

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL NACIONAL SERGIO E. BERNALES

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. PhD. Ing. Miguel Estrada Mendoza / Ing. Carlos Chunga Contreras / Mary Criss Suárez Antúnez (Evaluación estructural)
2. Arq. Josué Villanueva Alejo / Arq. Enrique García / Arq. Clotilde Espinoza (Evaluación no estructural)
3. Dr. Raúl Morales Soto / Arq. José Sato Onuma Dr. Carlos Malpica Coronado (Evaluación funcional)
4. Ing. Roger Salazar (Evaluación de Líneas vitales – Evaluación Inst. Sanitarias)
5. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación de Líneas vitales – Evaluación Inst. Eléctricas y Electro Mecánicas)

NOVIEMBRE - 2013



RESUMEN EJECUTIVO

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 Sergio E. Bernales, en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

- a. Comité Hospitalario de Defensa Civil. Está formalizado y operativo, dispone de médico asignado a la gestión del comité, cuenta con local específico; 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 para la evacuación; no dispone de zonas seguras de expansión para caso de desastre; la vulnerabilidad es alta. Se recomienda solucionar lo anterior e incrementar el número de profesionales, reforzar capacidades para 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 el principal hospital de la zona. Se recomienda potenciar capacidades para desastre y fortalecer los mecanismos de referencia.

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 capacidades para atención de desastres.

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

El presente Estudio es un complemento cuantitativo del informe inicial (Screening) en donde se identificaron los pabellones críticos a analizar, nueve pabellones de un solo nivel y tres pabellones de dos niveles, en donde se distribuyen los pabellones de Neumología y Traumatología, Medicina, Pediatría, Laboratorio, Cirugía, Ginecología, Emergencia, Sala de Operaciones y caja de fuerza.

Para complementar la información se procedió a realizar los trabajos de campo, extracción de muestras de concreto endurecido, ensayo de micro trepidaciones, estudio de mecánica de suelos, identificación de elementos estructurales y no estructurales que van a intervenir en el modelo matemático, tomar medidas en campo, toda esta información servirá para afinar el modelo y tener un modelo real de las edificaciones en estudio.

Al final del estudio se realizan unas recomendaciones para reducir la vulnerabilidad estructural, no estructural, líneas vitales y funcional.

Dentro del análisis de Vulnerabilidad no Estructural que se realiza a Hospital Nacional Sergio E. Bernales, se busca determinar la susceptibilidad a daños



que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida del hospital. Por ello se verificara los elementos constructivos no resistentes (ciertos muros, tabiques y otros), que generen problemas serios, los cuales dependiendo de la magnitud del daño sufrido ante un evento sísmico, pueden constituir un peligro a la integridad física de los ocupantes.

El Hospital Nacional Sergio E. Bernales se encuentra ubicado en la zona Norte de Lima, está situado en la zona norte de Lima, con una gran extensión de Terreno, con frente a una vía o arteria principal, la avenida Túpac Amaru, cuenta con acceso rápido al establecimiento, aunque un punto vulnerable son los vendedores ambulantes que proliferan en los alrededores del hospital.

En general el 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. Por otro lado sus acabados de pisos, enchapes de muros, carpintería de madera (puertas) requieren un reemplazo por el tiempo y uso recibido, aunque existen zonas donde se están realizando mejoras. Asimismo, a fin de cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones se debe dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc; existen varios servicios que no cuentan aún con vidrios de seguridad.

El estudio realiza propuestas a modo de recomendaciones, que se pueden implementar las cuales contribuirán en disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital Nacional Sergio Bernales.



CONTENIDO

CONTENIDO	5
1. ANTECEDENTES.....	9
2. OBJETIVO	9
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL.....	9
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL SERGIO E. BERNALES.....	19
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad.....	19
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	19
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	20
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad	29
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad... 38	
4.1.4.1. Instalaciones Sanitarias.....	38
4.1.4.2. Instalaciones Eléctricas	39
4.1.4.3. Instalaciones mecánicas	40
4.1.4.4. Instalaciones electromecánicas	40
4.1.4.5. Instalaciones de comunicaciones	41
4.1.4.6. Sistema de combustible	41
4.1.4.7. Sistema de gases medicinales.....	41
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital.....	41
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental.....	41
4.2.2. Equipos e Instrumentación.....	42
4.2.3. Resultados de las Mediciones	43



4.2.4.	Conclusiones	45
4.3.	Auscultación de la Cimentación del Hospital.....	60
4.3.1.	Generalidades	60
4.3.2.	Objetivo del Estudio.....	60
4.3.3.	Geología, Geomorfología y Sismicidad.....	60
4.3.4.	Auscultación de Zapatas y Cimentación.....	61
4.3.5.	Perfil Estratigráfico.....	63
4.3.6.	Análisis de la Cimentación	65
4.3.7.	Agresividad del Suelo a la Cimentación.....	69
4.3.8.	Conclusiones	71
4.4.	Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	99
4.4.1.	Resistencia del Acero de Refuerzo.....	99
4.4.2.	Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	99
4.4.3.	Resistencia del Concreto.....	99
4.4.4.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	100
4.4.5.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	100
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL	108
5.1.	Modelos Matemáticos.....	110
5.2.	Demandas de Carga.....	114
5.3.	Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	115
5.4.	Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido	116
5.5.	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud.....	117
5.6.	Anexos	118
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES	166
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	166
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables	166



6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales ...	181
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA	184
7.1.	(Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo	184
7.1.1.	Instalaciones Sanitarias	184
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas	186
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas.....	187
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas	188
7.1.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	188
7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales.....	188
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias	188
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas	188
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	189
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas	189
7.2.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	189
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL	189
8.1.	Contexto del problema	189
8.2.	Análisis Situacional del Hospital	192
8.3.	Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013.....	192
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	194
9.1.	Componente Estructural	194
9.1.1.	Conclusiones	194
9.1.2.	Recomendaciones	194
9.2.	Componente No estructural.....	195
9.2.1.	Accesibilidad para las personas discapacitadas	196
9.2.2.	Influencia del Entorno	197
9.2.3.	Equipamiento no médico	197
9.2.4.	Equipamiento Médico	201
9.2.5.	Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes.....	201



9.2.6.	Quirófanos – UCI	202
9.2.7.	Emergencia / Reanimación	202
9.2.8.	Equipamiento de laboratorio de análisis clínico.....	202
9.2.9.	Esterilización.....	202
9.2.10.	Equipos Conectados.....	202
9.2.11.	Equipos Rodantes.....	203
9.2.12.	Equipos Fijos	203
9.2.13.	Elementos Suspendidos	204
9.3.	Componente Funcional	205
9.3.1.	Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS) ..	205
9.3.2.	Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	212
9.3.3.	Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	213
9.3.4.	Comentario Final.....	214
9.4.	Componente de Líneas Vitales.....	217
9.4.1.	Instalaciones Sanitarias	217
9.4.2.	Instalaciones Electromecánicas	218
10.	AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	218
10.1.	Documentación Técnica	218
10.1.1.	Edificaciones de Albañilería	218
10.1.2.	Edificaciones aporticadas	219
10.2.	Esquemas	219
10.3.	Costo de la Propuesta Solución a la Problemática.....	220
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	221



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 SERGIO E. BERNALES

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 Sergio E. Bernales.

2. OBJETIVO

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

3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL

Nombre del establecimiento: Hospital Sergio E. Bernales (Hospital de Collique)

Dirección: Avenida Túpac Amaru 8000 – Distrito Comas, Lima



Teléfonos: (511) 558-0186

Página web y dirección electrónica: <http://www.hnseb.gob.pe>

Número total de camas: 338

Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 82%.

Descripción del establecimiento:

Aspectos Generales: Categorizado con el Nivel III-1, según Resolución Directoral N° 502-DG-DESP-DISA- III-LN-2005, es un establecimiento de salud de alta complejidad en la atención de salud, encargado de brindar atención y vigilancia integral de las personas, de acuerdo al marco normativo vigente Ley N° 27657 Ley del Ministerio de Salud; pertenece a la Dirección de Salud V - Lima Ciudad.

Tipo de estructura: El terreno donde se ha edificado el Hospital corresponde a Zona III de mayor riesgo sísmico. El distrito de Comas se encuentra alejado del litoral, por consiguiente no tiene riesgo de tsunami. El 80% de las viviendas están ubicadas en suelo de origen rocoso; la mayor vulnerabilidad del distrito es la auto construcción.

El área asistencial está formada por diversos bloques, que superan la decena; los cuales tienen diferentes tipos constructivos, materiales y diversos años de construcción. La visión ortogonal permite observar con claridad la falta de simetría y desorden, así como pequeños espacios de separación entre los bloques.

Otro aspecto que debe ser considerado es que las estructuras construidas han ido cambiando de uso de acuerdo a las nuevos servicios que fue implementando el hospital; ha pasado en poco más de 70 años de ser un hospital de pacientes pediátricos crónicos, específicamente para el tratamiento de la tuberculosis a un hospital materno infantil con la proyección de convertirse en un hospital general de nivel III.

Área de influencia: distritos de Comas, Carabaylo e Independencia.

Cobertura de la población: 908,010 habitantes según el censo del 2007, por lo que en la actualidad debe estar muy próximo al millón de habitantes,



si tomamos en cuenta que durante los últimos 25 años el Hospital ha incrementado su población adscrita en 15,871 habitantes por año. El 37% de la población de la jurisdicción cuenta con algún tipo de seguro de salud, de ellos SIS 8%, EsSalud 21% y la diferencia (8%) otros tipos de seguro.

Horario de atención: Consultorio Externos de 12 horas, Servicio de Emergencia y hospitalización es 24 horas.

Personal Asistencial: 190 médicos especialistas, 149 enfermeras, otros profesionales de la salud: 134; Personal Administrativo: 56
Personal de técnicos y auxiliares: 597
Personal médico de guardia por turno: 4

Cartera de Servicios:

Medicina:

- Emergencia
- Medicina Interna
- Neumología
- Cardiología
- Dermatología
- Endocrinología
- Gastroenterología
- Neurología
- Psiquiatría
- Geriatria
- Reumatología
- Cuidados Intensivos Adultos

Cirugía

- Cirugía General
- Cabeza y Cuello
- Cirugía Pediátrica
- Cirugía Plástica y Quemados
- Cirugía Tórax y Cardiovascular
- Neurocirugía
- Oftalmología
- Otorrinolaringología
- Oncología
- Traumatología y Ortopedia
- Urología



Gineco-Obstetricia

- Alto Riesgo
- Colposcopia
- Climaterio
- Infertilidad
- Ginecología
- Planificación Familiar
- Control Pre Natal

Pediatría

- Pediatría
- Neonatología
- Neuropediatría
- Nefrología

Otras Especialidades

- Medicina de Rehabilitación
- Psicología
- Odontología
- Terapia física, ocupacional y de lenguaje
- Terapia del dolor
- Estrategias Sanitarias
- Laboratorio y Diagnóstico por Imágenes

Distribución física:

Dimensiones del Hospital

Área Inicial del Terreno 606,285.52 m²

Área Construida Total 16,833,33 m²

- Sótano 189 m²
- Primer Piso 15,201 m²
- Segundo Piso 1443,33 m²
- Otras Construcciones 8.358,90 m²

Área Libre: 578.100,47 m²

Por el frente 405,5 m (Av. Túpac Amaru)

Lateral Derecho: 881 m

Lateral Izquierdo 486,41 m

Por el Fondo: 134,5 m

Límites:

- Norte: Distrito de Ancón y Provincia de Canta, Región Lima.
- Sur: Distritos de Los Olivos, San Martín de Porres y San Juan de Lurigancho.
- Este: Distrito de San Juan de Lurigancho y provincias de Canta y Huarochirí, Región Lima.
- Oeste: Distritos de Puente Piedra, Los Olivos y San Martín de Porres.

El hospital tiene varios periodos constructivos, la parte más antigua es la parte central donde se ubican las oficinas administrativas, y la parte más moderna la constituye la Emergencia, por lo que existen diversos materiales y técnicas constructivas.

El Servicio de Emergencia tiene su propio acceso desde la misma Av. Túpac Amaru, con una señalización adecuada, cuenta con amplio patio de maniobras y una zona para parqueo de ambulancias; cuenta con una unidad de Trauma-Shock.

Tabla 1. Periodos constructivos y tipos de uso de pabellones

PERIODO CONSTRUCTIVO	TIPO DE USO
1940 - 1945	Pabellón de Administración Pabellón de Hospitalización de Cirugía y Medicina Pabellón de Hospitalización de Pediatría. Pabellón de Hospitalización de Gineco-obstetricia Residencia Médica
1946 - 1955	Pabellón de Servicios Generales Casa de Fuerza y Almacenes Lavandería Comedor
1959 - 1973	Oficina de Logística, Personal, Capacitación Oficina de Planificación. Cuna jardín Servicio de Patología Pabellón de 2 Pisos: Traumatología y Neumología.
1974 - 1984	Centro Quirúrgico Centro Obstétrico Pabellón de neonatología Primer piso del pabellón de emergencia Pabellón de Consultorios Externos

1985 - 2000	Remodelación de servicios de Medicina, Cirugía, Emergencia y Traumatología Construcción de ambientes para la epidemia del Cólera y tomografía.
2001 - 2004	Segundo Piso del Pabellón de Emergencia Remodelación del servicio de Banco de Sangre. Remodelación de la antigua Residencia Médica.
2007	Reubicación del Laboratorio de Emergencia y Tópico de Traumatología. remodelación de sala de inyectables y nebulizaciones Sala de paciente aislado Cuidados Intermedios
2010	Construcción de laboratorio de Referencia de Tuberculosis.
2011	Construcción del Laboratorio de Emergencia. Pabellón de Emergencia Pediátrica Construcción de consultorios externos de Ginecología y Obstetricia.

Fuente: Análisis de Situación de Salud - ASIS 2012. Hospital Nacional Sergio Bernales. Lima, 2012

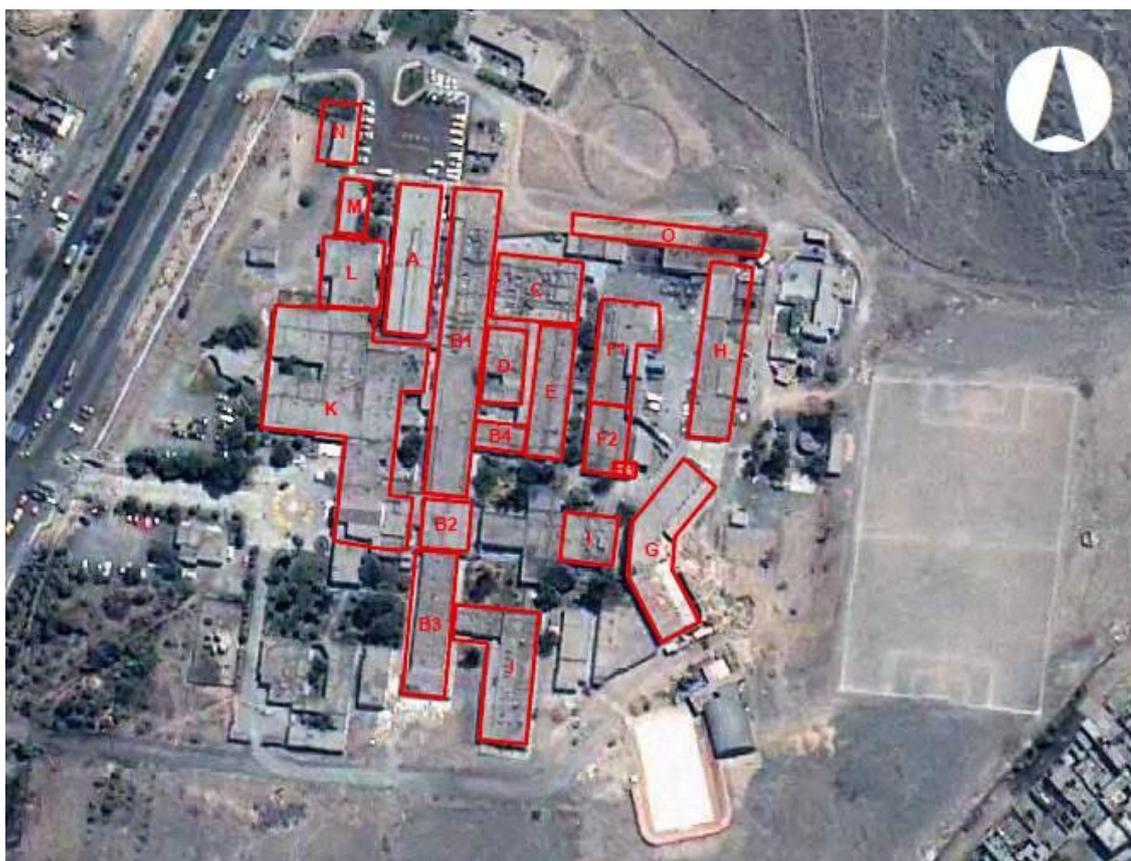


Figura 1. Croquis del Hospital Sergio Bernales – Collique

Fuente: Estudio de capacidades, vulnerabilidad funcional y vulnerabilidad estructural: ficha por hospital – Hospital Sergio Bernales. PNUD. Lima, 2011

Legenda:

- A Emergencia
- B1 Hospitalización Ginecología.
- B2 Administración
- B3 Hospitalización Pediátrica
- B4 Oficinas / Ginecología
- C Salas de Operaciones
- D Neonatología
- E Hospitalización / Cirugía
- F1 Lavandería
- F2 Laboratorio / Esterilización
- F3 Banco de Sangre
- G Hosp. Traumatología/ Administración
- H Mantenimiento
- I Almacén
- J Oficinas
- K Consultorios Externos
- L Lab. Emergencias / Rayos x
- M Consultorios Tomografía
- N Consultorios / Ecografía
- O Calderos

El estudio SIRAD, realizado en el 2010, consultoría especializada financiada por la cooperación europea, concluyó en la Elaboración de un Sistema de Información Geográfico y Análisis de Recursos Esenciales para la Respuesta y Recuperación Temprana ante la Ocurrencia de un sismo y/o Tsunami en el Área Metropolitana de Lima y Callao; en este trabajo se concluye de manera específica para el Hospital Sergio E. Bernales que la vulnerabilidad era muy alta para el servicio de Emergencia; vulnerabilidad mediana para el Centro Quirúrgico, Neonatología y Laboratorio de Emergencia, para el resto de ambientes arrojó una vulnerabilidad alta.

Estructura:

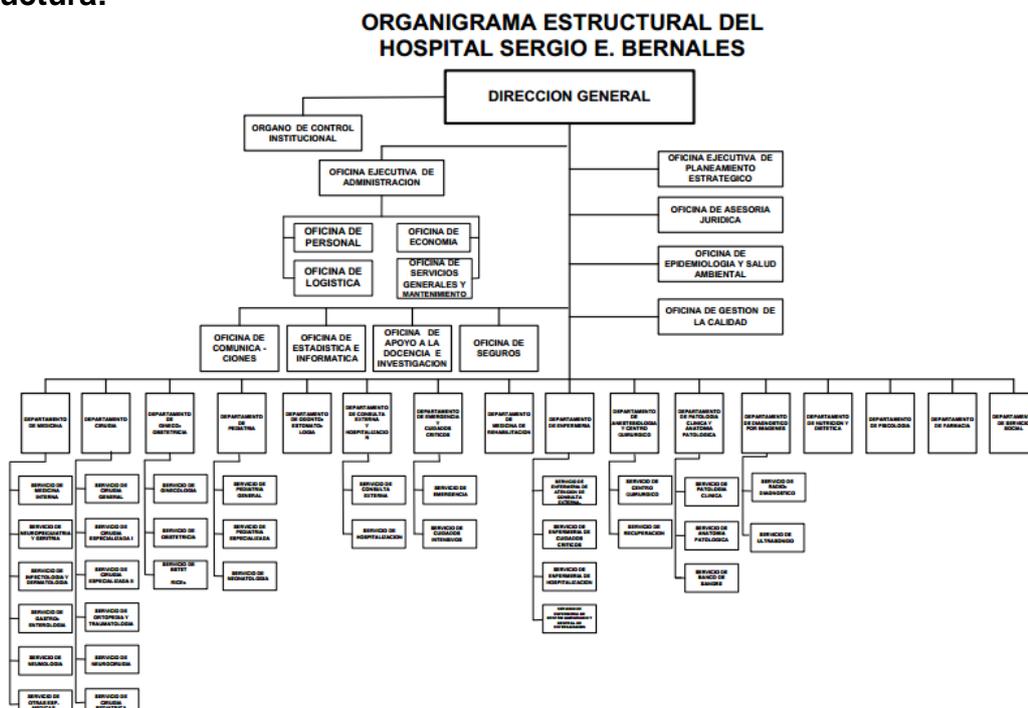


Figura 2. Organigrama estructural del Hospital Sergio Bernales

Fuente: Análisis de Situación de Salud - ASIS 2012. Hospital Nacional Sergio Bernales. Lima, 2012

Capacidad hospitalaria (1):**a. Medicina Interna****Tabla 2.** Capacidad Hospitalaria en Medicina Interna

Servicio	Número de camas	Capacidad adicional
Pediatría	40	0
Neonatología	40	0
Obstetricia	80	0
Ginecología	15	0
Cirugía General	62	0
Especialidades	13	0
Traumatología	24	0
Medicina General	48	0
Neumología	16	0
TOTAL:	338	0

b. Emergencia y Cuidados Intensivos**Tabla 3.** Capacidad Hospitalaria en Emergencia y Cuidados Intensivos

Ambiente	Nº Camas y Camillas	Capacidad adicional	Observaciones
Unid Emergencia Adultos	15	10	Expansión en carpas
Unid Emergencia Pediátrica	8	2	
UCI	4	0	
UC Intermedios	2	0	
TOTAL:	29	12	

c. Centro Quirúrgico / Salas de Operaciones**Tabla 4.** Capacidad Hospitalaria en Centro Quirúrgico y Sala de Operaciones

Tipo de Sala	Nº Sala	Capacidad adicional
SOP Cirugía	6	0
SOP GinecoObstetrica	1	0
TOTAL:	7	0

(1) FUENTE: Análisis de la Situación de Salud Hospital Sergio Bernales 2012 (ASIS 2012).

Cuenta con 49 consultorios de atención ambulatoria especializada en 2 horarios: de 08:00 a 14.00 horas y de 14:00 a 17:00 horas.

Personal.

El Servicio de Emergencia cuenta para su funcionamiento con 43 médicos asistentes, 16 enfermeras y 34 técnicos de enfermería.

Tabla 5. Personal Médico del Servicio de Emergencia

Especialidad	Propios del Servicio	Asignados	Total
Ginecólogo		14	14
Cirujano General		14	14
Internista		12	12
Anestesiólogo		11	11
Traumatólogo		10	10
Emergenciólogo	5		5
Neurocirujano		5	5
Cirujano de Tórax y CV			
Intensivista	6		6
Radiólogo			
Pediatra		10	10
Cirujano Pediatra		3	3
Neonatólogo		9	9

Tabla 6. Personal Profesional No Médico del Servicio de Emergencia

Especialidad	Propios del Servicio	Asignados	Total
Enfermeros	16		16
Farmacéutico		3	3
Tecnólogos Médicos		10	10

Tabla 7. Personal Técnico del Servicio de Emergencia

Especialidad	Propios del Servicio	Asignados	Total
Técnicos de Enfermería	34		34
Técnicos de Radiología		2	2



El Hospital Sergio Bernales dispone de los siguientes especialistas.

Tabla 8. Personal Médico del Hospital

Especialidad	Total
Ginecólogo	17
Cirujano General	17
Internista	14
Anestesiólogo	12
Traumatólogo	10
Emergenciólogo	5
Neurocirujano	5
Cirujano de Tórax y CV	1
Intensivista	6
Radiólogo	5
Pediatra	12
Patólogo	2
Oftalmólogo	5
Otorrinolaringólogo	4
Gastroenterólogo	3
Cirujano Plástico	1

Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa:

Este hospital cuenta con una gran extensión de terreno libre, pero sin pavimentar; plano pero con montículos de tierra y sin líneas vitales. En el Plan de Contingencia para Casos de Desastre (terremoto); el personal entrevistado asume una pérdida del 70% de los ambientes existentes, atribuye esta pérdida a la caída de los techos lo que en términos prácticos reduciría la capacidad de camas hospitalarias de 338 a solo 100 camas, más las 10 camas que se habilitarían en carpas en la explanada o patio de maniobra de ambulancias del Servicio de Emergencia.

En las áreas construidas y ocupadas que vienen cumpliendo otro tipo de funciones complementarias a las asistenciales, se hace un poco complejo definir que alguna de ellas pueda ser habilitada como ambiente susceptible para incrementar la capacidad operativa, considerando adicionalmente que la parte más antigua del hospital, que inicialmente se construyó como Convento, se utiliza como oficinas administrativas; oficinas que también van a requerir ser reubicadas post impacto para permitir la continuación de los servicios.



Datos adicionales:

Es el Hospital de mayor capacidad resolutive en la zona más hacia el norte de la ciudad, cuenta con un gran espacio libre alrededor, terrenos que están legalmente saneados, pero por su gran extensión es difícil de vigilar y genera constantes ingresos no autorizados por personas adictas a sustancias tóxicas, quienes constantemente perforan los muros y alambrados perimétricos generando una situación de inseguridad.

La oferta de servicios que brinda el hospital se ha ido adecuando a las necesidades de la población. Actualmente existe el proyecto de convertirlo en un Hospital de Emergencias.

Actualmente se encuentra como uno de los hospitales beneficiados del programa del MEF o Categoría Presupuestal de Reducción de Vulnerabilidad atención de Emergencias y Desastres; con un PIA (Presupuesto Inicial de Apertura de S/. 515,170) y un PIM (Presupuesto Institucional Modificado de S/.1,528,250), con una ejecución presupuestal al 30 de Septiembre del 2013 del 31.3% de dicho presupuesto.

El 2011 contó con un presupuesto de S/. 74,920,472 con una ejecución de 87,16%.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL NACIONAL SERGIO E. BERNALES

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

Los pabellones de Neumología y Traumatología, Medicina, Pediatría, Laboratorio, Cirugía y Ginecología 3 tienen como sistema estructural la albañilería (espesor de 0.30m). El sistema estructural de estas edificaciones está basada en mampostería, la cual fue verificada a través de perforaciones con taladro. Cabe señalar que en todos los muros de este tipo no existe confinamiento. Ver detalle en la **Figura 27**.

Ante un evento sísmico severo, el resultado de los modelos matemáticos indica que los muros fallarán por corte, como lo indica la **Tabla 24**, ocasionando inicialmente fisuras y posteriormente grietas, la principal



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 SERGIO E. BERNALES



causa de posibles daños es la falta de confinamiento.

Para los pabellones aporricados (Ginecología 1, Ginecología 2, Emergencia 1, Emergencia 2, Casa de Fuerza y Sala de Operaciones) se ha podido comprobar la construcción de muros de tabiquería (alféizar) entre las columnas, los cuales restringen el libre desplazamiento de las mismas hecho que ha contribuido a tener columnas cortas en todos los pisos. Se entiende como columna corta que este elemento estructural tomará una demanda sísmica mayor que para la cual ha sido diseñada.

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

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

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

Se han identificado las siguientes unidades:

Tabla 9. UPSS identificadas

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

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

Las UPSS se agrupan en:

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

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

Tabla 10. UPSS según tipo de atención.

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



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

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

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

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

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

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

ARQUITECTÓNICOS

- Tabiques: Divisiones interiores
- Recubrimientos en fachadas
- Cielos falsos (Falsos cielos rasos)
- Techos o cubiertas



- Parapetos
- Mobiliario y equipo no médicos
- Recubrimientos (enlucidos)
- Vidrios y carpintería de ventanas
- Ornamentos
- Marquesinas, letreros
- Luminarias
- Barandas
- Puertas y rutas de salida

EQUIPAMIENTO

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

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

1- Tabiques o divisiones interiores con vidrios crudos

En los Hospitales se presentan adecuaciones de ambientes en lugares que no han sido diseñados para esas actividades, estos son implementados mediante tabiquería con material ligero (estructura de madera con triplay o estructura de aluminio con vidrio o de panel prefabricado), en estos casos se fijan en el piso y/o muros, mas no en techo, lo que puede sufrir deformaciones ante sismos moderados o intensos.



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

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

2- Recubrimientos en fachadas

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



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



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 sísmos, 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 Comas, en el sector norte de la capital, en área urbana consolidada, con densidad poblacional media - 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
 - Inundaciones lentas: si, probable por efecto de ríos, lluvias: poco probable la inundación, pero si posible afectación por la cuenca del Río Chillón.
 - Deslizamientos: si, laderas o taludes; construcciones en las laderas de los cerros.
- Urbanos:
 - Seguridad de vivienda para sismos: 83% de viviendas de distritos de la zona de influencia del hospital (Comas, Carabayllo e Independencia) podrían ser destruidas o quedar inhabitables por la ubicación de la vivienda, por la caracterización geotécnica-sísmica del suelo y la estimación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de vivienda. Se producirían unos 80 mil heridos, 8.7% de la población. (Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI-PREDES. 2009. http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, acceso 12abril2012)
 - Incendios: no cuantificado, se estima de nivel medio, por: material constructivo, depósitos o expendios de combustible, talleres de pirotécnicos, industrias, depósitos de reciclables.
- Vialidad, transporte terrestre y accesos:
 - Estado y seguridad de vialidad: insuficiente, frecuente accidentalidad
 - Ocupación de vialidad: alta, incide en tránsito muy lento
 - Rutas con alta peligrosidad identificada: Panamericana Norte y Av. Túpac Amaru.



- Inseguridad del transporte: muy alta, mortalidad excesiva (segundo lugar en América Latina en atropello de peatones) (Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Naciones Unidas <http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>. Acceso: 11 oct. 2013)
- Mortalidad por accidente vehicular: muy alta (país 3,500/año, Lima: 60%) (Aspectos psicosociales en Accidentes del Transporte Terrestre. Morales Soto Nelson Raúl, Alfaro Basso Daniel, Gálvez Rivero Wilfredo. 2010. Rev Peru Med Exp Salud Publica.; 27(2): 273-78. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf>)
- Puntos críticos de eventual aislamiento local (ríos, puentes, vías expresas): sí existen, con la posibilidad que se aisle la población entre las cuencas del río Chillón y del Rímac.
- Transporte masivo (trenes, buses articulados): sí existen en el distrito, se encuentra el paradero inicial del sistema de buses Metropolitano de Lima.
- Locales de aglomeración poblacional masiva:
 - Centros comerciales: varios, con control de la autoridad pertinente
 - Espectáculos públicos: sí, estadios deportivos, coliseos, discotecas
- Materiales peligrosos:
 - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona
 - Industrias químicas o energéticas: no existentes en la zona
 - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
 - Industrias: existentes, no formales
 - Nuclear: Central Nuclear de Huarangal (IPEN)
- Sociales:
 - Conflictividad social: 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012 (Decimosexto Informe Anual de la Defensoría del Pueblo. Enero-diciembre 2012. Lima, 2013. <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/anuales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>, acceso: 14 oct 2013)
 - Desorden público: nivel alto.
 - Homicidios: nivel medio (supera 20x100 mil habitantes)
 - Seguridad pública (delincuencia): percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima) Estadísticas sobre seguridad ciudadana. INEI. Lima, 2013. <http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf>, acceso: 11 oct 2013.
 - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona

- Pobreza en el distrito: alta.
- **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 tiene acceso del exterior por la avenida Túpac Amaru, cuenta con una señalética adecuada que se visualiza desde la avenida para quien viene conduciendo, pero sería adecuado incluir una señal preventiva que indique la distancia de la puerta de Emergencia. La distancia desde la avenida es corta, bordeando un bloque de Diagnóstico por imágenes, donde se realizan tomografías, eco-doppler, densitometría y mamografía, bloque desconectado de la Emergencia, exponiendo al paciente a la circulación pública exterior.



Figura 10. Sección de plano de la zona de ingreso a Emergencias

La Emergencia de adultos está separada de la Emergencia pediátrica; cada una tiene su propia unidad de Shock Trauma; la unidad de Shock Trauma pediátrica queda al medio del Servicio y la de adultos queda en la mitad del bloque de Emergencia, contiguo a la UCI; Ginecología tiene su propia Emergencia adyacente a la de adultos, pero no cuenta con una unidad propia de shock trauma. En la sala de Emergencia de adultos falta una unidad de Descontaminación, ya que cada vez son más frecuentes las emergencias con materiales peligrosos; el problema es que un solo paciente podría bloquear toda la Emergencia por contaminación. El segundo espacio que falta es una pequeña sala de intervenciones de emergencia, como complemento a la unidad de shock trauma.

ACCESO A EMERGENCIA - SECUENCIA DE FOTOS



Figura 11. Farmacia de Emergencia

La Farmacia de Emergencia queda fuera de este servicio y al costado del de Diagnóstico por imágenes; en la parte posterior de la Farmacia se encuentra el acceso a la Emergencia desde la calle; las personas que se ven caminando al centro de la foto, van en dirección a la Emergencia.



Figura 12. Diagnóstico por imágenes

En esta segunda fotografía estamos girando hacia la izquierda, en sentido antihorario, ya no se observa la Farmacia de Emergencia sino pasa a primer plano el servicio de Diagnóstico por imágenes, el tomógrafo queda relativamente cerca a la Emergencia, pero en caso de requerirlo un paciente en estado crítico, tendría que atravesar este espacio; en el lado izquierdo se observa la puerta de la Emergencia; al centro y al fondo el estacionamiento de autos para el personal; el cual se encuentra en desnivel de casi medio piso.



Figura 13. Frontis de Emergencia

En esta tercera toma, siempre girando en sentido anti horario, se observa el frontis de la Emergencia pediátrica y luego la de adultos; separadas por un pasillo estrecho. Por ese pasillo, a unos 20 metros en un segundo piso sobre la mano derecha, está ubicado el Laboratorio de Emergencia. Las unidades de shock trauma, tanto de niños como de adultos, deberían tener un acceso directo; el cual no existe.

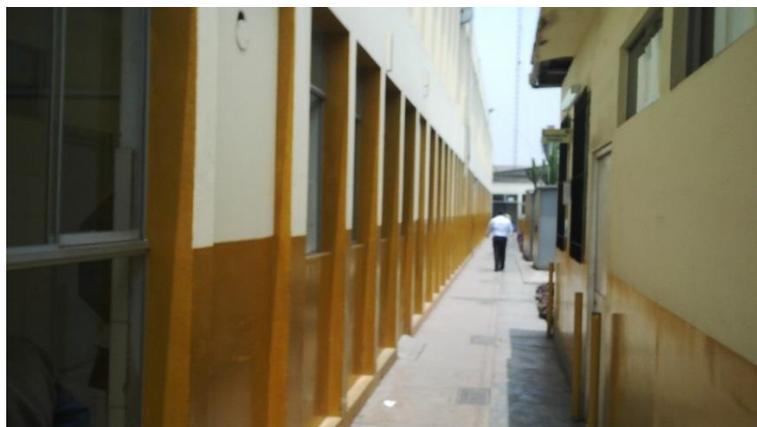


Figura 14. Pasillo de separación entre Emergencia de Adultos y Pediátrica

Esta toma se genera al ingresar por el pasillo de separación entre la Emergencia de adultos y la pediátrica; al final de esta pared sobre la mano derecha se ubica el Laboratorio de Emergencia, al cual se accede por la escalera que se detalla en la siguiente fotografía.



Figura 15. Escalera a Laboratorio y al COE

Esta escalera lleva al segundo piso, donde también se ubica el COE del Hospital Sergio E. Bernales.

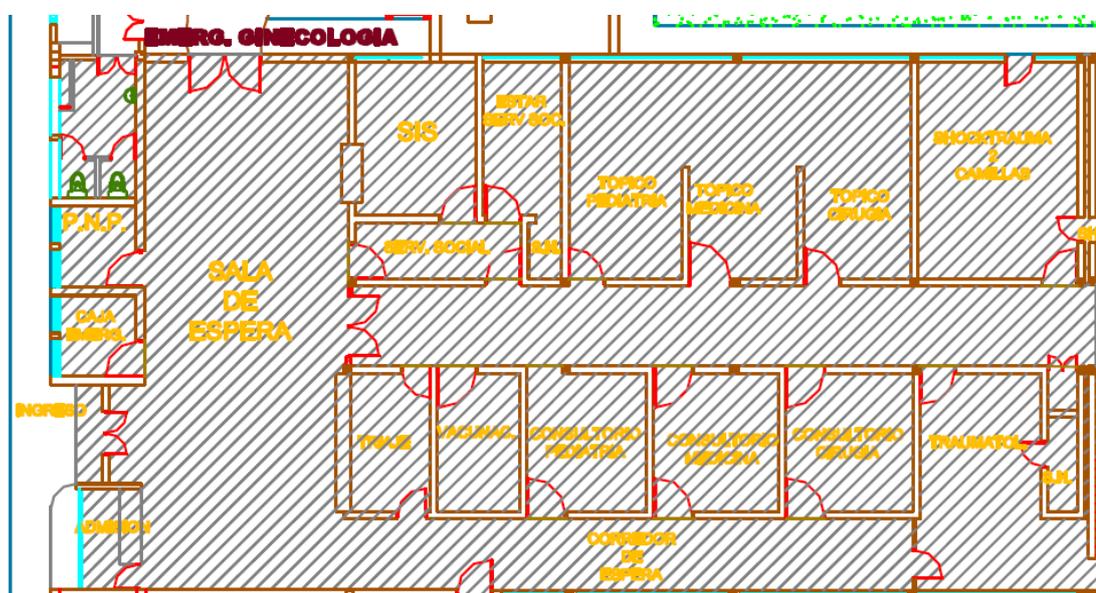


Figura 16. Plano de Emergencia de adultos

Sala de Operaciones: Se encuentra desvinculada de la Emergencia; el acceso natural es desde Shock Trauma, pero aparenta estar pensada para brindar soporte al componente de Gineco-obstetricia, del cual está más cerca y con mejor acceso.

Unidad de Cuidados Intensivos: adyacente a la unidad de Shock Trauma,

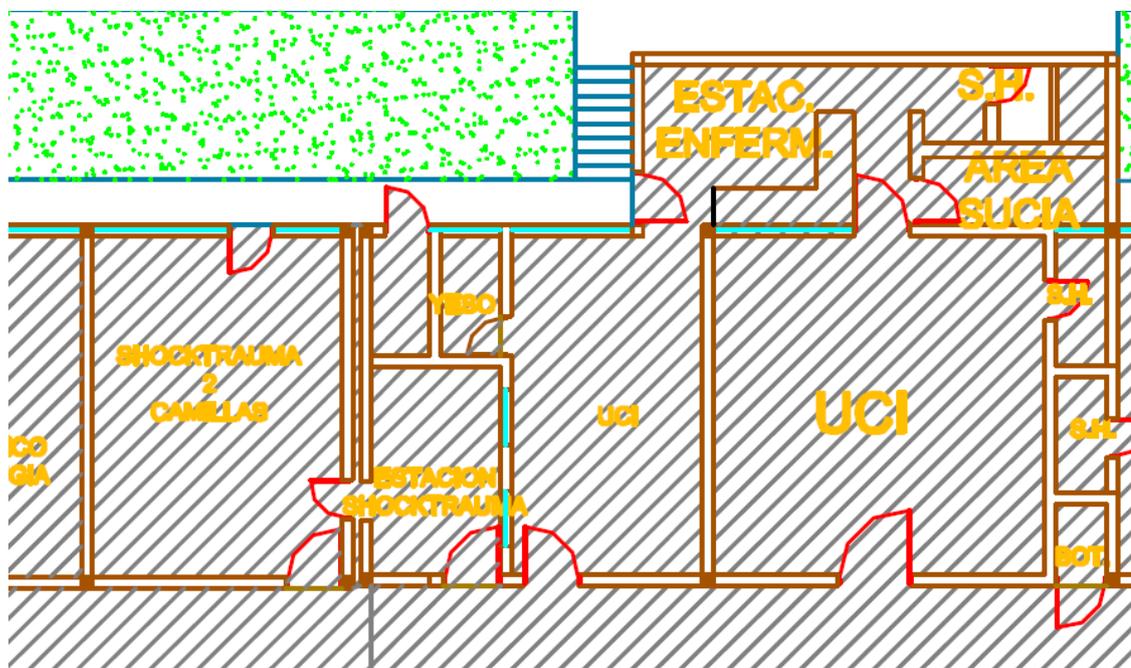


Figura 17. Ubicación de la UCI



Figura 18. Emergencia de Gineco-obstetricia

Frente a la Emergencia de Adultos, hay pasillo que lleva a la UCI de adultos y a la Emergencia de Gineco-obstetricia, cuya puerta no tiene las dimensiones requeridas (este ambiente tuvo otro uso) y el paso de camillas y sillas de ruedas está obstaculizado por un tacho de basura.



Figura 19. Pasillo hacia la UCI

Esta foto se obtiene luego de ingresar por la puerta que tiene el cartel pequeño en el dintel que indica UCI; se pasa esta reja, y sobre la mano derecha se podrá observar la UCI, al costado de la imagen de un santo.



Figura 20. UCI

Este es el acceso directo desde la parte externa de la Emergencia a la UCI, con un jardín, la imagen del santo y un desnivel, por el que se hace difícil el acceso con camillas.



Figura 21. Pasillo hacia Rayos X

Desde el punto donde se encuentra la escalera para acceder al Laboratorio de Emergencia, se sigue por un pasillo en el que se encuentra en medio de él un generador eléctrico y al fondo una puerta que nos conduce a los ambientes de Rayos X, en dirección a la salida de los Consultorios Externos.



Figura 22. Sala de espera de Rayos X

El Banco de Sangre es el ambiente más lejano de la Emergencia, se ubica en la parte posterior del Laboratorio central, que a su vez se ubica atrás de la hospitalización de Cirugía General, a unos 60 metros de la Sala de operaciones.



4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad

4.1.4.1. Instalaciones Sanitarias

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

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

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

Alrededor de las tuberías instaladas bajo nivel de piso se presentan dos tipos de terreno, el primero es el terreno dentro de la zanja y el segundo el suelo original fuera de la zanja, evidentemente con distintos grados de compactación. Esta situación genera una reacción en las tuberías, diferente a la que soporta la infraestructura sobre el nivel del suelo. Es frecuente encontrar fallas en zonas de transición de la calidad 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 F⁰F⁰, concreto y asbesto cemento que las más flexibles como PVC. Los puntos más vulnerables de las tuberías son las uniones especialmente las rígidas

En general la vulnerabilidad está afectada por los siguientes elementos:

- En tuberías enterradas en suelos blandos o material de relleno, en cambios bruscos de material
- Por el desgaste (corrosión) en tuberías metálicas y/o concreto



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 SERGIO E. BERNALES



- Instalaciones con presencia de nivel freático, o en taludes inestables.
- Por las características geotécnicas del suelo

4.1.4.2. Instalaciones Eléctricas

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

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

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

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

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

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

El hospital cuenta con un generador eléctrico de marca MODASA de 150 KVA, cuenta con transferencia automática de 5s además tiene otro generador de 75 KVA para la demanda de servicios complementarios. Por su ubicación están expuestos a riesgos de deslizamientos. No cubre el 100% de la demanda las pruebas de funcionamiento en áreas críticas es, las seguridad de las instalaciones de ductos, cables se encuentran en mal



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 SERGIO E. BERNALES



estado; se recomienda reactivar el sistema de alimentadores y cableado de una orden de servicio de reposición de cables que se encuentra inconclusa. El tablero de control se encuentra con protector de sobrecarga se encuentra protegido, es accesible y esa en buenas condiciones de funcionamiento, la iluminación y lámparas en sitios claves en el hospital es aceptable.

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

4.1.4.3. Instalaciones mecánicas

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

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

La central de gases medicinales debe cubrir los servicios de: Centro Quirúrgico, Unidad de Cuidados Intensivos, Emergencia, Centro Obstétrico, Hemodialisis y Hospitalización.

Considerando el N° de camas: 338, según normas del Instituto Mexicano de Seguridad Social, se recomienda en el acápite 14.5.3, que para la central de gases medicinales se considere un Tanque Criogénico de 8,240 litros de capacidad con un manifold de reserva de emergencia en base a dos bancadas de cilindros con capacidad de consumo de un día, con lo cual se garantizaría el aprovisionamiento de 72 horas mínimo.

4.1.4.4. Instalaciones electromecánicas

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



4.1.4.5. Instalaciones de comunicaciones

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

Cuenta con un sistema alternativo de radio (diferente a Internet o telefonía celular) cuenta con antena, no hay local apropiado de telecomunicaciones. Cuenta con un sistema de telefonía y anexos en estado regular. Los sistemas de baja tensión se encuentran en regulares condiciones.

4.1.4.6. Sistema de combustible

Cuenta con dos tanques de combustible de 4000 galones cada uno lo cual suple la necesidad de 3 días., su ubicación es inapropiada y no es segura, las condiciones de seguridad del sistema no son las más adecuadas.

4.1.4.7. Sistema de gases medicinales

Cuenta con una central de oxígeno pero no tiene capacidad de autonomía para 10 días sin disponibilidad de fuentes alternas, sus anclajes de seguridad no están adecuadamente instalados.

El sistema de distribución de redes de oxígeno se encuentra en buenas condiciones en aproximadamente 60%

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



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 SERGIO E. BERNALES



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

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

4.2.2. Equipos e Instrumentación

Para la medición del periodo de oscilación se empleó un equipo denominado GEODAS 15-HS (ver figura A1-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía Buttan Service., Ltd. A continuación se detalla las características del equipo y programas usados:

- 01 Sistema de Adquisición de Datos GEODAS 15-HS
- 01 Computadora portátil NEC, modelo Versa Pro VS-8
- Sensores de 1Hz de frecuencia tipo CR4.5-1S
- 01 GPS GARMIN modelo GPS16x-LVS



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 SERGIO E. BERNALES



- 01 cable de conexión para batería
- Software de adquisición de datos: Microtremor Observation (Mtobs, incluido en el GEODAS 15HS)
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtplt2.exe, calHVm4.exe

4.2.3. Resultados de las Mediciones

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

Para la medición se instala uno o varios sensores triaxiales en la parte superior del edificio, si esto no es posible por diversas circunstancias se ejecuta la medición en el nivel inferior inmediato del superior. Los sensores tienen la capacidad de registrar el movimiento en tres direcciones ortogonales (dos horizontales y una vertical). Una vez colocados los sensores, deben estar correctamente nivelados para asegurar la horizontalidad de las componentes horizontales de estos. Luego, se configura la frecuencia de muestreo del equipo de medición y el intervalo de tiempo que se grabará. En nuestro caso se utilizaron sensores que miden la velocidad del movimiento de la edificación, con un intervalo de muestreo de 200 muestras/s (doscientas muestras por segundo) y se obtuvieron registros con una duración de 15 minutos.

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

El proceso de aplicar la transformada rápida de Fourier debe ser entendido como la separación o desagregación del registro original en diversas ondas, cada una de ellas con cierta frecuencia o periodo y amplitud. Los resultados son mostrados en el denominado Espectro de Amplitudes de Fourier (EAF) que muestra para cada frecuencia o periodo (eje horizontal) la amplitud de Fourier de la velocidad del movimiento de la edificación (eje



vertical). Por lo tanto es posible determinar el periodo predominante en el registro identificando la máxima amplitud de Fourier presente en el espectro, dentro del intervalo de los valores propios posibles para la edificación.

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

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

En el presente estudio se realizaron mediciones en 13 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura All-1 muestra la ubicación y orientación de los sensores en las edificaciones donde se realizaron las mediciones, para ello se siguieron las direcciones longitudinal y transversal de las edificaciones definiendo en forma paralelas a éstas las direcciones X e Y. Las figuras All-2 al All-21 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.

Las figuras a muestran los espectros de Fourier correspondientes a las 13 mediciones ejecutadas en las direcciones X e Y. Interpretando los espectros obtenidos se obtienen los correspondientes valores de periodos de oscilación en las direcciones X e Y, para ello se ha identificado el pico máximo de amplitud de Fourier que se ubica dentro del intervalo de periodos propios posibles de la edificación. La Tabla 4.2.1 muestra los periodos fundamentales estimados para cada dirección X e Y para las edificaciones. Puede observarse que para algunas mediciones se ha obtenido un intervalo de valores donde se encuentra el valor del periodo de oscilación de la edificación, esto se debe a que no es posible identificar un solo pico de amplitud máxima en el Espectro de Amplitudes de Fourier, posiblemente esta forma del espectro se debe a que en el instante de la medición existieron diversas fuentes de excitación.

Tabla 11. Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (seg)		Descripción
	Dirección X	Dirección Y	
01	0.06	0.07	Radiología
02 – 1	0.07	0.08	Emergencia
02 – 2	0.07	0.08	Emergencia
03 – 1	0.07	0.08	Emergencia
03 – 2	0.07	0.08	Emergencia
03 – 3	0.07	0.07	Emergencia
04	0.07 - 0.11	0.07	Ginecología
05	0.08	0.07	Ginecología
06	0.05 - 0.10	0.05 - 0.10	Ginecología
07	0.07	0.06	Pediatría
08	0.07 - 0.11	0.07 - 0.10	Esterilización
09	0.05 - 0.09	0.08	Cirugía
10	0.06	0.07	Medicina
11	0.11	0.11	Laboratorio – Lavandería
12	0.04 - 0.10	0.06	Casa de Fuerza
13 – 1	0.08 - 0.10	0.08 - 0.11	Neumología – Traumatología
13 – 2	0.09	0.09 - 0.12	Neumología – Traumatología
13 – 3	0.07 - 0.09	0.09	Neumología – Traumatología
13 – 4	0.10 - 0.11	0.08 - 0.12	Neumología – Traumatología
13 – 5	0.08	0.09	Neumología – Traumatología

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

4.2.4. Conclusiones

- Se han obtenido valores de periodo de oscilación en las diferentes edificaciones del hospital de estudio que corresponden al periodo fundamental.
- Los valores que periodo obtenidos para las diferentes edificaciones varían de 0.04 s a 0.12 s, valores que corresponden a edificaciones

Anexo I: Panel Fotográfico



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



Figura AI-2. Punto 01



Figura AI-3. Punto 02



Figura AI-4. Punto 03



Figura AI-5. Punto 04



Figura AI-6. Punto 05



Figura AI-7. Punto 06



Figura AI-8. Punto 07



Figura AI-19. Punto 08



Figura AI-10. Punto 09



Figura AI-11. Punto 10



Figura AI-12. Punto 11



Figura AI-13. Punto 12



Figura AI-15. Punto 13

Anexo II: Registro de Mediciones

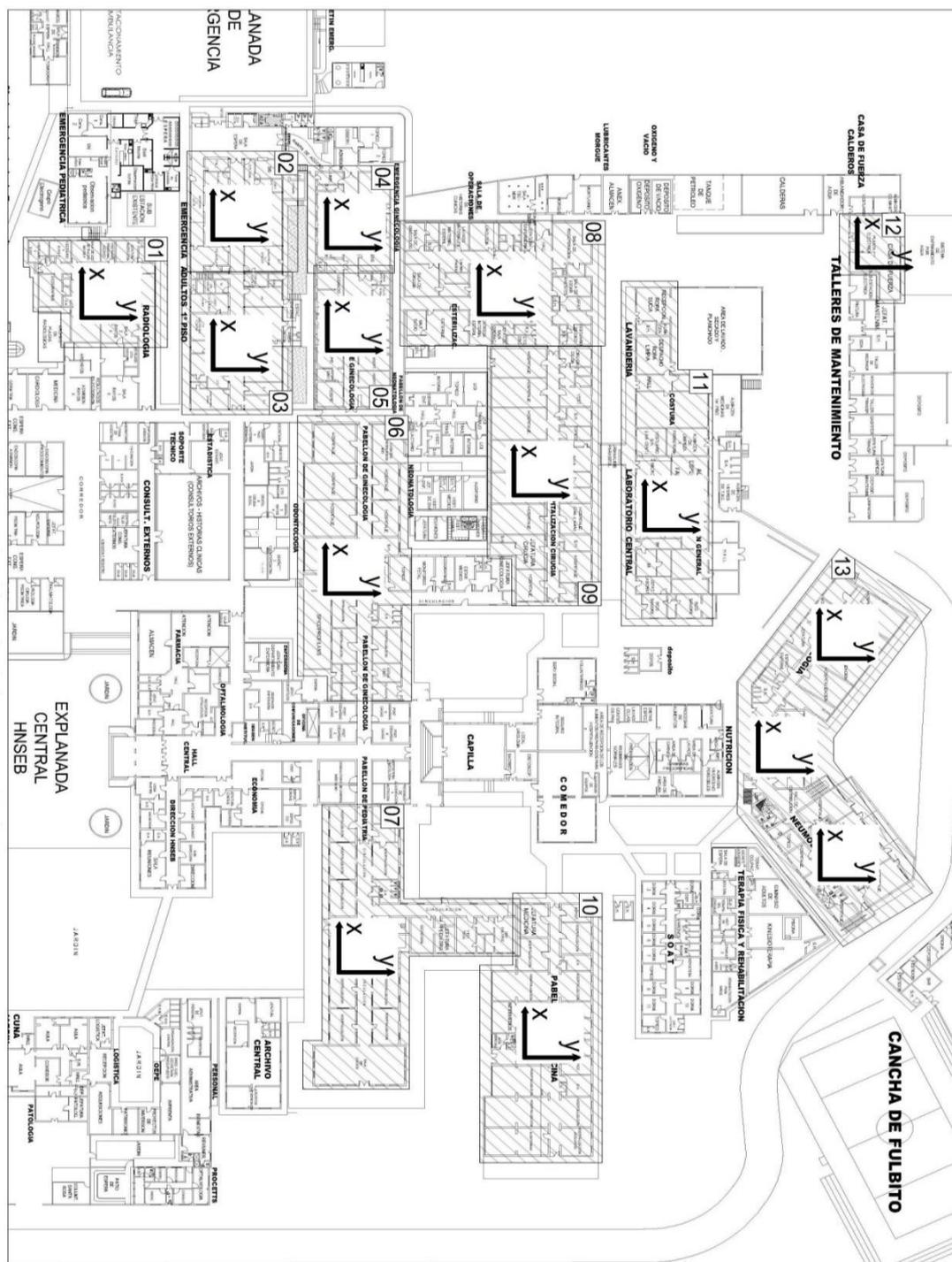


Figura AII-1. Ubicación de puntos y dirección de medición de microtremores en edificaciones

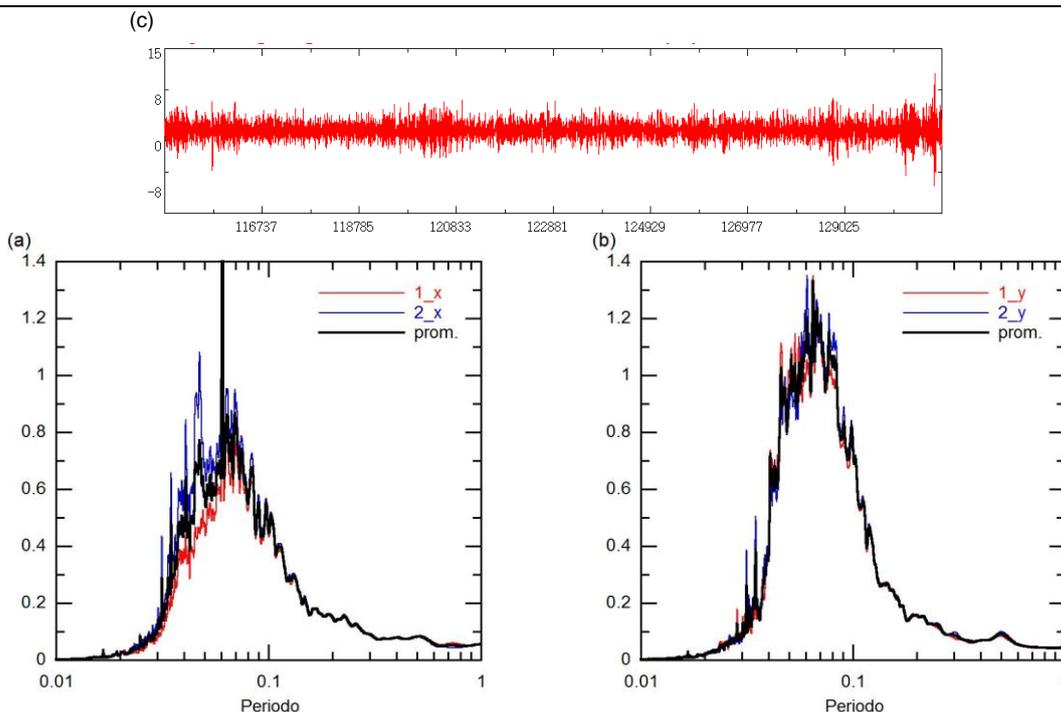


Figura AII-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

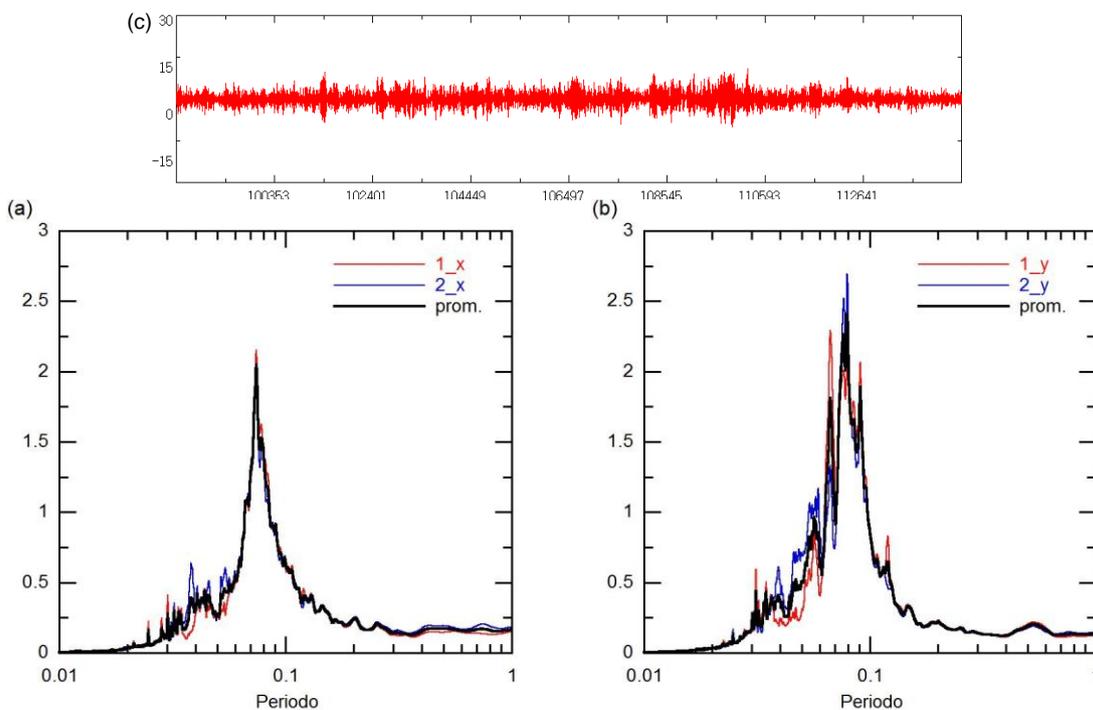


Figura AII-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02 - 1.

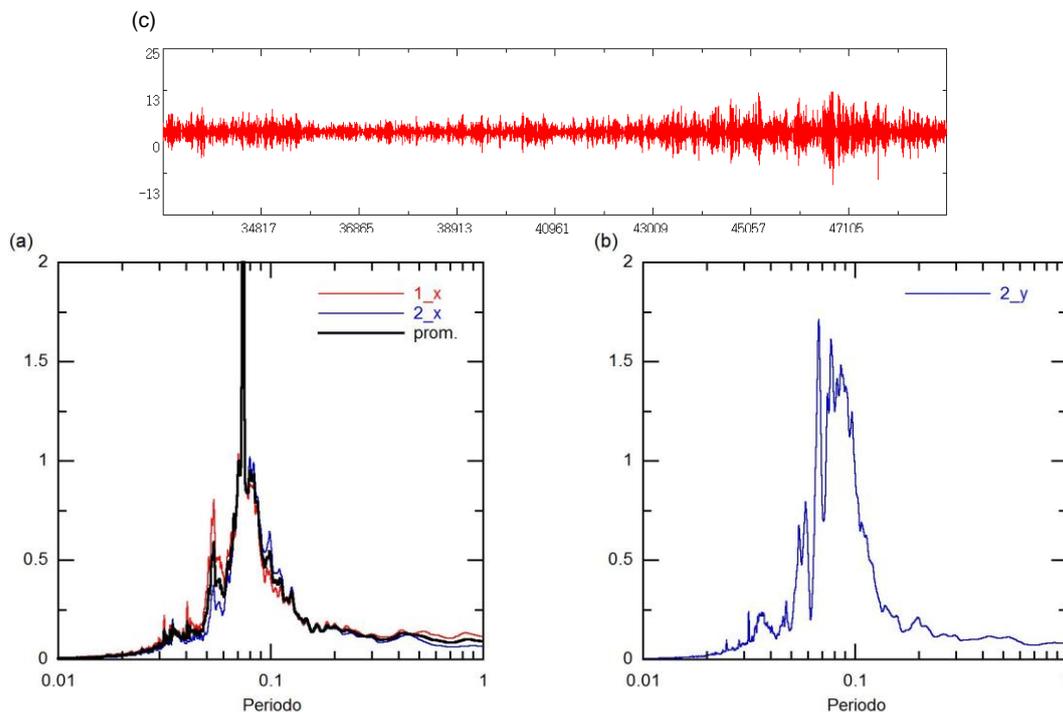


Figura AII-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02 - 2.

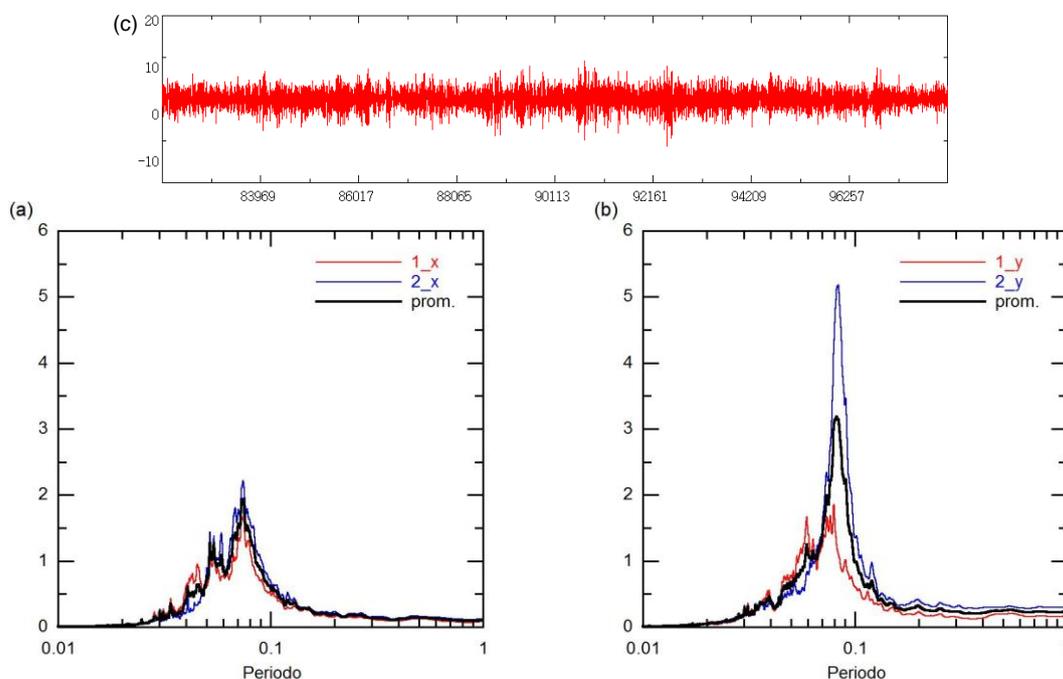


Figura AII-5. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03 - 1.

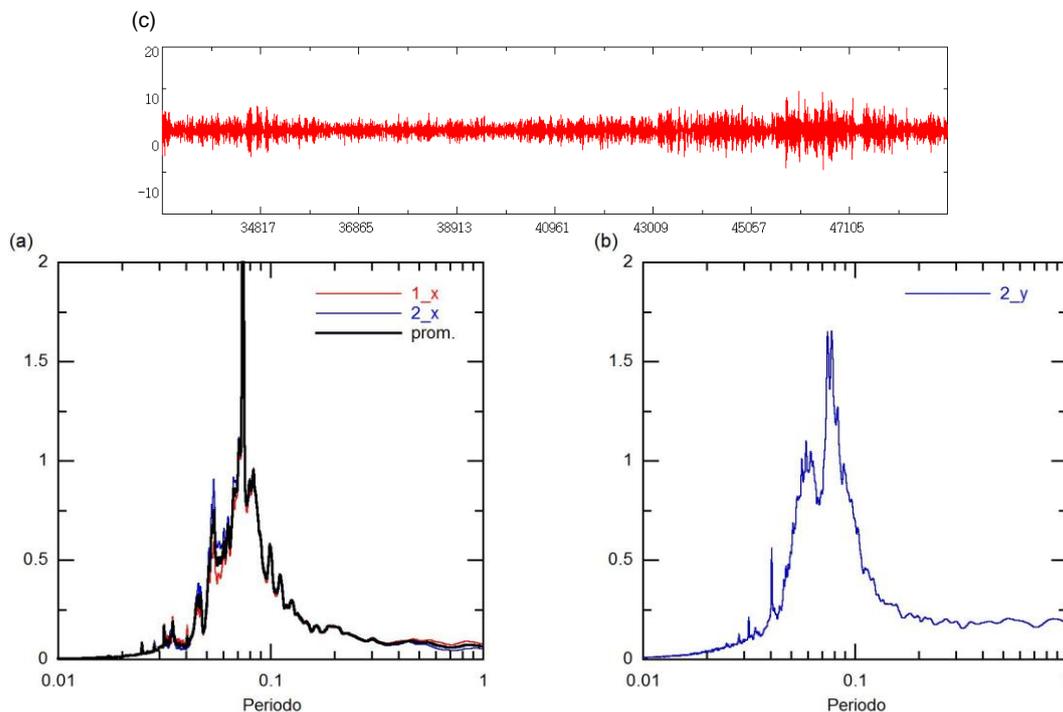


Figura AII-6. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03 - 2.

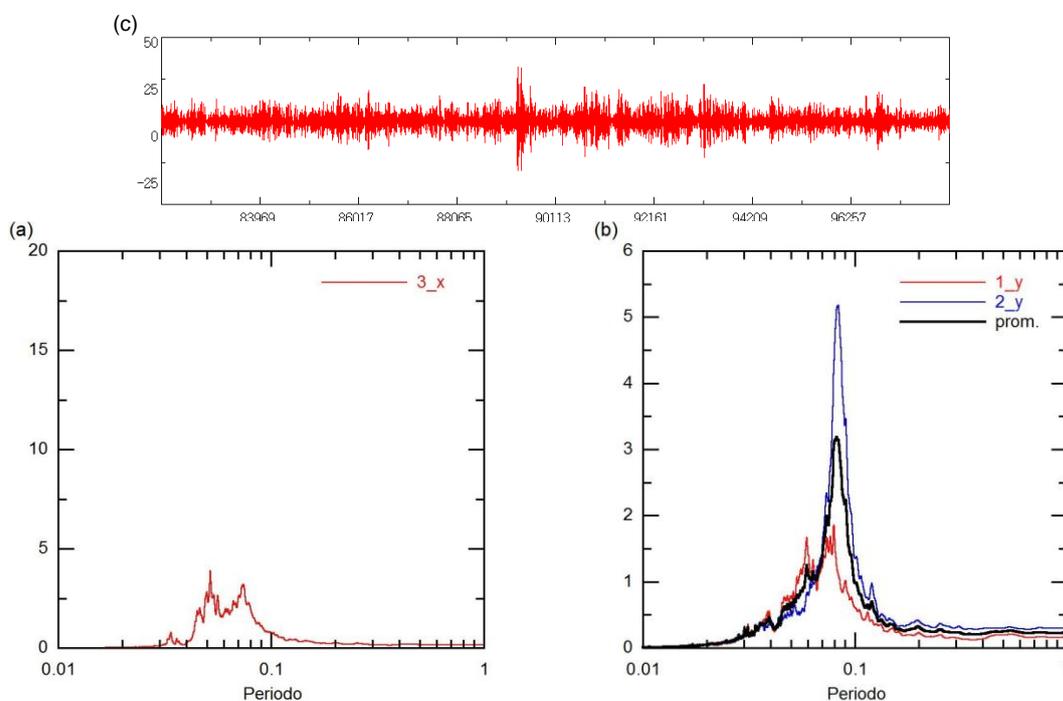


Figura AII-7. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03 - 3.

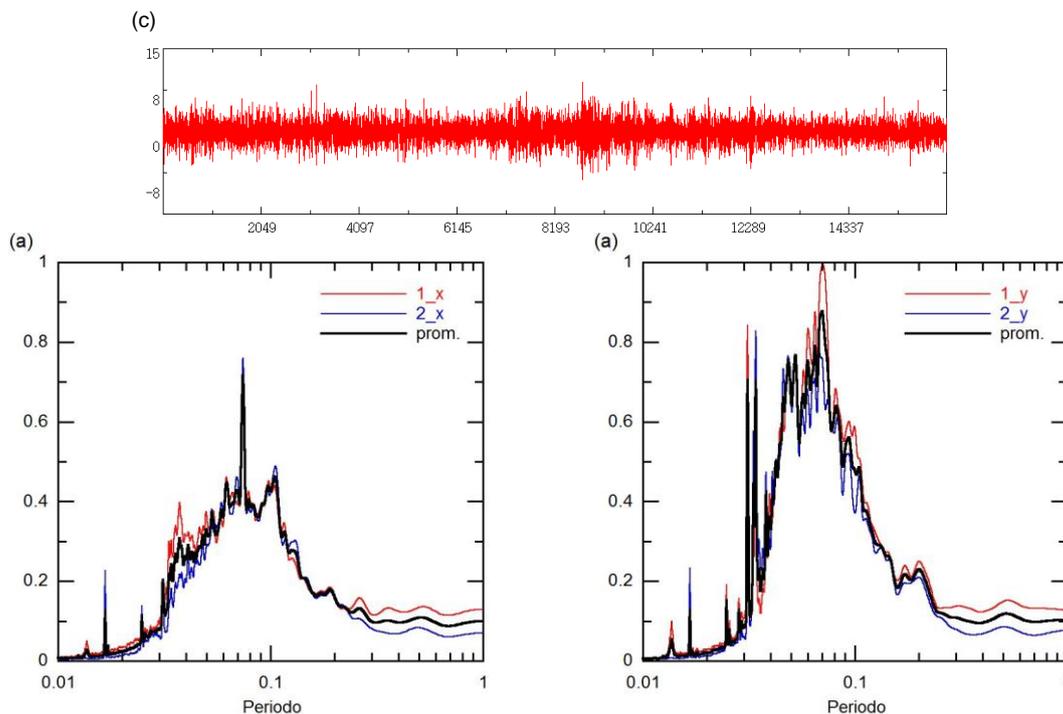


Figura All-8. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.

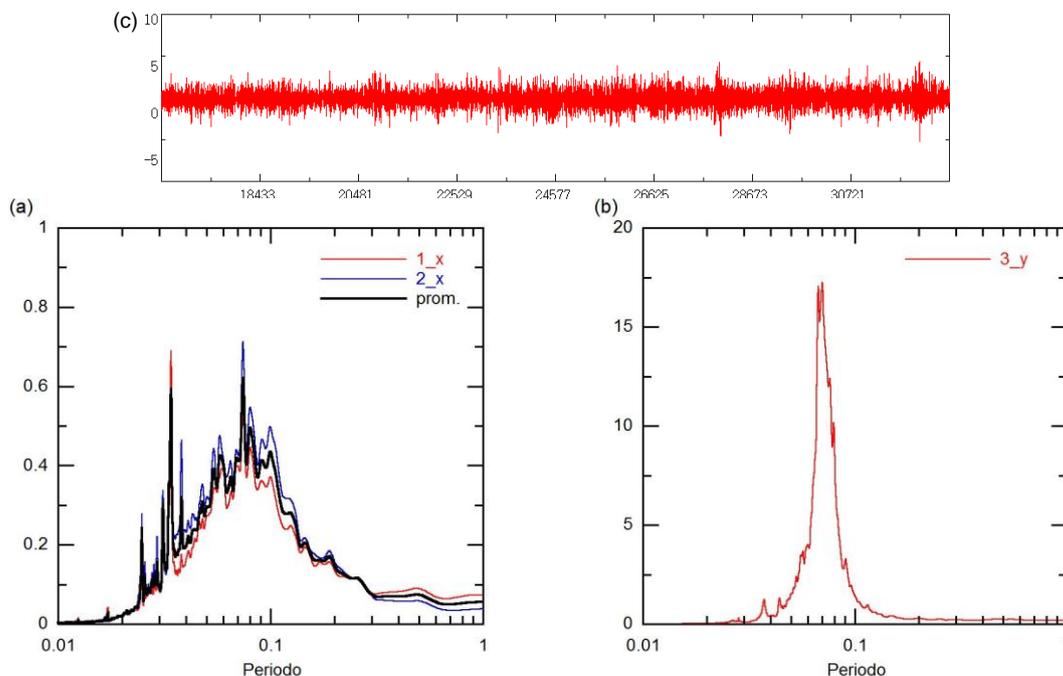


Figura All-9. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 05.

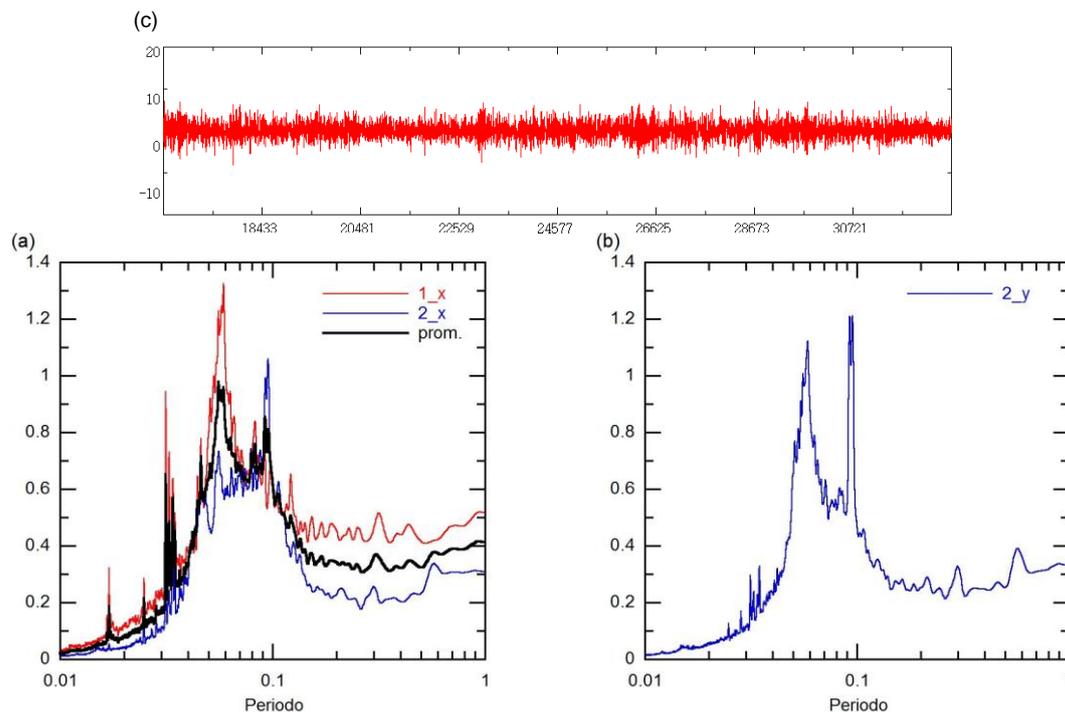


Figura AII-10. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.

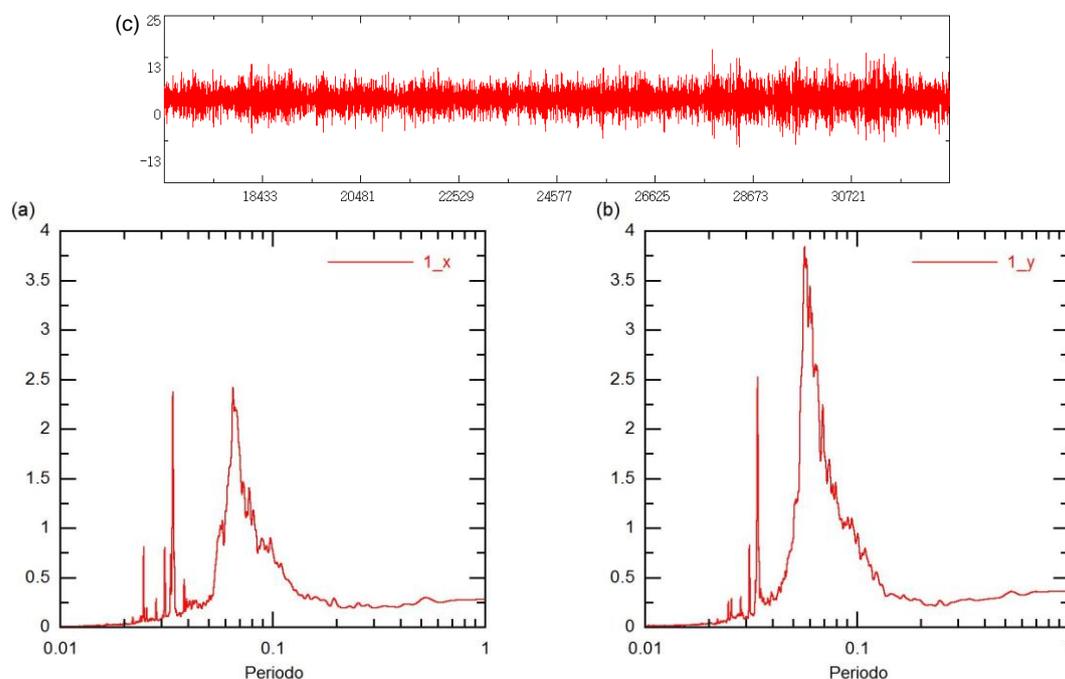


Figura AII-11. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (s) en el punto de medición 07.

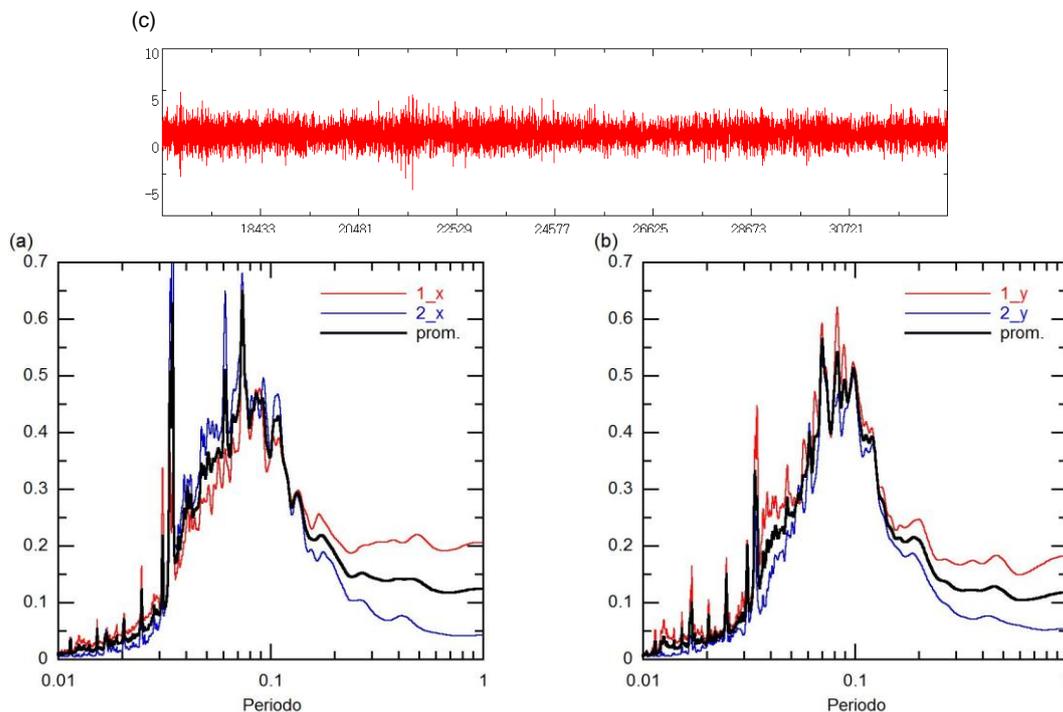


Figura AII-12. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 08.

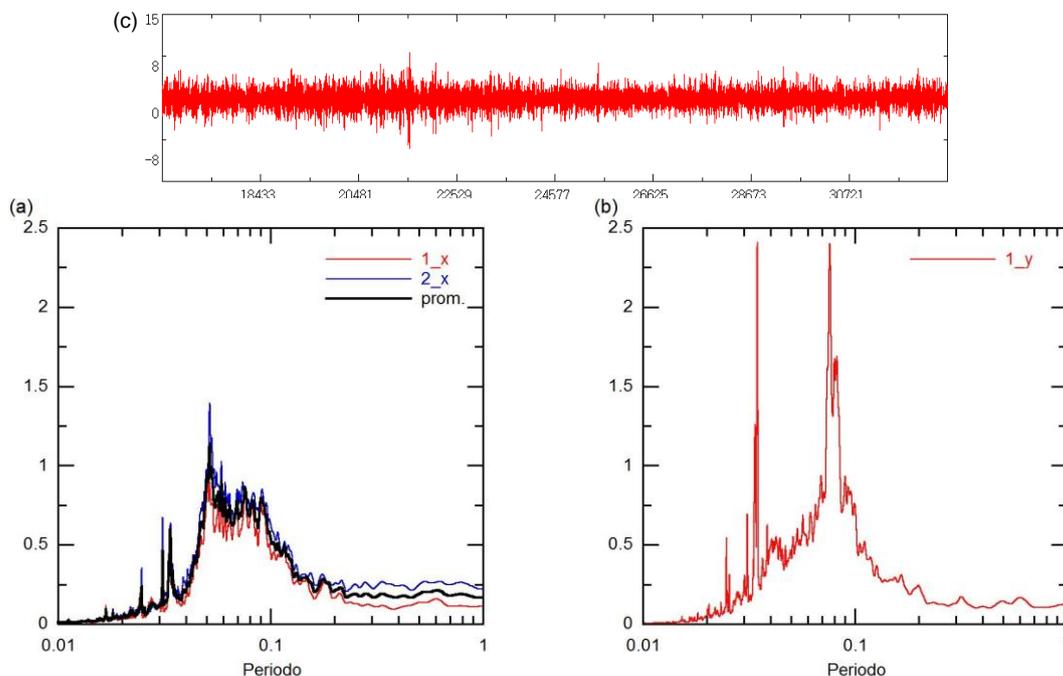


Figura AII-13. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 09.

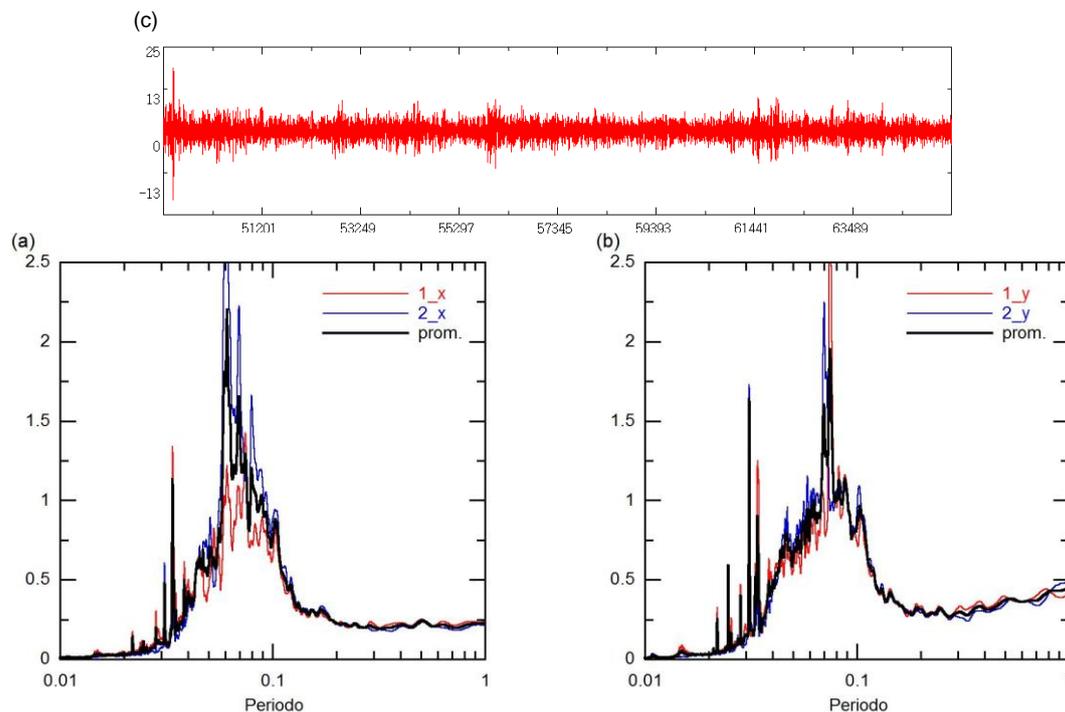


Figura AII-14. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 10.

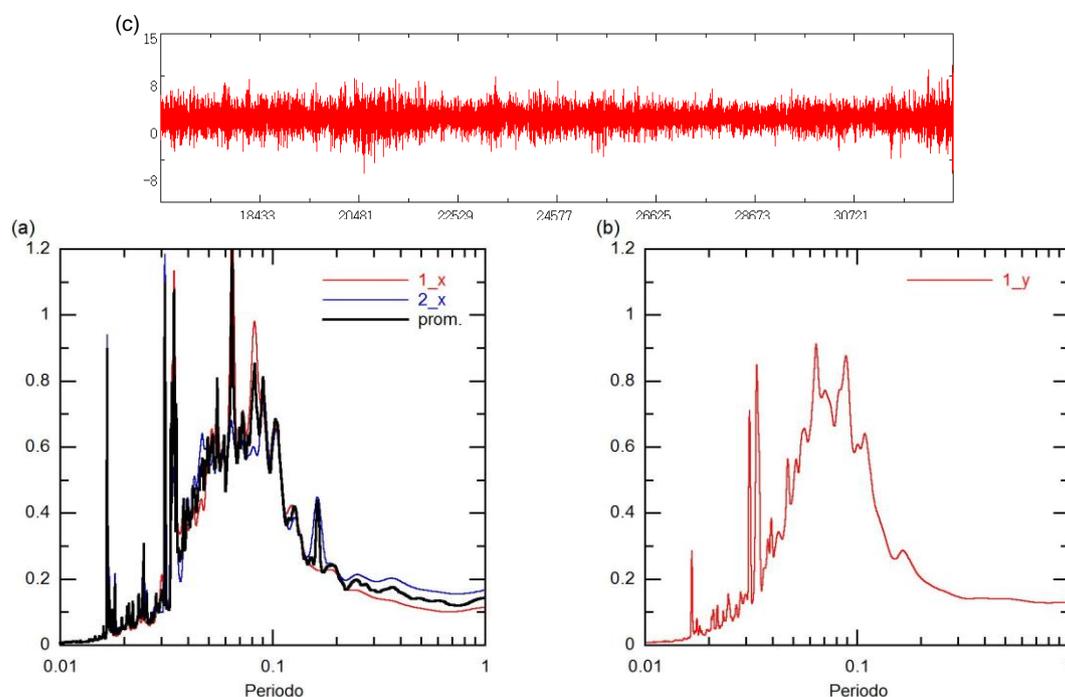


Figura AII-15. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 11.

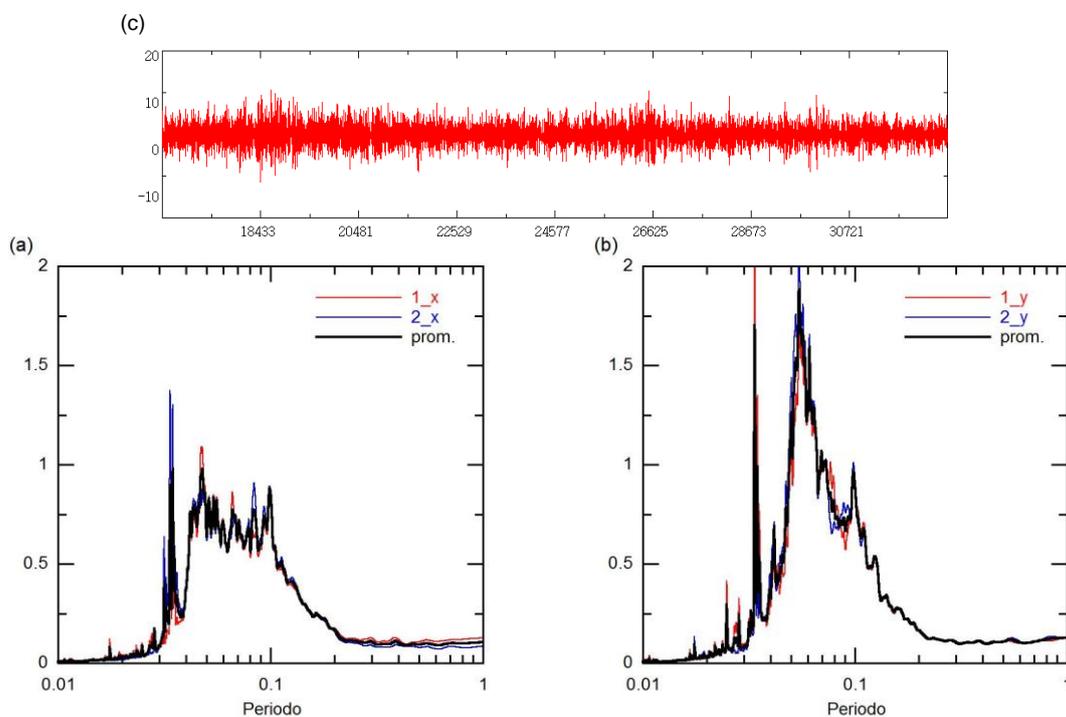


Figura AII-16. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 12.

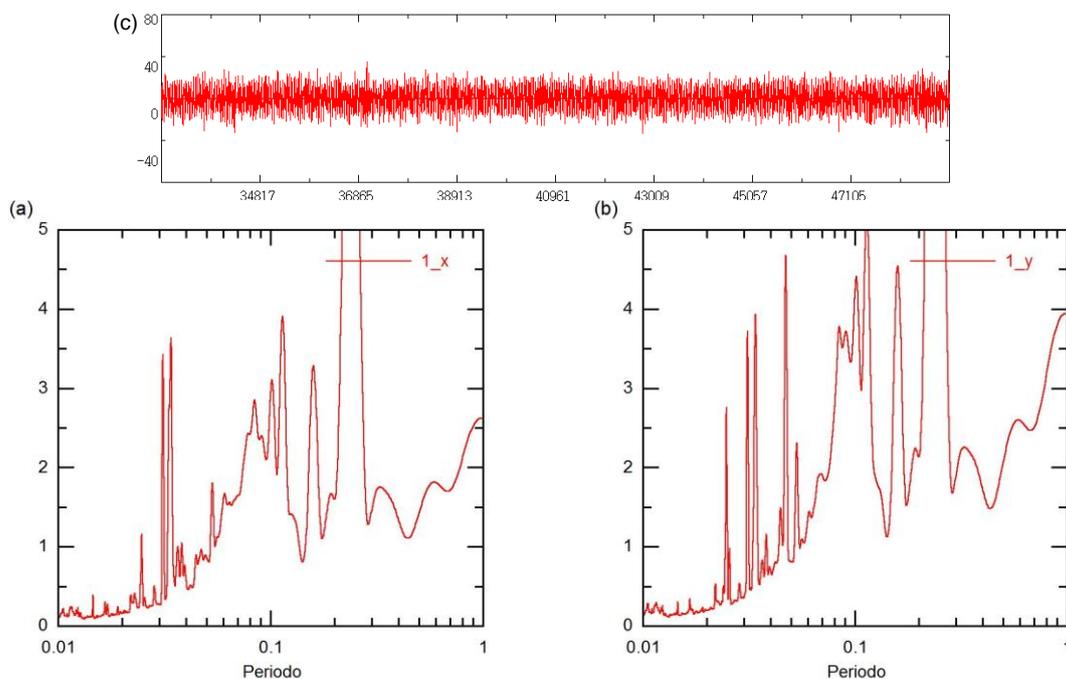


Figura AII-17. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 13 - 1.

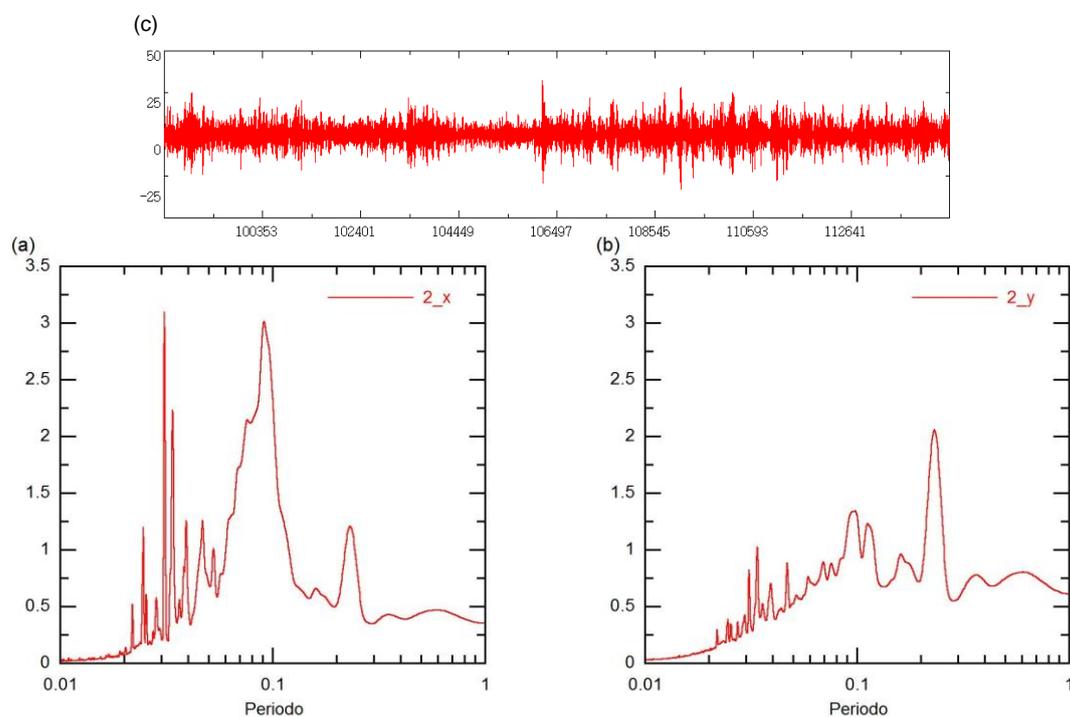


Figura AII-18. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 13 - 2.

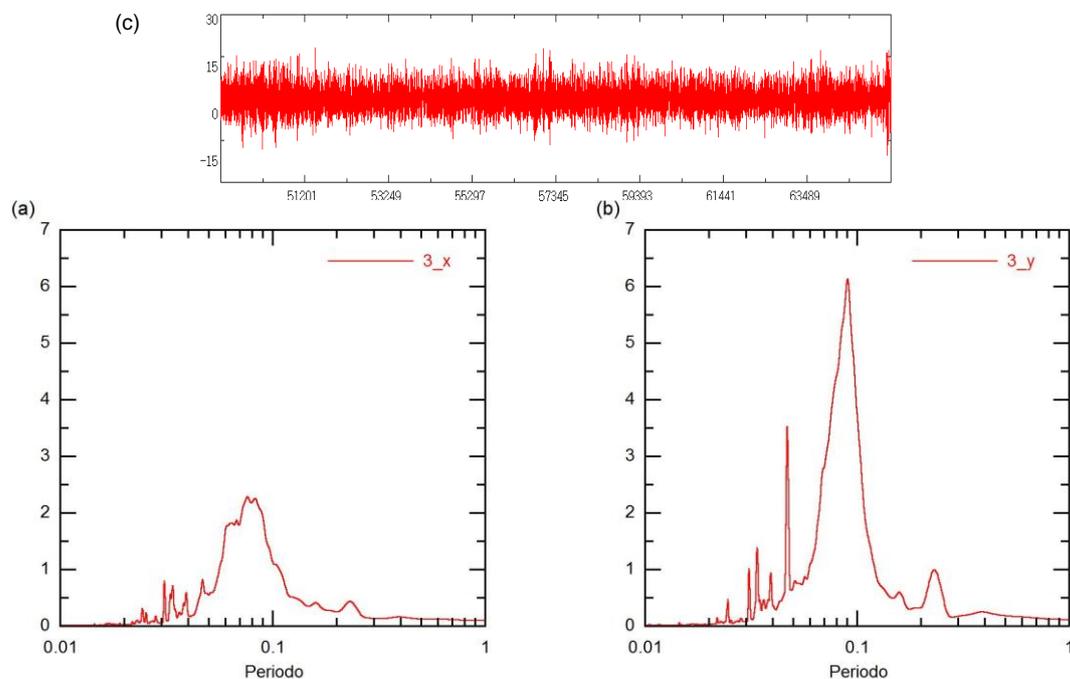


Figura AII-19. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 13 - 3.

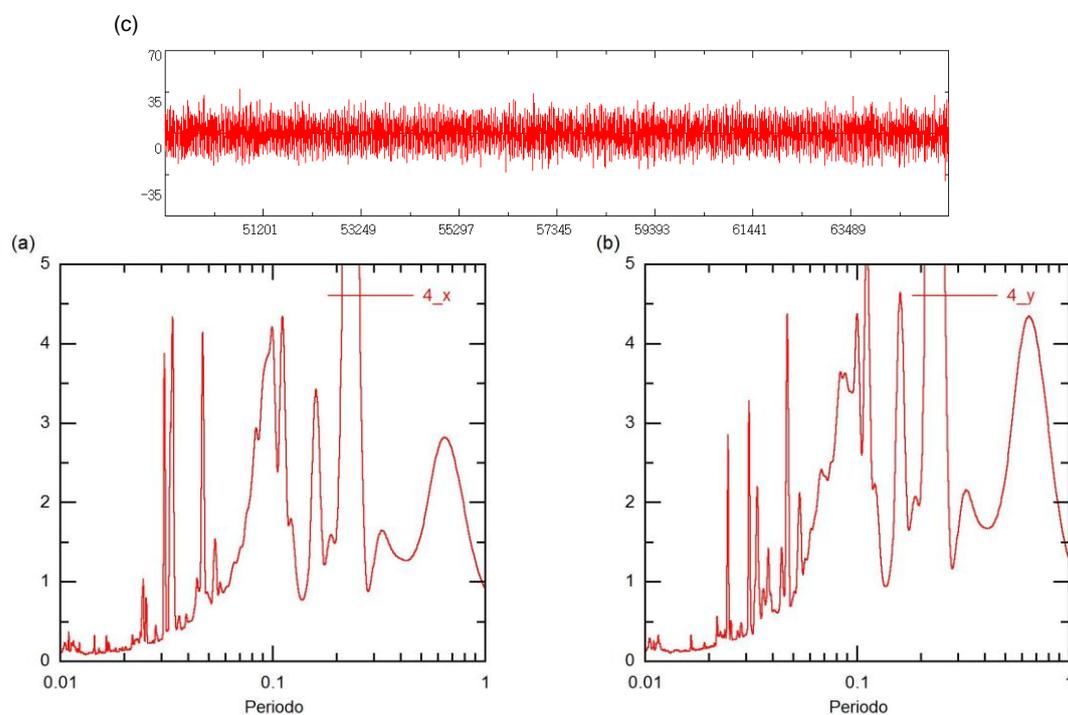


Figura AII-20. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 13 - 4.

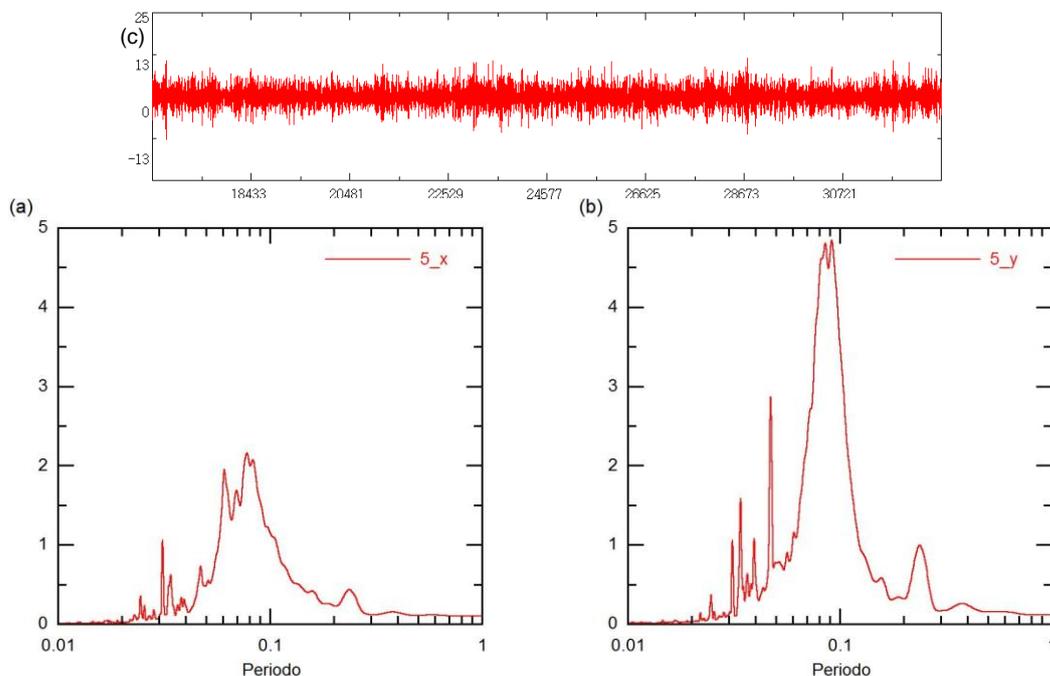


Figura AII-21. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 13 - 5.



4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

4.3.1. Generalidades

El Hospital Nacional Sergio E. Bernales son de 1y 2 pisos; está conformado por edificaciones de 1 y 2 pisos y sus estructuras están cimentadas mediante cimientos corridos con columnas y vigas de cimentación.

El Hospital Nacional Sergio E. Bernales se ubica en el distrito de Comas, Provincia y Departamento de Lima. El acceso a la zona en estudio es a través de la Av. Túpac Amaru, hasta llegar al Km 14.5.

4.3.2. Objetivo del Estudio

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

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente.

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

4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad

En el reconocimiento geológico del área de estudio se ha comprobado que los materiales que componen el sub suelo pertenecen al depósitos aluviales recientes (Qr-al), están constituidos predominantemente de material grueso, compuestos de gravas, cantos, boleos, bloques sub



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 SERGIO E. BERNALES



redondeadas con matriz arenosa y materiales finos. Estos materiales forman parte de depósitos fluvio aluviales.

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

Sismicidad

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

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

4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 01 y 03 de Octubre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 06 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 Sergio E. Bernales, se realizó la exploración de 06 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 12** se presenta el resumen de

las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo I. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presentan en la Lámina 1

Tabla 12. Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

Calicata	Prof. Investigada (m.)	Nivel Freático	Nº Muestras
C-1	3.00	N.A	1
C-2	2.00	N A	1
C-3	3.00	N A	1
C-4	3.00	N A	1
C-5	3.00	N A	2
C-6	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 Sergio E. Bernales, se realizó la auscultación de la cimentación en 06 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1). La auscultación de los cimientos se hizo en forma manual, tal como se observa en el Panel Fotográfico. En la **Tabla 13** se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla 13. Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertas	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.60	0.80	0.80
C-2	Corrida	0.60	0.80	0.50
C-3	Corrida	0.60	0.80	0.80
C-4	Corrida	0.60	0.80	0.80
C-5	Corrida	0.60	0.80	0.70
C-6	Corrida	0.60	0.80	0.85

Ensayos de Laboratorio

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 07 análisis granulométricos por tamizado, 07 límites de consistencia, 01 corte directo y 01 análisis químico según las normas ASTM correspondientes.

Los ensayos estándar para la clasificación de suelos y propiedades mecánicas, se realizaron en el Laboratorio Geotécnico de CISMID. Dichos resultados se presentan en la **Tabla 14**, donde se muestra un resumen de la cantidad de ensayos realizados.

Tabla 14. Resumen de la Cantidad de Ensayos Realizados.

sondaje	Muestra	Prof.(m.)	A.G	L.L.	L.P.	W	C.D.	A.Q.
C-1	M-1	0.40-3.00	1	1	1	1	-	-
C-2	M-1	030-2.00	1	1	1	1	-	-
C-3	M-1	0.70-3.00	1	1	1	1	-	-
C-4	M-1	0.10-3.00	1	1	1	1	-	-
C-5	M-1	0.50-1.40	1	1	1	1	-	-
	M-2	1.40-3.00	1	1	1	1	-	1
C-6	M-1	0.50-2.00	1	1	1	1	1	-
TOTAL			7	7	7	7	1	1

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

4.3.5. Perfil Estratigráfico

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

CALICATA C-1.

Losa de concreto de 010 m.

La capa superficial está conformada por relleno de grava limosa (GM), color beige, húmedo, de compacidad suelta, presenta restos de ladrillos. El espesor promedio de esta capa es de 0.40 metros.

Subyaciendo a este estrato se encuentran gravas angulosas a subangulosas con matriz de arena media a gruesa con limo (GP-GM), color beige grisáceo, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques con tamaño máximo de 40" a 45", angulosos a subangulosos. Este material tiene una humedad $W\%=2.3$, límite líquido NP, índice de plasticidad NP, densidad seca = 1.97 Kg/cm³. Este estrato tiene un espesor mayor a los 3.00 m. investigados.



CALICATA C-2

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por limo arenoso (ML), color marrón, húmedo, de compacidad suelta, con presencia de raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.30 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentran gravas angulosas a subangulosas, con matriz de arena media a gruesa con limo (GM), color beige grisáceo, húmeda, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques de tamaño máximo de 40" a 45", angulosos a subangulosos que impiden profundizar la excavación. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-3.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por arena media a gruesa con limo (SM), color beige, seca, de compacidad suelta, con restos de ladrillo y presencia de gravas aisladas. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra una arena pobremente gradada con grava subangulosas (SP), color grisáceo, algo húmeda, de compacidad densa y con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos. El espesor de este estrato es mayor a los 3.00 m investigados.

CALICATA C-4.

La capa superficial está conformada por losa de concreto de 0.10 metros.

El estrato superficial está conformado por una arena mal gradada con gravas subangulosas (SP), color beige grisáceo, húmeda, de compacidad semi densa, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos. El espesor de este estrato es mayor a los 3.00 m explorados.

CALICATA C-5.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por relleno de arena limosa (SM), con restos de plástico y ladrillo, color beige, seco, de compacidad suelta, con

presencia de raicillas aisladas. El espesor promedio de esta capa es de 0.50 metros.

Subyaciendo a esta la capa se encuentra una arena fina ligeramente limosa (SM), color beige, húmeda, de compacidad semi densa, con presencia de gravillas subangulosas aisladas. La profundidad a la que llega este estrato es de 1.40 metros.

Por debajo de esta arena limosa, encontramos una arena media a gruesa con limo y gravas angulosas (SM), color beige grisáceo, húmeda, de compacidad semi densa. El espesor de este estrato es mayor a los 3.00 m explorados.

CALICATA C-6

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por relleno de arena limosa (SM), con restos de ladrillo y gravas subangulosas, color marrón, húmedo y de compacidad suelta. El espesor promedio de esta capa es de 0.50 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentran gravas subangulosas mal gradada con arena gruesa y limo (GP-GM), color beige grisáceo, de compacidad suelta a compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques aislados subangulosos. Este material tiene una humedad $W\% = 1.0$, límite líquido NP, índice de plasticidad NP, densidad seca $= 1.97 \text{ Kg/cm}^3$. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m explorados.

4.3.6. Análisis de la Cimentación

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

- **Profundidad de Cimentación:**

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

En la zona de la calicata C-1. $D_f = 0.80$ m, se encuentra sobre arena limosa con grava (GP-GM).



En la zona de la calicata C-2. $D_f=0.50$ m., se encuentra sobre gravas angulosas a subangulosas con matriz arena media a gruesa con limo (GP-GM).

En la zona de la calicata C-3. $D_f=0.80$ m, se encuentra sobre arena pobremente gradada con grava subangulosas (SP).

En la zona de la calicata C-4. $D_f=0.80$ m, se encuentra sobre arena pobremente gradada con gravas subangulosas (SP).

En la zona de la calicata C-5. $D_f=0.70$ m, se encuentra sobre arena fina ligeramente limosa (SM).

En la zona de la calicata C-6. $D_f=0.85$ m, se encuentra sobre gravas pobremente gradada subangulosas con arena gruesa con limo (GP).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 0.50m y 0.85m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio $D_f = 0.70$ m.

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

- **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 Visic (1973).

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

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

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

Donde:

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

Factores de capacidad de carga

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

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

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

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

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

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

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

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 15. Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

Estructura	Suelo de fundación	D_f (m)	γ (g/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	q_u kg/cm ²	q_{ad} kg/cm ²
Cimiento Corrido.	Grava con arena limosa	0.70	2.16	0	37	116	3.8

* Nota: Se calcula por falla general.

- **Cálculo de Asentamiento**

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

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

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

Donde:

Si	=	Asentamiento en cm.
Relación de Poisson	=	0,3.
If	=	Factor de forma (cm/m).
Es	=	Módulo de elasticidad (ton/m ²).
q	=	Presión de trabajo (ton/m ²).
B	=	Ancho de la cimentación.

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

Tabla 16. Cálculo de Asentamientos de la Cimentación

Ubicación	Suelo de fundación	D _f (m)	E _s Kg/cm ²	Q _{ad} (1) kg/cm ²	Si Cm
Cimiento corrido	Grava con arena limosa	0.70	250	3.80	0.80

Donde:

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

• Parámetros de Sismo

Según la información de la exploración geotécnica generada en el presente estudio se concluye que el suelo de cimentación está conformado por un estrato de suelo gravoso con arenas limosas, compacto. En consecuencia, las características dinámicas de este material corresponden a un suelo rígido, por lo tanto, para el análisis de respuesta sísmica de la estructura, de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, se recomienda considerar al suelo de

cimentación como un Suelo Tipo S1, es decir un suelo compacto, con un período predominante de $T_S = 0.4$ s y un factor de suelo $S = 1.0$.

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

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

Tabla 17. Parámetros de Diseño Sismorresistente

PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO	
Zona 3 Z	0.40
Factor de uso U	1.50
Tipo de Suelo S	1.00
Coef. Sísmico C	2.50
Período Predominante Tp	0.40 s

4.3.7. Agresividad del Suelo a la Cimentación

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

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, se muestran en la **Tabla 18**. 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-5, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 19**. En esta muestra los valores están por debajo de los límites máximos estipulados como agresivos para estructuras de concreto armado.

Tabla 18. Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación

Elementos Químicos nosivos.	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 19. Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t	so	cl	ph	
C-5 M-1	1.40m a 3.00 m.	543	436	64	-	Muy leve

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 436 ppm, menor que 1000 ppm, el cual presentará leve a moderado ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 64 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 543 ppm menor que 15000 ppm no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por los problemas de lixiviación.



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 SERGIO E. BERNALES



4.3.8. Conclusiones

- Se han ejecutado 06 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-6, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 2.00 m hasta los 3.00 m. La auscultación de la cimentación se realizó en las 06 zonas indicadas. Hasta la profundidad explorada no se ubicó el nivel freático.
- El perfil estratigráfico está conformado por gravas subangulosas con arenas limosas (GM) y arena gruesa con gravas (SM), de color beige a grisáceo, ligeramente húmeda, de compacidad densa, con presencia de cantos, boleos y bloques subangulosos a sub redondeados de T.M. 40", de más de 3.00 m de espesor. En forma localizada el terreno presenta arena media a gruesa con gravas.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 0.50 m, a 0.85 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 3.80 Kg/cm^2 para los cimientos corridos de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sísmoresistente de las estructuras, el Hospital Nacional Sergio E. Bernales 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 suelos 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 II: Ensayos de Laboratorio

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO		ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES			
SOLICITANTE		CISMID - UNI			
UBICACIÓN		AV. TÚPAC AMARU N° 8000 - COMAS - LIMA			

CALICATA	C - 1	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	3.00	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 boleas / cantos, etc.				
0.07			Loza de concreto				
0.33		S/M	Relleno de Arena limosa, color beige, presenta restos de ladrillos, húmedo, suelto.				
2.60		M - 1	Grava angulosa a subángulosa con matriz de arena media a gruesa, color beige a grízaceo, húmedo, de compacidad firme, presenta intercalaciones de bloques de 40" - 45" diam. Aprox. 1.60 mt.		GP-GM		

Croquis	Foto :
----------------	---------------

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES		
SOLICITANTE	CISMID - UNI		
UBICACIÓN	AV. TÚPAC AMARU N° 8000 - COMAS - LIMA		

CALICATA	C - 2	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	SMBIOLOGIA	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.				
0.08	0.08		Loza de concreto				
0.30	0.22	S/M	Limo arenoso con intercalaciones de gravas, color marrón, humedo, consistencia firme, presenta raicillas.				
1.00	1.70	M - 1	Grava mal gradada angulosa a subángulosa con matriz de arena media a gruesa, color beige a grizaceo, humedo, de compacidad firme, presenta intercalaciones de bloques hasta 1m ³ 35 - 40" diam. Impiden profundizar.		GP		
2.00							
3.00							

Croquis



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. TÚPAC AMARU N° 8000 - COMAS - LIMA

CALICATA	C - 3	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	3.00	COORDENADAS		Realizado	Y.P.I
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	

Prof. (m.)	Esp. Estr.	N° de Muest.	Descripción visual del Suelo		Clasif. SUCS	SIMBOLOGÍA	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 boteos / cantos, etc.				

0.10	0.10		Loza de concreto (vereda).				
0.60	S/M		Arena media a gruesa ligeramente limosa contaminada con restos de ladrillos, color beige, seco, compacidad semi suelta, con presencia de algunas gravas fina.				
2.00	2.30	M - 1	Suelo fluvio aluvional de Arena mal gradada media a gruesa con gravas subángulosas, pobremente gradada, color grizaceo, medianamente humedo, compacidad firme, gravas en un 40% T.M. 3" diam.		SP		
3.00							

Croquis	Foto :
----------------	---------------

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. TÚPAC AMARU N° 8000 - COMAS - LIMA

CALICATA	C - 4	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	3.00	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	SIMBOLOGÍA	Observaciones
			<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 boleros / cantos, etc.</small>				
0.10	0.10		Loza concreto - vereda.				
1.00			Suelo fluvio aluvional de Arena mal gradada con grava subángulosa a ángulosa, color beige grizaceo, humedo, compacidad semi densa, presenta lentes de arena fina con gravas y con intercalaciones de bolones angulos < 12" diam. En un 15%.		SP		
2.00							
3.00							

Croquis 	Foto :
--------------------	-------------------

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. TÚPAC AMARU N° 8000 - COMAS - LIMA

CALICATA	C - 5	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	3.00	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	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 boteos / cantos, etc.			
0.10	0.10		Loza de concreto - vereda.			
0.50	0.40	S/M	Relleno de Arena limosa, humedo, color beige, suelto, presenta ladrillos, plasticos, raices.			
1.00	0.90	M - 1	Arena fina ligeramente limosa, color beige claro, humedo, compacidad semi densa, con algunas gravillas subángulosas.		SM	
2.00	1.60	M - 2	Suelo fluvio aluvional de arena media a gruesa limosa con gravas subángulosas, color beige grizaceo, humedo, compacidad semi densa.		GP	
3.00						

Croquis	Foto : 
----------------	---

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. TÚPAC AMARU N° 8000 - COMAS - LIMA

CALICATA	C - 6	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 <small>Clasificación técnica: forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.</small>	Clasif. SUCS	SIMBOLOGÍA	Observaciones

0.10	0.10		Loza de concreto - vereda.			
0.50	0.40	S/M	Rellenode Arena limosa con restos de concreto, ladrillos y gravas subángulosas, color marrón, húmedo, suelto. Presenta una tubería de cemento 8" diam. De desagüe a 0.40 mt.			
2.00	1.50	S/M	Grava mal gradada subángulosa con arena gruesa ligeramente limosa, color beige, medianamente húmedo, compactación suelta a firme, presenta algunas boloneras < 10" diam. En un 5%.			
3.00						

Croquis	Foto :
----------------	-------------------



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 SERGIO E. BERNALES



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

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

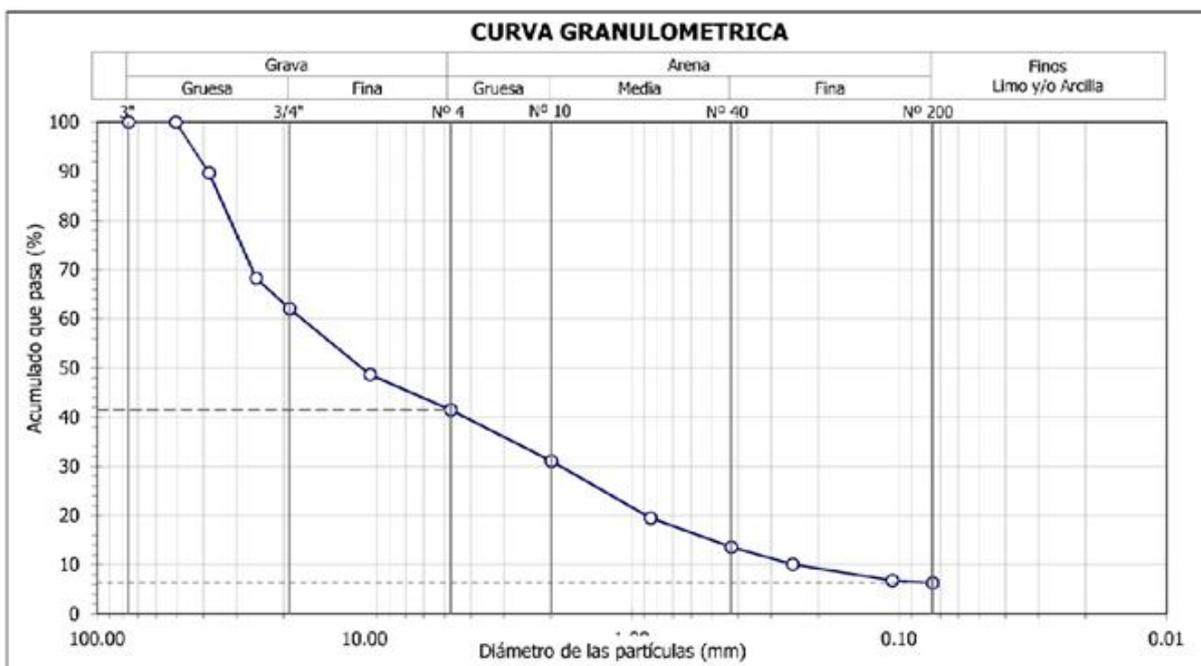
Informe : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
 Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 1 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.40 - 3.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	89.7
1"	25.400	68.3
¾"	19.050	62.1
3/8"	9.525	48.7
Nº 4	4.750	41.5
Nº 10	2.000	31.1
Nº 20	0.850	19.5
Nº 40	0.425	13.6
Nº 60	0.250	10.1
Nº 140	0.106	6.8
Nº 200	0.075	6.3

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)		69.3
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		0.8
	Grava [Nº 4 < φ < 3"]	(%)	58.5
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4]	(%)	35.2
	Finos [φ < Nº 200]	(%)	6.3

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





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

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

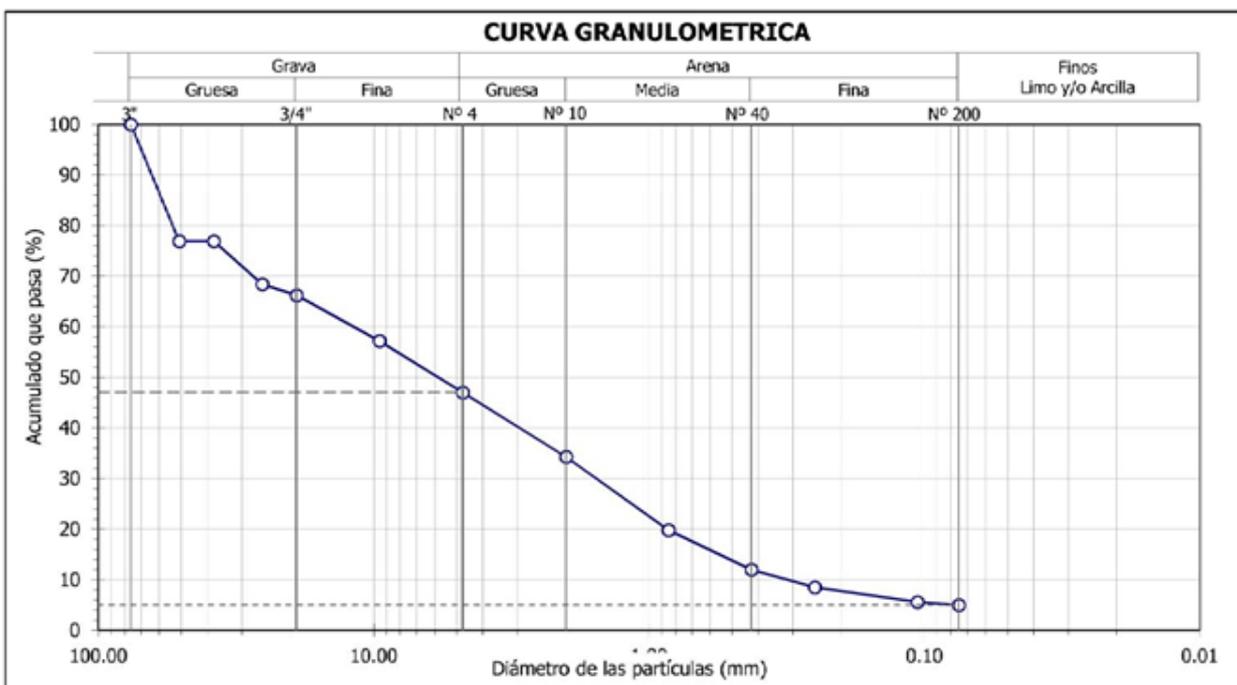
Informe : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
 Ubicación : Av. Túpac Amará Nº 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 2 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.50 - 2.00

Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	76.9
1½"	38.100	76.9
1"	25.400	68.4
¾"	19.050	66.2
3/8"	9.525	57.2
Nº 4	4.750	47.0
Nº 10	2.000	34.3
Nº 20	0.850	19.8
Nº 40	0.425	12.0
Nº 60	0.250	8.5
Nº 140	0.106	5.6
Nº 200	0.075	5.0

Contenido de humedad - D2216 (%)			1.1
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)		37.9
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		0.7
	Grava [Nº 4 < φ < 3"]	(%)	53.0
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4]	(%)	42.0
	Finos [φ < Nº 200]	(%)	5.0

AASHTO	SUCS	
A-1a (0)	GP	Grava mal gradada con arena





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

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

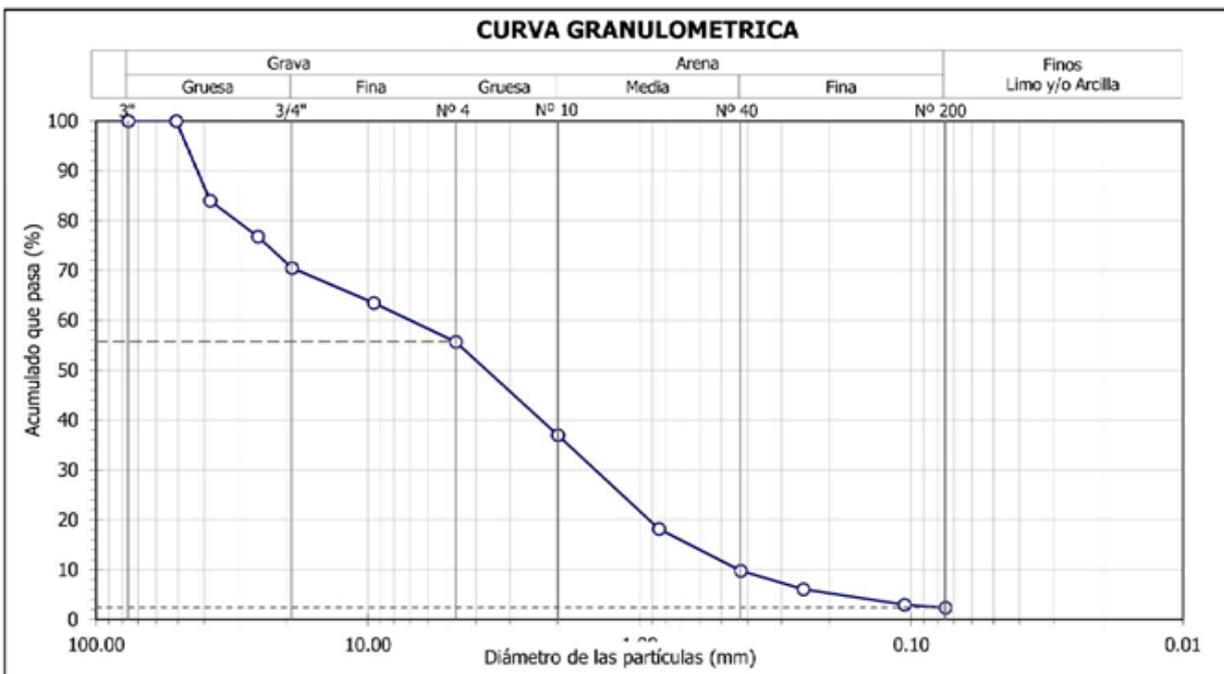
Informe : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
 Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 3 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.70 - 3.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	84.0
1"	25.400	76.8
¾"	19.050	70.5
3/8"	9.525	63.5
Nº 4	4.750	55.7
Nº 10	2.000	37.0
Nº 20	0.850	18.2
Nº 40	0.425	9.8
Nº 60	0.250	6.1
Nº 140	0.106	3.0
Nº 200	0.075	2.4

Contenido de humedad - D2216 (%) 0.9			
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)		16.2
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		0.7
	Grava [Nº 4 < φ < 3"]	(%)	44.3
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4]	(%)	53.3
	Finos [φ < Nº 200]	(%)	2.4

Clasificación - D3282 / D2487		
AASHTO	SUCS	
A-1a (0)	SP	Arena mal gradada con grava





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

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

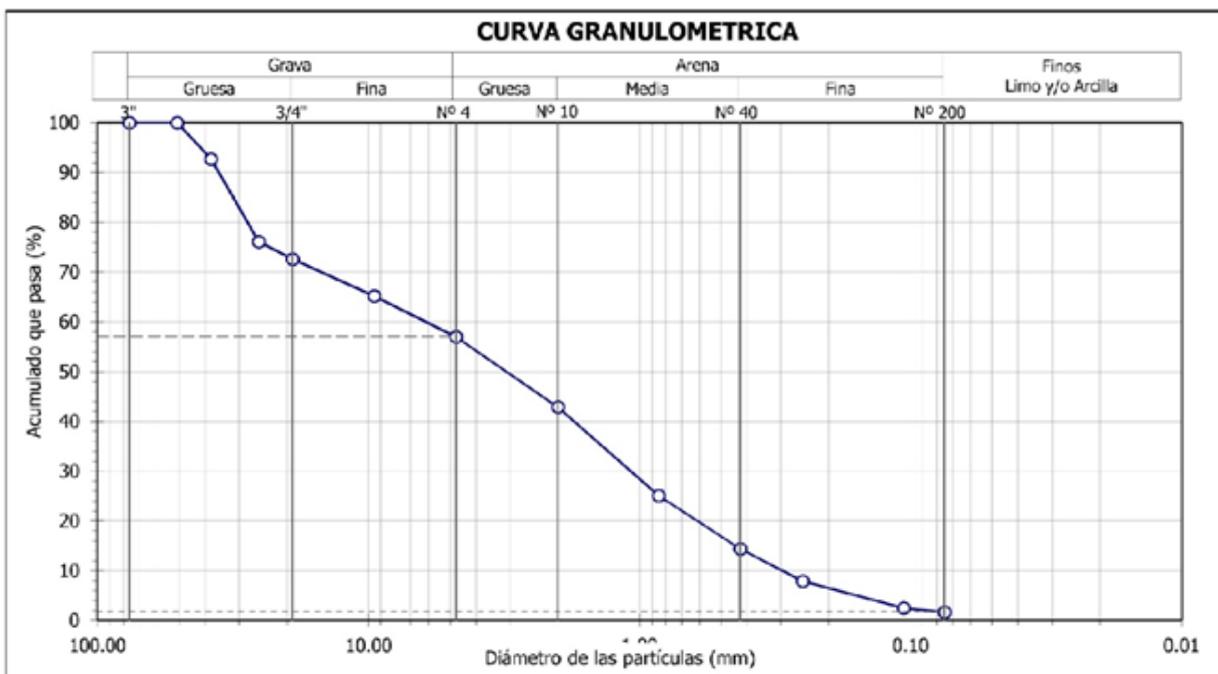
Informe : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
 Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 0.10 - 3.00

Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	92.7
1"	25.400	76.1
¾"	19.050	72.6
3/8"	9.525	65.2
Nº 4	4.750	57.0
Nº 10	2.000	42.9
Nº 20	0.850	25.1
Nº 40	0.425	14.4
Nº 60	0.250	7.9
Nº 140	0.106	2.5
Nº 200	0.075	1.7

Contenido de humedad - D2216 (%)		1.3
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	NP
	Límite Plástico D4318 (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
Límite de Contracción - D427 (%)		---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	20.6
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.6
	Grava [Nº 4 < φ < 3"] (%)	43.0
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4] (%)	55.3
	Finos [φ < Nº 200] (%)	1.7

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1a (0)	SP Arena mal gradada con grava





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 SERGIO E. BERNALES



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

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

Informe : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales

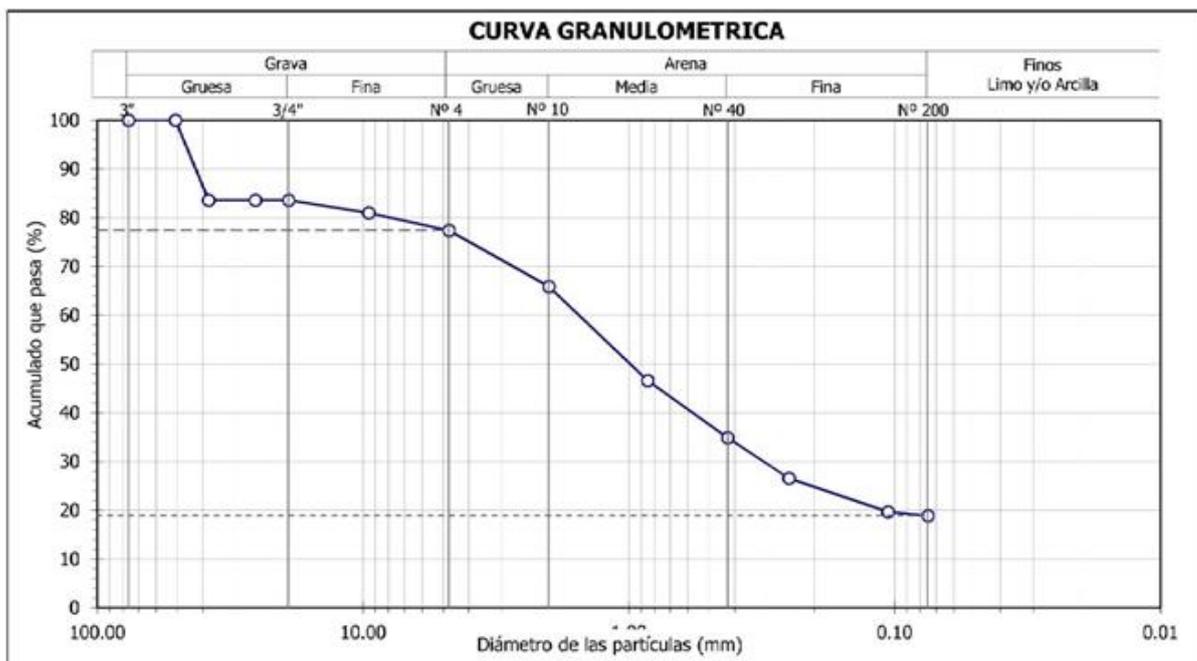
Ubicación : Av. Túpac Amará Nº 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 5 Hoja : 1 de 1
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.50 - 1.40

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	83.6
1"	25.400	83.6
¾"	19.050	83.6
3/8"	9.525	81.0
Nº 4	4.750	77.4
Nº 10	2.000	65.9
Nº 20	0.850	46.6
Nº 40	0.425	34.9
Nº 60	0.250	26.6
Nº 140	0.106	19.7
Nº 200	0.075	18.9

Contenido de humedad - D2216 (%) 2.6			
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	17
	Límite Plástico	D4318 (%)	14
	Índice de Plasticidad	(%)	3
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		---
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		---
	Grava [Nº 4 < φ < 3"]	(%)	22.6
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4]	(%)	58.5
	Finos [φ < Nº 200]	(%)	18.9

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SM Arena limosa con grava



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FÍSICAS

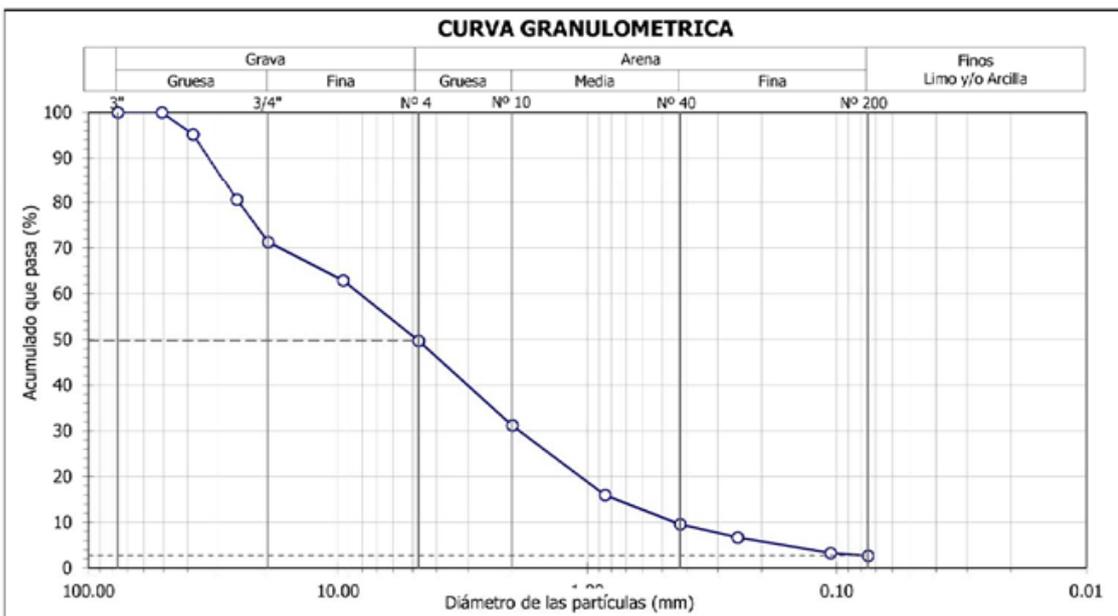
(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
 Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima
 Sondaje : C - 5 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 1.40 - 3.00

Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	95.2
1"	25.400	80.6
¾"	19.050	71.3
3/8"	9.525	62.9
Nº 4	4.750	49.7
Nº 10	2.000	31.2
Nº 20	0.850	16.0
Nº 40	0.425	9.6
Nº 60	0.250	6.7
Nº 140	0.106	3.3
Nº 200	0.075	2.7

	(%)	1.0
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%) NP
	Límite Plástico D4318	(%) NP
	Índice de Plasticidad	(%) NP
	Límite de Contracción - D427	(%) ---
Resultados de granulometría por tamizado	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	18.4
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	1.0
	Grava [Nº 4 < φ < 3"]	(%) 50.3
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4]	(%) 47.1
	Finos [φ < Nº 200]	(%) 2.7

AASHTO	SUCS
A-1a (0)	GP
Grava mal gradada con arena	





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 SERGIO E. BERNALES

**ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL**

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

Informe N° : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 5 Hoja : 2 de 4
Muestra : M - 2 AASHTO : A-1a (0)
Profundidad (m) : 1.40 - 3.00 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena
Estado : Remoldeado Velocidad : 0.5 mm/min

PRESION DE CELDA : 2 kg/cm²**Datos iniciales del espécimen**

Diámetro : 10 cm
Altura : 20.5 cm
Humedad : 4.7 %
Densidad seca : 1.97 g/cm³

Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm ²)	σ_1 (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)	q/p	Oblicuidad (σ_1/σ_3)
0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.50	2.50	2.25	0.25	0.11	1.25
0.10	1.07	3.07	2.54	0.54	0.21	1.54
0.20	1.67	3.67	2.84	0.84	0.29	1.84
0.34	2.50	4.50	3.25	1.25	0.38	2.25
0.49	3.67	5.67	3.83	1.83	0.48	2.83
0.73	4.65	6.65	4.33	2.33	0.54	3.33
0.98	5.64	7.64	4.82	2.82	0.58	3.82
1.22	6.29	8.29	5.14	3.14	0.61	4.14
1.46	6.60	8.60	5.30	3.30	0.62	4.30
1.71	6.91	8.91	5.46	3.46	0.63	4.46
1.95	7.22	9.22	5.61	3.61	0.64	4.61
2.44	7.52	9.52	5.76	3.76	0.65	4.76
2.93	7.74	9.74	5.87	3.87	0.66	4.87
3.41	7.93	9.93	5.96	3.96	0.66	4.96
3.90	8.11	10.11	6.06	4.06	0.67	5.06
4.39	8.20	10.20	6.10	4.10	0.67	5.10
4.88	8.22	10.22	6.11	4.11	0.67	5.11
5.85	8.17	10.17	6.08	4.08	0.67	5.08
6.83	8.11	10.11	6.06	4.06	0.67	5.06
7.80	8.09	10.09	6.05	4.05	0.67	5.05
8.78	7.97	9.97	5.99	3.99	0.67	4.99
9.76	7.86	9.86	5.93	3.93	0.66	4.93
10.73	7.71	9.71	5.86	3.86	0.66	4.86
11.71	7.63	9.63	5.81	3.81	0.66	4.81

Observaciones :Material menor de 3/4", humedad = 4.7%, densidad seca = 1.97g/cm³.



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

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

Informe N° : LG13-272 Fecha : Octubre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales
 Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 5 Hoja : 3 de 4
 Muestra : M - 2 AASHTO : A-1a (0)
 Profundidad (m) : 1.40 - 3.00 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena
 Estado : Remoldeado Velocidad : 0.5 mm/min

PRESION DE CELDA : 4 kg/cm²

Datos iniciales del espécimen

Diámetro : 10 cm
 Altura : 20.5 cm
 Humedad : 4.7 %
 Densidad seca : 1.97 g/cm³

Cuadro de detalle al aplicar el esfuerzo desviador

Deformación (%)	Esf. Desv. (kg/cm ²)	σ_1 (kg/cm ²)	p (kg/cm ²)	q (kg/cm ²)	q/p	Oblicuidad (σ_1/σ_3)
0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	1.00
0.05	1.67	5.67	4.84	0.84	0.17	1.42
0.10	2.68	6.68	5.34	1.34	0.25	1.67
0.20	4.35	8.35	6.17	2.17	0.35	2.09
0.34	5.67	9.67	6.84	2.84	0.41	2.42
0.49	7.00	11.00	7.50	3.50	0.47	2.75
0.73	8.64	12.64	8.32	4.32	0.52	3.16
0.98	9.95	13.95	8.98	4.98	0.55	3.49
1.22	10.92	14.92	9.46	5.46	0.58	3.73
1.46	11.55	15.55	9.78	5.78	0.59	3.89
1.71	11.85	15.85	9.93	5.93	0.60	3.96
1.95	12.15	16.15	10.08	6.08	0.60	4.04
2.44	12.42	16.42	10.21	6.21	0.61	4.10
2.93	12.68	16.68	10.34	6.34	0.61	4.17
3.41	12.94	16.94	10.47	6.47	0.62	4.23
3.90	13.13	17.13	10.57	6.57	0.62	4.28
4.39	13.29	17.29	10.64	6.64	0.62	4.32
4.88	13.38	17.38	10.69	6.69	0.63	4.35
5.85	13.56	17.56	10.78	6.78	0.63	4.39
6.83	13.73	17.73	10.87	6.87	0.63	4.43
7.80	13.90	17.90	10.95	6.95	0.63	4.47
8.78	14.05	18.05	11.03	7.03	0.64	4.51
9.76	14.06	18.06	11.03	7.03	0.64	4.51
10.73	14.14	18.14	11.07	7.07	0.64	4.54
11.71	14.05	18.05	11.02	7.02	0.64	4.51

Observaciones :

Material menor de 3/4", humedad = 4.7%, densidad seca = 1.97g/cm³.

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

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

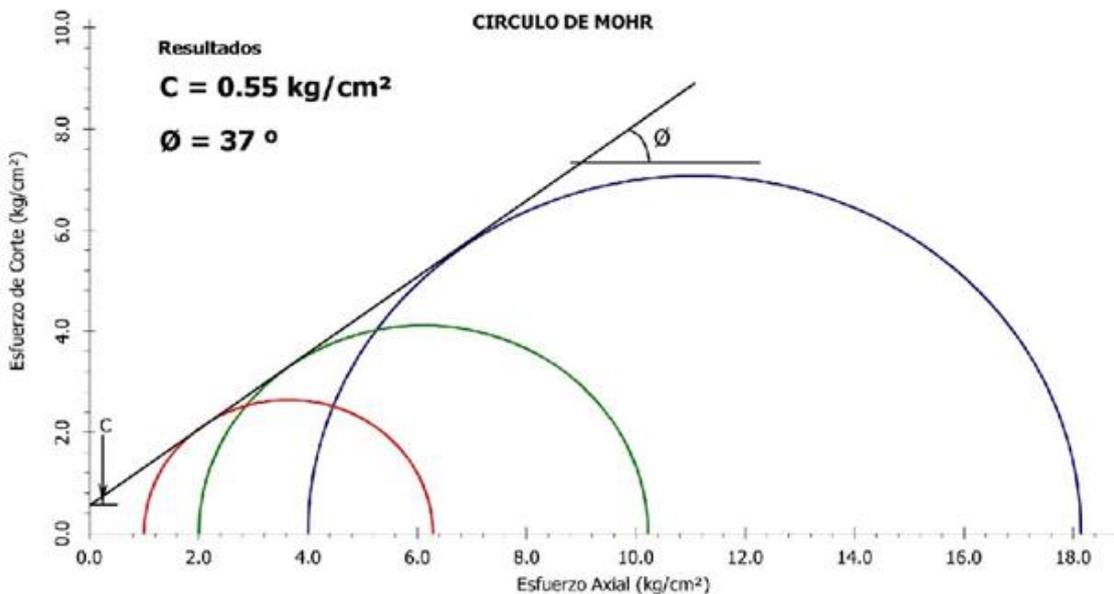
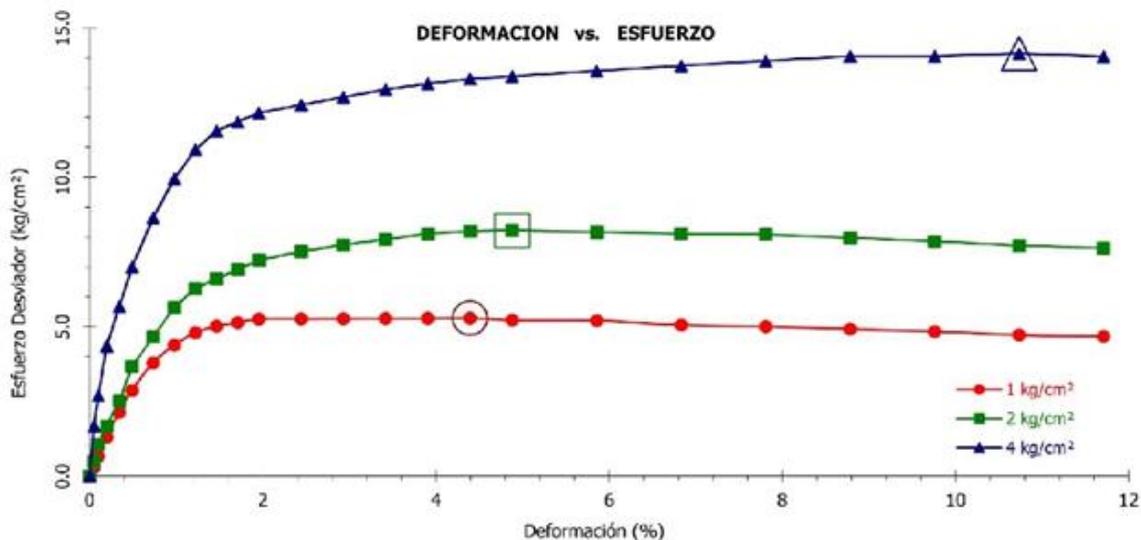
Informe N° : LG13-272
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital Sergio E. Bernales

Fecha : Octubre, 2013

Ubicación : Av. Túpac Amará N° 8000, Dist. Comas, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 5
 Muestra : M - 2
 Profundidad (m) : 1.40 - 3.00
 Estado : Remoldeado

Hoja : 4 de 4
 AASHTO : A-1a (0)
 SUCS : GP // Grava mal gradada con arena
 Velocidad : 0.5 mm/min





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 SERGIO E. BERNALES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: MINISTERIO DE SALUD

REGISTRO: LQ13-378

PROYECTO: "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SERGIO E. BERNALES"

UBICACIÓN: AV. TUPAC AMARÚ N° 8000 - COMAS - LIMA

SONDAJE: CALICATA: C-05/M-02

PROFUNDIDAD (m): 1.40-3.00

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 11 -10-13

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl ⁻	SULFATOS (SO ₄) ²⁻	SALES SOLUBLES TOTALES
	ASTM D 3370:1999	ASTM E 275:2001	MTC E 219:-2000
	AASHTO T 291	AASHTO T 290	ASTMD 1888
	ppm	ppm	ppm
SONDAJE: CALICATA: C-05 M-02 PROFUNDIDAD(m): 1.40 - 3.00	64	436	543

Lima, 16 de Octubre del 2013

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

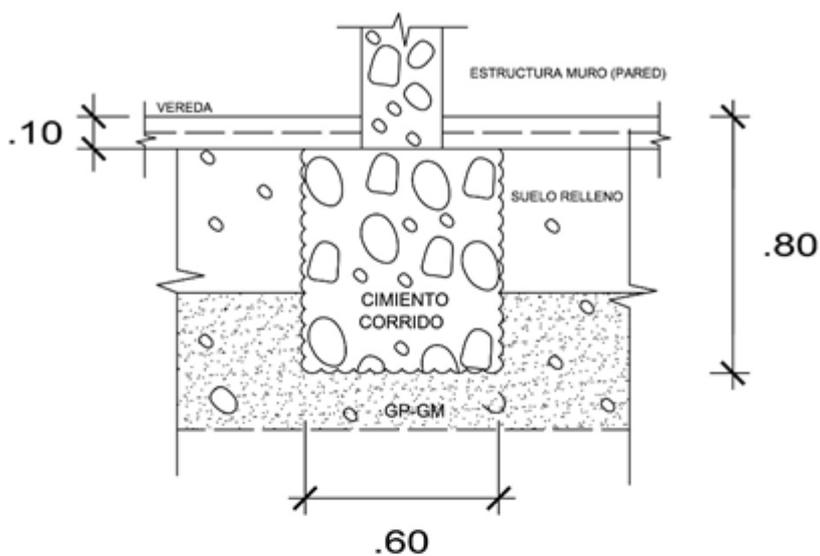
El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Perú
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Perú
Teléfono: (+51) 1 482-0777, (+51) 1 481-0804, (+51) 1 482-0790 FAX: (+51) 1 481-0170
Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 295

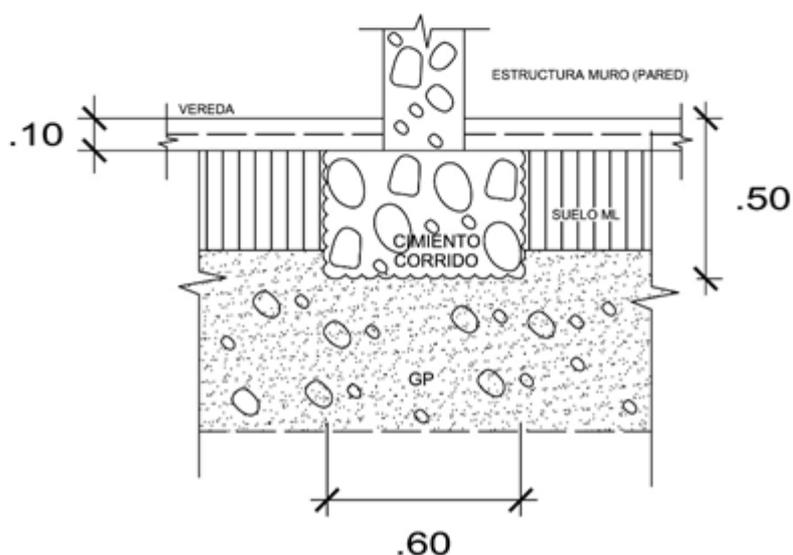


ROSA ALTAMIRANO MEDINA
MS ING. JEFA DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la FIC-UNI

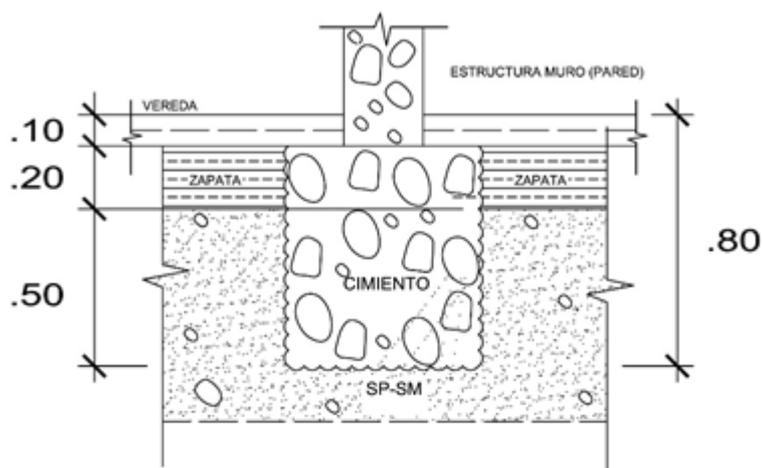
C-1



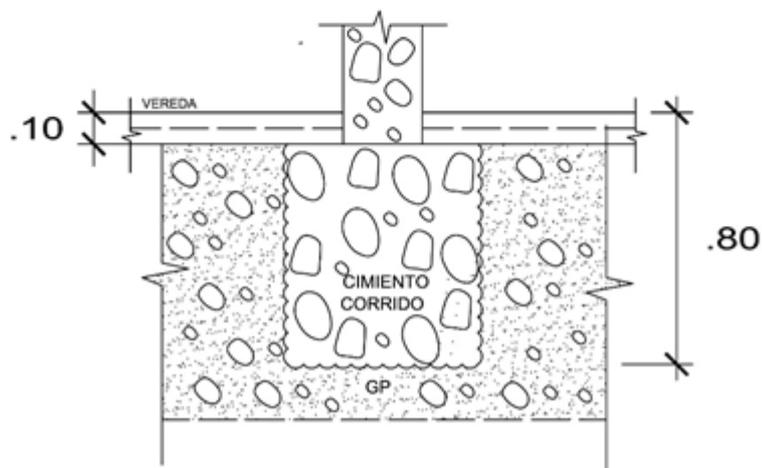
C-2

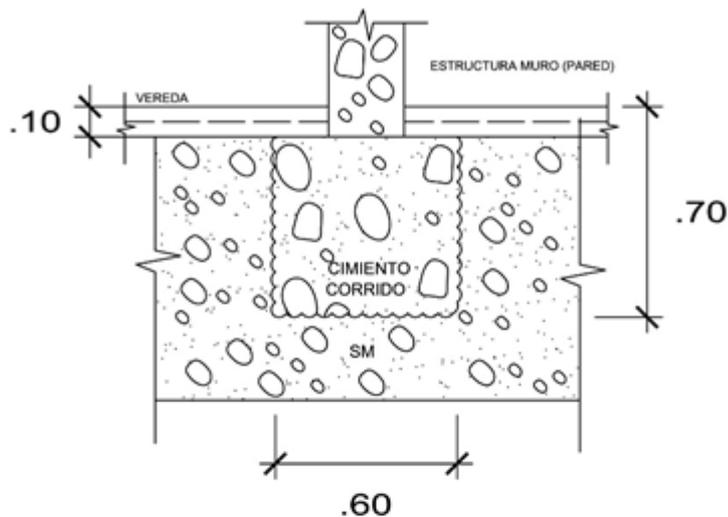
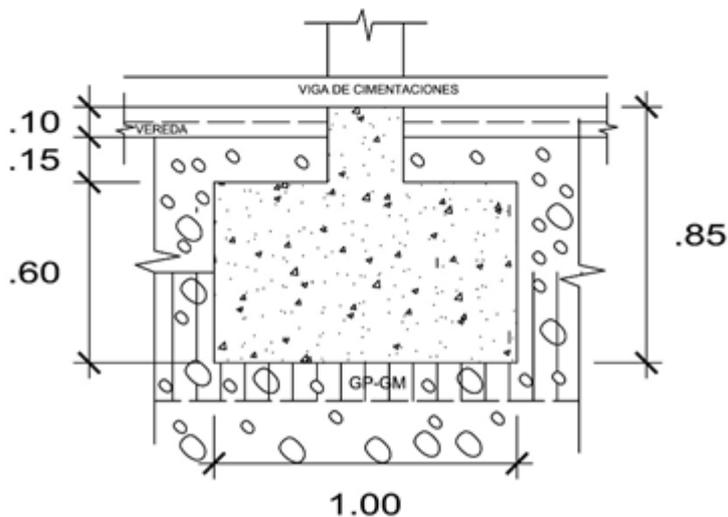


C-3



C-4



C-5**C-6**

Anexo III: Fotografías de Auscultaciones



FOTO N° 1 UBICACIÓN DE AUSCULTACION DE LA CIMENTACION POR MEDIO DE CALICATA C-1



FOTO N° 2 OTRA VISTA DE UBICACIÓN DE AUSCULTACION DE LA CIMENTACION POR MEDIO DE CALICATA C-1



FOTO N° 3 VISTA DEL CIMIENTO ENCOTRADO, DONDE SE OBSERVA LA PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION Y EL MATERIAL



FOTO N° 4 VISTA DEL CIMIENTO DONDE SE OBSERVA FALSA ZAPATA Y EL ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL EN EL FONDO DE LA CALICATA



FOTO N° 5 UBICACIÓN DE AUSCULTACION POR MEDIO DE CALICATA C-2



FOTO N° 6 VISTA DE LA AUSCULTACION POR MEDIO DE CALICATA DE LA CIMENTACION, DONDE SE OBSERVA LA PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION Y LOS MATERIALES EXISTENTES DEBAJO DEL CIMENTO.



FOTO N° 7 UBICACIÓN DE LA AUSCULTACION POR MEDIO DE CALICATA C.3



FOTO N° 8 VISTA DE AUSCULTACION DEL CIMENTO DONDE SE OBSERVA LA FALSA ZAPATA Y LA ZAPATA APOYADOS SOBRE EL MATERIA (SP-SM) A (GP-GM)



FOTO N° 9 UBICACIÓN DE ASCULTACION POR MEDIO DE LA CALICATA C-4



FOTO N° 10 VISTA DEL CIMENTO CORRIDO Y EL MATERIAL.



FORO N° 11 UBICACIÓN DE AUSCULTACION POR MEDIO DE CALICATA C-5



FOTO N° 12 VISTA DEL CIMIENTO CORRIDO



FOTO N° 13 UBICACIÓN DE LA AUSCULTACION POR MEDIO DE CALICA C-6



FOTO N° 14 VISTA DE LA AUSCULTACION DONDE SE OBSERVA LA ZAPATA Y EL ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL METODO CONO DE ARENA



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 SERGIO E. BERNALES



4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

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 2.

4.4.1. Resistencia del Acero de Refuerzo

Las muestras extraídas fueron ensayadas en el laboratorio de estructuras del CISMID según norma ASTM A615 NTP 341.031. Los resultados se muestran en la planilla adjuntas a este informe. Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm².

4.4.2. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

Con la finalidad de evaluar el estado de los materiales utilizado en la construcción del Hospital Sergio E. Bernales, 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 1.

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

4.4.3. 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.

Tabla 20. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

IDENTIFICACION	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm ²)
M-01	Columna	170,5
M-02	Viga	142,5
M-03	Columna	183,2
M-04	Viga	140,4
M-05	Viga	200,0
M-06	Columna	171,6
M-07	Viga	215,8
M-08	Columna	178,3
M-09	Viga	195,5
M-10	Columna	271,0

Promedio= 186,9

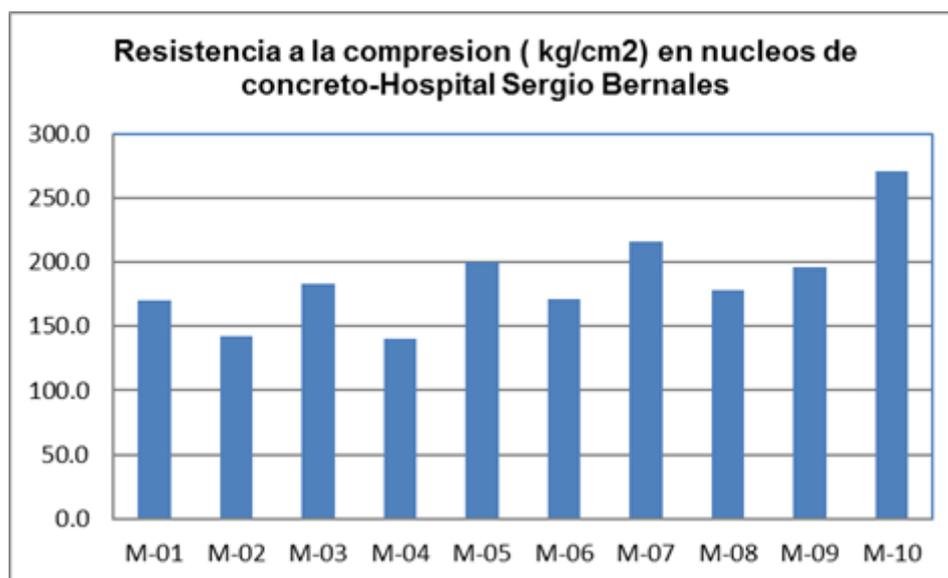


Figura 23. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

4.4.4. Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe

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

4.4.5. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe

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

Anexo I: Registro Fotográfico



Foto 1. Extracción de núcleos de concreto



Foto 2. Extracción de muestras de acero

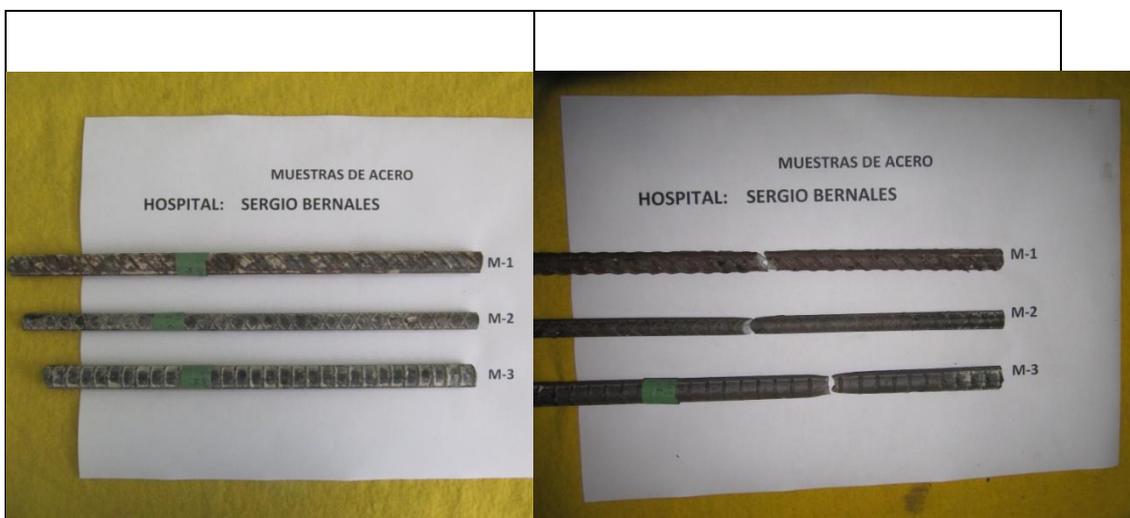


Foto 3. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.



Foto 5. Ensayo de tracción de muestras de acero



Anexo II: Planillas de resultados de ensayos

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Sergio E. Bernales
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 10/10/2013

IDENTIFICACION	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	30/09/2013	30/09/2013	30/09/2013	01/10/2013	01/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Viga	Columna	Viga	Viga
Altura (cm)	13.10	14.80	14.80	14.80	14.80
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	7470	6130	7880	6040	8600
Resistencia (Kg/cm²)	173.7	142.5	183.2	140.4	200.0
Relación altura/diámetro	1.770	2.000	2.000	2.000	2.000
Factor de corrección	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	170.5	142.5	183.2	140.4	200.0
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Corte	Columnar	Columnar

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

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

Informe N° 09-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Sergio E. Bernales
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 10/10/2013

IDENTIFICACION	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	01/10/2013	01/10/2013	01/10/2013	01/10/2013	01/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Viga	Columna	Viga	Columna
Altura (cm)	14.80	14.80	14.80	14.80	14.20
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	7380	9280	7670	8410	11730
Resistencia (Kg/cm²)	171.6	215.8	178.3	195.5	272.7
Relación altura/diámetro	2.000	2.000	2.000	2.000	1.919
Factor de corrección	1.000	1.000	1.000	1.000	0.994
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	171.6	215.8	178.3	195.5	271.0
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Corte	Columnar	Columnar

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

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

Informe N° 09-2 -CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



ENSAYO DE TRACCION EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital Sergio E. Bernales
 Tipo de probeta: Barras
 Material: Acero
 Fecha de ensayo: 22/11/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Límite de fluencia fy (kg/cm2)	Resistencia a la tracción R (kg/cm2)	R/fy
	∅ (cm)	Area (cm2)		Fluencia	Máxima			
M1	1.60	2.01	1.49	9150	14270	4550	7097	1.6
M2	1.21	1.15	0.97	5500	8870	4783	7713	1.6
M3	1.45	1.65	1.56	9500	15120	5752	9156	1.6

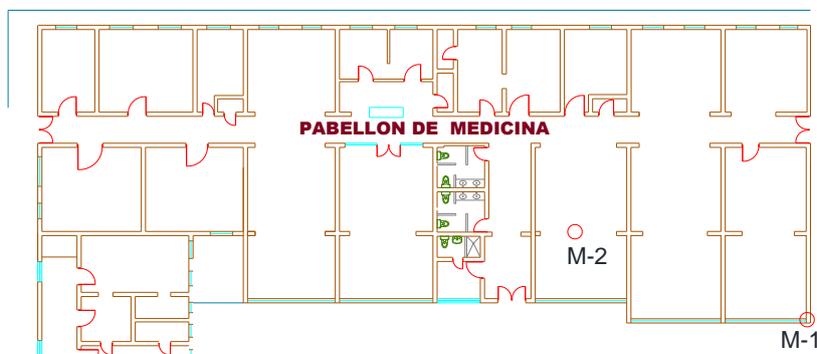
Equipo de ensayo: Maquina Universal SHIMATZU modelo UH-F500KNIR, Cap. Max. 50 ton

Informe N° 10-CISMID/2013

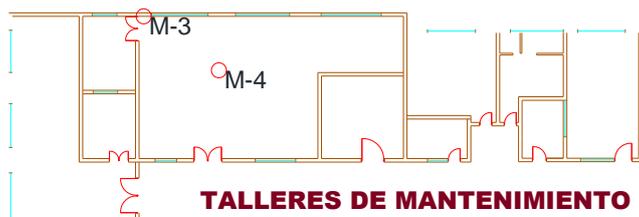
Ensayo: LMLD/GABM

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

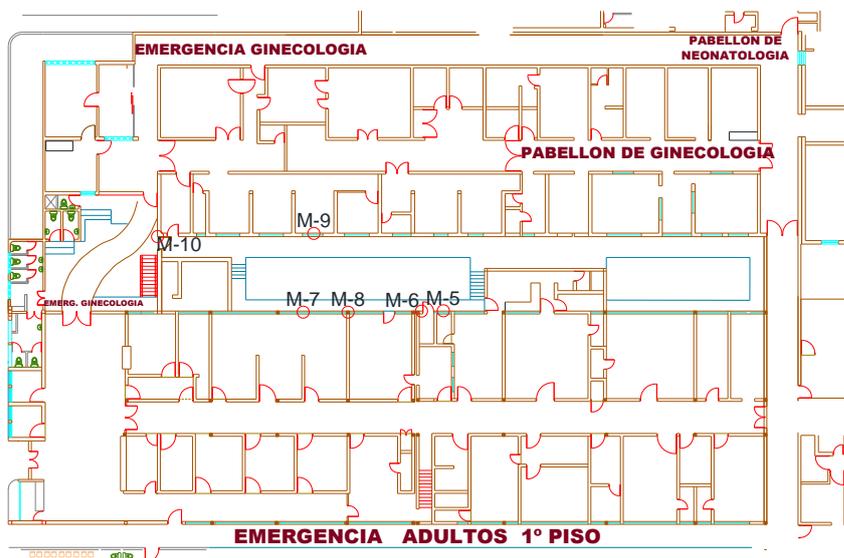
Anexo III: Esquemas de ubicación de puntos de extracción de muestras de concreto y acero



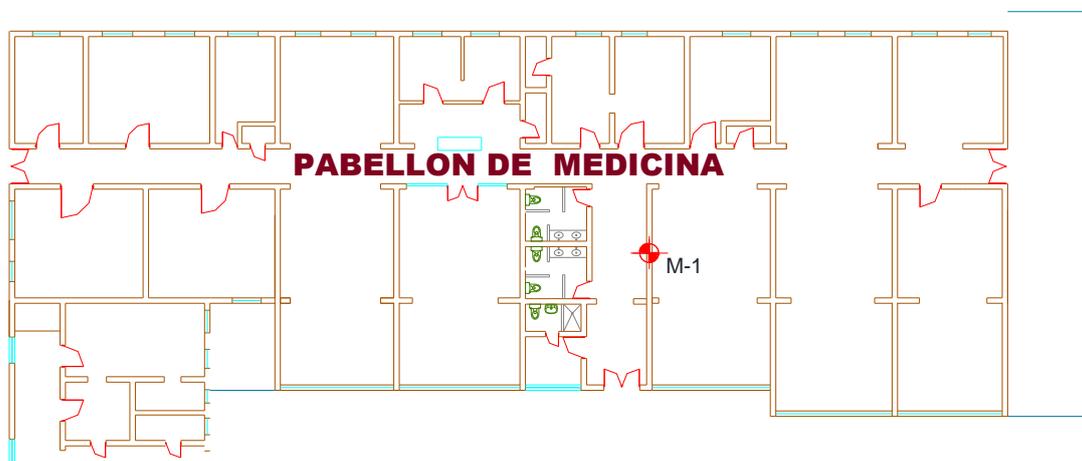
Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto M-1 y M-2



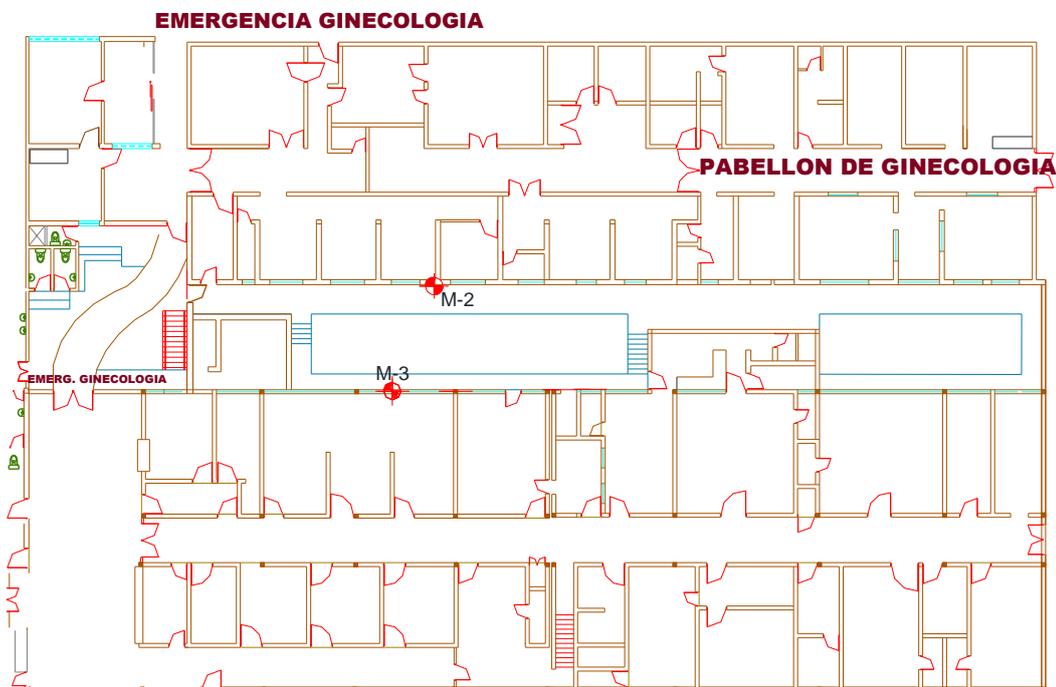
Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto M-3 y M-4



Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto M-5, M-6,
M-7, M-8, M-9 y M-10



Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1.



Ubicación de puntos de extracción de acero M-2, M-3.



5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

En esta sección se describirán las consideraciones empleadas para la evaluación estructural ante cargas gravitacionales y sísmicas, las figuras, tablas y gráficos de los desplazamientos, distorsiones, periodo de la estructura y número de modos de la estructura se adjuntan en el anexo.

Se han identificado diferentes edificaciones dentro del Hospital Nacional Sergio E. Bernales en las cuales funcionan las unidades de servicios las cuales deben permanecer en perfecto funcionamiento durante y después de un movimiento sísmico moderado y severo. Estas edificaciones corresponden a los ambientes presentados en la **Tabla 21**, también se muestra la ubicación de cada una de ellas en la **Figura 24**.

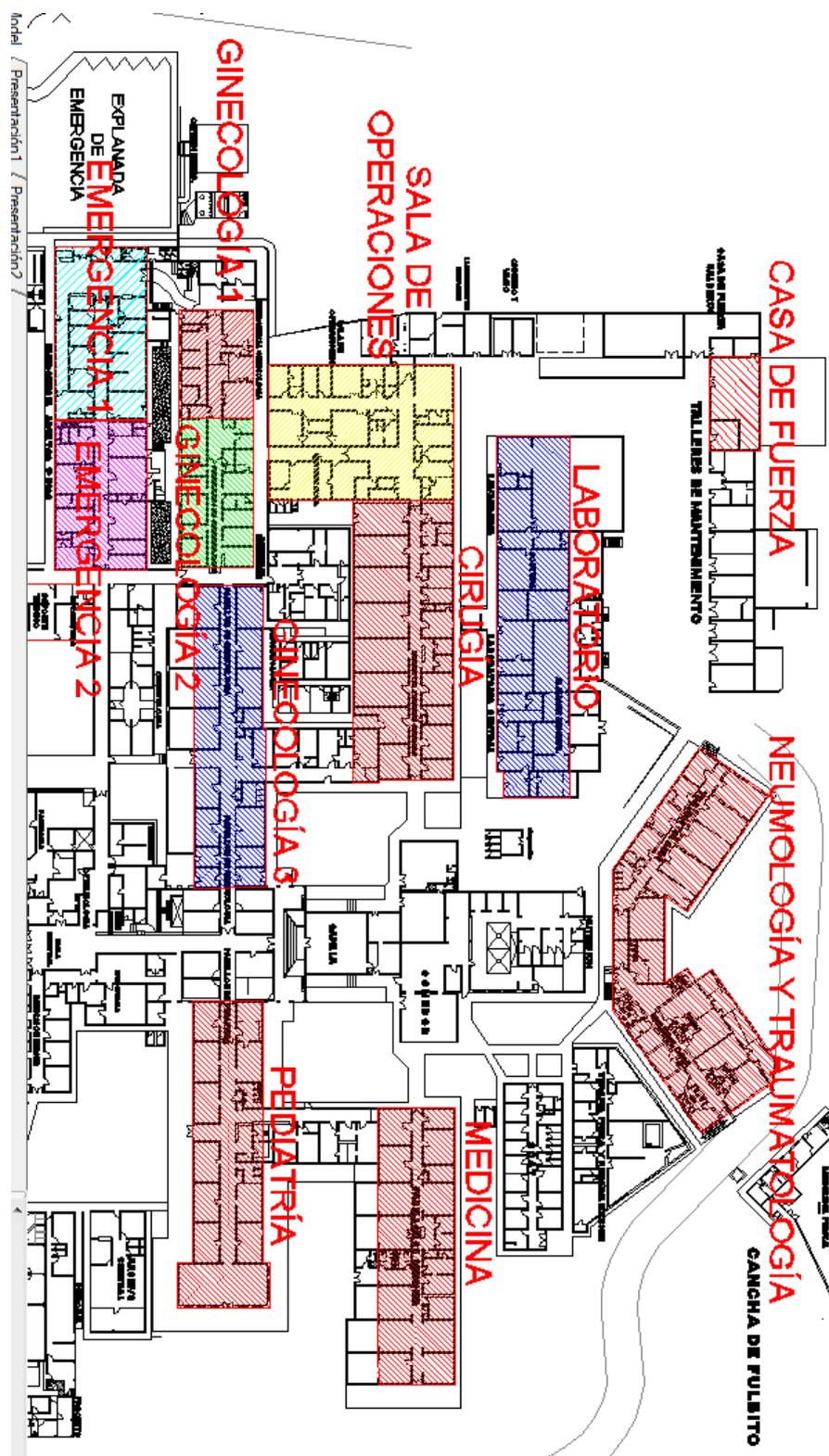


Figura 24. Ubicación de las edificaciones para el análisis estructural

5.1. Modelos Matemáticos

Los modelos matemáticos se desarrollaron en el programa de cómputo *ETABS v9.7.0*. El análisis empleado fue del tipo lineal elástico, donde las vigas y columnas se representaron mediante elementos tipo *frame*, los muros de albañilería, como tipo *shell*, y las losas aligeradas se modelaron como elementos tipo *membrane* que transmiten cargas sobre las vigas pero no transfieren momentos con un espesor equivalente al peso de una losa maciza de concreto armado, a continuación se detallan los tipos de edificación modeladas:

Tabla 21. Sistema Estructural de Pabellones a modelar.

PABELLON	SISTEMA ESTRUCTURAL MODELADO (DIRECCION X-X)	SISTEMA ESTRUCTURAL MODELADO (DIRECCION Y-Y)
NEUMOLOGIA Y TRAUMATOLOGIA	ALBAÑILERIA	ALBAÑILERIA
MEDICINA	ALBAÑILERIA	ALBAÑILERIA
PEDIATRIA	ALBAÑILERIA	ALBAÑILERIA
LABORATORIO	ALBAÑILERIA	ALBAÑILERIA
CIRUGIA	ALBAÑILERIA	ALBAÑILERIA
GINECOLOGIA 1	MIXTO	MIXTO
GINECOLOGIA 2	MIXTO	MIXTO
GINECOLOGIA 3	ALBAÑILERIA	ALBAÑILERIA
EMERGENCIA 1	MIXTO	MIXTO
EMERGENCIA 2	MIXTO	MIXTO
CASETA DE FUERZA	MIXTO	APORTICADO
SALA DE OPERACIONES	MIXTO	MIXTO

Para determinar los desplazamientos y fuerzas cortantes que el sismo de diseño impone sobre la estructura se efectúa el análisis dinámico, determinando las masas de cada piso, considerándolas concentradas en los niveles de entrepiso. El programa de cómputo determina las rigideces de cada entrepiso y calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de la estructura. En el análisis tridimensional se ha empleado la superposición de los 3 primeros modos de vibración de las estructuras considerando para cada piso tres grados de libertad, dos traslacionales horizontales y una rotacional. De esta manera, se cumple que en cada dirección las masas efectivas sean por lo menos el 90% de la masa de la estructura.



De acuerdo a la Norma de Diseño Sismo Resistente (RNC-NTE E.030) se ha considerado para el espectro de diseño los parámetros que conducen a un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones (S_a) definido por:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R_d}g$$

Donde:

$Z = 0.4$ (Factor de Zona 2, Depto. de Lima, Prov. de Lima, Distrito de Comas)

$U = 1.5$ (Coeficiente de uso e importancia correspondiente a la Categoría A)

$S = 1.2$ ($T_p = 0.6$ seg de acuerdo al estudio de suelos)

$R =$ Coeficiente de reducción de fuerza sísmica, que para nuestro caso es:

$R = 8$ (Sistema estructural sismorresistente: Aporticado)

$R = 7$ (Sistema estructural sismorresistente: Mixta)

$R = 3$ (Sistema estructural sismorresistente: Albañilería)

$g = 9.8$ (aceleración de la gravedad en m/s^2)

$C = 2.5$ Factor de Amplificación sísmica

Este espectro es procesado por ETABS determinando las fuerzas cortantes, desplazamientos absolutos y relativos producidos por el efecto sísmico.

ESPECTRO DE DISEÑO SISMICO (NUEVA NORMA E-030) MODULOS DE ALBAÑILERIA DIRECCION XX -YY

CALCULO DE LA ACELERACION ESPECTRAL

DATOS

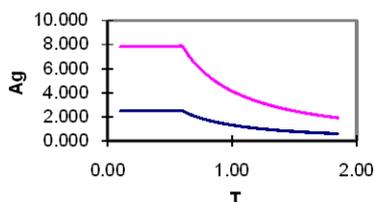
Z= FACTOR DE USO DE LA ZONA
U = FACTOR DE USO DE IMPORTANCIA
S = FACTOR DEL SUELO
C= COEFICIENTE SISMICO
Rd = FACTOR DE DUCTILIDAD
T= PERIODOD DE VIBRACION FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA

Z= 0.4
U= 1.5
S= 1.2
Rd= 2.25
Ts= 0.6

ANALISIS DINAMICO

T	C	Ag	C=220 GALS
0.10	2.500	7.848	2.200
0.15	2.500	7.848	2.200
0.20	2.500	7.848	2.200
0.25	2.500	7.848	2.200
0.30	2.500	7.848	2.200
0.35	2.500	7.848	2.200
0.40	2.500	7.848	2.200
0.45	2.500	7.848	2.200
0.50	2.500	7.848	2.200
0.55	2.500	7.848	2.200
0.60	2.500	7.848	2.200
0.65	2.262	7.101	1.991
0.70	2.062	6.473	1.814
0.75	1.891	5.938	1.665
0.80	1.745	5.478	1.535
0.85	1.618	5.078	1.423
0.90	1.506	4.728	1.325
0.95	1.408	4.419	1.239
1.00	1.320	4.144	1.162
1.05	1.242	3.899	1.093
1.10	1.172	3.679	1.031
1.15	1.109	3.480	0.976
1.20	1.051	3.300	0.925
1.25	0.999	3.136	0.879
1.30	0.951	2.986	0.837
1.35	0.907	2.848	0.798
1.40	0.867	2.721	0.763
1.45	0.830	2.605	0.730
1.50	0.795	2.497	0.700
1.55	0.763	2.396	0.672
1.60	0.734	2.303	0.646
1.65	0.706	2.216	0.621
1.70	0.680	2.135	0.598
1.75	0.656	2.059	0.577
1.80	0.633	1.988	0.557
1.85	0.612	1.921	0.538

ESPECTRO E-030



$$Ag = Z \cdot U \cdot C \cdot S \cdot g / Rd$$

$$C = 2.5 \cdot (Ts/T)^{1.25}$$

$$T = Hn / Ct$$

Ct = 35 PORTICOS
Ct = 45 PORTICOS Y CAJAS
Ct = 60 PORTICOS CON PLACAS Y MANPOSTERIA

Hn = ALTURA DE LA EDIFICACION

DATOS

Hn= 2.8
Ct= 60

ANALISIS ESTATICO

T= 0.047
C= 2.500
Ag= 7.848

Figura 25. Espectro de diseño sísmico para módulos de albañilería

ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO (NUEVA NORMA E-030) PARA MODULOS MIXTOS DIRECCION XX -YY

CALCULO DE LA ACELERACION ESPECTRAL

DATOS

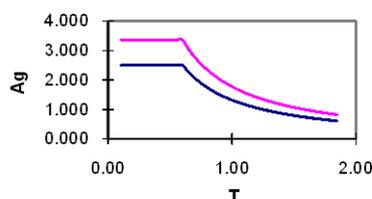
Z= FACTOR DE USO DE LA ZONA
U = FACTOR DE USO DE IMPORTANCIA
S = FACTOR DEL SUELO
C= COEFICIENTE SISMICO
Rd = FACTOR DE DUCTILIDAD
T= PERIODOD DE VIBRACION FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA

Z= 0.4
U= 1.5
S= 1.2
Rd= 5.25
Ts= 0.6

ANALISIS DINAMICO

T	C	Ag	C=220 GALS
0.10	2.500	3.363	2.200
0.15	2.500	3.363	2.200
0.20	2.500	3.363	2.200
0.25	2.500	3.363	2.200
0.30	2.500	3.363	2.200
0.35	2.500	3.363	2.200
0.40	2.500	3.363	2.200
0.45	2.500	3.363	2.200
0.50	2.500	3.363	2.200
0.55	2.500	3.363	2.200
0.60	2.500	3.363	2.200
0.65	2.262	3.043	1.991
0.70	2.062	2.774	1.814
0.75	1.891	2.545	1.665
0.80	1.745	2.348	1.535
0.85	1.618	2.176	1.423
0.90	1.506	2.026	1.325
0.95	1.408	1.894	1.239
1.00	1.320	1.776	1.162
1.05	1.242	1.671	1.093
1.10	1.172	1.577	1.031
1.15	1.109	1.491	0.976
1.20	1.051	1.414	0.925
1.25	0.999	1.344	0.879
1.30	0.951	1.280	0.837
1.35	0.907	1.221	0.798
1.40	0.867	1.166	0.763
1.45	0.830	1.116	0.730
1.50	0.795	1.070	0.700
1.55	0.763	1.027	0.672
1.60	0.734	0.987	0.646
1.65	0.706	0.950	0.621
1.70	0.680	0.915	0.598
1.75	0.656	0.882	0.577
1.80	0.633	0.852	0.557
1.85	0.612	0.823	0.538

ESPECTRO E-030



$$Ag = Z \cdot U \cdot C \cdot S \cdot g / Rd$$

$$C = 2.5 \cdot (Ts/T)^{1.25}$$

$$T = Hn / Ct$$

Ct = 35 PORTICOS
Ct = 45 PORTICOS Y CAJAS
Ct = 60 PORTICOS CON PLACAS Y MANPOSTERIA

Hn = ALTURA DE LA EDIFICACION

DATOS

Hn= 6
Ct= 60

ANALISIS ESTATICO

T= 0.100
C= 2.500
Ag= 3.363

Figura 26. Espectro de diseño sísmico para módulos mixtos

En todas las edificaciones de albañilería se verifico en obra que no presentan columnas de confinamiento ni vigas de amarre, la losa aligerada se apoya sobre el muro de albañilería de ladrillo King Kong solido de 0.25m de espesor, tal como se puede apreciar en las fotos adjuntas.



Figura 27. Edificaciones de albañilería

Se ha considerado que la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo (f_y) es igual a 4200kg/cm² y que la albañilería tiene una resistencia a la compresión axial (f'_m) igual a 35kg/cm².

Para los módulos aporricados de concreto armado, las propiedades de resistencia del concreto han sido obtenidas de ensayos experimentales según lo indicado en la sección 4.4 de este informe.

5.2. Demandas de Carga

En el caso de Carga Muerta (D) para los muros de albañilería de ladrillo king kong solido se empleo una sobrecarga de 1800 kg/cm² y para losa aligerada de 0.20m se empleo para el modelo matemático una sobrecarga de 280 Kg/cm².

Para la Carga Viva (L), se han diferenciado según su uso indicado en la norma E.020. En las azoteas se han empleado una sobrecarga mínima de 100 kg/m², en el nivel intermedio de 250 kg/cm² para uso de ambientes de oficinas y de 200 kg/cm² para uso de dormitorios o cuartos.

Se muestra las combinaciones en servicio que propone la norma peruana E.020 (Cargas) y las combinaciones a rotura empleadas para el caso de los elementos de concreto sugeridas en la sección 9 de la norma peruana de Concreto Armado (E.060) que se utilizaron en los modelos matemáticos.

- 1.40CM + 1.70CV
- 1.25CM + 1.25CV + CS_X
- 1.25CM + 1.25CV - CS_X
- 1.25CM + 1.25CV + CS_Y
- 1.25CM + 1.25CV - CS_Y
- 1.25CM + 1.25CV + CS_X
- 0.90CM + CS_X
- 0.90CM - CS_X
- 0.90CM + CS_Y
- 0.90CM - CS_Y

5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

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

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

Tabla 22. Resumen de desplazamiento por pabellones

PABELLON	NIVEL	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
		Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
NEUMOLOGIA Y TRAUMATOLOGIA	2	0.94	1.51	1.15	2.00
	1	0.46	0.77	0.58	1.01
MEDICINA	1	0.21	0.22	0.21	0.28
PEDIATRIA	1	0.22	0.33	0.31	0.46
LABORATORIO	1	0.15	0.15	0.16	0.18
CIRUGIA	1	0.14	0.17	0.14	0.23
GINECOLOGIA 1	1	0.26	0.34	0.35	0.41
GINECOLOGIA 2	1	0.23	0.39	0.26	0.47
GINECOLOGIA 3	1	0.17	0.26	0.24	0.41
EMERGENCIA 1	2	1.18	1.37	1.33	1.71
	1	0.78	0.91	0.85	1.10
EMERGENCIA 2	2	1.41	1.25	1.61	1.53
	1	0.93	0.78	1.03	0.95
CASETA DE FUERZA	1	0.30	1.22	0.34	1.26
SALA DE OPERACIONES	1	0.35	0.32	0.46	0.36

Tabla 23. Resumen de distorsiones por pabellones

PABELLÓN	NIVEL	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
		Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
NEUMOLOGIA Y TRAUMATOLOGIA	2	0.00147	0.00227	0.00178	0.00305
	1	0.00142	0.00237	0.00177	0.00310
MEDICINA	1	0.00074	0.00079	0.00076	0.00101
PEDIATRIA	1	0.00077	0.00117	0.00109	0.00165
LABORATORIO	1	0.00054	0.00054	0.00056	0.00063
CIRUGIA	1	0.00050	0.00061	0.00052	0.00081
GINECOLOGIA 1	1	0.00081	0.00106	0.00109	0.00126
GINECOLOGIA 2	1	0.00081	0.00106	0.00109	0.00126
GINECOLOGIA 3	1	0.00060	0.00092	0.00087	0.00145
EMERGENCIA 1	2	0.00123	0.00141	0.00146	0.00186
	1	0.00242	0.00281	0.00263	0.00340
EMERGENCIA 2	2	0.00148	0.00143	0.00179	0.00178
	1	0.00285	0.00241	0.00316	0.00292
CASETA DE FUERZA	1	0.00085	0.00338	0.00109	0.00349
SALA DE OPERACIONES	1	0.00108	0.00099	0.00140	0.00110

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

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

Tabla 24. Cuantificación de los elementos

PABELLÓN	CHEQUEO POR COMPRESION AXIAL				CHEQUEO POR APLASTAMIENTO				CHEQUEO POR CORTANTE				SISMO MODERADO	SISMO SEVERO
	fa	<	Fa	OK	fa	<	0.375*fm	OK	Pg/(t*L)	0.53*Vm	<	Ve		
NEUMOLOGIA Y TRAUMATOLOGIA	4.2	<	6.28	OK	4.2	<	13.13	OK	9.1	2.46	<	6.3	SE FISURA EL MURO	SE AGRIETA EL MURO
MEDICINA	4.5	<	6.28	OK	4.5	<	13.13	OK	2.8	1.69	<	3.92	SE FISURA EL MURO	SE AGRIETA EL MURO
PEDIATRIA	6	<	6.28	OK	6	<	13.13	OK	5.25	1.99	<	4.9	SE FISURA EL MURO	SE AGRIETA EL MURO
LABORATORIO	4.8	<	6.28	OK	4.8	<	13.13	OK	4.2	1.86	<	2.52	OK	SE AGRIETA EL MURO
CIRUGIA	2.45	<	6.28	OK	2.45	<	13.13	OK	4.2	1.86	<	2.66	OK	SE AGRIETA EL MURO
GINECOLOGIA 1	1.3	<	6.28	OK	1.3	<	13.13	OK	0.84	1.45	<	2.8	OK	SE AGRIETA EL MURO
GINECOLOGIA 2	3.36	<	6.28	OK	3.36	<	13.13	OK	3.2	1.74	<	3.36	OK	SE AGRIETA EL MURO
GINECOLOGIA 3	4.4	<	6.28	OK	4.4	<	13.13	OK	4.9	1.95	<	3.85	OK	SE AGRIETA EL MURO
EMERGENCIA 1	4.8	<	6.28	OK	4.8	<	13.13	OK	3.15	1.74	<	6.3	SE FISURA EL MURO	SE AGRIETA EL MURO
EMERGENCIA 2	6.15	<	6.28	OK	6.15	<	13.13	OK	4.2	1.86	<	7	SE FISURA EL MURO	SE AGRIETA EL MURO
CASETA DE FUERZA	1.32	<	6.28	OK	1.32	<	13.13	OK	0.3	1.39	<	2.66	OK	SE AGRIETA EL MURO
SALA DE OPERACIONES	6	<	6.28	OK	6	<	13.13	OK	3.85	1.82	<	3.36	OK	SE AGRIETA EL MURO

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

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

Tabla 25. Distorsión para elementos de albañilería

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

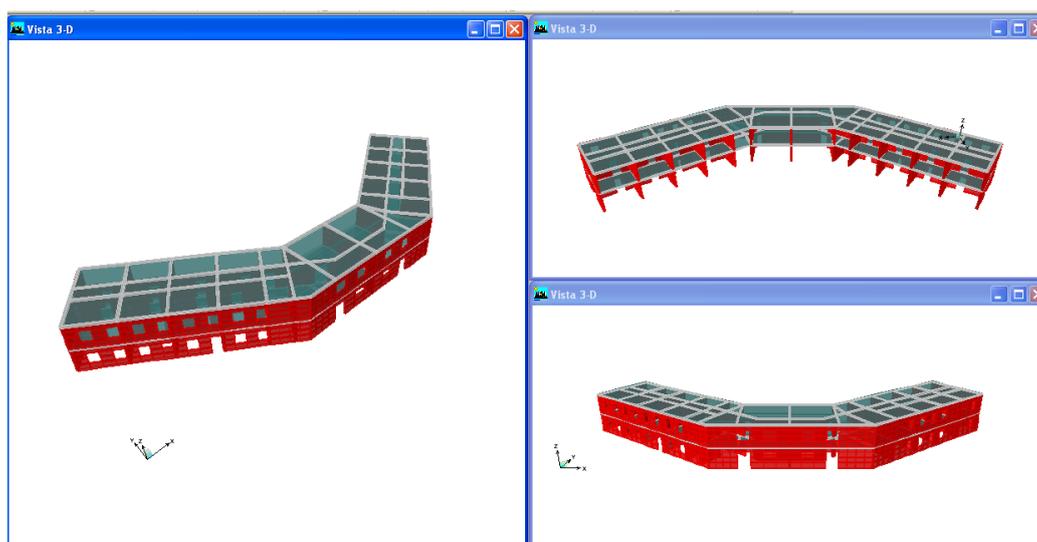
Tabla 26. Distorsiones en pabellones

PABELLON	NIVEL	Sismo en Dirección X-X		Sismo en Dirección Y-Y		Distorsión Max (Norma E-030)	Distorsión SISMO MOD. 0.0015	Distorsión SISMO SEVERO 0.0030
		Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y			
NEUMOLOGIA Y TRAUMATOLOGIA	2	0.00147	0.00227	0.00178	0.00305	Cumple	"No Cumple"	"No Cumple"
	1	0.00142	0.00237	0.00177	0.00310	Cumple	"No Cumple"	"No Cumple"
MEDICINA	1	0.00074	0.00079	0.00076	0.00101	Cumple	Cumple	Cumple
PEDIATRIA	1	0.00077	0.00117	0.00109	0.00165	Cumple	Cumple	Cumple
LABORATORIO	1	0.00054	0.00054	0.00056	0.00063	Cumple	Cumple	Cumple
CIRUGIA	1	0.00050	0.00061	0.00052	0.00081	Cumple	Cumple	Cumple
GINECOLOGIA 1	1	0.00081	0.00106	0.00109	0.00126	Cumple	Cumple	Cumple
GINECOLOGIA 2	1	0.00081	0.00106	0.00109	0.00126	Cumple	Cumple	Cumple
GINECOLOGIA 3	1	0.00060	0.00092	0.00087	0.00145	Cumple	Cumple	Cumple
EMERGENCIA 1	2	0.00123	0.00141	0.00146	0.00186	Cumple	"No Cumple"	Cumple
	1	0.00242	0.00281	0.00263	0.00340	Cumple	"No Cumple"	"No Cumple"
EMERGENCIA 2	2	0.00148	0.00143	0.00179	0.00178	Cumple	"No Cumple"	Cumple
	1	0.00285	0.00241	0.00316	0.00292	Cumple	"No Cumple"	"No Cumple"
CASETA DE FUERZA	1	0.00085	0.00338	0.00109	0.00349	Cumple	"No Cumple"	Cumple
SALA DE OPERACIONES	1	0.00108	0.00099	0.00140	0.00110	Cumple	Cumple	Cumple

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que los pabellones de 2 niveles, a pesar de que cumplen con la norma sismo resistente E-030, no cumplen con la distorsión máxima para la protección del contenido de 1.5/1000 para sismo moderado y 3/1000 para sismo severo.

5.6. Anexos

PABELLÓN DE NEUMLOGIA Y TRUMATOLOGIA



Vista en 3D

Vista en lateral

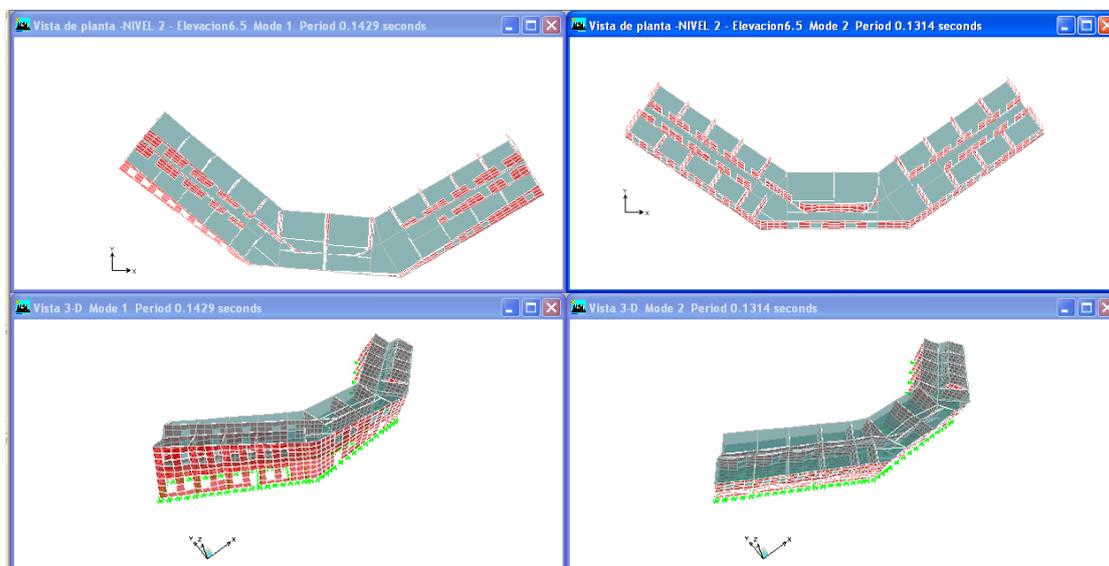
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Neumología y Traumatología

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Neumología y Traumatología

Modo N°	Periodo (s)
1	0.143
2	0.131
3	0.102
4	0.052
5	0.051
6	0.042

Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Neumología y Traumatología)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	38.86	38.86	0.07	0.07	49.38	49.38
2	0.01	38.87	90.60	90.67	0.04	49.43
3	53.51	92.38	0.01	90.68	40.72	90.14
4	4.96	97.34	0.03	90.71	6.71	96.85
5	0.04	97.37	9.29	100.00	0.04	96.89
6	2.63	100.00	0.00	100.00	3.11	100.00



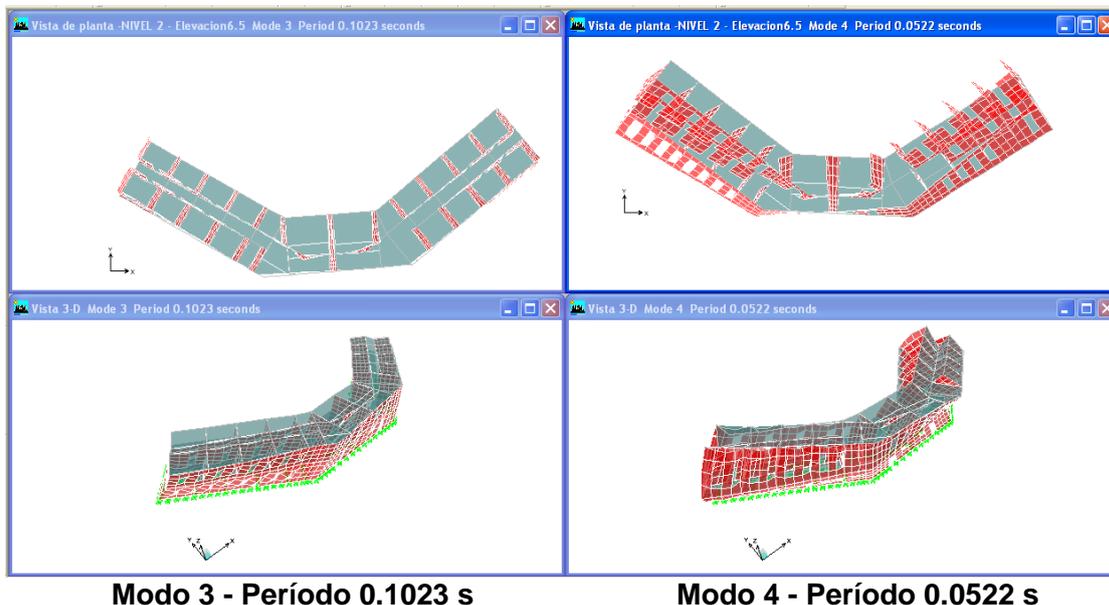
Modo 1 - Período 0.1429 s

Modo 2 - Período 0.1314 s

Figura 2 Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Neumología y Traumatología

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Z-Z con un porcentaje de masa participante de 49.38%. Nótese el desplazamiento en el eje Z.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 90.60%.



Modo 3 - Período 0.1023 s

Modo 4 - Período 0.0522 s

Figura 3 Tercer y cuarto modo de vibración del Pabellón de Neumología y Traumatología

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación "X" con un porcentaje de masa participante de 53.51% y 40.72% en el eje rotacional "Z".

El cuarto modo de vibración está compuesto por traslación en el eje Z-Z con un porcentaje de masa participante de 6.71%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Neumología y Traumatología)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2	0.94	1.51	1.15	2.00
1	0.46	0.77	0.58	1.01

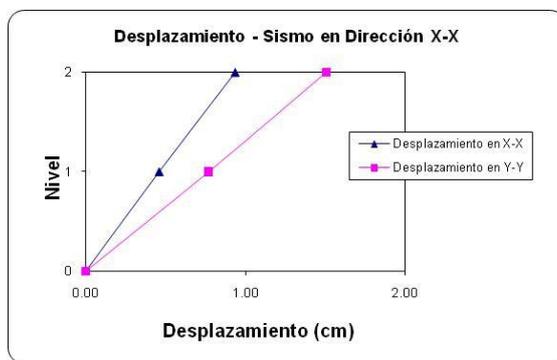


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

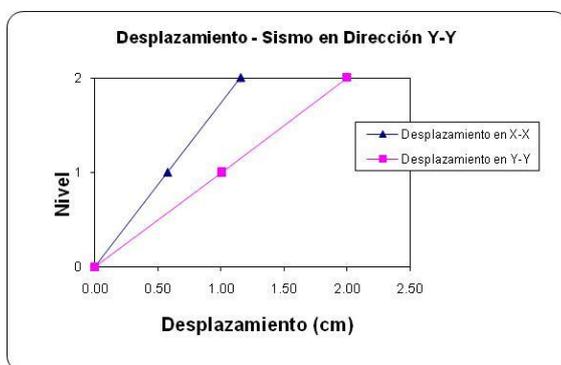


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Neumología y Traumatología)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2	0.0015	0.0023	0.0018	0.0031
1	0.0014	0.0024	0.0018	0.0031

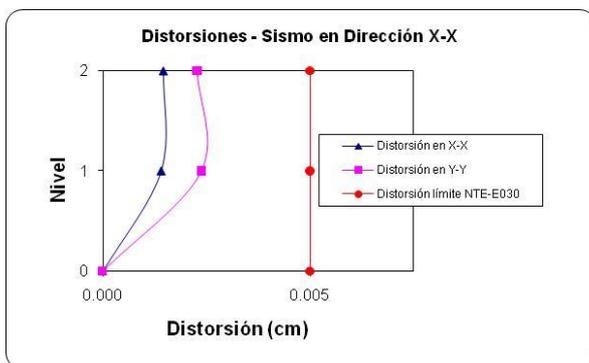


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

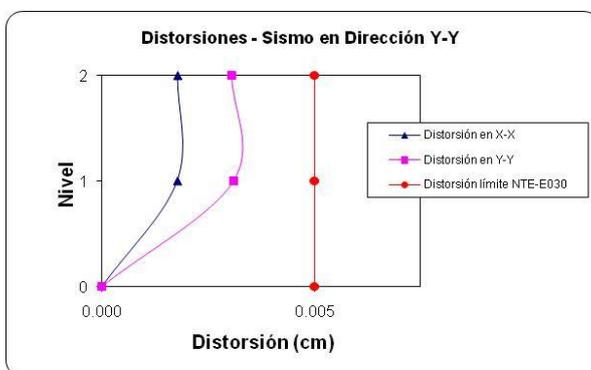
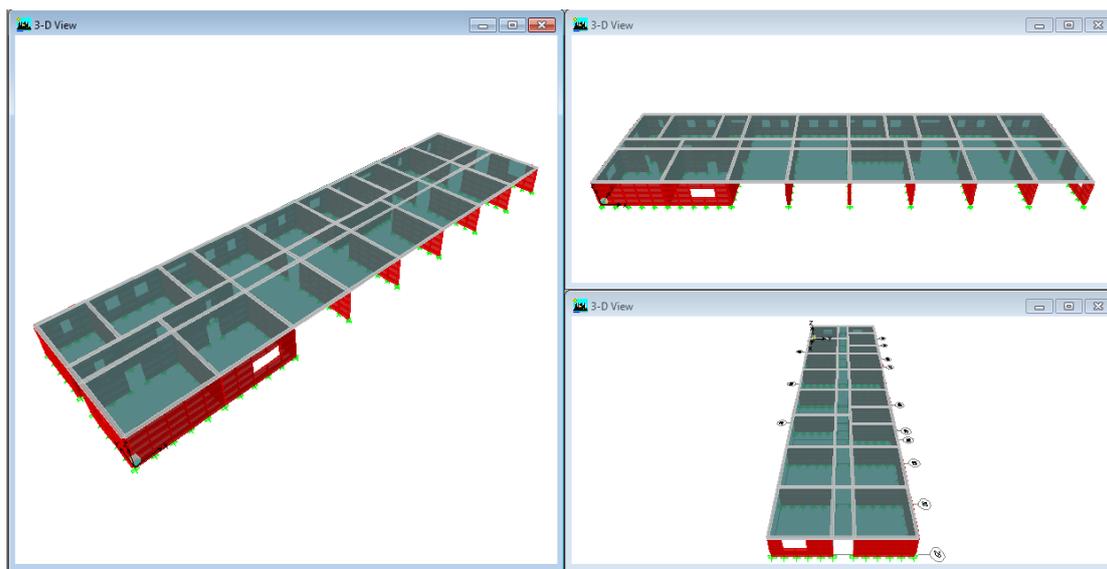


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE MEDICINA



Vista en 3D

Vista en lateral

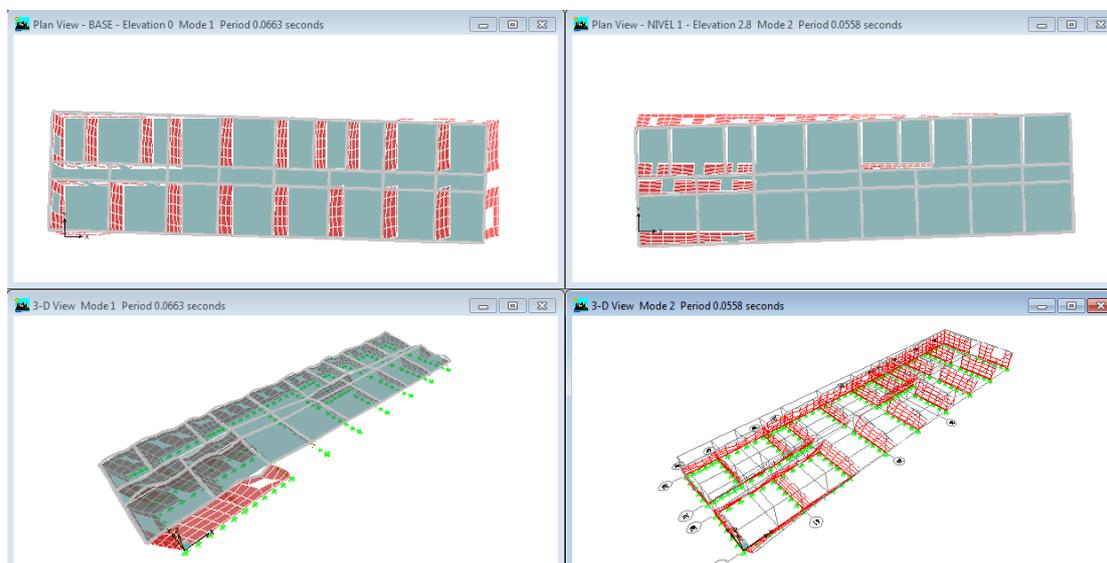
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Medicina

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Medicina

Modo N°	Periodo (s)
1	0.066
2	0.056
3	0.054

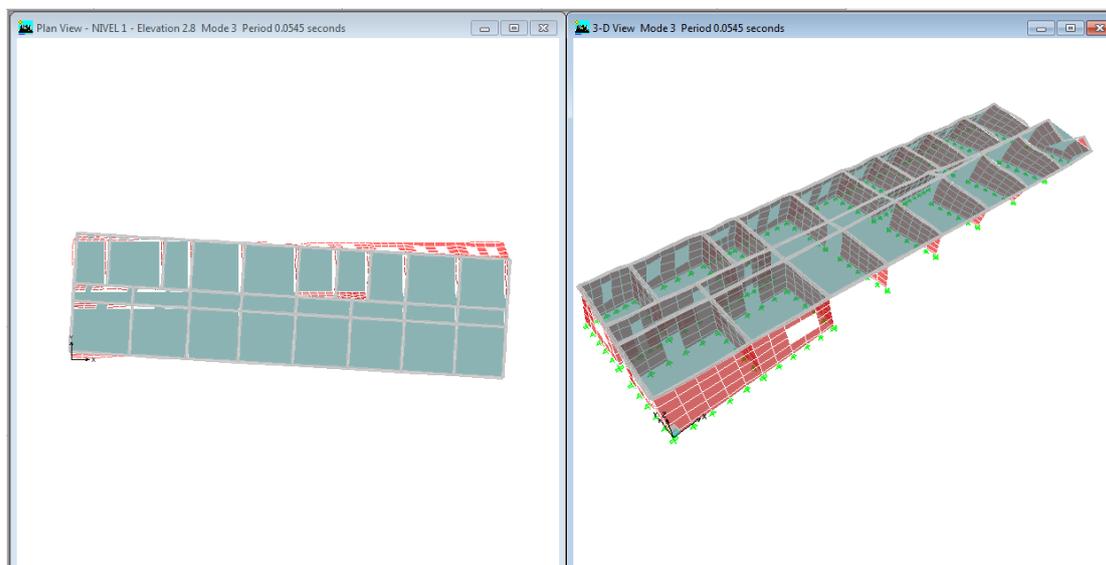
Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Medicina)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	92.16	92.16	0.03	0.03	8.54	8.54
2	2.31	94.47	75.86	75.89	19.34	27.88
3	5.53	100.00	24.11	100.00	72.12	100.00

**Modo 1 - Período 0.0663 s****Modo 2 - Período 0.0558 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Medicina

El primer modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 92.16%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 75.86% y 19.34% en el eje rotacional "Z".



Modo 3 - Período 0.0545 s

Figura 3 Tercer y cuarto modo de vibración del Pabellón de Medicina.

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación “Z” con un porcentaje de masa participante de 72.12%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Medicina)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.21	0.22	0.21	0.28

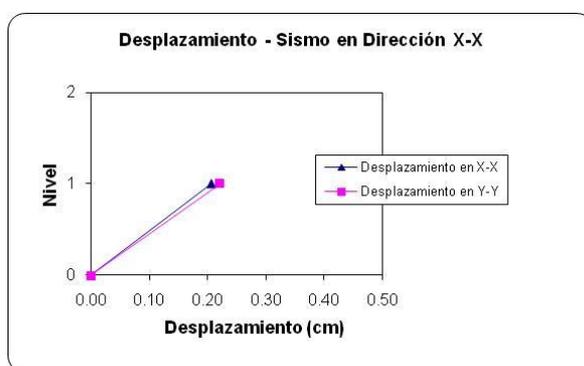


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

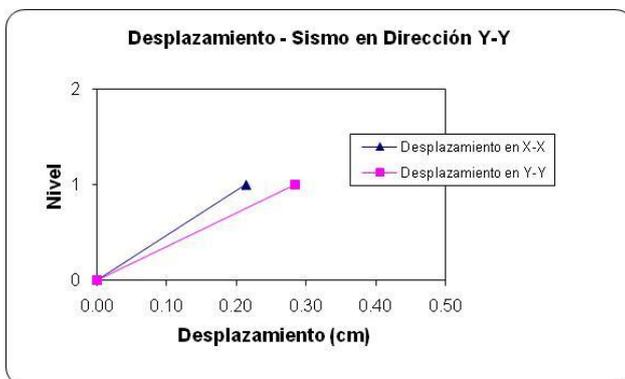


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Medicina)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0007	0.0008	0.0008	0.0010

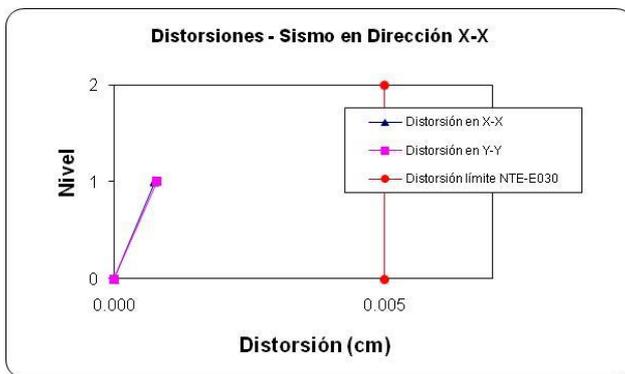


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

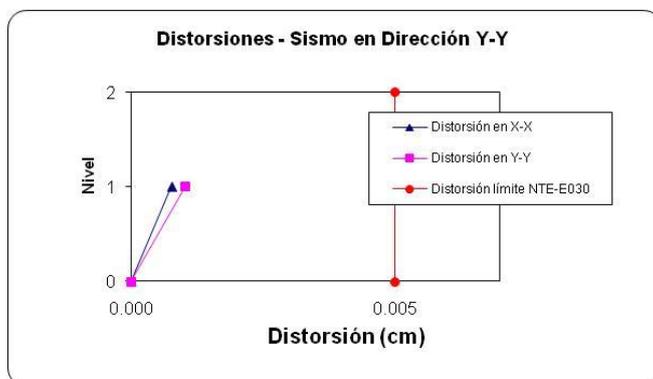
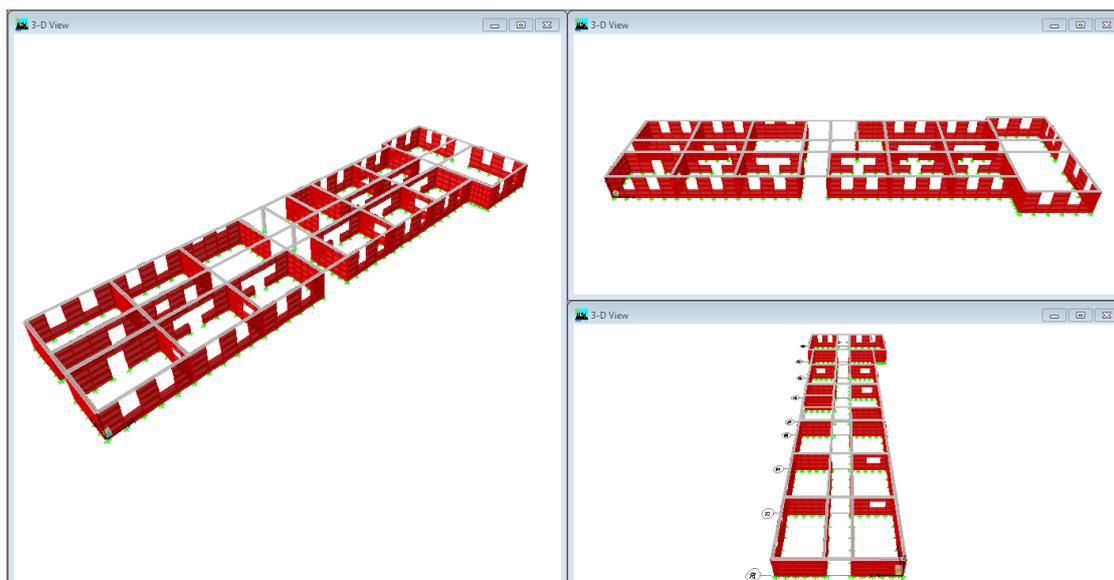


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE PEDIATRÍA



Vista en 3D

Vista en lateral

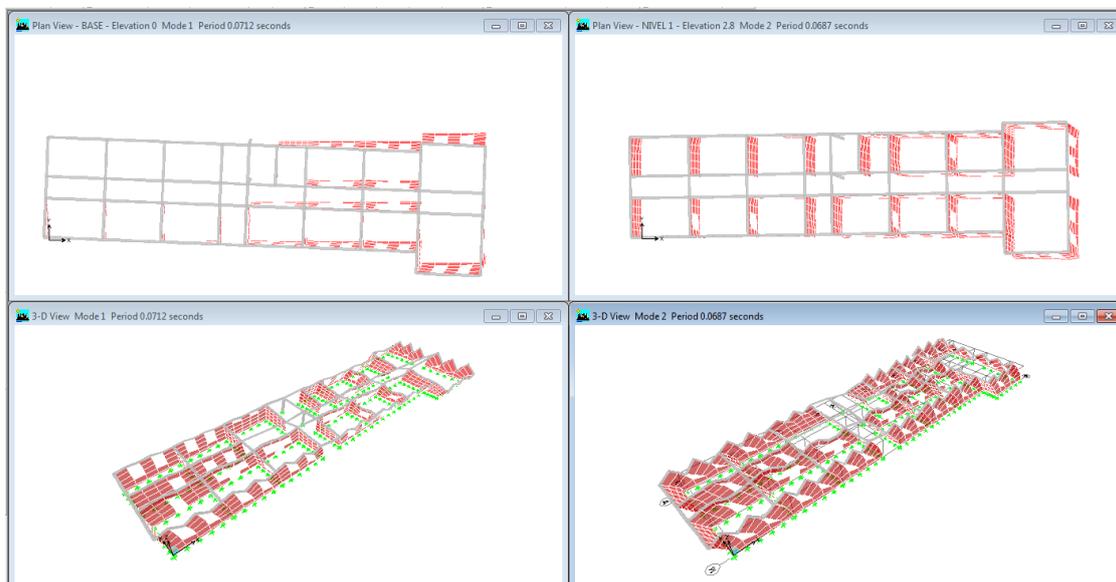
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Pediatría

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Pediatría

Modo N°	Periodo (s)
1	0.071
2	0.069
3	0.063

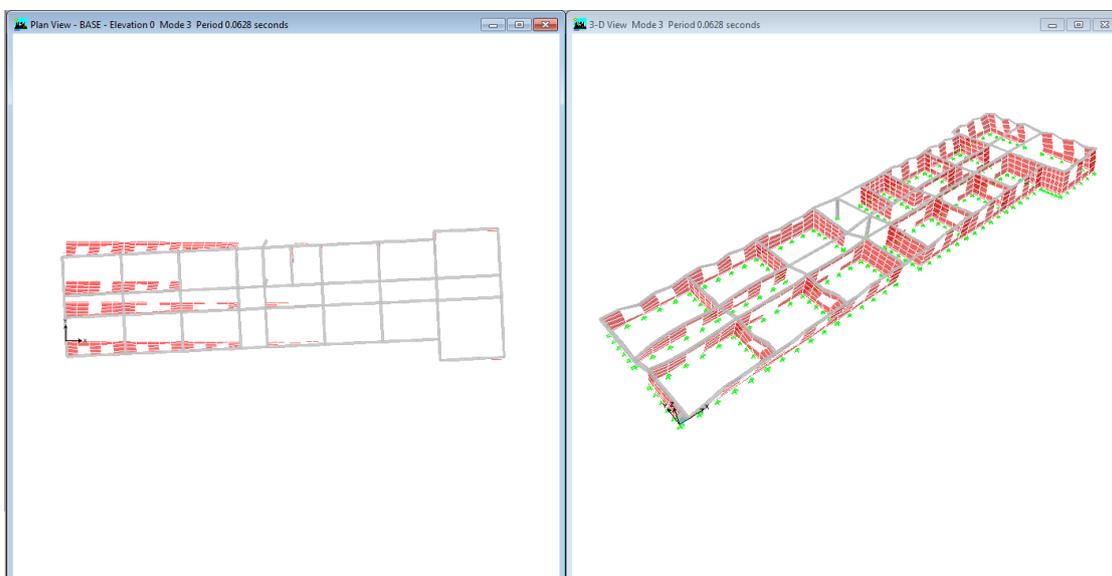
Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Pediatría)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	14.98	14.98	44.80	44.80	41.46	41.46
2	83.47	98.45	13.78	58.58	2.95	44.41
3	1.55	100.00	41.42	100.00	55.59	100.00

**Modo 1 - Período 0.0712 s****Modo 2 - Período 0.0687 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Pediatría

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 44.80%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 83.47% y 13.78% en el eje rotacional "Y".



Modo 3 - Período 0.0628 s

Figura 3 Tercer modo de vibración del Pabellón de Pediatría

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación “Z” con un porcentaje de masa participante de 55.59%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Pediatría)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.22	0.33	0.31	0.46

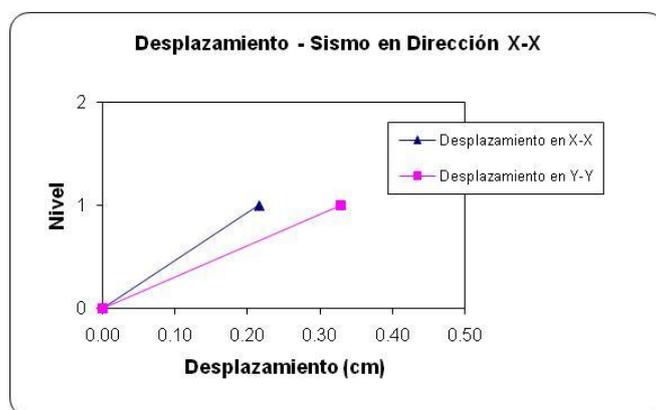


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

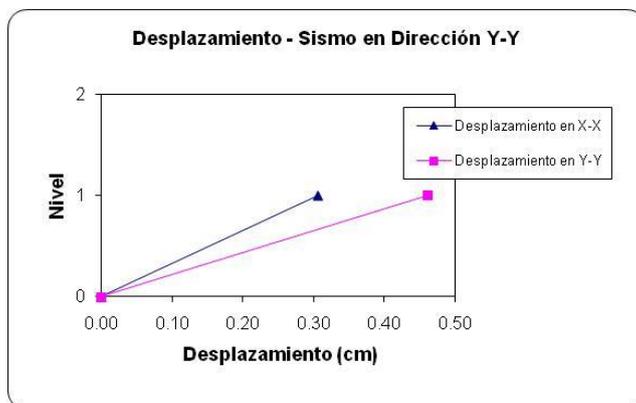


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Pediatría)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0008	0.0012	0.0011	0.0016

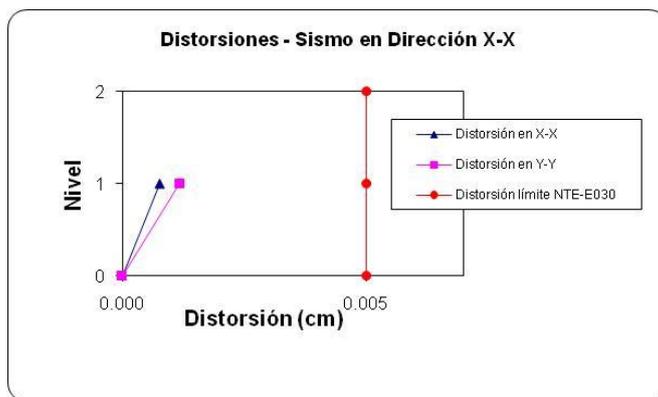


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

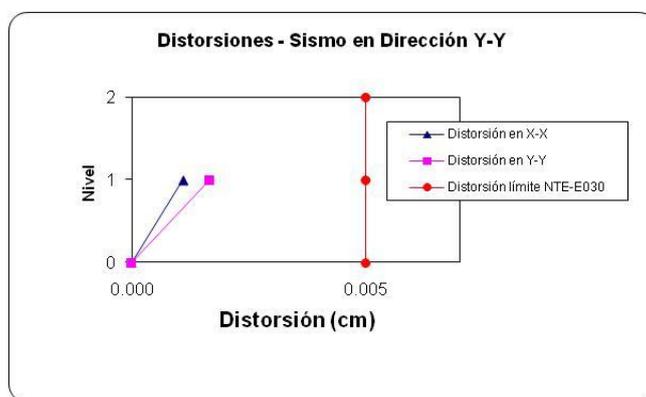
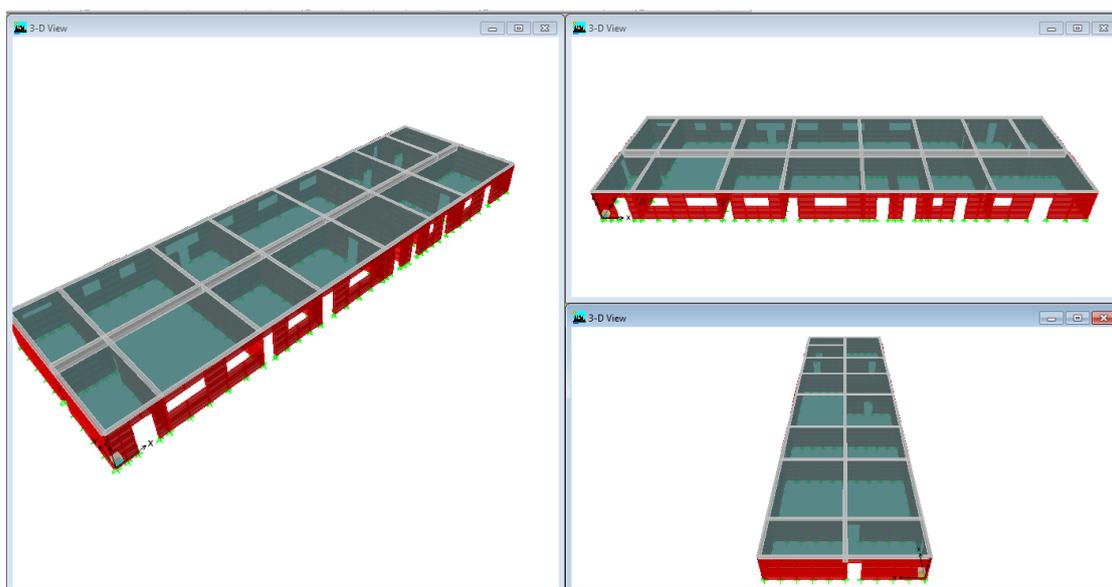


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

LABORATORIO



Vista en 3D

Vista en lateral

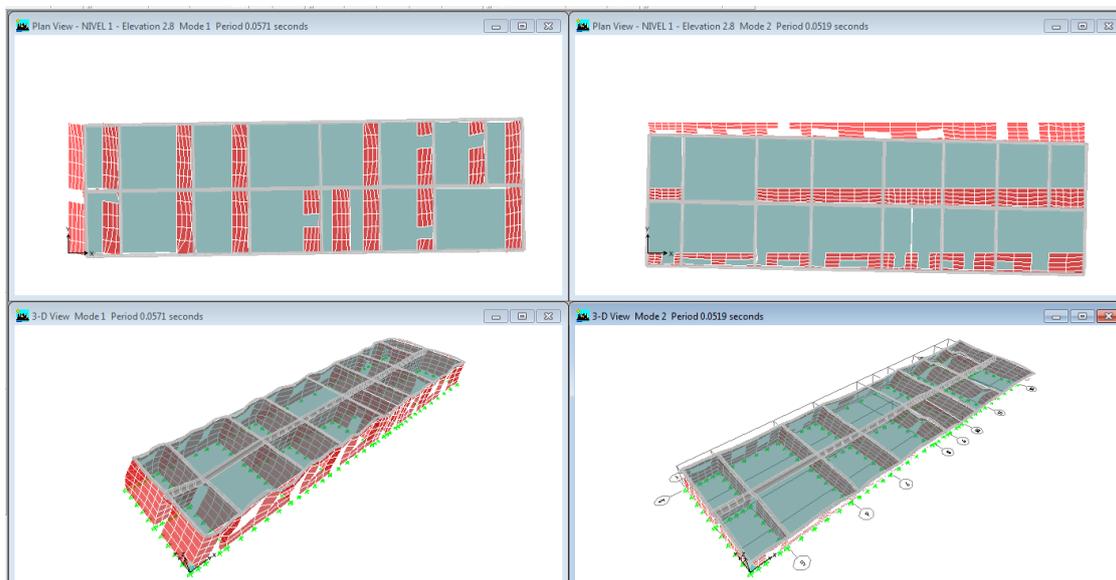
Figura 1 Modelo matemático del Laboratorio

Tabla 1. Periodos de Vibración Laboratorio

Modo N°	Periodo (s)
1	0.057
2	0.052
3	0.046

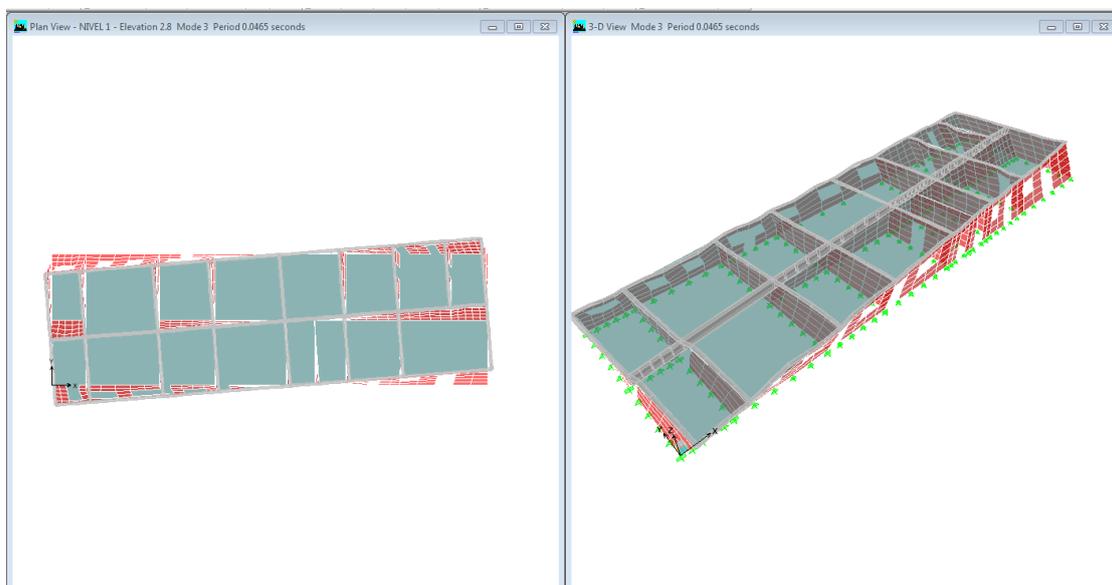
Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Laboratorio)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	98.59	98.59	0.00	0.00	1.44	1.44
2	0.03	98.62	97.22	97.22	2.62	4.06
3	1.38	100.00	2.78	100.00	95.94	100.00

**Modo 1 - Período 0.0571 s****Modo 2 - Período 0.0519 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Laboratorio

El primer modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 98.59%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 97.22%.



Modo 3 - Período 0.0465 s

Figura 3 Tercer modo de vibración del Laboratorio

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación “Z” con un porcentaje de masa participante de 95.94%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Laboratorio)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.15	0.15	0.16	0.18

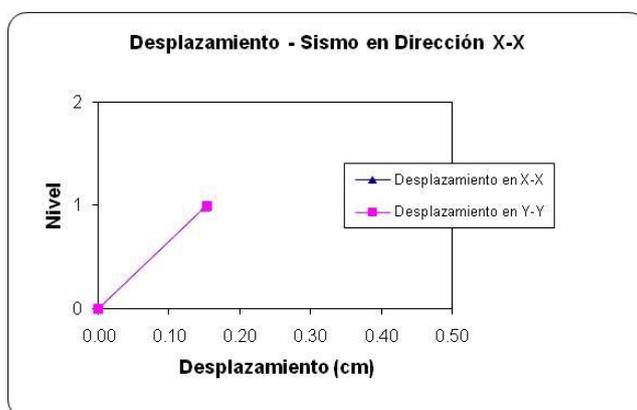


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

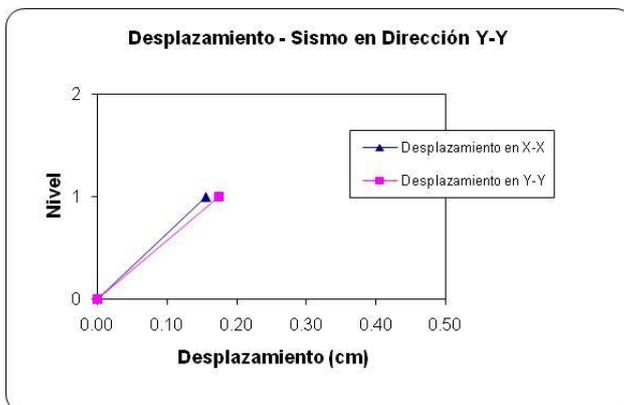


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Laboratorio)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006

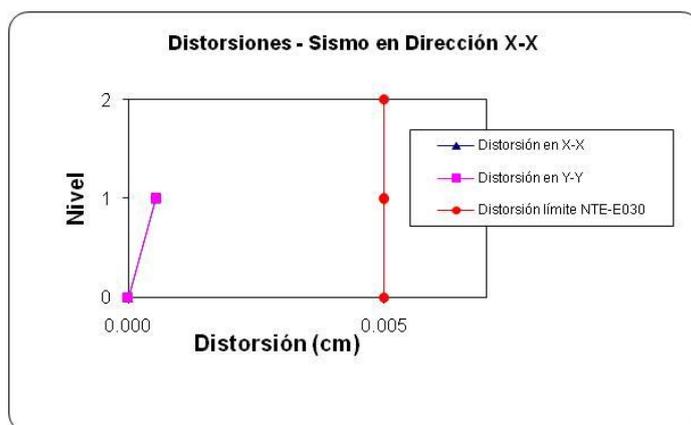


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

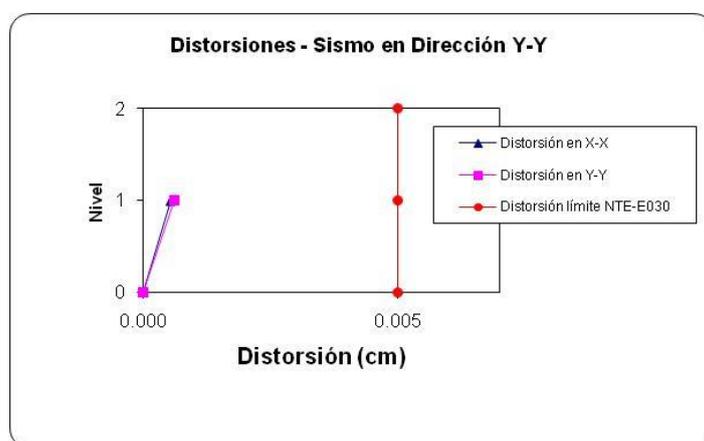
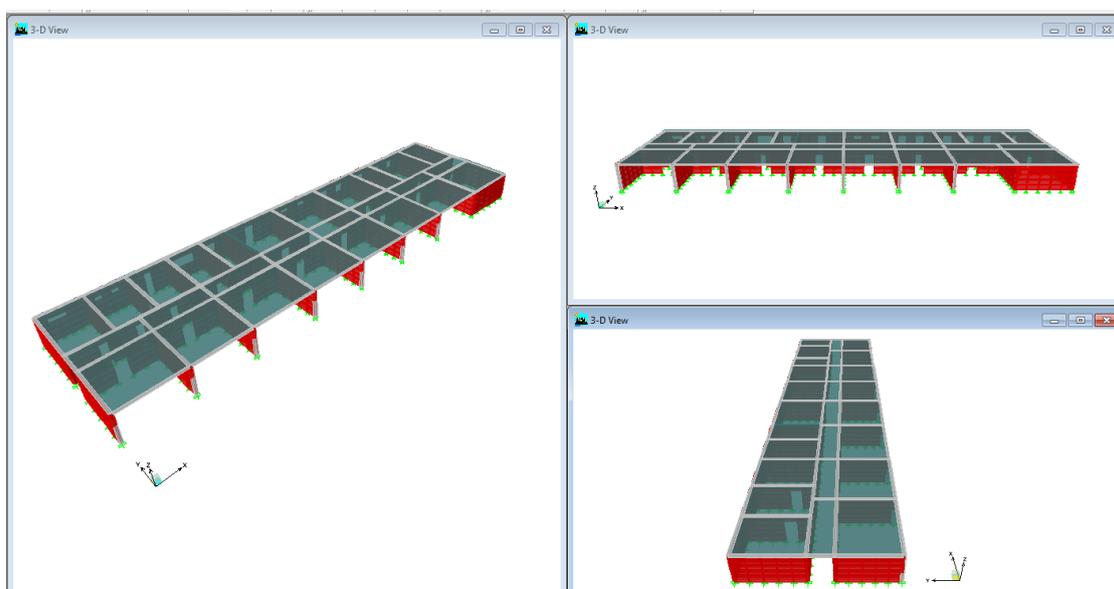


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE CIRUGÍA



Vista en 3D

Vista en lateral

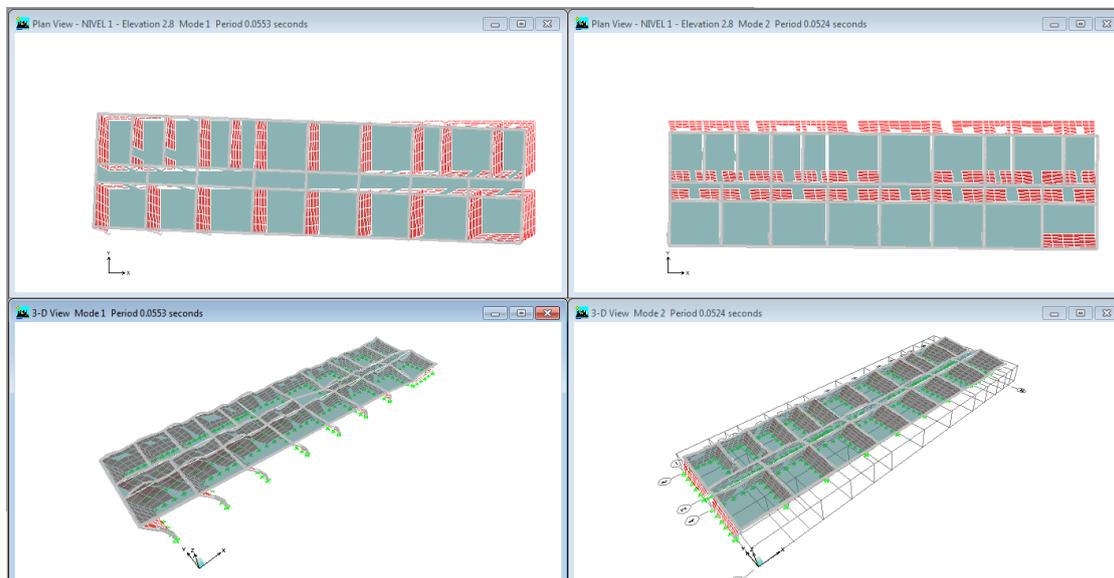
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Cirugía

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Cirugía

Modo N°	Periodo (s)
1	0.055
2	0.052
3	0.049

Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Cirugía)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	85.32	85.32	1.06	1.06	14.43	14.43
2	1.99	87.30	97.42	98.48	0.52	14.95
3	12.70	100.00	1.52	100.00	85.05	100.00



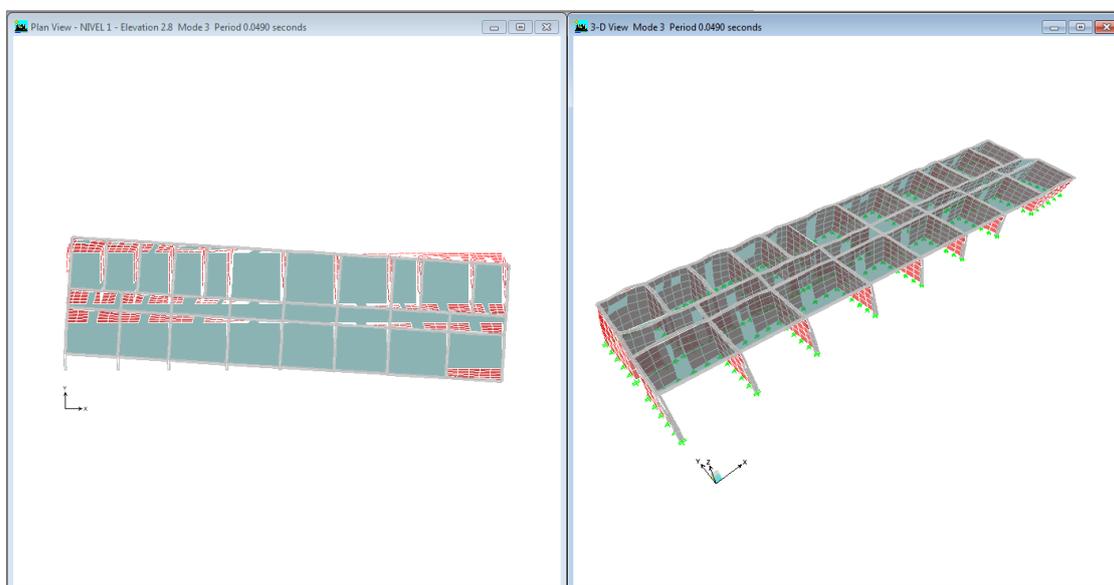
Modo 1 - Período 0.3323 s

Modo 2 - Período 0.1131 s

Figura 2 Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Cirujía

El primer modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 87.34%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 80.46% y 13.40% en el eje rotacional "Z".



Modo 3 - Período 0.1063 s

Figura 3 Tercer modo de vibración del Pabellón de Cirugía.

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación "X" con un porcentaje de masa participante de 12.52%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Cirugía)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.14	0.17	0.14	0.23

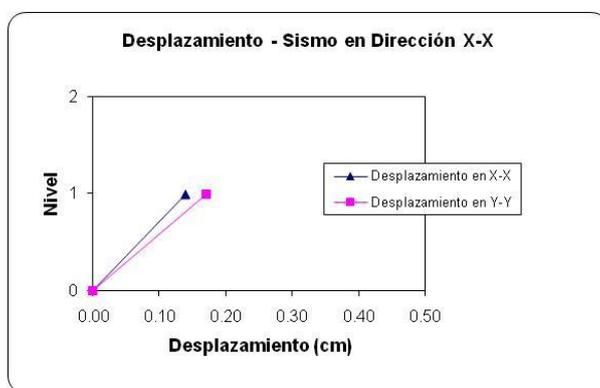


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

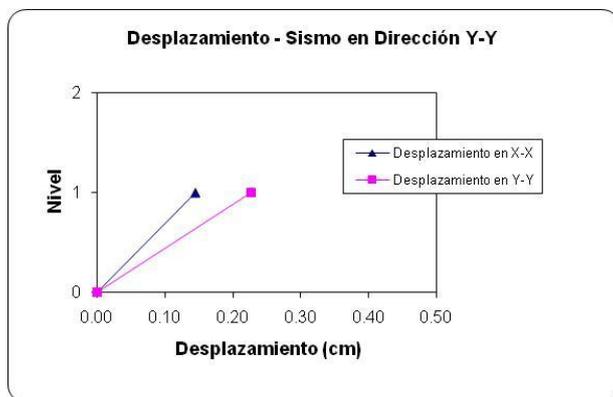


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Cirugía)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0005	0.0006	0.0005	0.0008

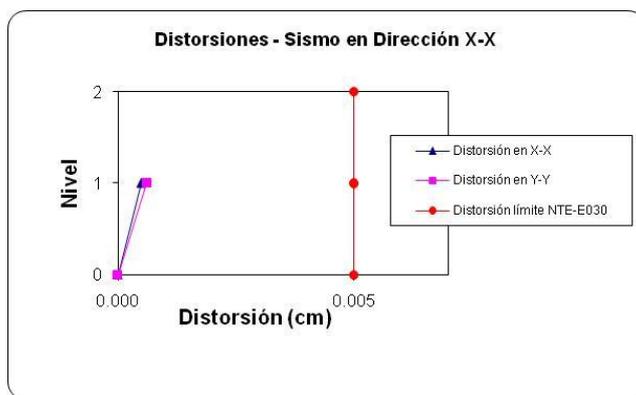


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

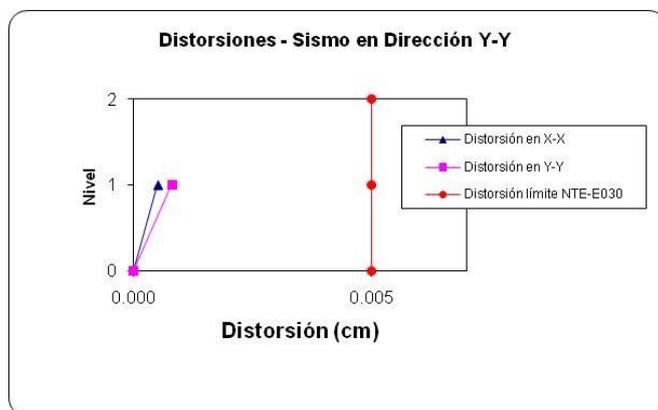
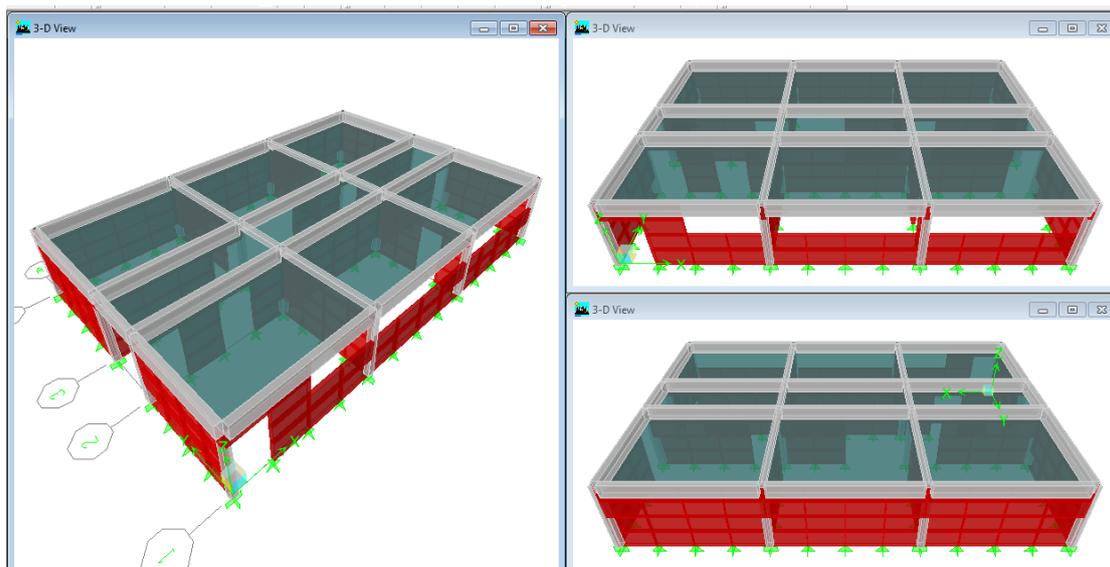


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE GINECOLOGIA 1



Vista en 3D

Vista en lateral

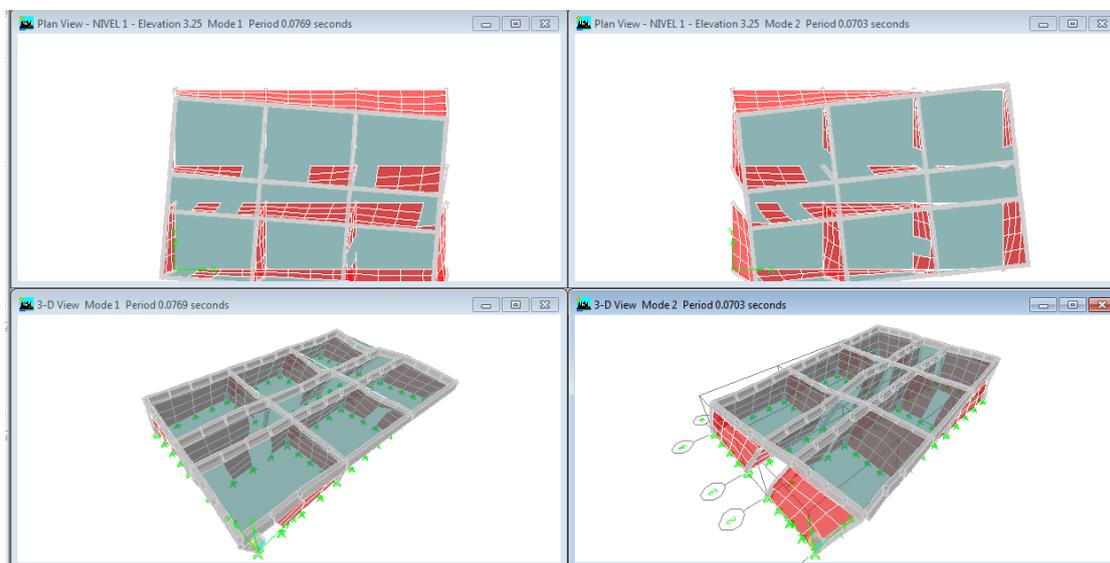
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Ginecología 1

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Ginecología 1

Modo N°	Periodo (s)
1	0.077
2	0.070
3	0.055

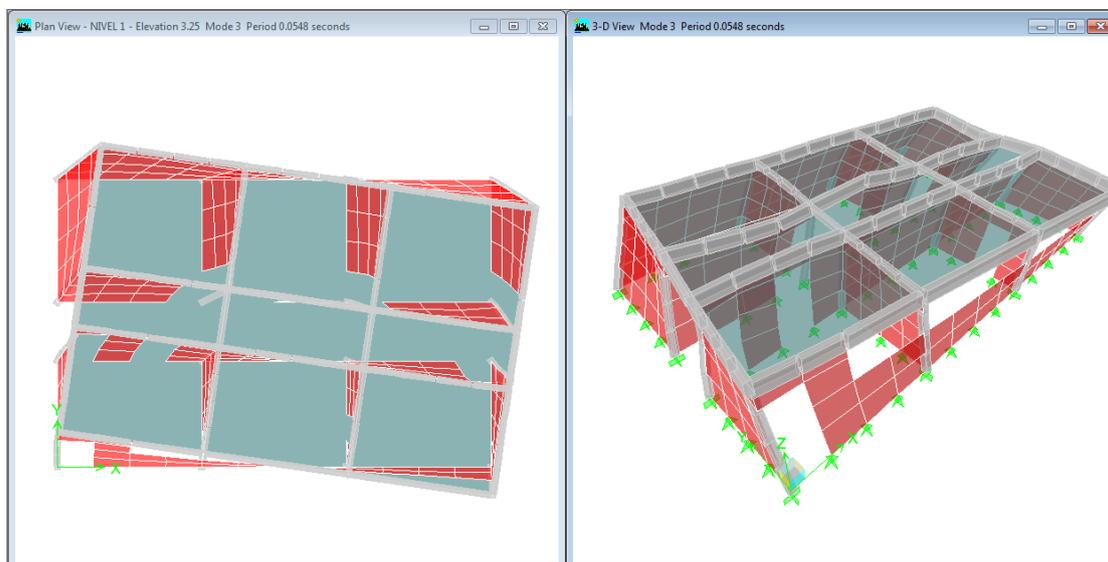
Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Ginecología 1)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	9.47	9.47	75.01	75.01	15.23	15.23
2	44.50	53.97	24.17	99.18	31.31	46.54
3	46.03	100.00	0.82	100.00	53.46	100.00

**Modo 1 - Período 0.0769 s****Modo 2 - Período 0.0703 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Ginecología 1

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 87.34% y 15.23 en el eje rotacional "Z".

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 44.50% y 24.17% en el eje rotacional "Y".



Modo 3 - Período 0.0548s

Figura 3 Tercer modo de vibración del Pabellón de Ginecología 1

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación “Z” con un porcentaje de masa participante de 53.46%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Ginecología 1)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.26	0.34	0.35	0.41

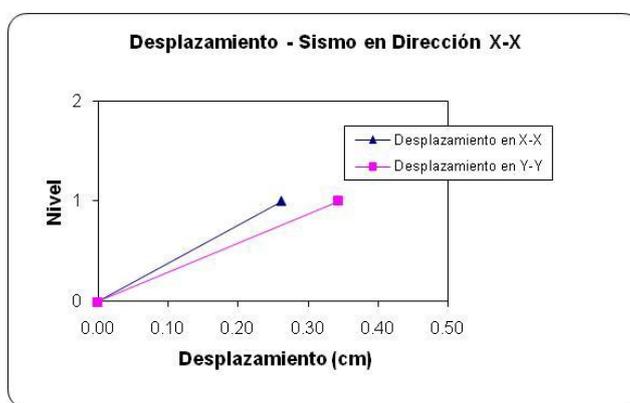


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

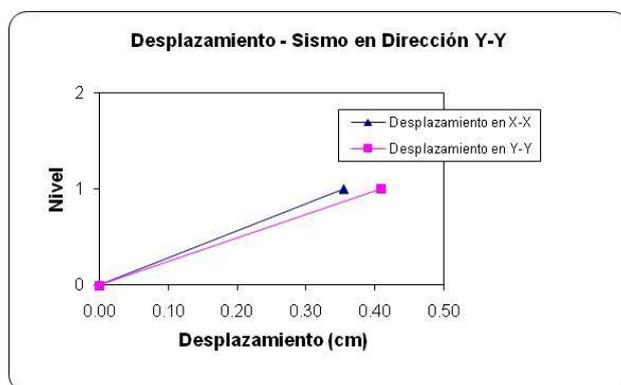


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Ginecología 1)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0008	0.0011	0.0011	0.0013

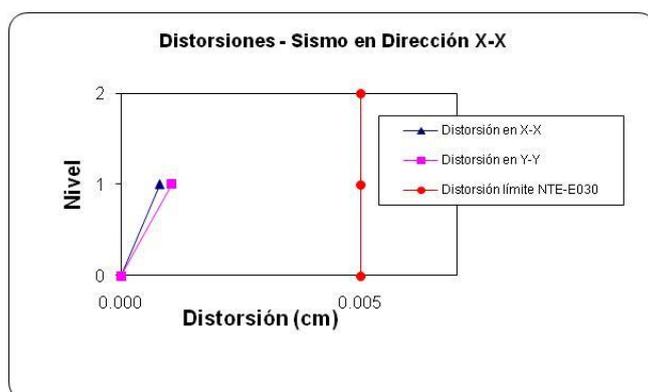


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

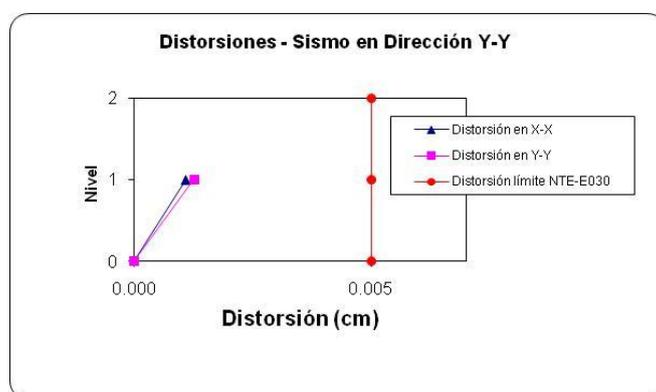
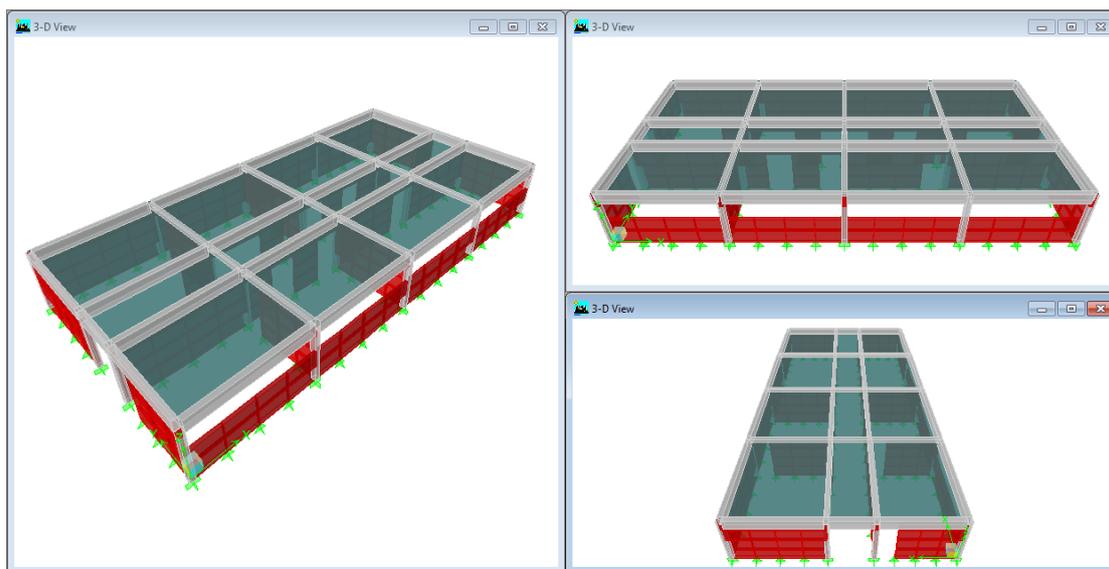


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE GINECOLOGÍA 2



Vista en 3D

Vista en lateral

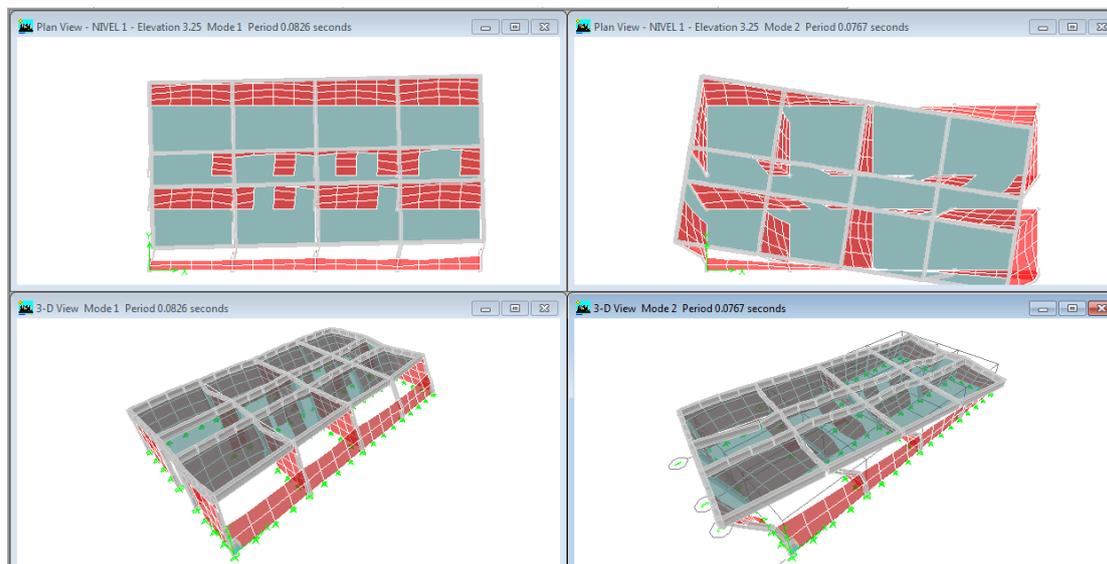
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Ginecología 2

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Ginecología 2

Modo N°	Periodo (s)
1	0.083
2	0.077
3	0.058

Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Ginecología 2)

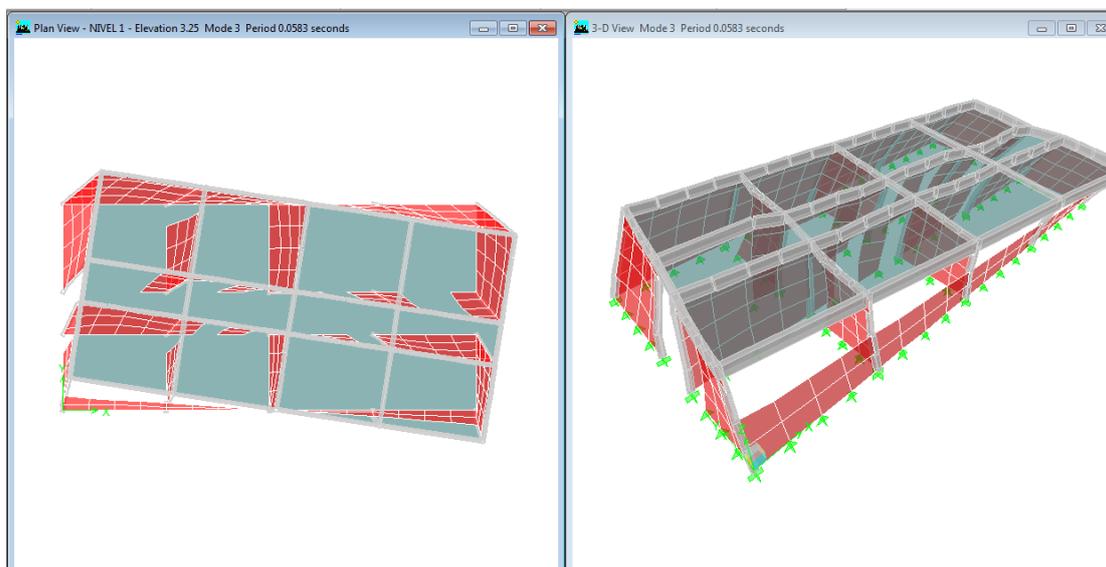
Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	0.37	0.37	98.69	98.69	0.95	0.95
2	48.56	48.93	1.25	99.94	49.58	50.52
3	51.07	100.00	0.06	100.00	49.48	100.00

**Modo 1 - Período 0.0826 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Ginecología 2

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 98.69%. Nótese el desplazamiento en el eje Y.

Modo 2 - Período 00767 s

El segundo modo de vibración es ligeramente predominante en la dirección Z-Z con un porcentaje de masa participante de 49.58% y 48.56% en el eje rotacional "X".



Modo 3 - Período 0.10583 s

Figura 3 Tercer modo de vibración del Pabellón de Ginecología 2

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación "X" con un porcentaje de masa participante de 51.07% y 49.58% en el eje rotacional "Z".

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Ginecología 2)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.23	0.39	0.26	0.47

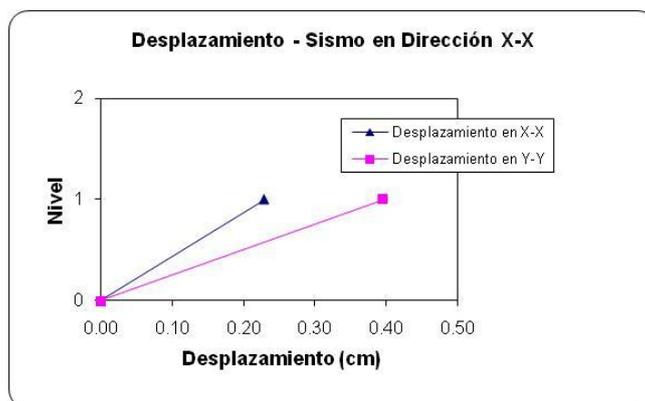


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X



Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Ginecología 2)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0007	0.0012	0.0008	0.0014

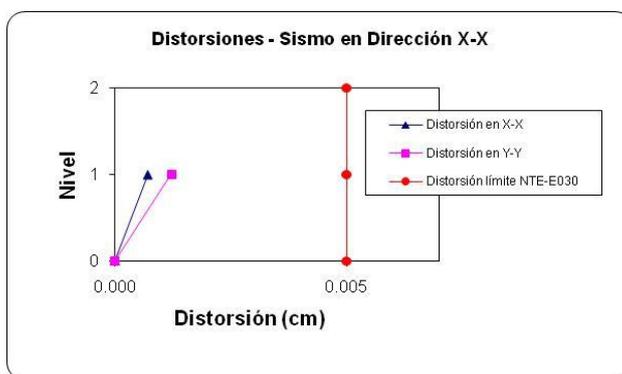


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

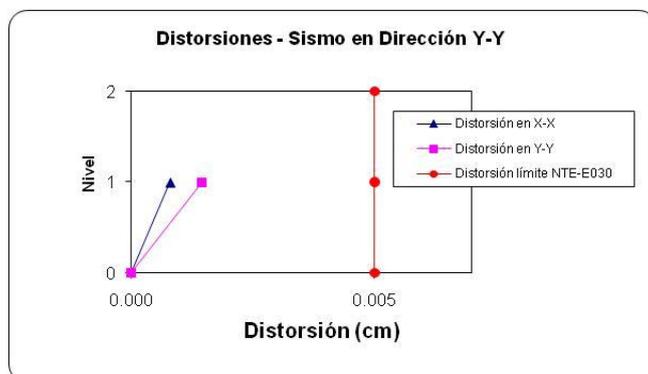
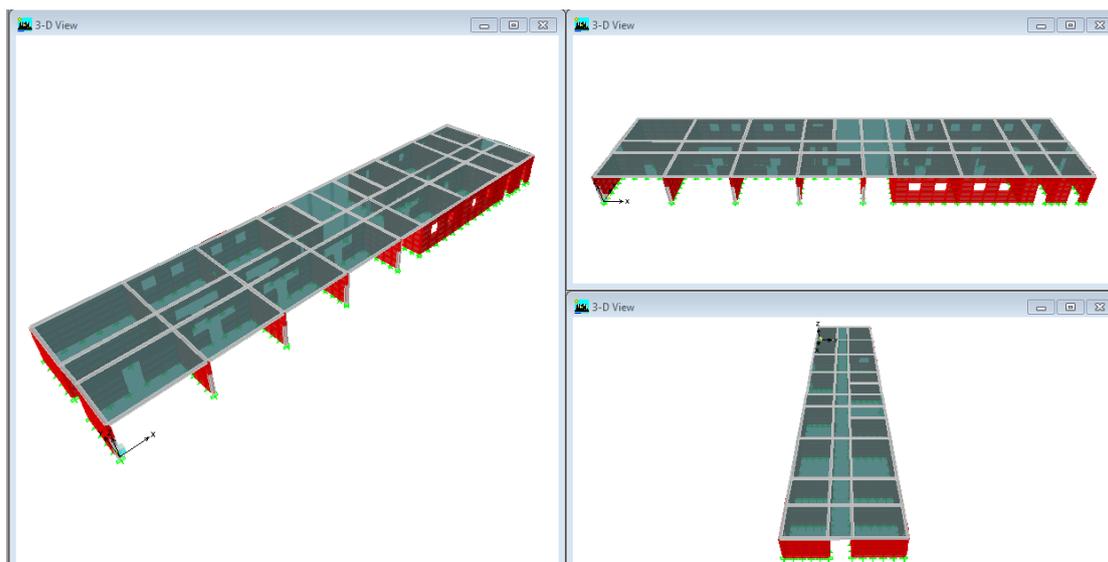


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE GINECOLOGÍA 3



Vista en 3D

Vista en lateral

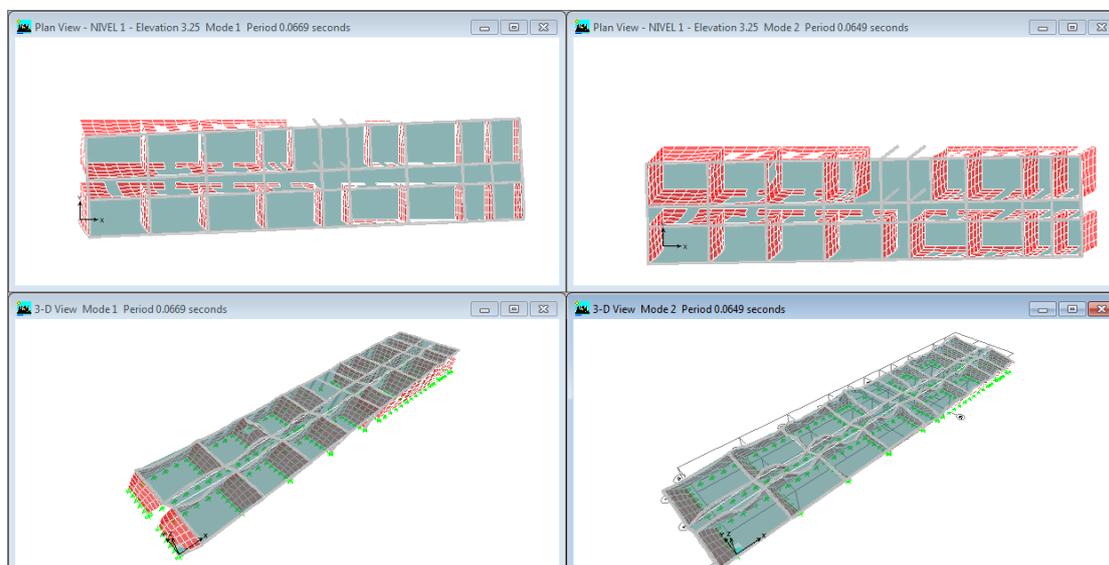
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Ginecología 3

Tabla 1. Periodos de Vibración Pabellón de Ginecología 3

Modo N°	Periodo (s)
1	0.067
2	0.065
3	0.058

Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Ginecología 3)

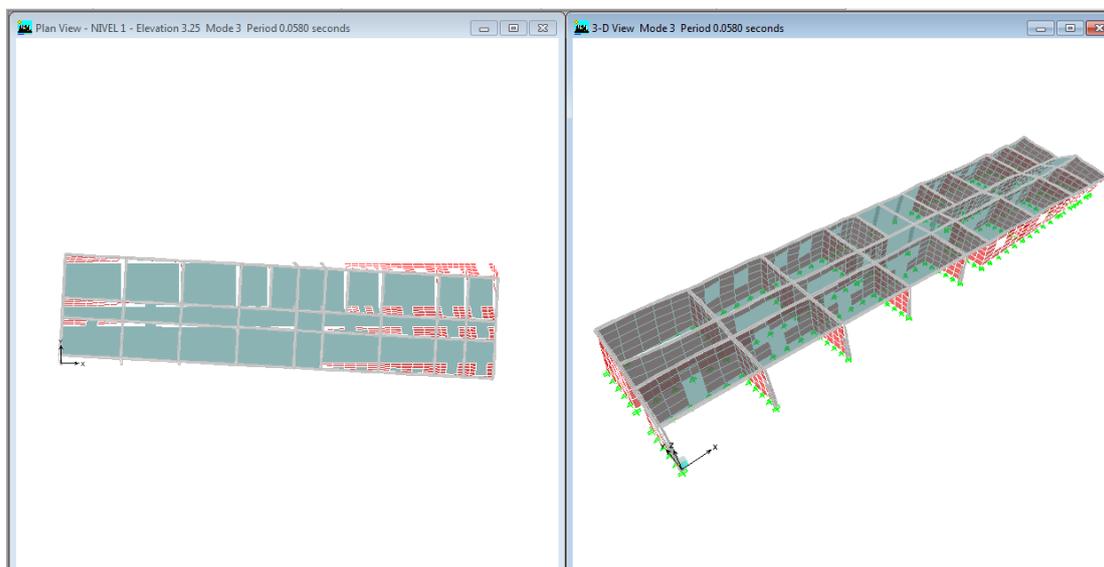
Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	38.51	38.51	40.84	40.84	21.65	21.65
2	56.32	94.83	42.51	83.35	1.25	22.89
3	5.17	100.00	16.65	100.00	77.11	100.00

**Modo 1 - Período 0.0669 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Ginecología 3

El primer modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 40.84%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

Modo 2 - Período 0.0649 s

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 56.32% y 42.51% en el eje rotacional "Y".



Modo 3 - Período 0.0580 s

Figura 3 Tercer modo de vibración del Pabellón de Ginecología 3

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación "Z" con un porcentaje de masa participante de 77.11%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Ginecología 3)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
1	0.17	0.26	0.24	0.41

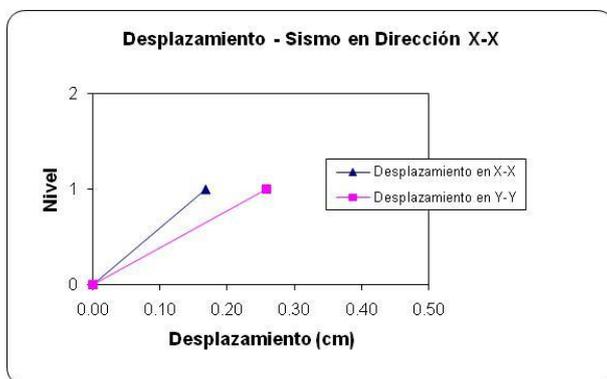


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

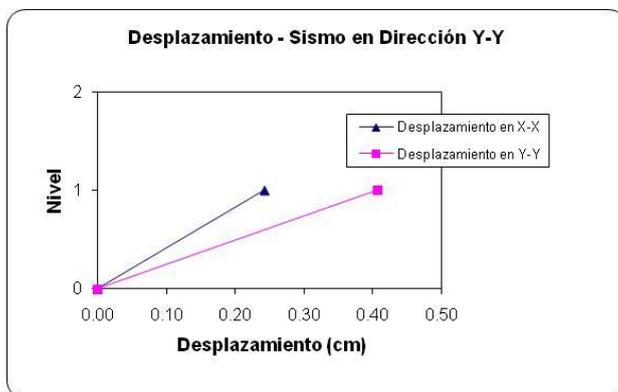


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Ginecología 3)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0006	0.0009	0.0009	0.0015

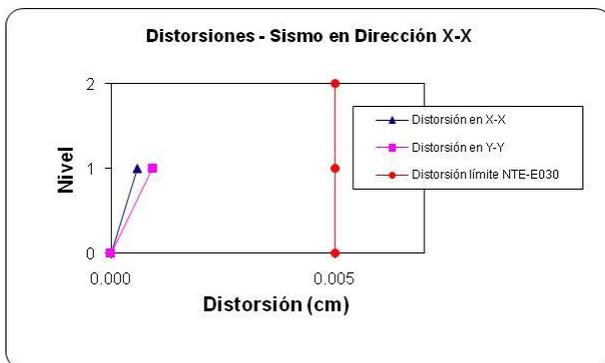


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

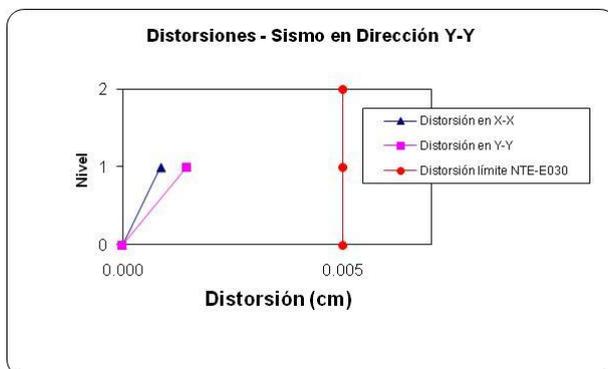
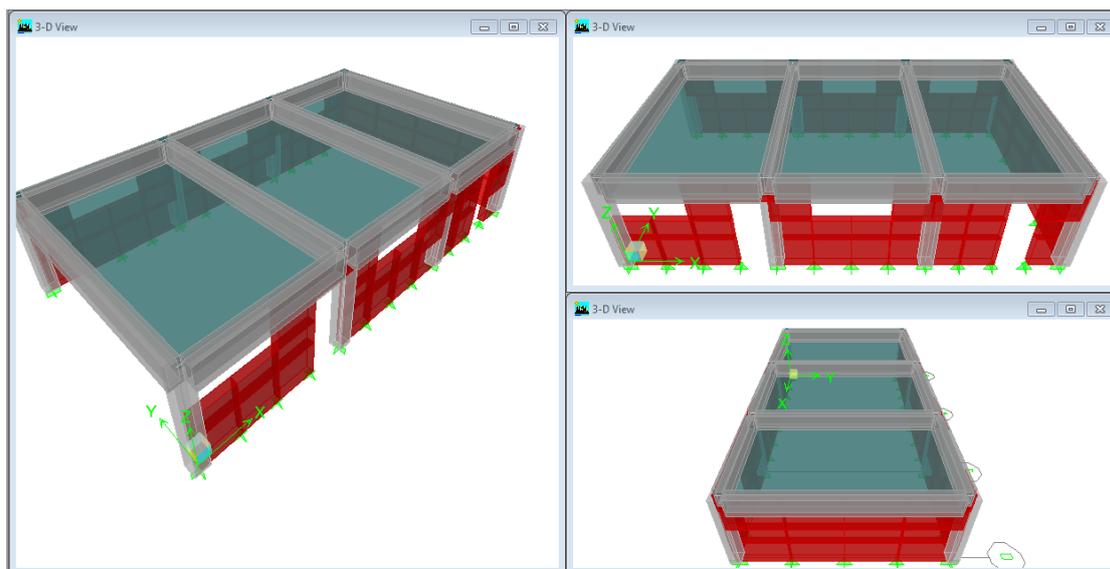


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

CASA DE FUERZA



Vista en 3D

Vista en lateral

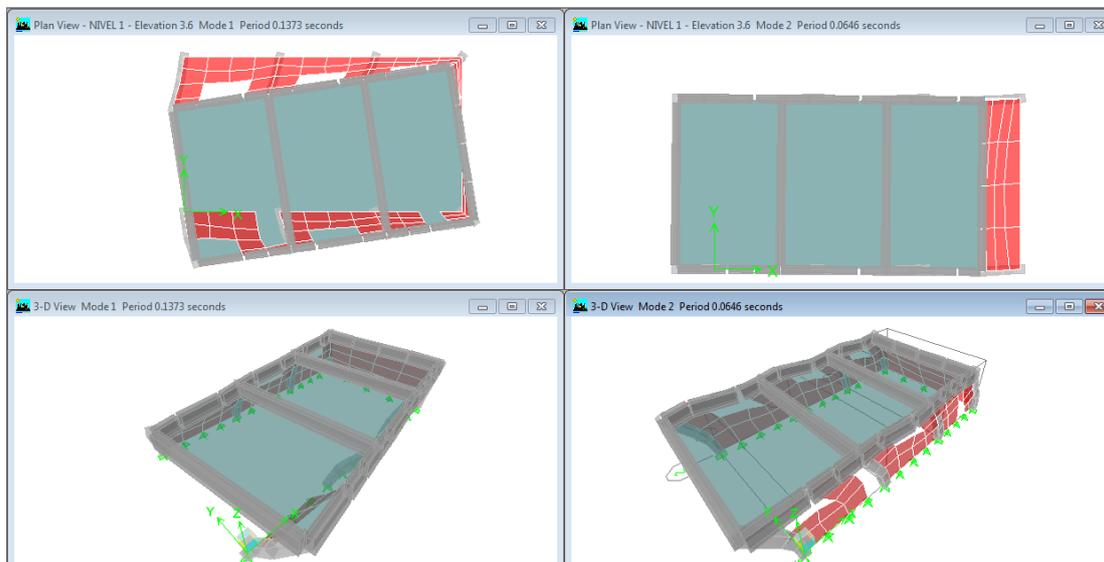
Figura 1 Modelo matemático de la Casa de Fuerza

Tabla 1. Periodos de Vibración de la Casa de Fuerza

Modo N°	Periodo (s)
1	0.137
2	0.065
3	0.055

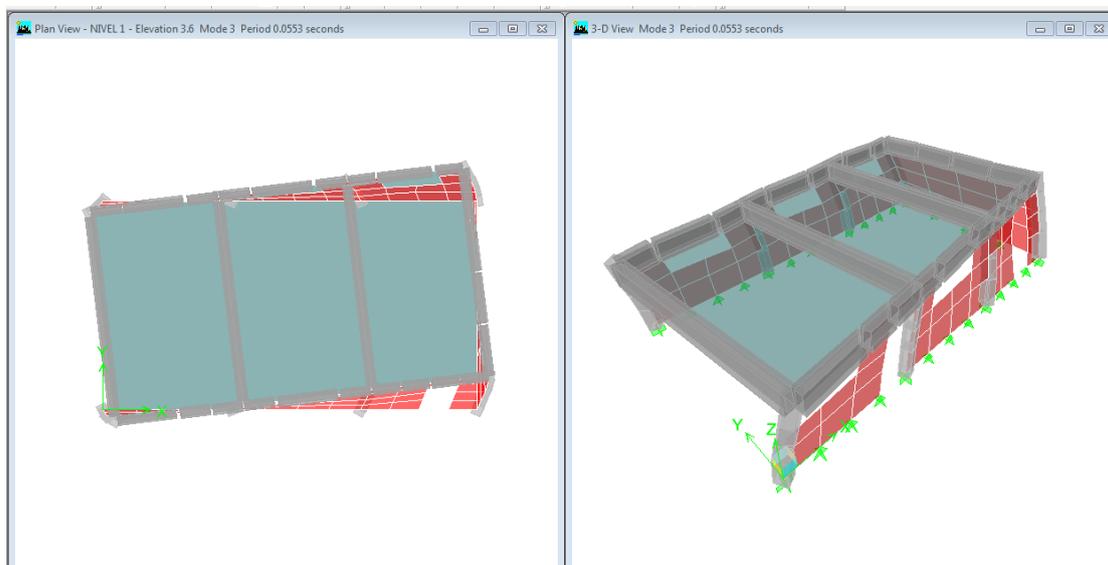
Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Casa de Fuerza)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	0.01	0.01	71.02	71.02	31.81	31.81
2	99.81	99.83	0.11	71.12	0.13	31.93
3	0.17	100.00	28.88	100.00	68.07	100.00

**Modo 1 - Período 0.1373 s****Modo 2 - Período 0.0646 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración de la Casa de Fuerza

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 71.02% y 31.81% en el eje rotacional Z.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 99.81%. Nótese el desplazamiento en el eje X.



Modo 3 - Período 0.0553 s

Figura 3 Tercer modo de vibración de la Casa de Fuerza

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación “Z” con un porcentaje de masa participante de 68.07%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Casa de Fuerza)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.30	1.22	0.34	1.26

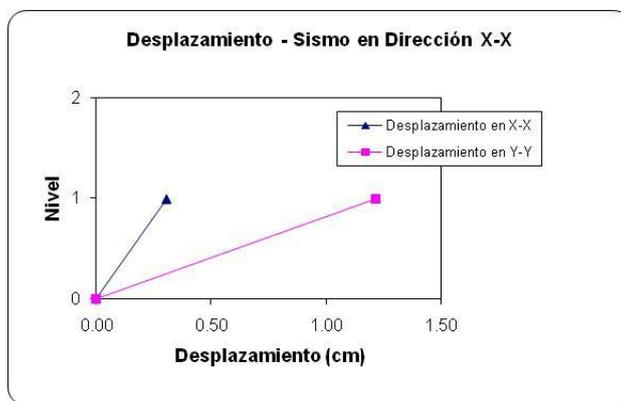


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

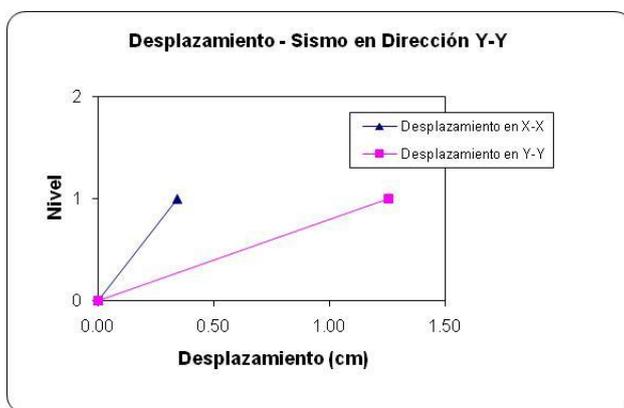


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Casa de Fuerza)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0008	0.0034	0.0011	0.0035

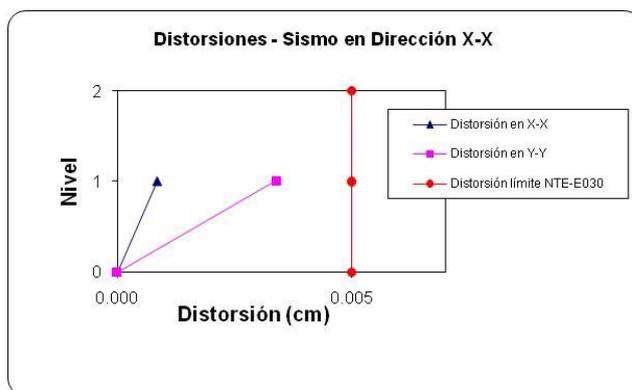


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

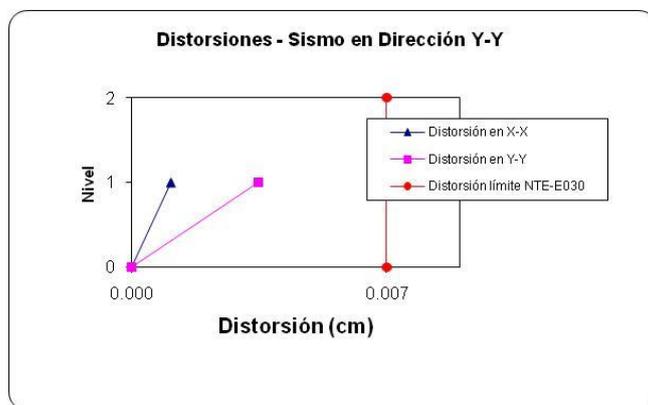
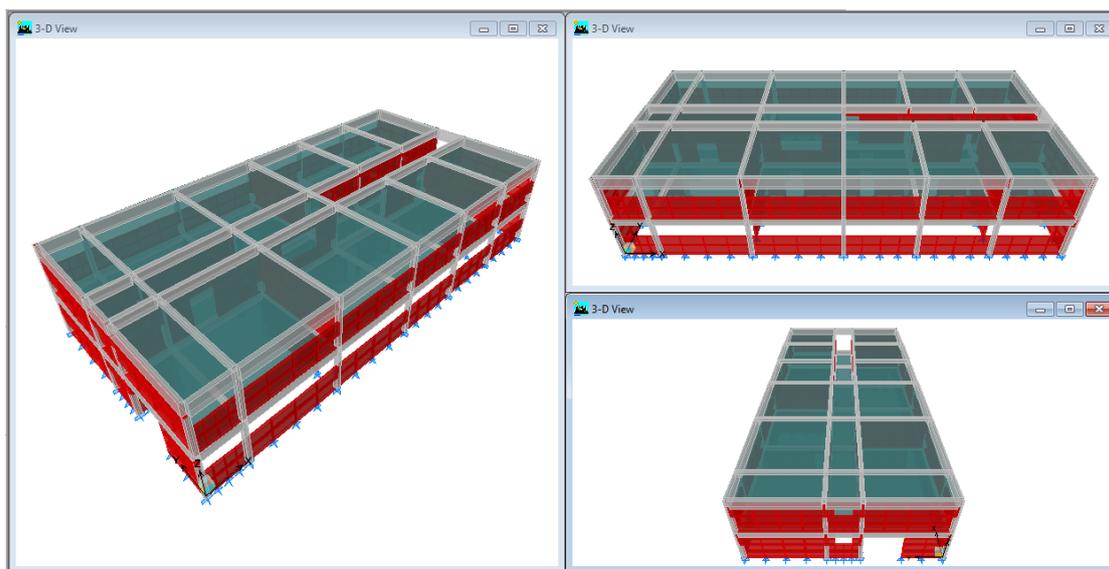


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE EMERGENCIA 1



Vista en 3D

Vista en lateral

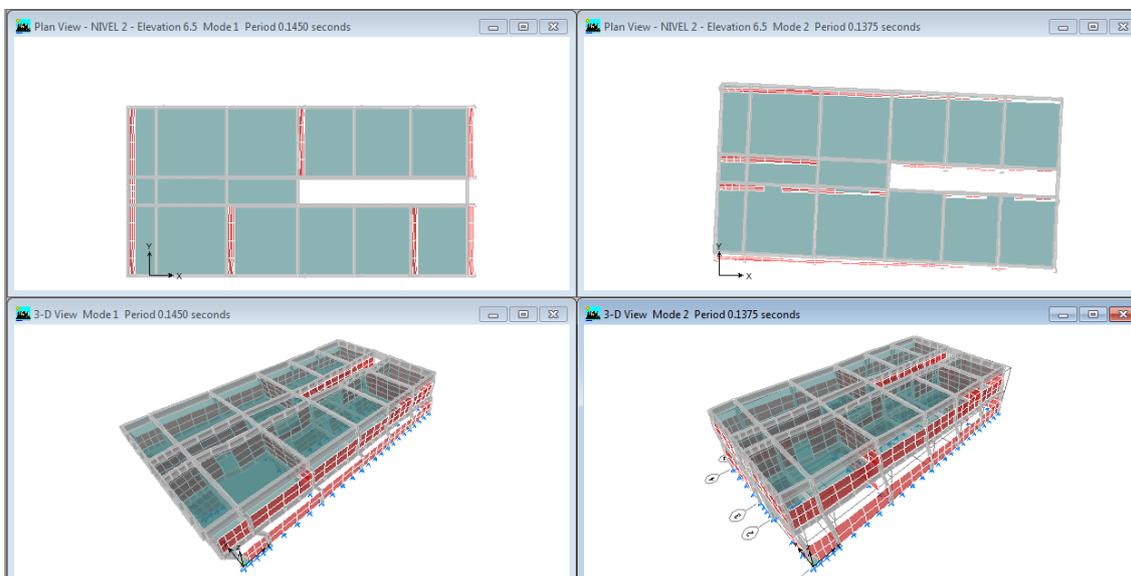
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Emergencia 1

Tabla 1. Periodos de Vibración del Pabellón de Emergencia 1

Modo N°	Periodo (s)
1	0.145
2	0.138
3	0.118
4	0.058
5	0.055
6	0.047

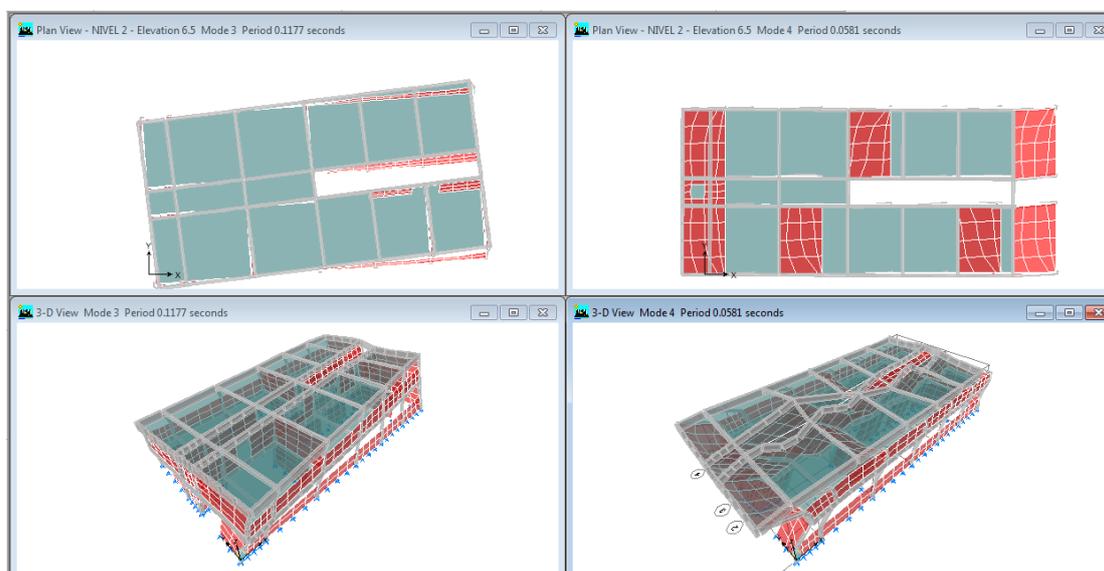
Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Emergencia 1)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	95.92	95.92	0.08	0.08	0.00	0.00
2	0.07	95.99	81.75	81.82	13.91	13.91
3	0.01	96.00	11.79	93.61	80.86	94.77
4	3.99	99.98	0.03	93.64	0.01	94.78
5	0.02	100.00	6.17	99.81	0.13	94.91
6	0.00	100.00	0.19	100.00	5.09	100.00

**Modo 1 - Período 0.1450 s****Modo 2 - Período 0.1375 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Emergencia 1

El primer modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 95.92%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 81.95% y 13.91% en el eje rotacional "Z".



Modo 3 - Período 0.1177s

Modo 4 - Período 0.0581 s

Figura 3 Tercer y cuarto modo de vibración del Pabellón de Emergencia 1

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Z-Z con un porcentaje de masa participante de 80.86% y 11.79% en el eje rotacional Y.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 3.99%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Emergencia 1)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2	1.18	1.37	1.33	1.71
1	0.78	0.91	0.85	1.10

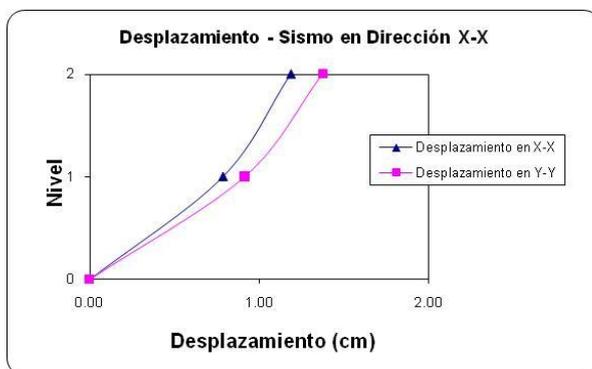


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

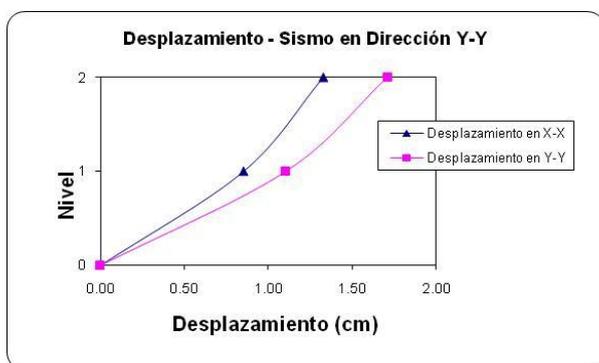


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Emergencia 1)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2	0.0012	0.0014	0.0015	0.0019
1	0.0024	0.0028	0.0026	0.0034

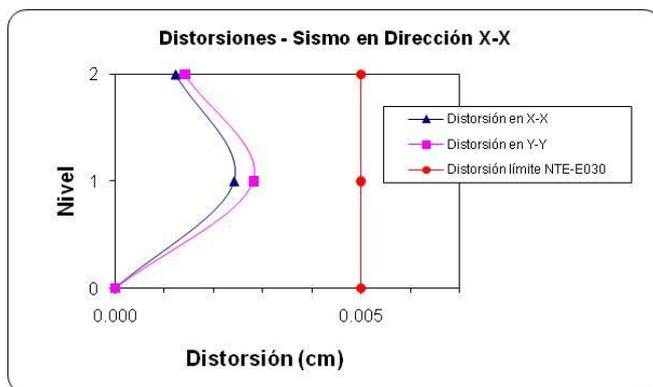


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

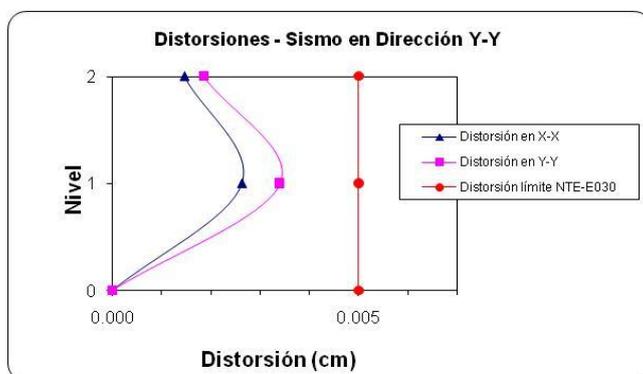
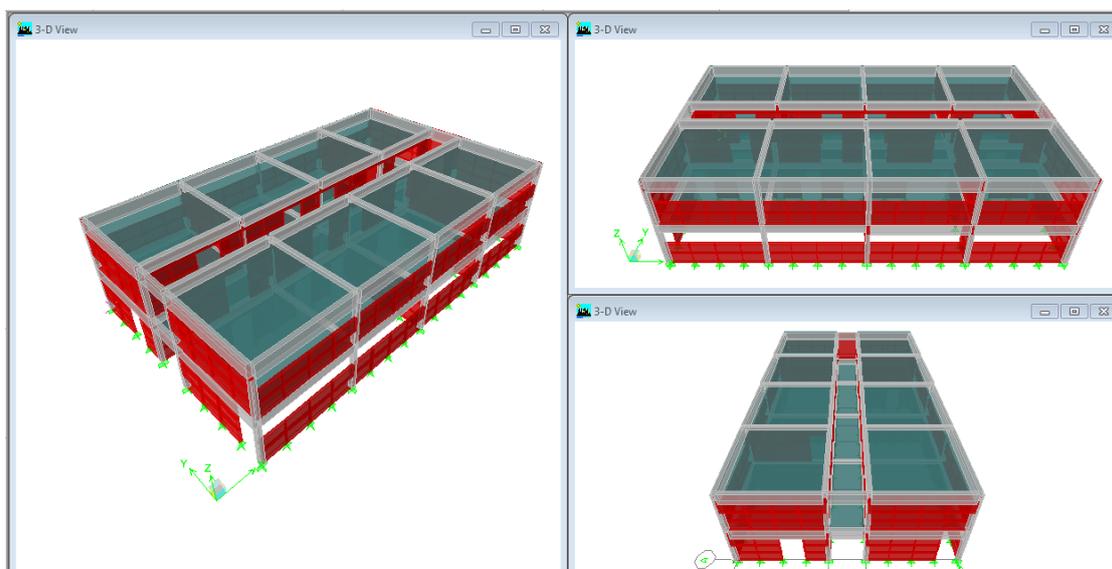


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE EMERGENCIA 2



Vista en 3D

Vista en lateral

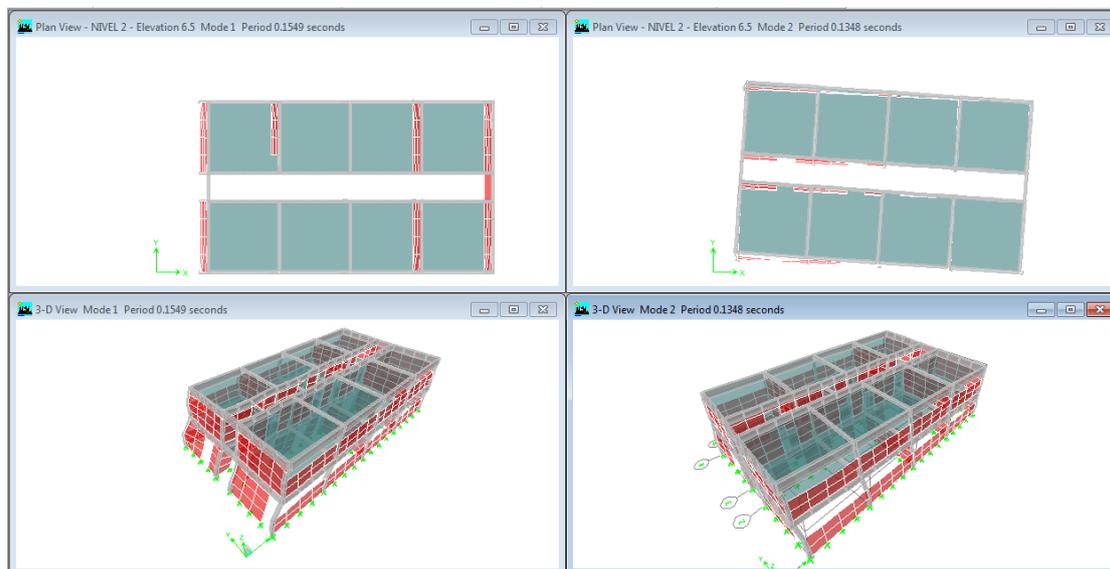
Figura 1 Modelo matemático del Pabellón de Emergencia 2

Tabla 1. Periodos de Vibración del Pabellón de Emergencia 2

Modo N°	Periodo (s)
1	0.155
2	0.135
3	0.120
4	0.063
5	0.055
6	0.045

Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Pabellón de Emergencia 2)

Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	95.83	95.83	0.01	0.01	0.00	0.00
2	0.01	95.84	54.23	54.24	40.55	40.55
3	0.00	95.84	40.57	94.80	56.04	96.58
4	4.16	100.00	0.00	94.81	0.00	96.58
5	0.00	100.00	4.39	99.19	1.21	97.80
6	0.00	100.00	0.81	100.00	2.20	100.00



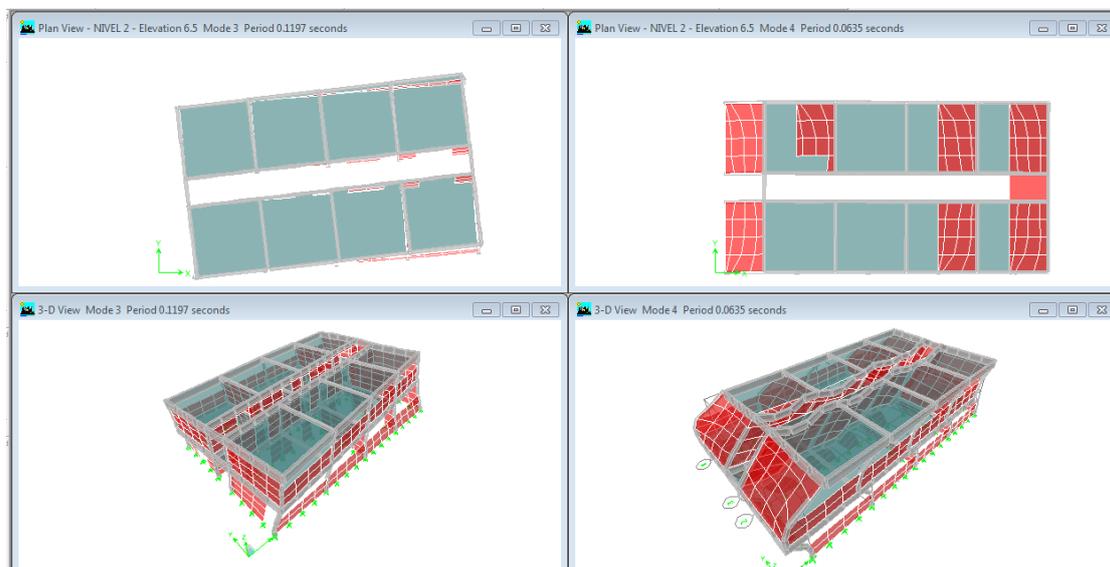
Modo 1 - Período 0.1549 s

Figura 2 Primer y segundo modo de vibración del Pabellón de Emergencia 2

El primer modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 95.83%. Nótese el desplazamiento en el eje X.

Modo 2 - Período 0.1348 s

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 54.23% y 40.55% en el eje rotacional "Z".



Modo 3 - Período 0.1197s

Modo 4 - Período 0.0635 s

Figura 3 Tercer y cuarto modo de vibración del Pabellón de Emergencia 2

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Z-Z con un porcentaje de masa participante de 56.04% y 40.57% en el eje rotacional Y.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con un porcentaje de masa participante de 4.16%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Pabellón de Emergencia 2)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2	1.41	1.25	1.61	1.53
1	0.93	0.78	1.03	0.95

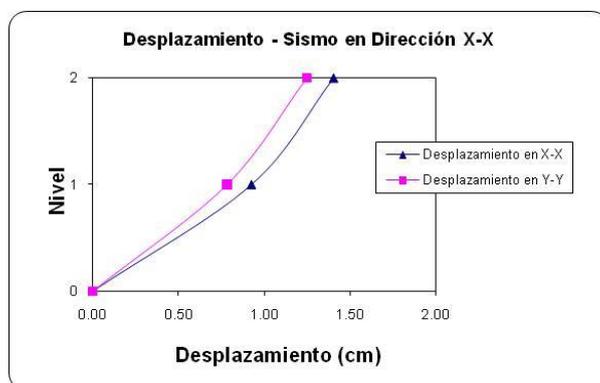


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X

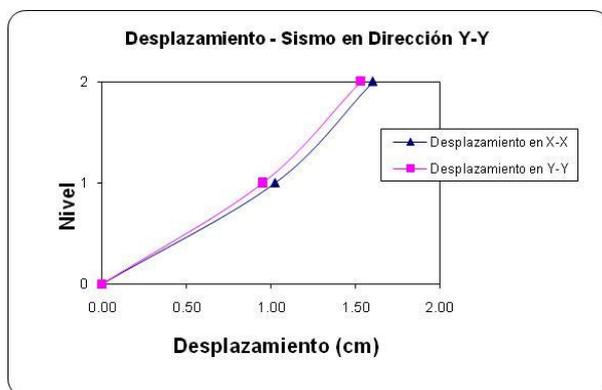


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y

Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Pabellón de Emergencia 2)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2	0.0015	0.0014	0.0018	0.0018
1	0.0029	0.0024	0.0032	0.0029

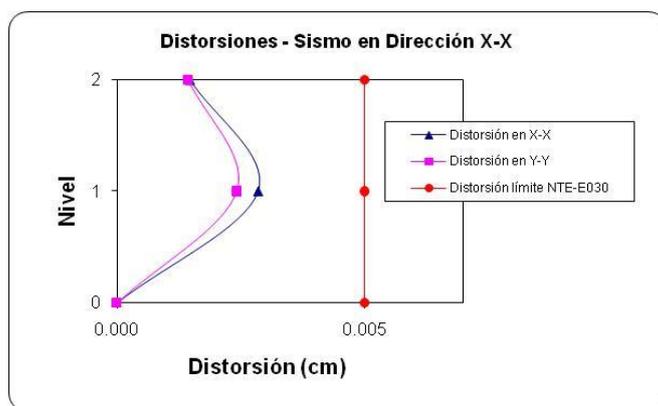


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

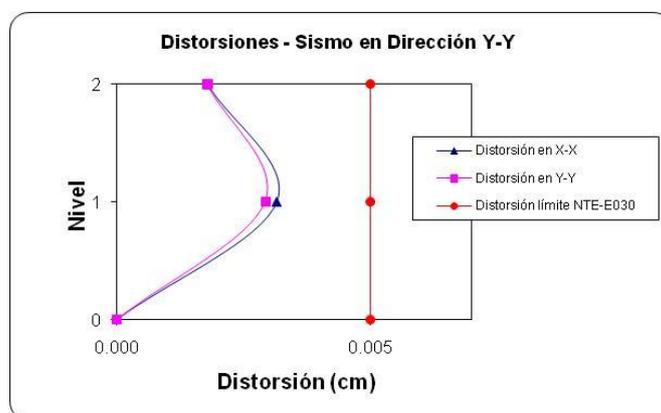
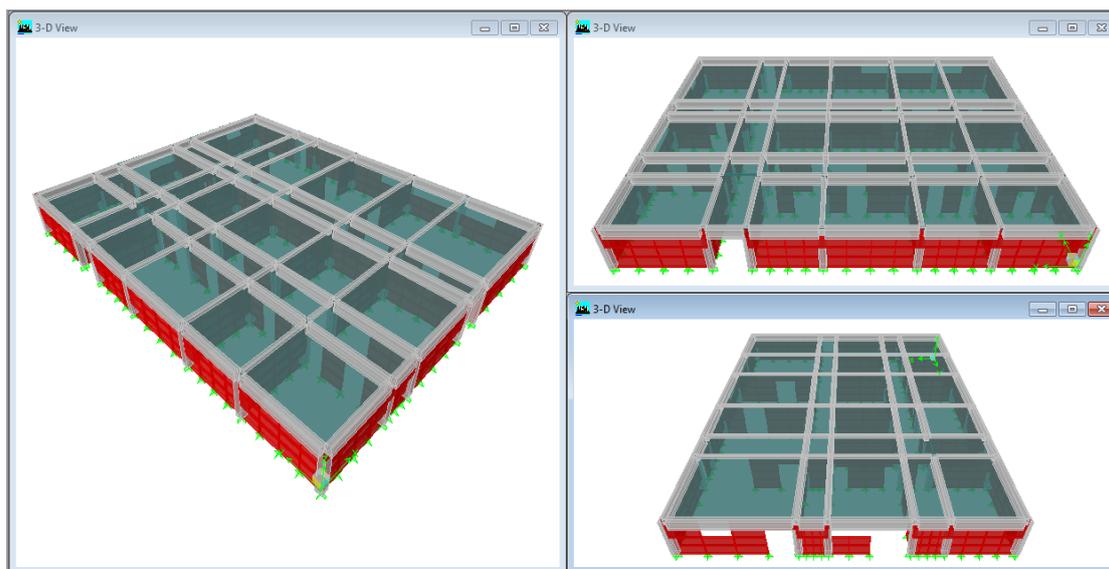


Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

PABELLÓN DE SALA DE OPERACIONES



Vista en 3D

Vista en lateral

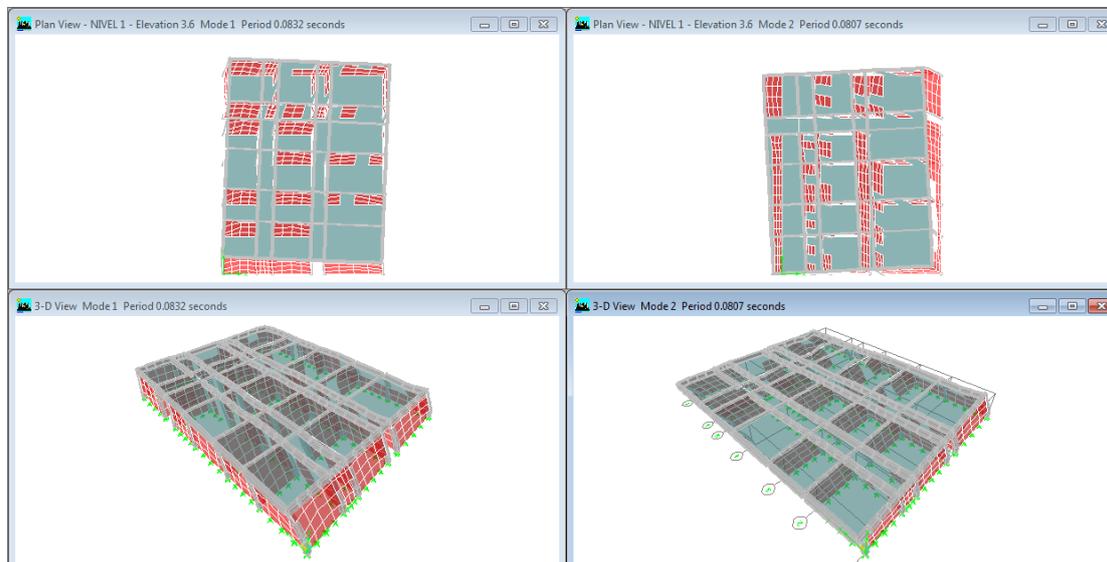
Figura 1 Modelo matemático de la Sala de Operaciones

Tabla 1. Periodos de Vibración Sala de Operaciones

Modo N°	Periodo (s)
1	0.083
2	0.081
3	0.072

Tabla 2. Factores de Masa Efectiva por cada Modo (Sala de Operaciones)

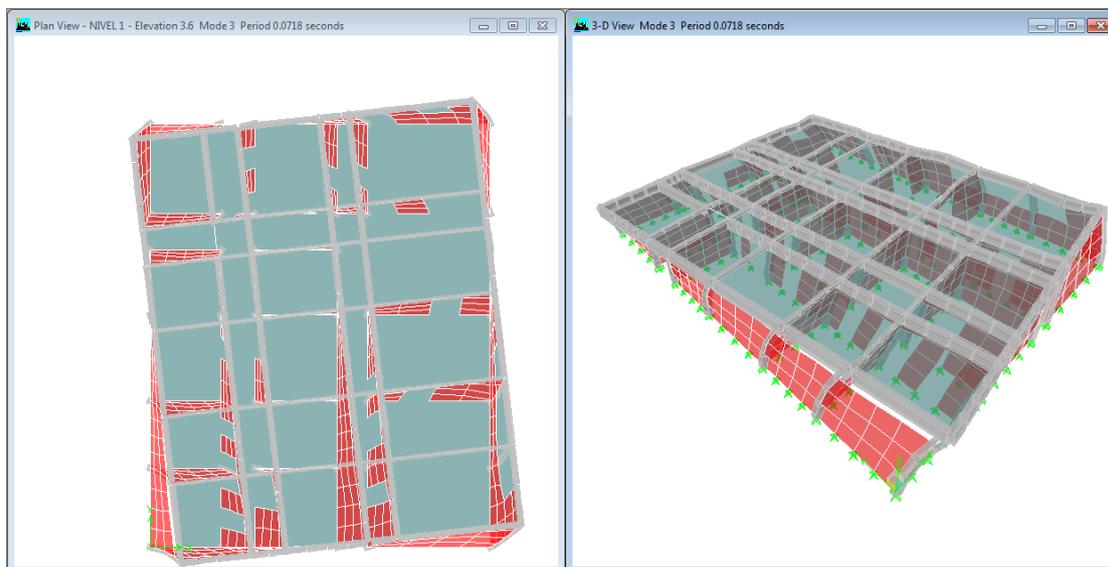
Modo N°	Traslación en X		Traslación en Y		Rotación en Z	
	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada	% Masa	% Masa acumulada
1	3.91	3.91	91.60	91.60	4.08	4.08
2	86.41	90.32	6.34	97.93	7.83	11.91
3	9.68	100.00	2.07	100.00	88.09	100.00

**Modo 1 - Período 0.0832s****Modo 2- Período 0.0807 s****Figura 2** Primer y segundo modo de vibración de la Sala de Operaciones

El primer modo de vibración es predominante en la dirección Y-Y con un porcentaje de masa participante de 91.60%.

El segundo modo de vibración es predominante en la dirección X-X con

un porcentaje de masa participante de 86.41% Y 7.83% en el eje rotacional "Z".



Modo 3 - Período 0.0718 s

Figura 3 Tercer modo de vibración de la Sala de Operaciones.

El tercer modo de vibración es predominante en el eje traslación "Z" con un porcentaje de masa participante de 88.09%.

Tabla 3. Desplazamientos debidos al sismo (Sala de Operaciones)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)	Desplazamiento en X (cm)	Desplazamiento en Y (cm)
2				
1	0.35	0.32	0.46	0.36

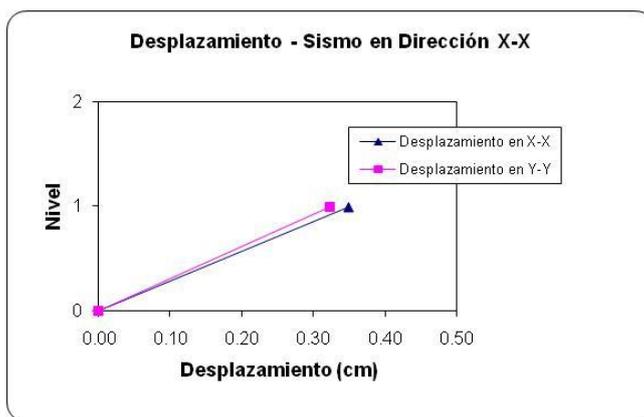
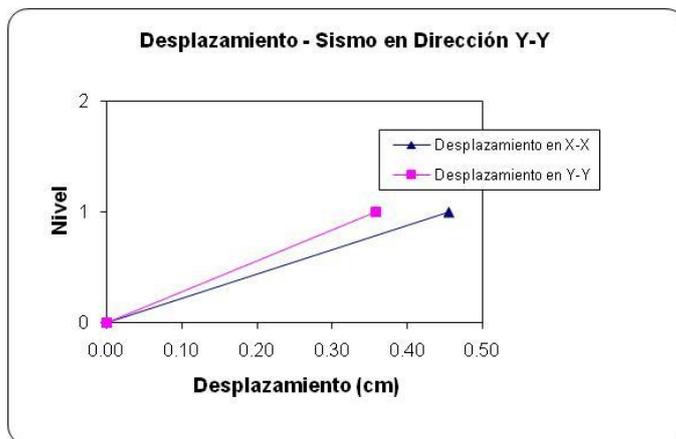
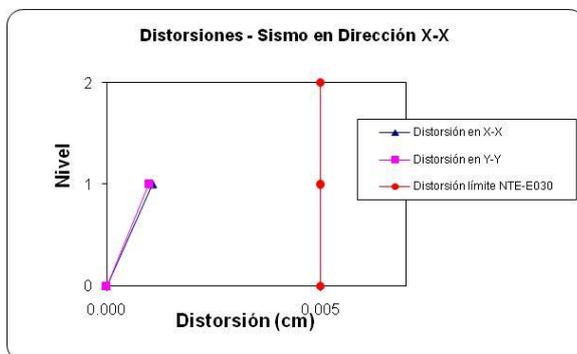
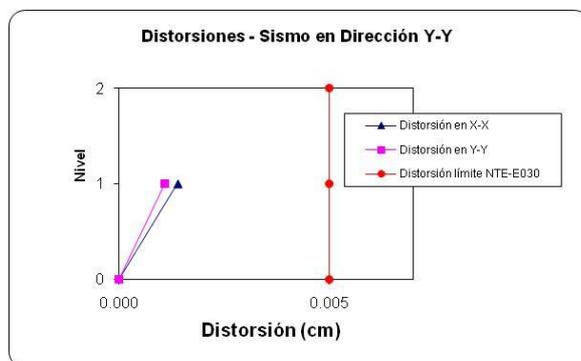


Figura 4 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección X-X


Figura 5 Gráfico de Desplazamientos – Sismo en la Dirección Y-Y
Tabla 4. Distorsiones debidas al sismo (Sala de Operaciones)

Nivel N°	Sismo en Dirección X-X		Sismo en dirección Y-Y	
	Distorsión en X	Distorsión en Y	Distorsión en X	Distorsión en Y
2				
1	0.0011	0.0010	0.0014	0.0011


Figura 6 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección X-X

Figura 7 Gráfico de Distorsiones – Sismo en la Dirección Y-Y

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

En función a los resultados obtenidos en los estudio estructurales y a la respuesta sísmica de las edificaciones estudiadas, se puede señalar que la vulnerabilidad no estructural que se pueden tener ante un evento sísmico, está relacionado en mayor medida con los Componentes Arquitectónicos, dado que varios de los bloques son edificaciones antiguas con cornisas que corren el riesgo de desprendimiento y caída (hospitalización de TB, capilla, corredores, etc.), así ventanas de vidrio crudo que podrían quebrarse pues están adosadas a los muros sin carpintería, que amortigüe las deformaciones que pudieran darse ante un evento sísmico, como en el servicio de pediatría, entre otros

Asimismo, dado que mucho del mobiliario, (armario, estanterías, archivadores, etc.) no se encuentran adecuadamente asegurados, son vulnerables a caídas y volcamientos que obstaculicen circulaciones, rutas de evacuación o afecten al personal y/o los pacientes del hospital.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital Nacional Sergio Bernales se encuentra ubicado en la zona Norte de Lima, está situado en la zona norte de Lima, con una gran extensión de Terreno, con frente a una vía o arteria principal es favorable, debido a que cuenta con acceso rápido al establecimiento, aunque un punto vulnerable son los vendedores ambulantes que proliferan en los alrededores del hospital. En especial en los accesos a este.

El hospital Cuenta con un Área de Terreno 606,285.52 m² y un Área Construida Total 16,833,33 m², el cual está distribuido por nivel de la siguiente manera:

- Sótano 189 m²
- Primer Piso 15,201 m²
- Segundo Piso 1443,33 m²
- Otras Construcciones 8.358,90 m²

El área libre sin construir es de 578.100,47 m²

El hospital tiene varios periodos constructivos, la parte más antigua es la parte central donde se ubican las oficinas administrativas, y la parte más moderna la constituye la emergencia. Por lo que existen diversos materiales y técnicas constructivas.

La edificación de este Hospital presenta ambientes no conformes a la normativa; la zonificación no define adecuadamente el uso y acceso de los servicios asistenciales, esta organización espacial ocasiona un cruce de circulación entre el personal asistencial, con pacientes internos y externos, público en general.

Los acabados de pisos, enchapes de muros, carpintería de madera (puertas) requieren un reemplazo por el tiempo y uso recibido, aunque es preciso señalar que el hospital viene realizando mejoras en varios servicios actualmente. Asimismo, se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc.; ya quien aunque se está reemplazando estos, aún existen varios servicios que no cuentan aún con vidrios de seguridad.

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

Tabla 27. Codificación de las UPS y UPSS identificadas.

CÓDIGO	UPS – UPSS - AMBIENTES	NIVEL	CÓDIGO	UPS – UPSS - AMBIENTES	NIVEL
A1	PATIO DE EMERGENCIA	PRIMER PISO	H2	HOSPITALIZACION NEUMOLOGIA	SEGUNDO PISO
A2	EMERGENCIA PEDIATRICA	PRIMER PISO	I1	TERAPIA FISICA Y REHABILITACION	PRIMER PISO
A3	EMERGENCIA DE ADULTOS	PRIMER PISO	I2	MEDICINA FISICA AUDITORIO	PRIMER PISO
A4	LABORATORIO DE EMERGENCIA	SEGUNDO PISO	J1	RESIDENCIA MEDICA	PRIMER PISO
A5	SERVICIO DE APOYO EMERGENCIA	SEGUNDO PISO	K1	DIRECCION GENERAL	PRIMER PISO
A6	CAFETERIA DE EMERGENCIA	PRIMER PISO	K2	IMAGEN INSTITUCIONAL - COMUNICACIONES	PRIMER PISO
B1	PATIO DE CONS. EXTERNA	PRIMER PISO	K3	LOGISTICA	PRIMER PISO
B2	ADMISION CONS. EXTERNA	PRIMER PISO	K4	ARCHIVO CENTRAL	PRIMER PISO
B3	CONS. EXTERNA ESPECIALIDADES	PRIMER PISO	K5	ARCHIVO TEMPORAL DE HH.CC.	PRIMER PISO
B4	CONS. EXTERNA GINECO OBSTETRICIA	PRIMER PISO	K6	SEGUROS - SIS	PRIMER PISO
B5	CONS. EXTERNA ODONTOLOGIA	PRIMER PISO	L1	DEPOSITOS	PRIMER PISO
B6	CONS. EXTERNA PROCETTS	PRIMER PISO	L2	CASA FUERZA	PRIMER PISO
B7	CONS. EXTERNA OFTALMOLOGIA	PRIMER PISO	L3	CALDEROS	PRIMER PISO
B8	PSICOLOGIA	PRIMER PISO	L4	LAVANDERIA ROPERIA	PRIMER PISO
C1	IMÁGENOLOGIA - RADIOLOGIA	PRIMER PISO	L5	ALMACEN GENERAL	PRIMER PISO
C2	IMÁGENOLOGIA - TOMOGRAFIA - ECOGRAFIA	PRIMER PISO	L6	NUTRICION Y DIETETICA	PRIMER PISO
C3	PATOL. CLINICA - LABORATORIO	PRIMER PISO	L7	TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS	PRIMER PISO
C4	PATOL. CLINICA - BANCO DE SANGRE 1	PRIMER PISO	M1	ANATOMIA PATOLOGICA	PRIMER PISO
C5	FARMACIA CENTRAL	PRIMER PISO	N1	PROGRAMA TBC	PRIMER PISO

D1	HOSPITALIZACION PEDIATRIA	PRIMER PISO	N2	TBC. MDR	PRIMER PISO
D2	HOSPITALIZACION CIRUGIA	PRIMER PISO	N3	EPIDEMIOLOGIA	PRIMER PISO
D3	HOSPITALIZACION GINECOLOGIA	PRIMER PISO	N4	EPIDEMIOLOGIA	SEGUNDO PISO
D4	HOSPITALIZACION NEONATOLOGIA	PRIMER PISO	N5	SANEAMIENTO AMBIENTAL	PRIMER PISO
D5	HOSPITALIZACION CIRUGIA	PRIMER PISO	O1	VOLUNTARIADO	PRIMER PISO
E1	CENTRO QUIRURGICO	PRIMER PISO	O2	CAPILLA	PRIMER PISO
F1	CENTRO OBSTETRICO	PRIMER PISO	O3	CAFETERIA CONSULTA EXTERNA	PRIMER PISO
G1	TRAUMATOLOGIA	PRIMER PISO	O4	CAFETERIA EMERGENCIA	PRIMER PISO
H1	NEUMOLOGIA	PRIMER PISO	P1	VESTUARIOS PERSONAL	PRIMER PISO

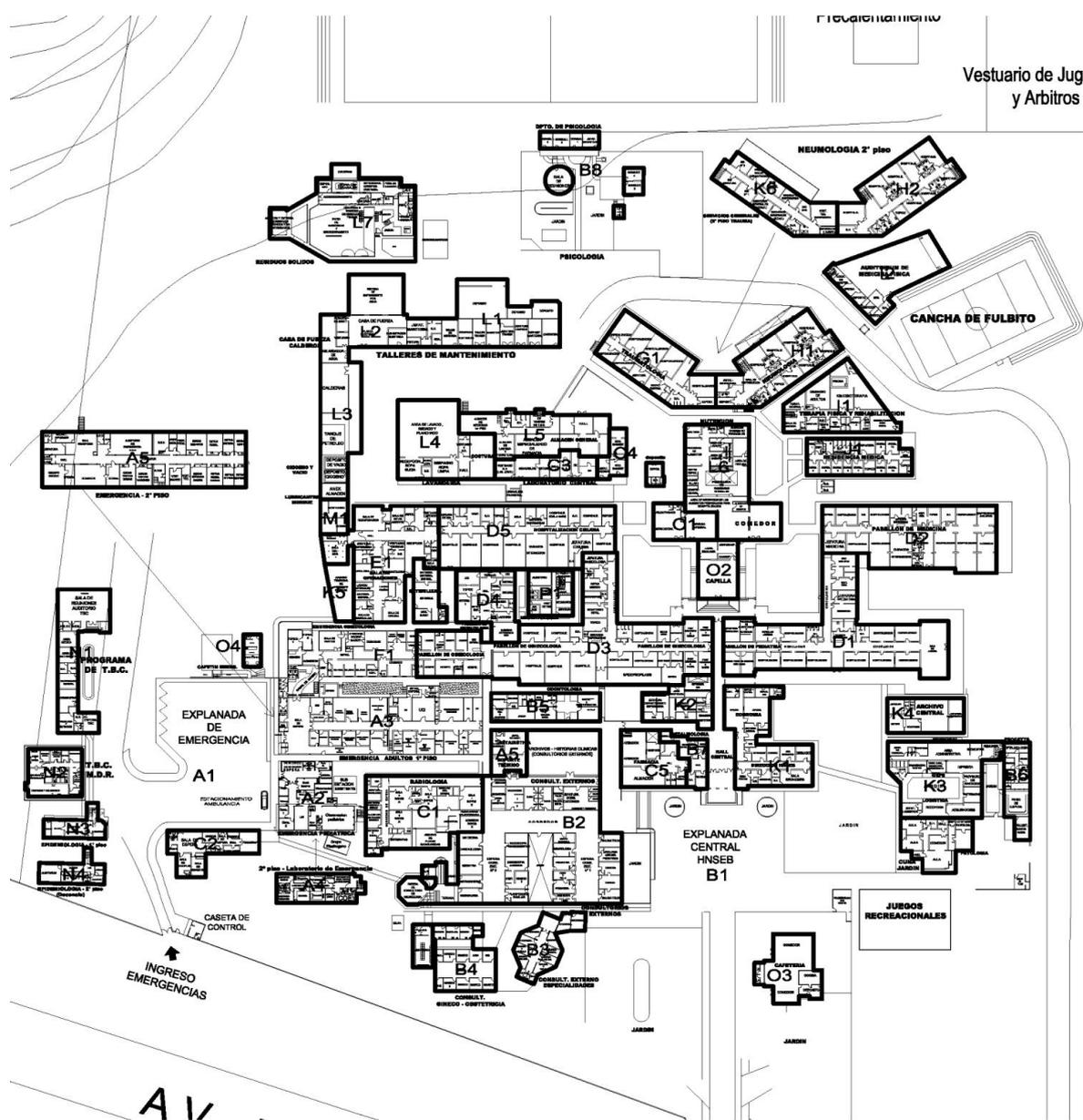


Figura 28. Identificación de bloques para el análisis de la vulnerabilidad

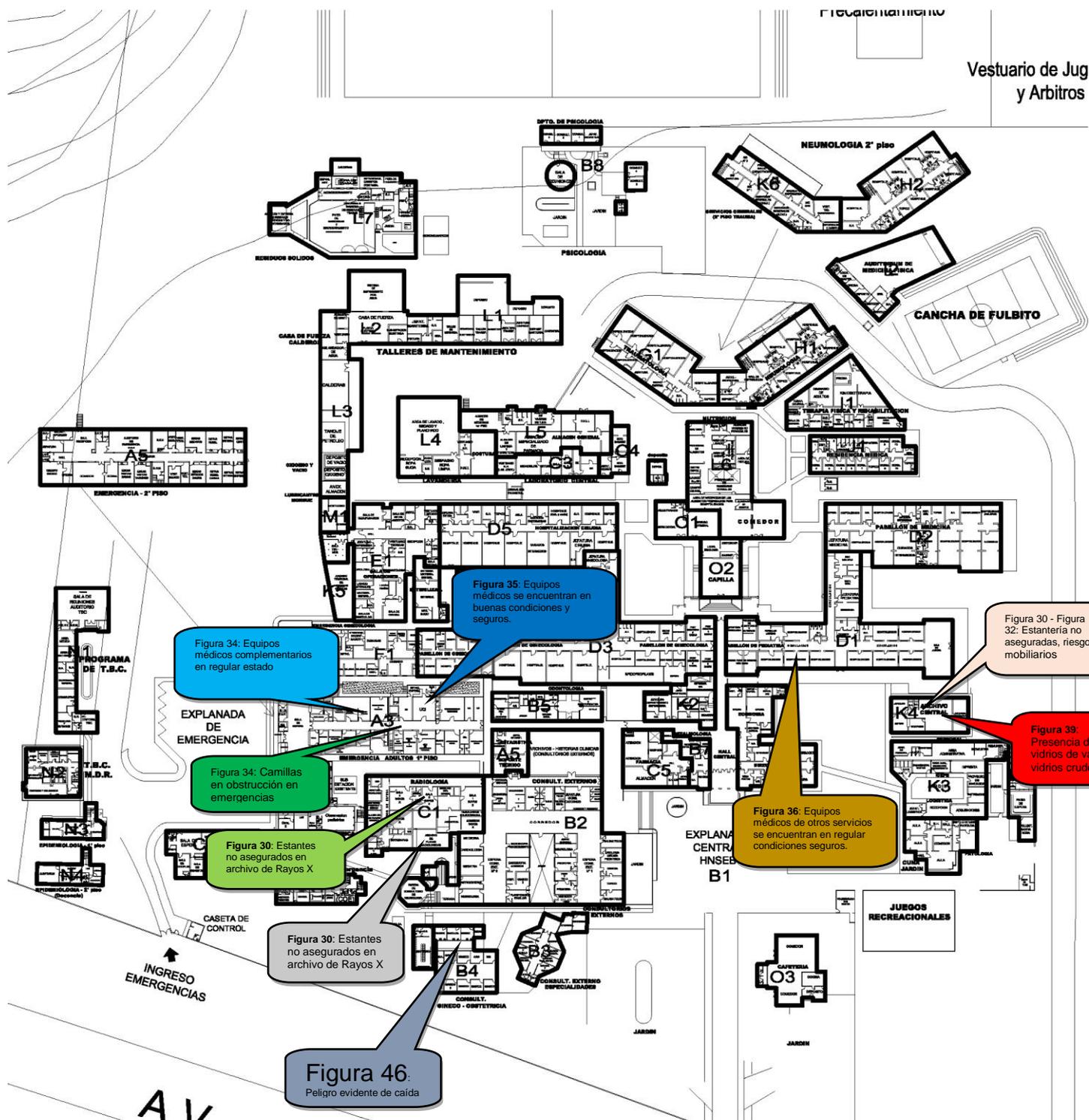


Figura 29. Ubicación de los detalles para la evaluación no estructural.

Dentro de los trabajos de inspección realizada se han identificado dentro de los servicios lugares y zonas que son vulnerables en la parte no estructural. A continuación se procede a detallar las zonas identificadas:



Figura 30. Armario y estanterías no fijados a pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos por no estar asegurados. Asimismo, se aprecia sobrecarga por apilamiento adicional de objetos sobre las estanterías o por cargas que sobrepasan la capacidad máxima del elemento.



Figura 31. En la mayoría de los casos, las computadoras, monitores e impresoras no están asegurados a los muebles, estos se encuentran únicamente colocados encima de los muebles de cómputo, asimismo, estos muebles son tipo escritorio y no tienen sistema de ruedas ni frenos.



Figura 32. En la mayoría de los casos, los mobiliarios se encuentran en regular estado y no presentan sistema de anclaje o fijación ya que son tipo escritorio sin sistema de ruedas ni frenos



Figura 33. Los equipos se encuentran en buenas condiciones de operatividad, y anclados en muros.



Figura 34. Los equipos médicos complementarios se encuentran en regulares condiciones de operatividad, no muestran seguridad en sus fijaciones; Camillas en emergencia que obstruyen la circulación de pacientes y reducen la circulación en caso de emergencias



Figura 35. Los equipos se encuentran en buenas condiciones y muestran seguridad; las camas, los equipos porta sueros, y mesas de procedimientos cuentan con sistemas de rodamiento y frenos asegurados.



Figura 36. Los equipos médicos de otros servicios se encuentran en regular condiciones, es muy importante el mantenimiento de los mismos.



Figura 37. La seguridad de los contenidos médicos es muy importante, se debe evitar el desplazamiento horizontal asegurándolos con perfiles o sistemas adosados a los bordes de las bandejas.



Figura 38. Existen puertas de cristal y el sistema de apertura es óptimo para los casos de evacuación, denotan seguridad.



Figura 39. La presencia de grandes vanos y ventanales es materia importante a analizar en el cumplimiento de las normas de seguridad. En la mayoría de los ambientes, es notoria la presencia del uso de vidrio crudo.



Figura 40. Los elementos de cierre como los muros de ladrillo se encuentran en regular estado de conservación, en algunos sectores denota filtración y desgaste del ladrillo por la falta de mantenimiento. Las rejas de hierro denotan seguridad en su estructura; sin embargo, la presencia de corrosión en algunos sectores son un peligro latente al debilitamiento de los mismos.



Figura 41. Los techos de material prefabricado se encuentran en regular estado de conservación, estos requieren de mayor mantenimiento y de un soporte estructural eficiente.

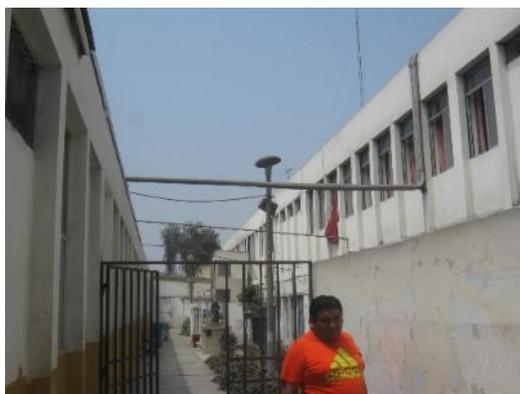


Figura 42. Las circulaciones externas deben encontrarse libre de obstáculos o de cualquier elemento cobertor o publicitario, la presencia de estos elementos provocaría un siniestro en casos de no estar sujetos debidamente.



Figura 43. Las circulaciones internas no cuenta con señalética debidamente exhibida, a ello se suma, la presencia de mobiliario o equipamiento ubicado en la circulación obstruyendo el paso y salidas en casos imprevistos.



Figura 44. Los paneles divisorios existentes son de material prefabricado, también son elementos importantes a considerar en la vulnerabilidad en casos de sismo. Los existentes se encuentran en regular estado de conservación, con vidrios crudos que pueden afectar las rutas de evacuación.



Figura 45. Es notorio el peligro inminente por el desprendimiento de algunos paneles del falso cielo raso; en suma, es producto de la deficiencia en la instalación, el pandeo producto de la humedad y la falta de mantenimiento



Figura 46. En ambientes y corredores internos existen luminarias con la bandeja de seguridad. En la parte externa, además de la falta de luminarias, en algunos casos, falta colocar los cintillos de seguridad.



Figura 47. En la vía de acceso al hospital, vía auxiliar a la avenida Túpac Amaru, existen las condiciones para brindar seguridad en el ingreso y las salidas en casos de emergencia.

El diagnóstico de la vulnerabilidad no estructural, se realizó principalmente en las áreas críticas, las cuales son: Centro Quirúrgico, Cuidados Intensivos, Banco de Sangre, Laboratorio, Radiología, Farmacia, Emergencia

En general se debe indicar que en su mayoría los equipos biomédicos se encuentran apropiadamente fijados a sus bases, estas son del tipo rack, por lo cual se debe tener en cuenta que la resistencia de las fijaciones debe considerar los esfuerzos por desgarramiento ligados al balanceo.

En el mismo caso se encuentran los muebles altos y algunos armarios de melamine, los cuales se encuentran suspendidos, sin embargo, no se evitaría posibles balanceos, en otros casos se encuentran sin freno por lo cual, podría generarse desplazamiento de los mismos. Asimismo se tiene mobiliarios, armarios en zonas de circulación que tienen riesgo de caída y obstaculizar circulaciones.



Figura 49. En el corredor de Centro Obstétrico se encuentran armarios no sujetos adecuadamente con riesgo de caída ante movimientos sísmicos.



Figura 50. En Centro Quirúrgico, área de vestidores con andamios en riesgo de caída, en recuperación los monitores están sujetos en sus bases.

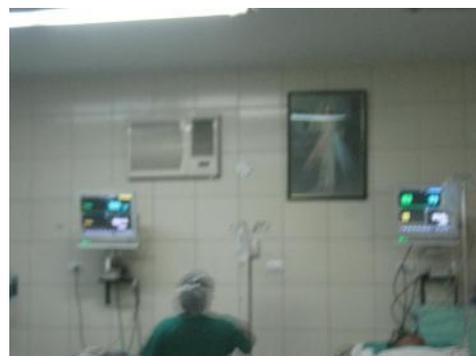


Figura 51. En corredores de CQx armarios, y objetos que poder caer, en monitores que requieren de adecuada fijación para prevenir posibles caídas.

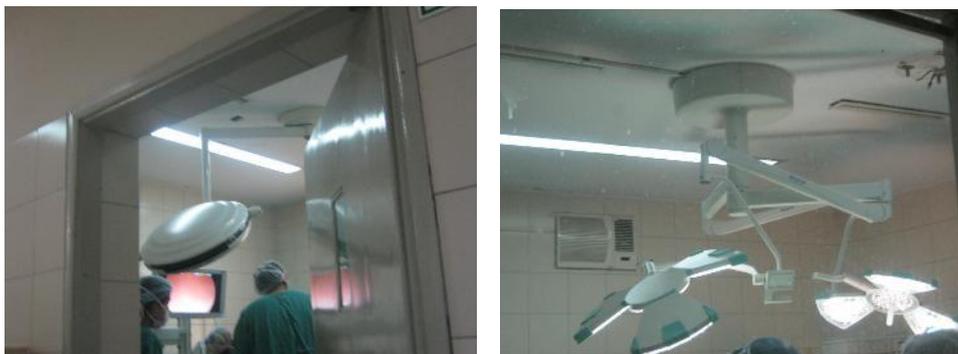


Figura 52. En CQx equipos instalados recientemente, requieren de mantenimiento periódico a fin de asegurar la continuidad del servicio esencial



Figura 53. En laboratorio los equipos biomédicos e informáticos se encuentran colocados sobre la mesa y no están asegurados, asimismo las ventanas son de vidrios crudo, riesgo de rotura en caso de movimiento sísmico.



Figura 54. En laboratorio se almacena los insumos de manera inadecuada o están apilados



Figura 55. En laboratorio equipos colocados con riesgo de volcamiento



Figura 56. Central de Esterilización se encuentra en proceso de Remodelación

La evaluación realizada a la zona administrativa evidencia el riesgo que existe con la condición de mobiliario, andamios y armarios que no se encuentran adecuadamente sujetos y presenta riesgo de caída y volcamiento.



Figura 57. En Contabilidad estanterías con contenido que no están asegurados, por el movimiento sísmico pueden caer.



Figura 58. Mobiliario no asegurado adecuadamente, reja de salida en sentido contrario a la ruta de evacuación.

6.3. Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales

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

- Remoción, corresponde a alejar materiales peligrosos o retirar revestimientos vulnerables
- Reubicación, elegir sitios seguros para equipos pesados o materiales peligrosos.

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

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

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

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

3.- **La restricción en la movilización,** de ciertos objetos, tales como cilindros de gas y generadores de electricidad, es una buena medida. No importa que

los cilindros se muevan un poco mientras no cargan y se rompan sus válvulas liberando su contenido a altas presiones. En ocasiones se desea montar los generadores de potencia alterna sobre resortes para reducir el ruido y las vibraciones cuando estén operando, pero los resortes amplificarían los temblores de tierra. Por lo tanto, deberían colocarse soportes de restricción o cadenas alrededor de estos resortes de montaje para evitar que el generador salte de su puesto o sea derribado.

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

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

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

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

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

dentro. El plástico es invisible y modifica el potencial de la ventana de vidrio de producir lesiones.

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

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

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

7. LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA

7.1. (Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo

7.1.1. Instalaciones Sanitarias

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

- No existe sistema eléctrico de emergencia (grupo electrógeno) para el funcionamiento del equipo en la caseta de bombeo de agua potable para el hospital. En caso de la suspensión parcial del fluido eléctrico en el sector donde se ubica la caseta (Av. San Felipe), el hospital se quedaría sin suministro de agua.



Figura 59. Caseta de pozo en parque público

- La línea de impulsión que va desde la caseta de bombeo hasta el reservorio apoyado es tubería de Asbesto Cemento, material altamente probable de colapsar en caso de un evento sísmico por sus características estructurales y por la antigüedad que tiene en la actualidad presenta continuas roturas.
- El reservorio apoyado en el cerro presenta fugas y mal estado de sus instalaciones.
- La línea de abastecimiento desde el reservorio apoyado hacia el hospital es de Asbesto Cemento.
- Existen redes de distribución de agua de F⁰G⁰ corroídas.
- Tuberías de desagüe de F⁰F⁰ y Concreto corroídas.



Figura 60. Conexión eléctrica de caseta 1



Figura 61. Vegetación creada por fugas de agua

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

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



Figura 62. Instalaciones eléctricas desordenadas pueden producir cortocircuitos

El ambiente del grupo electrógeno no es el adecuado, se encuentra con materiales y enseres que no son propios del equipo, materiales y enseres que se encuentran interfiriendo el funcionamiento del grupo electrógeno

hacen que no ofrece ninguna garantía y seguridad, en cualquier urgencia podría incrementar los problemas.



Figura 63. Ambiente del grupo electrogeno como almacen

7.1.3. Instalaciones Mecánicas

El hospital cuenta con una central de Oxígeno conformado por balones de oxígeno instalados en un ambiente, los tanques no cuentan en la mayor parte con las cadenas de sujeción, la central debe tener una capacidad para abastecer de estos gases por un tiempo mínimo de 72 horas de funcionamiento independiente



Figura 64. Tubos de caldera dispersos pueden causar accidentes

Se ha verificado que existen algunas tuberías de vapor que por el tiempo de servicio se encuentran deterioradas y sin la debida protección de

aislamiento térmico, algunas tuberías cruzan de un pabellón a otro sin el soporte apropiado, con los riesgos que genera en el caso de producirse algún sismo.



Figura 65.-Tuberías de vapor expuestas sin aislamiento térmico

7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

Los equipos electromecánicos requieren permanente mantenimiento y en algunas oportunidades no se asigna oportunamente al apoyo logístico para su reparación

7.1.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Los cables de comunicaciones se encuentran instalados en forma desordenada y algunos están expuestos y cruzan la edificación

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

El sistema de abastecimiento de agua desde el pozo existente deberá ser cambiado por un sistema que tenga como fuente de abastecimiento las redes públicas de SEDAPAL mediante una conexión domiciliaria que abastezca una nueva cisterna con capacidad para almacenar un volumen equivalente a tres días de consumo promedio del hospital.

A esta cisterna se le implementará un sistema de presurización conformado por bombas de velocidad variable para eliminar el reservorio apoyado, que por encontrarse en zona arqueológica impide efectuar las mejoras estructurales que requiere. De esta forma el actual pozo quedara para emergencia del hospital.

Así mismo se deberá cambiar las redes deterioradas de agua y alcantarillado por tuberías de PVC

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

Se recomienda acondicionar el ambiente del grupo electrógeno que se encuentra a condiciones adecuadas que permita su normal funcionamiento,

para lo cual se deberá retirar los elementos que no son útiles al equipo, este ambiente se recomienda que el mismo que se recomienda deberá ser insonorizado

Se recomienda la reubicación del tanque de almacenamiento de combustible por encontrarse cerca de las instalaciones de la central de oxígeno, se tendrá en cuenta que deberá tener una capacidad mínima para el abastecimiento del grupo electrógeno y la caldera por lo menos para 72 horas.

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

7.2.3. Instalaciones Mecánicas

Es recomendable la instalación de una central de Oxígeno. Esta central deberá tener capacidad para abastecer al hospital durante 72 h mediante las redes para el abastecimiento

Deberá asegurarse los soportes de las tuberías de vapor que cruzan los pabellones, así como deberán estar sujetas durante el recorrido de estas tuberías, también se protegerán de aislamiento térmico que podría causar quemaduras si por descuido alguien puede tocarlos en caso de un eventual sismo,

7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

Deberá tomarse las debidas precauciones a fin de que los equipos se encuentren disponibles en caso se presente alguna emergencia, deberá retirarse los elementos y/o materiales que se encuentren obstaculizando la operación de los equipos

7.2.5. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

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

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

8. VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL

8.1. Contexto del problema

La amenaza sísmica y la salud

Se ha trabajado con la hipótesis de ocurrencia de un sismo tsunamigénico de magnitud 8, con epicentro frente al litoral central, cuyas intensidades en Lima alcanzarían a VIII en la Escala Mercalli Modificada (INDECI-PREDES.

Diseño de escenario sobre el impacto de un sismo de gran magnitud en Lima Metropolitana y Callao. Lima, 2009). Sus efectos podrían destruir o inhabilitar medio millón de viviendas y ocasionar unas 50 mil muertes y 50 mil a 686 mil heridos, un 10 a 20% de ellos tendría lesiones graves que requerirían atención hospitalaria de alta complejidad. Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

El colapso estructural arrastrará al colapso funcional

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

Todo lo que funciona puede fallar.

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

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

- *Disponibilidad de recursos:* lo necesario para poder cumplir los procedimientos.
- *Competencias técnicas:* en varios niveles:
 - *Personales:* cognitivas, procedimentales, ético-sociales,
 - *Institucionales:* organización, gestión, cadenas logísticas, normas,

- *Sistemas y redes de servicios*: comando, planificación, concertación,
- *Disposición*: vocación médica y compromiso de las personas con su objetivo social y responsabilidad laboral.

Las metas de este estudio

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

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

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

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

El tiempo asignado para este trabajo ha limitado la obtención y cotejo de información de estos establecimientos públicos de salud, pero la indagación debe continuar a cargo de las autoridades hospitalarias quienes deben gestionar las propuestas que consideren pertinentes. Para viabilizar el estudio y dar solidez al análisis se convocó a un grupo de experimentados especialistas en Medicina de Emergencias y Desastres, los doctores: Daniel Alfaro Basso, José Untama Medina, Abel García Villafuerte, Rolando Vásquez Alva, Carlos Malpica Coronado, Luis Loro

Chero y William Rojas, quienes, en reuniones semanales con los suscritos y la Dra. María Teresa Chincaro, Emergencióloga de la Oficina General de Defensa Nacional del Ministerio de Salud, actuaron como Comité Experto para concordar las puntuaciones y consolidar los resultados.

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

8.2. Análisis Situacional del Hospital

El “Análisis de la Situación de los Servicios del Hospital de Sergio Bernales / Collique, ASIS 2013. Ministerio de Salud, RD 044-2012”, destaca lo siguiente:

El bloque antiguo de la edificación fue construido antes de 1940, originalmente utilizado para la hospitalización de pacientes pediátricos crónicos, luego pasa a ser un hospital orientado fundamentalmente a la atención de la madre y del niño, para luego dar paso a un Hospital General.

Más del 60% de la población asignada a este hospital por cercanía geográfica no cuenta con algún tipo de seguro.

El grupo etéreo con el porcentaje más bajo de cobertura de seguros es el comprendido entre 15 y 49 años, justamente el más productivo. [

Durante el año 2011 se realizaron 279,126 atenciones médicas, a un promedio de 23,261 mensual; el 22% fueron de Medicina, 19% de Cirugía, 9,3% de Ginecoobstetricia y el 6,1% de pediatría.

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

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

- Servicio de Emergencia
- Centro Quirúrgico

- Unidad de Cuidados Intensivos
- Hospitalización postoperatoria
- Laboratorio
- Radiología
- Banco de sangre

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

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

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

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

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

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

9.1. Componente Estructural

9.1.1. Conclusiones

- De los resultados obtenidos del estudio de vulnerabilidad estructural se observa que todos los pabellones de dos niveles no son seguros ante la acción de un sismo severo ya que las distorsiones de entrepiso sobrepasan las máximas recomendadas con el criterio de Hospital Seguro (1/800), entre ellas tenemos el pabellón de Neumología y Traumatología y los pabellones de Emergencia.
- Los pabellones de un nivel están al límite de llegar a la distorsión crítica (1/800).
- Todos los pabellones de un nivel de albañilería no presentan columnas ni vigas de confinamiento, ante un evento sísmico los muros presentarían fisuras y posteriormente grietas de ser severo el sismo, entre ellas tenemos al pabellón de Medicina, Pediatría, Laboratorio, Cirugía y Ginecología 3.
- En los pabellones que presentan una configuración estructural mixta de muros de albañilería y aporticados se presentan el fenómeno de columna corta, debido a la construcción de muros bajos (alféizar) que interaccionan con la columnas estructurales, entre ellas tenemos al pabellón de Emergencia (2 niveles), Ginecología 1 y Ginecología 2 (1 nivel).
- Desde el punto de vista estructural que corresponde a la filosofía de diseño de la norma peruana sismorresistente (E.030) las edificaciones son seguras para evitar la pérdida de vidas humanas; sin embargo, para los componentes no estructurales la distorsión de entrepiso mencionada produce grietas en los muros de albañilería, pudiendo producirse la pérdida de equipos.

9.1.2. Recomendaciones

- Para los pabellones de albañilería se recomienda el reforzamiento de los muros portantes con la colocación de pórticos de concreto armado formado por vigas y columnas en la dirección X, tal como se puede apreciar en el croquis adjunto.

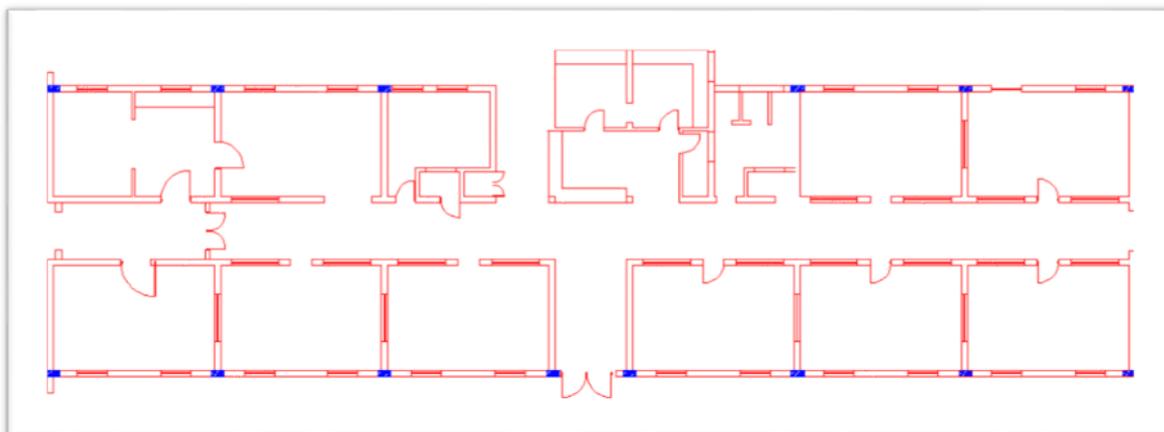


Figura 66. Pabellón de albañilería.

- Para los pabellones aporticados se recomienda el aislamiento de los muros bajos (alféizar) de las columnas estructurales, para evitar el efecto de columna corta.
- Con el aislamiento de los muros de las columnas estructurales que inicialmente aportaban rigidez en el eje X, ocasionaría el aumento del desplazamiento en dicho eje, para compensar esa rigidez se recomienda la colocación de placas en ese eje tal como se muestra en el croquis adjunto.



Figura 67. Pabellón aporticado.

9.2. Componente No estructural

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

- UPSS DE NEUMOLOGÍA Y TRAUMATOLOGÍA, cumple la norma E-30 pero no cumple distorsión mínima exigida para hospital seguro cuya distorsión máxima para la protección del equipamiento es 0.00125 (1/800).
- UPSS EMERGENCIA 1, cumple la norma E-30 pero no cumple distorsión mínima exigida para hospital seguro cuya distorsión máxima para la protección del equipamiento es 0.00125 (1/800).
- UPSS EMERGENCIA 2, cumple la norma E-30 pero no cumple distorsión mínima exigida para hospital seguro cuya distorsión máxima para la protección del equipamiento es 0.00125 (1/800).

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

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

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

9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas

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

En los casos de existir rampas que sirvan de acceso a los diferentes pabellones, estos deben ser diseñados cumpliendo las normas de seguridad y de medidas antropométricas, tales como: ancho y pendiente reglamentaria (6%), superficie o piso con material antideslizante, barandas construidas con

materiales seguros; el uso del fierro en las barandas implica considerar elementos de soporte intermedios y un continuo mantenimiento.

9.2.2. Influencia del Entorno

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

Específicamente, en el caso del Hospital Nacional Sergio Bernales, por encontrarse en un entorno mayoritariamente libre de edificaciones vecinas y con un solo frente a una avenida de alto tránsito podemos decir que: la presencia del cerro ubicado hacia el lado norte puede provocar deslizamientos afectando parte de las instalaciones del hospital; la avenida Túpac Amaru, si bien es importante para 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.

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

9.2.3. Equipamiento no médico

Informático

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

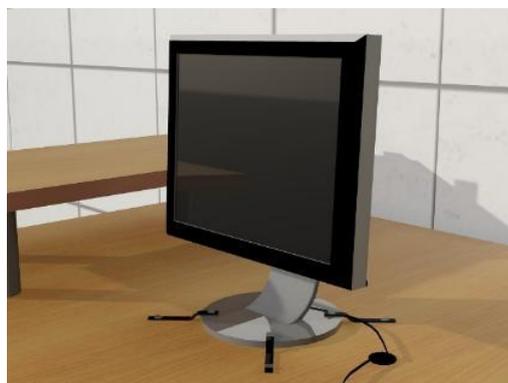


Figura 68. Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



Figura 69. Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante

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



Figura 70. Archiveros deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación. .



Figura 71. 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. .

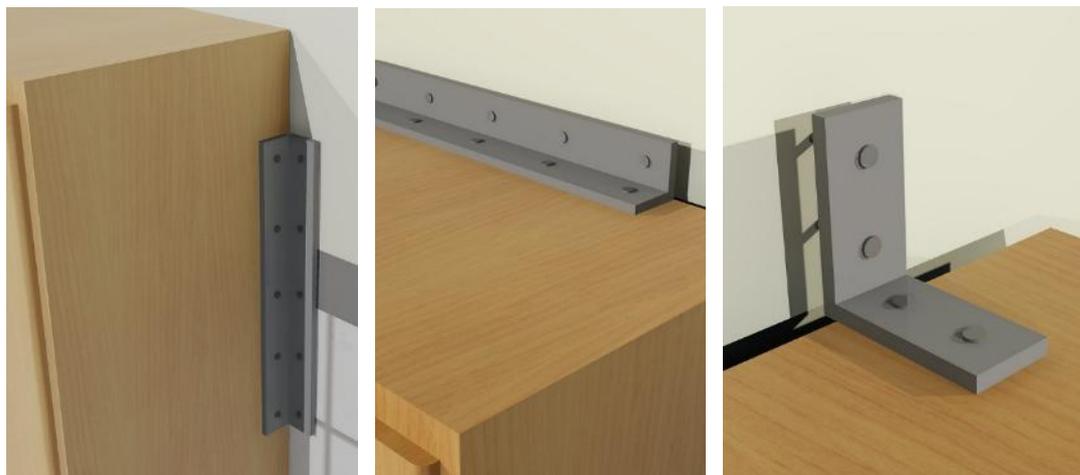


Figura 72. Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o partes superior, el objetivo es contar con puntos de sujeción ante volcamientos o caídas.

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



Figura 73. Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas

9.2.4. Equipamiento Médico

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

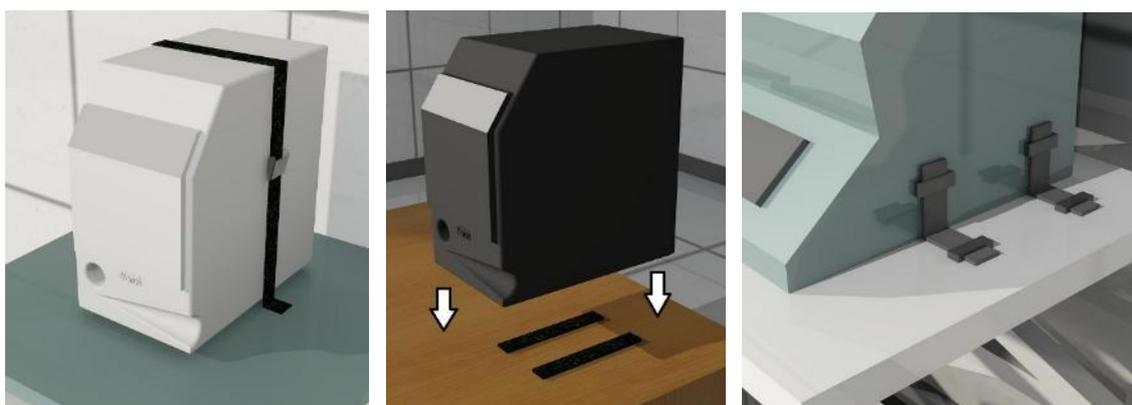


Figura 74. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.

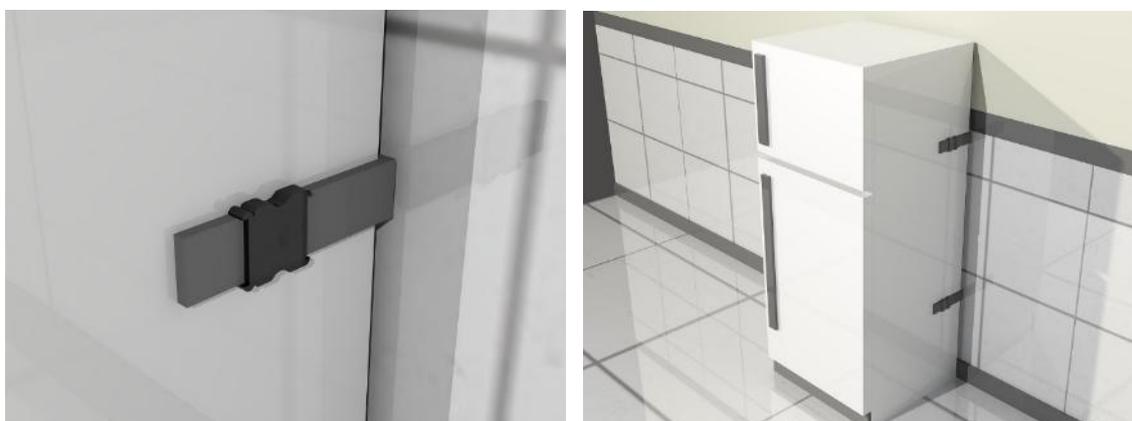


Figura 75. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

9.2.5. Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes

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

9.2.6. Quirófanos – UCI

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

9.2.7. Emergencia / Reanimación

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

9.2.8. Equipamiento de laboratorio de análisis clínico

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

9.2.9. Esterilización

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

9.2.10. Equipos Conectados

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

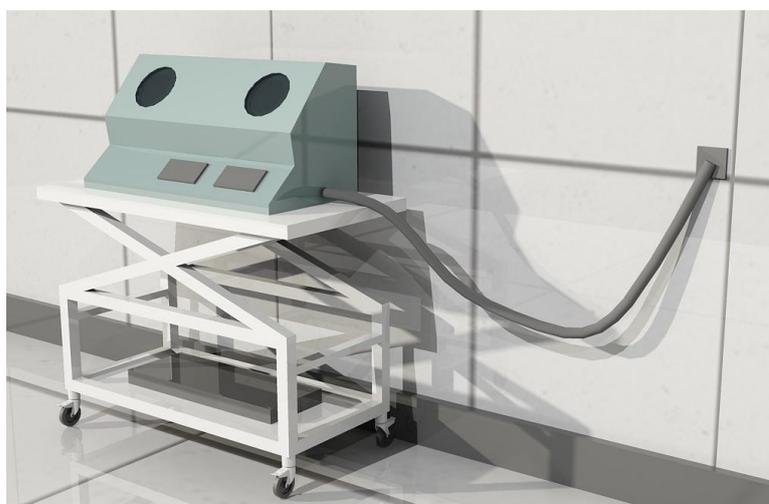


Figura 76. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados

9.2.11. Equipos Rodantes

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

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



Figura 77. Equipos y mobiliarios rodables de debe procurar que su seguros este accionado 'para evitar desplazamiento y/o caídas.

9.2.12. Equipos Fijos

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

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

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

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

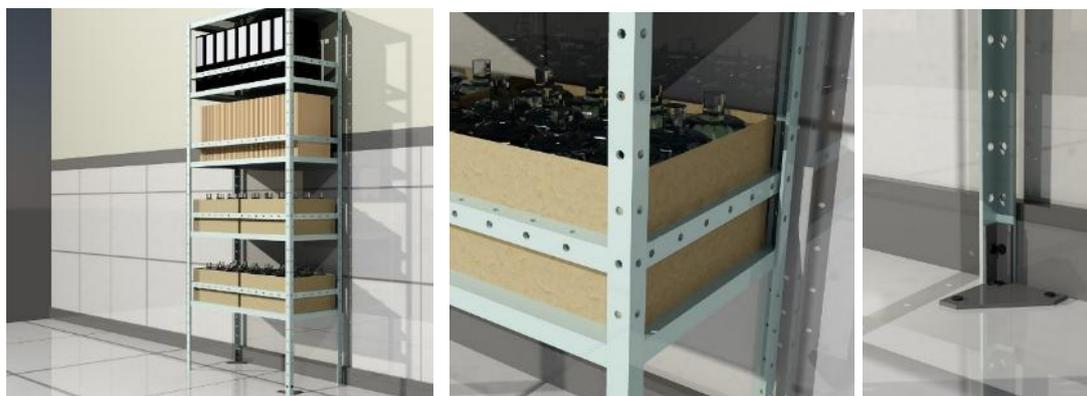


Figura 78. Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido.

9.2.13. Elementos Suspendidos

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

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

Beneficios y limitaciones de la mitigación de la vulnerabilidad

La implementación de estas recomendaciones contribuirá a mitigar o disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital Nacional Sergio Bernales, 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 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.

Tabla 28. Índice de Seguridad Hospitalaria – ISH - de la OPS/OMS

1. Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia.			
Mide el nivel de organización alcanzado por el comité hospitalario para casos de desastre.			
ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
85	Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres. Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	Existe un Comité Hospitalario de Defensa Civil con RD 035-HSB/MINSA 2013, se reúne por convocatoria	Debe ser convocado periódicamente por la máxima autoridad del hospital y deben tocar en la agenda temas relacionados a la gestión del riesgo.
86	El Comité está conformado por personal multidisciplinario. Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros.	Está integrado por 09 miembros: jefes de servicios, departamentos, oficinas y gremios.	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica	Está precisada la función básica del Comité más no las funciones específicas de sus miembros.	Desarrollar cartillas con las funciones específicas y practicarlo periódicamente.
88	Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital. Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros).	Si dispone de un ambiente específico, lo activa la máxima autoridad presente en el hospital	Mantener local del COE y designar ambiente para almacén.
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	Ubicado en el segundo piso del laboratorio de Emergencia	Mantener condiciones de seguridad física y funcional del COE
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Cuenta con una laptop	Equipar con soporte tecnológico al COE
91	El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente. Verificar si el conmutador (central de redistribución de llamadas) cuenta con sistema de perifoneo y si los operadores conocen el código de alerta y su funcionamiento..	Cuenta con sistema de perifoneo pero no es frecuente el uso de códigos.	Asegurar comunicaciones externas e internas y asegurar el uso de códigos de alerta.
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Cuenta con teléfono celular RPC y radio de corto alcance (vigilancia)	Fortalecer el sistema de comunicación alterna del hospital con ambulancias y red hospitalaria.
93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Equipo y mobiliario propio	Mantener al COE con mobiliario y equipo apropiado.
94	El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible. Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria)..	El directorio telefónico de contactos – personas e instituciones- no está actualizado	Actualizar el directorio de personas e instituciones ligadas a la respuesta a desastres.
95	“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo.	En fase de implementación	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	Refuerzo de los servicios esenciales del hospital. El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros)	El plan incluye los momentos antes, durante y después. Está operativo en Emergencia, otras áreas críticas no disponen de procedimientos de desastre. Se reporta dificultades para la ejecución del 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	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	Existe el procedimiento en el Plan de Respuesta con personal capacitado parcialmente 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	Previsiones administrativas especiales para desastres. Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	La ley no permite contrato de personal, se usa sistema de retenes, existe norma para pagarles pero no se ejecuta	Regular las provisiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	"Existe presupuesto (PPR 068), pero no se cuenta de manera concreta con los recursos económicos"	Programar presupuesto anual específico para casos de desastre y asegurar que sea ejecutable (PPR 068).
100	Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales. El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	Infraestructura física antigua, sin áreas verdes, escasas áreas de seguridad interna y alto tránsito en avenidas colindantes. No se cuenta con camas adicionales ni presupuesto. Existen ideas y proyectos sin escribir.	Gestionar la ampliación de las instalaciones del hospital, asegurando extensión de líneas vitales.
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se aplica la Norma Técnica MINSA 042 sobre Atención en Servicios de Emergencia, hay triage permanente	Disponer de grupos múltiples de triage para caso de desastre.
102	Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas. El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.): <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El área actual de Emergencia colapsa en emergencia masiva o desastre. Existe plan de implementación de 10 camas como expansión.	Fortalecer capacidad de expansión de Emergencia, asegurando extensión de líneas vitales y provisión de recursos materiales.
103	Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas). El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	En lo cotidiano no usan Historia Clínica central, utilizan Hoja Clínica de Emergencia y no hay una "Tarjeta de Triage Estructurada" (ambas impresas), 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	Inspección regular de seguridad por la autoridad competente. En recorrido por el hospital verificar la fecha de caducidad y/o llenado de extintores, extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos así como bitácora de visitas por el personal de protección civil.	Se realizan inspecciones internas a cargo de Mantenimiento	Fortalecer las inspecciones internas de seguridad y gestionar su certificación.
105	Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria. Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de	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.

	víctimas: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>		
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	No existe el procedimiento. No hay espacio para este fin.	Determinar lugar y elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres.
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existen los equipos asistenciales capacitados con tareas específicas, pero no con recurso implementados para desastres.	Formalizar la implementación de procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento.
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales: <i>Cuenta con vehículos adecuados y en cantidad suficiente.</i>	Dispone de 01 ambulancias tipo III, 02 ambulancia tipo II y 01 tipo III	Ampliar la dotación y personal de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Nutrición dispone de raciones diarias para equipo de guardia	Asignar mayor presupuesto a Nutrición para aumentar las reserva de raciones alimenticias para la contingencia.
110	Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia. <i>Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	Hay rol de retenes según alerta; la asignación de tareas se hace en función de su especialidad de los convocados	Fortalecer la identificación de los especialistas con la función asignada y promover los refuerzos para caso de emergencia o desastre, y el pago respectivo.
111	Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia. El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos. <i>Garantizado para 72 horas.</i>	Hay dormitorios para personal de guardia, existe espacio para ampliar en un 30%.	Mejorar las condiciones de reposo y bienestar para el personal.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad. <i>Vinculado y operativo.</i>	Hay contactos por escrito pero no documentos vinculantes. No se ha difundido un plan para desastres en la metrópoli	Articular el Plan a nivel de gobierno local, ya que las municipalidades distritales disponen de los espacios públicos.
113	Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales. El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias: Existe el mecanismo y el personal capacitado, y se cuenta con recursos para implementar el censo.	Hay un Libro de Ingresos de Emergencia. CENARUE, coordina y registra las referencias. La Enfermera Jefe hace censo diario	Diseñar procedimiento para un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y difusión en la red.
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	La refer/contrarreferencia está normada, la ejecuta la Central Nacional de Ref/Contrarrefer, CENARUE. Es coordinado por el Jefe de Guardia	Mejorar y mantener la continuidad de la oficina de Referencia y Contrarreferencia con personal las 24 horas bajo la coordinación del Jefe de la Guardia.
115	Procedimientos de información al público y la prensa. El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información a público y prensa en caso de desastre. (la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Esta descrito en el plan y se menciona que lo hace el jefe a cargo del hospital o de Emergencia durante la crisis	Realizar simulacros de procedimiento de información al público y la prensa, y disponer de formatos para emisión de notas de prensa.



116	Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados. <i>Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El rol de Emergencias es de 24 horas. 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	Procedimientos para evacuación de la edificación. <i>Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y 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. En el 2009 se distribuyó a todo el personal los planos de evacuación.	Se encuentra en proceso, existe los planos falta la difusión de los mismos.
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. <i>Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción.</i>	Ambientes pequeños con gran concentración de personas y escasas rutas de escape con pasadizos estrechos.	Asegurar la permeabilidad de las rutas de evacuación bajo responsabilidad de las autoridades del área.
119	Ejercicios de simulación o simulacros. <i>Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. 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 03 simulacros en el 2013, todos con observadores de Defensa Civil y MINSa-OGDN, formulan evaluación 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	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.	El Plan de Respuesta para E&D está diseñado para sismos, incendios y desórdenes civiles, el personal conoce el plan y tiene experiencia. No hay un procedimiento diferenciado para estos eventos	Elaborar plan de contingencia ante sismos
121	Crisis sociales y terrorismo. <i>No existe plan o existe únicamente el documento;</i>	Hay Plan de Contingencia de Sobredemanda mencionado en el Plan de Respuesta.	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
122	Inundaciones y huracanes.	No aplica	No aplica
123	Incendios y explosiones. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Están mencionados en el Plan de Respuesta, se dispone de una Tarjeta de acción para este rubro	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones.
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No existe Plan	Simulación con cuerpo de bomberos, capacitar en curso Primera Respuesta a incidentes con materiales peligrosos.
125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Existen procedimientos para dengue e influenza, con R.D. aprobada, el personal está entrenado	Actualizar los planes de contingencia ante epidemia: Influenza.
126	Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Se da en la asistencia en la práctica pero no hay un plan específico	Diseñar procedimiento de acompañamiento psicológico
127	Control de infecciones intrahospitalarias. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Hay Norma Técnica disponible, personal capacitado y recursos disponibles, con supervisión y control de resultados. RD.060-2013 HEP/MINSA	Fortalecer el control de infecciones intrahospitalarias, incluyendo capítulo para desastres.

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

ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
136	Medicamentos. Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Hay farmacia y almacén de medicamentos en el servicio de Emergencia.	Cumplir norma de Digemid, no se puede almacenar medicamentos por fuera de almacenes permitidos, generar fondos rotatorios de medicamentos para casos de emergencia.
137	Material de curación y otros insumos. Verificar que exista en la central de esterilización una reserva esterilizada de material de consumo para cualquier emergencia (se recomienda sea la reserva que circulará el día siguiente). <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	“ Material e insumos a veces ni para la demanda diaria”	Recurso estratégico, mantener un stock mínimo para desastres.
138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Instrumental para la actividad cotidiana.	Adquirir equipamiento como parte de plan de preparativos
139	Gases medicinales. Verificar teléfonos y domicilio así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Garantizar el abastecimiento	Diseño de procedimiento que garantice el abastecimiento de gases durante la atención de la emergencia.
140	Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico). El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos de ventilación asistida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	No hay equipos de reserva para desastre.	Adquirir equipamiento de ventilación asistida como parte de plan de preparativos para desastres.
141	Equipos electro-médicos. El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y las condiciones de uso de los equipos electromédicos: <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	No hay equipos de reserva para desastre	Adquirir equipamiento como parte de plan de preparativos para desastres.
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Disponen de monitores, desfibriladores, ventiladores, imágenes., 10 resucitadores manuales.	Adquirir equipamiento como parte de plan de preparativos para desastres.
143	Equipos de protección personal para epidemias (material desechable). El hospital debe contar con equipos de protección para el personal que labore en áreas de primer contacto. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Hay experiencia de protección biológica. Disponen de recursos y procedimientos de protección por influenza.	Adquirir equipamiento como parte de plan de preparativos para desastres.
144	Carro de atención de paro cardiorrespiratorio. El comité de emergencia del hospital debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	En el hospital se cuenta con 6 coches de paro cardíaco	Adquirir equipamiento como parte de plan de preparativos para desastres.
145	Tarjetas de triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa. En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Se debe evaluar según la capacidad instalada máxima del hospital. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Se usan tarjetas de triage para uso externo en demanda masiva y desastre (START) y para uso interno cotidiano (Triage Estructurado)	Estandarizar y capacitar en el uso de tarjetas de Triage.

Observaciones

El Hospital de Sergio Bernales (Collique) cuenta con un Plan Maestro de Desarrollo y la Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y mantenimiento (DIGIEM), dispone de un proyecto de lo que sería el nuevo hospital. Revertir un proceso de crecimiento desordenado es muy complejo y más caro.

El hospital tiene ambientes pequeños, mal distribuidos, que fueron adaptados de acuerdo a la función que les fue encomendada. Deben mejorarse los presupuestos de mantenimiento y reposición de equipos para contrarrestar el deterioro natural del hospital.

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.

En el Plan Hospitalario de Desastres se menciona que el hospital de Sergio Bernales presenta alta vulnerabilidad frente a movimientos sísmicos por tener parte de su infraestructura de más de 70 años, se estima que la pérdida de camas podría ser alrededor del 70%, cuentan con un amplio terreno saneado desde el punto de vista legal, que le podrían dar un mejor uso con una estructura más moderna.

La estructura cuenta con pasillos muy angostos, desniveles entre los ambientes y por haber crecido horizontalmente hace que prácticamente no haya una continuidad ni una adecuada conectividad ni horizontal ni vertical; y en la que no se observa una integración de la estructura a los procesos actuales y modernos de un hospital.

Autoridades entrevistadas:

- Dra. Michell Castillo, Encargada del Programa de Reducción de la Vulnerabilidad.
- Sr. Oscar Salazar, Jefe de Mantenimiento.

Coordinadoras del componente funcional OGDN-MINSA

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

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

No se dispone de un estudio hospitalario sobre la disponibilidad de organización recuperativa y recursos remanentes (o alternativos) en las áreas críticas a fin de lograr una recuperación rápida de sus funciones primordiales en caso que el terremoto dañe sus instalaciones.

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

Tabla 29. Disponibilidad en servicios

Organización Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital
Personal Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre
Mitigación funcional Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutivo de sus instalaciones ocurrido el siniestro
Evacuación Han entrenado en la evacuación satisfactoria del personal hasta llegar al área segura especificada en su plan para garantizar la supervivencia del personal del área crítica
Local alterno 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
Equipamiento alterno Dispone de reserva de equipamiento para reanudar las funciones de su área crítica en caso de daño o pérdida del equipamiento en actual uso
Reserva de insumos Dispone de reserva de insumos para atención masiva para caso de terremoto destructivo en caso de daño o pérdida de insumos en actual uso
Personal alternativo Tiene disponibilidad de algún personal -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 resolutiva para atención de Emergencias (Prioridades I: Emergencia o Gravedad Súbita Extrema, y II: Urgencias Mayores, de la Norma Técnica MINSa 042); pero debe recalarse que su ejecución demanda además la disponibilidad de las líneas vitales, accesos a los servicios y seguridad de las instalaciones y del personal, asimismo, que la atención del paciente grave requiere del funcionamiento simultáneo de todas las áreas críticas.

Se obtuvo la siguiente información:

Tabla 30. Disponibilidad de mecanismos o recursos alternativos en las áreas críticas para recuperación funcional tras el impacto de un terremoto destructivo
Octubre de 2013

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

La consulta señaló un nivel de disponibilidad actual:

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

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

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

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

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

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

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

Se indagó la disponibilidad de los mecanismos siguientes:

Tabla 31. Comprobación de disponibilidad
Comprobación de disponibilidad

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

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

9.3.4. Comentario Final

Este estudio de vulnerabilidad funcional se ha diseñado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao (Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI/PREDES. 2009. http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, acceso 12abril2012). Esta es la demanda contingente que deben esperar los servicios de salud, un 10 a 20% de los heridos serán graves y requerirán atención en hospitales de alta complejidad.

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

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

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

El comité está formalizado y operativo pero poco activo, dispone de un profesional dedicado pero no es especialista en gestión del riesgo de desastres, cuenta con local permanente pero le falta un almacén.

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 acondicionadas para expansión en caso de desastre.

Su vulnerabilidad estimada es alta.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

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

Su vulnerabilidad funcional 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 estimada es alta.

e. El Servicio de Emergencia.

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

Su vulnerabilidad funcional es alta por tratarse del principal hospital de la zona.

f. 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 funcional es alta.

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

La información acopiada permite dar las siguientes **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 del 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.*

Se 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.

f. *Otros servicios críticos del hospital.*

Ampliar espacios actuales, incrementar el número de especialistas, mejorar los procedimientos de evacuación, fortalecer el equipamiento para desastres, y mejorar la gestión presupuestal para contingencias.

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 resolutive para la atención de emergencias y patología compleja, pero a la vez albergan una elevada

vulnerabilidad física y funcional en sus instalaciones. Pese a su importancia social y sanitaria no tienen o no han aprobado inspecciones técnicas de seguridad para establecimientos de salud de la Defensa Civil.

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

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

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

9.4. Componente de Líneas Vitales

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.-Adquisición de un grupo electrógeno para la caseta de bombeo de agua
- 3.-Elaboración de un catastro de líneas de agua y desagüe con registro de antigüedad, reparaciones y válvulas en estado operativo
- 4.-Capacitación en gestión de riesgo en líneas vitales.

5.-Capacitación al personal de mantenimiento para respuesta en situaciones de desastres.

6.-Manual de procedimientos de operación de los sistemas de líneas vitales en situaciones de emergencia.

9.4.2. Instalaciones Electromecánicas

Se recomienda Implementar un sistema adecuado de comunicaciones mediante un sistema de alerta/alarma que permita tomar las acciones específicas para enfrentar una situación dada como es el de un sismo severo. Para el sector salud se identifican por lo general con colores que van del verde al rojo. Su conocimiento permitirá que cada miembro de la institución sepa qué hacer con cada una de ellas. La alarma puede tomarse como anuncio inmediato de una señal sonora que determina acciones a seguir para evacuaciones, desplazamientos, suspensiones de actividades, cierre de sistemas eléctricos, etc. Identificar los sonidos y su significado permitirá una adecuada respuesta. Dentro de los planes de emergencia se deben incluir los códigos de alarmas para diversas situaciones de forma que cada persona sepa exactamente cómo proceder.

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

10.1. Documentación Técnica

10.1.1. Edificaciones de Albañilería

En el ítem 5.00 del presente informe, de los cuadros obtenidos se llega a la conclusión de que a pesar que la infraestructura cumple con la norma sismo resistente la cual indique que la distorsión máxima para edificaciones de albañilería puede llegar hasta 5/1000, no pasan por esfuerzo cortante. Cabe resaltar que la resistencia a corte y la rigidez para edificaciones de albañilería, depende directamente de la densidad de muros, en nuestro caso a pesar de que los muros portantes de albañilería no cuentan con columnas ni vigas de confinamiento estas por su mayor densidad de muros se comportan elásticamente ante un sismo severo.

Con todo lo analizado se recomienda reforzar los muros portantes con la inclusión de columnas de confinamiento, la cual nacerán en el cimiento corrido y se anclaran con la losa aligerada, estas columnas tendrán el refuerzo necesario para absorber el cortante de los muros.

10.1.2. Edificaciones aporticadas

En las edificaciones de Emergencia (2 niveles), Ginecología 1 y Ginecología 2 (1 nivel), se recomienda aislar todos los muros de los alféizar de las ventanas con el fin de evitar las columnas cortas.

Se recomienda la colocación de placas en los extremos de la edificación para reducir su desplazamiento en el eje X cumpliendo así el criterio de Hospital Seguro

10.2. Esquemas

En los pabellones de Neumología y Traumatología, Medicina, Pediatría, Laboratorio, Cirugía y Ginecología 3, se recomienda el confinamiento de los muros de albañilería tal como se muestra en el esquema adjunto.

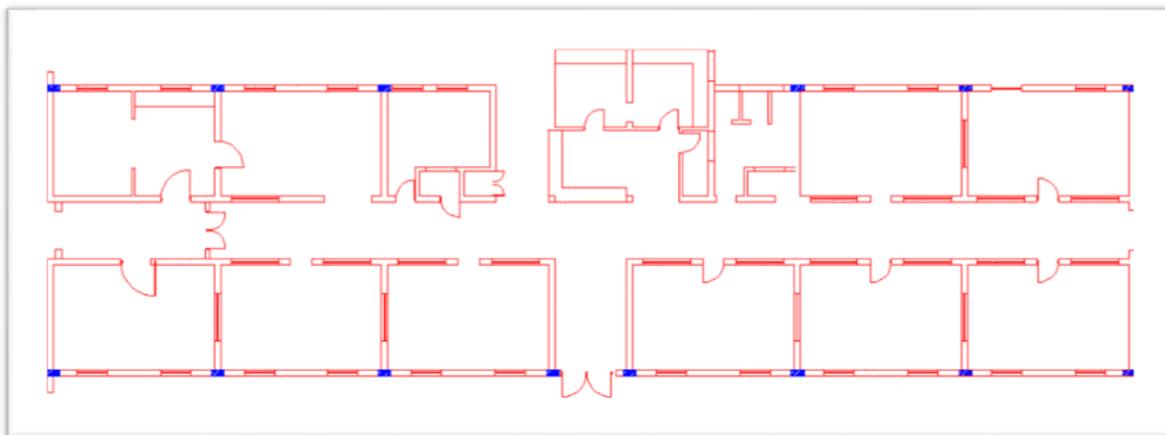


Figura 79. Pabellones de albañilería

En los pabellones Medicina, Ginecología 1 y Ginecología 2 se recomienda la colocación de placas y el aislamiento de los muros bajos con las columnas estructurales, tal como se muestra en el esquema adjunto.



Figura 80. Pabellones aporticados



10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática

Tabla 32. Presupuesto

PABELLON	COSTO DE REFORZAMIENTO
NEUMOLOGIA Y TRAUMATOLOGIA	S/.200,000.00
MEDICINA	S/.100,000.00
PEDIATRIA	S/.100,000.00
LABORATORIO	S/.100,000.00
CIRUGIA	S/.100,000.00
GINECOLOGIA 1	S/.150,000.00
GINECOLOGIA 2	S/.150,000.00
GINECOLOGIA 3	S/.100,000.00
EMERGENCIA 1	S/.250,000.00
EMERGENCIA 2	S/.250,000.00
CASETA DE FUERZA	S/.0.00
SALA DE OPERACIONES	S/.0.00
COSTO DIRECTO	S/.1,500,000.00



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 Scaletti Farina – 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 Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [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). Peru
- [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, elaborada 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 SERGIO E. BERNALES



COPIA DE CUADERNOS DE CONTROL HOSPITAL NACIONAL SERGIO E. BERNALES



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 SERGIO E. BERNALES



01

CUADERNO DE LA OBRA: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Dirección: Av. TÚPAC AMARU 210, PUNO, LIMA

Contratista:

FECHA

09/03 Se inicia los trabajos de inspección presentando los objetivos del proyecto al Director Ejecutivo de Administración Dr. Roberto Casado, a la Dra. Nichell Castillo encargada de Reducción de Vulnerabilidad y el Sr. Oscar Solazar, jefe de Servicios Generales y Mantenimiento por parte del Hospital Sergio E. Bernales, por parte de CISMID asistieron el Dr. Miguel Estrada, Director de CISMID, el Ing. Carlos Chuiza, Especialista en Estructuras y la Bach. Ing. Yary Ciro Suárez, asistente de investigación. Se pidió acceso a la información existente y facilidades para el ingreso de la ambulancia, lo cual se aceptó. Luego se hizo un reconocimiento general del hospital.

Lima 24-09-2013

INICIO: 15:15, TÉRMINO: 16:50

M. Estrada

Se coordinó con el Dr. Roberto Casado para que pase una Circular a todo el personal del Hospital para que tengan conocimiento del Proyecto y se den las facilidades.

por CISMID: Miguel Estrada 24-09-13 / 16:52

ING. RESIDENTE

INSPECTOR



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 SERGIO E. BERNALES



02

CUADERNO DE LA OBRA: "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL"

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Dirección: Av. Túpac Amaru 210, RIMAC, LIMA

Contratista:

FECHA

25/09/15	Inicio: 11:00 am ; término: 5:25 pm
	Las labores que se realizaron fueron las siguientes:
	- Se continuó con la inspección visual, identificando juntas de separación sísmica que se dan a los bloques de cada edificación.
	- Se identificó los lugares de las posibles abscisión de la cimentación y posibles extracción de diamantinas en los bloques en estudio.
	- Se recibió información de algunos planos estructurales de los pabellones recién construidos.
	- Se reforzó recordando LIRG N° 028-2013-068 - ANSEB, la cual brinda las facilidades al personal del CISMID para el ingreso de los distintos ambientes del Hospital.
	* Asistieron por parte del CISMID:
	- Doc Miguel Estrella (Director del CISMID)
	- Ing. Carlos J. Chunga Pastaza (Exp. en Estructuras)
	- Bach. Ing. Mary Criss Sumar (Asistente)
	* Por parte del Hospital nos acompañó en el recorrido el Tec. Enrique Pinedo.
	Ing. Carlos J. Chunga C.



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 SERGIO E. BERNALES



03

CUADERNO DE LA OBRA: Estudios de Vulnerabilidad Sismica - UNH - Pichos

Propietario: Dpto. de Transportes 210 - Lima - Umo

Dirección:

Contratista:

FECHA

FECHA	ACTIVIDADES
26/07/13	Inicio P.O.D. Termino P.O.D.
	<p>Inicio Evaluación de Vulnerabilidad Sismica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contratación de Oscar Delgado - Reunión para definir el alcance de la investigación con el Dr. Mitchell Castillo. - Primeras Evaluaciones - Reunión para definir el alcance de la investigación
	<p>Reunión de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reunión de trabajo - Reunión de trabajo
	<p>Fin de obra</p> <p>CSMID HOSPITAL UN 2013</p>



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 SERGIO E. BERNALES



04

CUADERNO DE LA OBRA: Estudio de Vulnerabilidad Estructural

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección: Av. Tupac Katari 210, Miraflores - LIMA

Contratista:

FECHA

FECHA	DESCRIPCIÓN
29/07/13	<p>INICIO: 10 am TERMINO: 4:30 pm</p> <p>LOS LABORES QUE SE REALIZARON FUERON LAS SIGUIENTES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SE REVISARON LO DOCUMENTOS Y PLANOS RELEVADOS PARA SU FOTOCOPIADO - SE INICIO LA INSPECCION Y TOMA DE FOTOS EN EL AREA DE TRAUMATOLOGIA, NEUMOLOGIA, LABORATORIO CENTRAL, LAVANDERIA, BIENestar GENERAL, TERAPIA DE FISIO Y REHABILITACION Y FORTALECIMIENTO AL PERSONAL DE CUIDADO. <p>Asistencia por parte del CISMID:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ing. PORCOS CHUNCA CENTENAS (Espec. en Estructuras) - Bach. Ing. MARY PAIS SUAREZ (Asistente) <p><i>[Signature]</i> Ing. PORCOS CHUNCA</p>

ING. RESIDENTE

INSPECTOR



05

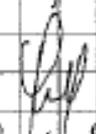
CUADERNO DE LA OBRA: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección: AV. TUPAC AMARU 200 LINDO-LINDO

Contratista:

FECHA

27/07/13	INICIO: 10 AM TERMINO: 4:30 PM
LAS LABORES QUE SE REALIZARON FUERON LAS SIGUIENTES:	
- SE RECOPILO INFORMACION CON EL FOTOGRAFADO DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD REALIZADO POR EL ING. RUBEN TURAYACHI.	
- SE CONTINUO CON LA INSPECCION Y TOMO DE FOTOS EN EL AREA DE MEDICINA, PEDIATRIA.	
- SE TERMINO CON LA IDENTIFICACION DE LOS POSIBLES DEFECTOS DE LA CIMENTACION Y POSIBLES LUGARES PARA LA UBICACION DE DIAGONALES EN SIGOS Y COLUMNAS.	
Asistieron por parte de CISMID:	
- ING. CARLOS J. CHANGA CONTRERAS (Esp. en Estructuras)	
- Arch. Ing. Marcos Suarez (Asistente)	
 Ing. Carlos Changa	

ING. RESIDENTE

INSPECTOR



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 SERGIO E. BERNALES



06

CUADERNO DE LA OBRA: ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección: Dr. Túpac Amaru RÍO, INGENIERIA

Contratista:

FECHA

30/07/13

INICIO: 10:30 AM

TERMINO: 4:50 PM

Las labores que se realizaron fueron las siguientes:

- Se continuo con la inspección y toma de fotos en el piso de energía

- Se continuo con la toma de medidas de volúmenes y diferenciando de nuevos puntos con marca de alfileres en el piso de traumatología y odontología.

- Se continuo con la identificación de las columnas de concreto en los diferentes pabellones.

- Se continuo con la toma de muestras de vibraciones en columnas y vigas en los pabellones de medicina y sala de emergencia.

Asistieron en parte por CISMID:

- ING. CARLOS I. PANGA CONTRERAS

- Bach. Ing. MARYSIS SUAREZ

- ING. LUIS LOAÑO

ING CARLOS A. CHUANGA



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 SERGIO E. BERNALES



07

CUADERNO DE LA OBRA: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI)

Dirección: AV TUPAC AMARU 210, INGENIERIA

Contratista:

FECHA

01/10/13 inicio 8:10 am (Arco de Geotécnica)
Termino 4:30 pm.

Las labores a ejecutar excavacion de calicatas en las zonas indicadas por los estructurales del Ing. Carlos Chunga.

Se ejecutaron 06 calicatas de una profundidad de 3.00mts en cada calicata a

1. Se ejecuto 02 ensayos de densidad natural metodo cono de arena en el fondo de la calicata.
2. Se tomaron muestra de cada calicata para ensayo de clasificacion.
3. Toma de muestra para corte directo remoldeada con la densidad natural
4. Toma de fotos de calicata

Despues se procedio al tapado de las calicatas para luego conformar las veredas con arena o mojado.

Ing. Marcelino Huaman Ochoa
Ingeniero de la parte geotecnica

tecnico: Josuany Portata Lino
tecnico de suelos

- 07 abrevos.

Ing. Marcelino Huaman Ochoa



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 SERGIO E. BERNALES



08

CUADERNO DE LA OBRA: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección: Av. Túpac Amaru 210, INGENIERIA

Contratista:

FECHA

01/10/13	INICIO: 10.00 AM TERMINO: 5.00 PM
	LAS LABORES QUE SE REALIZARON FUERON LAS SIGUIENTES:
	- Se continuo con la inspeccion y toma de fotos en el area de DIRECCION, PEDIATRIA, GINECOLOGIA
	- Se continuo con la toma de medidas de vanos e identificando muros portantes y muros de albañileria, vigas y columnas en las secciones de MEDICINA, PEDIATRIA, COJA DE FUERZAS, LABORATORIO CENTRAL.
	- Se termino con la toma de muestras de diamantina en columnas y vigas en las secciones de ENFERMERIA y GINECOLOGIA.
	Asistencia por parte del CISMID:
	- ING. CARLOS I. CHUNGA CONTRERAS
	- Bach. ING. MOY GUSZ ZURKEZ
	ING. CARLOS I. CHUNGA



09

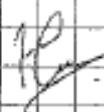
CUADERNO DE LA OBRA: Estudio de Vulnerabilidad Estructural

Propietario: Universidad Nacional de Ingeniería

Dirección: Av. Túpac Amaru 210, Ingeniería

Contratista:

FECHA

02/10/13	Inicio: 10:00 am Termino: 1:30 pm
	Los labores realizados el día de hoy fueron:
	- Se continuó con la inspección y toma de fotografías en el área Oftalmología, Odontología, consultorios externos, farmacia, enfermería.
	Por parte del CISMID:
	Bach. Ing. Mary Criss Suárez 



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 SERGIO E. BERNALES



CUADERNO DE LA OBRA: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Propietario: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Dirección: AV. TUPAC AMARU 210, INGENIERIA

Coordinador: _____

FECHA

02/10/13 INICIO 8.00 AM
4.30 PM.

Los labores del día realizados final de los trabajos de auscultación con calicata (OC) finalización de los trabajos
- Se realiza cuadro de la calicata y para luego efectuar los resanes de las veredas con mezcla de cemento por parte CISMID.

ING. Marcelino Huaman Ochoa

Marcelino Ochoa

Asunto: Inspección DISEÑO MINSA:

03/10/13 Bajas al campo para OLS - MINSA - CISMID.
Se verificó la ejecución de calicata en los galtonos de medicina, pedología, casa de fuerza - mantenimiento residencial, que son los más representativos en el emplazamiento propuesto.

De los puntos de perforación se verificó la ejecución de las perforaciones en vigas y columna por galtonos así: En la casa de fuerza, medicina, emergencias y pedología, que sirven a consistir los trabajos más representativos.

- Se toma conocimiento de la visita de los especialistas para evaluar las técnicas de perforación y la parte funcional.

Max Prado

Jorge Medina Carrón

JORGE MEDINA CARRÓN

ARQUITECTO



045 2400



CUADERNO DE LA OBRA: Inspección Vulnerabilidad Funcional

Propietario: OGDN - MINSA

Dirección: Calle Guillermo Marconi 317 - San Isidro

Contratista: _____

FECHA

FECHA	INSPECCION OGDN-MINSA
04-10-13	<p>- PARECIA COORDINACIÓN TELEFÓNICA CON LA DRA. MICHELLE CASTILLO; Y CONSTATAción DE LA VISITA DEL DR. CARLOS MALPICA; EL DÍA 26-09-13.</p> <p>- SE CONSTATA EN EL CUADERNO DE LA OBRA; LA VISITA DEL DR MALPICA; Y SU TRABAJO EN EL COMPONENTE FUNCIONAL; COORDINANDO CON LA DRA CASTILLO.</p> <p>- SE TOMÓ CONOCIMIENTO DE QUE SE PRESENTA Y TRABAJA EN PUNTOS COMO EL CDE Y ANEXO COMPLEMENTARIOS, PERO NO SE ESPECIFICA QUE TRABAJOS REALIZÓ, NI QUE DOCUMENTACIÓN SOLICITÓ.</p> <p>- EN EL REPORTE SE MENCIONA, NUEVA VISITA AL HOSPITAL, EL 30 DE SETIEMBRE 2013, PARA COMPLETAR DOCUMENTACIÓN, PERO HASTA EL DÍA DE HOY, NO SE ENCUENTRA OTRA ACTA DE VISITA.</p>

[Signature]
Hedy de Burgos Aronau
MEDICO CIRUJANO
C.M.P. 103792

[Signature]
MEDICO EMERGENCIOLOGO
C.M.P. 8251, HA. 908563903

[Signature]
OGDN - MINSA

ING. RESIDENTE

INSPECTOR



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 SERGIO E. BERNALES



CUADERNO DE LA OBRA: Estudio de vulnerabilidad estructural

Propietario: Universidad Nacional de Ingeniería

Dirección: Av. Túpac Amaru 210, Ingeniería

Contratista:

FECHA	
04/10/13	<p>Inicio: 10:00 am Termino: 4:00 pm</p> <p>Los labores realizados el día de hoy fueron los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se continuó con la inspección y toma de fotografías en el programa TBC - oficinas administrativas. - Se continuó con la toma de medidas de vanos e identificación de muros portantes y de albanilería, vigas y columnas en el pabellón de emergencia y ginecología. - Se inspeccionó el tanque ubicado cerca a emergencia. <p>Asistieron por parte del CISMID:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ing. Carlos Chunga - Bach. Ing. Mary Cusi Suárez
09/10/2013	<p>11:00 AM INICIO DE TRABAJO DE MEDICIÓN DE MICROTRIVOME IE LOCALIZADO CON EL SR. ENRIQUE PINO, JEFE DE MANTENIMIENTO, PARA CONOCER LOS ACCESOS A LAS DIFERENTES AREAS DEL HOSPITAL, SE MIDIERON EN LOS PABELLONES F1, G, E, B, A1, A2, M, NOMENCLATURA DE PABELLONES SEGÚN PLANO DEL HOSPITAL, SE ULTIMÓ EL TRABAJO DE MEDICIÓN A LAS 5:30 PM</p>

[Handwritten signature]
ING. ENRIQUE PINO



CUADERNO DE LA OBRA: Estudio de Vulnerabilidad no Estructural

Propietario: Universidad Nacional de Ingeniería

Dirección: Av. Tupac Amaru 210, Ingeniería

Contratista:

FECHA

17/10/13	Inicio: 8:30 a.m. Término: 11:30 a.m.
	→ Personal de Arquitectura, labores realizados el día hoy fueron las siguientes:
	• Se completó con la inspección y toma fotográfica de las áreas de: Centro obstétrico, Centro quirúrgico, Laboratorio, Área administrativa, logística, Contabilidad y Almacén.
	→ Asistieron por parte del CISMID:
	• Arq. Josue Villanueva Alejo
	• Lencal Leandro Ramirez