. Considerando las condiciones de suelo presentadas en el informe de geotecnia, las características de la estructura y las condiciones de uso, se utilizaron los parámetros sísmicos que se presentan en la Tabla 15.

**Tabla 15:** Parámetros utilizados en los modelos.

<b>Parámetros para el Análisis Sísmico</b>	
Factor de zona (zona 3)	Z = 0.4
Factor de uso e importancia (categoría A)	U = 1.5
Factor de suelo (S1)	S = 1.0
Período p definir espectro de pseudoaceleración	Tp = 0.4 s
Factor de Reducción de la Fuerza Sísmica Longitudinal y Transversal (Pórticos)	R = 3



Para el caso de las cargas ante sismo severo (E), los parámetros empleados fueron los presentados en la Tabla 15. En el caso del uso del *Factor de Reducción* ( $R=3$ ) intenta considerar la interacción de los muros de albañilería con los pórticos de concreto armado; y para considerar la irregularidad estructural, en el bloque A se aplicó el factor  $3/4$  al parámetro  $R$  (Ver Tabla 16). En el caso del sismo moderado, se emplearon la mitad de los efectos del sismo severo.

**Tabla 16.** Factor de Reducción ( $R$ ).

Bloque	Valor de $R$	Observación
Bloque A	2.25 ( $3/4 \cdot 3$ )	Irregular
Bloque B	3	Regular
Bloque C	3	Regular

Para las estructuras en ambas direcciones se tiene el espectro de pseudoaceleraciones que se presenta en la Figura 21 y Figura 22.

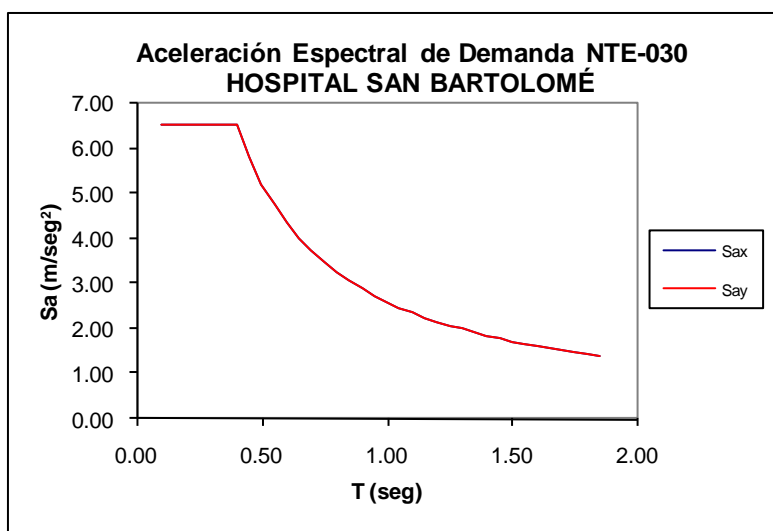


Figura 21: Espectro de diseño del Bloque A.

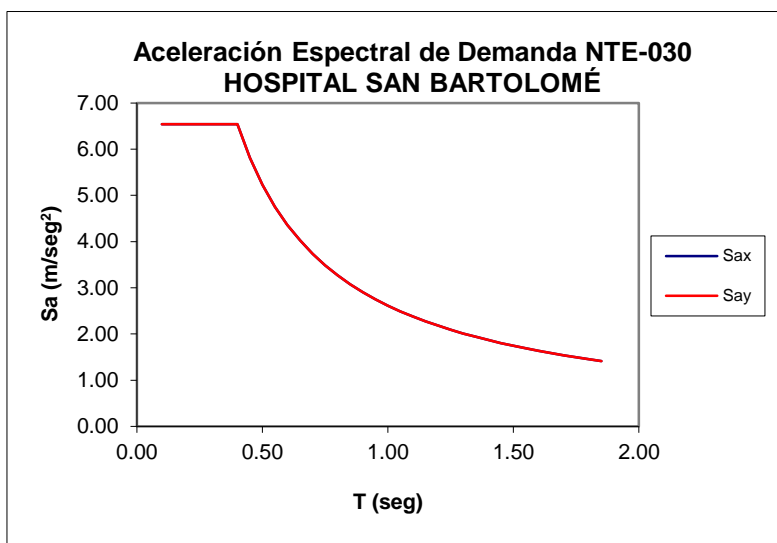


Figura 22: Espectro de diseño del Bloque B y C.

Según la norma sismorresistente peruana E.030 se debe incluir un porcentaje de la carga viva en el análisis sísmico dependiendo de la categoría de la edificación. Para esta evaluación, ya que la edificación califica como categoría A, se ha empleado un 50% de la carga viva en todos los pisos y en las azoteas, un 25%.

Así mismo en la modelación matemática se ha utilizado combinaciones en servicio que propone la norma peruana E.020 (Cargas) y combinaciones a rotura empleadas para el caso de los elementos de concreto sugeridas en la sección 9 de la norma peruana de Concreto Armado (E.060). (Ver Tabla 17 y Tabla 18)

**Tabla 17. Combinaciones a Servicio (E.020)**

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

**Tabla 18. Combinaciones a Rotura (E.060)**

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

### 5.3. Determinación de las Máximas Deformaciones para un sismo severo

Los modelos matemáticos fueron calibrados para alcanzar los periodos obtenidos en la sección 4.2. En la Tabla 19 se resumen los periodos del primer modo obtenidos del modelo matemático. Se puede observar que existe una buena correlación entre lo obtenido experimentalmente y lo calculado, esto indica que los modelos matemáticos representan el comportamiento esperado de la edificación analizada.

**Tabla 19.** Periodos obtenidos de los Modos de los Modelos Matemáticos.

Bloque	Periodo (seg)	
	Dirección "X"	Dirección "Y"
Bloque A	0.318	0.312
Bloque B	0.131	0.122
Bloque C	0.245	0.233

#### Bloque A

El Bloque A tiene su modo fundamental de vibración en la dirección "X" (traslacional) con un periodo de 0.318seg. y con una participación de masa del orden de 69.49% en la dirección "X". El segundo modo de vibración tiene un periodo de 0.312seg en la dirección "Y" (traslacional) con un factor participación de masas del 59.85% en dicha dirección. Se han considerado 400 modos con lo cual se ha superado el 90% de participación de las masas en cada una de las direcciones y para la obtención de desplazamientos y fuerzas. La Tabla 20 presenta los principales modos y porcentajes de participación de masa hasta superar el 90% de participación. (Ver Figura 23 y Figura 24)

**Tabla 20.** Propiedades Dinámicas del Modelo Matemático Bloque A.

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)
1	0.318	<b>69.49</b>	0.9	69.49	0.91	24.79
2	0.312	0.87	<b>59.85</b>	70.36	60.76	6.4
3	0.256	0.07	7.3	70.43	68.04	33.56
4	0.203	0.94	0.0	71.37	68.08	0.3
5	0.186	0.01	12.3	71.38	80.37	9.5
6	0.165	11.36	0.0	82.73	80.38	4.9
7	0.136	0.03	2.6	82.76	82.94	0.2
8	0.117	0.02	0.7	82.78	83.62	0.7
9	0.112	0.00	0.0	82.78	83.62	0.0
.	.	.	.	.	.	.
400	0.065	0.05	0.0	<b>90.48</b>	<b>91.24</b>	0.0

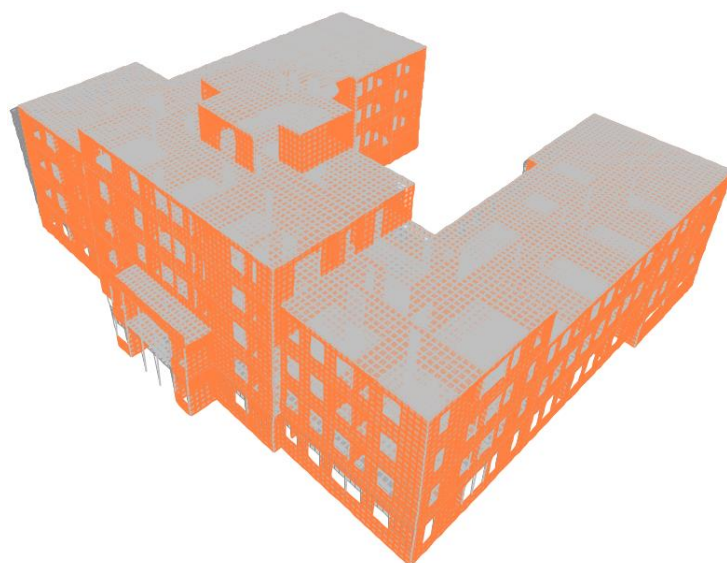


Figura 23: Vista en 3D del Bloque A - Primer Modo con T: 0.318.

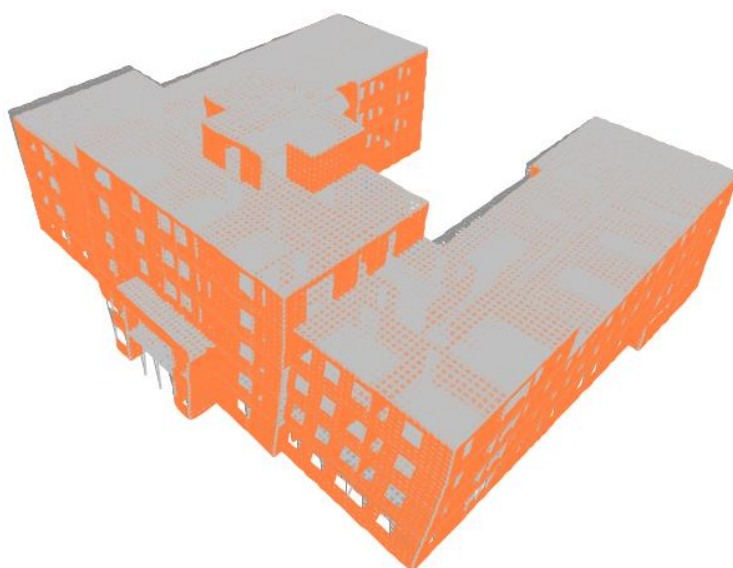


Figura 24: Vista en 3D del Bloque A - Segundo Modo con T: 0.312.

Del análisis estructural espectral dinámico del Bloque A en estudio, se ha obtenido los desplazamientos máximos esperados en el nivel de cada entresuelo y a continuación presentamos la respuesta sísmica espectral encontrada en la simulación.

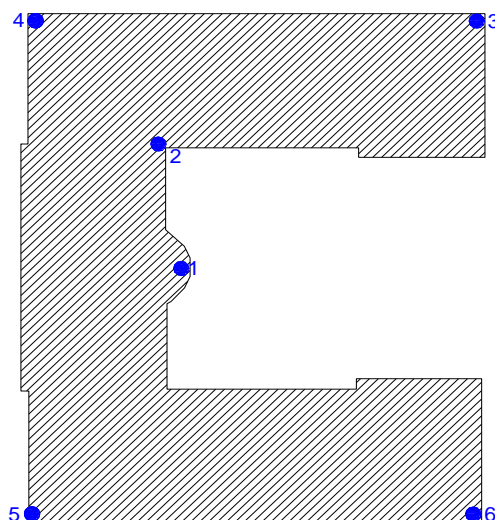


Figura 25: Vista en planta del Hospital San Bartolomé de puntos de control de desplazamientos y distorsiones.

**Tabla 21.** Máximos respuesta sísmica en desplazamiento y distorsiones del Bloque A.

<b>Pto. 1</b>		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	U <sub>i-x</sub> (cm)	U <sub>i-y</sub> (cm)	ψ <sub>i-x</sub> (-)	ψ <sub>i-y</sub> (-)
6	24592	0.6490	0.545	0.00185	0.00156
5	24366	0.8795	0.657	0.00251	0.00188
4	23271	1.0726	0.627	0.00306	0.00179
3	22510	1.0856	0.800	0.00310	0.00229
2	20337	0.9457	0.897	0.00270	0.00256
1	20316	0.9492	0.889	0.00237	0.00222
0	0	0.000	0.000	0.0000	0.0000
<b>Pto. 2</b>		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	U <sub>i-x</sub> (cm)	U <sub>i-y</sub> (cm)	ψ <sub>i-x</sub> (-)	ψ <sub>i-y</sub> (-)
5	490	0.8147	0.630	0.00233	0.00180
4	489	1.0947	0.679	0.00313	0.00194
3	495	0.8174	0.740	0.00234	0.00211
2	498	0.8576	0.897	0.00245	0.00256
1	497	0.9599	0.930	0.00240	0.00233
0	0	0.000	0.000	0.0000	0.0000
<b>Pto. 3</b>		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	U <sub>i-x</sub> (cm)	U <sub>i-y</sub> (cm)	ψ <sub>i-x</sub> (-)	ψ <sub>i-y</sub> (-)
3	743	0.6251	0.197	0.00179	0.00056
2	742	0.8051	0.329	0.00230	0.00094
1	741	1.0069	0.665	0.00252	0.00166
0	0	0.000	0.000	0.0000	0.0000

<b>Pto. 4</b>		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	U <sub>i-x</sub>	U <sub>i-y</sub>	ψ <sub>i-x</sub>	ψ <sub>i-y</sub>
		(cm)	(cm)	(-)	(-)
4	707	0.5891	0.633	0.00168	0.00181
3	706	0.6635	0.919	0.00190	0.00263
2	705	0.8120	1.124	0.00232	0.00321
1	704	0.9374	1.057	0.00234	0.00264
0	0	0.000	0.000	0.0000	0.0000
<b>Pto. 5</b>		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	U <sub>i-x</sub>	U <sub>i-y</sub>	ψ <sub>i-x</sub>	ψ <sub>i-y</sub>
		(cm)	(cm)	(-)	(-)
4	90	0.5945	0.581	0.00170	0.00166
3	86	0.6504	0.963	0.00186	0.00275
2	61	0.7948	1.109	0.00227	0.00317
1	4	1.1129	1.037	0.00278	0.00259
0	0	0.000	0.000	0.0000	0.0000
<b>Pto. 6</b>		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	U <sub>i-x</sub>	U <sub>i-y</sub>	ψ <sub>i-x</sub>	ψ <sub>i-y</sub>
		(cm)	(cm)	(-)	(-)
3	48	0.5800	0.184	0.00166	0.00053
2	38	0.8130	0.305	0.00232	0.00087
1	28	1.0771	0.627	0.00269	0.00157
0	0	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Los desplazamientos se han obtenido multiplicando los valores obtenidos de los modelos matemáticos por  $0.75R$  de acuerdo a lo recomendado por la norma E.030. Así mismo puede leerse de la Tabla 21 que existe una distorsión máxima en el Bloque A, con un valor máximo de 0.00310 en la dirección X y en dirección Y se tiene un valor de 0.00321, los cuales se encuentran por debajo del valor límite estipulado por la norma N.T.E. E.030, de 0.005 para la protección de la mampostería. Para el caso de un Sismo Severo, se puede observar que los valores de distorsión sobrepasan ligeramente en ambas direcciones el límite de 0.003, fijado para una ocupación inmediata del nosocomio, donde los tabiques de estos pisos sufrirán daños así como las líneas vitales de ocurrir un evento sísmico severo. Los resultados del Bloque A son presentados en las Figura 26 y Figura 27 para el caso de sismo severo, y para el caso de sismo moderado son presentados en las Figura 28 y Figura 29 donde puede apreciarse que la dirección “Y” es ligeramente la más flexible ante un posible evento sísmico severo.



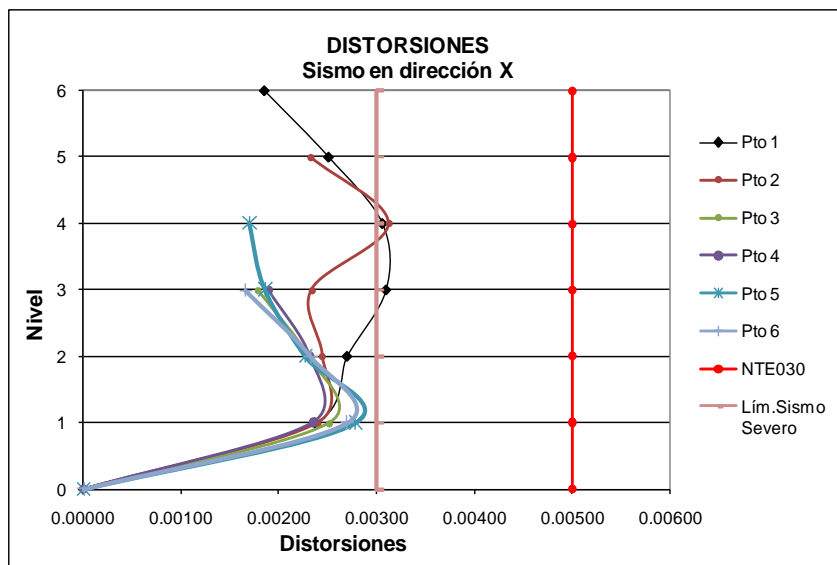


Figura 26: Distorsiones máximas en el Bloque A-Sismo Severo en Dirección "X".

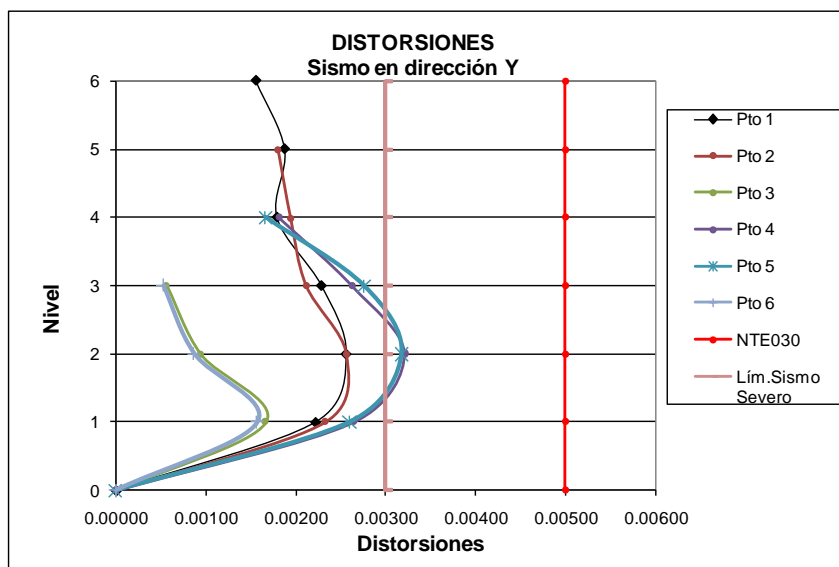


Figura 27: Distorsiones máximas en el Bloque A-Sismo Severo en Dirección "Y".

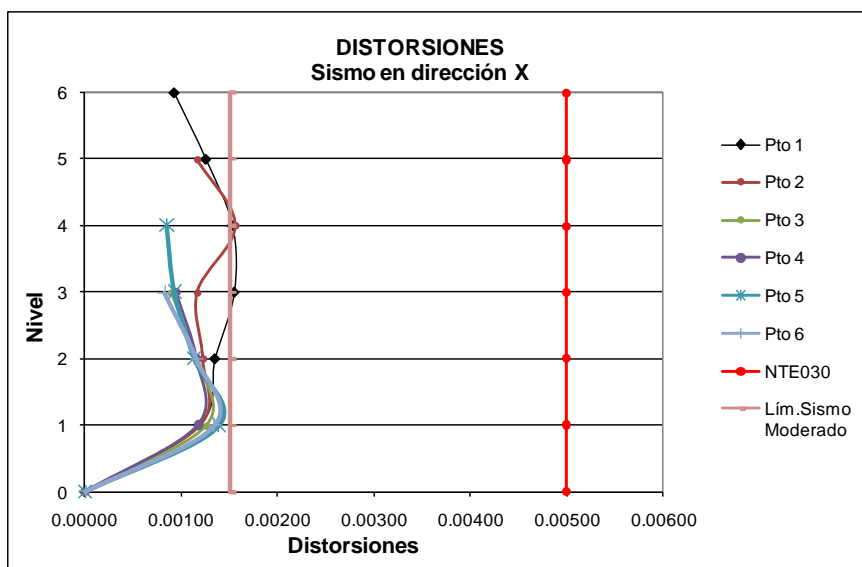


Figura 28: Distorsiones máximas en el Bloque A-Sismo Moderado en Dirección "X".

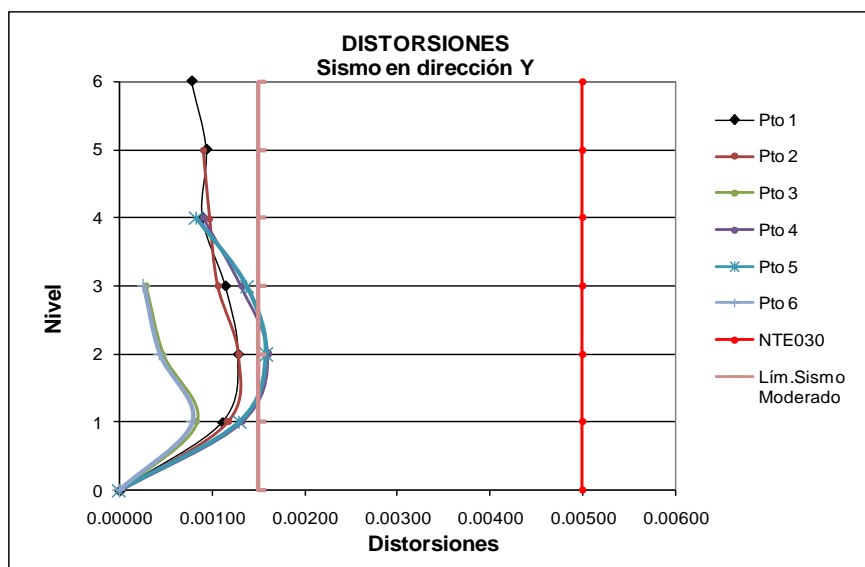


Figura 29: Distorsiones máximas en el Bloque A-Sismo Moderado en Dirección "Y".

A continuación se presentan figuras mostrando las deformadas para la dirección en "X", "Y" y en 3D,

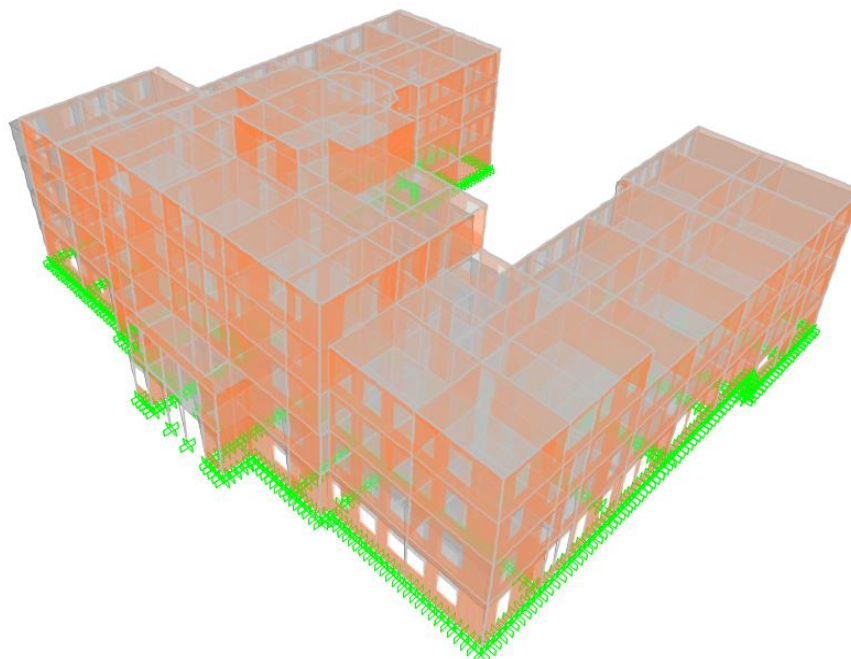
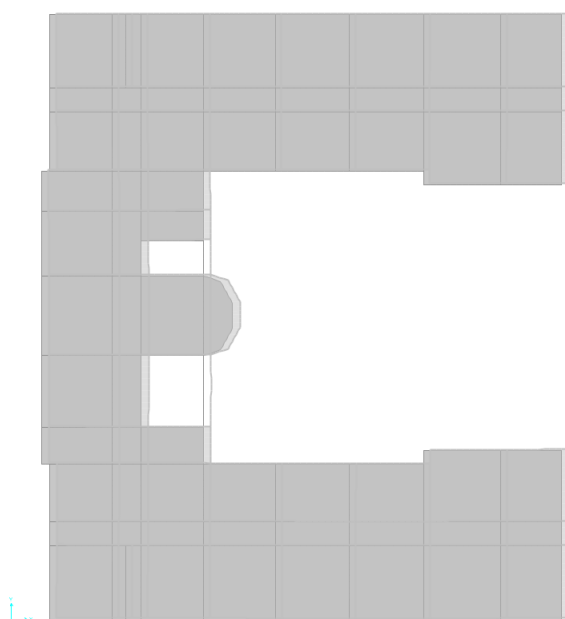
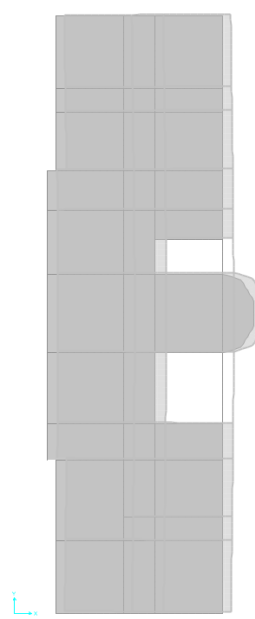


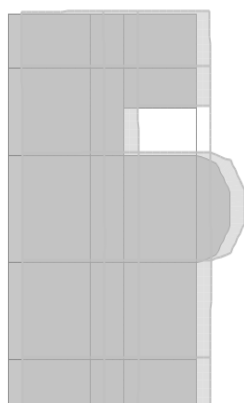
Figura 30: Vista en 3D de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X".



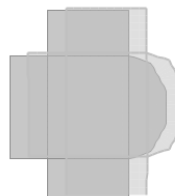
**Figura 31:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X" - 1° al 3° piso.



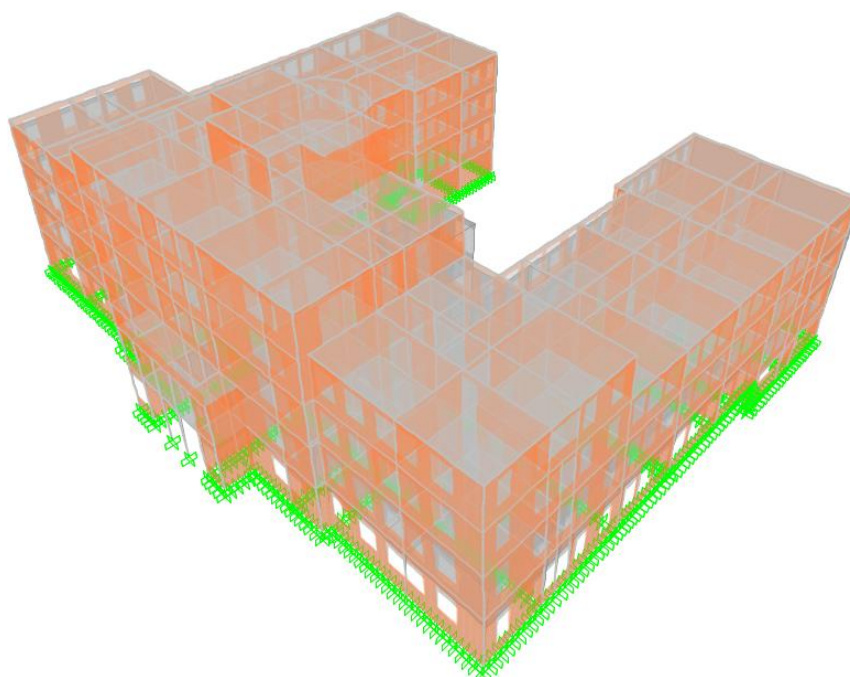
**Figura 32:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X" -4° piso.



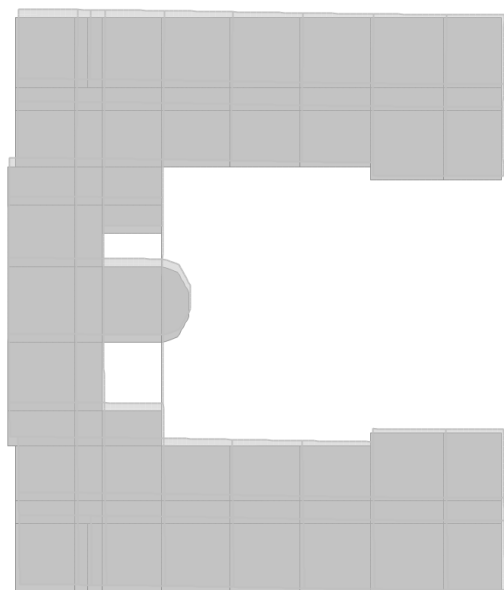
**Figura 33:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X" - 5° piso.



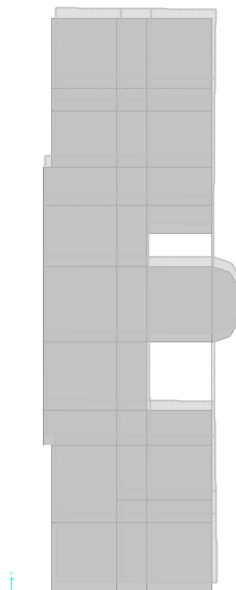
**Figura 34:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X" - 6° piso.



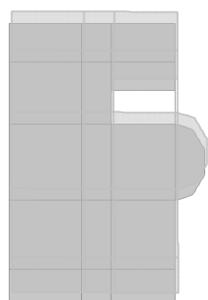
**Figura 35:** Vista en 3D de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y".



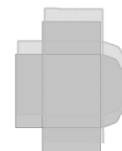
**Figura 36:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y" - 1° al 3° piso.



**Figura 37:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y" -4° piso.



**Figura 38:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y" - 5° piso.



**Figura 39:** Vista en planta de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y" -6° piso.

## Bloque B

El Bloque B tiene su modo fundamental de vibración en la dirección "X" (traslacional) con un periodo de 0.1305seg. y con una participación de masa del orden de 88.22% en la dirección "X". El segundo modo de vibración tiene un periodo de 0.1216seg en la dirección "Y" (traslacional) con un factor participación de masas del 80.84% en dicha dirección. Se han considerado 12 modos con lo cual se ha superado el 90% de participación de las masas en cada una de las direcciones y para la obtención de desplazamientos y fuerzas. La Tabla 22 presenta los

principales modos y porcentajes de participación de masa hasta superar el 90% de participación. (Ver Figura 40 y Figura 41 )

**Tabla 22.**Propiedades Dinámicas del Modelo Matemático Bloque B.

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)
1	0.1305	2.96	<b>88.22</b>	2.96	88.22	2.29
2	0.1216	<b>80.84</b>	3.59	83.80	91.82	0.03
3	0.0898	0.18	1.65	83.98	93.47	91.66
4	0.0498	0.57	6.10	84.56	99.57	0.00
5	0.0467	15.44	0.16	100.00	99.73	0.02
6	0.0367	0.00	0.27	100.00	100.00	5.99
7	0.0064	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
8	0.0060	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
9	0.0052	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
10	0.0047	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
11.	0.0040	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
12	0.0039	0.00	0.00	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	0.00

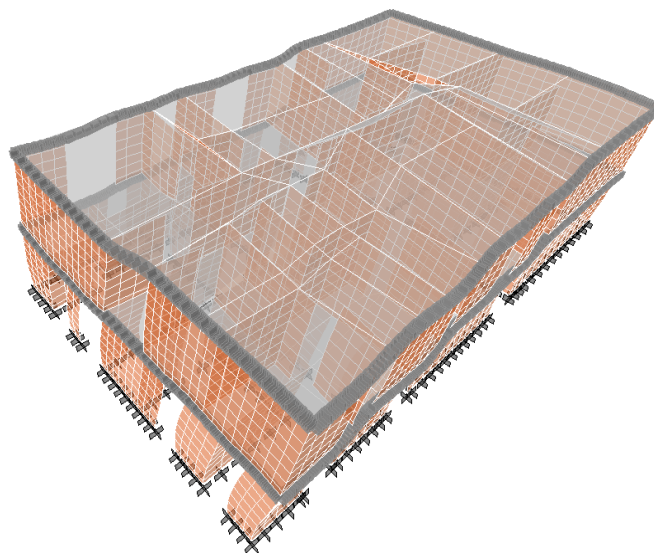


Figura 40: Vista en 3D del Bloque B - Primer Modo con T: 0.1305.



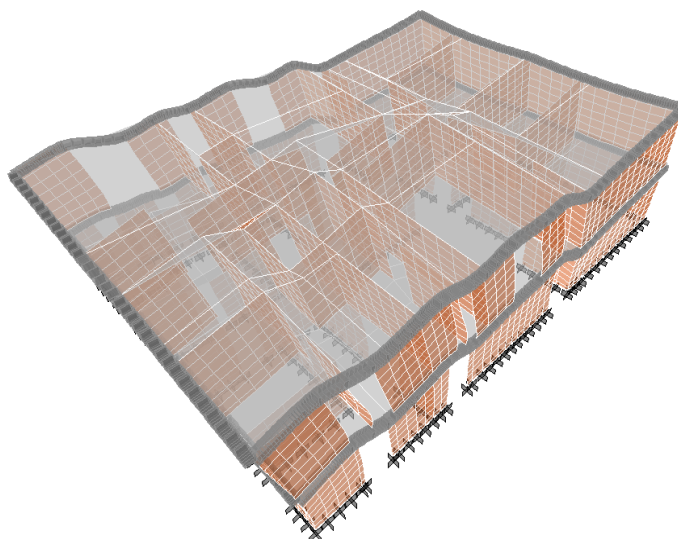


Figura 41: Vista en 3D del Bloque B - Segundo Modo con T: 0.1216.

Del análisis estructural espectral dinámico del Bloque B en estudio, se ha obtenido los desplazamientos máximos esperados en el nivel de cada entrepiso y a continuación presentamos la respuesta sísmica espectral encontrada en la simulación.

**Tabla 23.** Máximos respuesta sísmica en desplazamiento y distorsiones del Bloque B.

Nivel	Nudo	Desplazamientos		Distorsiones	
		U <sub>i-x</sub> (cm)	U <sub>i-y</sub> (cm)	ψ <sub>i-x</sub> (-)	ψ <sub>i-y</sub> (-)
2	337	0.51750	0.58500	0.00098	0.00083
1	206	0.22500	0.33750	0.00075	0.00113
0	0	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Los desplazamientos se han obtenido multiplicando los valores obtenidos de los modelos matemáticos por  $0.75R$  de acuerdo a lo recomendado por la norma E.030. Así mismo puede leerse de la Tabla 23 que existe una distorsión máxima en el Bloque B, con un valor máximo de 0.00098 en la dirección "X" y en dirección "Y" se tiene un valor de 0.00113, los cuales se encuentran por debajo del valor límite estipulado por la norma N.T.E. E.030 de 0.005 para la distorsión de entrepiso en estructuras de albañilería. Igualmente los valores de la distorsión se encuentran debajo del límite de ocupación inmediata 0.003 para el caso de un Sismo Severo, mostrando ser una estructura rígida. Los resultados del Bloque B son presentados en las Figura 46 y Figura 47 para el caso de sismo severo, y para el caso de sismo moderado son presentados en las Figura 44 y Figura 45.

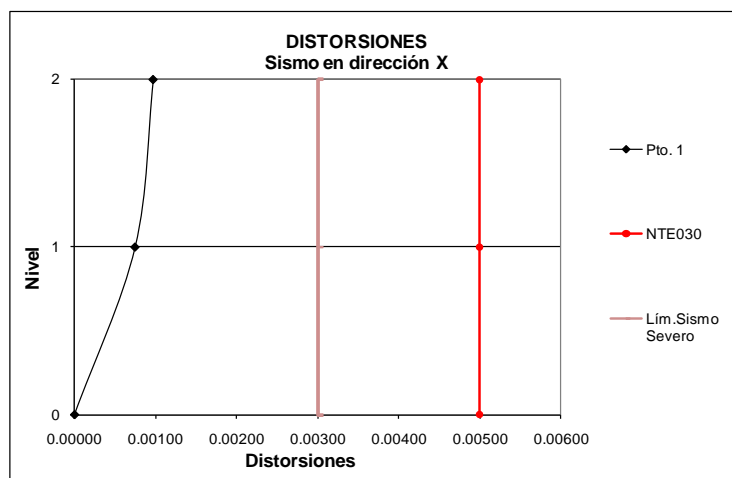


Figura 42: Distorsiones máximas en el Bloque B-Sismo Severo en Dirección "X".

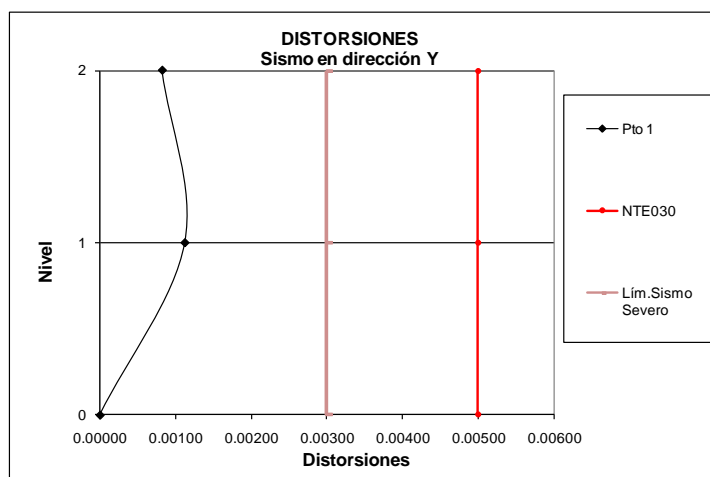


Figura 43: Distorsiones máximas en el Bloque B-Sismo Severo en Dirección "Y".

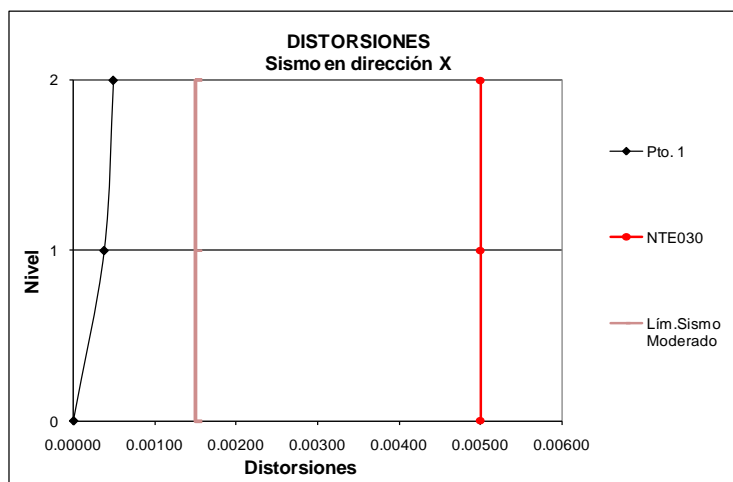


Figura 44: Distorsiones máximas en el Bloque B-Sismo Moderado en Dirección "X".

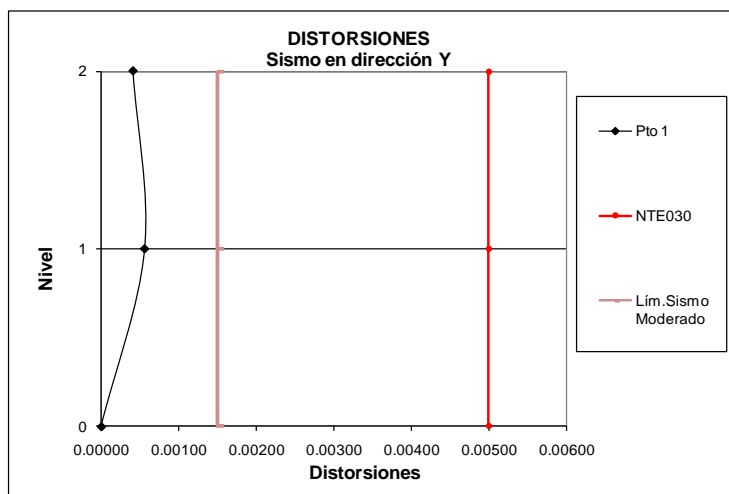


Figura 45: Distorsiones máximas en el Bloque B-Sismo Moderado en Dirección "Y".

A continuación se presentan figuras mostrando las deformadas para la dirección en "X", "Y".

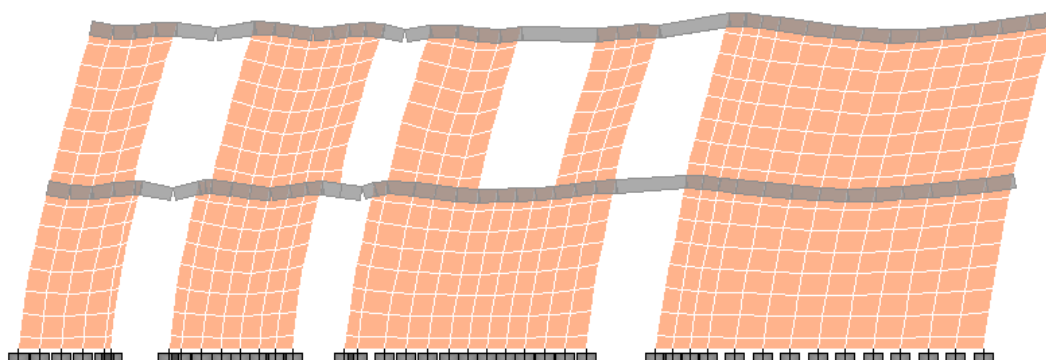


Figura 46: Vista de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X"- Bloque B.

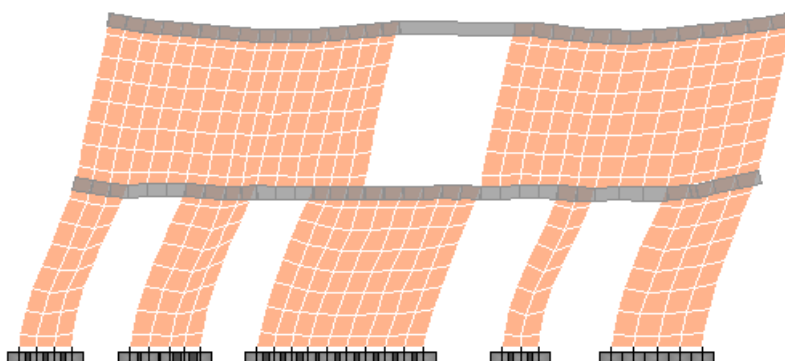


Figura 47: Vista en 3D de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y" - Bloque B.

## Bloque C

El Bloque C tiene su modo fundamental de vibración en la dirección "X" (traslacional) con un periodo de 0.2547seg. y con una participación de masa del orden de 76.95% en la dirección "X". El segundo modo de vibración tiene un periodo de 0.2329seg en la dirección "Y" (traslacional) con un factor participación de masas del 86.25% en dicha dirección. Se han considerado 12 modos con lo cual se ha superado el 90% de participación de las masas en cada una de las direcciones y para la obtención de desplazamientos y fuerzas.

La Tabla 24 presenta los principales modos y porcentajes de participación de masa hasta superar el 90% de participación. (Ver Figura 48 y Figura 49 )

**Tabla 24.**Propiedades Dinámicas del Modelo Matemático Bloque C.

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)
1	0.2547	<b>76.95</b>	0.00	76.95	0.00	2.12
2	0.2329	0.15	<b>86.25</b>	77.10	86.25	4.05
3	0.1855	2.18	4.62	79.28	90.88	80.57
4	0.0910	12.26	0.01	91.54	90.89	0.30
5	0.0804	0.00	7.83	91.55	98.72	0.59
6	0.0658	0.16	0.30	91.71	99.02	10.19
7	0.0576	5.69	0.00	97.39	99.02	0.06
8	0.0476	2.56	0.00	99.96	99.03	0.05
9	0.0451	0.01	0.74	99.97	99.76	0.37
10	0.0394	0.03	0.08	100.00	99.84	1.42
11.	0.0355	0.00	0.15	100.00	99.99	0.01
12	0.0321	0.00	0.01	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	0.00

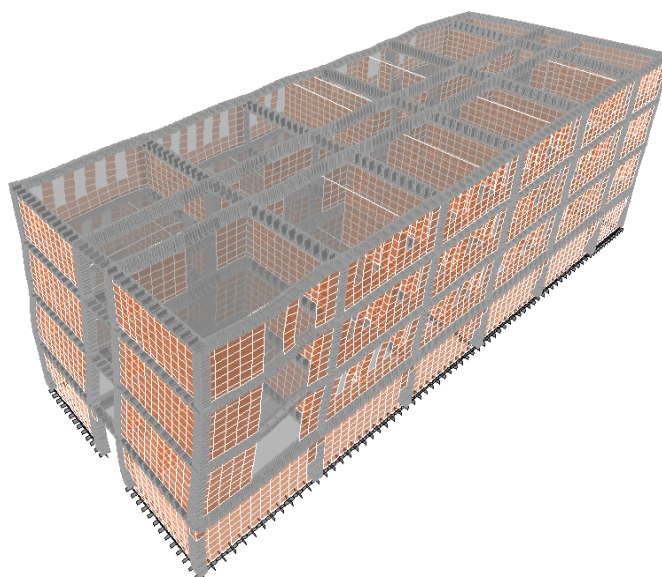


Figura 48: Vista en 3D del Bloque C - Primer Modo con T: 0.2547.

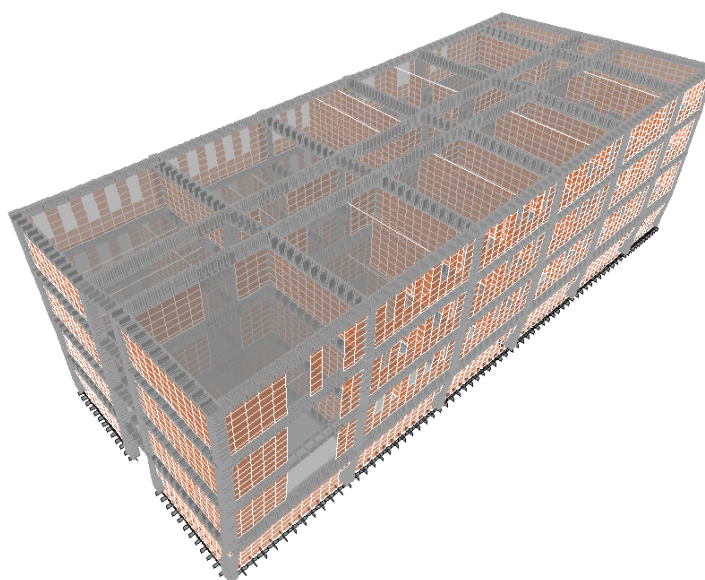


Figura 49: Vista en 3D del Bloque C - Segundo Modo con T: 0.2329.

Del análisis estructural espectral dinámico del Bloque C en estudio, se ha obtenido los desplazamientos máximos esperados en el nivel de cada entepiso y a continuación presentamos la respuesta sísmica espectral encontrada en la simulación.

**Tabla 25.** Máximos respuesta sísmica en desplazamiento y distorsiones del Bloque C.

Nivel	Nudo	Desplazamientos		Distorsiones	
		U <sub>i-x</sub> (cm)	U <sub>i-y</sub> (cm)	ψ <sub>i-x</sub> (-)	ψ <sub>i-y</sub> (-)
3	414	2.32	1.89	0.00143	0.00090
3	354	1.89	1.62	0.00204	0.00127
2	107	1.24	1.22	0.00253	0.00148
1	54	0.43	0.74	0.00122	0.00212
0	0	0.00	0.00	0.00000	0.00000

Los desplazamientos se han obtenido multiplicando los valores obtenidos de los modelos matemáticos por 0.75R de acuerdo a lo recomendado por la norma E.030. Así mismo puede leerse de la Tabla 25 que existe una distorsión máxima en el Bloque C, con un valor máximo de 0.00253 en la dirección X y en dirección Y se tiene un valor de 0.00212, los cuales se encuentran por debajo del valor límite estipulado por la norma N.T.E. E.030 de 0.005 para la distorsión de entrepiso en estructuras de albañilería. Considerando el límite de distorsión para ocupación inmediata del nosocomio de 0.003, se encontró que la respuesta sísmica diagnostica valores por debajo del límite, mostrando ser una estructura rígida. Los resultados del Bloque C son presentados en las Figura 50 y Figura 51 para el caso de sismo severo, y para el caso de sismo moderado son presentados en las Figura 52 y Figura 53.

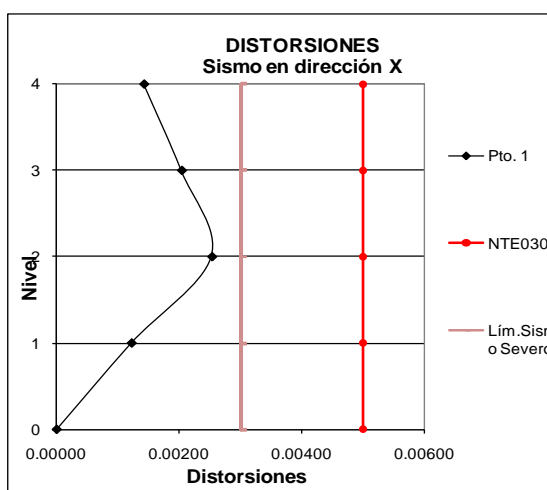


Figura 50: Distorsiones máximas en el Bloque C-Sismo Severo en Dirección "X".



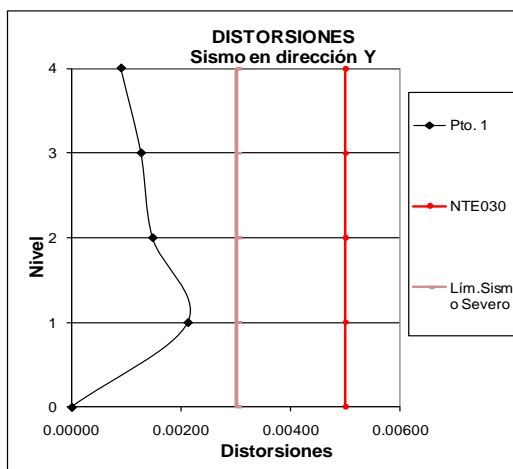


Figura 51: Distorsiones máximas en el Bloque C-Sismo Severo en Dirección "Y".

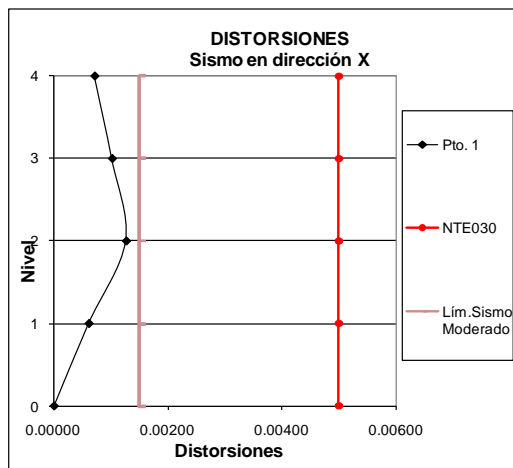


Figura 52: Distorsiones máximas en el Bloque C-Sismo Moderado en Dirección "X".

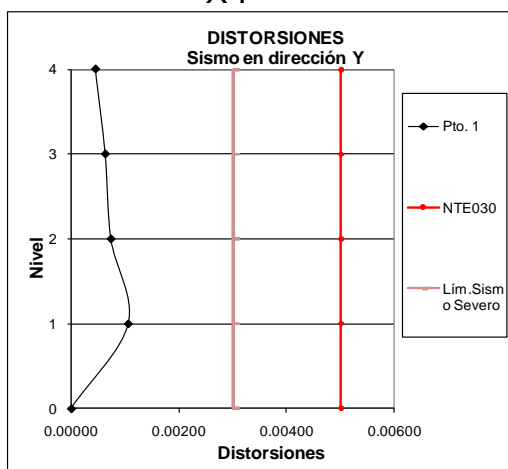


Figura 53: Distorsiones máximas en el Bloque C-Sismo Moderado en Dirección "Y".

A continuación se presentan figuras mostrando las deformadas para la dirección en "X", "Y".

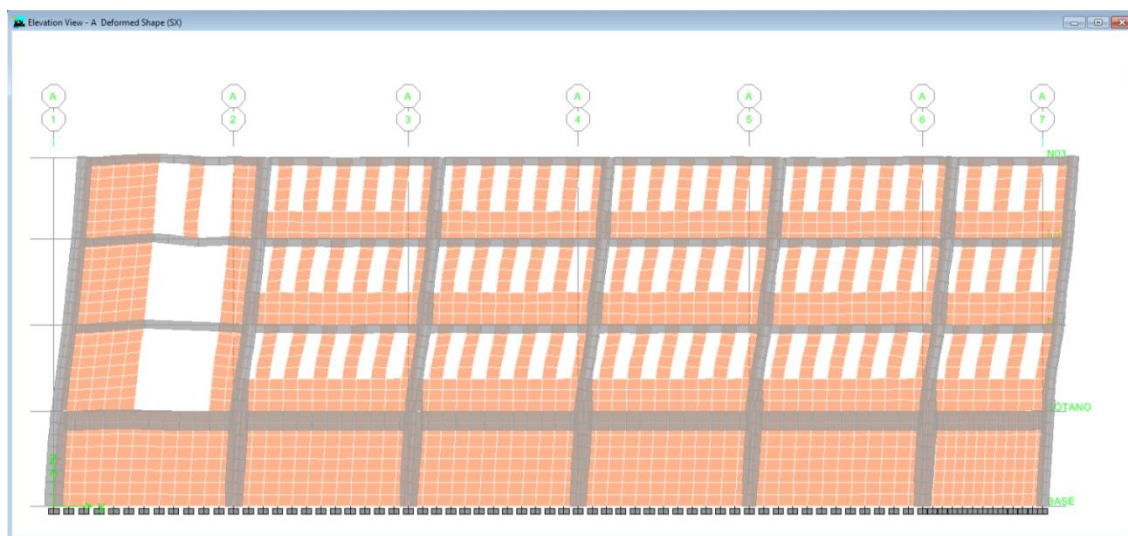


Figura 54: Vista de la Deformada de la estructura debido al sismo en "X"- Bloque C.

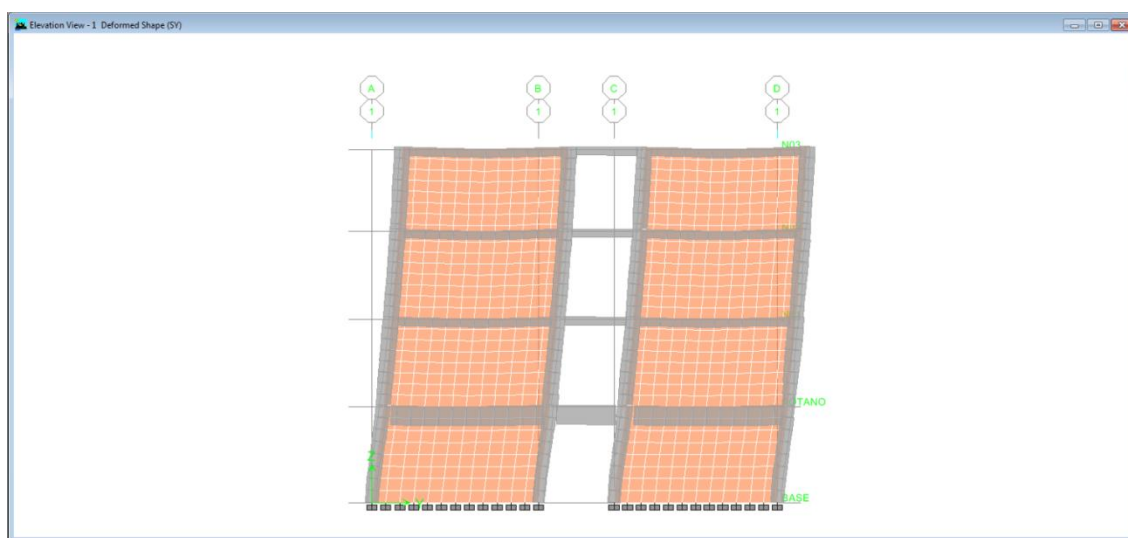


Figura 55: Vista en 3D de la Deformada de la estructura debido al sismo en "Y" - Bloque C.

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

La tabiquería que aporta en masa al modelo estructural, aporta a la rigidez hasta llegar a su nivel de esfuerzo máximo resistente. Por tal motivo es necesario evaluar los elementos de mampostería para saber si existirá fisuración visible y para diagnosticar que muros sufrirían daño en un evento sísmico severo. Para dar sustento a examinamos algunos muros y tabique en ambas direcciones del sistema estructural de los Bloques A, B y C que conforman el nosocomio.

##### Bloque A

En la muestran los esfuerzos cortantes máximos en los muros de albañilería alcanzados durante un sismo severo.

Empleando la norma E.070 se estimó que el esfuerzo cortante resistente en la albañilería en la dirección en "X" es de  $12.7 \text{ kgf/cm}^2$ , y para la dirección en el eje "Y" es aproximadamente de  $8.57 \text{ kgf/cm}^2$ . De la comparación con los valores mostrados en las figuras indican que estos muros serian gravemente afectado durante un sismo severo.

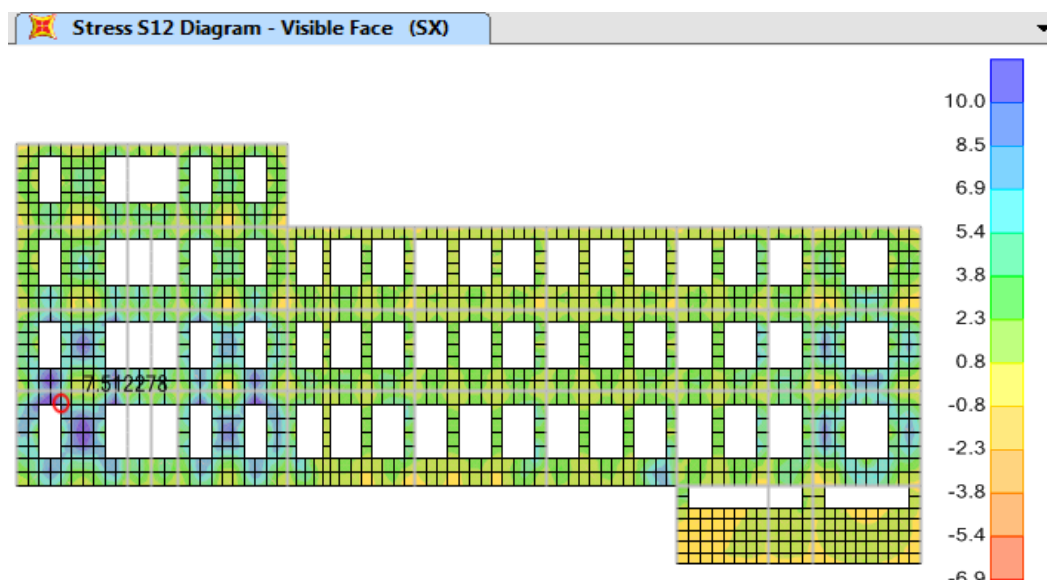


Figura 56: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg/cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "X" del Bloque A-Vista lateral.

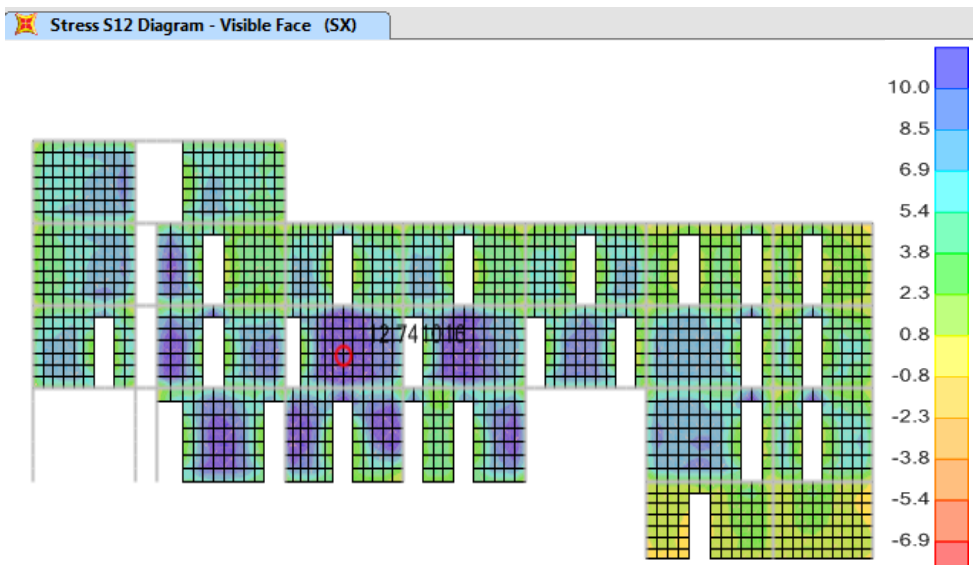


Figura 57: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "X" del Bloque A-Vista interna del Hospital.

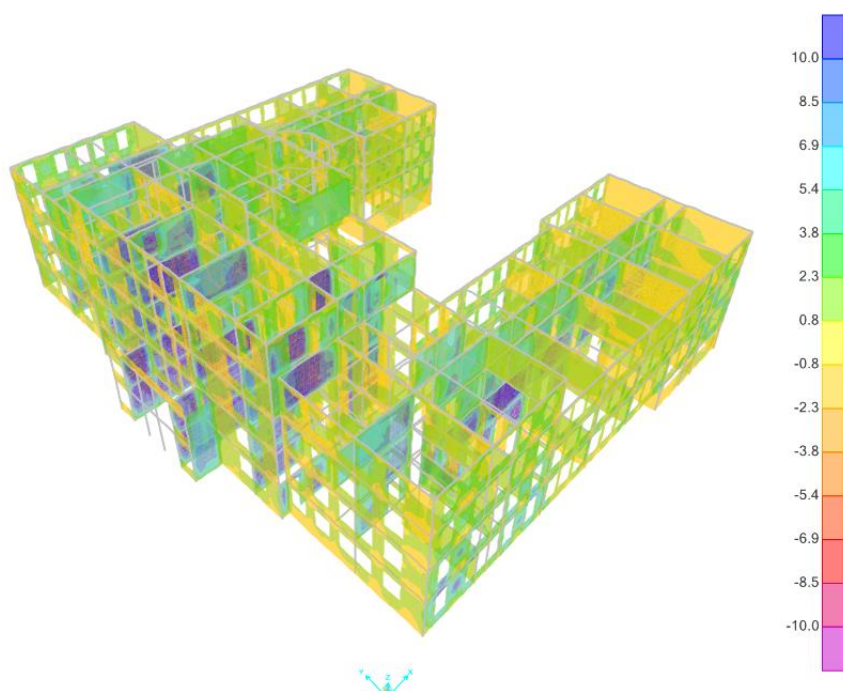


Figura 58: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "X" del Bloque A – Vista en 3D.



Figura 59: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "Y" del Bloque A-Vista lateral.

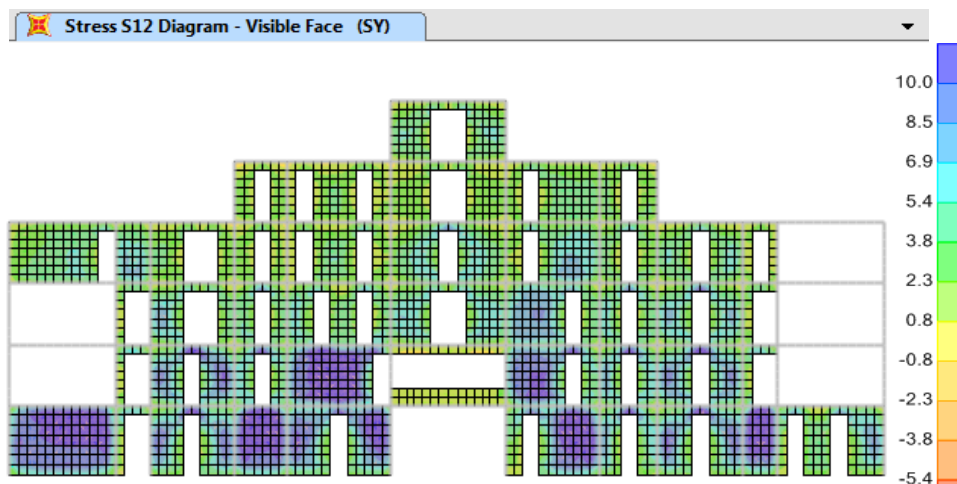
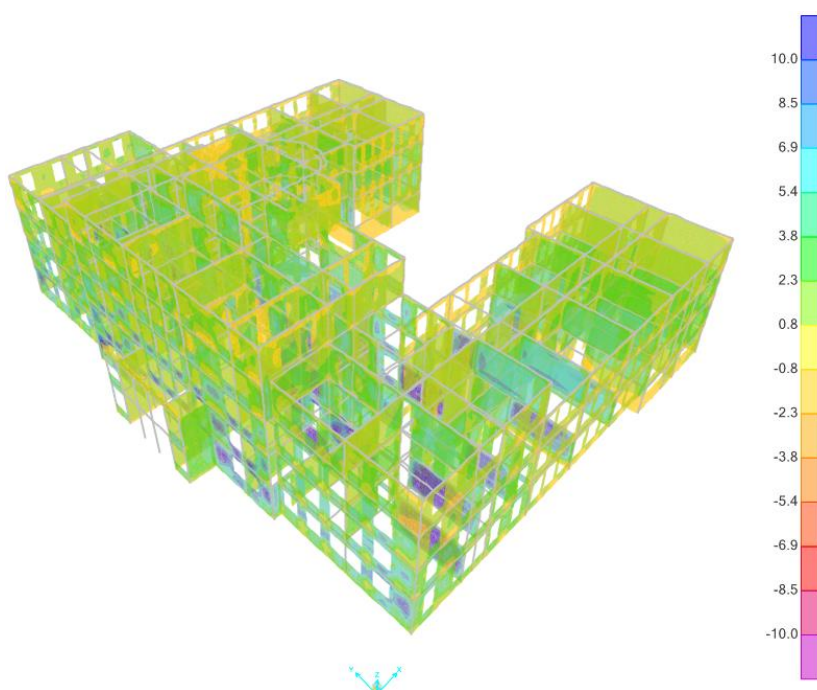


Figura 60: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "Y" del Bloque A-Vista interna del Hospital.





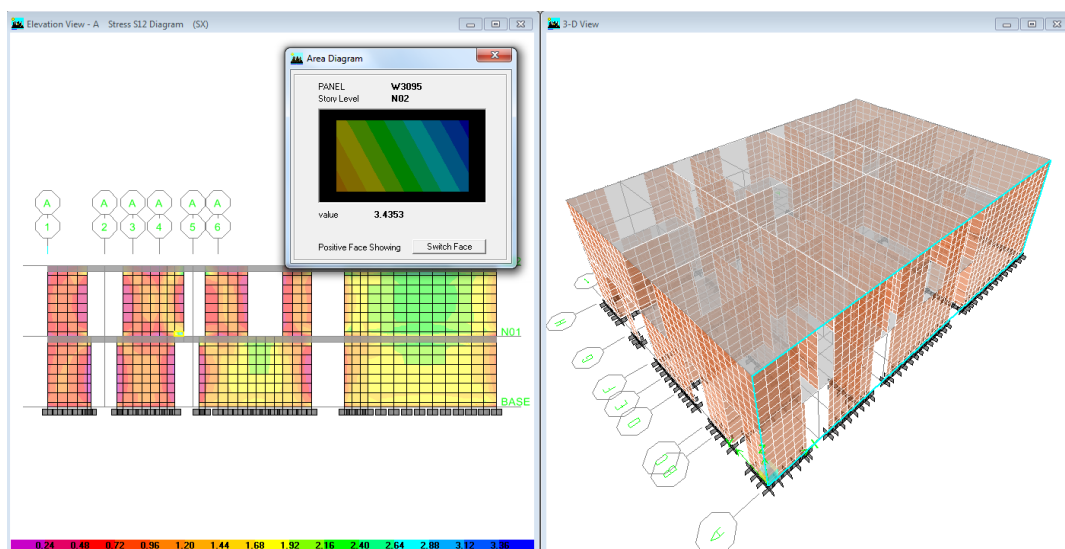
**Figura 61:** Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "Y" del Bloque A – Vista en 3D.

## Bloque B

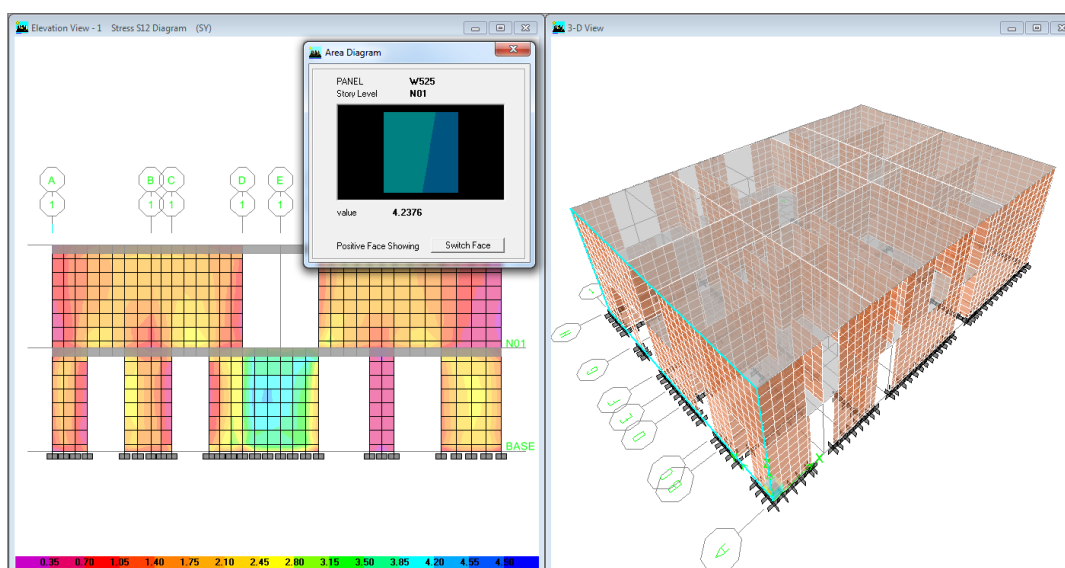
En la Figura 62 y Figura 63 muestran los esfuerzos cortantes máximos en los muros de albañilería alcanzados durante un sismo severo.

Empleando la norma E.070 se estimó que el esfuerzo cortante resistente en la albañilería en la dirección en "X" es de  $3.42 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ , y para la dirección en el eje "Y" es aproximadamente de  $4.23 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ . De la comparación con los valores mostrados en las figuras indicadas, se observa que para el sismo severo se presentarán fallas en estos muros de albañilería.





**Figura 62:** Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección “X” del Bloque B



**Figura 63:** Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección “Y” del Bloque B

### Bloque C

En la muestran los esfuerzos cortantes máximos en los muros de albañilería alcanzados durante un sismo severo.

Empleando la norma E.070 se estimó que el esfuerzo cortante resistente en la albañilería en la dirección en “X” es de  $7.38 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ , y para la dirección en el eje “Y” es aproximadamente de  $9.22 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ . De la comparación con los valores mostrados en las figuras indicadas, se

observa que para el sismo severo se presentarán fallas en estos muros de albañilería.

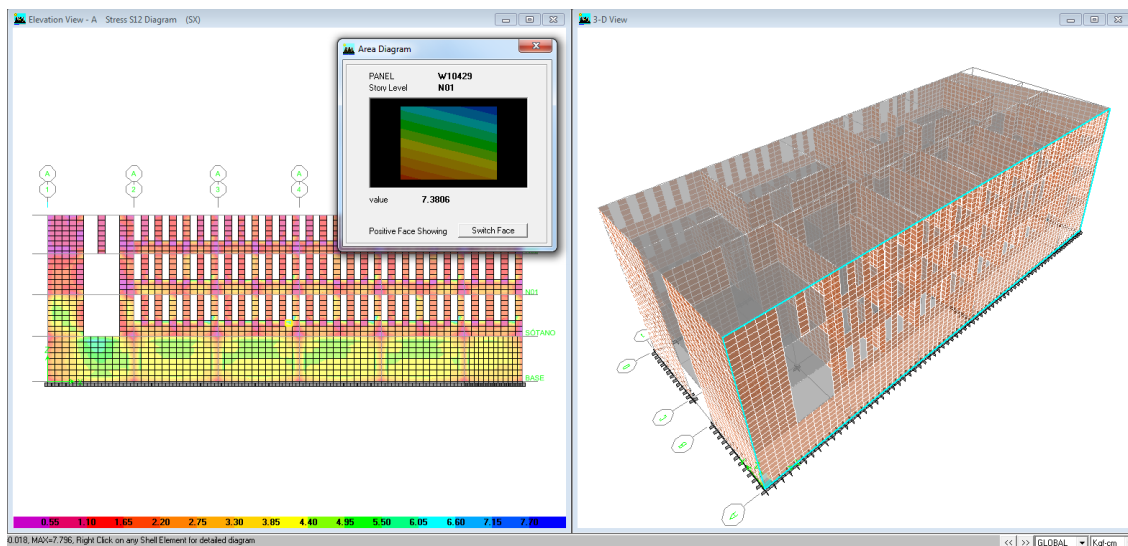


Figura 64: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "X" del Bloque C

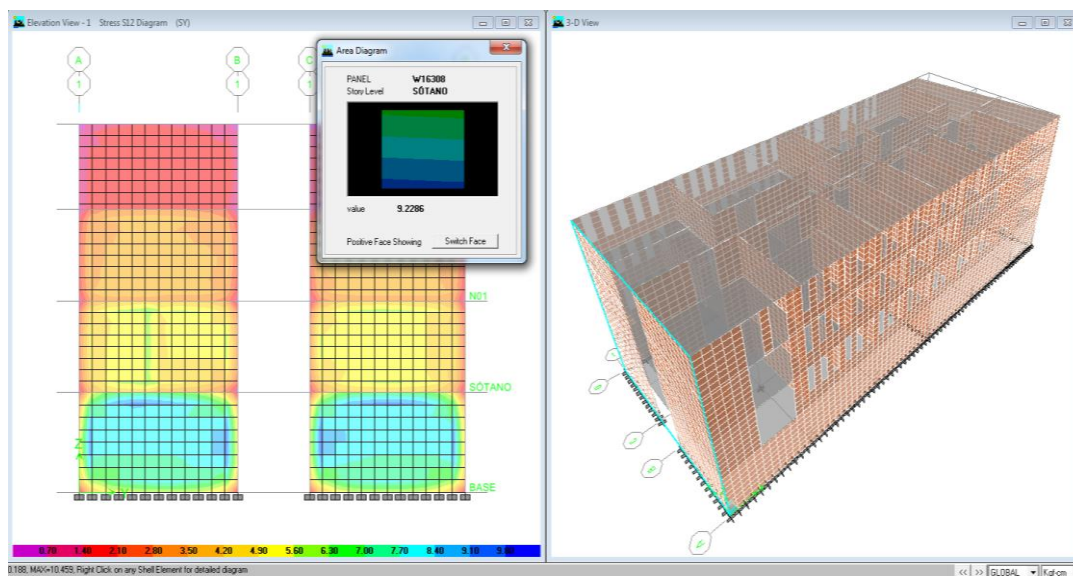


Figura 65: Esfuerzos cortantes ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) en los muros de albañilería en dirección "Y" del Bloque C

## 5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura

Para la determinación de la resistencia sísmica de la estructura, se ha considerado un mecanismo de falla tipo panel considerando la formación de rotulas plásticas en las columnas con agrietamiento de albañilería debido a un cortante de sismo severo. En las siguientes figuras se observa que la capacidad a cortante en la base supera a la demanda sísmica severa. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando vanos de pórticos de concreto armado, principalmente en el bloque A y C. En el caso del Bloque B se observa que la capacidad es superior a la demanda.

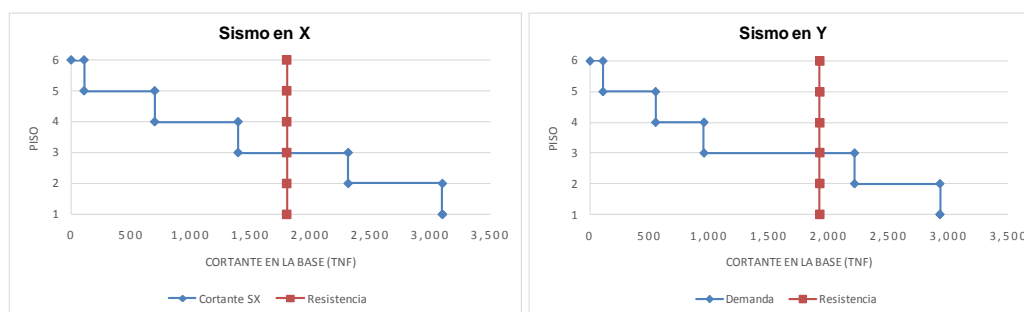


Figura 66: Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque A

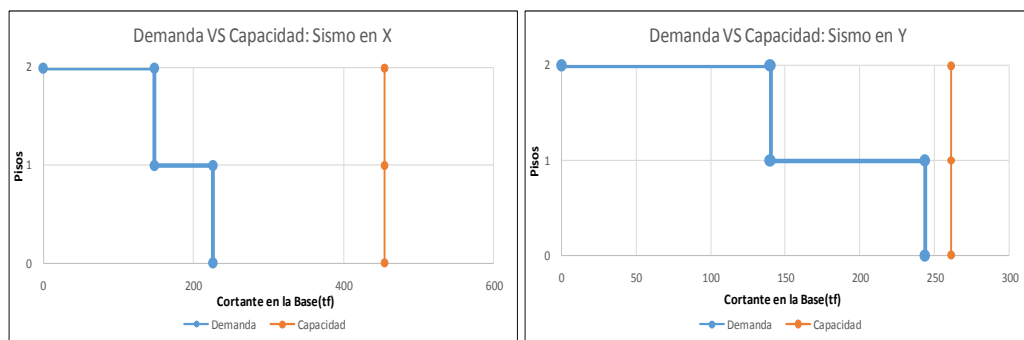


Figura 67: Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque B

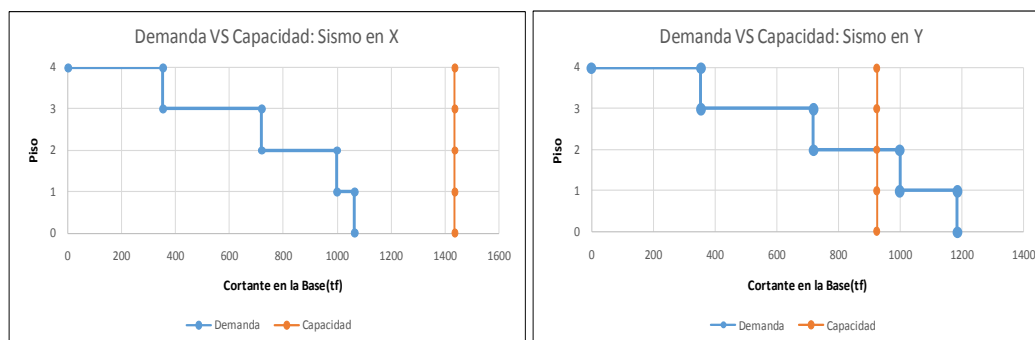


Figura 68: Comparación entre los cortantes en la base en el Bloque C

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

Para la protección del contenido de las edificaciones del establecimiento, los límites planteados por la norma de diseño sismorresistente no aseguran la protección del contenido y operatividad inmediata del hospital. Por esta razón se han estudiado las recomendaciones de FEMA 356, FEMA 274, ASCE 41 entre otras, referidos a la capacidad y reparabilidad de los edificios, así como la experiencia de 26 años de ensayos de laboratorio ejecutados en CISMID, pudiéndose plantear dos límites de distorsión de entrepiso para asegurar la funcionalidad y protección del contenido del hospital: 0.003 (sismo severo) y 0.0015 (sismo moderado).

Así, para la evaluación del Hospital se han considerado los siguientes criterios:

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

Con base en los resultados obtenidos del diagnóstico del comportamiento estructural frente a un sismo moderado y severo se observa lo siguiente:

- En los bloques B y C presentan distorsiones de entrepiso que están por debajo o dentro del límite de protección de contenido para un sismo severo (0.003) y moderado (0.0015). Para el caso del Bloque A las distorsiones ligeramente sobrepasa el límite establecido para un sismo severo.
- El esfuerzo de corte máximo durante un sismo severo obtenido para los bloques A, B y C, en ambas direcciones, supera el valor de la resistencia al corte de la albañilería estimado de acuerdo a la norma técnica E.070.
- Se observa que la resistencia al corte en el primer piso es menor a la demanda para un sismo severo en los bloques A y C. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando vanos de pórticos de concreto armado. En el caso del Bloque B la resistencia al corte es mayor a la demanda.
- En general se observa que las estructuras están rigidizadas por los muros de albañilería, los cuales sufrirían durante un sismo severo, por estar cerrando los vanos de los pórticos. Sin embargo, las estructuras poseen una baja resistencia al corte, por lo que se recomienda la rigidización mediante elementos de concreto armado y la mejora de su ductilidad.

## 6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

### 6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

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

### 6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital San Bartolomé ubicado en la Av. Alfonso Ugarte 825, Cercado de Lima, ocupa un terreno 4,501.48 m<sup>2</sup> y presenta un área construida de 12,661.75 m<sup>2</sup>. Este edificio tiene 3 bloques. El Bloque Principal y originalmente construido, tiene 5 niveles y sótano. Los otros 2 bloques existentes, cuentan con 3 niveles y sótano.

Presta servicios especializados en el tratamiento de Gineco-Obstetricia y Pediatría, tiene como misión brindar servicios de salud especializados de alta calidad y de carácter integral dirigidos a la mujer, al neonato, niño y adolescente, que proceden de cualquier punto del ámbito nacional.

El establecimiento de salud, tiene incorporado un área de terreno de 1448.90 m<sup>2</sup> con frente al Jr. Chancay, en una manzana diferente, y presenta un área construida de 957.24 m<sup>2</sup>. Este local tiene dos niveles y es usado para programas de Niño sano, y consejería del adolescente, control de TBC, cuna para los hijos de los trabajadores, auditorio y residencia médica.

La conformación física es la de una edificación o monoblock, sobre una superficie de terreno de forma irregular, con tres frentes, diferenciados en:

- Ingreso a Emergencia Gineco-Obstetricia y Pediatría por el Jr. Peñaloza, este ingreso requiere que la ambulancia realice una maniobra un tanto complicada para poder ingresar, de lo contrario se tiene que dejar al paciente en la vía exterior, no cumpliendo con la accesibilidad que se requiere en un establecimiento hospitalario.



- Ingreso Principal por la Av. Alfonso Ugarte, presenta desnivel y no cuenta con elementos para el libre tránsito de personas con discapacidad.
- Ingreso de servicio y abastecimiento por el Jr.Chota

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 en algunos servicios, el hospital viene realizando mejoras. Asimismo, se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc.

En la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad ante sismos de la edificación, hemos tomado en cuenta principalmente, consideraciones respecto a la accesibilidad, tomando en cuenta no solo que este cumpla con las normas relacionadas con personas con discapacidades, sino además como estas pudieran generar problemas en el momento de una evacuación masiva.

Los ambientes principales desarrollados por niveles son los siguientes:

### **Primer Nivel.-**

**Bloque A:** Hall de Distribución, caja de ascensor y montacamilla, Dirección General, oficinas administrativas, Consultorios externos de Ginecología y Obstetricia, Imágenes, Rehabilitación física y lenguaje. Laboratorio central, de emergencia, Banco de Sangre, Almacenes de Farmacia.

**Bloque B:** Área de Informática, Archivos de Historias Clínicas: Pasivo y Semi Activo, Capilla, Auditorio, Comedor de personal.

**Bloque C:** Pabellón de Pediatría: Consultorios externos de Oftalmología, Traumatología, Neurología, Asma, Medicina, Neumología Pediátrica.



### Sótano.-

**Bloque A:** Farmacia de Emergencia; Emergencia Obstétrica (Tópico, Preparación de pacientes y Jefatura); Emergencia Pediátrica (Tópico, sala de atención pediátrica, Jefatura); Sala de Necropsias y entrega de cadáveres.

**Bloque C:** Servicio de Nutrición (actualmente en remodelación); servicio de Lavandería; y Almacenes.

### Segundo Nivel.-

**Bloque A:** Hospitalización Pediátrica y Hospitalización de Obstetricia

**Bloque B:** Centro Obstétrico (4 salas de expulsión), y Neonatología

**Bloque C:** Centro Quirúrgico (7 salas de operaciones)

### Tercer Nivel.-

**Bloque A:** Hospitalización Pediátrica y Hospitalización de Ginecología

**Bloque C:** Centro Quirúrgico (7 salas de operaciones)

### Cuarto Nivel.-

**Bloque A:** Hospitalización Gineco-Obstetricia; Oficinas administrativas

### Quinto Nivel.-

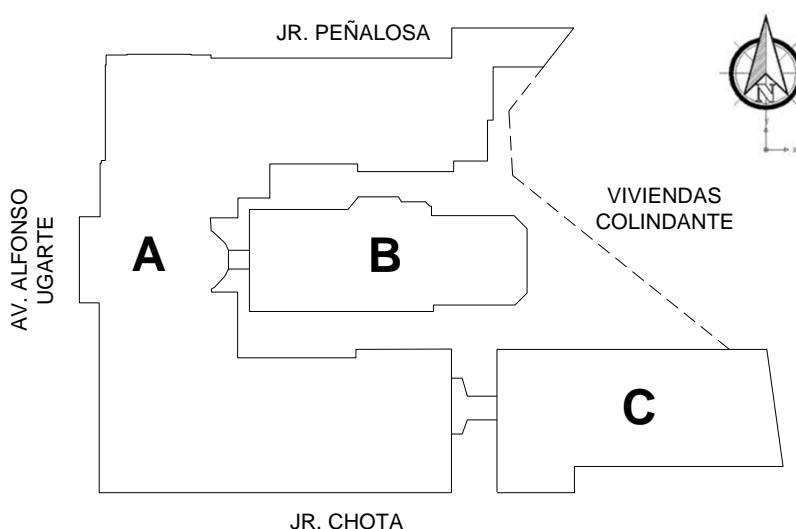
**Bloque A:** Residencia Médica; y Anatomía Patológica.

La conformación física es la de una edificación o monoblock, sobre una superficie de terreno de forma irregular, con tres frentes, diferenciados en:

- Ingreso a Emergencia Gineco-Obstetricia y Pediatría por el Jr. Peñaloza, este ingreso requiere que la ambulancia realice una maniobra un tanto complicada para poder ingresar, de lo contrario se tiene que dejar al paciente en la vía exterior, no cumpliendo con la accesibilidad que se requiere en un establecimiento hospitalario.
- Ingreso Principal por la Av. Alfonso Ugarte, presenta desnivel y no cuenta con elementos para el libre tránsito de personas con discapacidad.
- Ingreso de servicio y abastecimiento por el Jr. Chancay

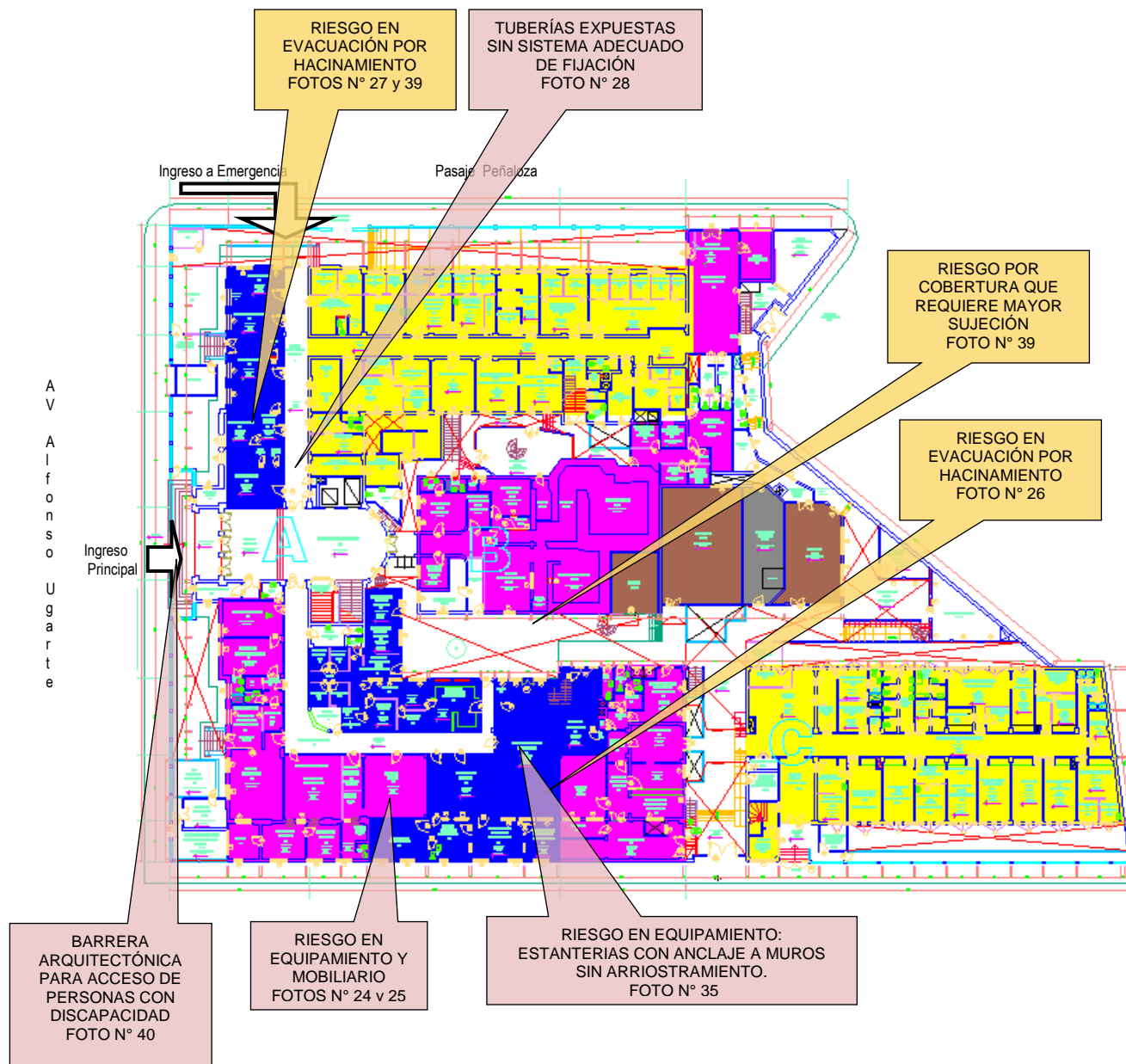
Las Unidades Productoras de Servicios (UPS) y Unidades Productoras de Servicios de Salud (UPSS, identificadas en el hospital son las siguientes:

- A UPSS EMERGENCIA – UPSS CONSULTORIOS EXTERNOS  
UPSS HOSPITALIZACIÓN- UPSS MEDICINA FISICA Y REHABILITACION-UPSS DIAGNOSTICO POR IMÁGENES-  
UPSS PATOLOGIA CLINICA-UPSS ANATOMIA PATOLOGICA
- B UPSS UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS- UPSS CENTRO OBSTETRICO
- C UPSS CONSULTA EXTERNA-UPSS CENTRO QUIRURGICO-  
UPSS NUTRICION Y DIETETICA-UPSS CENTRAL DE ESTERILIZACION



**Figura 69:** Esquema de ubicación de los bloques

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.



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

**Figura 70: Primer nivel del Hospital.**

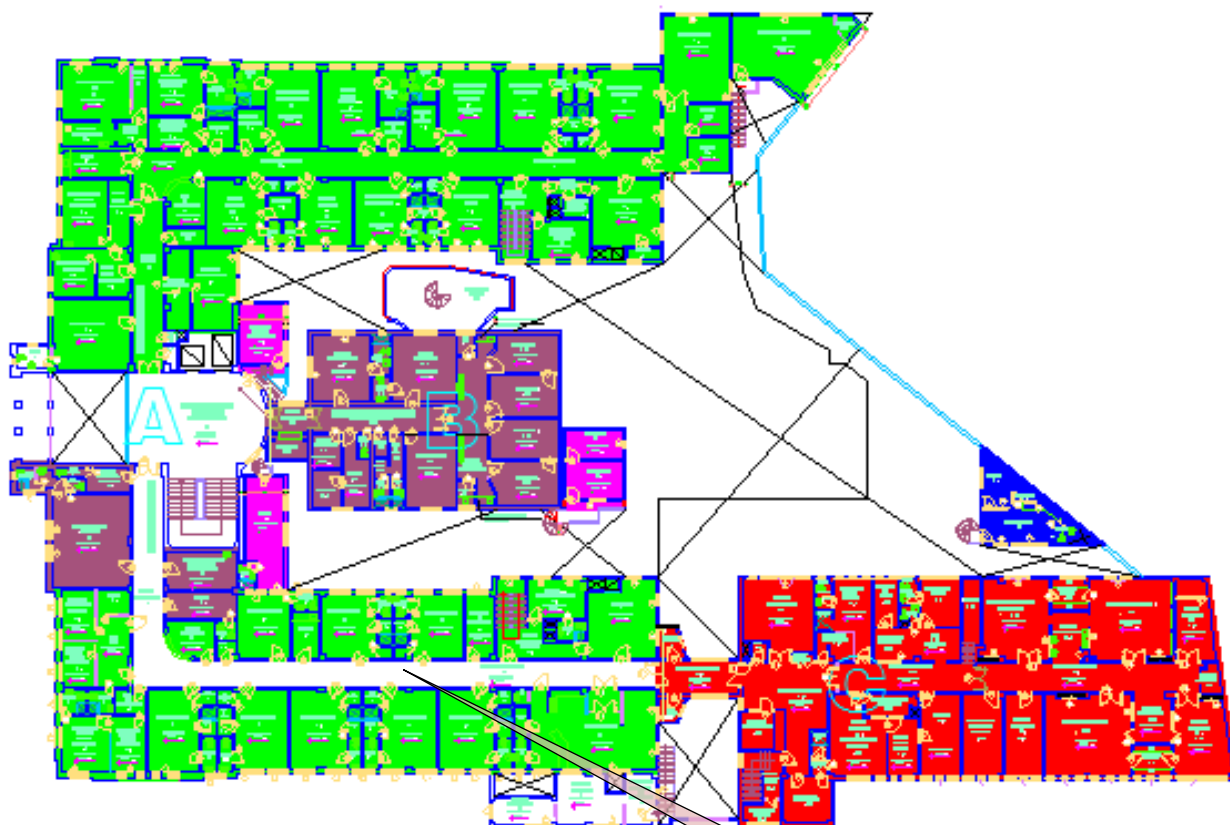


Figura 71: Segundo nivel del Hospital

RIESGO EN EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO FOTOS N°33 v 34

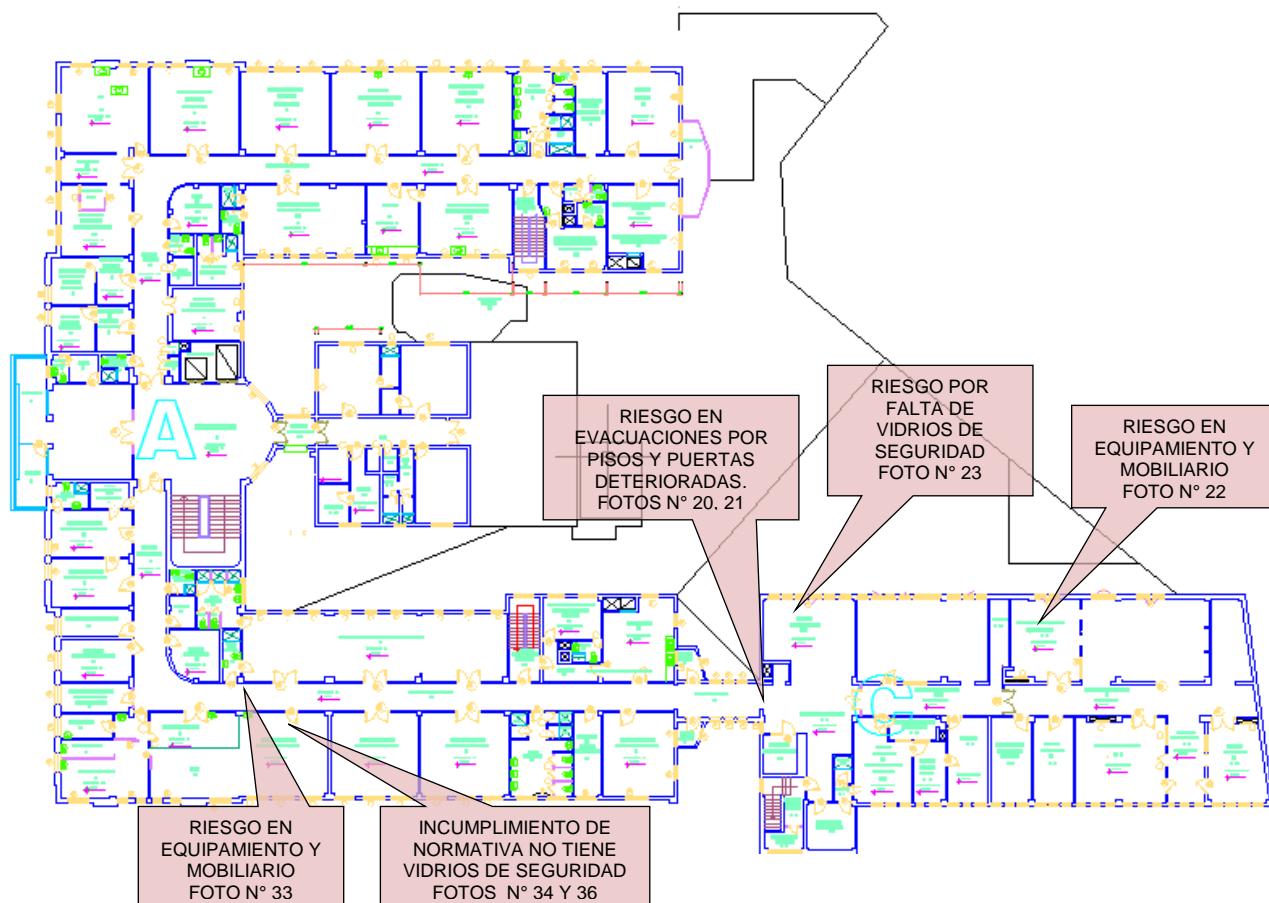


Figura 72: Tercer nivel del Hospital

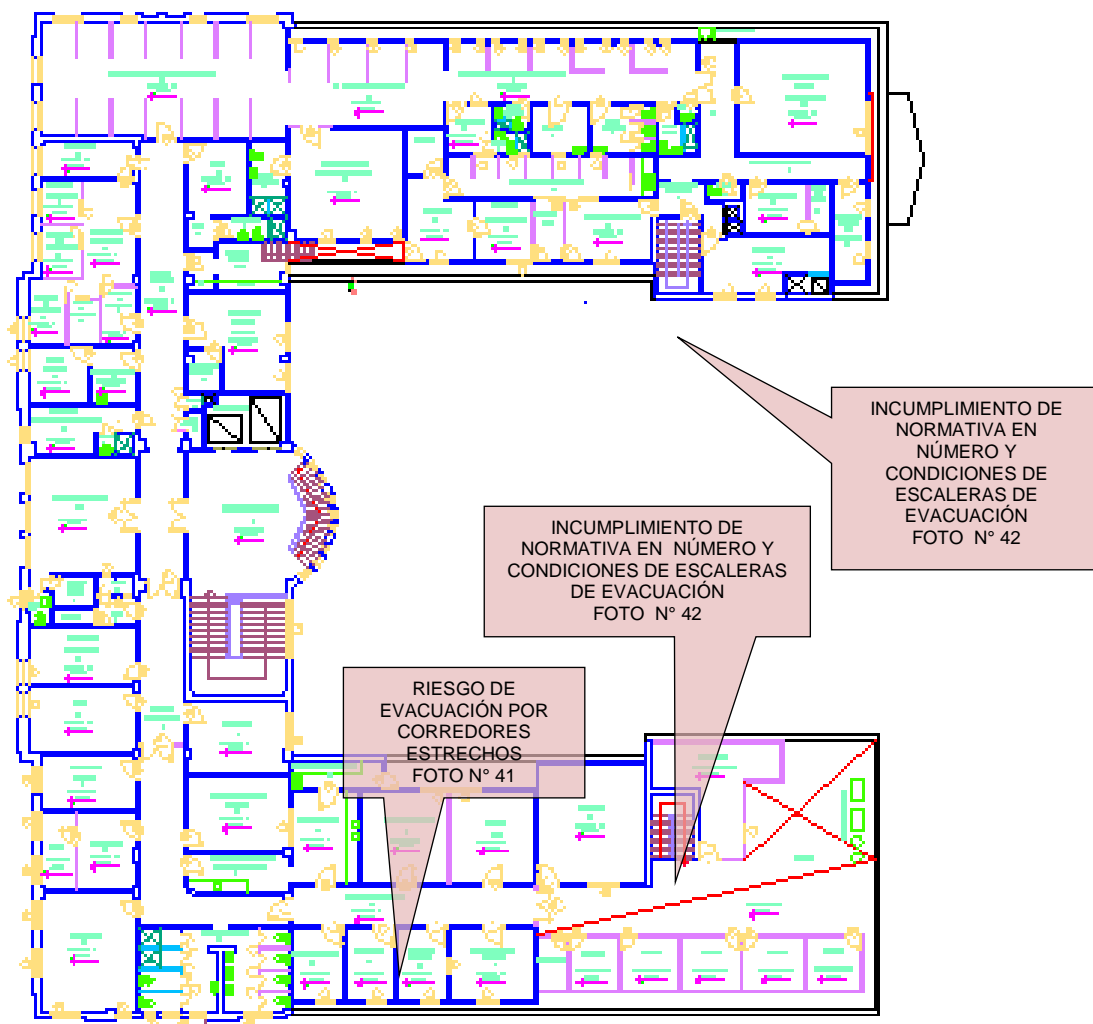


Figura 73: Cuarto nivel del Hospital



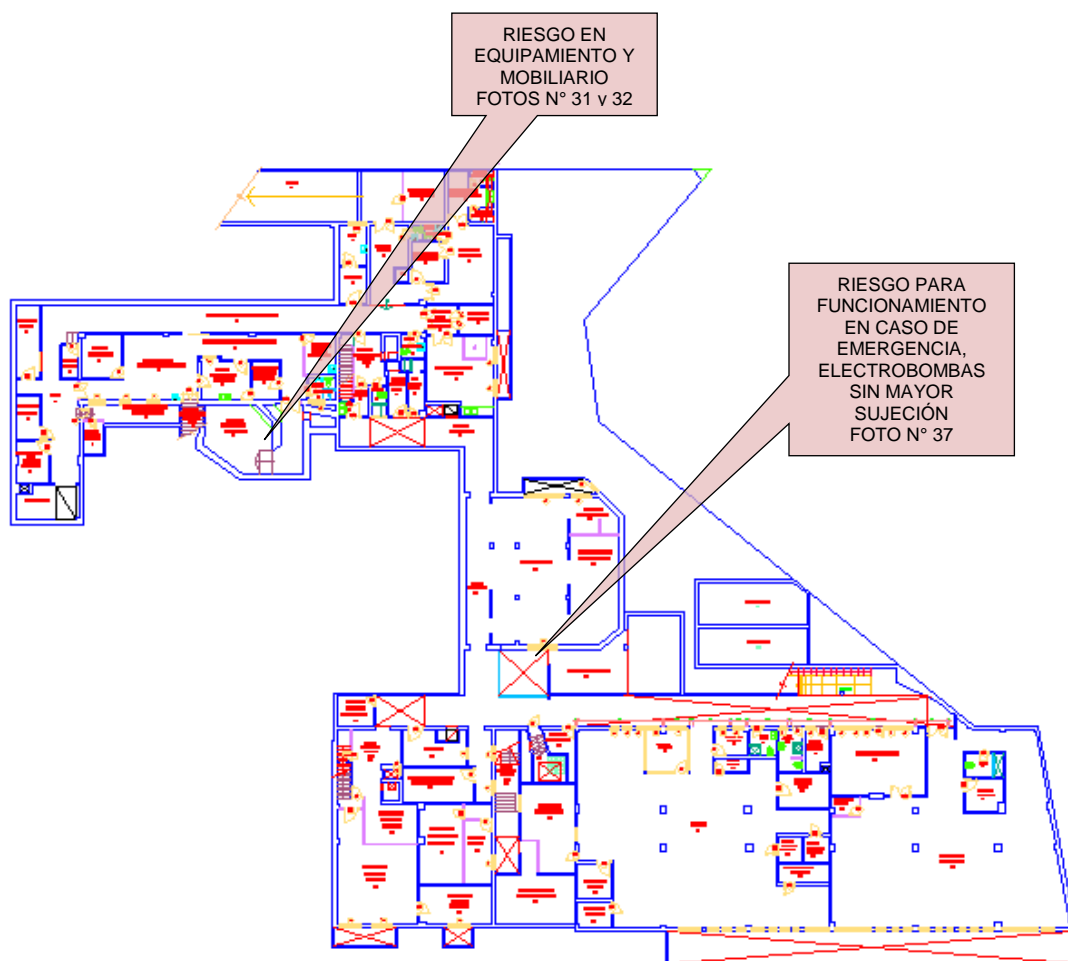


Figura 74: Sótano del Hospital



**Foto 20:** el piso deteriorado por el uso y antigüedad es un factor desfavorable en caso de evacuación



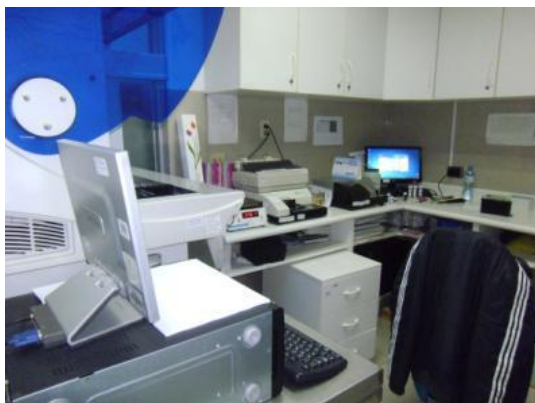
**Foto 21:** las puertas de acceso al Centro Quirúrgico están sumamente deterioradas y no ofrecen seguridad.



**Foto 22:** la estantería del almacén de insumos de centro quirúrgico tiene borde, pero es de madera que se encuentra deteriorado por la antigüedad y uso.



**Foto 23:** los equipos en sala de recuperación presentan inseguridad por no tener fijación.



**Foto 24:** Los monitores, sistemas de cómputo e impresoras no se encuentran sujetas a las mesas de despacho



**Foto 25:** Los elementos suspendidos están fijos al muro, pero en base a tornillos, no tienen mayores elementos de fijación.



**Foto 26:** los ambientes son reducidos para la función que realizan y los equipos y mobiliario que se requieren, en caso de evacuación este hacinamiento será un factor de riesgo.



**Foto 27:** en Imágenes, los ambientes presentan hacinamiento por los equipos y mobiliario no adecuado para la función que realizan, riesgo en caso de evacuación



**Foto 28:** las tuberías atraviesan los ambientes y con elementos inadecuados de sujeción, posible desprendimiento en caso de sismo de gran intensidad, ocasionando que no funcione la UPSS de Imágenes.





**Foto 29:** Equipos de Tópicos de Urgencias apoyados en repisas de madera que permiten un desplazamiento en caso de movimiento sísmico.



**Foto 30:** Los elementos suspendidos están fijos al muro, pero en base a tornillos, no tienen mayores elementos de fijación.

**Foto 31:** UCIN, equipos monitores apoyados sobre repisas sin borde de seguridad y sin anclajes sobre incubadoras.



**Foto 32:** UCIN: equipos monitores apoyados sobre repisas sin borde de seguridad sobre incubadoras. Nótese la cercanía de las incubadoras a las ventanas con vidrio crudo.



**Foto 33:** Almacén de Farmacia: estanterías de estructura metálica, anclados a muro, pero no arriostradas entre ellas, los tableros son planchas metálicas sin borde de protección para evitar desplazamientos de medicamentos e insumos en caso de movimiento sísmico.



**Foto 34:** Equipo nuevo y operativo apoyado sobre mobiliario, no hay sujeción adicional. Ventanas con vidrios crudos de grande dimensiones, cercanos a incubadoras



**Foto 35:** Casa de Fuerza: tanques apoyados sobre piso, sin cadenas de seguridad. Bombas de agua sin pernos de anclaje.





**Foto 36:** Faltan anclajes en las estanterías, y seguridad para los contenidos ubicados en los tableros. En general en las UPSS.



**Foto 37:** Las coberturas sobre las áreas de espera de Laboratorios, Banco de Sangre, e ingreso a Emergencia son de acrílico y cartón corrugado, las cuales al desprenderse no afectarían la integridad física de las personas pero si causaría alarma o pánico.





**Foto 38:** El vestíbulo de ingreso tiene pasos con acabado de mármol, carece de barandas para seguridad. Barrera arquitectónica para personas con discapacidad.



**Foto 39:** Corredores estrechos, y usados de depósito transitorio, que pone en riesgo en caso de evacuación



**Foto 40:** escaleras de evacuación, no ofrecen seguridad por deterioro, ancho y acabado deslizante.



**Foto 41:** Tabiquería con estructura de aluminio, vidrios tipo catedral (crudos) y fijados sólo en el piso falta fijación en techo.



**Foto 42:** los carteles de señalización deben estar ubicados en los corredores que permitan identificar las salidas de evacuación, las fotos reflejan que éstas se encuentran ubicada al interior de las cajas de escaleras.

### 6.3. Recomendaciones para mejorar 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

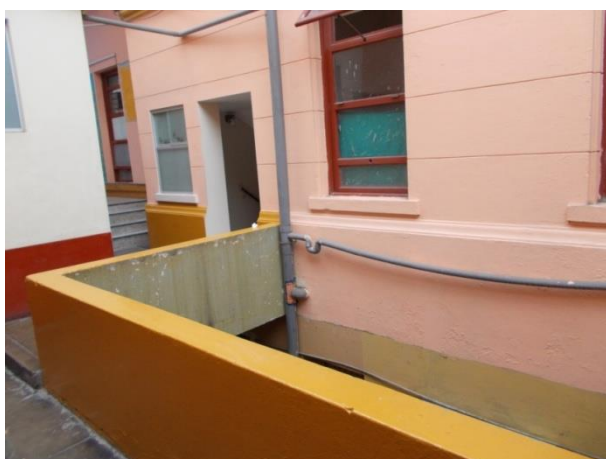
#### 7.1.1. Instalaciones Sanitarias

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

- No existe capacidad de almacenamiento en las cisternas para cubrir una emergencia.



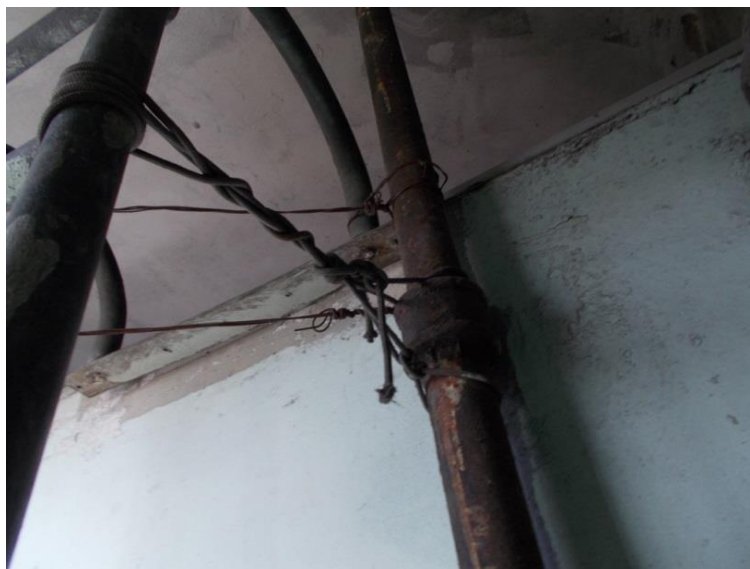
- No existe accesibilidad desde el exterior para el suministro de agua mediante camiones cisterna en caso de suspensión y/o corte del servicio en una emergencia.
- Las tuberías de agua de F<sup>0</sup>G<sup>0</sup> en el cuarto de máquinas están corroídas.
- Las válvulas de las líneas de impulsión están deterioradas y corroídas.
- Las instalaciones de agua y desagüe que se han construido posteriormente se encuentran tugarizadas.
- Las conexiones entre tuberías y equipos de bombeo no cuentan con conexiones flexibles.
- Las tuberías de ingreso y salida en el tanque elevado se encuentran deterioradas y carecen de uniones flexible
- Redes generales de agua y desagüe de f<sup>0</sup>g<sup>0</sup> y f<sup>0</sup>f<sup>0</sup> que han cumplido largamente su ciclo de vida útil.



**Foto 43:** Tuberías de desagüe de PVC expuestas a radiación solar



**Foto 44:** Tuberías de agua y desagüe de PVC instaladas en forma precaria



**Foto 45:** Tuberías de desagüe de fof0 instaladas en forma precaria



**Foto 46:** Cámara de bombeo de desagüe en mal estado



**Foto 47:** Vista de Tuberías de desagüe y conexiones eléctricas en forma precaria.





**Foto 48:** Conexión provisional de agua caliente.



**Foto 49:** Tuberías de desagüe atraviesa vigas.



**Foto 50:** Tuberías de agua y desagüe de PVC instaladas en forma precaria cerca del almacén de combustible.



**Foto 51:** Árbol de descarga sin uniones flexibles.





**Foto 52:** Cámara de bombeo expuesta a inundaciones.



**Foto 53:** Solución temporal con tanques individuales de almacenamiento para sector antiguo



**Foto 54:** Tuberías de agua de fºgº que se encuentran corroídas.

### 7.1.2. Instalaciones Eléctricas

#### **Sistema Eléctrico**

El transformador de alimentación es de 400 KVA y la potencia contratada a EDELNOR es de 280 KVA

Fuente alternativa capaz de suministrar energía eléctrica de forma permanente por un periodo de 72 horas en las áreas críticas.

Generador eléctrico de Capacidad de 450 KVA, encapsulado, cuenta con un tablero de transferencia con una respuesta de aprox. 4 seg

Reserva de combustible cuenta con un sistema interconectado a un depósito de combustible de 4000 glns,

Recibe mantenimiento: periódico según programación.

Cuenta el servicio con Lámparas de emergencia con baterías como sistema de prevención.

Protección adecuada de fenómenos naturales.

Riesgos, inundaciones, por estar en el nivel más bajo del hospital

Los medios de sujeción y/o anclajes son los adecuados

Conexiones con tuberías de combustible aceptable, requiere mejoramiento de líneas eléctricas

Riesgo de obstrucción de las salidas ante desplazamiento, se encuentra ubicado en lugar poco seguro.

El estado del sistema eléctrico en la edificación requiere mejoramiento, actualmente se ha cambiado aprox. 40% del cableado eléctrico.

Interruptor principal y del resto de circuitos están de acuerdo a la capacidad instalada, para evitar sobrecalentamientos y corto circuitos

Existen instalaciones eléctricas provisionales con materiales inadecuados e improvisados que deberán cambiar.

Las conexiones con la fuente alternativa de energía eléctrica son las adecuadas.

Mecanismos de protección de sobrecargas, puestas a tierra necesitan ser actualizadas, así como cambiar llaves cuchillas que ya no se usan, así como eliminar los conductores mellizos.

Se encuentra área de iluminación seguro en áreas críticas, se debe mejorar sujeción de lámparas de iluminación.

Tableros de distribución requieren identificación de circuitos y directorio, instalación de sistemas de protección de vida y conexión a tierra.

El grupo electrógeno cuenta con un abastecimiento mínimo para 5 días, cuentan con medios de sujeción a través de pernos para evitar caídas y derrames, El Grupo electrógeno se encuentra ubicado en un lugar que podría afectar la seguridad del establecimiento por los elementos inflamables, se verifica dispositivos contraincendios, como extintor de 9 Kg., y su señalización respectiva.



**Foto 55:** E. encapsulado con tanque diario de petróleo



**Foto 56:** Tablero eléctrico en alto riesgo, tipo de llave



**Foto 57:** Tablero eléctrico en alto riesgo, fuera de norma



**Foto 58:** Redes eléctricas expuestas, son un peligro

### 7.1.3. Instalaciones Mecánicas

#### **Depósitos de Combustible (diesel)**

Se cuenta con un depósito de 4000 glnes. A parte del tanque diario con el que cuenta el grupo electrógeno para un mínimo de 5 días, cuentan con medios de sujeción para evitar caídas y derrames, se encuentran a una distancia que no afecten la seguridad del establecimiento por los elementos inflamables, se verifica dispositivos contraincendios, como extintor de 9 Kg., y su señalización respectiva.



#### 7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

##### Sistemas de Calefacción, Ventilación Aire Acondicionado, Agua Caliente y Vapor

Los equipos electromecánicos como son equipos de cocina, equipos de lavandería, calderos grupos electrógenos, los conductos tuberías están debidamente sujetos sin posibilidad de movimiento, se verifica los anclajes, elementos con rigidez adecuada.

Se verifica que aire acondicionado no está expuesto a inundaciones.

Calderos ubicados lejos de los pabellones de hospitalización y principal cuenta con su casa de fuerza, y esta se encuentra aislados de los depósitos de combustible, son de fácil acceso y en zonas no inundables.

Cuentan con equipos electromecánicos como calderas generadoras de vapor. El panel de control está protegido del ambiente de caldera y cuenta con sistema de extinción de incendios

Los componentes de estos sistemas se encuentran en buen estado llámese conductos, tuberías cables, el funcionamiento de las válvulas de seguridad.

Los equipos reciben mantenimiento periódico.



**Foto 59:** Caldero nuevo de 100 BHP. **Foto 60:** balones de O2 inseguros



### 7.1.5. Instalaciones Especiales

#### Gases Medicinales (Oxígeno)

Se dispone de gases medicinales para 3 días como mínimo al tener un sistema de producción de oxígeno medicinal de 12m<sup>3</sup> por hora a parte de un sistema de respaldo a través de un manifold de oxígeno con 10 salidas y un almacenamiento de 36 balones de O<sub>2</sub> en reserva.

Los gases medicinales cuentan con medios de sujeción apropiados algunos pero hay que complementarlos, existe riesgo de posibles caídas.

Los tanques verticales deben ser anclados con 3 o 4 direcciones, con uniones soldadas o atornilladas con pernos, deben contar con riostras cada 120 grados para evitar caídas en sismos

Gases están en una zona poco ventilada por lo tanto existe alto riesgo, las instalaciones eléctricas no son anti explosivos, los manifold se encuentran en un pasadizo y las instalaciones eléctricas no son seguras para un manejo de gases, posibles explosiones.

Señalización de peligro.



**Foto 61:** Tanques criogénicos de producción de 24m<sup>3</sup>/hora



**Foto 62:** balones de O<sub>2</sub> inseguros



Foto 63: Manifold para sistema de emergencia



Foto 64: Balones de O2 sin bandas de sujeción, inseguros

#### 7.1.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

##### Sistema de Telecomunicaciones

Sistemas de comunicación se encuentran operativos,

Comunicación Internos: sistema de perifoneo altavoces, intercomunicadores se encuentran operativos.

Central telefónica, computadoras en red, estado de cables se encuentran expuestos se debe mejorar en un 60%.

Sistema de comunicación Externos: internet radiocomunicación se encuentran operativos.

Cuenta con sistema alternativo de energía, proporcionado por el grupo electrógeno.

Sistemas alternos de comunicación radio teléfono celular, estado de antenas es bueno, abrazaderas se encuentran en buen estado, la torre se encuentra arriostrados adecuadamente

Evaluación del ambiente donde se ubica la radio, es reducido para un manejo de desastres natural

Cuentan con internet y conexión telefónica celular



**Foto 65:** Rack de comunicaciones con cables desordenados y expuestos



**Foto 66:** Antena de comunicaciones y torre falta de mantenimiento

## 7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

### 7.2.1. Instalaciones Sanitarias

- Se debe aumentar el volumen de almacenamiento de agua en las cisternas.
- Reemplazar las tuberías de agua en el cuarto de máquinas que se encuentra corroídas.
- Se deben reemplazar las válvulas y accesorios no operativos que se encuentran en el cuarto de máquinas.
- Restituir las redes antiguas de agua y desagüe que superaron su ciclo de vida útil.
- Las conexiones de ingreso y salida en los depósitos de agua deberán ser cambiadas y adecuadas con uniones flexibles.
- Las conexiones visibles turgurizadas deberán ser remodeladas.
- Reemplazar las líneas y accesorios deteriorados en las cámaras de bombeo de desagüe.

## 7.2.2. Instalaciones Eléctricas

1.1 SISTEMA ELÉCTRICO	RECOMENDACIONES
Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Debe continuarse mejorando los cambios de redes eléctricas y su ordenamiento. <b>Recomendación :Se debe continuar con el mejoramiento de instalaciones eléctricas, ordenando técnicamente así como protegiendo y no tener cables expuestos instalar de acuerdo a norma del CNE</b>
Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	Sistema de alimentación eléctrica EDELNOR, y cuenta con grupo electrógeno y las áreas críticas están conectados, no existe redundancia de GE. <b>Recomendación: El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia</b>
Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	Tablero con sistema de interrupción por sobre carga en buen estado , pero subtableros deben mejorarse, así como en los sistemas de puesta a tierra Debe efectuarse el mantenimiento de pozo a tierra <b>Recomendación :realizar mejoramiento y/o cambio de tableros eléctricos en áreas críticas implementar con llave protección de vida, realiza r mantenimiento y Levantar protocolos de medición de pozos a tierra para un mejor control de sobrecargas</b>
Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.	Buena iluminación en especial zonas críticas y rutas de evacuación, sistemas de iluminación requieren aseguramiento <b>recomendación : algunos equipos de iluminación requieren sujeción y/o aseguramiento de lámparas de iluminación en las rutas indicadas</b>
Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	Corresponde a la SS EE <b>Recomendación: requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas</b>

## 7.2.3. Instalaciones Mecánicas

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

## 7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS	RECOMENDACIONES

Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Ductos con soportes de regular condición , se debe realizar mantenimiento de ductos y tuberías por la antigüedad del hospital, <b>recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías que atraviesan juntas de dilatación</b>
Condición de tuberías, uniones y válvulas.	En regular condición, requieren mantenimiento, <b>recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías de tuberías, uniones y válvulas por antigüedad del hospital</b>

### 7.2.5. Instalaciones Especiales

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

### 7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	RECOMENDACIONES
Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	El estado técnico de de las instalaciones de altavoces , perifoneo de ben mejorarse con un ordenamiento y algunos cambios del cableado, los mismos que deben estar protegidos <b>Recomendación: Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna</b>
Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	El estado técnico del sistema de radio debe mejorarse para cubrir todas las emergencias, debe implementarse con teléfono satelital y el mejoramiento del ancho de banda del sistema de internet <b>Recomendación: Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.</b>
Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	El estado técnico de los sistemas de telecomunicaciones instalados dentro del perímetro del hospital deben ordenarse técnicamente su cableado <b>Recomendación: ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias</b>



<b>Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.</b>	No cuenta con local apropiado para manejo de emergencias en desastres <b>Recomendación: habilitar ambiente apropiado para comunicaciones para manejo de emergencias en desastres.</b>
<b>Seguridad del sistema interno de comunicaciones.</b>	Cuenta con baterías en stand By para emergencias en caso de sismos, está en reordenamiento <b>recomendación: circuito de energía debe estar conectado a los circuitos de emergencia.</b>

## 8. VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL

### 8.1. Contexto del problema

#### *La amenaza sísmica y la salud*

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

#### *El colapso estructural arrastrará al colapso funcional*

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

#### *Todo lo que funciona puede fallar.*

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

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

- *Disponibilidad de recursos*: lo necesario para poder cumplir los procedimientos.
- *Competencias técnicas*: en varios niveles:
  - *Personales*: cognitivas, procedimentales, ético-sociales,
  - *Institucionales*: organización, gestión, cadenas logísticas, normas,
  - *Sistemas y redes de servicios*: comando, planificación, concertación,
- *Disposición*: vocación médica y compromiso de las personas con su objetivo social y responsabilidad laboral.
- *Las metas de este estudio*
- El motivo de este estudio es estimar las condiciones funcionales actuales con que los servicios críticos del hospital (Emergencia, sala de operaciones, esterilización, UCI, postoperatorio, laboratorios, radiología, banco de sangre) enfrentarían un desastre sísmico e identificar los eslabones vulnerables para su intervención oportuna. El propósito es mantener la capacidad resolutive de los servicios, del establecimiento y de la red o el sistema durante la etapa de emergencia.
- La *disponibilidad* de recursos, aunque varía en el tiempo y el establecimiento, está normada, y se ha sopesado en este estudio a través del Índice de Seguridad Hospitalaria, ISH de OPS/OMS.
- Las *competencias de los profesionales de salud* son impartidas en su formación universitaria y recertificadas periódicamente por los colegios profesionales. Las competencias institucionales en materia de desastres son evaluadas por la autoridad competente (OGDN-MINSA, INDECI), las competencias de las redes y sistemas son responsabilidad del sector salud y gobiernos regionales y central.

- La *disposición* de las personas es difícil de mensurar pero puede inferirse por su compromiso habitual y su participación en los preparativos para desastre, ejercicios, simulacros y capacitación.
- El tiempo asignado para este trabajo ha limitado la obtención y cotejo de información de estos establecimientos públicos de salud, pero la indagación debe continuar a cargo de las autoridades hospitalarias quienes deben gestionar las propuestas que consideren pertinentes. Para viabilizar el estudio y dar solidez al análisis se convocó a un grupo de experimentados especialistas en Medicina de Emergencias y Desastres, los doctores: Daniel Alfaro Basso, José Untama Medina, Abel García Villafuerte, Rolando Vásquez Alva, Carlos Malpica Coronado, Luis Loro Chero y William Rojas, quienes, en reuniones semanales con los suscritos y la Dra. María Teresa Chincaro, Emergencióloga de la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud, actuaron como Comité Experto para concordar las puntuaciones y consolidar los resultados.
- Se debe enfatizar, una vez más, 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, asimismo, los procesos asistenciales no se rigen por leyes exactas, son por el contrario influidos por multitud de factores, algunos incluso circunstanciales (horas y días de la semana, etc.), de ahí su variabilidad.

## 8.2. Análisis Situacional del Hospital

El "Análisis de la Situación de Salud" del Honadomani San Bartolomé, ASIS 2011, destaca lo siguiente:

El Honadomani San Bartolomé es considerado un centro hospitalario de Referencia Nacional para la atención del binomio Madre-Niño debido a la gran especialización de su oferta para atender patología de alta complejidad en estos grupos poblacionales, es pionero en la atención quirúrgica del neonato y recién nacido, así mismo un centro de referencia para brindar atenciones en reproducción humana y la atención de la gestante con comorbilidad asociada.

En el año 2011, el 80% de la demanda procedía de 10 distritos: Cercado de Lima, La Victoria, Breña, Rímac, San Martín de Porres, Independencia, Los Olivos, Comas, Puente Piedra, San Juan de Lurigancho.

DISTRITOS	CANT.DEMANDA	FREC. RELATIV.	FREC. ACUM.
LIMA	19755	26.99%	26.99%
SAN MARTIN DE PORRES	10275	14.04%	41.03%
SAN JUAN DE LURIGANCHO	6326	8.64%	49.67%
RIMAC	5681	7.76%	57.43%
COMAS	5055	6.91%	64.34%
LOS OLIVOS	4297	5.87%	70.21%
INDEPENDENCIA	3169	4.33%	74.53%
PUENTE PIEDRA	1893	2.59%	77.12%
LA VICTORIA	1660	2.27%	79.39%
BREÑA	1637	2.24%	81.63%

Fuente: Unidad de Informática, Oficina de Estadística e Informática. Hospital San Bartolomé. 2012.

En Lima provincias, el 70% de la demanda procedía de las provincias de: Huaral, Barranca (al Norte de Lima), Cañete (al sur de Lima), Huarochirí (al este de Lima).

DISTRITOS	CANT. ATENDIDO	FREC. RELATIV.	FREC. ACUM.
HUARAL	107	26.23%	26.23%
CAÑETE	107	26.23%	52.45%
HUAROCHIRI	75	18.38%	70.83%
BARRANCA	50	12.25%	83.09%

Fuente: Unidad de Informática, Oficina de Estadística e Informática. Hospital San Bartolomé. ASÍS 2012.

En el resto de departamentos, el 80% de la demanda procedía de los departamentos de: Piura, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Ancash (Norte), Ica (Sur), Ayacucho Junín, Huánuco (Centro), San Martín (Oriente).

DISTRITOS	CANT. ATENDIDOS	FREC. RELATIV	FREC. ACUM.
Junín	153	16.91%	16.91%
Ancash	112	12.38%	29.28%
Ica	112	12.38%	41.66%
Huánuco	74	8.18%	49.83%
San Martín	72	7.96%	57.79%
Piura	57	6.30%	64.09%
Ayacucho	44	4.86%	68.95%
Cajamarca	43	4.75%	73.70%
Lambayeque	42	4.64%	78.34%
La Libertad	27	2.98%	81.33%

Fuente: Unidad de Informática, Oficina de Estadística e Informática. Hospital San Bartolomé. 2012.

Las prioridades I y II de las atenciones de emergencia en gineco-obstetricia representan el 74.59% de todas las atenciones de emergencia con predominio de la prioridad I, las prioridades III y IV representan 10.9%, todas las demás 14.5%.

ORD.	CODIGO	PATOLOGIAS	TOTAL	%	PRIORIDAD	%
1	O479	FALSO TRABAJO DE PARTO, SIN OTRA ESPECIFICACION	1579	29.27	I	68.57
2	O429	RUPTURA PREMATURA DE MEMBRANAS, SIN ESPECIFICACION	535	9.92	I	
3	O200	AMENAZA DE ABORTO	345	6.40	I	
4	O064	ABORTO NO ESPECIFICADO, INCOMPLETO, SIN COMPLICACION	227	4.21	I	
5	O470	AMENAZA DE PARTO PREMATURO	196	3.63	I	
6	O16X	HIPERTENSION MATERNA, NO ESPECIFICADA	185	3.43	I	
7	O235	INFECCION GENITAL EN EL EMBARAZO	174	3.23	I	
8	O021	ABORTO RETENIDO	146	2.71	I	
9	O149	PRE-ECLAMPSIA NO ESPECIFICADA	131	2.43	I	
10	O141	PRE- ECLAMPSIA SEVERA	83	1.54	I	

Fuente: Unidad de Estadística. Oficina de Estadística e Informática HONADOMANI 2012.

La vigilancia de las Infecciones Intrahospitalarias (IIH) en el Honadomani San Bartolomé se realiza de manera activa, selectiva y por factores de riesgo, enfocando primordialmente 4 condiciones: Infecciones del torrente sanguíneo asociadas a catéter venoso central y periférico,



Neumonías asociadas a ventilación mecánica, Infecciones del sitio operatorio asociadas a cesáreas, y Endometritis Puerperales asociadas a partos por cesárea y vaginales:

- La Densidad de Incidencia de Infección del Torrente Sanguíneo (ITS) asociada a catéter Venoso Central (CVC) en la UCI de Neonatología, para el año 2011 es 13,3/1000 días catéter.
- Los resultados de la vigilancia epidemiológica de Neumonía asociada a Ventilación Mecánica en la UCI de Neonatología, para el año 2011 una Densidad de Incidencia de 3,4/1000 días VM, encontrándonos por debajo del Promedio Nacional (7,63).
- La tasa de incidencia de Infección de Sitio Operatorio asociada a cesárea, para el año 2011 es 1,6/100 cesáreas, encontrándose por debajo del promedio nacional (1,73) y categoría de establecimiento III-1 (1,70).
- La incidencia de Endometritis Puerperal asociada a cesárea para el año 2011 es 1,2/100 cesáreas, encontrándose por arriba del promedio nacional (0,85), de categoría de establecimiento III-1 (1,02).

#### Problemas principales identificados:

- Las limitaciones de la infraestructura sigue siendo uno de los problemas más resaltantes entre las prioridades del hospital, se caracteriza por la turgurización de los servicios y reducidos espacios físicos para la atención del usuario.
- El promedio de permanencia sobrepasa el estándar esperado en los servicios de Neonatología, Cirugía Pediátrica y Pediatría.
- Los servicios de Gineco-obstétrica y Neonatología tienen un rendimiento cama superior a 100.
- Los diagnósticos registrados en consulta ambulatoria y emergencia (Prioridades) no reflejan la especialidad de destino del paciente, con errores de diagnóstico en el orden de registro el cual debe ser concordante con los daños trazadores para la capacidad resolutoria y la complejidad al cual ha sido referido.
- La autoevaluación alcanzó un puntaje de 64.

- Satisfacción de usuario interno está muy por debajo del estándar dentro de nuestro hospital.
- En lo que respecta a la evaluación del usuario interno, demostró que sólo el 9.42% de los trabajadores se encuentran satisfechos, el 71.3% no están satisfechos ni insatisfechos y el 19.28% se encuentran insatisfechos.
- Insatisfacción del usuario externo mayormente por el trato.
- Aumento de Infección de Sitio operatorio.

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

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

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

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

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

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

De acuerdo a los resultados de distorsiones de entrepiso, esfuerzos de corte y la comparación de la demanda con resistencia, obtenidos por medio del análisis de la evaluación estructural, se presentan las conclusiones y recomendaciones por edificios mostrados en el presente informe para el Hospital San Bartolomé

#### **Bloque A**

Conclusiones:

Sismo moderado y Severo: La estructura presenta valores de distorsión ligeramente mayores que 3/1000, a la vez que los esfuerzos de corte de demanda sísmica encontrados en los muros de escaza ductilidad son mayores que los esfuerzos admisibles, así mismo en la resistencia al corte del primer piso es menor a la demanda. Por lo tanto, se espera

daño estructural moderado y la edificación no podrá seguir funcionando en caso de sismo.

#### Recomendación

Eliminar las áreas críticas de este edificio hasta que se tomen las medidas correctivas a largo plazo que sean necesarias para garantizar que tenga un comportamiento sísmico acorde con una infraestructura hospitalaria.

La edificación presenta columnas cortas donde el elemento estructural tomará una demanda sísmica mayor que para la cual ha sido diseñada. Este efecto ha sido la causante de muchos daños en edificaciones que han sido sometidas a un sismo. Por lo tanto es recomendable separa la tabiquería de la columna corta para así la estructura tenga ductilidad.

Debido a que los esfuerzos de corte son mayores a lo admisible por norma, mostrando daños en muros y por ende daños en líneas vitales se recomienda realizar las medidas correctivas para su debida operatividad ante un evento sísmico. Así mismo se debe evitar la sobrecarga que actualmente tiene en las azoteas, la cual afecta al buen funcionamiento de la estructura.

#### **Bloque B**

Sismo moderado y Severo: La estructura presenta valores de distorsión menores que 3/1000, sin embargo los esfuerzos de corte de demanda sísmica encontrados en los muros de escasa ductilidad son mayores que los esfuerzos admisibles. Por lo tanto, se espera daño estructural moderado y la edificación no podrá seguir funcionando en caso de sismo.

#### Recomendación

Debido a que los esfuerzos de corte son mayores a lo admisible por norma, mostrando daños en muros y por ende daños en líneas vitales se recomienda realizar las medidas correctivas para su debida operatividad ante un evento sísmico. Así mismo se debe evitar la sobrecarga que actualmente tiene en las azoteas, la cual afecta al buen funcionamiento de la estructura.

Eliminar las áreas críticas de este edificio hasta que se tomen las medidas correctivas a largo plazo que sean necesarias para garantizar que tenga un comportamiento sísmico acorde con una infraestructura hospitalaria.

La edificación presenta un sistema estructural principalmente de mampostería, donde la resistencia es menor a la demanda sísmica, debido a que la mayoría de la resistencia lo asume la mampostería. Por lo tanto se recomienda la inclusión de columnas y/o placas.

## **Bloque C**

Sismo moderado y Severo: La estructura presenta valores de distorsión menores que 3/1000, sin embargo los esfuerzos de corte de demanda sísmica encontrados en los muros de escasa ductilidad son mayores que los esfuerzos admisibles. Por lo tanto, se espera daño estructural moderado y la edificación no podrá seguir funcionando en caso de sismo.

### Recomendación

Eliminar las áreas críticas de este edificio hasta que se tomen las medidas correctivas a largo plazo que sean necesarias para garantizar que tenga un comportamiento sísmico acorde con una infraestructura hospitalaria.

Debido a que los esfuerzos de corte son mayores a lo admisible por norma, mostrando daños en muros y por ende daños en líneas vitales se recomienda realizar las medidas correctivas para su debida operatividad ante un evento sísmico.

La edificación presenta columnas cortas donde el elemento estructural tomará una demanda sísmica mayor que para la cual ha sido diseñada. Este efecto ha sido la causante de muchos daños en edificaciones que han sido sometidas a un sismo. Por lo tanto es recomendable separa la tabiquería de la columna corta para así la estructura tenga ductilidad.

## **9.2. Componente No estructural**

### **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 el acceso al servicio de Emergencia donde existe rampa debe ser diseñada cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como: ancho y pendiente reglamentaria (6%),



superficie o piso con material antideslizante, barandas construidas con materiales seguros; el uso del fierro en las barandas implica considerar elementos de soporte intermedios y un continuo mantenimiento.

### 9.2.2. Equipamiento no médico

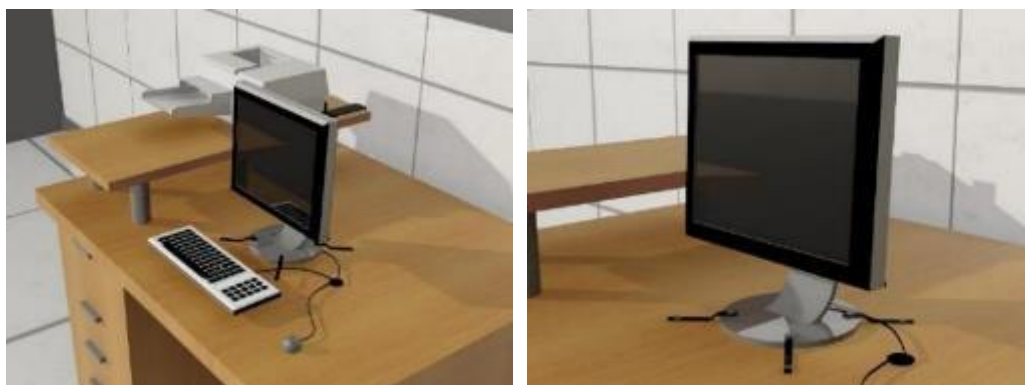
Los Hospitales son propensos a sufrir daños materiales y sobretodo pérdidas humanas a consecuencia de factores externos, por el entorno inmediato. Los factores a considerar en estos hechos son: las características de las edificaciones vecinas, los elementos urbanos (postes de alumbrado, postes de cableado, letreros o avisos publicitarios, 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 San Bartolomé se encuentra localizado en un área de gran tránsito vehicular, que en caso de emergencia será una vía muy importante que una a la zona norte de la ciudad, por esta razón se señala que siendo importante la conexión del centro hospitalario con la ciudad, 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.

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

#### **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 75:** Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



**Figura 76:** Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos.

**Mobiliario.-** Los muebles de diverso tipo deben estar, firmemente fijados y estabilizados, de contar con puertas éstas deben permanecer 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 77:** Archivadores deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación. .



**Figura 78:** 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 79:** Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o parte superior, el objetivo es contar con puntos de sujeción ante volcamientos o caídas.

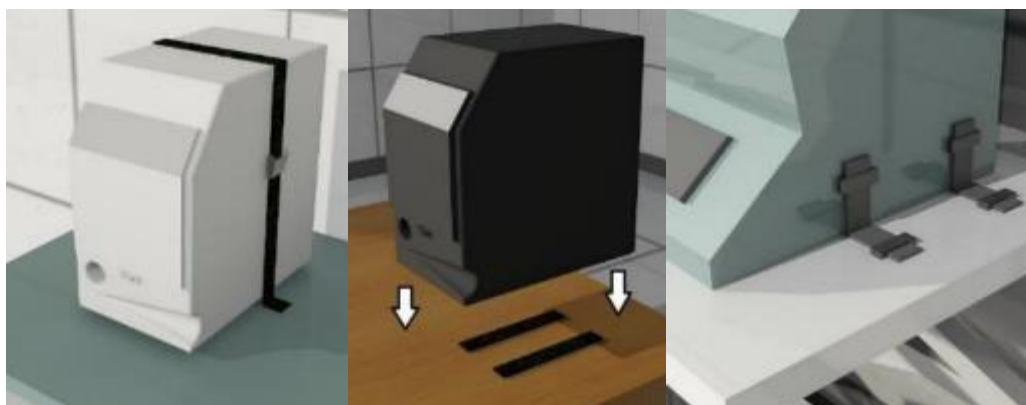
**Administración y archivos:** Las zonas que albergan los servicios administrativos cuentan esencialmente de mesas de despacho, de mobiliario de almacenamiento de documentos y de material informático. Los movimientos sísmicos pueden destruirlos con la consiguiente pérdida de documentos de información.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



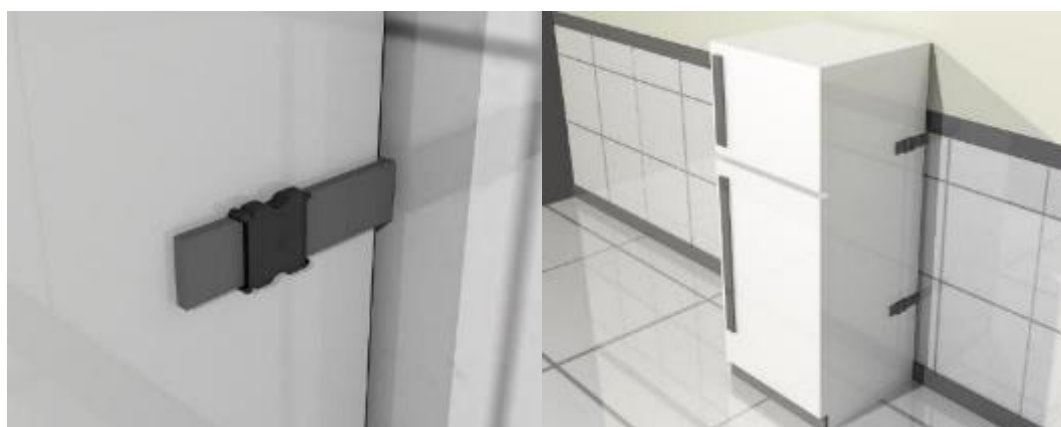
**Figura 80:** Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas.

### 9.2.3. Equipamiento Médico

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



**Figura 81:** Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.



**Figura 82:** Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos.

### 9.2.4. 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.



### 9.2.5. Quirófanos – UCI

Equipos fijados a nivel de techo y en pared para el caso de monitores de funciones vitales en cuidados críticos sin embargo se debe contar con mantenimiento constante dado lo esencial de los equipos que aseguran el funcionamiento de estos servicios esenciales.

### 9.2.6. Emergencia / Reanimación

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

### 9.2.7. Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos

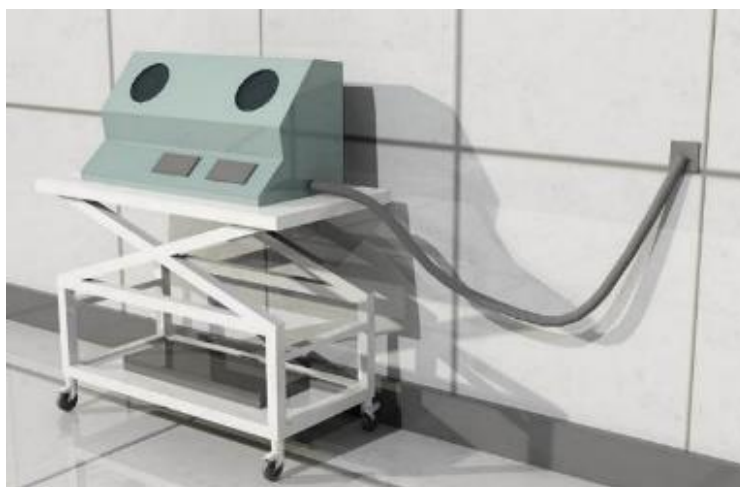
Es necesario mejorar su medio de sujeción a fin de evitar deslizamientos y/o caída del equipamiento y la pérdida del equipo y posible daño a su entorno ante inventos sísmicos, se debe tomar en cuenta recomendación de la imagen en el punto

### 9.2.8. Esterilización

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

### 9.2.9. 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 83:** Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados.

### 9.2.10. 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 84:** Equipos y mobiliarios rodables de debe procurar que su seguros este accionado 'para evitar desplazamiento y/o caídas.

### 9.2.11. Equipos Fijos

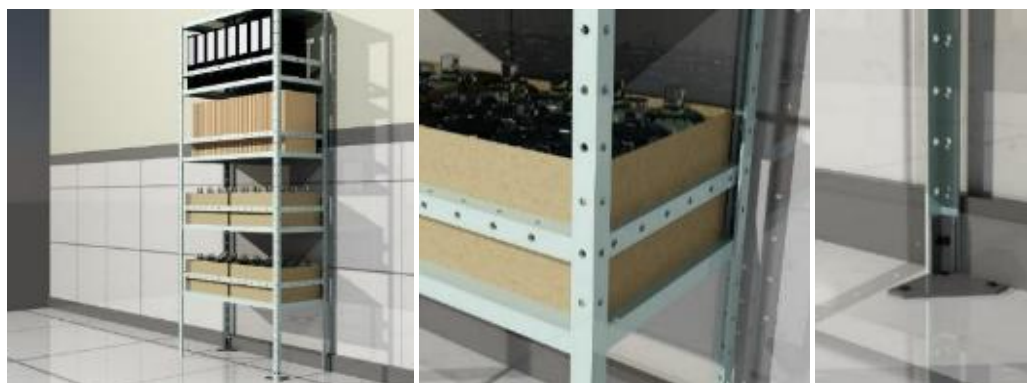
**Depósito, almacén y farmacia:** Una parte esencial del equipamiento está constituida por material de almacenamiento, cuyo mayor riesgo es la caída de medicamentos, soluciones e insumos variados almacenados en los diversos depósitos.

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 85:** Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido

## 9.2.12. 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 San Bartolomé, 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 (ISH, OPS/OMS)

Para esta sección se ha tomado como referencia el Índice de Seguridad Hospitalaria –ISH- de la 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	<b>Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres.</b> Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	Existe un Comité Hospitalario de Desastres con RD 0155-DG-Honadomani-2012, se reúne por convocatoria.	Mantener el CHDC activo, con presupuesto anual que permita mantener un plan de trabajo y personal propio, especializado en GRD,
86	<b>El Comité está conformado por personal multidisciplinario.</b> Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros.	Está integrado por 09 miembros: Director, jefes de departamentos y servicios y gremios. Hay registro de asistencia y acuerdos tomados en sus sesiones. Existe la Unidad de Intervención de Emergencia y Desastre de apoyo funcional a la Dirección General.	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	<b>Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas.</b> Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica.	Está precisada la función general del Comité más no las funciones específicas de sus miembros ni el procedimiento de desastre para sus servicios.	Precisar y oficializar las funciones específicas de cada miembro del CHDC.
88	<b>Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital.</b> 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.	Designar un local propio para el COE
89	<b>El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro.</b> Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	El Centro de Operaciones está asignada el Aula de la Solidaridad ubicado en el Local Anexo.	Ubicar el COE o ambiente de reunión del CHDC en área con comprobada seguridad física y funcional.
90	<b>El COE cuenta con sistema informático y computadoras.</b> Verificar si cuenta con intranet e internet.	Cuenta con PC, internet, pero no es propio.	Equipar el COE con sistema informático y computadora.

91	<b>El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente.</b> 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.	El Operador Central conoce parcialmente los códigos de Alerta/alarma. Tiene perifoneo.	Capacitar al operador de la central en códigos de alerta. Mantener operativos el sistema de comunicación interna y externa.
92	<b>El COE cuenta con sistema de comunicación alterna.</b> Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Cuenta con teléfono celular RPM y radio de corto alcance.	Fortalecer el sistema de comunicación alterna del hospital con ambulancias y red hospitalaria.
93	<b>El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado.</b> Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	No hay local fijo de COE. Mobiliario y equipo pertenece al Auditorio.	Equipar al COE con mobiliario y equipo apropiado.
94	<b>El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible.</b> Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria).	El directorio telefónico de contactos – personas e instituciones- no está actualizado.	Actualizar el directorio de personas e instituciones ligadas a la respuesta a desastres.
95	<b>"Tarjetas de acción" disponibles para todo el personal.</b> Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo.	Tarjetas de Acción en el Plan de Prevención, no distribuidos ni disponibles para mostrarlos.	Difundir y comprobar la aplicación de Tarjetas de Acción en todo el personal asistencial y administrativo.

## 2. Plan operativo para desastres internos o externos

ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
96	<b>Refuerzo de los servicios esenciales del hospital.</b> El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros)	El plan incluye los momentos antes, durante y después. Está operativo en Emergencia, otras áreas críticas no disponen de procedimientos de desastre. Se reporta dificultades para la ejecución del PPR 068 para desastres	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Fortalecer la ejecución del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres
97	<b>Procedimientos para la activación y desactivación del plan.</b> Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	Existe el procedimiento en el Plan de Respuesta con personal capacitado pero con escasos recursos para implementar.	Fortalecer la secuencia de activación y desactivación del Plan. Se sugiere incluir debriefing psicológico de los operadores al concluir la crisis.
98	<b>Previsiones administrativas especiales para desastres.</b> Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	La ley no permite contrato de personal, se usa sistema de retenes, existe norma para pagarles pero no se ejecuta	Regular las provisiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	<b>Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados.</b> El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	"Existe presupuesto (PPR 068), pero no se cuenta de manera concreta con los recursos económicos"	Programar presupuesto anual específico para casos de desastre y asegurar que sea ejecutable (PPR 068).
100	<b>Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales.</b> El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	El Plan no menciona área de expansión, podría ser la cochera del local anexo, pero sin apoyo logístico y sin líneas vitales. El local principal no soporta ampliaciones.	Gestionar la ampliación de las instalaciones del hospital, por la índole de su especialidad y/o construir establecimientos afines.
101	<b>Procedimiento para admisión en emergencias y desastres.</b> El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAJE.	Se aplica la Norma Técnica MINSa 042 sobre Atención en Servicios de Emergencia, hay triaje permanente	Disponer de grupos múltiples de triaje para caso de desastre.
102	<b>Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas.</b> El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben	El área actual de Emergencia colapsa en emergencia masiva o desastre. Se prevé expansión en el local anexo, pero carece de líneas vitales.	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para probable zona de expansión.



	realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.).		
103	<b>Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas).</b> El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente.	En lo cotidiano no usan Historia Clínica central, utilizan Hoja Clínica de Emergencia (impresa), son archivadas al alta o se adosan a HC central si hay internamiento	Asegurar que la Hoja Clínica de Emergencia se integre a la Historia Clínica central.
104	<b>Inspección regular de seguridad por la autoridad competente.</b> 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.	Se realizan inspecciones internas a cargo de Mantenimiento. No se ha realizado inspección técnica de seguridad por la autoridad competente.	Fortalecer las inspecciones internas de seguridad y gestionar su certificación.
105	<b>Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria.</b> Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas	Existe un Comité de Infecciones Intrahospitalarias, con funcionamiento regular pero no un capítulo específico para desastres. Hay supervisión de su cumplimiento.	Elaborar procedimiento de vigilancia epidemiológica intrahospitalaria para casos de desastres o atención de víctimas en masa.
106	<b>Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense.</b> Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres.	No existe el procedimiento. No hay espacio para este fin.	Determinar lugar y elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres.
107	<b>Procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento.</b> <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El procedimiento lo realizan los equipos asistenciales pero no hay protocolo escrito.	Formalizar la implementación de procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento.
108	<b>Transporte y soporte logístico.</b> El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Dispone de 1 ambulancia Tipo I, 1 ambulancia Tipo II y 1 ambulancia Tipo III.	Ampliar la dotación de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	<b>Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia.</b> El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	Nutrición dispone de raciones diarias para equipo de guardia, pero no reserva para personal extra.	Asignar mayor presupuesto a Nutrición para aumentar las reserva de raciones alimenticias para la contingencia.
110	<b>Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia.</b> <i>Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	Hay rol de retenes según alerta; la asignación de tareas se hace en función de la especialidad de los convocados	Fortalecer la identificación de los especialistas con la función asignada y promover los refuerzos para caso de emergencia o desastre.
111	<b>Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia.</b> El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos ( <i>garantizado para 72 horas</i> ).	Hay dormitorios para personal de guardia.	Ubicar y destinar un ambiente para garantizar el bienestar de personal adicional de emergencia.
112	<b>Vinculado al plan de emergencias local.</b> Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Hay contactos establecidos pero no documentos vinculantes. No se ha difundido un plan para desastres en la metrópoli	Articular el plan hospitalario con los planes locales y regionales
113	<b>Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales.</b> El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias	Hay un Libro de Ingresos de Emergencia. CENARUE coordina y registra las referencias.	Diseñar procedimiento para un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y difusión en la red.
114	<b>Sistema de referencia y contrarreferencia.</b> Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	La referencia/contrarreferencia está normada, la ejecuta la Central Nacional de Ref/Contrarrefer, CENARUE. Es coordinado por el Jefe de Guardia	Mantener la continuidad de la oficina de Referencia y Contrarreferencia con personal las 24 horas bajo la coordinación del Jefe de la Guardia.

115	<b>Procedimientos de información al público y la prensa.</b> El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información a público y prensa en caso de desastre. ( la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Esta descrito en el plan y se menciona que lo hace el jefe a cargo del hospital o de Emergencia durante la crisis	Realizar simulacros de procedimiento de información al público y la prensa, y disponer de formatos para emisión de notas de prensa.
116	<b>Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados.</b> <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El rol de Emergencias es de 24 horas. Se dispone de plan de contingencia para fin de semana largo y feriados, está basado en retenes	Elaboración de los planes de contingencia por alerta verde y dotar recursos.
117	<b>Procedimientos para evacuación de la edificación.</b> Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal. <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existe plan de evacuación inmediata por bloques, las vías están rotuladas y se hacen simulacros; el personal es entrenado en evacuación.	Realizar simulacros de evacuación con participación obligatoria de jefaturas y personal, con supervisión externa de la DISA-OGDN.
118	<b>Las rutas de emergencia y salida son accesibles.</b> Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción	Los ambientes son poco funcionales, con gran concentración de personas y escasas rutas de escape.	Asegurar la permeabilidad de las rutas de evacuación bajo responsabilidad de las autoridades del área.
119	<b>Ejercicios de simulación o simulacros.</b> Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. <i>Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.</i>	Se hicieron 02 simulacros en el 2013, todos con observadores de Defensa Civil y MINSa-OGDN, formulan informe oficial de resultados.	Realizar simulacros con supervisión de DISA/OGDN. Verificar cumplimiento de las recomendaciones del informe de cada simulacro.

### 3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.

ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	<b>Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.</b>	El Plan de Respuesta para E&D está diseñado para sismos, incendios y desórdenes civiles, el personal conoce el plan y tiene experiencia. No hay un procedimiento diferenciado para estos eventos	Elaborar plan de contingencia ante sismos
121	<b>Crisis sociales y terrorismo.</b>	No hay Plan de Contingencia de Sobredemanda mencionado en el Plan de Respuesta.	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
122	<b>Inundaciones y huracanes.</b>	No aplica	No aplica
123	<b>Incendios y explosiones.</b> <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Están mencionados en el Plan de Respuesta, no se dispone de una Tarjeta de acción para este rubro	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones.
124	<b>Emergencias químicas o radiaciones ionizantes.</b> <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No existe Plan	Simulación con cuerpo de bomberos, capacitar en curso Primera Respuesta a incidentes con materiales peligrosos.
125	<b>Agentes, con potencial epidémico.</b> <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Existes procedimientos para dengue e influenza, con R.D. aprobada, el personal está entrenado	Actualizar los planes de contingencia ante epidemia: Influenza.
126	<b>Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud.</b> <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Se da en la asistencia en la práctica pero no hay un plan específico	Elaborar plan de contingencia de atención psicosocial en desastres

127	<p><b>Control de infecciones intra-hospitalarias.</b> Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i></p>	<p>Hay Norma Técnica disponible, personal capacitado y recursos disponibles, con supervisión y control de resultados.</p>	<p>Fortalecer el control de infecciones intrahospitalarias, incluyendo capítulo para desastres.</p>
-----	--	---	---

## Observaciones

El Honadomani San Bartolomé posee la Unidad de Intervención de Emergencia y Desastre que apoya directamente a la Dirección General en la parte Técnica y Financiera del PPR 068.

El sector salud tiene disponible un presupuesto para desastres (PPR 068: "Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"), sin embargo hay dificultades técnicas para su ejecución.

El Plan de Respuesta de Emergencias y Desastres del Honadomani San Bartolomé es incompleto, no sigue la estructura de la Directiva 043 de Plan de Respuesta Frente a Emergencias y Desastres de OGDN-MINSA.

La Defensa Civil no ha hecho inspecciones técnicas de seguridad en el nosocomio y no se ha difundido un plan metropolitano para desastres.

### 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:

<p><b>Organización</b> Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital</p>
<p><b>Personal</b> Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre</p>
<p><b>Mitigación funcional</b> Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutivo de sus instalaciones ocurrido el siniestro</p>
<p><b>Evacuación</b> Han entrenado en la evacuación satisfactoria del personal hasta llegar al área segura especificada</p>

en su plan para garantizar la supervivencia del personal del área crítica
<b>Local alterno</b> Dispone de algún local o ambiente alterno (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
<b>Equipamiento alterno</b> Dispone de reserva de equipamiento para reanudar las funciones de su área crítica en caso de daño o pérdida del equipamiento en actual uso
<b>Reserva de insumos</b> Dispone de reserva de insumos para atención masiva para caso de terremoto destructivo en caso de daño o pérdida de insumos en actual uso
<b>Personal alternativo</b> Tiene disponibilidad de algún personal -alterno 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 resolutive 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.

En el Honadomani San Bartolomé se obtuvo esta 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
<b>Organización</b>	A	I	I	I	I	A	A	A
<b>Personal</b>	A	I	I	I	I	A	I	A
<b>Mitigación funcional</b>	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>Evacuación</b>	A	A	A	I	I	A	A	A
<b>Local alterno</b>	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>Equipamiento alterno</b>	I	I	I	I	I	I	I	I
<b>Reserva de insumos</b>	I	I	I	I	I	A	I	I
<b>Personal alternativo</b>	I	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 hacia 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:

<b>Comprobación de disponibilidad</b>
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.

#### **Autoridades entrevistadas:**

- Dr. Julio Cano, Director General.
- Dr. Jorge Tong San Hidalgo, Jefe de la Unidad de Intervención de Emergencia y Desastre.



### Coordinadoras del componente funcional OGDN-MINSA

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

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

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

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

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

#### a. *Comité Hospitalario de Desastres* ("Comité Hospitalario de Defensa Civil")

El comité está formalizado y operativo. No dispone de personal dedicado especialista en gestión de riesgo de desastre ni de un local permanente. La denominada Unidad de Intervención de Emergencia y Desastre de apoyo funcional a la Dirección General moviliza las actividades del comité.

*Su vulnerabilidad es de nivel medio.*

*b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.*

Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación aunque hay un protocolo definido para el personal; no dispone de zonas seguras de expansión para caso de desastre.

*Su vulnerabilidad es alta.*

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

Aunque están mencionados en el plan general de respuesta a desastres no están consignados en documentos específicos.

*Su vulnerabilidad es alta.*

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

Cuenta solo con recursos para el uso cotidiano pues la norma nacional no permite mantener reserva de recursos.

*Su vulnerabilidad es alta.*

*e. El Servicio de Emergencia.*

El área operativa está habitualmente saturada, el espacio sería insuficiente para afrontar una situación de desastre.

*Su vulnerabilidad es alta por ser un hospital de referencia de emergencias Gineco-obstétricas y pediátricas de un gran sector poblacional de la capital y ciudades vecinas.*

*e. Otros servicios críticos del hospital.*

Los espacios en general están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar por el diseño arquitectónico y el número de ocupantes.

*Su vulnerabilidad es alta.*

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

## Recomendaciones:

- a. *Comité Hospitalario de Desastres* ("Comité Hospitalario de Defensa Civil").  
Reclutar personal especializado en gestión del riesgo de desastres dedicado con exclusividad a esa función contando con la ayuda tecnológica y de personal ad hoc.
- b. *Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.*  
Evaluar y solucionar actuales limitaciones como estrechez de local, dificultades para la evacuación, falta de áreas de expansión para caso de desastre, número insuficiente de profesionales, y preparación permanente de su personal en este tema en base a tarjetas de acción y metas programadas y comprobadas.
- c. *Planes de contingencia para atención médica de desastres.*  
Implementar planes de contingencia específicos siguiendo las pautas de la Oficina General de Defensa Nacional, MINSA, y comprobar su aplicación.
- d. *Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.*  
La autoridad sectorial debe gestionar se adecue la norma a la necesidad de mantener reserva de recursos para desastre por la alta sismicidad de la región y la importancia estratégica del establecimiento.
- e. *El Servicio de Emergencia.*  
Ampliar actuales espacios para Emergencia, reforzar el triage y disponer de varios equipos para caso de desastre, potenciar los mecanismos de referencia a hospitales pediátricos de alta complejidad.
- f. *Otros servicios críticos del hospital.*  
Ampliar espacios actuales, incrementar el número de especialistas propios del hospital, potenciar equipamientos, concertar flujos de pacientes graves, y asignar recursos materiales en mayor volumen.

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

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

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

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

Expresamos nuestro reconocimiento por la destacada labor de las autoridades y el personal del hospital estudiado en mejorar las condiciones de seguridad y operatividad de las áreas críticas y los avances alcanzados, trabajo que instamos se prosiga hasta alcanzar los niveles de seguridad y capacidad resolutoria 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.- Instalar una línea de 6" desde el jirón Chota hasta la cisterna para permitir el abastecimiento de agua desde el exterior en casos de emergencia.
- 5.- Suministro de bombas de reserva para agua y desagüe.
- 6.- Repotenciar el sistema de agua caliente para un funcionamiento adecuado del hospital.
- 7.- Implementar un sistema de agua contra incendio que comprenda almacenamiento independiente y sistema de rociadores

#### 9.4.2. Instalaciones Eléctricas

SISTEMA ELÉCTRICO	CONCLUSIONES
Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Se debe continuar con el mejoramiento de instalaciones eléctricas, ordenando técnicamente así como protegiendo y no tener cables expuestos instalar de acuerdo a norma del CNE
Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia de capacidad menor no igual a 280 KVA
Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	realizar mejoramiento y/o cambio de tableros eléctricos en áreas críticas implementar con llave protección de vida, realiza r mantenimiento y Levantar protocolos de medición de pozos a tierra para un mejor control de sobrecargas
Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.	algunos equipos de iluminación requieren sujeción y/o aseguramiento de lámparas de iluminación en las rutas indicadas
Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

#### 9.4.3. Instalaciones Mecánicas

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



#### 9.4.4. Instalaciones Electromecánicas

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

#### 9.4.5. Instalaciones Especiales

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

#### 9.4.6. Redes y Sistema Informático y de Comunicación

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	CONCLUSIONES
Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna
Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.
Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	Ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias
Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	Habilitar ambiente apropiado para comunicaciones parta manejo de emergencias en desastres.
Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	Circuito de energía debe estar conectado a los circuitos de emergencia.

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

### **10.1. Documentación Técnica**

De las inspecciones realizadas y con base en los resultados obtenidos de los análisis estructurales de las edificaciones, se concluye que es necesario intervenir en los bloques A, B y C ya que sobrepasan la distorsión máxima en caso de sismo severo de 3/1000, los esfuerzos cortantes y la resistencia al corte muestran daños.

El reforzamiento que se plantea es de manera preliminar y conceptual. Se propone adicionar placas de concreto de nazcan desde la cimentación y se proyecten hasta el último nivel. En el caso de que no se pueda colocar las placas de concreto armado, se recomienda incrementar la sección de las columnas mediante un sistema de encamisetado. En el caso de las vigas de concreto armado se recomienda utilizar fibras de carbono para mejorar la ductilidad de estos elementos, puesto que es una edificación antigua.

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

En ambos casos, se necesita un análisis en detalle de costo beneficio para establecer la viabilidad del reforzamiento de las estructuras.

### **10.2. Esquemas**

Se debe recalcar que los esquemas propuestos a continuación, son solo esquemas preliminares, ya que un reforzamiento de una edificación en general se debe hacer mediante un análisis de reforzamiento exhaustivo.

## BLOQUE A

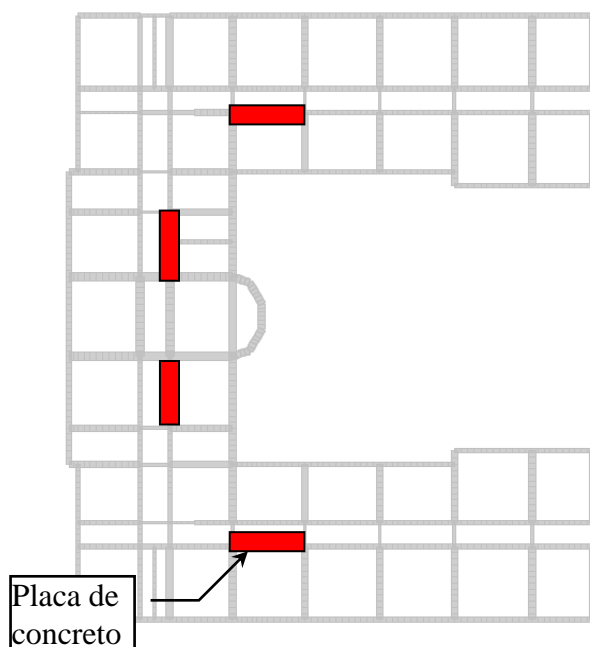


Figura 86: Esquema de reforzamiento con placas y separación de muros de las columnas –Bloque A.

## BLOQUE B

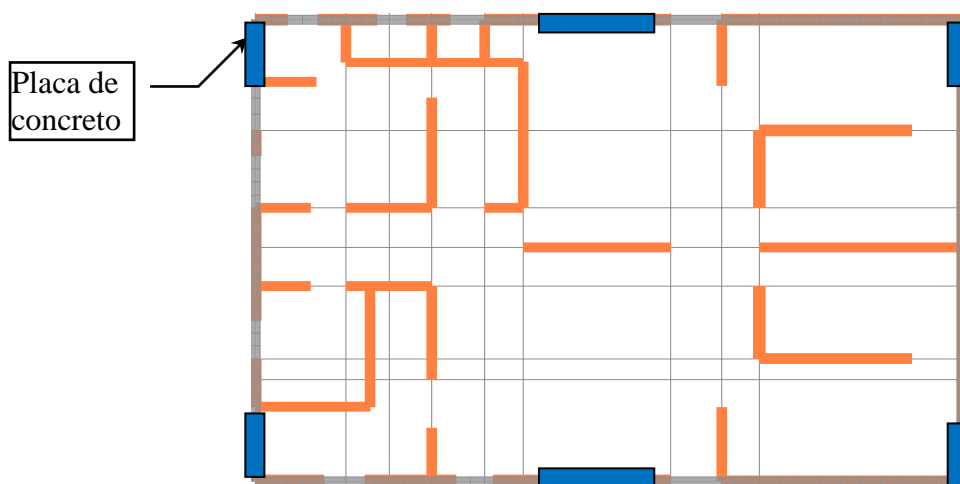
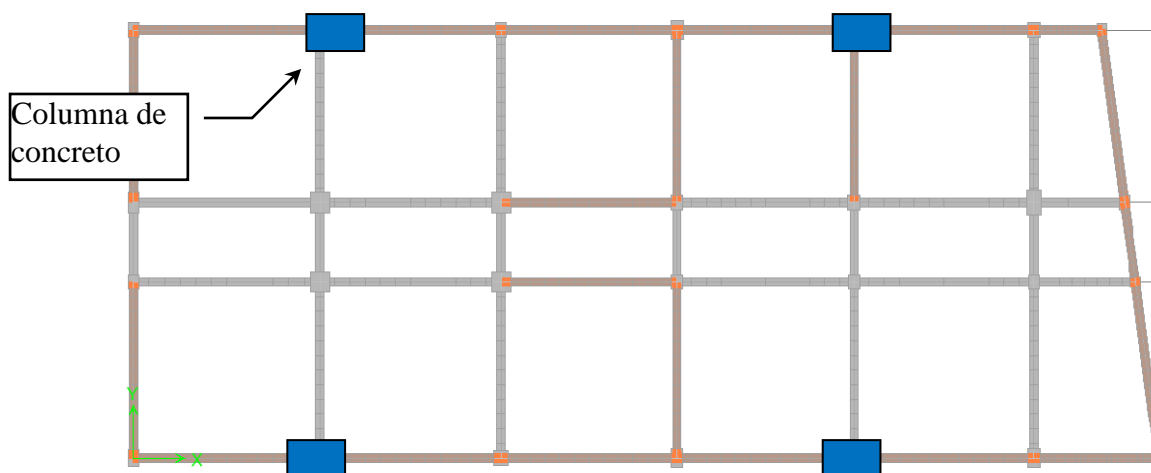


Figura 87: Esquema de reforzamiento con placas y/o inclusión de columnas -Bloque B.

### BLOQUE C



**Figura 88:** Esquema de reforzamiento con incremento de sección de columnas y separación de muros de las columnas

### 10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática

Para la estimación del costo de la propuesta solución de intervención para el reforzamiento estructural se considera un ratio de US\$ 300,000 (trescientos mil dólares americanos) por cama para un hospital nuevo, de las cuales el 20% corresponde a la parte estructural. De esa forma el costo directo para el reforzamiento estructural del bloque A es aproximadamente de US\$ 2 550,000 (dos millones quinientos cincuenta mil dólares americanos), bloque B es aproximadamente de US\$ 220,000 (doscientos veinte mil dólares americanos) y para el bloque C es aproximadamente de US\$ 630,000 (Seiscientos treinta mil dólares americanos). Estos costos son directos y no incluyen gastos, utilidades ni IGV.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [2]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3]. 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.
- [4]. Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo ScalettiFarina – FIC – UNI /2003.
- [5]. Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [6]. Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [7]. Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [8]. Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [9]. Post QuakeMicrozoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [10]. Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation? The effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada y Sasatani (eds), 1251-1279, Bard, P. (1998).
- [11]. Método SPAC : Una alternativa para la Estimación de Modelos Velocidades en el Valle de México, Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Flores, H.C.(2004)
- [12]. Natural period of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements, Earthquake Spectra, (1988), 4, 805-14, Lermo J., Rodríguez M., y Singh S. K
- [13]. Are microtremors useful in site response evaluation?, Bull. Seism. Soc. Am., 83,1350-1364, Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994)
- [14]. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. Quarterly Report Railway Technology. Research Institute., Vol. 30. Nº3. pags. 25-30, Nakamura, Y. (1989), Nakamura, Y. (1989)
- [15]. On Micro-Tremors.Bull. Imperial Earth. Investigacion Committee of Tokyo, Vol II. Pag. 1-6, Omori, F. (1908)
- [16]. Organización Panamericana de la salud hospitales seguros ante inundaciones D.C.:OPS/OMS
- [17]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999





- [18]. Reglamento Nacional de Construcciones (RNC). Perú
- [19]. Normas Técnicas para proyectos de arquitectura y equipamiento de las Unidades de emergencia de los establecimientos de Salud RM N° 064-2001-SA/DM
- [20]. Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria RM N° 482-96-SA/DM
- [21]. Mitigación de Desastres en Instalaciones de Salud: Aspectos no Estructurales-OPS-OMS
- [22]. Influencia de los Elementos No Estructurales y Funcionales en la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones – Jorge Arcos Méndez /1995
- [23]. Reducing Earthquake Risk in Hospitals from Equipment, Contents, Architectural Elements, and Building Utility Systems, elaborado por GeoHazards Intl y Swiss Re.



PERÚ

Ministerio  
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,  
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)  
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA  
Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé"



## 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



PERÚ

Ministerio  
de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,  
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)  
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA  
Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé"



## ANEXO II: REGISTRO DE MEDICIONES

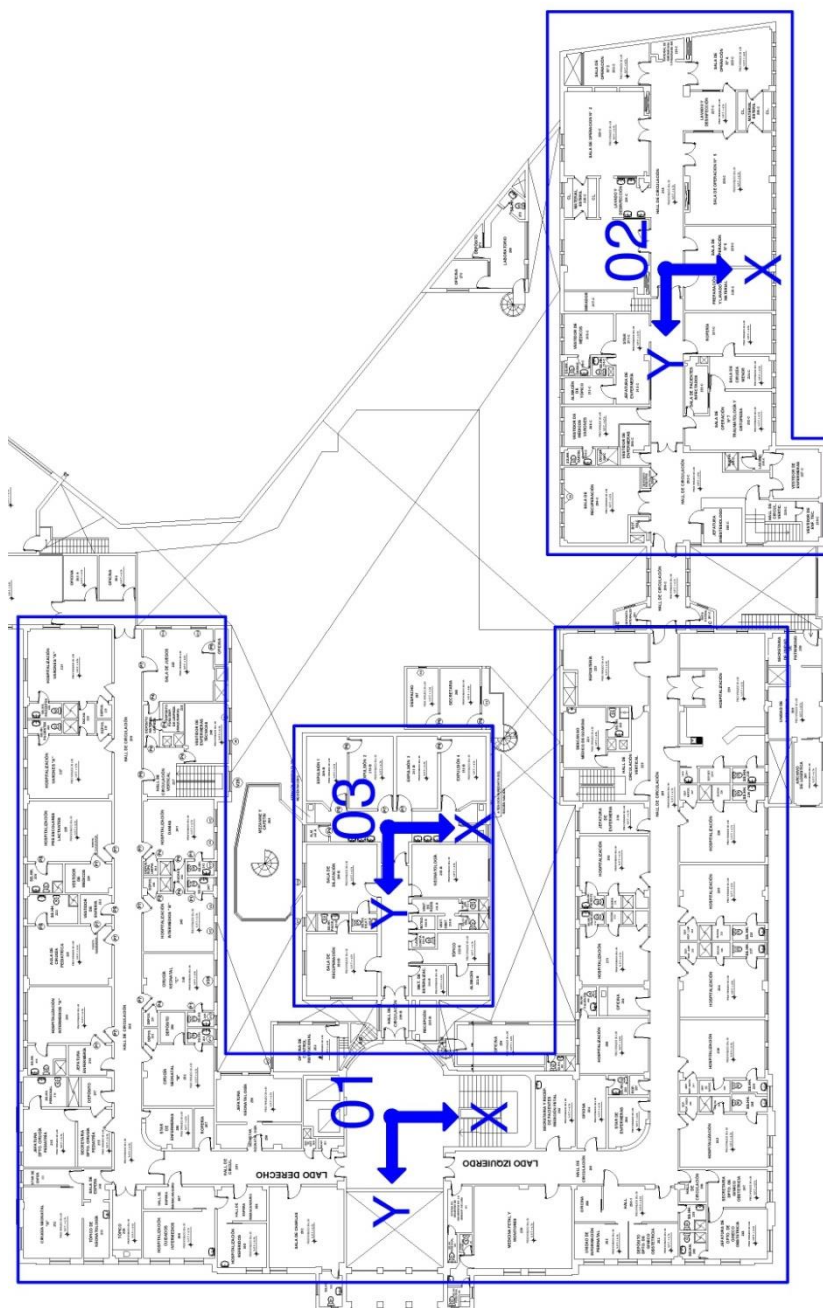


Figura AII-1. Ubicación de mediciones de microtremores.



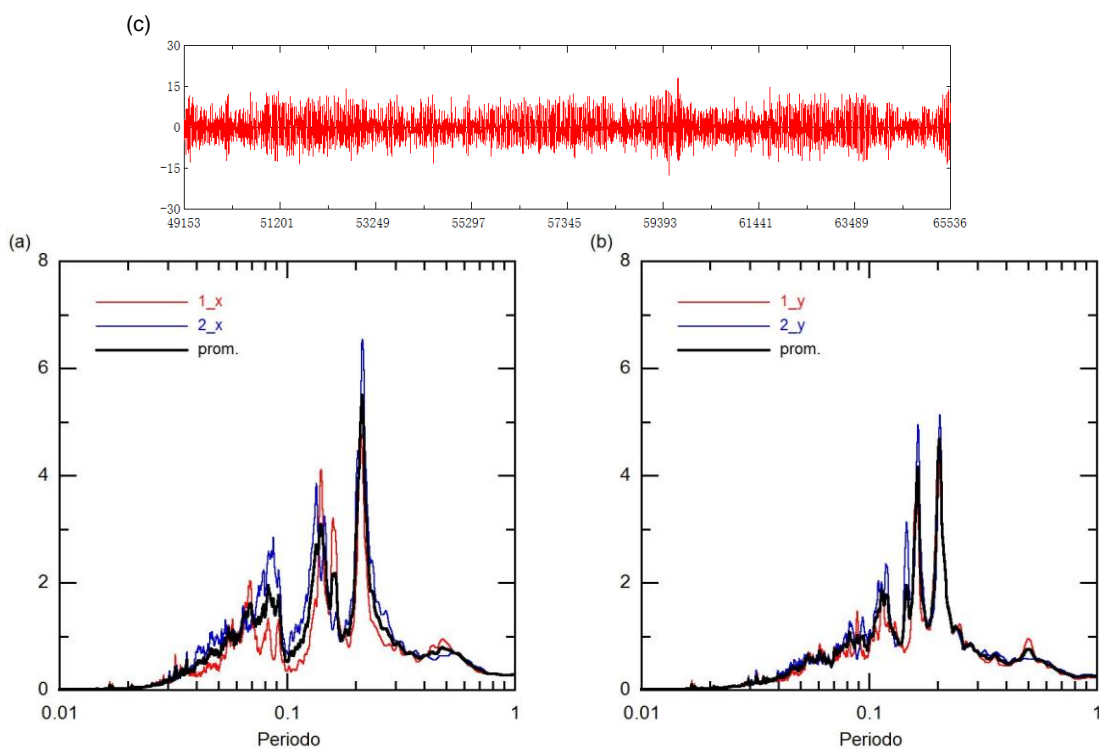


Figura All-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

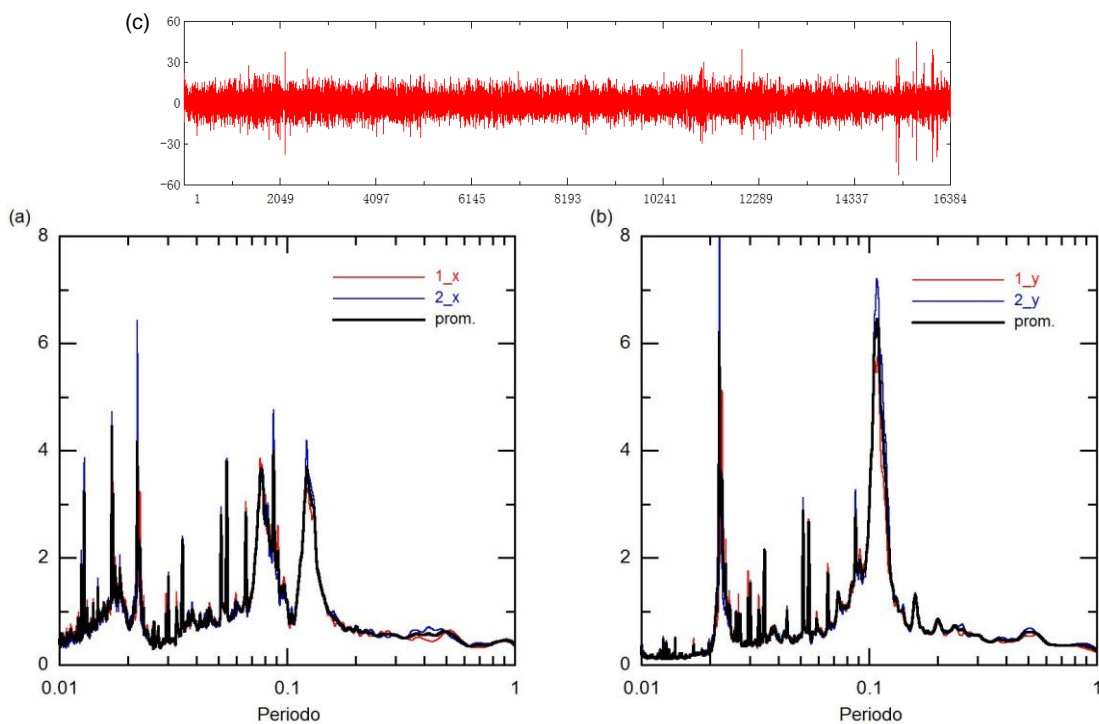


Figura All-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

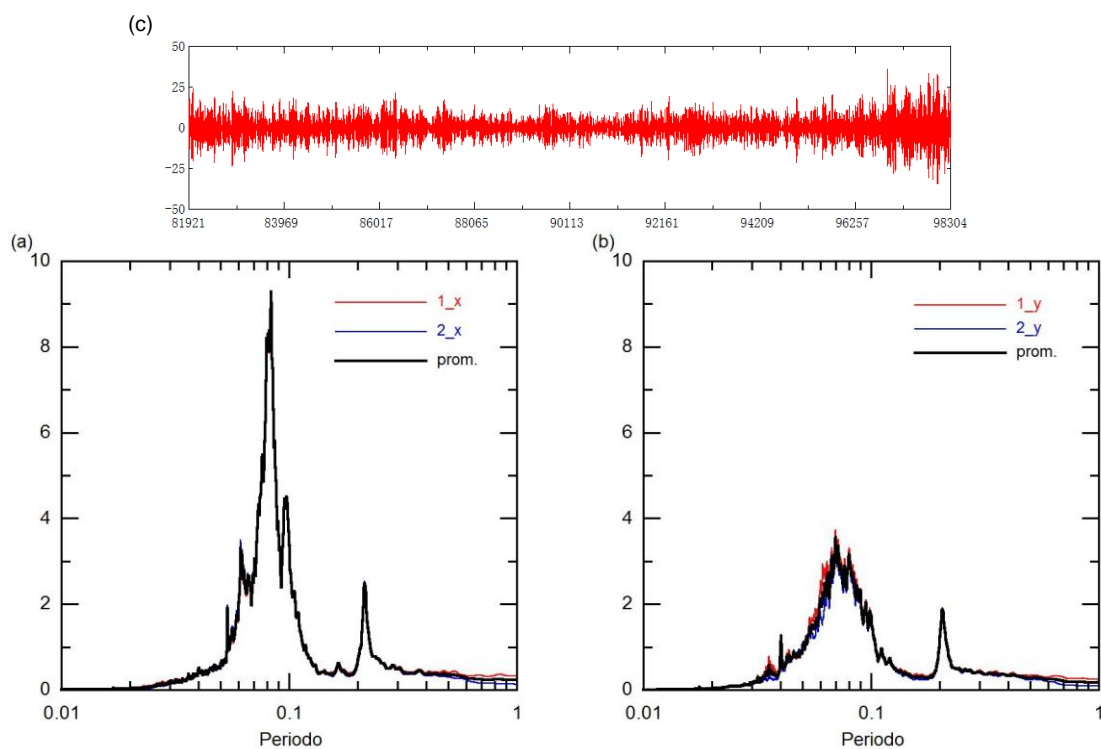


Figura All-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.



PERÚ Ministerio de Salud

ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,  
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)  
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA  
Hospital Nacional Docente Madre Niño "San Bartolomé"



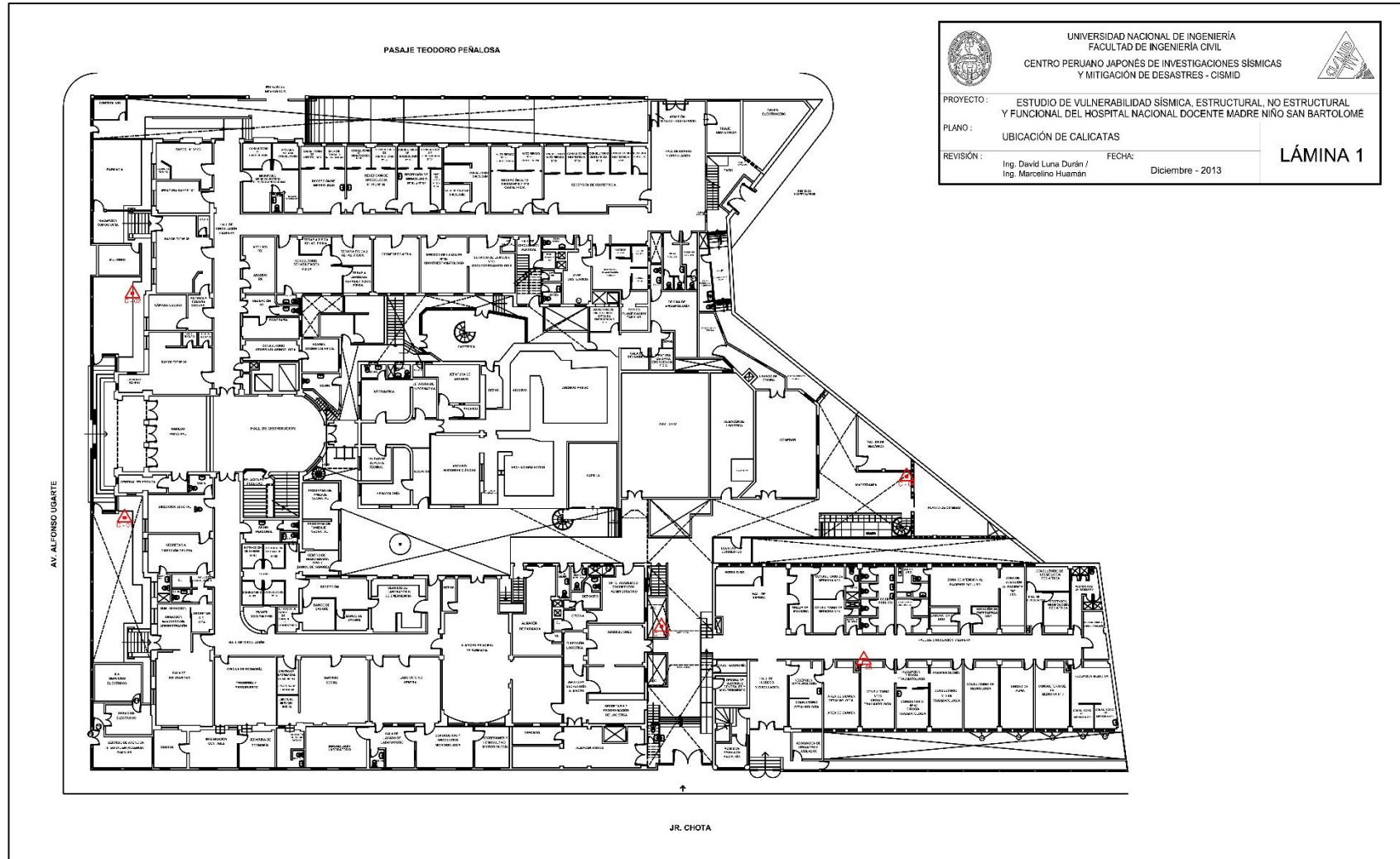
## ANEXO III: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS



PERÚ

Ministerio  
de Salud

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



### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	EVALUACION GEOTECNICA DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO "SAN BARTOLOME"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. ALFONSO UGARTE 825 - LIMA

CALICATA	<b>C - 1</b>	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	<b>2.00</b>	COORDENADAS		Realizado	Y.P.I
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muest.	Descripción visual del Suelo <small>Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>	Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
0.12	0.12	S/M	Loza de concreto armado			
0.30	0.18	S/M	Arena limosa, color marrón, humedo, compacidad semi suelta, con intercalaciones de gravas subredondeadas.	SM		
0.80	0.50	S/M	Material de Limo Tipo Ceniza, color gris a negro, compacidad semi dura, con restos de ladrillos.	ML		
1.20	0.40	S/M	Arcilla limosa, color marrón, humedo, compacidad suelta a firme con algunas gravas.	CL-ML		
2.00	0.80	M - 1	Grava mal gradada, color marrón, humedo, compacidad dura, subredondeadas a redondeadas, con intercalaciones de bolones en un 8% del volumen.	GM		
3.00						

Croquis





### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	EVALUACION GEOTECNICA DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO "SAN BARTOLOME"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. ALFONSO UGARTE 825 - LIMA

CALICATA	<b>C - 2</b>	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	Y.P.I
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muest.	Descripción visual del Suelo		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.10	0.10	S/M		Loza de concreto vereda			
1.00 1.10		S/M	1.00	Relleno de Arena limosa con intercalaciones de gravas subredondeadas, color marrón oscuro, humedo, compacidad suelta a firme, con presencia de algunos restos de ladrillos, plasticos y raicillas.	SM		
1.50 2.00		M - 1	0.40	Suelo de formación aluvional lecho de grava subredondeadas a redondeadas, con matriz arenoso pobremente gradada, color marrón a grizaceo, humedo, compacidad dura, presenta intercalaciones de bolonerías < 11" diam. En un 15%.	GP		
3.00							

Croquis



### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	EVALUACION GEOTECNICA DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO "SAN BARTOLOME"		
SOLICITANTE	CISMID - UNI		
UBICACIÓN	AV. ALFONSO UGARTE 825 - LIMA		

CALICATA	<b>C - 3</b>	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	Y.P.I
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	Nº de Muest.	Descripción visual del Suelo		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				

0.20		S/M	Loza de concreto				
0.40		S/M	Relleno de Arena limosa con intercalaciones de gravas subredondeadas, color marrón, humedo, compacidad firme, con presencia de restos de ladrillos, plasticos y raicillas.		SM		
1.00		M - 1	Grava mal gradada con arena, color gris, humedo, compacidad firme a semi dura, presenta bolones aisladas subredondeada a redondeada.		GP		Se tomo un muestra para Ensayo Quimico, a la profundidad de 2.00 m.
2.00	1.60						
3.00							

Croquis



### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	EVALUACION GEOTECNICA DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO "SAN BARTOLOME"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. ALFONSO UGARTE 825 - LIMA

CALICATA	<b>C - 4</b>	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	<b>3.00</b>	COORDENADAS		Realizado	Y.P.I
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muest.	Descripción visual del Suelo <small>Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.</small>	Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
0.10	0.10	S/M	Loza de concreto - vereda			
1.00	1.30	S/M	Relleno de Grava subredondeada con arena limosa, color marrón, humedo, compacidad suelta, presenta restos de ladrillos y fierros con oxidados.	GM		
2.00	0.90	M - 1	Arena limosa, color marrón, muy humedo, compacidad firme, con intercalaciones de gravas subredondeadas.	SM		
3.00	0.70	M - 2	Grava mal gradada con arena, color marrón, muy humedo, compacidad semi suelta a firme. A 2.80 mt. Presenta filtraciones de agua. Con Densidad seca $\gamma_d = 1.99 \text{ gr/cm}^3$ , Contenido de Humedad $\omega = 6.0 \%$ , Angulo de Friccion $\phi = 43^\circ$ , Cohesion $c = 0.3 \text{ kg/cm}^2$ .	GP		

Croquis

Foto :



### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	EVALUACION GEOTECNICA DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO "SAN BARTOLOME"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. ALFONSO UGARTE 825 - LIMA

CALICATA	<b>C - 5</b>	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	Y.P.I
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muest.	Descripción visual del Suelo		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				

0.10	0.10	S/M		Loza de concreto	-	-	
1.00	1.40	M - 1		Grava mal gradada con arena, color marrón a gris, humedo, compacidad dura, presenta boloneras y boleos subredondeada a redondeada menor de 10" en un 4 a 5% del total.	GP		
2.00							
3.00							

Croquis





PERÚ

Ministerio de Salud

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



### ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

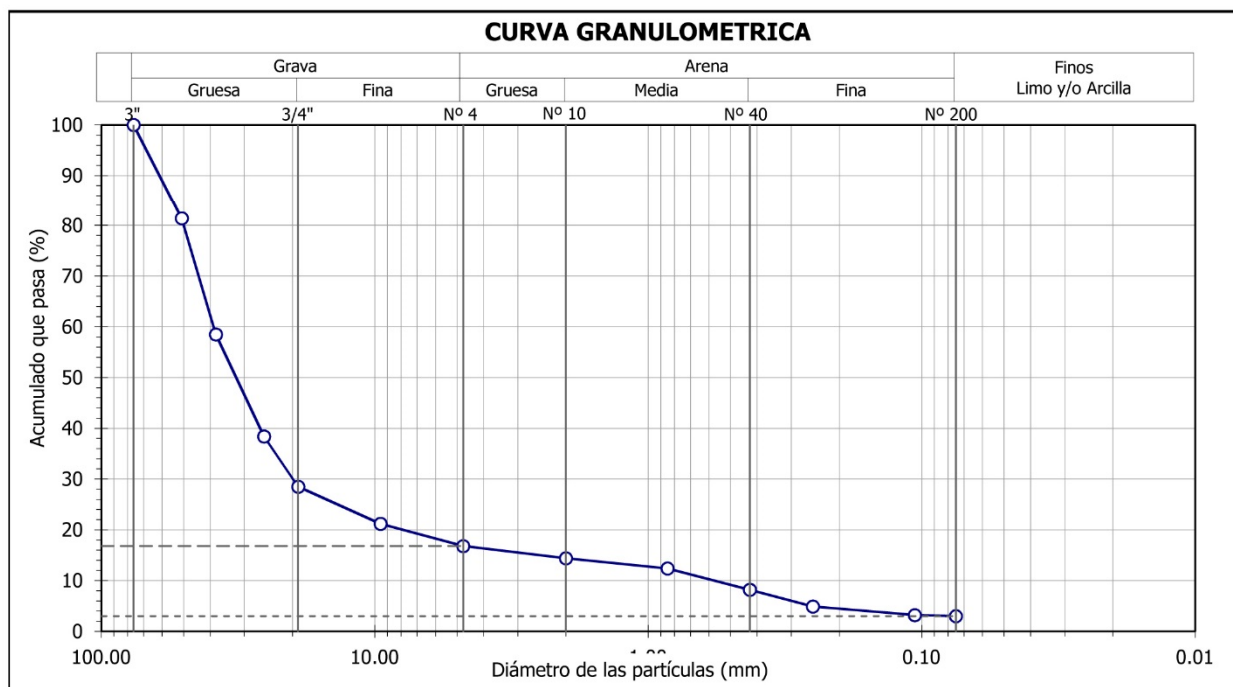
Informe : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 1 Hoja : 1 de 1  
 Muestra : M - 1  
 Profundidad (m) : 1.20 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	81.4
1½"	38.100	58.5
1"	25.400	38.4
¾"	19.050	28.5
3/8"	9.525	21.2
Nº 4	4.750	16.8
Nº 10	2.000	14.4
Nº 20	0.850	12.4
Nº 40	0.425	8.2
Nº 60	0.250	4.9
Nº 140	0.106	3.2
Nº 200	0.075	3.0

Contenido de humedad - D2216		(%)	2.0
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	19
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		68.3
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		17.9
	Grava [ Nº 4 < φ < 3" ]	(%)	83.2
	Arena [ Nº 200 < φ < Nº 4 ]	(%)	13.8
	Finos [ φ < Nº 200 ]	(%)	3.0

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
<b>A-1a (0)</b>	<b>GP Grava mal gradada</b>







## ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

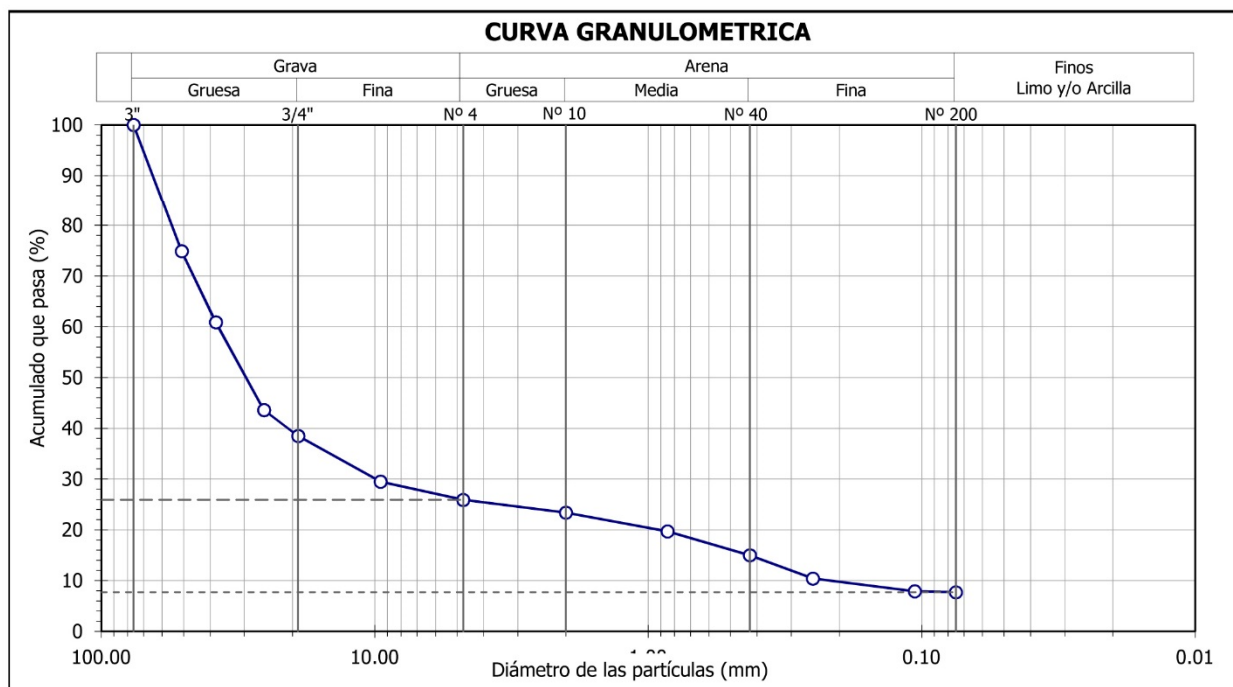
Informe : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 2 Hoja : 1 de 1  
 Muestra : M - 1  
 Profundidad (m) : 1.10 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	74.9
1½"	38.100	60.9
1"	25.400	43.6
¾"	19.050	38.5
3/8"	9.525	29.5
Nº 4	4.750	25.9
Nº 10	2.000	23.4
Nº 20	0.850	19.7
Nº 40	0.425	15.0
Nº 60	0.250	10.4
Nº 140	0.106	7.9
Nº 200	0.075	7.7

Contenido de humedad - D2216		(%)	2.6
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	20
	Límite Plástico D4318	(%)	16
	Índice de Plasticidad	(%)	4
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		171.9
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		12.1
	Grava [ Nº 4 < φ < 3" ]	(%)	74.1
	Arena [ Nº 200 < φ < Nº 4 ]	(%)	18.2
	Finos [ φ < Nº 200 ]	(%)	7.7

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
<b>A-1a (0)</b>	<b>GP - GM Grava mal gradada con limo y arena</b>





## ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

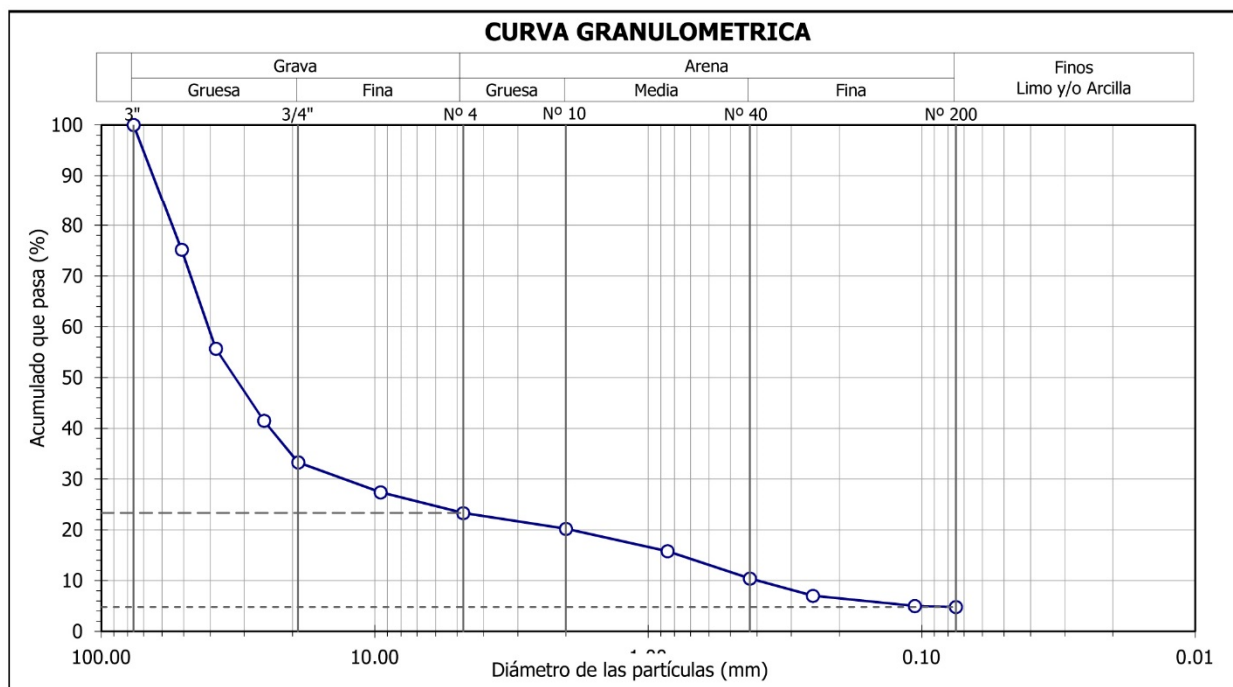
Informe : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 3 Hoja : 1 de 1  
 Muestra : M - 1  
 Profundidad (m) : 0.40 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	75.2
1½"	38.100	55.7
1"	25.400	41.5
¾"	19.050	33.3
3/8"	9.525	27.4
N° 4	4.750	23.3
N° 10	2.000	20.2
N° 20	0.850	15.8
N° 40	0.425	10.4
N° 60	0.250	7.0
N° 140	0.106	5.0
N° 200	0.075	4.8

Contenido de humedad - D2216		(%)	1.0
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	18
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		101.0
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		10.2
	Grava [ N° 4 < $\phi$ < 3" ]	(%)	76.7
	Arena [ N° 200 < $\phi$ < N° 4 ]	(%)	18.5
	Finos [ $\phi$ < N° 200 ]	(%)	4.8

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
<b>A-1a (0)</b>	<b>GP Grava mal gradada con arena</b>





## ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

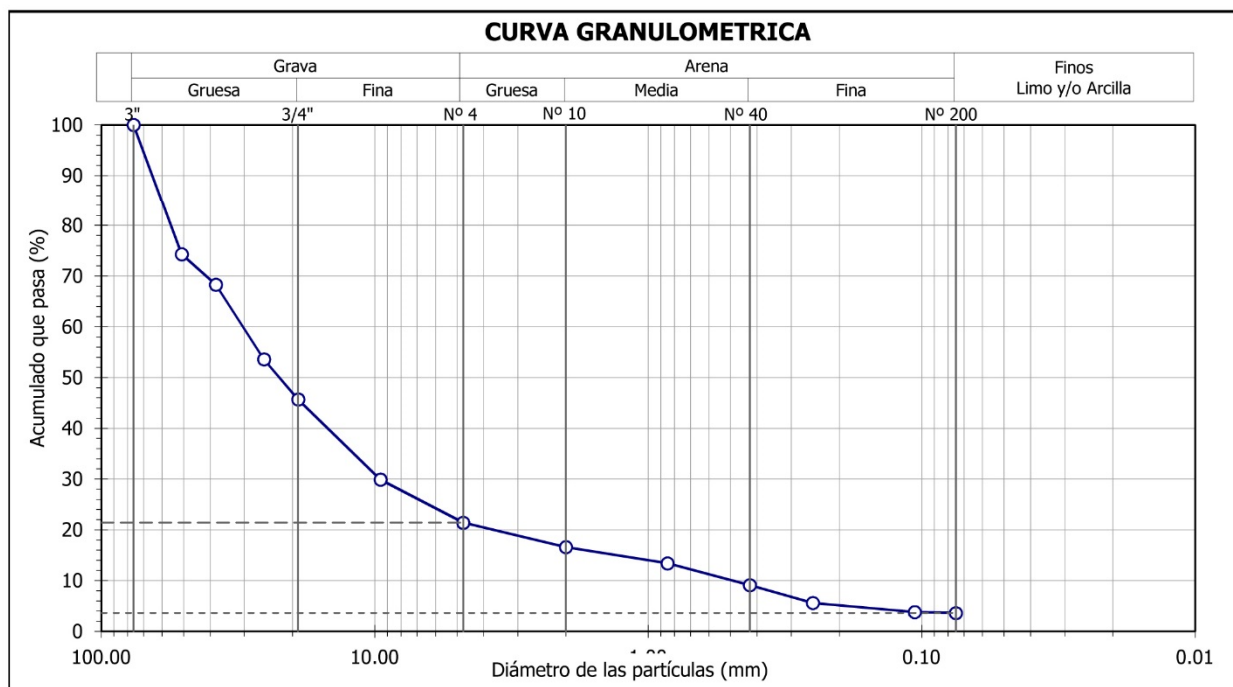
Informe : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 1 de 1  
 Muestra : M - 2  
 Profundidad (m) : 2.30 - 3.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	74.3
1½"	38.100	68.3
1"	25.400	53.6
¾"	19.050	45.7
3/8"	9.525	29.9
N° 4	4.750	21.4
N° 10	2.000	16.6
N° 20	0.850	13.4
N° 40	0.425	9.1
N° 60	0.250	5.6
N° 140	0.106	3.8
N° 200	0.075	3.6

Contenido de humedad - D2216		(%)	1.3
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	18
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)		61.9
	Coefficiente de Curvatura (Cc)		6.1
	Grava [ N° 4 < $\phi$ < 3" ]	(%)	78.6
	Arena [ N° 200 < $\phi$ < N° 4 ]	(%)	17.8
	Finos [ $\phi$ < N° 200 ]	(%)	3.6

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
<b>A-1a (0)</b>	<b>GP Grava mal gradada con arena</b>





## ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

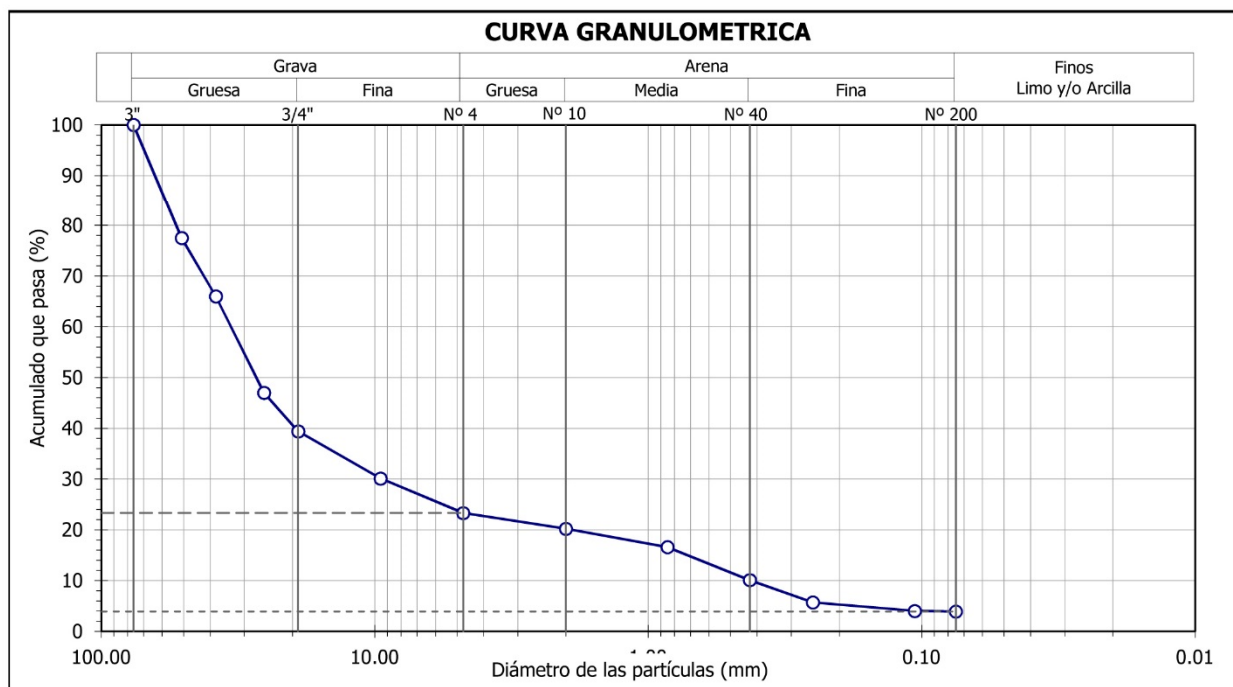
Informe : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 5 Hoja : 1 de 1  
 Muestra : M - 1  
 Profundidad (m) : 0.10 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	77.5
1½"	38.100	66.0
1"	25.400	47.0
¾"	19.050	39.4
3/8"	9.525	30.1
Nº 4	4.750	23.3
Nº 10	2.000	20.2
Nº 20	0.850	16.6
Nº 40	0.425	10.1
Nº 60	0.250	5.7
Nº 140	0.106	4.0
Nº 200	0.075	3.9

Contenido de humedad - D2216		(%)	2.3
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	NP
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		80.3
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		6.3
	Grava [ Nº 4 < $\phi$ < 3" ]	(%)	76.7
	Arena [ Nº 200 < $\phi$ < Nº 4 ]	(%)	19.4
	Finos [ $\phi$ < Nº 200 ]	(%)	3.9

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
<b>A-1a (0)</b>	<b>GP Grava mal gradada con arena</b>





## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

Informe N° : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 1 de 4  
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-1a (0)  
 Profundidad (m) : 2.30 - 3.00 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena  
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.5 mm/min

### PRESION DE CELDA : 1 kg/cm<sup>2</sup>

#### Datos iniciales del espécimen

Diámetro : 10 cm  
 Altura : 20.5 cm  
 Humedad : 6 %  
 Densidad seca : 1.99 g/cm<sup>3</sup>

#### Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	p (kg/cm <sup>2</sup> )	q (kg/cm <sup>2</sup> )	q/p	Oblicuidad ( $\sigma_1/\sigma_3$ )
0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.94	1.94	1.47	0.47	0.32	1.94
0.10	1.94	2.94	1.97	0.97	0.49	2.94
0.20	2.74	3.74	2.37	1.37	0.58	3.74
0.34	4.17	5.17	3.09	2.09	0.68	5.17
0.49	4.83	5.83	3.42	2.42	0.71	5.83
0.73	5.29	6.29	3.64	2.64	0.73	6.29
0.98	5.51	6.51	3.75	2.75	0.73	6.51
1.22	5.62	6.62	3.81	2.81	0.74	6.62
1.46	5.68	6.68	3.84	2.84	0.74	6.68
1.71	5.66	6.66	3.83	2.83	0.74	6.66
1.95	5.65	6.65	3.82	2.82	0.74	6.65
2.44	5.65	6.65	3.83	2.83	0.74	6.65
2.93	5.62	6.62	3.81	2.81	0.74	6.62
3.41	5.61	6.61	3.81	2.81	0.74	6.61
3.90	5.58	6.58	3.79	2.79	0.74	6.58
4.39	5.56	6.56	3.78	2.78	0.74	6.56
4.88	5.54	6.54	3.77	2.77	0.73	6.54
5.85	5.49	6.49	3.74	2.74	0.73	6.49
6.83	5.45	6.45	3.72	2.72	0.73	6.45
7.80	5.39	6.39	3.69	2.69	0.73	6.39
8.78	5.35	6.35	3.67	2.67	0.73	6.35
9.76	5.29	6.29	3.64	2.64	0.73	6.29
10.73	5.23	6.23	3.62	2.62	0.72	6.23
11.71	5.18	6.18	3.59	2.59	0.72	6.18

#### Observaciones :

Material menor de 3/4", humedad = 6.0%, densidad seca = 1.99g/cm<sup>3</sup>.





## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

Informe N° : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 2 de 4  
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-1a (0)  
 Profundidad (m) : 2.30 - 3.00 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena  
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.5 mm/min

### PRESION DE CELDA : 2 kg/cm<sup>2</sup>

#### Datos iniciales del espécimen

Diámetro : 10 cm  
 Altura : 20.5 cm  
 Humedad : 6 %  
 Densidad seca : 1.99 g/cm<sup>3</sup>

#### Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	p (kg/cm <sup>2</sup> )	q (kg/cm <sup>2</sup> )	q/p	Oblicuidad ( $\sigma_1/\sigma_3$ )
0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.00
0.05	1.33	3.33	2.66	0.66	0.25	1.66
0.10	3.05	5.05	3.53	1.53	0.43	2.53
0.20	3.85	5.85	3.93	1.93	0.49	2.93
0.34	5.01	7.01	4.50	2.50	0.56	3.50
0.49	6.40	8.40	5.20	3.20	0.62	4.20
0.73	7.78	9.78	5.89	3.89	0.66	4.89
0.98	8.76	10.76	6.38	4.38	0.69	5.38
1.22	9.53	11.53	6.76	4.76	0.70	5.76
1.46	9.90	11.90	6.95	4.95	0.71	5.95
1.71	10.27	12.27	7.14	5.14	0.72	6.14
1.95	10.44	12.44	7.22	5.22	0.72	6.22
2.44	10.67	12.67	7.33	5.33	0.73	6.33
2.93	10.89	12.89	7.44	5.44	0.73	6.44
3.41	11.14	13.14	7.57	5.57	0.74	6.57
3.90	11.20	13.20	7.60	5.60	0.74	6.60
4.39	11.22	13.22	7.61	5.61	0.74	6.61
4.88	11.16	13.16	7.58	5.58	0.74	6.58
5.85	11.09	13.09	7.54	5.54	0.73	6.54
6.83	11.01	13.01	7.50	5.50	0.73	6.50
7.80	10.89	12.89	7.45	5.45	0.73	6.45
8.78	10.80	12.80	7.40	5.40	0.73	6.40
9.76	10.68	12.68	7.34	5.34	0.73	6.34
10.73	10.57	12.57	7.28	5.28	0.73	6.28
11.71	10.45	12.45	7.23	5.23	0.72	6.23

#### Observaciones :

Material menor de 3/4", humedad = 6.0%, densidad seca = 1.99g/cm<sup>3</sup>.



## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

Informe N° : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 3 de 4  
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-1a (0)  
 Profundidad (m) : 2.30 - 3.00 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena  
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.5 mm/min

### PRESION DE CELDA : 4 kg/cm<sup>2</sup>

#### Datos iniciales del espécimen

Diámetro : 10 cm  
 Altura : 20.5 cm  
 Humedad : 6 %  
 Densidad seca : 1.99 g/cm<sup>3</sup>

#### Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_1$ (kg/cm <sup>2</sup> )	p (kg/cm <sup>2</sup> )	q (kg/cm <sup>2</sup> )	q/p	Oblicuidad ( $\sigma_1/\sigma_3$ )
0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	1.00
0.05	1.77	5.77	4.88	0.88	0.18	1.44
0.10	3.61	7.61	5.81	1.81	0.31	1.90
0.20	5.62	9.62	6.81	2.81	0.41	2.40
0.34	7.61	11.61	7.81	3.81	0.49	2.90
0.49	9.20	13.20	8.60	4.60	0.53	3.30
0.73	10.77	14.77	9.39	5.39	0.57	3.69
0.98	12.74	16.74	10.37	6.37	0.61	4.18
1.22	14.29	18.29	11.15	7.15	0.64	4.57
1.46	15.45	19.45	11.72	7.72	0.66	4.86
1.71	16.20	20.20	12.10	8.10	0.67	5.05
1.95	16.95	20.95	12.47	8.47	0.68	5.24
2.44	17.65	21.65	12.82	8.82	0.69	5.41
2.93	17.95	21.95	12.97	8.97	0.69	5.49
3.41	18.05	22.05	13.03	9.03	0.69	5.51
3.90	18.15	22.15	13.08	9.08	0.69	5.54
4.39	18.25	22.25	13.13	9.13	0.70	5.56
4.88	18.35	22.35	13.18	9.18	0.70	5.59
5.85	18.35	22.35	13.18	9.18	0.70	5.59
6.83	18.35	22.35	13.17	9.17	0.70	5.59
7.80	18.34	22.34	13.17	9.17	0.70	5.59
8.78	18.33	22.33	13.17	9.17	0.70	5.58
9.76	18.32	22.32	13.16	9.16	0.70	5.58
10.73	18.30	22.30	13.15	9.15	0.70	5.57
11.71	18.28	22.28	13.14	9.14	0.70	5.57

#### Observaciones :

Material menor de 3/4", humedad = 6.0%, densidad seca = 1.99g/cm<sup>3</sup>.

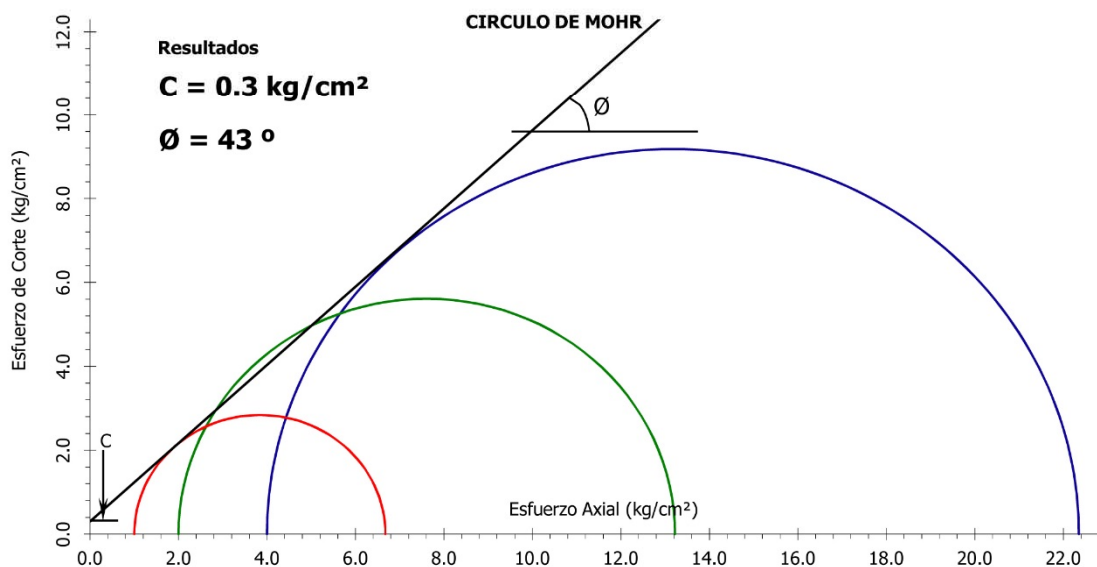
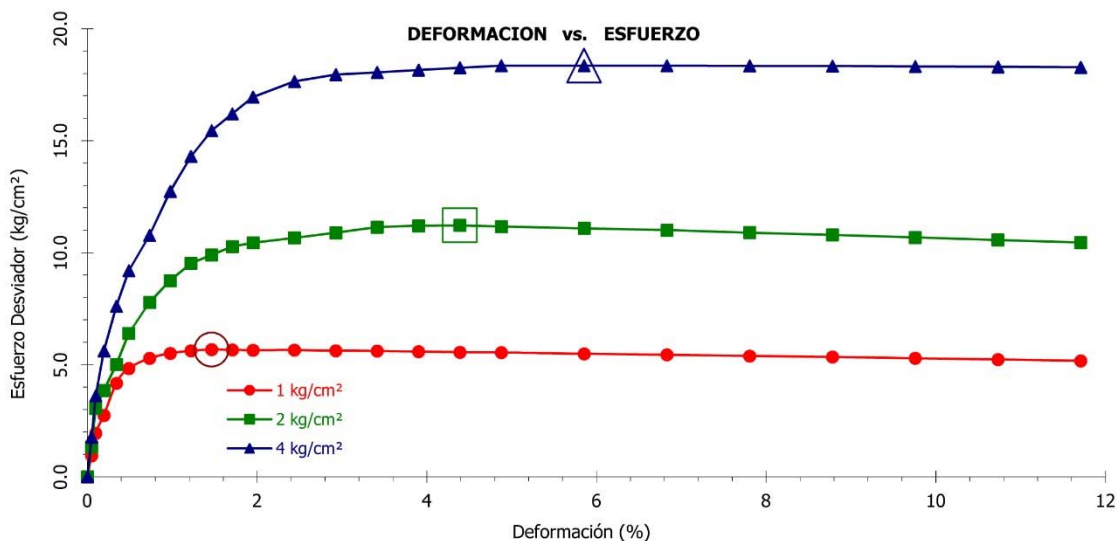


### ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

No Consolidado - No Drenado (UU) // ASTM - D2850

Informe N° : LG13-277 Fecha : Diciembre, 2013  
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD  
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé  
 Ubicación : Av. Alfonso Ugarte N° 828 Cercado de Lima, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 4 de 4  
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-1a (0)  
 Profundidad (m) : 2.30 - 3.00 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena  
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.5 mm/min





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## Facultad de Ingeniería Civil

### LABORATORIO QUÍMICO FIC

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: MINISTERIO DE SALUD

REGISTRO: LQ13-475

PROYECTO: "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO SAN BARTOLOMÉ"

UBICACIÓN: AV. ALFONSO UGARTE N° 825 – LIMA - LIMA

SONDAJE: C-03

N° DE MUESTRA: M-01

PROFUNDIDAD (m): -0.40 - 2.00

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 28 -11-13

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl <sup>-</sup> ASTM D 3370:1999 AASHTO T 291 ppm	SULFATOS (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> ASTM E 275:2001 AASHTO T 290 ppm	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219;-2000 ASTMD 1888 ppm
SONDAJE: C-03 N° DE MUESTRA: M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.40 – 2.00	72	386	518

Lima, 03 de Diciembre del 2013

CARMEN M. REYES CUBAS  
MSC. ING. ANALISTA DEL LABORATORIO  
Laboratorio de. Química de la FIC-UNI

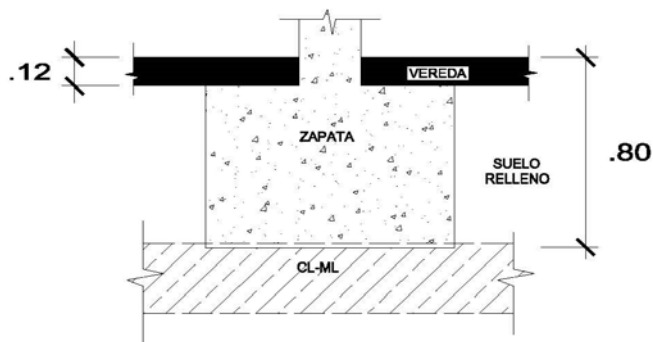


ROSA ALTAMIRANO MEDINA  
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO  
Laboratorio de. Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

AUSCULTACIONES DE LOS CIMIENTOS  
NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO - SAN BARTOLOME

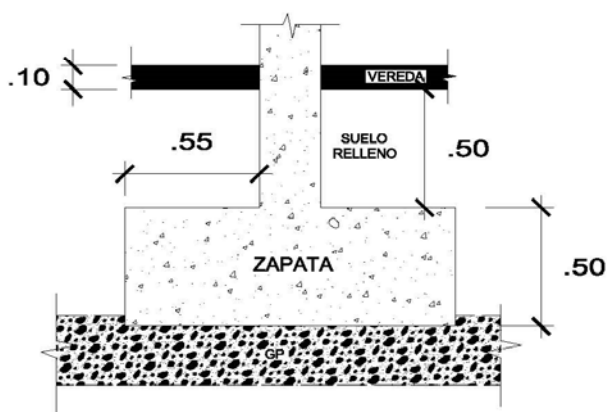
**C-1**



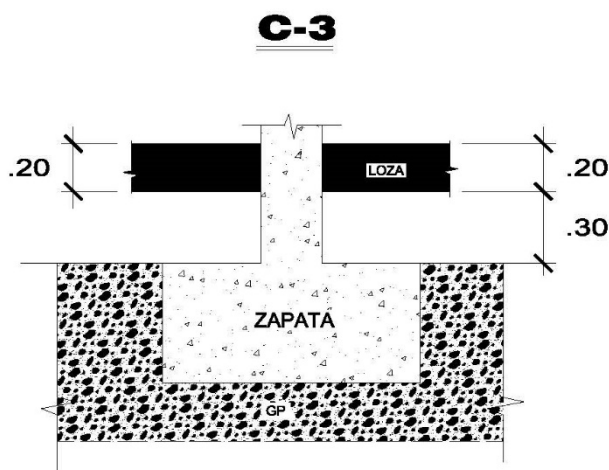


AUSCULTACIONES DE LOS CIMIENTOS  
NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO - SAN BARTOLOME

**C-2**

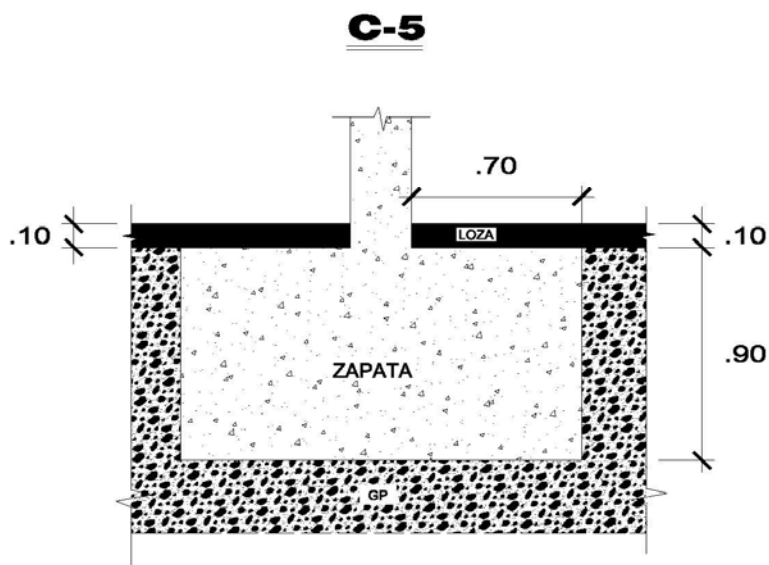


### AUSCULTACIONES DE LOS CIMIENTOS NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO - SAN BARTOLOME



NOTA: NO SE ENCONTRO ZAPATA  
SOLAMENTE SE ENCONTRO  
UN MURO DE LADRILLO (TIPO QUEMADO)  
MURO APROX. 2.50 - 3.00 mł. PROFUNDIDAD  
ANCHO = 0.30

AUSCULTACIONES DE LOS CIMIENTOS  
NACIONAL DOCENTE MADRE NIÑO - SAN BARTOLOME





**FOTO N° 1:** VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 1.



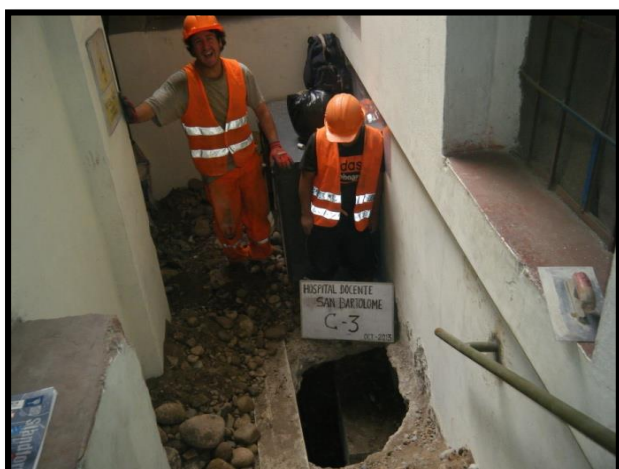
**FOTO N° 2:** VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 1.



**FOTO N° 3:** VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 2.



**FOTO N° 4:** VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 2.

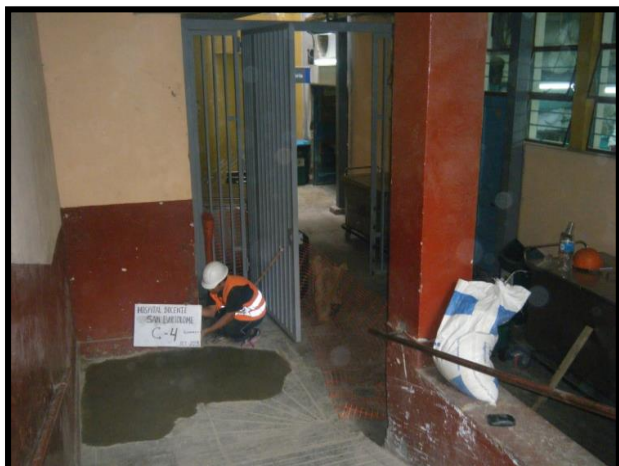


**FOTO N° 5:** VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 3.



**FOTO N° 6:** VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 3.





**FOTO N° 7:** VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 4.



**FOTO N° 8:** VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 4.



**FOTO N° 9:** VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 5.



**FOTO N° 10:** VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 5.