



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Evaluación estructural del “Hospital Municipal de la Mujer
y del Niño” de la ciudad de Cuenca-provincia de Azuay-
para cuantificar las amenazas y vulnerabilidad de la
edificación hospitalaria**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

AUTORES:

EDGAR ESTEBAN MOLINA TORRES

CARLA CRISTINA MORA PESANTEZ

DIRECTOR:

JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ CALERO

Cuenca, Ecuador

2016

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mis padres Eduardo Mora y Rocío Pesantez, quienes han sido el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, pues me han apoyado incondicionalmente y han sentado en mí la responsabilidad y los deseos de superación.

A mi hermana Gabriela quien me ha ofrecido apoyo y calidez en todo momento.

Gracias Dios por concederme la mejor de las familias.

Carla Mora Pesantez

Dedico este trabajo a todas las personas que me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria, en especial a mis padres y abuelos quienes son un ejemplo a seguir y a los cuales les debo este logro.

Edgar Molina Torres

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento

A nuestro director de Tesis Ing. José Fernando Vázquez Calero, M.Sc, por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la finalización de este trabajo.

Nuestro agradecimiento también a la Universidad del Azuay por habernos abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	43
1.1. Identificación de amenazas específicas del entorno del Hospital de la Mujer y el Niño	44
1.2. Determinación del índice de seguridad hospitalaria de las áreas estructurales y parte de las no estructurales	45
CAPÍTULO 2: AGRUPACIÓN Y MODELACIÓN DE CARGAS QUE ESPECIFICA LA NORMA.....	145
2.1. Cargas gravitacionales.....	145
2.2. Cargas accidentales.....	158

CAPÍTULO 3: MODELO MATEMÁTICO IDEALIZADO DE LA ESTRUCTURA.....	167
3.1. Idealización del modelo de estructura hospitalaria	167
3.2. Generación y modelación dinámica estructural del hospital en software especializado.....	167
3.3. Esfuerzos últimos	168
3.4. Comprobación del diseño de los diferentes miembros estructurales.....	168
3.5. Depuración e interpretación de los resultados obtenidos de la modelación.....	168
3.6. Generación de gráficos explicativos.....	169
3.7. Análisis de resultados y elaboración de propuestas de mitigación.....	188
CONCLUSIONES	189
RECOMENDACIONES.....	192
BIBLIOGRAFÍA	193
ANEXOS	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación del Hospital Municipal del Niño.....	43
Figura 1.2: Mapa de riesgo sísmico.....	90
Figura 1.3: Zonas con peligro volcánico.....	91
Figura 1.4: Zona de deslizamientos del catón Cuenca.....	92
Figura 1.5: Zonas de posibles inundaciones del cantón Cuenca.	93
Figura 1.6: Vía de acceso principal al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.....	94
Figura 1.7: Camal municipal visto desde tierra.....	94
Figura 1.8: Camal municipal visto desde el aire.	95
Figura 1.9: Alta concentración de vehículos en la entrada al camal municipal.	96
Figura 1.10: Alta concentración de vehículos en la vía principal del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.	96
Figura 1.11: Vía principal de acceso al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño...96	96
Figura 1.12: Vía principal de acceso al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño...97	97
Figura 1.13: Concentración vehicular vista desde el aire.	97
Figura 1.14: Intersección del acceso principal.	97
Figura 1.15: Concentración vehicular en el camal vista desde el aire.....	98
Figura 1.16: Cuarto de distribución y almacenamiento de cilindros de oxígeno.....99	99
Figura 1.17: Seguridad de los cilindros de oxígeno.	99
Figura 1.18: Lugar de distribución y almacenamiento de cilindros de gas.....	100
Figura 1.19: Seguridad del lugar de distribución y almacenamiento de cilindros de gas licuado.....	100
Figura 1.20: Toma de agua en el exterior de la entidad hospitalaria.....	101
Figura 1.21: Ruta de evacuación con iluminación de emergencia.	101
Figura 1.22: Gabinete contra incendios en la planta alta.	101

Figura 1.23: Gabinete contra incendios en la planta baja.	102
Figura 1.24: Lugar de acopio de la basura.	102
Figura 1.25: Basurero exterior.....	103
Figura 1.26: Seguridad del lugar de acopio de basura.	103
Figura 1.27: Columna estratigráfica del suelo de la entidad hospitalaria.	104
Figura 1.28: Nube de puntos del Hospital municipal de la Mujer y el Niño.	105
Figura 1.29: Mampostería exterior.	106
Figura 1.30: Mampostería exterior.	107
Figura 1.31: Columna interior.	107
Figura 1.32: Ensayo esclerométrico sobre la losa del Hospital.....	108
Figura 1.33: Ensayo esclerométrico sobre la columna del Hospital.....	108
Figura 1.34: Auscultación estructural.	108
Figura 1.35: Auscultación estructural.	109
Figura 1.36: Esclerómetro.	109
Figura 1.37: Columna exterior de la edificación.	110
Figura 1.38: Columna interior de la segunda planta.....	110
Figura 1.39: Plano de la entidad hospitalaria.	111
Figura 1.40: Maqueta virtual.	111
Figura 1.41: Maqueta virtual.	112
Figura 1.42: Fotografía aérea del hospital.....	112
Figura 1.43: Fotografía aérea del hospital.....	113
Figura 1.44: Viviendas aledañas a la entidad hospitalaria.	113
Figura 1.45: Estructura de la cubierta.	114
Figura 1.46: Estructura de la cubierta.	114
Figura 1.47: Generador de energía eléctrica.	115

Figura 1.48: Generador de energía eléctrica.	116
Figura 1.49: Tablero de control.	116
Figura 1.50: Parlantes instalados en la entidad de salud.....	117
Figura 1.51: Cámara de seguridad instalada en el hospital.....	117
Figura 1.52: Tapa del tanque de reserva.	118
Figura 1.53: Tanque de reserva.	118
Figura 1.54: Ingreso de agua al tanque hidroneumático.	119
Figura 1.55: Ingreso de agua al tanque hidroneumático.	119
Figura 1.56: Bomba del sistema de agua potable.	120
Figura 1.57: Tanque de reserva de diésel interior de 200 galones.	120
Figura 1.58: Tanque de reserva de diésel exterior de 500 galones.....	121
Figura 1.59: Cilindros de gas licuado de petróleo.	121
Figura 1.60: Distribución del gas licuado de petróleo.	122
Figura 1.61: Distribución de oxígeno al hospital.	122
Figura 1.62: Seguridad de áreas críticas.	123
Figura 1.63: Mobiliario.	124
Figura 1.64: Mobiliario del sector de quirófanos.	124
Figura 1.65: Sala de Rayos X.	125
Figura 1.66: Sala de Rayos X.	125
Figura 1.67: Laboratorio.	125
Figura 1.68: Acceso principal a la edificación hospitalaria.	126
Figura 1.69: Rampa para el traslado de camillas.....	126
Figura 1.70: Acceso a emergencias.	127
Figura 1.71: Seguridad de ventanas.....	127
Figura 1.72: Seguridad de ventanas.....	128

Figura 1.73: Mampostería exterior.	128
Figura 1.74: Vista aérea del hospital.	129
Figura 1.75: Vista aérea del hospital.	129
Figura 1.76: Manchas en cielo raso debido a goteras.	130
Figura 1.77: Manchas en cielo raso debido a goteras.	130
Figura 1.78: Accesos a la entidad hospitalaria.	131
Figura 1.79: Áreas de circulación de consultorios.	131
Figura 1.80: Áreas de circulación de emergencias.	132
Figura 1.81: Áreas de circulación de hospitalización.	132
Figura 1.82: Mampostería interna.	133
Figura 1.83: Sistema de iluminación interna de la casa de salud.	133
Figura 1.84: Sistema de iluminación externa de la casa de salud.	134
Figura 1.85: Extintor en el área de mantenimiento.	134
Figura 1.86: Salida de agua para emergencias.	135
Figura 1.87: Fotografía aérea del área de influencia del hospital.	135
Figura 1.88: Columna estratigráfica.	138
Figura 1.89: Ubicación del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.	140
Figura 1.90: Seguridad estructural.	141
Figura 1.91: Seguridad no estructural.	142
Figura 1.92: Seguridad funcional.	142
Figura 1.93: Índice de seguridad hospitalaria.	143
Figura 2.1: Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.	165
Figura 3.1: Disposiciones relativas a las armaduras.	169
Figura 3.2: Armadura mínima y máxima.	170
Figura 3.3: Estado límite de agotamiento frente a cortante.	170

Figura 3.4: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales.	170
Figura 3.5: Criterios de diseño por sismo ACI 318-11.	171
Figura 3.6: Criterios de diseño por sismo NEC-14.	171
Figura 3.7: Diseño por capacidad.	171
Figura 3.8: Columnas.	172
Figura 3.9: Disposiciones relativas a las armaduras.	172
Figura 3.10: Armadura mínima y máxima.	172
Figura 3.11: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas).	173
Figura 3.12: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas).	173
Figura 3.13: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas).	173
Figura 3.14: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.	174
Figura 3.15: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.	174
Figura 3.16: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.	174
Figura 3.17: Estado limite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.	175
Figura 3.18: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua.	175
Figura 3.19: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua.	175
Figura 3.20: Estado límite de agotamiento por torsión. Interaccion entre torsión y cortante en el eje X. Traccion en el alma.	176
Figura 3.21: Estado límite de agotamiento por torsión. Interaccion entre torsión y cortante en el eje Y. Traccion en el alma.	176

Figura 3.22: Estado limite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Traccion en el alma.....	176
Figura 3.23: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.	177
Figura 3.24: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.	177
Figura 3.25: Estado límite de agotamiento por torsión. Diametro mínimo de la armadura longitudinal.	177
Figura 3.26: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.	178
Figura 3.27: Criterios de diseño por sismo ACI 318-11.....	178
Figuro 3.28: Criterios de diseño por sismo NEC-14	178
Figura 3.29: Cortante de diseño para vigas.	179
Figura 3.30: Resistencia a cortante de elementos en flexión.	179
Figura 3.31: Fisuración.	179
Figura 3.32: Comprobaciones de flecha.	180
Figura 3.33: Vigas	180
Figura 3.34: Estructura Planta de Cubiertas.....	180
Figura 3.35: Estructura Planta Baja.	181
Figura 3.36: Elementos estructurales del juego de cubiertas.	181
Figura 3.37: Flechas máximas de las losas en la dirección X.....	182
Figura 3.38: Flechas máximas de las losas en la dirección X.....	182
Figura 3.39: Flechas máximas de las losas en la dirección X.....	183
Figura 3.40: Flechas máximas en la dirección X.	183
Figura 3.41: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.....	183
Figura 3.42: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.....	184

Figura 3.43: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.	184
Figura 3.44: Flechas máximas en la dirección Y.	184
Figura 3.45: Flechas máximas de las losas en la dirección X.	185
Figuro 3.46: Flechas máximas de las losas en la dirección X.	185
Figura 3.47: Flechas máximas de las losas en la dirección X.	186
Figura 3.48: Flechas máximas en la dirección X.	186
Figura 3.49: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.	186
Figura 3.50: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.	187
Figura 3.51: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.	187
Figura 3.52: Flechas máximas en la dirección Y.	187
Figura 3.53: Distorsiones de columnas en situaciones sísmicas.	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Índice de Seguridad Hospitalaria	46
Tabla 2.1: Cargas vivas según CEC, 1976.....	146
Tabla 2.2: Cargas vivas para cubiertas según CEC, 2001	147
Tabla 2.3: Cargas vivas según NEC, 2014.....	148
Tabla 2.4: Cargas muertas según CEC, 1976.....	154
Tabla 2.5: Cargas muertas según NEC, 2014.....	155
Tabla 2.6: Valores del factor Z en función de la zona sísmica.	160
Tabla 2.8: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto Fa. ..	163
Tabla 2.9: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca Fd.....	163
Tabla 2.10: Comportamiento no lineal de los suelos Fs.....	164

ÍNDICE DE ANEXOS

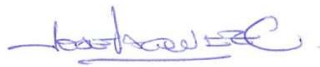
Anexo 1: Comprobaciones E.L.U. de columnas	197
Anexo 2: Comprobaciones E.L.U. de vigas	197
Anexo 3: Distorciones de columnas.	197
Anexo 4: Comprobación del diseño de los diferentes miembros estructurales.....	197
Anexo 5: Ortofoto del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño	197

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL “HOSPITAL MUNICIPAL DE LA MUJER Y DEL NIÑO” DE LA CIUDAD DE CUENCA-PROVINCIA DE AZUAY-PARA CUANTIFICAR LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN HOSPITALARIA

RESUMEN

Este trabajo de investigación evalúa al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño de la Ciudad de Cuenca en el aspecto estructural, enmarcado dentro del proyecto de investigación científica “Implementación de una estrategia de hospitales seguros frente a desastres”. Se cuantifico amenazas y se determinó la vulnerabilidad utilizando el método del Índice de Seguridad Hospitalaria propuesto por la OPS/OMS, además, se generó un modelo virtual que permitió idealizar el estado actual de la estructura y calcularla considerando las especificaciones técnicas provistas por la normativa vigente.

Palabras Clave: Amenazas, Vulnerabilidad, modelo virtual, Índice de Seguridad Hospitalaria, OPS/OMS



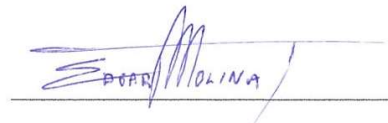
José Fernando Vázquez Calero

Director de trabajo de titulación



Paul Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Edgar Esteban Molina Torres



Carla Cristina Mora Pesantez

Autores

STRUCTURAL ASSESSMENT OF THE “HOSPITAL MUNICIPAL DE LA MUJER Y DEL NIÑO” IN THE CITY OF CUENCA- AZUAY PROVINCE – TO QUANTIFY THE THREATS AND VULNERABILITY OF THE HOSPITAL BUILDING

ABSTRACT

This research work assesses the structure of the Municipal Hospital for the Women and Children of the City of Cuenca, as part of the scientific research project entitled "Implementation of a strategy of hospitals safe from disasters." Threats were quantified and vulnerability was determined by using the Hospital Safety Index method proposed by PAHO / WHO. In addition, a virtual model that enable to idealize the current state of the structure and calculate it considering the technical specifications provided by current legislation, is generated.


Keywords: Threat, Vulnerability, Virtual Model, Hospital Safety Index, PAHO / WHO



José Fernando Vázquez Calero
Thesis Director



Paul Cornelio Cordero Díaz
School Director



Edgar Esteban Molina Torres



Carla Cristina Mora Pesantez

Authors



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Edgar Esteban Molina Torres

Carla Cristina Mora Pesantez

Trabajo de Titulación

Ing. José Fernando Vázquez Calero

Octubre, 2016

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL “HOSPITAL MUNICIPAL DE LA MUJER Y DEL NIÑO” DE LA CIUDAD DE CUENCA-PROVINCIA DE AZUAY-PARA CUANTIFICAR LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN HOSPITALARIA

INTRODUCCIÓN

Los servicios de salud tienen una gran importancia, pues albergan a una cantidad considerable de personas, muchas veces en un estado delicado de salud que no les permite responder de una manera adecuada ante las amenazas que se puedan producir dentro de las entidades hospitalarias. Los servicios de salud no pueden salir de funcionamiento en ningún momento y bajo ninguna circunstancia, en especial en el momento de un desastre puesto que en ese período es cuando la ciudadanía necesita atención temprana y oportuna para evitar pérdidas humanas. Dentro de la línea de investigación aprobada por la Universidad del Azuay y el proyecto de investigación científica vulnerabilidad estructural Hospitales Seguros frente a desastres, se busca conocer las amenazas que afectan de manera directa o indirecta a la entidad hospitalaria, que podrían ocasionar daños estructurales, no estructurales y funcionales, habiendo la posibilidad inminente de dejarla fuera de funcionamiento.

Esta investigación busca conocer el estado actual de la edificación, así como también identificar los fenómenos y amenazas que se encuentran en el entorno. El Hospital Municipal de la Mujer y el Niño está expuesto a fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológicos, social, sanitario-ecológico y químico-tecnológico. Por otro lado, es importante mencionar que la casa de salud fue construida basada en las

especificaciones técnicas del CEC (Código Ecuatoriano de la Construcción) y en la actualidad se ha expedido una nueva norma de construcción NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) que fundamenta exigencias sísmo resistentes y de cargas más rigurosas. Los hospitales son catalogados como estructuras esenciales y/o peligrosas, es por esto que el nivel de análisis en el diseño de los miembros estructurales y no estructurales es más exigente que con la norma anterior, por lo tanto, se tiene mayor vulnerabilidad ante las amenazas y en consecuencia un alto riesgo.

Entre los fenómenos de tipo geológico es posible mencionar sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos y tsunamis; entre los fenómenos hidrometeorológicos están: huracanes, lluvias torrenciales, penetraciones del mar o río y deslizamientos por saturación del suelo. Fenómenos sociales como concentraciones de población, personas desplazadas, entre otros. Así como también fenómenos sanitario-ecológicos tales como epidemias, contaminación, plagas, etc. Entre los fenómenos químico-tecnológicos tenemos explosiones, incendios, fuga de materiales peligrosos.

Antecedentes

Al conmemorarse diez años del terremoto en la ciudad de Kobe (Japón), la Organización Mundial de la Salud determinó que era imprescindible plantearse estrategias de Hospitales Seguros frente a desastres, de allí surgió la metodología del ISH (Índice de Seguridad Hospitalaria) que consiste en la evaluación por equipos multidisciplinarios y multisectoriales en cuatro áreas fundamentales:

- Calificación de las amenazas en el sector y entorno.
- Evaluación de los miembros estructurales de la edificación.
- Evaluación de los miembros no estructurales.
- Evaluación del servicio funcional de las instalaciones hospitalarias.

Por tratarse de un tema nuevo de investigación del siglo XXI que tiene novedad científica reciente, en diferentes países del mundo se están desarrollando programas de evaluaciones de Hospitales Seguros frente a desastres utilizando esta metodología.

Por otro lado, el riesgo que se considera como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, da cuenta que para el austro ecuatoriano las amenazas de tipo: sísmicas, hidrometeorológicas y geotécnicas son las principales a tomar en cuenta al momento de la calificación.

En virtud de lo expuesto, consideramos que proyectos de esta naturaleza son indispensables para vincular el quehacer universitario con el servicio a la comunidad. Con hospitales seguros ante cualquier situación de desastre, garantizaremos la salud y el bienestar de la ciudadanía. El Hospital Municipal de la Mujer y el Niño empezó a funcionar desde el año 2004 pero la planta baja fue construida en 1986, mientras que en el año de 1992 las losas de la segunda planta fueron elevadas con la proyección de convertir la edificación en un centro comercial.

Objetivo General

Evaluar los elementos estructurales y parte de los no estructurales de la Entidad Hospitalaria Municipal de la Mujer y el Niño, cuantificando las amenazas y la vulnerabilidad de la edificación.

Objetivos Específicos:

- Identificar las amenazas en el entorno de la edificación hospitalaria, utilizando encuestas y mapas de riesgos existentes.
- Realizar un análisis de suelos que permitan determinar las características geológicas del hospital.
- Evaluar los elementos estructurales y parte de los no estructurales del hospital, utilizando fichas de evaluación.
- Diseñar una maqueta virtual utilizando software BIM (Building Information Modeling).

- Agrupar y modelar las cargas que especifica la norma NEC-SE-2014 utilizando un software especializado y comparar con el diseño estructural existente.
- Cuantificar la vulnerabilidad y el riesgo de la edificación de salud basándose en los resultados obtenidos.
- Proponer medidas de mitigación y reforzamiento.

Metodología

Evaluaremos las amenazas identificadas y por definir al entorno de la instalación hospitalaria, apoyándonos en mapas de riesgo de la Dirección Nacional de Riesgo (DNR), Sistemas de Información Geográfica (SIG) y entrevistas a diferentes funcionarios de la entidad hospitalaria.

Se realizará un ensayo de penetración estándar SPT (Standar Penetration Test), que consiste en la extracción de una muestra de suelo a una profundidad de (5-6 m), para posteriormente determinar la capacidad admisible del suelo; además se identificará su tipo y clasificación para realizar una columna estratigráfica.

Recopilaremos la información referente a los establecimientos hospitalarios existentes, planificación arquitectónica, estudios de ingenierías, estado actual de miembros estructurales resistentes y miembros no estructurales con procedimientos visuales y apoyo de ensayos no destructivos (END) con la ayuda de equipos de precisión: dron con cámara de alta definición, esclerómetro, scanner, ultrasonido. Y además obtendremos una maqueta virtual de los miembros estructurales y parte de los no estructurales en un entorno BIM (Building Information Modeling).

Se identificarán las cargas vivas y permanentes que actúan en la estructura, mediante la recolección de información acerca de losas, vigas, columnas y elementos no estructurales, posteriormente se procederá a la modelación dinámica estructural del establecimiento hospitalario en software especializado, que permita determinar el

comportamiento de la edificación ante amenazas calificadas, y poder cuantificar su vulnerabilidad. Para los parámetros de modelación se utilizará las especificaciones establecidas en el Capítulo 2 de Cargas Sísmicas y Diseño Sismo Resistente de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2014).

Compararemos los resultados de la modelación existente que contiene los armados reales de la estructura con la modelación implementando la norma actual de construcción, donde se obtendrán gráficos comparativos del comportamiento de la infraestructura hospitalaria; para finalmente con todos los datos obtener una calificación de los componentes estructurales y parte de los no estructurales del hospital según el “índice de Seguridad Hospitalaria”.

Recopilada toda la información de los elementos estructurales y parte de las no estructurales del hospital y realizadas las fichas de evaluación se propondrá medidas de mitigación y reforzamiento.

Marco teórico

Entidad hospitalaria

Una entidad hospitalaria según la NEC 2014 es calificada como una estructura de tipo esencial, es decir, es una edificación que es capaz de resistir todos los tipos de cargas a las que se le exponga y que se debe mantener operativa luego de un desastre para poder atender las emergencias que se produzcan (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2014).

Riesgos a los que están expuestas las entidades hospitalarias

Un desastre es una alteración de gran magnitud, repentina o previsible, causada ya sea por la acción de la naturaleza, por las actividades del hombre o la combinación de ambos que sobrepasa la capacidad de respuesta de la sociedad afectada para afrontarla con sus propios recursos, los desastres pueden producir: pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, s.f.).

El riesgo de una entidad hospitalaria se puede definir como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y las acciones negativas que este conlleva (CIIFEN, 2016), es decir, que ocurran daños sociales, ambientales y económicos en una comunidad específica y en un periodo de tiempo dado, con una magnitud, intensidad, costo y duración determinada. De una manera simplificada el riesgo se puede expresar como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad de la edificación hospitalaria.

Tipos de riesgos:

Riesgo específico: son las pérdidas esperadas en el caso de que se produzca un desastre de consideración y depende directamente de las amenazas y las vulnerabilidades particulares de la entidad hospitalaria (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Riesgo total: son las pérdidas económicas como: daños a las edificaciones, a la infraestructura pública y todos los efectos que un desastre produzca sobre las actividades económicas, así como también las pérdidas humanas considerando también en este aspecto a todas las personas heridas debido a la ocurrencia de un desastre (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Amenazas

Una amenaza es la probabilidad de que ocurra un desastre en un determinado lugar con una intensidad y duración determinadas, existen varios tipos de amenazas como: fenómenos geológicos, fenómenos hidrometeorológicos, fenómenos sociales, fenómenos sanitario-ecológicos y fenómenos químico-tecnológicos (OPS, 2010).

Fenómenos geológicos:

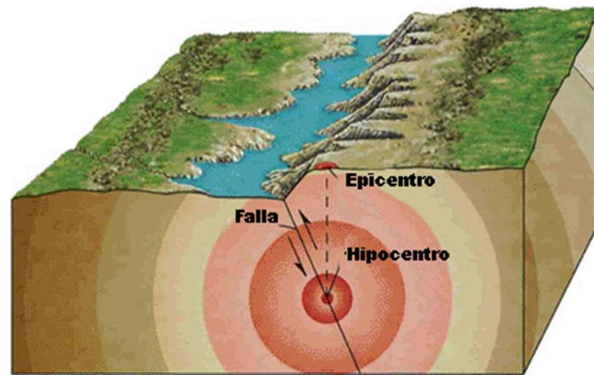
Sismos

Un sismo es el resultado de una liberación rápida de energía debido a los movimientos internos de la corteza terrestre, la energía liberada se propaga en todas direcciones en formas de ondas sísmicas que sacuden la superficie de la tierra (Sistema Nacional de Protección Civil México, 2012).

Al lugar de origen se le conoce como foco o hipocentro y al lugar en la superficie que se encuentra directamente sobre el foco se le conoce como epicentro.

Según el libro de hospitales seguros frente a los desastres dependiendo de la hora en que se desarrolle, el tipo de construcción y la densidad poblacional puede provocar:

- Elevado número de defunciones.
- Afluencia masiva de heridos de todos los tipos de importancia.
- Graves daños tanto estructurales como no estructurales.
- Interrupción de las vías de acceso, así como en la provisión de servicios básicos.



Sismos

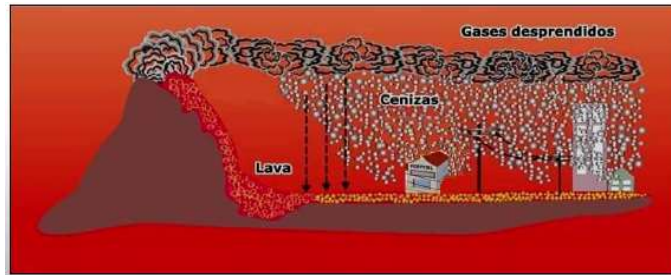
Fuente: Artinaid. (2015). Hipocentro [Figura]. Recuperado de <http://www.artinaid.com/2013/04/los-terremotos-o-sismos/>

Erupciones volcánicas

Es una expulsión de roca fundida a temperaturas muy altas o más conocido como magma desde el interior de la tierra hacia la superficie (Secretaría de Gestión de Riesgos, s.f.).

(LLanes Buron, 2015) indica que dependiendo del tipo de evento pueden provocar:

- Elevada mortalidad.
- Incremento en la demanda de atención en todos los niveles.
- Daños en los hospitales como destrucción de techos por la ceniza, si existen flujos de lava y a entidad hospitalaria se encuentra cerca la destrucción del edificio, contaminación del agua, entre otros.
- Interrupción en las vías de acceso.
- Alteración en la provisión de los servicios básicos.



Erupciones volcánicas

Fuente: Llanes, C. (2015). Erupciones volcánicas. [Figura] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

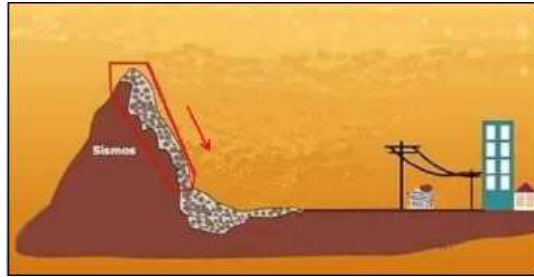
Deslizamientos por suelos inestables

Los deslizamientos se producen por la variación de las condiciones propias de un terreno, pudiendo ser alterado ya sea por el cambio de uso de tierra, actividades humanas, frecuencia e intensidad de precipitaciones, los sismos que le afecten al sector u otro factor que genere un desequilibrio en la ladera. Este movimiento puede ser lento o rápido y provoca la caída del material superficial de la corteza terrestre pendiente abajo (Suarez, 2009).

Según Carlos Llanes en función de la magnitud del evento pueden provocar:

- Elevada mortalidad.
- Incremento de la demanda de servicios por lesiones graves que requieren tratamientos complejos.
- Daños graves pero localizados sobre los hospitales como: pérdida de estabilidad¹, deterioro de la cimentación, destrucción de parte del edificio, ingreso de masas de lodo dentro de la entidad hospitalaria entre otros.
- Interrupción de las vías de acceso, así como en provisión de los servicios básicos.

¹ Pérdida de estabilidad: Se produce cuando las fuerzas actuantes sobre una estructura superan a las fuerzas que es capaz de resistir por lo que puede fracasar o provocar daños considerables.



Deslizamientos de suelo

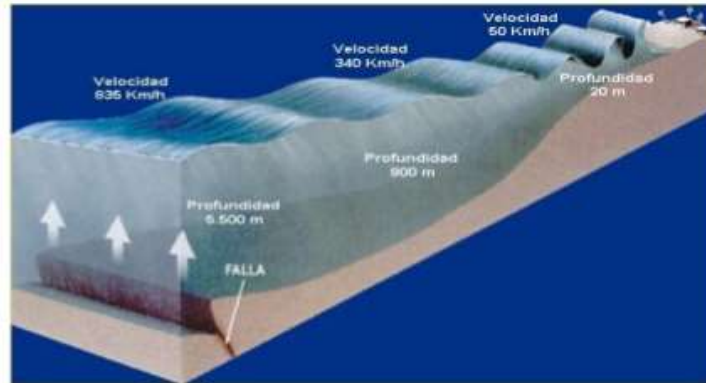
Fuente: Llanes, C. (2015). Deslizamientos de suelo. [Figura] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Tsunamis

Los tsunamis son una serie de olas de gran magnitud provocados por terremotos, deslizamientos submarinos, erupciones volcánicas y choques de asteroides que atraviesan grandes distancias y ocasionan importantes afectaciones en las líneas costeras y sus alrededores (Ponce Adams, 2011).

(LLanes Buron, 2015) indica que, en dependencia de la magnitud del evento, tipo de construcciones y la densidad poblacional los tsunamis pueden provocar:

- Elevada mortalidad.
- Incremento en la demanda de atención en todos los niveles.
- Daños graves en las entidades hospitalarias como: pérdida de estabilidad por deterioro de la cimentación, posible destrucción del edificio, ingreso de agua dentro de la edificación y pérdida de insumos entre otros.
- Interrupción de las vías de acceso, así como en la provisión de los servicios básicos.



Tsunamis.

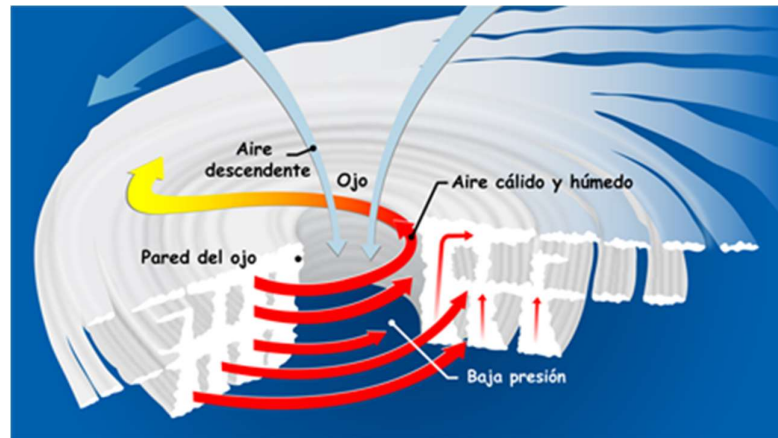
Fuente: Núñez, R. (2010). Diagrama de un tsunami generado por desplazamiento de suelo oceánico. [Figura]. Recuperado de (Núñez, 2010).

Huracanes

Los huracanes son tormentas violentas con un centro de baja presión atmosférica que operan como centros de atracción de masas de aire caliente y húmedo con trayectorias parabólicas que provocan fuertes lluvias y vientos que superan los 120 km/h (LLanes Buron, 2015).

Los huracanes pueden provocar:

- Elevada mortalidad.
- Incremento en la demanda de servicios por lesiones graves y traumas que requieren tratamientos complejos.
- Daños graves en los hospitales como: destrucción de techos y cubiertas, deterioro de la cimentación de los edificios, daño en equipos expuestos, caída de postes de luz, deterioro dentro del edificio por presencia de agua y pérdida de insumos entre otros.
- Interrupción de las vías de acceso, así como en la provisión de los servicios básicos.



Huracanes.

Fuente: NASA. (2016). Descripción de huracanes. [Figura]. Recuperado de <http://spaceplace.nasa.gov/hurricanes/sp/>

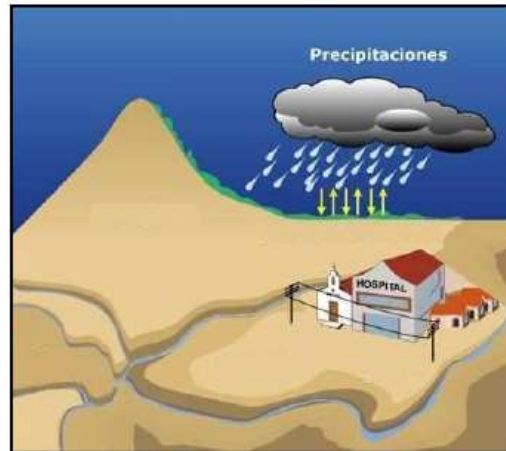
Fenómenos hidrometeorológicos:

Lluvias torrenciales

Son lluvias intensas que pueden inundar rápidamente áreas planas o bajas como valles, hondonadas o las zonas más bajas de una ciudad, produciendo estancamiento de aguas, pero en zonas con pendientes pronunciadas pueden llegar a provocar deslizamientos (LLanes Buron, 2015).

Las lluvias torrenciales pueden provocar:

- Elevada mortalidad.
- Un posible incremento de pacientes por lesiones graves y traumatismos que requieren tratamientos complejos.
- Graves daños en la edificación en especial cuando se encuentra en una ladera, posibles daños en la cimentación entre otros.
- Interrupción de las vías de acceso, así como también en la provisión de los servicios básicos.



Lluvias torrenciales.

Fuente: Llanes, C. (2015). Lluvias torrenciales. [Figura] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Penetraciones de mar o río

Las penetraciones de mares, ríos y lagos es un fenómeno natural en el cual el agua deja su curso natural para ocupar lugares que comúnmente están secos, en mayor parte son producidas por fuertes marejadas o desbordes de ríos y lagos que a su vez se producen por altas precipitaciones en el área de aporte de un cuerpo de agua (LLanes Buron, 2015) (Drust Nacarino, 2013).

Según (LLanes Buron, 2015) las penetraciones de los grandes cuerpos de agua pueden provocar:

- Limitado número de defunciones.
- Posible incremento de pacientes por lesiones graves y traumatismos que requieren tratamientos complejos.
- Graves daños en los hospitales, dependiendo de la cercanía de estas instalaciones a ríos y mares y su ubicación en terrenos planos entre otros.
- Interrupción de vías de acceso, así como en la provisión de servicios básicos.



Penetración de mares o ríos.

Fuente: OPS. (2009). Penetración de mares o ríos. [Fotografía] Recuperado de (OPS, 2009)

Deslizamientos por saturación del suelo

Son deslizamientos de masas de alta o baja velocidad del material superficial colina debajo de una ladera que se producen debido a una humedad excesiva en el suelo natural (LLanes Buron, 2015).

Los deslizamientos por saturación del suelo pueden provocar:

- Limitado número de defunciones.
- Incremento de pacientes por lesiones graves que requieren tratamientos complejos.
- Daños graves en las entidades hospitalarias como: deterioro de la edificación por el ingreso de masas de lodo, posible daño en cimentaciones y afectaciones en las líneas vitales entre otros.
- Interrupción de las vías de acceso, así como en provisión de los servicios básicos.



Deslizamientos por saturación del suelo.

Fuente: OPS. (2009). Deslizamientos. [Fotografía] Recuperado de (OPS, 2009)

Fenómenos Sociales:

Concentraciones de población

La concentración de población puede ser de dos maneras: organizada es decir por el crecimiento de las ciudades y la densificación de las mismas o espontánea que se debe a grandes concentraciones de personas debido a un evento en particular por ejemplo un concierto a realizarse en un estadio que este próximo a la entidad hospitalaria. De cualquier manera, si el hospital se encuentra cerca a lugares de alta densidad poblacional o cerca de lugares de grandes concentraciones puede incidir en la prestación de sus servicios (LLanes Buron, 2015).

Los fenómenos sociales pueden provocar:

- Obstaculización en las vías de acceso para la llegada de pacientes dejando sin servicio a la población.
- Daños a la edificación o a los servicios que brinda debido a la acción humana.
- Aumento de la demanda por una concentración excesiva de la población debido a una insuficiencia de la red de servicios.

- Colapso funcional del hospital por una posible llegada masiva de víctimas.

Personas desplazadas

Son personas que se ven obligadas a abandonar su lugar de residencia habitual en movimientos colectivos, comúnmente debido a: un desastre natural o provocado por el hombre, una amenaza, un conflicto civil, persecución o algún tipo de conflicto armado para evitar los efectos que estos producen, movilizándose a comunidades vecinas o áreas aisladas (LLanes Buron, 2015).

Los fenómenos sociales pueden provocar:

- Posible aumento de enfermedades producidas por el hacinamiento y la desnutrición.
- Incremento de la demanda de servicios de salud en especial en los aspectos funcionales de las entidades hospitalarias.



Personas desplazadas.

Fuente: Llanes, C. (2015). Personas desplazadas. [Fotografía] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Otros

En este campo se considera todos los fenómenos sociales no mencionados anteriormente como, por ejemplo: huelga de trabajadores, protestas, cercanías a un

centro de rehabilitación social de alta seguridad que afecten el nivel de seguridad del hospital se debe especificar y señalar el nivel de amenaza (LLanes Buron, 2015).

Fenómenos sanitario ecológicos:

Epidemias

Una epidemia es un aumento significativo en el número de casos de contagiados por una enfermedad infecciosa en una población con respecto al número de casos esperados en un lapso de tiempo determinado, la infección pudo estar presente o venir de algún lugar cercano (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, s.f.).

Las epidemias originan el incremento de los índices de morbilidad² y mortalidad en una población y también una mayor demanda por parte de los pacientes pudiendo llegar a colapsar una entidad hospitalaria (LLanes Buron, 2015).



Epidemias.

Fuente: OPS. (2009). Amenazas sanitario ecológicas. [Fotografía] Recuperado de (OPS, 2009)

² Morbilidad: Es la cantidad de personas afectadas por una enfermedad en un sitio y tiempo determinado.

Contaminación

Es la alteración de las condiciones normales producidas por cualquier tipo de agente ya sea físico, químico o biológico que puede ser nocivo para la salud o la seguridad de la población (Real Academia Española, 2016).

Según el libro de hospitales seguros frente a los desastres dependiendo del tipo de contaminación pueden provocarse los siguientes daños:

- Incremento de morbilidad y posiblemente de mortalidad.
- En el caso de que exista una contaminación del agua y de no existir un adecuado tratamiento puede producir enfermedades crónicas en la población.
- Si existiese dióxido de sulfuro y dióxido de nitrógeno en el aire originaría desde irritación en los ojos, nariz y garganta hasta infecciones respiratorias como bronquitis y neumonía y a largo plazo produciría enfermedades crónicas como: cáncer de pulmón, problemas cardíacos e incluso daño cerebral y en el sistema nervioso.



Contaminación de un río por aguas residuales no tratadas.

Fuente: OPS. (2009). Contaminación. [Fotografía] Recuperado de (OPS, 2009)

Plagas

Las plagas son agentes externos como moscas, pulgas, roedores, mosquitos, cucarachas y otros vectores no deseados que interfieren con las actividades cotidianas de una entidad hospitalaria o que pueden contaminar áreas importantes como por ejemplo los quirófanos del hospital (Universidad Estatal de Oregon ; Agencia de Protección Ambiental de EE.UU., 2011).



Plagas.

Fuente: Llanes, C. (2015). Plagas. [Figura] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Otros

Acorde con los antecedentes de la zona se deben especificar y señalar el nivel de amenaza si existiera algún fenómeno sanitario ecológico no mencionado anteriormente (LLanes Buron, 2015).

Fenómenos químico tecnológicos:

Explosiones

Una explosión es una liberación brusca de energía que produce un incremento rápido de la presión, que produce desprendimiento de calor, luz y gases a alta presión

acompañado de una rotura violenta del cuerpo que la contiene, la energía contenida se libera en forma de una onda de choque (Estrucplan Consultora S.A., 2002).

(LLanes Buron, 2015) indica que, dependiendo del tipo evento y de la exposición de las personas o de las entidades de salud pueden provocar:

- Un limitado número de defunciones.
- Aumento de la demanda de atención al público debido a lesiones graves y traumas que requieren tratamientos complejos y también efectos sobre los ojos, la piel y las vías respiratorias.
- Grave afectación en las entidades hospitalarias en especial si la fuente de la explosión se encontraba cerca de vidrios, puertas entre otros.



Explosión de caldera en el hospital Ibagué, Colombia.

Fuente: Llanes, C. (2010). Explosión de caldera en el Hospital Ibagué, Colombia. [Fotografía]
Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Incendios

Un incendio es un fuego de grandes proporciones que se desata sin control, el cual puede presentarse de una manera instantánea o gradual, puede provocar daños en la infraestructura de la entidad hospitalaria, interrumpir los servicios de salud y provocar

pérdida de vida de las personas. (Asociación Dominicana De Mitigación de Desastres, 2010)

Según (LLanes Buron, 2015) dependiendo del tipo evento y de la exposición de las personas o de las entidades de salud pueden provocar:

- Un limitado número de defunciones.
- Lesiones graves y traumatismos en las personas afectadas directamente por el fuego que requieren tratamientos complejos, como intoxicaciones o quemaduras.
- Efectos nocivos en los ojos, la piel y las vías respiratorias de las personas que estuvieron en contacto directo con el fuego o con el humo que se produce.
- Graves afectaciones a la entidad hospitalaria tanto por el incendio en sí como por la posible llegada masiva de víctimas.



Evacuación del hospital debido a un incendio.

Fuente: Llanes, C. (2015). Incendios. [Fotografía] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Fuga de materiales peligrosos

La fuga de material peligroso puede ser de productos químicos y cualquier tipo de material que por sus características se puedan considerar dañinos o abrasivos, sin importar el estado físico de estos elementos que puedan convertirse en una amenaza ya sea para el ambiente, la salud o los recursos naturales por sus características

corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas-infecciosas (García López, 1999).

Según el libro de hospitales seguros frente a los desastres dependiendo del grado de contaminación, las fugas y derrames de productos peligrosos pueden ocasionar:

- Posibles víctimas dependiendo de la densidad de la población a lo largo de la nube tóxica y de las medidas de emergencia que se tengan planeadas.
- Afectaciones en los ojos o en la piel que pueden ir desde la irritación hasta el envenenamiento, en las vías respiratorias ya sean lesiones permanentes, temporarias, agudas o crónicas y vías digestivas por haber ingerido alimentos contaminados.
- Posibles efectos cancerígenos en el hígado, riñones, pulmones, torrente sanguíneo, etc.
- Grave afectación de los componentes de una entidad hospitalaria ya sea por comprometer la seguridad del edificio o por la llegada masiva de víctimas que requieran tratamientos de desintoxicación.



Escape de monóxido de carbono en el Hospital Gutiérrez.

Fuente: Llanes, C. (2015). Escape tóxico por monóxido de carbono en el Hospital Gutiérrez.

[Fotografía] Recuperado de (LLanes Buron, 2015)

Otros

En el caso de existir cualquier otro tipo de amenaza que no se halla detallado anteriormente se deberá indicar el nivel de la amenaza (LLanes Buron, 2015).

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la susceptibilidad de una edificación considerando sus características y circunstancias propias de ser dañados por una amenaza externa y su evaluación contribuye al conocimiento del riesgo de un elemento ante un entorno peligroso (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Causas de la vulnerabilidad

Los hospitales son instalaciones esenciales en el caso de un desastre, puesto que deben funcionar a toda su capacidad en el caso de que se presente cualquier tipo de desastre lo cual lo hace aún más vulnerable. Según (Organización Panamericana de la Salud, 2000) entre las principales causas de vulnerabilidad se encuentran:

Complejidad

Las entidades hospitalarias son edificaciones muy complejas ya que manejan varios ámbitos pues prácticamente cumple las funciones de hotel, oficinas, laboratorio y almacén. Y en el caso de los pacientes muchos de ellos requerirán cuidados especiales debido a sus condiciones de salud e incluso algunas veces necesitarán de equipamiento que mantienen la vida y por ende exigirán energía eléctrica continua (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Ocupación

Los servicios de salud prestan sus servicios las 24 horas del día por lo que tienen un alto índice de ocupación debido también que no solo es ocupado por los pacientes si no por empleados, personal médico y visitantes (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Suministros críticos

La mayor parte de los suministros hospitalarios son esenciales en una entidad de salud como farmacéuticos, tablillas, vendajes, máquinas de soporte vital, líneas de oxígeno, etc. Debido a que son importantes para un buen tratamiento de los pacientes y su supervivencia (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Instalaciones básicas

Una entidad hospitalaria necesita de los servicios públicos y líneas vitales más que ningún otro tipo de edificación puesto que sin electricidad, agua potable, gases clínicos, red de vapor, oxígeno, combustibles, recolección de basuras o comunicaciones no podría brindar su servicio (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Materiales peligrosos

En un hospital existen varios materiales que se pueden volver peligrosos si son liberados o si se les da un mal uso, pueden perjudicar la salud de las personas que se vean expuestas a la fuga o inclusive provocar explosiones que dañen las instalaciones de la entidad de salud (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Artículos pesados

En los hospitales existen varios equipos que pueden provocar accidentes, por ejemplo: en el caso de un sismo ya que muchas veces se colocan equipos sobre las camas de los pacientes que pueden ocasionar lesiones graves. Equipos como máquinas de rayos X, generadores y autoclaves por su peso pueden generar daños considerables en las instalaciones e incluso dejar fuera de servicio al hospital (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Tipos de vulnerabilidades

Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad de la estructura de una entidad hospitalaria, catalogada como esencial y/o peligrosa por la norma ecuatoriana de la construcción, que tiene frente a posibles daños en aquellas partes de establecimiento hospitalario que soportan todas las cargas que se le aplican, es decir: cimientos, columnas, muros, vigas y losas. Este análisis también debe tomar en consideración la resistencia y la integridad de los materiales en la actualidad, cambios de construcción con respecto a lo establecido en el diseño y fallas ocurridas en el pasado (Rosales Ardon, 1993).

Daños estructurales

Los diseños estructurales se realizan en función de la normativa existente, que en el caso de esta investigación es la NEC 2014, la misma que considera el espectro de diseño de la localidad y cuenta con una supervisión estricta en el momento de la construcción. Todas estas medidas no son suficientes para poder considerar que una edificación de cualquier tipo que sea, resista sismos severos en el rango elástico, puesto que las normativas o códigos son reglamentos que únicamente establecen los requisitos mínimos, los cuales a lo largo del tiempo experimentan actualizaciones debido a los avances tecnológicos y estudios basados en los efectos producidos por sismos que se han producido en la realidad.

En el caso de sismos de consideración pueden presentarse daños en cualquiera de los elementos estructurales de la edificación, en el caso de las columnas pueden producirse: grietas diagonales provocadas por cortante y/o torsión, grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo del acero de refuerzo longitudinal por exceso de esfuerzos de flexo compresión.

En vigas, los sismos fuertes pueden provocar: grietas diagonales y rotura de estribos a causa de cortante y/o torsión, grietas verticales, rotura del acero refuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión que impone el sismo arriba y abajo de la sección como resultado de la alternancia de las cargas.

Las uniones entre elementos estructurales son los puntos más críticos de un sistema aporticado, en las uniones entre viga y columna (nudos) la fuerza cortante produce grietas diagonales y se producen fallas por adherencia y anclaje del acero de refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión.

En las losas pueden presentarse grietas por punzonamiento en el área que se encuentra alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la luz provocadas por la excesiva flexión que puede llegar a causar un sismo.

La irregularidad en altura es un cambio repentino de rigidez entre pisos adyacentes lo que hace que la absorción y disipación de energía en el momento del sismo se concentren en los pisos más flexibles. Las irregularidades en planta de masa, rigidez y resistencia pueden originar vibraciones torsionales que generan concentraciones de esfuerzos que provocan una mayor exigencia por lo cual es importante tener en cuenta estos aspectos en el momento de diseñar una edificación hospitalaria (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Problemas de configuración arquitectónica y estructural

Las entidades hospitalarias por su naturaleza tienden a ser construcciones de gran envergadura y complejidad, lo que genera esquemas de configuración complejos, afectando de una manera considerable en el caso de sucitarse un sismo, esto no solo se refiere a la forma espacial de la construcción sino también: la disposición, fragmentación, resistencia y geometría de la estructura de la edificación por lo que se

recomienda evitar en medida de lo posible configuraciones riesgosas (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Configuración geométrica

A continuación, se describen brevemente los aspectos más importantes de la incidencia de la configuración geométrica en la respuesta sísmica de las edificaciones y también las medidas correctivas que se recomendarían tomarse. Se recomienda que los problemas de configuración se minimicen en la etapa de diseño para evitar que se produzca un daño aún mayor en el caso de presentarse un sismo (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Configuración de planta

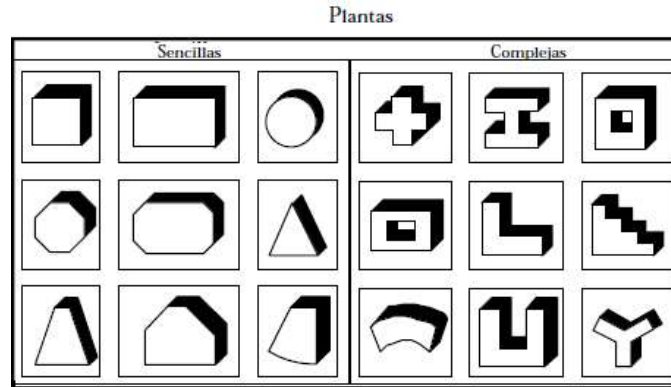
Los problemas siguientes problemas se refieren a la distribución en planta de la edificación hospitalaria en relación a su forma y distribución del espacio, cabe recalcar que este análisis se realiza considerando que no existen juntas de dilatación sísmica presentes en las distribuciones (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Longitud

La longitud excesiva de una edificación tiene una influencia alta en la respuesta estructural, tomando en consideración que el movimiento del terreno es una transmisión de ondas a una velocidad que depende directamente de las características propias de cada suelo de soporte, lo cual originan problemas debido a que la excitación producida por un evento sísmico que se da en un punto de apoyo a otro distante de la misma edificación en un momento determinado, es diferente y se vuelve aún mayor a medida en que aumente la longitud del edificio en la dirección de las ondas.

El correctivo que se debería tomar es la partición de la estructura en bloques por medio de juntas de dilatación sísmica, se realiza de tal manera que cada uno de los bloques se pueda considerar corto. Se debe tener en consideración de que se acepta el

movimiento independiente, pero se debe diseñarlas de tal manera que se evite el golpeteo o choque entre los diferentes bloques (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



Formas sencillas y complejas en planta.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000) Formas sencillas y complejas. [Figura]
Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

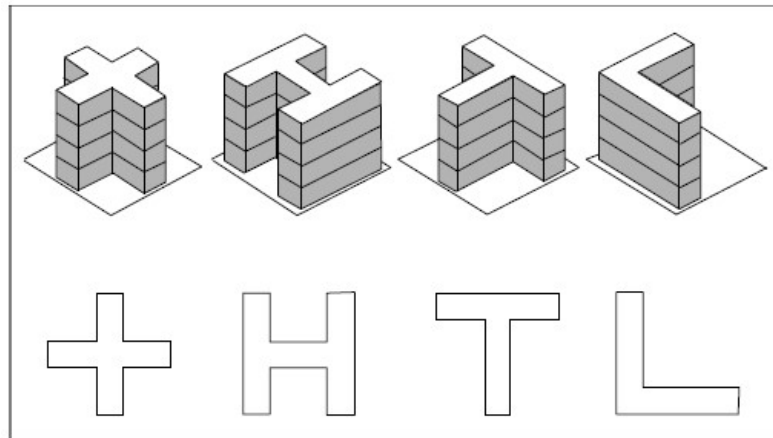
Concentración de esfuerzos debido a plantas complejas

Este problema se origina en edificios que tienen plantas complejas³, es algo muy común en edificaciones hospitalarias, usualmente esto se genera cuando la planta está compuesta de alas de tamaño considerable orientadas en diferentes direcciones, es decir, formas de U, H, L, etc. Las alas pueden considerarse como un voladizo empotrado al cuerpo restante de edificio lo que produce grandes esfuerzos en la zona de transición provocando daños en los elementos no estructurales, en la estructura vertical y en el diafragma de la planta.

Al igual que en el caso anterior, la solución es generar juntas de dilatación para crear bloques que trabajen asilados entre sí, con lo que se evita el esquema de voladizo de

³ Planta compleja: Se define como planta compleja a aquella en la cual la línea de unión de dos de sus puntos suficientemente alejados hace su recorrido en buena parte fuera de la planta.

las alas. Las juntas no deben sufrir golpes entre si lo cual es importante volver a mencionar (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



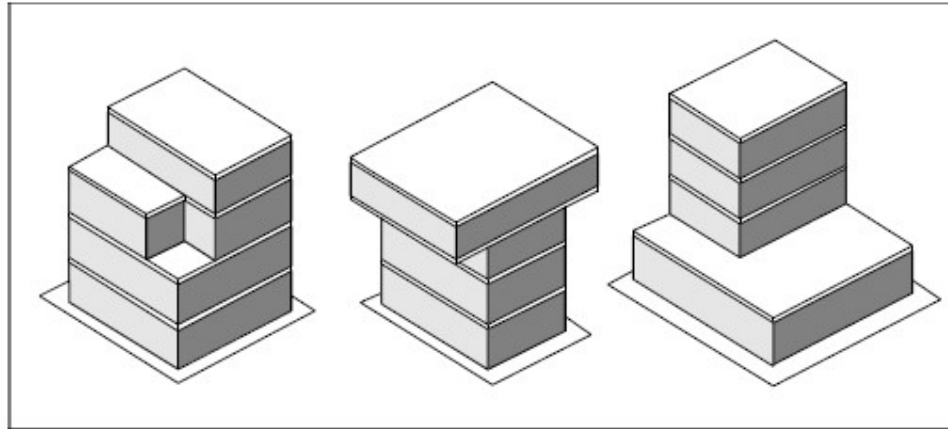
Plantas complejas con concentración de esfuerzos excesivos.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000) Plantas complejas con concentración de esfuerzos excesivos. [Figura] Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000)

Problemas de configuración de altura

Escalonamientos

Los escalonamientos en un edificio se generan comúnmente por requerimientos arquitectónicos como iluminación, proporción, etc. Pero tomando en consideración el aspecto sísmico, son cambios bruscos de rigidez y de masa lo que conlleva a la concentración de fuerzas y producen daños en los pisos aledaños a la zona del cambio. Por esta razón, las transiciones deberían ser lo más suave posibles para evitar estas grandes concentraciones de masas (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



Formas irregulares en altura.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000) Formas irregulares en altura. [Figura]

Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Configuración estructural

Concentraciones de masa

El problema se genera por concentraciones grandes de masas en algún nivel específico de la edificación hospitalaria, esto puede originarse por elementos pesados cercanos entre sí como: equipos médicos grandes, bodegas, archivos, tanques de almacenamiento de agua, etc.

Se recomienda, no ubicar elementos pesados cualquiera sea su origen en zonas altas o a su vez ubicarlos en sótanos o plantas bajas, en el caso de ser extremadamente necesario ubicarlos en lugares elevados como, por ejemplo: tanques de reserva de agua se aconseja crear una estructura específica alejada para este fin (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



Daños provocados por la concentración de masas.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000) Tanques de reserva en el techo de un hospital.
[Fotografía] Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Columnas débiles

Las columnas son los elementos más importantes de una estructura ya que transmiten las cargas a las cimentaciones y mantienen en pie a la edificación, por este motivo cualquier tipo de fallo en un elemento puede generar una redistribución de cargas y traer consigo el colapso parcial o total de la edificación.

Existen dos fallas principales de columnas: columnas de menor resistencia que las vigas y columnas cortas. En el caso de las columnas cortas existen varias causas como: confinamiento lateral parcialmente en la altura de la columna por muros de cualquier tipo, por losas en niveles intermedios y la ubicación del edificio en terrenos inclinados.

Como recomendación en el diseño sísmico de pórticos⁴ se debe buscar que el daño producido por sismos intensos se produzca en vigas, losas o mampostería y no en

⁴ Pórticos: Estructura formada preferentemente por vigas y columnas.

columnas debido al riesgo de colapso de toda la edificación (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



Fallo de columna de una edificación.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000). Fallo de columna de una edificación.

[Fotografía] Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Pisos suaves

Los pisos suaves, se deben a esquemas arquitectónicos y estructurales que conducen a generar suelos más vulnerables al daño sísmico que los restantes, ya que poseen menos rigidez o resistencia. Este defecto se puede producir por:

- Diferencias de altura entre pisos
- Comúnmente se generan por exigencias técnicas o estéticas que conlleven a que se necesiten mayor altura en los elementos verticales lo que hace que se presente un debilitamiento de la rigidez y de la resistencia.
- Interrupción de elementos estructurales verticales
- En el piso que se presenta la interrupción de los elementos verticales resistentes el deslizamiento de la losa se produce debido a que los elementos son más

flexibles que los restantes y origina un cambio brusco de rigidez en especial si se produce en pisos inferiores (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



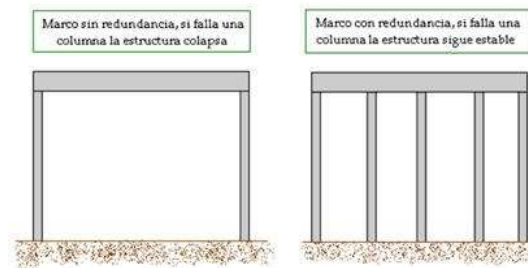
Daño de una edificación por piso débil.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000). Daño de una edificación por piso débil.

[Fotografía] Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Falta de redundancia

El diseño estructural sismo resistente debe buscar que cualquier edificación dependa de una gran cantidad de elementos, puesto que si se cuenta con un número reducido de elementos portantes basta que uno falle para tener como consecuencia el colapso parcial o total durante un sismo. Una vez explicado esto, la falta de redundancia se genera en el caso de que toda la estructura depende de pocos elementos estructurales (Organización Panamericana de la Salud, 2000).



Redundancia estructural.

Fuente: Universidad de Costa Rica. (20). Redundancia estructural. [Figura] Recuperado de <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?id=25>.

Excesiva flexibilidad estructural

La excesiva flexibilidad de la edificación es la susceptibilidad que tienen las edificaciones de sufrir grandes desplazamientos laterales entre los diferentes pisos, más conocidos como derivas (Organización Panamericana de la Salud, 2000). Este problema se origina por luces excesivas, alturas libres y la rigidez de los mismos lo que puede provocar:

- Daños en elementos no estructurales adosados continuos.
- Inestabilidad de los pisos flexibles o de toda la edificación.
- No se aprovecha la ductilidad disponible.
- Interrupción de muro estructural en la planta baja.



Excesiva flexibilidad estructural.

Fuente: Organización panamericana de la salud. (2000) Excesiva flexibilidad estructural. [Fotografía]
Recuperado de (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Excesiva flexibilidad del diafragma

Una excesiva flexibilidad provoca grandes deformaciones laterales no uniformes, generando a su vez graves daños en los miembros no estructurales (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Vulnerabilidad no estructural

Dentro de un hospital existen varios elementos electrónicos necesarios para su correcto funcionamiento, los cuales son propensos a sufrir daños y quedar fuera de servicio en el caso de presentarse un sismo o cualquier fenómeno natural. La casa de salud podría quedar inhabilitada sin importar que la estructura no haya sufrido daños, por lo que se necesita asegurar que estos implementos electronicos sigan en funcionamiento durante y después de cualquier eventualidad. Por lo tanto, los elementos no estructurales deberían estar correctamente anclados para proporcionar un nivel de seguridad adecuado que evite daño local y colapso durante un evento sísmico.

El costo de los equipos no estructurales en las entidades de salud es sumamente alto ya que puede llegar a ser entre el 85% y 90% del costo total de la edificación, distribuido en acabados arquitectónicos, sistemas mecánicos, sistemas eléctricos y equipo ahí contenido (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Vulnerabilidad administrativo-organizativa

Se refiere a la distribución y relación de la entidad de salud entre los espacios físicos, servicios médicos y de apoyo como también los procesos administrativos y relaciones de dependencia física y funcional. Dentro de todos los aspectos que interactúan en un hospital los aspectos administrativos y organizativos son de gran importancia para un adecuado funcionamiento de las entidades de salud pues en el caso de presentarse un desastre se ejecutarán medidas de prevención y mitigación planeadas con anterioridad.

Si se cuenta con una adecuada zonificación y relación funcional se puede garantizar el servicio en el momento de un desastre, siendo de vital importancia que la entidad hospitalaria continúe con el tratamiento de los pacientes, atienda a las personas que lleguen con lesiones producto del desastre y salvaguarden la vida y la salud de sus ocupantes (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Aspectos administrativos

Los principales aspectos administrativos que se deben revisar son los relacionados con la infraestructura de la entidad hospitalaria de los cuales depende el hospital tales como: las comunicaciones, suministro de agua, alcantarillado, energía y los sistemas de información desde una perspectiva de abastecimiento externo.

Por lo general, el suministro de agua viene provisto por la red local y se necesita una red interna para distribuir el agua. Muchas veces va a ser necesario contar con una estación de bombeo debido a que cualquier parte del sistema puede fallar se aconseja tener una reserva que esté conectada a la red del hospital.

El suministro de energía eléctrica cuenta con líneas de alta tensión, subestaciones y equipos localizados sobre el terreno por lo que se recomienda contar con un generador que pueda entrar en funcionamiento en cualquier momento.

Para las redes de alcantarillado, gases vitales y combustibles se recomienda utilizar tuberías con alta flexibilidad para evitar su rotura en el caso de un sismo (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Aspectos organizativos

Los aspectos organizativos toman en consideración las causas externas e internas. Se define como causa externa aquella que se debe a una crisis mayor causada por una amenaza causada por un desastre natural o en la comunidad como, por ejemplo: epidemias, accidentes de tránsito, sismos de gran intensidad, inundaciones, etc. Una amenaza interna es causada por una circunstancia que provoca el colapso funcional de algunos de los servicios, por ejemplo: fallo en el sistema de líneas vitales, fallo en equipos indispensables, colapso de la red energía eléctrica, etc. (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Índice de seguridad hospitalaria

El índice de seguridad hospitalaria es el resultado del esfuerzo de muchos profesionales de múltiples disciplinas que buscan la seguridad de las entidades de salud. La determinación del índice de seguridad nos permite obtener una aproximación de la situación de la entidad de salud a ser evaluada, proporciona los elementos básicos para identificar las características del establecimiento y encontrar los riesgos a los que está expuesto.

Busca conocer las vulnerabilidades del hospital por lo que se evalúa: la vulnerabilidad estructural, la vulnerabilidad no estructural y la vulnerabilidad administrativa –

organizativa en base a todas las amenazas que se explicaron previamente. (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

Importancia de los hospitales seguros frente a desastres

Los hospitales son entidades que brindan un servicio de suma importancia a la sociedad, además representan un gran gasto para las entidades públicas o privadas que lo administran, por ello es vital asegurar que el establecimiento no deje de funcionar bajo ninguna circunstancia, para evitar tanto la pérdida de vidas como a su vez precautelar que la gran inversión realizada no se destruya en el caso de un desastre de magnitud, pues una reconstrucción podría dejar de atender a los usuarios por un largo periodo de tiempo y generar aún más problemas.

Nivel de operatividad

Según la Organización Panamericana de Salud un hospital debe ser diseñado para que continúe en operación después de un sismo con probabilidad de ocurrencia del 10% en 50 años y que quede en condición de ocupación en el caso de que ocurra un sismo con probabilidad de ocurrencia del 10% en 100 años.

Nivel de operación permanente

En este nivel el hospital continúa funcionando con normalidad después de un evento sísmico y si esto sucediera se deben contar con sistemas alternos de aprovisionamiento de: agua, electricidad, líneas vitales, etc. Además, se debe tener en muy buena condición el sistema de abastecimiento interno del hospital.

Nivel de ocupación inmediata

En este caso, los daños estructurales son menores y la edificación entra en servicio casi inmediatamente, se recomendaría que las personas permanezcan en el interior. Pero si bien la edificación es segura puede ser que quede inhabilitada hasta que se realice una inspección y corrección de las fallas que se hayan producido.

Nivel de protección de la vida

En este nivel se producen daños considerables, la estructura se ve afectada dejando únicamente las salidas de emergencia libres para la circulación de las personas, se generan daños considerables en los componentes no estructurales y aunque la estructura aún puede ser reparada, los costos son muy elevados.

Nivel de prevención del colapso

En este caso la estructura puede no mantenerse en pie en su totalidad, ya que tal vez sufra un colapso parcial o total, es por esto que no se recomienda permanecer en la edificación, aunque el sistema portante mantenga su estabilidad, van a existir más heridos que en los casos anteriores por objetos que se desplomen, en especial en el caso de los elementos no estructurales, no se recomendaría realizar una reparación a la edificación ni ocuparla inmediatamente.

Estado actual de una entidad hospitalaria

El estado actual busca conocer la realidad de una edificación de salud, es decir, cómo se encuentran sus instalaciones y sobretodo sus componentes estructurales, parte de los no estructurales y funcionales (INBEVOX, 2015).

Para conocer el estado actual de la entidad hospitalaria se usarán las siguientes herramientas: ensayos no destructivos, un análisis de suelos, mapas de riesgos y una maqueta virtual.

Ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos utilizan métodos físicos indirectos para la inspección de productos o componentes que se encuentran en servicio, para detectar discontinuidades o defectos que afecten su calidad o utilidad de tal manera que no se perjudique su uso futuro (Soria Lemus, 2004).

Ensayo esclerométrico o índice de rebote

El ensayo esclerométrico es una prueba no destructiva que permite evaluar la calidad del hormigón para lo que se usara el esclerómetro Schmidt, nombrado así debido a su creador Ernest Schmidt, que mide la dureza superficial del hormigón a partir de un rebote de una masa incidente que después de impactar en la superficie a ser analizada da como resultado el valor “R” o índice de rebote que es una unidad adimensional que se relaciona mediante ábacos con la resistencia del hormigón (Fernández, 2013) (García Andreu, Saval Pérez, Baeza Brotons, & Tenza Abril, 2008).

Para la utilización del esclerómetro Schmidt se necesita contar con una superficie totalmente lisa y libre de mortero, se deberán dar doce golpes no muy distantes entre sí en diferentes puntos de la superficie a analizar, de los cuales se desechan el más alto y el más bajo para luego realizar un promedio de los diez restantes.



Ensayos esclerométrico en hormigón.

Fuente: (NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda., 2015). Ensayo esclerométrico en hormigón. [Fotografía] Recuperado de <http://www.ncrep.pt/view.php?id=14512>.

Localización de armaduras

Este proceso sirve para encontrar el acero de refuerzo en cualquier elemento estructural (columnas, vigas, muros, etc.) y también para verificar las especificaciones técnicas

dados en los planos, se utilizará un escáner donde se indica la ubicación aproximada, el revestimiento y el diámetro utilizado.

El detector magnético es un aparato que por medio de un reóstato envía una corriente eléctrica a dos núcleos de hierro, uno de los cuales constituye la sonda, que es aplicada sobre el elemento estructural a analizar. En el momento que la sonda pasa sobre el acero de refuerzo, el indicador señala su presencia debido a que se encuentra frente a un material ferromagnético. (INBEVOX, 2015)

Ultrasonido

Este método de auscultación⁵ del hormigón mide la velocidad con la que un tren de vibraciones mecánicas atraviesa un cuerpo de hormigón utilizando una frecuencia de vibración superior a la audible.

El aparato consta de dos cabezales que se aplican directamente sobre la superficie a analizar y dependiendo de la velocidad que indique, se puede conocer la longitud de la grieta con mayor precisión, incluso si se conociera todos los factores con los que se construyó el elemento analizado como: la edad, la relación agua cemento, la forma de curado, la relación cemento y agregados, cambios en el contenido de humedad, etc. Se puede llegar a calcular la resistencia del hormigón pues la velocidad de propagación está relacionada con el módulo de elasticidad (OPS, 2010).

⁵ Auscultación: La auscultación estructural tiene como objetivo evaluar la capacidad de un elemento portante de resistir las solicitaciones de tráfico y las condiciones climatológicas mediante la evaluación de sus características estructurales.



Aplicación del ensayo de ultrasonido.

Fuente: Carrasco. (2006). Ensayos de ultrasonido. [Fotografía] Recuperado de (Carrasco, 2006)

Análisis de suelos

El estudio de suelos es una investigación del subsuelo en donde se planea asentar una obra civil, así como el análisis y las recomendaciones de diseño para los cimientos de la edificación. Es de suma importancia contar con un estudio de suelo antes de diseñar una edificación puesto que el suelo es el encargado de absorber todos los esfuerzos generados por una estructura y se debe conocer a profundidad la capacidad portante del mismo para evitar asentamientos y problemas que puedan afectar la estructura de la edificación. (Martínez Guaiquire & Pereira Guevara, 2010).

Mapas de riesgos

Los mapas de riesgos son una representación gráfica sumamente útil para localizar, controlar, dar seguimiento y representar de una manera fácil de comprender las amenazas presentes en una entidad hospitalaria (Padilla Contreras, 2014).

Maqueta virtual

Una maqueta virtual es una representación gráfica de una edificación en donde se aprecia fácilmente todos sus componentes e incluso se puede dar un paseo virtual, esta es una técnica empleada en muchas otras aplicaciones ya que nos permite conocer un lugar de una manera gráfica sin importar en donde nos encontremos.

CAPÍTULO 1

LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El Hospital Municipal de la Mujer y el Niño es un hospital que pertenece al Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca, fue fundado en el año 2004. Es un hospital básico y materno infantil en donde la función principal es prestar servicio a comunidad cuencana y azuaya, especialmente a la población que se encuentra en la Parroquia Hermano Miguel y a sectores aledaños como Mayancela, Patamarca y los Trigales. El Hospital Municipal ofrece atención en: medicina general, medicina interna, pediatría, ginecología, obstetricia, neonatología, odontología, traumatología, urología, otorrinolaringología, entre otros.

La entidad hospitalaria se encuentra ubicada en el Sector de Patamarca Calle del Camal, tiene al momento 17 camas de las cuales un 65% se mantienen ocupadas en situaciones normales.



Figura 1.1: Ubicación del Hospital Municipal del Niño

Fuente: (Google Earth, 2016)

1.1. Identificación de amenazas específicas del entorno del Hospital de la Mujer y el Niño

Para el análisis e identificación de las amenazas específicas que se encuentran en el entorno de la institución de salud, se han realizado varias conversaciones y entrevistas, tanto con las autoridades y trabajadores del establecimiento como también con los moradores del sector.

Como un factor principal de amenaza, se ha identificado la cercanía que existe del hospital al camal de la Ciudad de Cuenca. La cual representa una amenaza permanente debido a que acarrea con ella varios problemas de salud y de razón social. Para detectar este problema se ha procedido a realizar una visita diaria de la zona, encontrándose que el día de la semana en el cual existe mayor dificultad es el jueves. Mediante el uso de varias herramientas tecnológicas se ha corroborado la existencia de varias amenazas y problemas que genera que el camal este tan cerca del Hospital, pues, en primer lugar, se genera un tráfico denso en los accesos principales al hospital, tanto en la calle Camino a Patamarca y en la Vía al camal, calle en la que se encuentra ubicado el hospital. El tráfico generado, en el caso de suscitarse un desastre, podría generar una emergencia de mayores proporciones.

Por otro lado, se observó que otro de los fenómenos que produce tener el camal cerca es la aglomeración de personas, pues durante la investigación se constató que el día de feria, existe un gran afluente de comerciantes en zonas aledañas al hospital que en caso de una emergencia seguramente interferirán con el curso normal de una medida de auxilio.

Finalmente, se observó que posiblemente existe una amenaza alta con respecto a plagas, epidemias, y olores pues como se sabe un camal es una zona en la cual se sacrifican animales como: vacas, borregos, cerdos, etc. Para su posterior procesamiento y comercialización. Esto es una amenaza, debido a la cercanía a la que se encuentra el hospital con el lugar de faneamiento, para cuantificar el efecto y la

percepción de los habitantes de las zonas aledañas se realizaron encuestas y entrevistas.

1.2. Determinación del índice de seguridad hospitalaria de las áreas estructurales y parte de las no estructurales

Información general del establecimiento de salud:

Nombre del Establecimiento: Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.

Dirección: Sector de Patamarca Calle del Camal, Cuenca, Azuay.

Teléfono: 072901250.

Página web y dirección electrónica: <http://www.cuenca.gob.ec/?q=node/247>

Número de camas:17

Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 11.

Para obtener el Índice de Seguridad Hospitalaria de la entidad, se analizo varios aspectos estructurales y no estructurales, que son los que generan una mayor amenaza si es que llegase a suceder un desastre. Para generar los resultados se utilizó el Formulario del Índice de Seguridad Hospitalaria que presenta la Organización Panamericana de la Salud.

Formulario 1:

Este formulario trata sobre los diferentes tipos de amenazas que pueden llegar a afectar la integridad y funcionamiento de la entidad hospitalaria, a continuación, se detallarán los resultados obtenidos, así como también las evidencias que respaldan esta información:

Tabla 1.1: Índice de Seguridad Hospitalaria.

		Nivel de amenaza		
1.1 Amenazas	No existe amenaza	Nivel de amenaza		
		BAJO	MEDIO	ALTO
Consultar mapas de amenazas. Solicitar al comité hospitalario el o los mapas que especifiquen las amenazas sobre seguridad del inmueble.				
1.1.1 Fenómenos geológicos				
Sismos				
De acuerdo al análisis geológico del suelo, marcar el grado de amenaza en que se encuentra el hospital.				X
Erupciones volcánicas				
De acuerdo al mapa de amenazas de la región, cercanía y actividad volcánica, identificar el nivel de amenaza al que está expuesto el hospital con relación a las rutas de flujo de lava, piroclastos y ceniza.	X			
Deslizamientos				
Referirse al mapa de amenazas para identificar el nivel de amenaza para el hospital por deslizamientos ocasionados por suelos inestables (entre otras causas).	X			
Tsunamis				
De acuerdo al mapa de amenazas identificar el nivel de amenaza para el hospital con relación a antecedentes de tsunamis originados por	X			

actividad sísmica o volcánica de origen submarino.				
Otros (especificar)	X			
De acuerdo al mapa de amenazas identifique si existe alguna no incluida en las anteriores, especifique y señale el nivel de amenaza para el hospital.				
1.1.2 Fenómenos hidrometeorológicos				
Huracanes	X			
De acuerdo al mapa de vientos identifique el nivel de seguridad con respecto a huracanes. Es conveniente tomar en cuenta la historia de esos eventos al marcar el nivel de amenaza.				
Lluvias torrenciales			X	
Valore el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital en relación a inundaciones causadas por lluvias intensas con base en la historia de esos eventos.				
Penetraciones del mar o río			X	
Valore el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital en relación a eventos previos que causaron o no inundación en o cerca del hospital por penetración de mar o desborde de ríos.				
Deslizamientos	X			
De acuerdo al mapa geológico, marcar el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el				

hospital con relación a deslizamientos ocasionados por saturación del suelo.				
1.1.3 Fenómenos sociales				
Concentraciones de población				
Marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital con relación al tipo de población que atiende, cercanía a lugares de grandes concentraciones y eventos previos que hayan afectado el hospital.				X
Personas desplazadas				
Marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital con relación a personas desplazadas por guerra, movimientos sociopolíticos, inmigración y emigración.	X			
1.1.4 Fenómenos sanitarios-ecológicos				
Epidemias				
De acuerdo a eventos previos en el hospital y a las patologías específicas marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital ante epidemias.			X	
Contaminación (sistemas)				
De acuerdo a eventos previos que involucraron contaminación, marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital frente a contaminación de sus sistemas.	X			

Plagas				
De acuerdo a ubicación e historial del hospital marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital en cuanto a plagas (moscos, pulgas, roedores etc.).			X	
1.1.5 Fenómenos químico-tecnológicos				
Explosiones				
De acuerdo al entorno del hospital, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital ante explosiones.			X	
Incendios				
De acuerdo al entorno del hospital, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital frente a incendios externos.			X	
Fuga de materiales peligrosos				
De acuerdo al entorno del hospital, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital frente a fugas de materiales peligrosos.			X	
1.2 Propiedades geotécnicas del suelo				
Licuefacción				
De acuerdo al análisis geotécnico del suelo, especifique el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital ante riesgos de subsuelos lodosos, frágiles.	X			

Suelo arcilloso				
De acuerdo al mapa de suelo, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital ante suelo arcilloso.	X			
Talud inestable				
De acuerdo al mapa geológico especificar el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el hospital por la presencia de taludes.	X			
LAS INSTALACIONES EN DONDE EXISTE UNA AMEZA DE INCENDIO ESTAN CERRADAS, CON EXTINTORES A LA MANO, INSTALACIONES DE COBRE EN BUEN ESTADO, SEGURAS Y SE HACEN DOS INSPECCIONES DIARIAMENTE, NO HAN EXISTIDO PROBLEMAS HASTA LA FECHA.				
2.1 Seguridad debida a antecedentes del establecimiento	Grado de seguridad			
	BAJO	MEDIO	ALTO	
1. ¿El hospital ha sufrido daños estructurales debido a fenómenos naturales?				
Verificar si existe dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido. SI NO HAN OCURRIDO FENOMENOS NATURALES EN LA ZONA DONDE ESTÁ EL HOSPITAL, NO MARQUE NADA. DEJE ESTA LÍNEA EN BLANCO, SIN CONTESTAR.				
<i>B= Daños mayores; M= Daños moderados; A= Daños menores.</i>				

<p>2. ¿El hospital ha sido reparado o construido utilizando estándares actuales apropiados? Corroborar si el inmueble ha sido reparado, en qué fecha y si se realizó con base a la normatividad de establecimientos seguros.</p>	<p style="text-align: center;">X</p>			
<p>B= No se aplicaron los estándares; M=Estándares parcialmente aplicados; A=Estándares aplicados completamente.</p>				
<p>3. ¿El hospital ha sido remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?</p>	<p style="text-align: center;">X</p>			
<p>Verificar si se han realizado modificaciones usando normas para edificaciones seguras.</p>				
<p><i>B= Remodelaciones o adaptaciones mayores; M= Remodelaciones o adaptaciones moderadas; A= Remodelaciones o adaptaciones menores o no han sido necesarias.</i></p>				
<p>2.2 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.</p>	Grado de seguridad			
	BAJO	MEDIO	ALTO	
<p>4. Estado de la edificación.</p>		<p style="text-align: center;">X</p>		
<p>B= Deteriorada por meteorización o exposición al ambiente, grietas en primer nivel y elementos discontinuos de altura; M= Deteriorada sólo por meteorización o exposición al ambiente; A= Sana, no se observan deterioros ni grietas.</p>				

5. Materiales de construcción de la estructura.			
B= Oxidada con escamas o grietas mayores de 3mm; M= Grietas entre 1 y 3 mm u óxido en forma de polvo; A= Grietas menores a 1mm y no hay óxido.			X
6. Interacción de los elementos no estructurales con la estructura.			
B= Se observa dos o más de lo siguiente: columnas cortas, paredes divisorias unidas a la estructura, cielos rígidos o fachada que interactúa con la estructura; M= Se observa sólo uno de problemas antes mencionados; A= Los elementos no estructurales no afecta la estructura.		X	
7. Proximidad de los edificios (martilleo, túnel de viento, incendios, etc.)			
B= Separación menor al 0.5% de la altura del edificio de menor altura; M= Separación entre 0.5 – 1.5% de la altura del edificio de menor altura; A= Separación mayor al 1.5% del edificio de menor altura	X		
8. Redundancia estructural.			
B= Menos de tres líneas de resistencia en cada dirección; M= 3 líneas de resistencia en cada dirección o líneas con orientación no ortogonal; A= Más de 3 líneas de resistencia en cada dirección ortogonal del edificio.			X

<p>9. Detallamiento estructural incluyendo conexiones.</p>			
<p>B= Edificio anterior a 1970; M= Edificio construido en los años 1970 y 1990; A=Edificio construido luego de 1990 y de acuerdo a la norma.</p>		<p>X</p>	
<p>10. Seguridad de fundaciones o cimientos.</p>			
<p>B= No hay información o la profundidad es menor que 1.5 m; M= No cuenta con planos ni estudio de suelos, pero la profundidad es mayor que 1.5 m; A= Cuenta con planos, estudio de suelos, y profundidades mayores a 1.5 m.</p>	<p>X</p>		
<p>11. Irregularidades en planta (rigidez, masa y resistencia).</p>			
<p>B= Formas no regulares y estructura no uniforme; M= Formas no regulares, pero con estructura uniforme; A= Formas regulares, estructura uniforme en planta y ausencia de elementos que podrían causar torsión.</p>			<p>X</p>
<p>12. Irregularidades en elevación (rigidez, masa y resistencia).</p>			
<p>B= Pisos difieren por más del 20% de altura y existen elementos discontinuos o irregulares significativos; M= Pisos de similar altura (difieren menos de un 20%, pero más de 5%) y pocos elementos discontinuos o irregulares; A= Pisos de similar altura (difieren por menos del 5%) y no existen elementos discontinuos o irregulares.</p>			<p>X</p>

<p>13. Adecuación estructural a fenómenos. (meteorológicos, geológicos entre otros) Valorar por separado y en conjunto, el posible comportamiento del hospital desde el punto de vista estructural ante las diferentes amenazas o peligros excepto sismos.</p>			
<p>El grado de seguridad se puede evaluar como: B, baja resiliencia estructural a las amenazas naturales presentes en la zona donde está ubicado el hospital; M, moderada resiliencia estructural; H, excelente resiliencia estructural.</p>			X
<p>3.1 Líneas vitales (instalaciones)</p>	Grado de seguridad		
	BAJO	MEDIO	ALTO
<p>3.1.1 Sistema eléctrico</p>			
<p>14. Generador adecuado para el 100% de la demanda.</p>			
<p>El evaluador verifica que el generador entre en función pocos segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de todo el hospital: urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos, etc.</p>		X	
<p><i>B = Sólo se enciende manualmente o cubre del 0 – 30% de la demanda; M = Se enciende automáticamente en más de 10 segundos o cubre 31 – 70 % de la demanda; A = Se enciende automáticamente en menos de 10 segundos y cubre del 71 – 100% de la demanda.</i></p>			

15. Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas.			
El evaluador verifica la frecuencia en que el generador es puesto a prueba con resultados satisfactorios.			X
<i>B= > 3 meses; M= 1 – 3 meses; A=< 1 mes.</i>			
16. ¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?			
B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			X
17. Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.			
B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			X
18. Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.			
B= No; M= Parcialmente; A= Sí			X
19. Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.			
Verificar la accesibilidad, así como el buen estado y funcionamiento del tablero de control general de electricidad.			X
<i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>			
20. Sistema de iluminación en sitios clave del hospital.			
Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación de los ambientes y funcionalidad de lámparas.			X

<i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>				
21. Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.		X		
Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital.				
<i>B= No existen subestaciones eléctricas instaladas en el hospital; M= Existen subestaciones, pero no proveen suficiente energía al hospital; A= Subestación eléctrica instalada y provee suficiente energía al hospital.</i>				
3.1.2 Sistema de telecomunicaciones				
22. Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas. Verificar el estado de las antenas y de sus abrazaderas y soportes. <i>B= Mal estado o no existen; M= Regular; A= Buen estado.</i>		X		
23. Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones telefónicas/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. <i>B= Mal estado o no existen; M= Regular; A= Bueno.</i>				X
24. Estado técnico del sistema de comunicación alterno.				X
Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc.				
<i>B= mal estado o no existe; M= Regular; A= Bueno.</i>				

<p>25. Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables.</p>			
<p>Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad.</p>			
<p>SI EL SISTEMA NO NECESITA ANCLAJES O ABRAZADERAS, NO LLENAR. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO.</p>			X
<p><i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i></p>			
<p>26. Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.</p>			
<p>Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital.</p>			X
<p>B= Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del hospital;</p>			
<p><i>M= Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del hospital;</i> <i>A= No existe interferencia a las comunicaciones del hospital.</i></p>			
<p>27. Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.</p>			X
<p>B= Malo o no existe; M= Regular; A= Bueno</p>			

<p>28. Seguridad del sistema interno de comunicaciones.</p>			
<p>Verificar el estado de los sistemas de perifoneo, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, pacientes y visitas en el hospital.</p>			X
<p><i>B= mal o no existe; M= Regular; A= Bueno</i></p>			
<p>3.1.3 Sistema de aprovisionamiento de agua</p>			
<p>29. Tanque de agua con reserva permanente suficiente para proveer al menos 300 litros por cama y por día durante 72 horas.</p>			
<p>Verificar que el depósito de agua cuente con una capacidad suficiente para satisfacer la demanda del hospital por 3 días</p>			X
<p><i>B= Cubre la demanda de 24 horas o menos; M = Cubre la demanda de más de 24 horas pero menos de 72 horas; A= Garantizado para cubrir la demanda por 72 horas o más.</i></p>			
<p>30. Los depósitos se encuentran en lugar seguro y protegido</p>			
<p>Visitar sitio de cisterna y corroborar el área donde está instalada y su grado de seguridad. <i>B= Si el espacio es susceptible de falla estructural o no estructural; M= Cuando la falla no representa posibilidad de colapso; A= Cuando tiene poca posibilidad de funcionar.</i></p>		X	

<p>31. Sistema alternativo de abastecimiento de agua adicional a la red de distribución principal. Identificar organismos o mecanismos para abastecer o reaprovisionar de agua al hospital en caso de falla del sistema público.</p>	X					
<p>B= Si da menos de 30% de la demanda; M= Si suple valores de 30 a 80% de la demanda; A= Si suple más del 80% de la dotación diaria.</p>						
<p>32. Seguridad del sistema de distribución.</p>			X			
<p>Verificar el buen estado y funcionamiento del sistema de distribución, incluyendo la cisterna, válvula, tuberías y uniones.</p>						
<p><i>B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.</i></p>						
<p>33. Sistema de bombeo alternativo.</p>			X			
<p>Identificar la existencia y el estado operativo del sistema alternativo de bombeo, en caso de falla en el suministro.</p>						
<p><i>B= No hay bomba de reserva y las operativas no suplen toda la demanda diaria; M= Están todas las bombas en regular estado de operación; A= Todas las bombas y las de reserva están operativas.</i></p>						

3.1.4 Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel):			
34. Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días.			
Verificar que el hospital cuente con depósito amplio y seguro para almacenaje de combustible. <i>B= Cuando es inseguro o tiene menos de 3 días; M= Almacenamiento con cierta seguridad y con 3 a 5 días de abastecimiento de combustible; A= Se tienen 5 o más días de autonomía y es seguro.</i>			X
35. Anclaje y buena protección de tanques y cilindros		X	
B= No hay anclajes y el recinto no es seguro; M= Se aprecian anclajes insuficientes; A= Existen anclajes en buenas condiciones y el recinto o espacio es apropiado.			
36. Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles.			
Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Hospital.			
<i>B= Existe el riesgo de falla o no son accesibles; M= Se tiene una de las dos condiciones mencionadas; A= Los depósitos son accesibles y están en lugares libres de riesgos.</i>			X
37. Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).			
B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.			X

3.1.5 Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc.)			
38. Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo.			
B= Menos de 10 días; M= entre 10 y 15 días; A= Más de 15 días.		X	
39. Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios			
B= No existen anclajes; M= Los anclajes no son de buen calibre; A= Los anclajes son de buen calibre.		X	
40. Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.			
B= No existen fuentes alternas o están en mal estado; M= Existen, pero en regular estado; A= Existen y están en buen estado.			X
41. Ubicación apropiada de los recintos.			
B= Los recintos no tienen accesos; M= los recintos tienen acceso, pero con riesgos A= Los recintos son accesibles y están libres de riesgos;			X
42. Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).			
B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= Entre 60 y 80 %; A= Más del 80 %.			X

43. Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales.			
B= No existen áreas exclusivas para tanques y equipos adicionales.; M= Áreas exclusivas para protección de tanques y equipos, pero el personal no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado			X
44. Seguridad apropiada de los recintos.			
B= No existen áreas reservadas para almacenar gases; M= Areas reservadas para almacenar gases, pero sin medidas de seguridad apropiadas; A= Se cuenta con áreas de almacenamiento adecuados y no tienen riesgos			X
3.2 Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas	Grado de seguridad		
	BAJO	MEDIO	ALTO
45. Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.			
B= No existen soportes y tienen juntas rígidas; M=Existen soportes o juntas flexibles; A= Existen soportes y las juntas son flexibles			X
46. Condición de tuberías, uniones, y válvulas.			
B= Malo; M= Regular; A= Bueno.			X
47. Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente.			
B= Malo; M= Regular; A= Bueno.			X

48. Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.				X
B= Malo; M= Regular; A= Bueno.				
49. Ubicación apropiada de los recintos.				X
B= Malo; M= Regular; A= Bueno.				
50. Seguridad apropiada de los recintos.				X
B= Malo; M= Regular; A= Bueno.				
51. Funcionamiento de los equipos				X
(Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores entre otros).				
<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>				
3.3 Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes (Incluye computadoras, impresoras, etc.)	Grado de seguridad			
	BAJO	MEDIO	ALTO	
52. Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos.				X
Verificar que los estantes se encuentren fijos a las paredes o con soportes de seguridad. <i>B= La estantería no está fijada a las paredes; M= La estantería está fijada, pero el contenido no está asegurado; A= La estantería está fijada y el contenido asegurado.</i>				

53. Computadoras e impresoras con seguro.			
Verificar que las mesas para computadora estén aseguradas y con frenos de ruedas aplicados.			X
<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje.</i>			
54. Condición del mobiliario de oficina y otros equipos.			X
Verificar en recorrido por oficinas el anclaje y/o fijación del mobiliario.			
<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje.</i>			
3.4 Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento.	Grado de seguridad		
	BAJO	MEDIO	ALTO
55. Equipo médico en el quirófano y la sala de recuperación.			
Verificar que lámparas, equipos de anestesia, mesas quirúrgicas se encuentren operativos y con seguros y frenos aplicados.			X
<i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>			
56. Condición y seguridad del equipo médico de Rayos X e Imagenología.			
Verificar que las mesas de Rayos X y el equipo de rayos se encuentren en buenas condiciones y fijos.			

<p><i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i></p>			X
<p>57. Condición y seguridad del equipo médico en laboratorios.</p>			
<p>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			X
<p>58. Condición y seguridad del equipo médico en el servicio de urgencias.</p>			
<p>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			X
<p>59. Condición y seguridad del equipo médico de la unidad de cuidados intensivos o intermedios.</p>			
<p>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			
<p>60. Condición y seguridad del equipamiento y mobiliario de farmacia</p>			
<p>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			X

<p>61. Condición y seguridad del equipo de esterilización.</p>			
<p>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			X
<p>62. Condición y seguridad del equipo médico para cuidado del recién nacido.</p>			
<p>B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			X
<p>63. Condición y seguridad del equipo médico para la atención de quemados.</p>			
<p>B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</p>			
<p>64. Condición y seguridad del equipo médico para radioterapia o medicina nuclear.</p>			
<p>SI EL HOSPITAL NO CUENTA CON ESTOS SERVICIOS, DEJAR EN BLANCO.</p>			
<p><i>B= Cuando no existe o el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i></p>			

65. Condición y seguridad del equipo médico en otros servicios.			
B= Si más del 30 % de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida material o funcional y/o si algún equipo pone en forma directa o indirecta en peligro la función de todo el servicio; M= Si entre el 10 y el 30% de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida, A=Si menos del 10% de los equipos tiene riesgo de pérdida.			X
66. Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos médicos.			
B= 20% o menos se encuentran seguros contra el vuelco de la estantería o el vaciamiento de contenidos; M= 20 a 80 % se encuentra seguros contra el vuelco; A= Más del 80 % se encuentra con protección a la estabilidad de la estantería y la seguridad del contenido, o porque no requiere anclaje.			X
3.5 Elementos arquitectónicos	Grado de seguridad		
	BAJO	MEDIO	ALTO
67. Condición y seguridad de puertas o entradas.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			X
68. Condición y seguridad de ventanales.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se			

daña, pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			X
69. Condición y seguridad de otros elementos de cierre (muros externos, fachada, etc.). <i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			X
70. Condición y seguridad de techos y cubiertas.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.		X	
71. Condición y seguridad de parapetos (pared o baranda que se pone para evitar caídas, en los puentes, escaleras, cubiertas, etc.)			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistema; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			X
72. Condición y seguridad de cercos y cierres perimétricos.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero			X

permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			
73. Condición y seguridad de otros elementos perimetrales (cornisas, ornamentos etc.). <i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			X
74. Condición y seguridad de áreas de circulación externa.		X	
B= Los daños a la vía o los pasadizos impide el acceso al edificio o ponen en riesgo a los peatones; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden el acceso al edificio a los peatones, pero sí el acceso vehicular; A= No existen daños o su daño es menor y no impide el acceso de peatones ni de vehículos.			
75. Condición y seguridad de áreas de circulación interna (pasadizos, elevadores, escaleras, salidas, etc.).			
B= Los daños a las rutas de circulación interna impiden la circulación dentro del edificio o ponen en riesgo a las personas; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden la circulación de las personas, pero sí el acceso de camillas y otros; A= No existen daños o su daño es menor y no impide la circulación de personas ni de camillas y equipos rodantes.			X

<p>76. Condición y seguridad de particiones o divisiones internas.</p>			
<p>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistema; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</p>			X
<p>77. Condición y seguridad de cielos falsos o rasos</p>			
<p>SI EL HOSPITAL NO TIENE TECHOS FALSOS O SUSPENDIDOS, NO MARQUE NADA. DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO.</p>			
<p><i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i></p>			X
<p>78. Condición y seguridad del sistema de iluminación interna y externa.</p>			
<p>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</p>			X
<p>79. Condición y seguridad del sistema de protección contra incendios.</p>			
<p>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su</p>			X

daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			
80. Condición y seguridad de ascensores.			
SI NO EXISTEN ELEVADORES, DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO.			
<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			
81. Condición y seguridad de escaleras.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			X
82. Condición y seguridad de las cubiertas de los pisos.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			X
83. Condición de las vías de acceso al hospital.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su		X	

daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			
84. Otros elementos arquitectónicos incluyendo señales de seguridad.			
B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.			X
4.1 Organización del comité hospitalario para desastres	Grado de seguridad		
y centro de operaciones de emergencia. Mide el nivel de organización alcanzado por el comité hospitalario para casos de desastre.	BAJO	MEDIO	ALTO
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.	X		
B= No existe comité; M= Existe el comité, pero no es operativo; A= Existe y es operativo.			
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, Ing. de Mantenimiento, jefe de Urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros. <i>B= 0-3; M=4-5; A= 6 o más</i>	X		

<p>87. Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas.</p>			
<p>Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica: <i>B= No asignadas; M= Asignadas oficialmente; A= Todos los miembros conocen y cumplen su responsabilidad.</i></p>	<p>X</p>		
<p>88. Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital <i>Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros).</i></p>	<p>X</p>		
<p><i>B= No existe; M= Asignada oficialmente; A= Existe y es funcional.</i></p>			
<p>89. El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro.</p>			
<p>Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.</p>	<p>X</p>		
<p><i>B= La sala del COE no está en un sitio seguro; M= EL COE está en un lugar seguro, pero poco accesible; A= EL COE está en un sitio seguro, protegido y accesible.</i></p>			
<p>90. El COE cuenta con sistema informático y computadoras.</p>			
<p>Verificar si cuenta con intranet e internet.</p>	<p>X</p>		
<p><i>B= No; M=Parcialmente; A= Cuenta con todos los requerimientos</i></p>			

<p>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.</p>	X		
<p>B= No funciona/ no existe; M = Parcialmente; A= Completo y funciona.</p>			
<p>92. El COE cuenta con sistema de comunicación alterna.</p>	X		
<p>Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.</p>			
<p><i>B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta.</i></p>			
<p>93. El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado.</p>	X		
<p>Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.</p>			
<p><i>B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta.</i></p>			
<p>94. El COE cuenta con directorio telefónico de contactos actualizado y disponible.</p>	X		
<p>Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria).</p>			
<p><i>B= No; M= Existe, pero no está actualizado; Si cuenta y está actualizado.</i></p>			

95. “Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal.	X			
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.				
<i>B= No; M= Insuficiente (cantidad y calidad); A= Todos la tienen.</i>				
4.2 Plan operativo para desastres internos o externos.	Grado de seguridad			
96. Refuerzo de los servicios esenciales del hospital.	BAJO	MEDIO	ALTO	
El plan especifica las actividades a realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios claves del Hospital (Urgencias, UCI, CEYE, quirófano, entre otros).	X			
<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>				
97. Procedimientos para la activación y desactivación del plan.	X			
Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan. <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>				

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.	X		
<i>B= No existen las previsiones o existen únicamente en el documento; M= Existen previsiones y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>			
99. Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados.			
El hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	X		
<i>B= No presupuestado; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			
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:	X		
<i>B= No se encuentran identificadas las áreas de expansión; M= Se han identificado las áreas de expansión y el personal capacitado para implementarlos; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar los procedimientos.</i>			

<p>101. Procedimiento para admisión en emergencias y desastres.</p>	<p>X</p>		
<p>El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE.</p>			
<p><i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i></p>			
<p>102. Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas.</p>	<p>X</p>		
<p>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.):</p>			
<p><i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i></p>			
<p>103. Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas).</p>	<p>X</p>		
<p>El plan indica la forma en que deben ser trasladados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente:</p>			
<p><i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i></p>			

<p>104. Inspección regular de seguridad por la autoridad competente.</p>			
<p>En recorrido por el hospital verificar la fecha de caducidad y/o llenado de extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos, así como bitácora de visitas por el personal de protección civil.</p>			X
<p><i>B= No existe; M = inspección parcial o sin vigencia; A= Completa y actualizada.</i></p>			
<p>105. Procedimientos para vigilancia epidemiológica intrahospitalaria.</p>			
<p>Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intrahospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención masiva de víctimas:</p>	X		
<p><i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i></p>			
<p>106. Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense.</p>			
<p>Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres:</p>	X		
<p><i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i></p>			

107. Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento.			
B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.			X
108. Transporte y soporte logístico.			
Verificar si el hospital cuenta con ambulancias y otros vehículos oficiales:			X
<i>B= No cuenta con ambulancias y otros vehículos para soporte logístico; M= Cuenta con vehículos insuficientes; A= Cuenta con vehículos adecuados y en cantidad suficiente.</i>			
109. Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia.			
El plan especifica las actividades a realizar por el área de nutrición y debe contar con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	X		
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más</i>			
110. Asignación de funciones para el personal adicional movilizado durante la emergencia <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Las funciones están asignadas y el personal capacitado; A= Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	X		

<p>111. Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia.</p>			
<p>El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos.</p>	X		
<p><i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas.</i></p>			
<p>112. Vinculado al plan de emergencias local.</p>			
<p>Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.</p>	X		
<p><i>B= No vinculado; M= Vinculado no operativo; A= Vinculado y operativo.</i></p>			
<p>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: <i>B=No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el mecanismo y el personal capacitado; A=Existe el mecanismo, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el censo.</i></p>	X		
<p>114. Sistema de referencia y contrarreferencia.</p>			
<p><i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i></p>	X		

115. Procedimientos de información al público y la prensa.			
El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información al público y prensa en caso de desastre (la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre):	X		
<i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>			
116. Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados.			
B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.			X
117. Procedimientos para evacuación de la edificación			
Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		
118. Las rutas de emergencia y salida son accesibles			
Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción			

<i>B= Las rutas de salida no están claramente señalizadas y varias están bloqueadas; M=Algunas rutas de salida están marcadas y la mayoría están libres de obstrucciones; A=Todas las rutas están claramente marcadas y libres de obstrucciones.</i>			X
119. Ejercicios de simulación o simulacros.			
Verificar que los planes sean regularmente puestos a prueba a través de simulacros y/o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda.	X		
<i>B= Los planes no son puestos a prueba; M= Los planes son puestos a prueba con una frecuencia mayor a un año; A= Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.</i>			
	Grado de seguridad		
4.3 Planes de contingencia para atención médica en desastres.	BAJO	MEDIO	ALTO
120. Sismos, tsunamis, erupciones volcánicas y deslizamientos.			
SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTÁ UBICADO EL HOSPITAL, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO.	X		
<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>			

121. Crisis sociales y terrorismo.			
B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
122. Inundaciones y huracanes.			
SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTÁ UBICADO EL HOSPITAL, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO.	X		
<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>			
123. Incendios y explosiones.			
B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
124. Emergencias químicas o radiaciones ionizantes.			
B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
125. Agentes con potencial epidémico.			
B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el	X		

plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.			
126. Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud.			
B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.		X	
127. Control de infecciones intra-hospitalarias.			
Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia:			X
<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el manual y el personal capacitado; A= Existe el manual, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>			
4.4 Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales.	Grado de seguridad		
Mide el grado de accesibilidad, vigencia y disponibilidad de los documentos indispensables para la resolución de una urgencia.			
	BAJO	MEDIO	ALTO
128. Suministro de energía eléctrica y plantas auxiliares.			
El área de mantenimiento deberá presentar el manual de operación del generador alterno de electricidad, así como bitácora de mantenimiento preventivo:	X		

<p><i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i></p>			
<p>129. Suministro de agua potable.</p>			
<p>El área de mantenimiento deberá presentar el manual de operación del sistema de suministro de agua, así como bitácora de mantenimiento preventivo y de control de la calidad del agua: <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado;</i></p>	<p>X</p>		
<p><i>A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i></p>			
<p>130. Reserva de combustible</p>			
<p>El área de mantenimiento deberá presentar el manual para el suministro de combustible, así como la bitácora de mantenimiento preventivo:</p>	<p>X</p>		
<p><i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i></p>			
<p>131. Gases medicinales</p>			
<p>El área de mantenimiento deberá presentar el manual de suministro de gases medicinales, así como bitácora de mantenimiento preventivo.</p>	<p>X</p>		
<p><i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el</i></p>			

<i>plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>			
132. Sistemas habituales y alternos de comunicación.	X		
B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.			
133. Sistemas de agua residuales.	X		
El área de mantenimiento garantizará el flujo de estas aguas hacia el sistema de drenaje público evitando la contaminación de agua potable.			
<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>			
134. Sistema de manejo de residuos sólidos.	X		
El área de mantenimiento deberá presentar el manual de manejo de residuos sólidos, así como bitácora de recolección y manejo posterior.			
<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>			
135. Mantenimiento del sistema contra incendios.			
El área de mantenimiento deberá presentar el manual para el manejo de sistemas contra incendios, así como la bitácora de mantenimiento preventivo de extintores e			

hidrantes. <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	X		
4.5 Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres.	Grado de seguridad		
Verificar con lista de cotejo la disponibilidad de insumos indispensables ante una emergencia.	BAJO	MEDIO	ALTO
136. Medicamentos.			
Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS.			
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X
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>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X
138. Instrumental.			
Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias.			
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X

139. Gases medicinales.			
Verificar teléfonos y domicilio, así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor.			X
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</i>			
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 respiración asistida.			X
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			
141. Equipos electro-médicos.			
El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos electromédicos.			X
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			
142. Equipos para soporte de vida.			
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X
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>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X
144. Carro de atención de paro cardiorrespiratorio.			
El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio.			
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X
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. Evaluar en relación a la capacidad instalada máxima del hospital.			
<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>			X

Fuente: (OPS/OMS, 2016)

Amenazas

Fenómenos geológicos

Sismos:

La norma vigente en el país (NEC 2011) presenta un mapa para diseño sísmico el cual se ha utilizado para determinar que existe un nivel de amenaza alto para el Hospital Municipal del Niño y la Mujer debido a que se encuentra en el cantón Cuenca provincia del Azuay y presenta una aceleración sísmica de 0,25g.

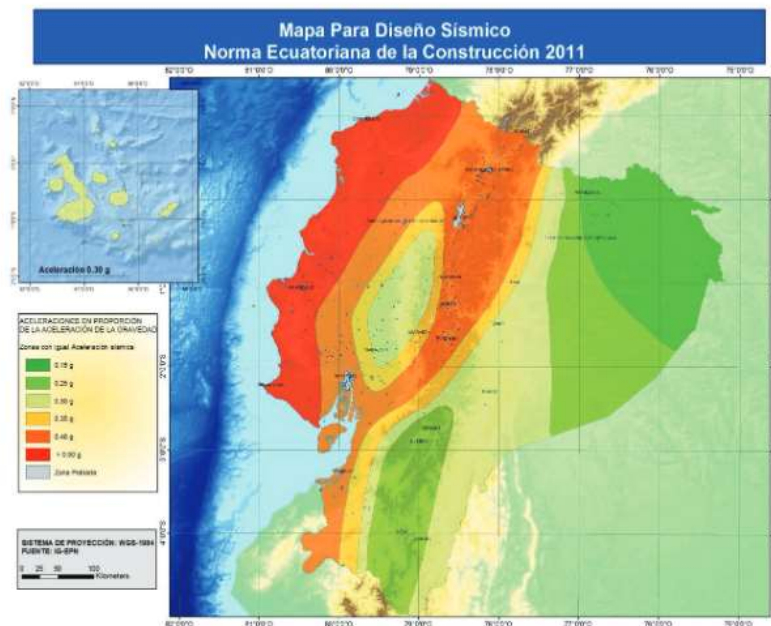


Figura 1.2: Mapa de riesgo sísmico.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014) Peligro Sísmico- Diseño Sismo Resistente. [Figura] Recuperado de (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), 2014).

Erupciones volcánicas:

De acuerdo a la información proporcionada por el mapa de riesgos, inferimos que la entidad hospitalaria no se encuentra en una zona de riesgo de erupciones volcánicas, es decir no existe la amenaza.

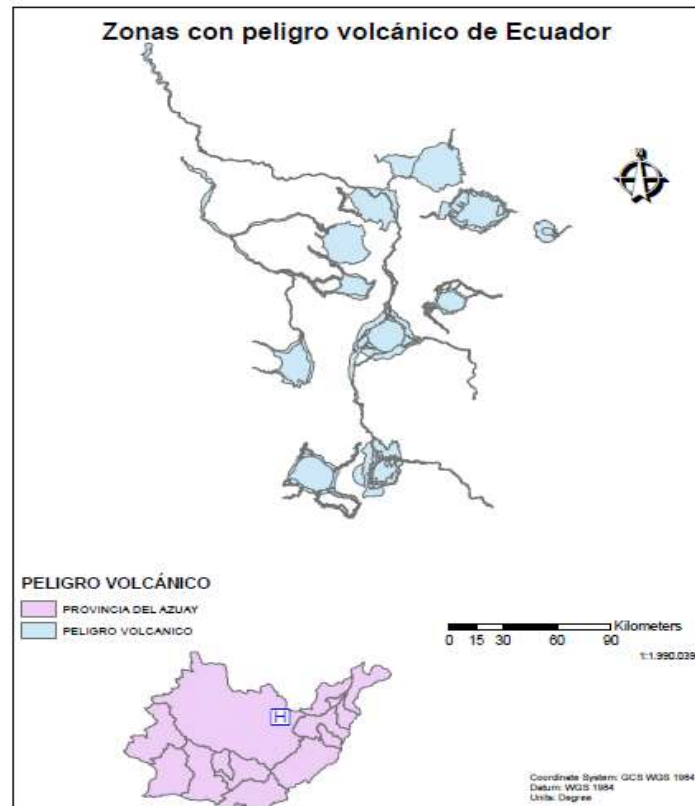


Figura 1.3: Zonas con peligro volcánico.

Deslizamientos:

Al realizar el mapa de riesgos con referencia al ámbito de los deslizamientos, encontramos que el Hospital no presenta amenazas de este tipo.

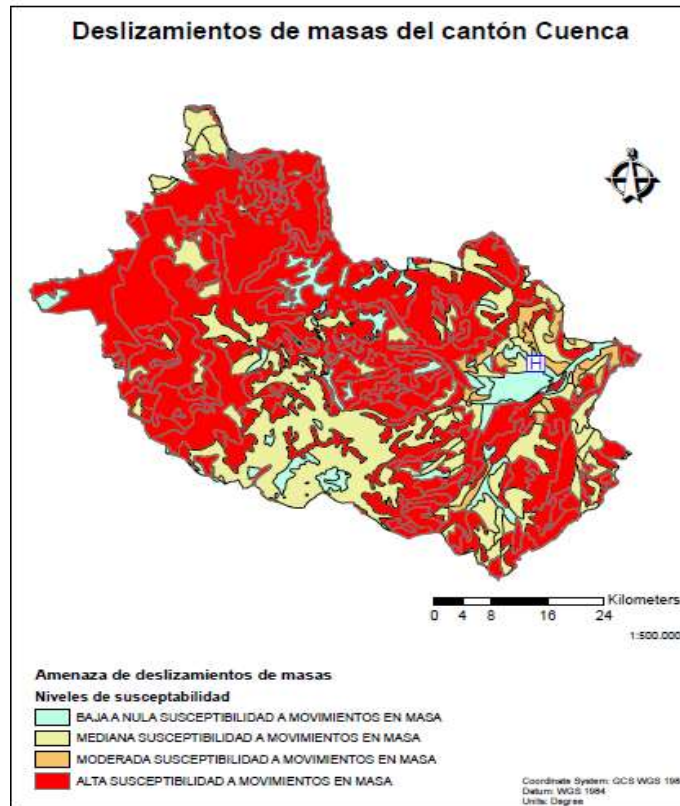


Figura 1.4: Zona de deslizamientos del catón Cuenca.

Tsunamis:

Según la zona en la cual se encuentra el Hospital no existe esta amenaza ya que la entidad se encuentra a una altura aproximada de 2550 m. s. n. M.

Fenómenos hidrometereológicos

Huracanes:

Según la zona en la cual se encuentra el Hospital no existe esta amenaza ya la que la entidad se encuentra en la zona Austral del país.

Lluvias torrenciales y penetraciones de mar o río:

La entidad hospitalaria si presenta amenazas de este tipo como se ilustra en la siguiente figura:

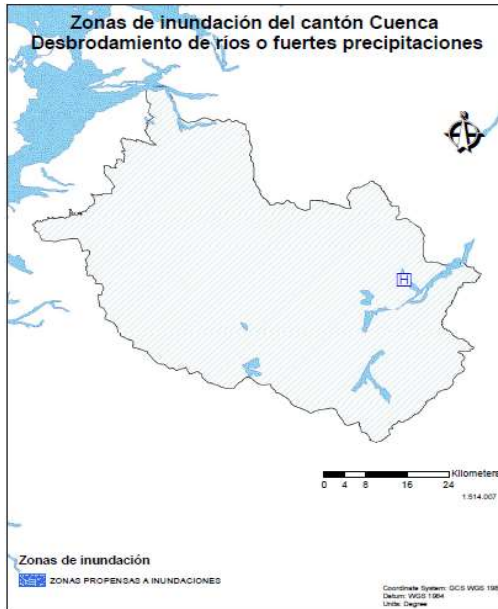


Figura 1.5: Zonas de posibles inundaciones del cantón Cuenca.

Deslizamientos:

Al realizar el mapa de riesgos con referencia a los deslizamientos, encontramos que el Hospital no presenta amenazas de este tipo como se puede apreciar en la Figura 1.4.

Fenómenos sociales

Concentraciones de población:

El nivel de amenaza es alto debido a que los días jueves se realiza la feria de ganado en el Camal Municipal, que se encuentra ubicado a 192 m del hospital por lo que se genera gran aglomeración de gente cerca de la entidad hospitalaria. Es importante señalar que varias de las personas que frecuentan las inmediaciones del hospital se dedican a comercializar varios artículos de consumo y de vestimenta en la vía al

Camal. A continuación, se mostrarán varias fotografías en donde se aprecian los problemas que generan la gran concentración de personas:



Figura 1.6: Vía de acceso principal al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.



Figura 1.7: Camal municipal visto desde tierra.



Figura 1.8: Camal municipal visto desde el aire.

Personas desplazadas:

No existe la amenaza con respecto a personas desplazadas por guerra, movimientos sociopolíticos, inmigración y emigración.

Tráfico:

Una de las principales amenazas que se generan en la entidad hospitalaria es la de flujos de tráfico bastante altos, esto se da especialmente los días jueves. Esta es una amenaza que genera incertidumbre tanto en los pacientes que frecuentan la entidad como también en el personal de salud, pues si llegara a ocurrir un desastre se podría generar una tragedia de mayores magnitudes debido a que se imposibilita el paso hacia esta casa de salud. En las siguientes fotografías se detallará a breves rasgos como influencia el tráfico en los accesos hacia el Hospital.



Figura 1.9: Alta concentración de vehículos en la entrada al camal municipal.



Figura 1.10: Alta concentración de vehículos en la vía principal del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.



Figura 1.11: Vía principal de acceso al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.



Figura 1.12: Vía principal de acceso al Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.



Figura 1.13: Concentración vehicular vista desde el aire.



Figura 1.14: Intersección del acceso principal.



Figura 1.15: Concentración vehicular en el camal vista desde el aire.

Fenómenos sanitario-ecológicos

Las epidemias al igual que las plagas son un riesgo latente en la entidad hospitalaria debido a la cercanía del camal. Al realizar una entrevista a las personas que trabajan en la casa de salud por más tiempo, así como también a los residentes de las viviendas aledañas al hospital indican tener la percepción de que no existe una amenaza que pueda llegar a comprometer a la entidad hospitalaria.

Si bien no es una amenaza de consideración se presentan malos olores toda la semana, especialmente en el día que desalojan los residuos que se producen tras el procesamiento del ganado, esto afecta a las personas que se encuentran atendándose en la entidad de salud y genera desconfianza en los mismos.

Fenómenos químico- tecnológicos

Explosiones:

Existe una amenaza baja a la cual se encuentra expuesto el hospital ante explosiones, ya que como se indicarán en las siguientes fotografías los elementos inflamables que

posee la casa de salud como: tanques de gas, tanques de oxígeno, tanque de diésel, etc. se encuentran protegidos, apartados, asegurados con cadenas y bajo techo.



Figura 1.16: Cuarto de distribución y almacenamiento de cilindros de oxígeno.



Figura 1.17: Seguridades de los cilindros de oxígeno.



Figura 1.18: Lugar de distribución y almacenamiento de cilindros de gas.



Figura 1.19: Seguridad del lugar de distribución y almacenamiento de cilindros de gas licuado.

Incendios:

La amenaza en este aspecto es baja y la seguridad es alta ya que en todos los lugares que se puede producir un incendio se cuenta con los implementos de seguridad y la señalización necesaria como para sofocar cualquier evento de esta índole.



Figura 1.20: Toma de agua en el exterior de la entidad hospitalaria.



Figura 1.21: Ruta de evacuación con iluminación de emergencia.

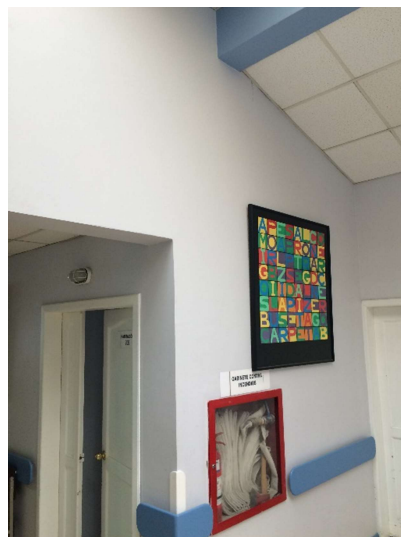


Figura 1.22: Gabinete contra incendios en la planta alta.



Figura 1.23: Gabinete contra incendios en la planta baja.

Fuga de materiales peligrosos:

El nivel de amenaza es bajo, puesto que se conoce que los diferentes materiales o residuos biológicos se colocan en una especie de bodega. Así como también se conoce que el proceso para transportar estos residuos al destino final es realizado correctamente por la entidad de salud.

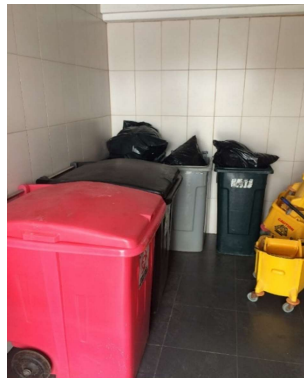


Figura 1.24: Lugar de acopio de la basura.



Figura 1.25: Basurero exterior.



Figura 1.26: Seguridad del lugar de acopio de basura.

Propiedades geotécnicas del suelo:

Licuefacción:

De acuerdo al estudio de suelo no es susceptible de presentar problemas de licuefacción por su granulometría y no se encontró nivel freático a los 3 m de profundidad.

Suelo arcilloso:

El estudio de suelos realizados dio como resultado que la entidad hospitalaria se encuentra asentada sobre un estrato que presenta adecuadas características granulares (arenas con presencia de arcillas o limos).



Figura 1.27: Columna estratigráfica del suelo de la entidad hospitalaria.

Fuente: Vintimilla. (2015). Estudio de suelos para el proyecto del hospital del niño y la mujer.

[Figura] Recuperado de (Vintimilla, 2015).

Talud inestable:

De acuerdo al producto de la nube de puntos se demuestra que no existen taludes cercanos al hospital que pongan en riesgo la estructura.



Figura 1.28: Nube de puntos del Hospital municipal de la Mujer y el Niño.

Seguridad debida a antecedentes del establecimiento:

El Hospital no ha sufrido daños estructurales debido a fenómenos naturales, ya que como se ha explicado y demostrado en secciones anteriores, se encuentra fuera de la zona de riesgo natural, es decir, por inundaciones, lluvia, tornados, etc. La única amenaza que presenta el entorno natural para el hospital es el peligro sísmico, que se torna impredecible y como se demostró con los mapas de riesgos existe un peligro inminente en este aspecto. Debido a la ubicación del país se encuentra en una zona donde existe un peligro sísmico considerable.

Se realizó un análisis de los materiales y elementos estructurales mediante ensayos no destructivos que permiten determinar la calidad del hormigón, el armado de cada columna y el espaciamiento por estribo. Estos resultados apoyados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción permitieron conocer si la construcción del bloque actual del hospital cumple con las especificaciones y requerimientos mínimos para su funcionamiento estructural.

Para el aspecto relacionado con la reparación y construcción del establecimiento de salud, el Dr. Gustavo Duque (Director de la Entidad) informó que en las próximas fechas se iniciará una ampliación de la entidad hospitalaria, que consiste en la

construcción de un nuevo bloque para: hospitalización, consultorios, laboratorios de rayos x, entre otros.

Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación

En esta sección se evaluó varios aspectos importantes que componen la seguridad estructural de la entidad hospitalaria. Después de una exhaustiva indagación a las autoridades de la entidad, supieron expresar que la construcción de la primera planta comenzó en el año 1985, se tiene un nivel de seguridad medio según el formulario del ISH (Índice de Seguridad Hospitalaria). El estado actual de la edificación hospitalaria tiene un grado de seguridad medio pues se encuentra deteriorada por exposición al medio ambiente, los elementos en los cuales se ha presenciado esta anomalía ha sido únicamente en paredes exteriores. En los elementos estructurales que se encuentran dentro de la institución no existen fallas visibles.



Figura 1.29: Mampostería exterior.



Figura 1.30: Mampostería exterior.



Figura 1.31: Columna interior.

Para determinar el grado de seguridad y la calidad de los materiales de construcción de la estructura se utilizaron ensayos no destructivos que permitieron corroborar la información entregada por parte de la entidad municipal. Se realizó un ensayo esclerométrico a todos los elementos estructurales con lo cual se determinó la resistencia a compresión de dichos elementos apoyados en el uso de las curvas propuestas por el equipo las mismas que varían de acuerdo a la dirección con la cual se realizó el disparo. Además, se verificó el armado de las columnas y de las vigas con ayuda del scanner Bosch D-TECT150.



Figura 1.32: Ensayo esclerométrico sobre la losa del Hospital.



Figura 1.33: Ensayo esclerométrico sobre la columna del Hospital.



Figura 1.34: Auscultación estructural.



Figura 1.35: Auscultación estructural.



Figura 1.36: Esclerómetro.

En la interacción de los elementos no estructurales con la estructura se observó que en varios lugares del hospital se encuentra la mampostería unida a las columnas.



Figura 1.37: Columna exterior de la edificación.

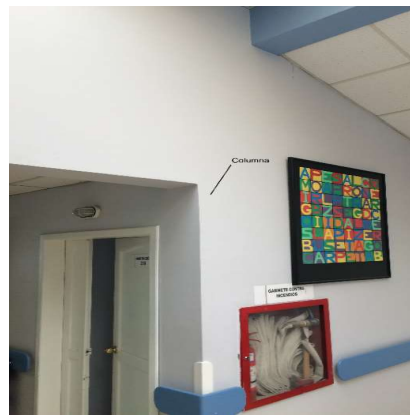


Figura 1.38: Columna interior de la segunda planta.

Para lo que se refiere a redundancia estructural la entidad cuenta con 11 líneas en el un sentido y 13 en el otro sentido tanto para planta alta como para planta baja.



PLANTA BAJA - propuesta

Figura 1.39: Plano de la entidad hospitalaria.

En lo que hace referencia a fundaciones o cimientos no existe información. Según se pudo observar tanto en planos como en el hospital, no se encontraron irregularidades en planta y tampoco elementos que podrían causar torsión en el caso de un desastre.

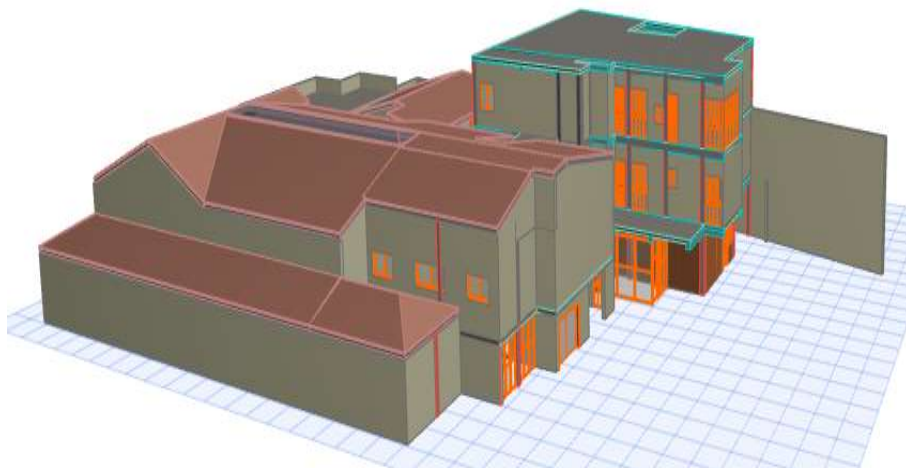


Figura 1.40: Maqueta virtual.

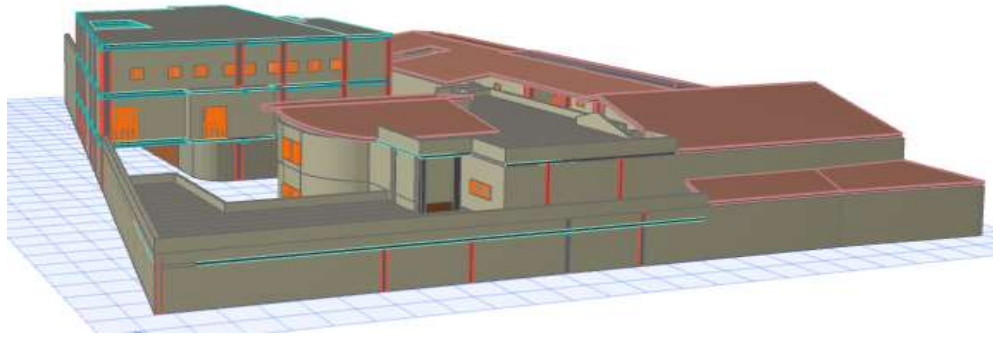


Figura 1.41: Maqueta virtual.

Según las ortofotos, la proximidad que existe entre las edificaciones que se encuentran alrededor de la entidad, es menor al 0.5% de la altura de edificio de menor altura, por lo cual tiene un grado de seguridad bajo y también como se presenta en las imágenes se puede observar que la edificación se encuentra adosada a varias casas.

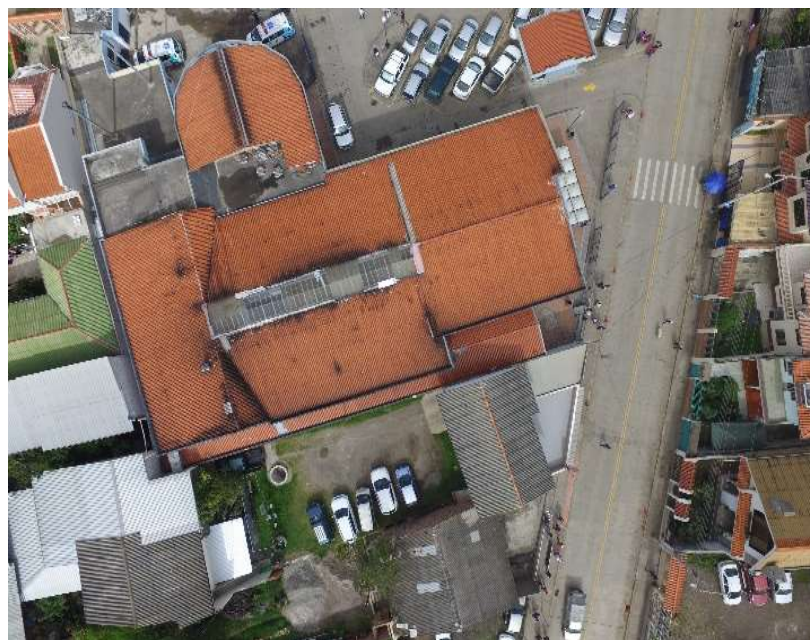


Figura 1.42: Fotografía aérea del hospital.



Figura 1.43: Fotografía aérea del hospital.



Figura 1.44: Viviendas aledañas a la entidad hospitalaria.

Debido a que la edificación cuenta solo con dos plantas, las cargas de viento no causan mayores estragos. La estructura de cubiertas tiene al menos 12 años de construida, los elementos estructurales como vigas y viguetas se encuentran en excelente estado,

existen ciertos lugares en los cuales se visualizaron goteras debido a la degradación del fibrocemento. Además, en el sistema de cubiertas se tiene 2 losas que no cuentan con ningún tipo de recubrimiento o protección contra los agentes de meteorización presentes en el entorno.

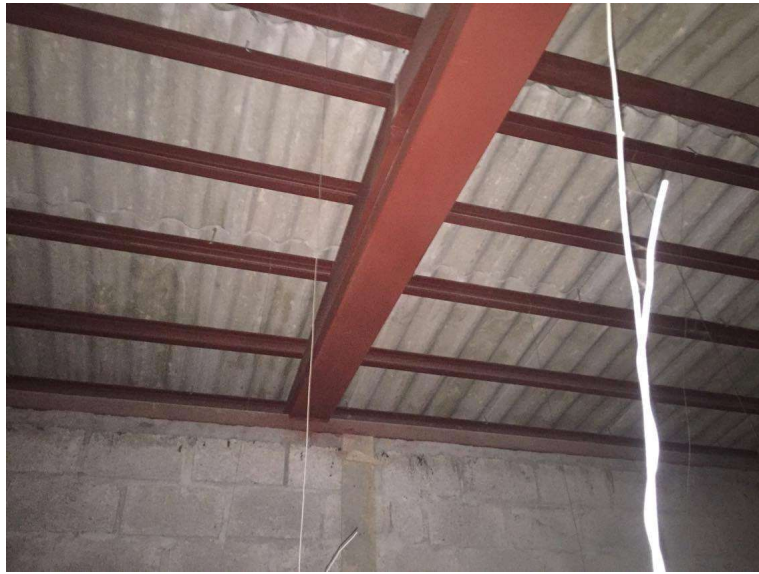


Figura 1.45: Estructura de la cubierta.



Figura 1.46: Estructura de la cubierta.

Líneas vitales (Instalaciones)

En esta sección se presentarán los resultados de la evaluación de los elementos no estructurales que conforman la entidad hospitalaria. Como se analizó en secciones anteriores, los elementos no estructurales son aquellos que no forman parte del sistema de soporte de la edificación. Por lo tanto, en esta sección se tratará de todo lo que se refiere a instalaciones del sistema eléctrico, sistema de telecomunicaciones, líneas vitales, sistemas de aprovisionamiento de agua, depósito de combustible, elementos arquitectónicos, entre otros.

Sistema eléctrico

Esta parte de la evaluación se determinará el estado del sistema eléctrico del hospital. Se evaluó el grado de seguridad que tiene el generador obteniendo como resultado un grado de seguridad medio pues si llegase a perderse el suministro principal de energía eléctrica, el generador entra en funcionamiento automáticamente dentro de los primeros 16 segundos. La regularidad de las pruebas de funcionamiento se encuentra con un grado de seguridad alto pues el generador es semanalmente puesto a prueba.



Figura 1.47: Generador de energía eléctrica.



Figura 1.48: Generador de energía eléctrica.

Entre otros aspectos que se tomaron en cuenta en la evaluación, fueron que el sistema posee un grado de seguridad alto en cuanto a la seguridad de: instalaciones, sistemas de iluminación en sitios claves del hospital, la accesibilidad al sistema con el tablero de control se encuentra en buen estado, así como también posee un grado de seguridad alto. Durante la evaluación se conoció que no existe una subestación eléctrica.



Figura 1.49: Tablero de control.

Sistema de telecomunicaciones

Es importante verificar el estado del sistema de telecomunicaciones de una entidad hospitalaria, pues en el caso de ocurrir un desastre, el estado técnico, logístico y físico

de los sistemas de comunicación interna y externa del hospital deben encontrarse en excelentes condiciones.

En el formulario de evaluación se tomaron en cuenta varios puntos entre los cuales se destacan los siguientes: el hospital no cuenta con antenas de comunicación, tiene un sistema de radiocomunicación, videovigilancia e internet, los equipos de telecomunicaciones cuentan con anclajes y la mayoría de estos se encuentran fijos en escritorios. También cabe recalcar que no existen interferencias externas que afecten las comunicaciones del hospital.

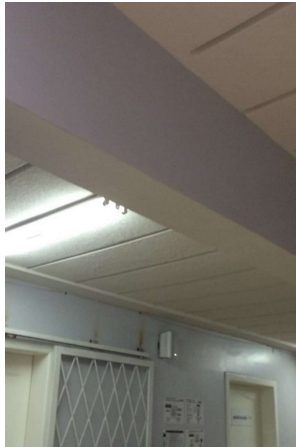


Figura 1.50: Parlantes instalados en la entidad de salud.



Figura 1.51: Cámara de seguridad instalada en el hospital.

Sistema de aprovisionamiento de agua

El hospital cuenta con un tanque de reserva que mide 15.3 m³ por lo tanto tiene un grado de seguridad alto pues se garantiza cubrir la demanda de las 17 camas existentes por 72 horas. El hospital no tiene sistemas de dotación alternos por si llegase a fallar el sistema público.



Figura 1.52: Tapa del tanque de reserva.



Figura 1.53: Tanque de reserva.

El sistema de distribución se encuentra en buen estado y buenas condiciones de operación. La cisterna y las válvulas se encuentran operativas al 100%. En caso de que

exista falla en el suministro, la entidad hospitalaria cuenta con 2 bombas que se encuentran funcionando correctamente y operativas.

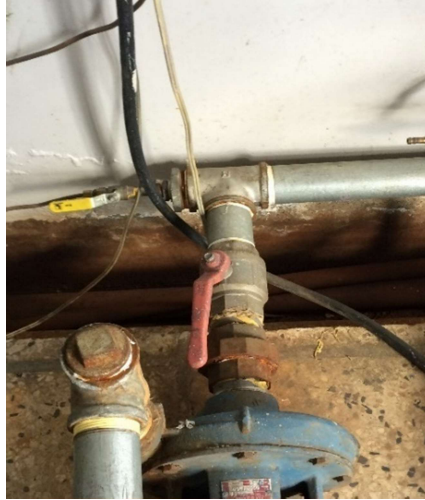


Figura 1.54: Ingreso de agua al tanque hidroneumático.



Figura 1.55: Ingreso de agua al tanque hidroneumático.



Figura 1.56: Bomba del sistema de agua potable.

Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel)

La entidad cuenta con tanques para almacenar combustible con capacidad suficiente para 5 o más días debido a que tiene una reserva de 700 galones, de los que se tienen 200 galones dentro del depósito de combustible y 500 galones fuera del mismo.



Figura 1.57: Tanque de reserva de diésel interior de 200 galones.



Figura 1.58: Tanque de reserva de diésel exterior de 500 galones.

Los cilindros de gas están correctamente protegidos y cubiertos por un techo que permite resguardarlos de agentes externos del ambiente. La distancia a la que se encuentran ubicados los depósitos de combustibles es apropiada.

Se pudo observar que no existen anclajes, razón por la cual tiene un grado de seguridad medio. El sistema de distribución de gas se encuentra en buenas condiciones, según el formulario de evaluación tiene un grado de seguridad alto.



Figura 1.59: Cilindros de gas licuado de petróleo.

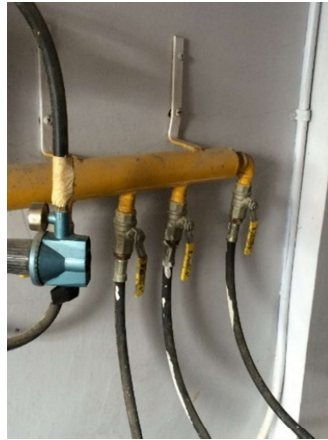


Figura 1.60: Distribución del gas licuado de petróleo.

Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc)

Gracias a la ayuda de la Sra. Marlene Santander, encargada de mantenimiento del hospital, informó que la entidad cuenta con almacenaje para 12 días en este aspecto se tiene un grado de seguridad medio, esto se debe a que el proveedor de los cilindros de oxígeno puede abastecer la demanda de 12 días inmediatamente. Los tanques de oxígeno se encuentran en un lugar cubierto con techo y libre de riesgos, los tanques no poseen anclajes. El sistema de distribución cuenta con buenas condiciones de operatividad.



Figura 1.61: Distribución de oxígeno al hospital.

Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas

En este aspecto de la evaluación, la entidad tiene un grado de seguridad alto para todos los aspectos de esta sección. Existe una ubicación apropiada de los recintos, cuenta con guardia de seguridad y puertas con la privacidad necesaria para evitar que personas no autorizadas ingresen. Se realizan controles periódicos para chequear el funcionamiento de equipos como: calderas, sistemas de aire acondicionado, etc. La condición de tuberías, uniones y válvulas son bastante buenas, se obtuvo un grado de seguridad alto en la evaluación.



Figura 1.62: Seguridad de áreas críticas.

Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes

Al realizar la evaluación la entidad obtuvo un grado de seguridad medio en lo que se refiere a anclajes de la estantería, debido a que se observó que la estantería se encuentra fijada pero el contenido de la misma no está asegurado. El anclaje del mobiliario está en buenas condiciones por lo tanto tiene un grado de seguridad alto.



Figura 1.63: Mobiliario.



Figura 1.64: Mobiliario del sector de quirófanos.

Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento

Existe un nivel de seguridad alta con lo que se refiere al equipo de Rayos X. El equipo médico en laboratorios se encuentra en buenas condiciones pues está ordenado, limpio y correctamente asegurado. Es importante mencionar que durante la evaluación se ha llegado a conocer que la entidad no cuenta con espacios para cuidados intensivos y atención para quemados. Debido a que la institución de salud está dedicada al cuidado del recién nacido, el instrumental médico se encuentra en buen estado pues la prioridad es el cuidado y la salud materno-infantil.



Figura 1.65: Sala de Rayos X.



Figura 1.66: Sala de Rayos X.



Figura 1.67: Laboratorio.

Elementos arquitectónicos

Esta sección de la evaluación trata del aspecto no estructural de la entidad hospitalaria. Los elementos no estructurales son aquellos que no dan soporte a la estructura tales como son: puertas, ventanas, muros externos, techos, cubiertas, mampostería, pisos, etc. El hospital tiene un grado de seguridad alto, pues las condiciones técnicas de las puertas se encuentran en posibilidad de resistir amenazas o desastres debido a que las mismas tienen libre circulación en especial en las áreas críticas como son: emergencias, quirófanos, entre otras.



Figura 1.68: Acceso principal a la edificación hospitalaria.

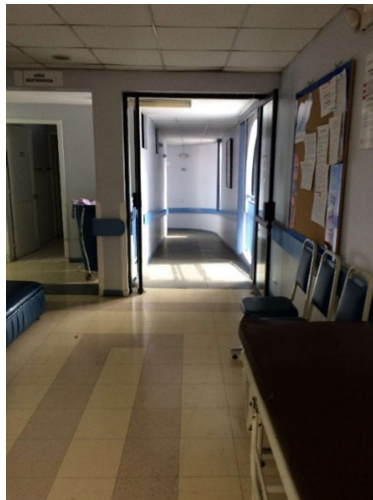


Figura 1.69: Rampa para el traslado de camillas.

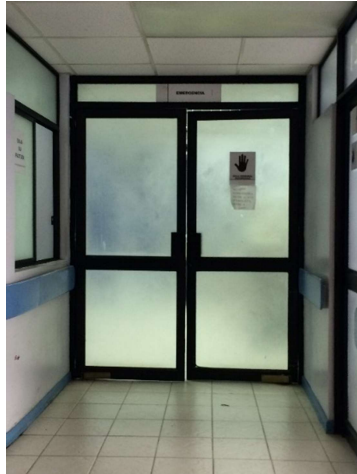


Figura 1.70: Acceso a emergencias.

La condición y seguridad de ventanales tienen un grado de seguridad alto, debido a que se encuentran protegidos con una estructura metálica y los vidrios poseen laminas de seguridad.



Figura 1.71: Seguridad de ventanas.



Figura 1.72: Seguridad de ventanas.

La condición de las fachadas y muros que se encuentran alrededor de la entidad hospitalaria se encuentran en buen estado, aunque existen algunas paredes en las que se observa grietas en mampostería.



Figura 1.73: Mampostería exterior.

Con respecto a la condición de seguridad de techos y cubiertas se obtuvo un grado de seguridad alto. Al realizar la evaluación en este aspecto se tomó en cuenta el estado de la cubierta, para esto se utilizó ortofotos tomadas por el Drone Phantom 3 perteneciente a la Universidad del Azuay, en las que se visualiza un desgaste mínimo debido a la degradación de los materiales por el ambiente.

Los techos falsos tienen daños mínimos por goteras que se generan debido al desgaste que tienen las planchas de fibrocemento y producen filtración de agua.

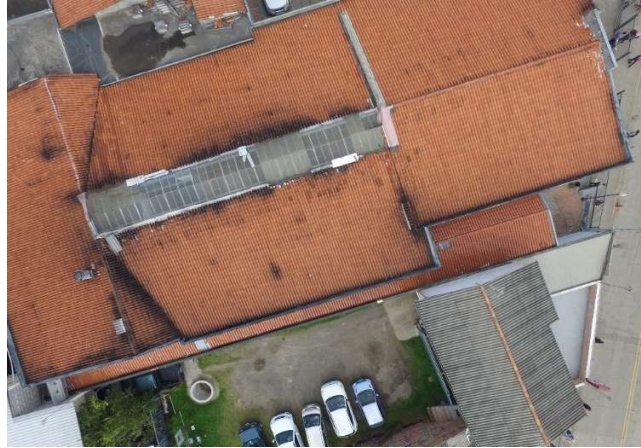


Figura 1.74: Vista aérea del hospital.



Figura 1.75: Vista aérea del hospital.



Figura 1.76: Manchas en cielo raso debido a goteras.



Figura 1.77: Manchas en cielo raso debido a goteras.

Las áreas de circulación externa se encuentran en buen estado, sin embargo, se observó que existen varios factores que podrían impedir el paso de la ambulancia, obtuvo un grado de seguridad medio. Uno de los factores sociales principales es el tráfico que representa una de las amenazas principales a la que se encuentra expuesta la casa de salud. Podría generarse una emergencia de gran magnitud, en el caso de darse un desastre.



Figura 1.78: Accesos a la entidad hospitalaria.

Las áreas de circulación interna están en buenas condiciones. Se observó que existen los espacios necesarios para la circulación de personas y camillas. Los pisos se encuentran en buen estado, así como también los pasillos se encuentran debidamente señalizados.



Figura 1.79: Áreas de circulación de consultorios.



Figura 1.80: Áreas de circulación de emergencias.

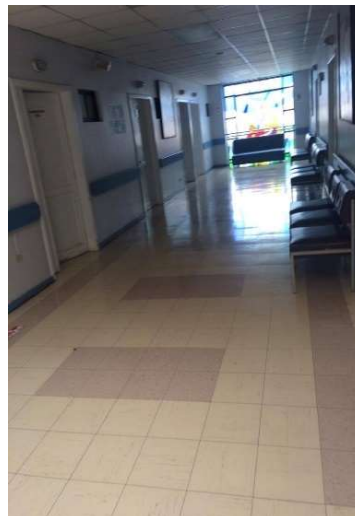


Figura 1.81: Áreas de circulación de hospitalización.

Las divisiones internas se encuentran en buen estado. La entidad hospitalaria posee mampostería de ladrillo enlucida.

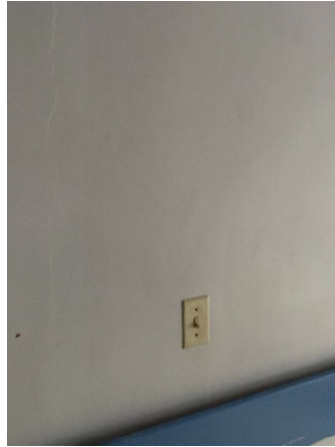


Figura 1.82: Mampostería interna.

El sistema de iluminación del hospital se encuentra en buen estado. La entidad cuenta con iluminación interna y externa. No existen zonas de penumbras. También cuentan con sistemas que conjuntamente con el generador se pondrían en funcionamiento en el caso de un desastre.



Figura 1.83: Sistema de iluminación interna de la casa de salud.



Figura 1.84: Sistema de iluminación externa de la casa de salud.

El hospital no tiene ascensores al momento, pero se tiene planeado colocarlos cuando se realice la ampliación de la casa de salud. La condición del sistema de protección contra incendios es buena, pues tanto en la primera, segunda planta y en las cercanías de los cuartos de máquinas posee equipos especializados para sofocar el fuego si se diera el caso. También se observó que la entidad tiene hidrantes en la entrada.



Figura 1.85: Extintor en el área de mantenimiento.



Figura 1.86: Salida de agua para emergencias.

Las vías de acceso al hospital tienen un nivel de seguridad medio debido a que existe un gran afluente de autos en especial el día jueves. En la siguiente ortofoto se puede apreciar claramente la densidad vehicular existente en la vía principal de acceso al hospital (Camino a Patamarca).



Figura 1.87: Fotografía aérea del área de influencia del hospital.

Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia

Para esta parte de la evaluación, se realizó una entrevista al Ing. Juan Pablo Álvarez Jefe de Seguridad del Hospital, quien manifestó que al momento la entidad hospitalaria, no cuenta con un comité para desastres ni con un centro de operaciones de emergencia, sin embargo, la entidad se encuentra elaborando los procesos y estrategias para situaciones de emergencias y desastres. Debido a estas circunstancias se obtuvo en la evaluación que el grado de seguridad es bajo.

Plan operativo para desastres internos o externos

En este capítulo de la evaluación, se trató sobre procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento para lo cual el Ing. Álvarez indicó que existe el personal capacitado y que se cuenta con recursos para implementarlo. La entidad cuenta con una ambulancia y con un auto para soporte logístico. En cuanto a las rutas de emergencia y salidas accesibles, todas las rutas son libres de obstáculos y bien señalizadas. Sin embargo, cabe mencionar que como se indicó en el punto anterior, la entidad se encuentra elaborando el plan de acción, por lo tanto, se tuvo un nivel de seguridad bajo en la mayoría de las preguntas.

Planes de contingencia para atención médica en desastres

En cuanto a sismos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, huracanes, crisis sociales, entre otras amenazas, la entidad se encuentra elaborando el plan de acción frente al suceso de cualquiera de éstas. Se indicó también que en atención psico-social únicamente existe para el personal de salud y no para pacientes ni familiares de los mismos. Se obtuvo un nivel de seguridad medio. Es importante mencionar que la entidad realiza controles de infecciones intra-hospitalarias, en especial en el área de neonatología pues los recién nacidos son muy susceptibles a contraer infecciones. En la evaluación se obtuvo un grado de seguridad alto.

Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales

La encargada de mantenimiento, Sra. Marlene Santander expuso que, en cuanto al suministro de energía eléctrica, se prueba el generador todas las semanas en búsqueda de problemas para solucionarlos lo más pronto posible. En cuanto al suministro de agua potable, éste se encuentra en buen estado y cuenta con 2 bombas. Existe reserva de combustible, sin un manual. En aspectos como: gases medicinales, sistemas de comunicación, sistema de manejo de residuos sólidos y sistema contra incendios no existe el plan, pero se revisan constantemente estos aspectos.

Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres

Luego de realizar una entrevista con la Dra. Cecilia Maldonado, quien está encargada de la farmacia y del almacén de medicamentos, informó que se tiene disponibilidad de medicamentos para emergencias y quirófanos durante 7 días, por lo tanto, la entidad tiene un grado de seguridad alto. La Dra. Maldonado, mencionó que los equipos de ventilación asistida garantizan uso para 12 días.

Equipos para soporte de vida, equipos de protección personal para epidemias se encuentran garantizada para 7 días. Las tarjetas de triaje están impresas para 72 horas o más, por lo tanto, tiene un grado de seguridad alto.

Determinación de las características geotécnicas del suelo

El estudio de suelos fue realizado por la Ing. Cristina Vintimilla generando los siguientes resultados:

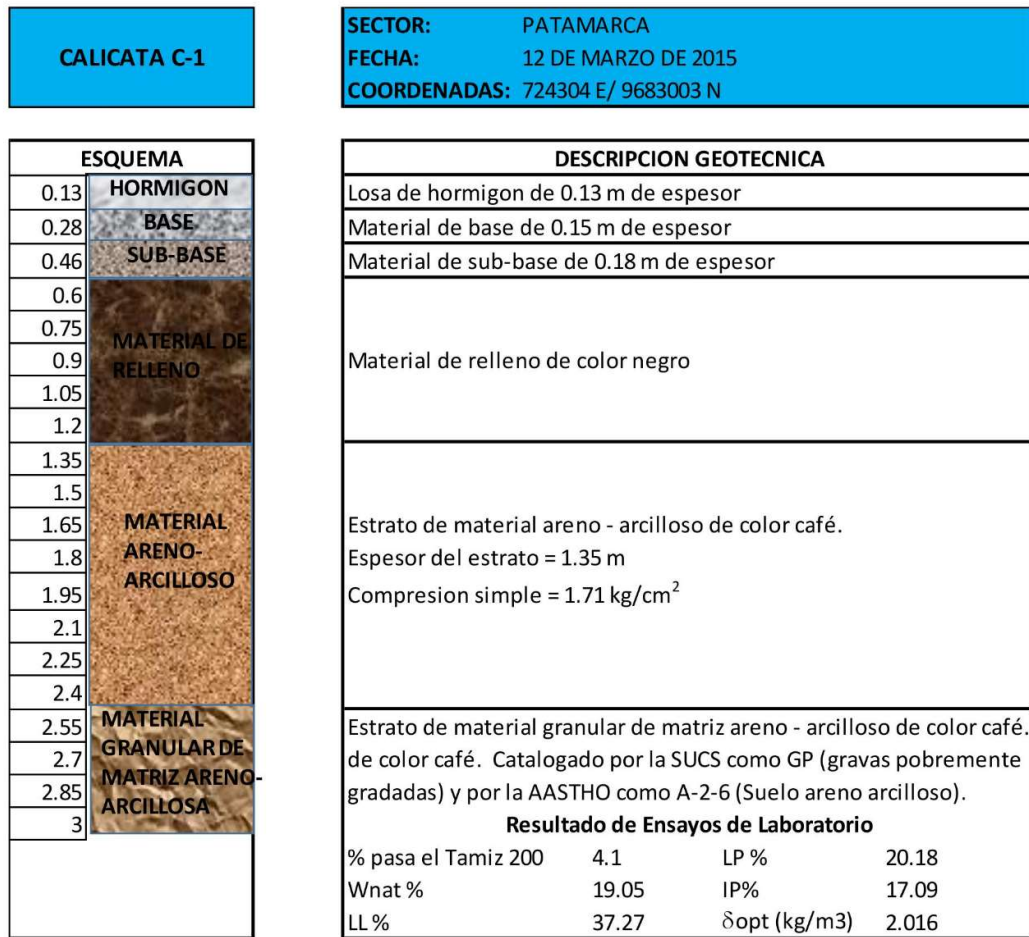


Figura 1.88: Columna estratigráfica.

Fuente: Vintimilla. (2015). Perfil estratigráfico. [Figura] Recuperado de (Vintimilla, 2015).

Calicata 1 – Profundidad 2.40 m

Para el respectivo sondeo se considera un ancho de cimentación de 1.5 m, con una profundidad de desplante de 2.40 m y se obtiene una presión admisible a ser considerada a los 2.40 m de profundidad de 2.68 kg/cm².

Calicata 2 – Profundidad 3 m

Para el respectivo sondeo se considera un ancho de cimentación de 1.5 m, con una profundidad de desplante de 3.00 m y se obtiene una presión admisible calculada a los 3.00 m de profundidad de 7.71 kg/cm².

Conclusiones

Al realizar el ISH (Índice de Seguridad Hospitalaria), el Hospital Municipal de la Mujer y el Niño obtuvo una vulnerabilidad alta en el aspecto administrativo-organizativo, pero cabe recalcar que se están tomando las medidas necesarias para obtener un plan operativo que permita responder de una manera adecuada ante todas las emergencias que se puedan suscitar.

Al realizar el análisis del estado actual del entorno se observa que en el Hospital de la Mujer y el Niño existen varias amenazas que no fueron tomadas en consideración para determinar el ISH. Cuando se efectuó el vuelo aéreo con el Drone Phantom 3 perteneciente a la Universidad del Azuay, se generaron resultados distintos a los esperados y planteados al principio de la investigación, pues varias de las amenazas analizadas se descartaron o tuvieron un nivel de importancia menor, así como también permitió poner un énfasis especial en las amenazas específicas que se encontraban en la zona cercana al Hospital. Uno de los aspectos más importantes que se obtuvo acerca las amenazas del entorno de la entidad hospitalaria, es que por su cercanía al camal municipal (Figura 1) todos los días jueves, existe un nivel de amenaza alto por la aglomeración de personas en el sector y zonas aledañas, puesto que se forma una especie de feria o mercadillo, donde se comercializa alimentos, animales y productos varios de una manera desorganizada que llegan a interfeir el paso peatonal y vehicular. Además, existe una vulnerabilidad alta con respecto al tráfico (Figura 2) pues la mayoría de comerciantes se movilizan en automóviles pequeños, camionetas y camiones. Muchos de ellos interrumpen uno de los pasos principales a la vía del camal; todo esto genera un nivel de riesgo alto, pues si se llegase a dar un desastre es muy probable que se generen cifras bastante elevadas de afectados. Las ortofotos obtenidas

como resultado indican los accesos que existen al hospital, el reconocimiento de la topografía de la zona y una evidencia palpable del cambio de la entidad hospitalaria con su entorno a lo largo del tiempo. A continuación, se encuentra una imagen con algunos de los resultados obtenidos:



Figura 1.89: Ubicación del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.

En esta figura, se aprecia donde se encuentra ubicado el Hospital Municipal de la Mujer y el Niño, así como también la cercanía a la cual se encuentra el Camal Municipal de la casa de salud 194 m. Se evidencia que la vía principal de acceso es la misma tanto para el Camal como para la casa de salud, motivo por el cual se generan graves problemas de tránsito.

Se concluye que el análisis y evaluación del ISH es una herramienta muy útil que nos sirve para dar una idea de la situación actual de la casa de salud, pero se recomienda continuar con una investigación más minuciosa en especial en el aspecto estructural,

pues el formulario revisa y evalúa de una manera muy general el estado de la edificación, pero no realiza un análisis profundo ni especializado en el cual se evalúe si la estructura hospitalaria es capaz de soportar todas las cargas de uso que en ella se generan. Para realizar esta parte de la evaluación se utilizaron los ensayos no destructivos que apoyaron a la investigación, para conseguir información lo más cercana a la realidad esto posteriormente ayudó a realizar la modelación del hospital en el software especializado.

Después de utilizar el modelo matemático para el cálculo del índice de seguridad hospitalaria se obtuvo un índice de seguridad del 0,62 y un índice de vulnerabilidad de 0,38 clasificando a la entidad de salud en categoría B, es decir, que se requieren medidas necesarias a corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre. A continuación, se mostrarán cuadros explicativos de lo expuesto anteriormente.



Figura 1.90: Seguridad estructural.

Fuente: CRID. (2009). Seguridad estructural. Modelo matemático para el cálculo del índice de seguridad. [Figura] Recuperado de (Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe, 2009).

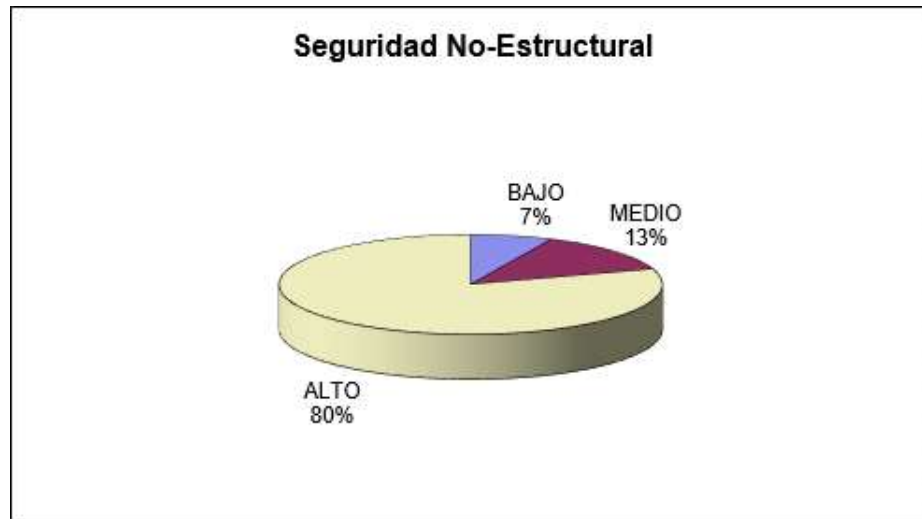


Figura 1.91: Seguridad no estructural.

Fuente: CRID. (2009). Seguridad no estructural. Modelo matemático para el cálculo del índice de seguridad. [Figura] Recuperado de (Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe, 2009).



Figura 1.92: Seguridad funcional.

Fuente: CRID. (2009). Seguridad funcional. Modelo matemático para el cálculo del índice de seguridad. [Figura] Recuperado de (Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe, 2009).

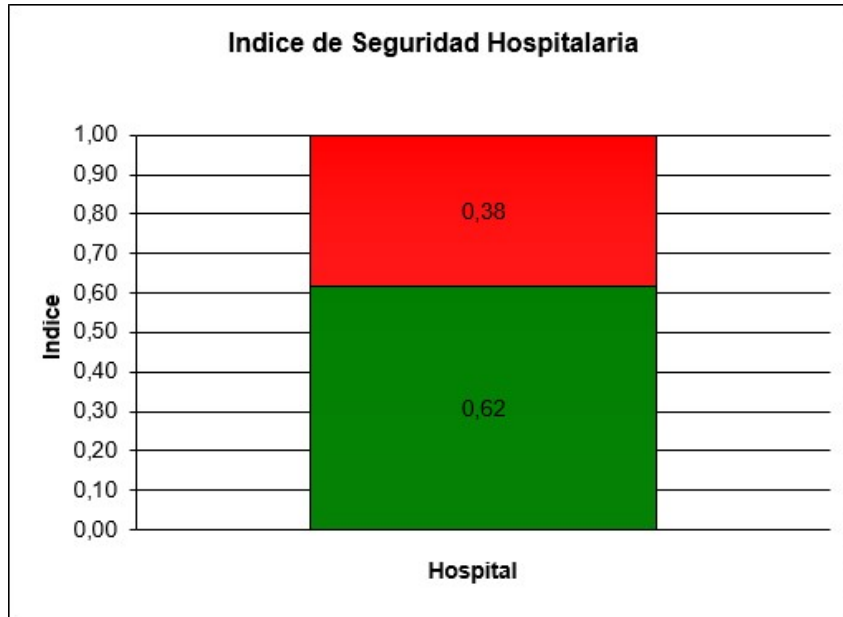


Figura 1.93: Índice de seguridad hospitalaria.

Fuente: CRID. (2009). Índice de seguridad hospitalaria. Modelo matemático para el cálculo del índice de seguridad. [Figura] Recuperado de (Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe, 2009).

En cuanto al estudio de suelos, basándose en la geología de la zona se definió que el área en estudio, se encuentra ubicada la Terraza Aluvial 4 perteneciente al Holoceno – Cuaternario. Las Terrazas Aluviales, generalmente están formadas por bloques y boleos subangulares a redondeados y subsféricos (ocurrencia 40 y 70%) en matriz de grava areno arcillosa (ocurrencia 60 y 30%).

El análisis de la capacidad de carga de suelo se lo ha hecho considerando para zapatas con ancho de 1.5 m y una profundidad de desplante a 2.40 m y 3.00 m, teniendo en cuenta que para la ejecución del proyecto se recomienda cimentar debajo del relleno. De los resultados se obtuvo que la capacidad de carga admisible presenta valores adecuados, por lo que se sugiere emplear una capacidad de 3.5 kg/cm² a los 3.00 m de profundidad y 2.68 kg/cm² a los 2.40 m. Y además el asentamiento que podría presentar el suelo debido a la carga ejercida por la estructura a edificarse es de 0.8 cm, lo que se encuentra dentro del rango permisible, y por ende las transmisiones de los

esfuerzos de la estructura hacia el terreno garantizan una adecuada serviciabilidad y seguridad de la zona en estudio.

CAPÍTULO 2

AGRUPACIÓN Y MODELACIÓN DE CARGAS QUE ESPECIFICA LA NORMA

2.1. Cargas gravitacionales

La agrupación de las cargas gravitacionales es un procedimiento que consiste en dar a conocer las fuerzas que soportan los elementos estructurales que forman parte de una edificación debido a su funcionamiento. Existen dos tipos, las cargas vivas y las muertas. (Montero López , 2004).

2.1.1. Cargas vivas de uso

Las sobrecargas utilizadas varían según el uso que se planea dar a la edificación, pero es importante mencionar que el Hospital Municipal de la Mujer y el Niño empezó a funcionar en el año 2004; sin embargo, la estructura de la planta baja se construyó en el año de 1986. Las losas de la planta alta de la entidad hospitalaria fueron calculadas para ser un supermercado cuando se encontraba vigente el Código Ecuatoriano de la Construcción del año 1976 (CEC, 1976) , al contrario de la cubierta que fue idealizada cuando se encontraba vigente el Código Ecuatoriano de la Construcción del año 2001 (CEC, 2001), por lo cual se realizará una comparación de cargas entre la Norma Ecuatoriana de Construcción del 2014 (NEC, 2014) y las normativas vigentes en las distintas fechas de planificación del proyecto.

La carga viva de diseño según CEC, 1976 para un supermercado es de 400 kg/m^2 para toda la edificación en cambio la NEC, 2014 plantea una carga de 200 kg/m^2 , pero únicamente para la sala de pacientes mientras que para la sala de quirófanos y para los laboratorios recomienda considerar 290 kg/m^2 y en el caso de los corredores superiores a la planta baja debería considerarse 400 Kg/m^2 .

Además, para la cubierta el CEC, 2001 para una cubierta con pendientes menores a 1:3 y con áreas superiores a 60 m² recomienda considerar como mínimo 60 kg/m², pero la NEC, 2014 indica que se debería considerar 70 kg/m² para cubiertas planas, inclinadas y curvas. La sobrecarga por granizo se considera únicamente en la NEC.

En general, el hospital al ser calculado con el CEC, 1977 tiene cargas de diseño superiores a las recomendadas por la normativa vigente en nuestro país, esto se debe a que la edificación no fue planeada como una entidad hospitalaria sino como un supermercado. En el caso de la cubierta tiene una deficiencia menor de 10 Kg/m², lo cual representa una amenaza de menor grado.

Tabla 2.1: Cargas vivas según CEC, 1976

CATEGORÍA	Carga uniforme distribuida en kg/m ²		Carga concentrada sobre una superficie de 0,5 x 0,5 m ² , esta carga es única sobre cualquier lugar. Pisos, escaleras, terrazas, corredores, rampas.
	Pisos	Escaleras, balcones, terrazas, galerías, corredores	
Viviendas	200	300	300
Escuelas, oficinas, hospitales, hoteles.	250	400	1000
Almacenes, tiendas, talleres, residenciales, garajes particulares.	300	300	1000
Talleres, fábricas, bodegas.	400	300	1000 y según especificaciones especiales
Garajes públicos.	400	300	1000

Supermercados, restaurantes, iglesias, museos, salas de educación física.	400	400	3000
Salas de baile, conciertos, reuniones, cinemas, tribunas con sillas fijas, bibliotecas.	400	400	1000
Tribuna sin sillas fijas.	500	400	1000
Techos con invernaderos y edificios agrícolas.	50		a considerar las cargas de viento
Techos planos.	100		acceso únicamente para servicio
Techos con pendientes mayores a 1:3	75	(cargas verticales)	

Fuente: Nienhuys & Naranjo C. (2014).

Tabla 2.2: Cargas vivas para cubiertas según CEC, 2001

INCLINACIÓN DE LA CUBIERTA	ÁREA TRIBUTARIA DE CARGA EN METROS CUADRADOS PARA CUALQUIER ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	0 a 20	21 a 60	Sobre 60
Plana o con pendiente menor que 1:3 Arco o bóveda con flecha menor a 1/8 de luz.	100	80	60
Pendiente de 1:3 a menos de 1:1 Arco o bóveda con flecha de 1/8 de luz a menos de 3/8 de luz	80	70	60

Pendiente de 1:1 y mayor Arco o bóveda con flecha de 3/8 de luz o mayor.	60	60	60
Marquesinas, excepto cubiertas con tela	25	25	25
Invernaderos y edificios agrícolas	50	50	50

Fuente: Nienhuys & Naranjo C. (2014).

Tabla 2.3: Cargas vivas según NEC, 2014

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Almacenes		
Venta al por menor		
Primer piso	4.80	4.50
Pisos superiores	3.60	4.50
Venta al por mayor. Todos los pisos	6.00	4.50
Armerías y salas de instrucción militar	7.20	
Áreas de reunión y teatros		
Asientos fijos	2.90	
Áreas de recepción	4.80	
Asientos móviles	4.80	
Plataformas de reunión	4.80	
Escenarios	7.20	

Áreas de almacenamiento sobre techos	1.00	
Barreras vehiculares		
Balcones	4.80	
Bibliotecas		
Salas de lectura	2.90	
Estanterías	7.20	
Corredores en pisos superiores a planta baja	4.00	
<p>° Estas cargas se aplican en espacios de almacenamiento de bibliotecas y librerías que soportan anaqueles fijos con doble acceso, sujetos a las siguientes limitaciones: altura máxima de 2300 mm, ancho máximo de 300 mm por lado de acceso distancia entre anaqueles mayor o igual a 900 mm.</p>		
Bodegas de almacenamiento (serán diseñadas para la mayor carga prevista)		
Livianas	6.00	
Pesada	12.00	
Coliseos (ver estadios y graderíos)		
Comedores y restaurantes	4.80	
Construcción ligera de placa de piso sobre un área de 625 mm²		0.90
Corredores-pasarelas-plataformas para mantenimiento	2.00	1.33
Corredores		
Primer Piso		

Otros pisos de igual ocupación, excepto si existe otra indicación	4.80	
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	I
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.4
Todos los otros usos		1.4
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		
En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.		
Departamentos		

Edificios de oficinas		
Salas de archivo y computación (se diseñará para la mayor carga prevista)		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.80	9.00
Oficinas	2.40	9.00
Corredores sobre el primer piso	4.00	9.00
Escaleras fijas		
Escaleras y rutas de escape	4.80	G
Únicamente residencias unifamiliares y bifamiliares	2.00	
<p>^g Cuando la sobrecarga reducida de cubierta (menor a 1.0 N/m²), sea utilizada para el diseño de miembros estructurales continuos, la sobrecarga se aplicará en dos tramos adyacentes y en tramos alternados para obtener las máximas solicitaciones.</p>		
Estadios y coliseos		
Graderíos	4.80	
Asientos fijos	3.00	
<p>^d Adicional a las cargas vivas verticales, el diseño incluirá fuerzas horizontales aplicadas a cada fila de asientos, como sigue:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·400 N/m en dirección paralela, ·150 N/m en dirección perpendicular. <p>Estas fuerzas no serán consideradas en forma simultánea.</p>		
Fábricas/Industria/Manufactura		
Livianas	6.00	9.00
Pesadas	12.00	13.40

Garaje (únicamente vehículos para pasajeros)	2.0 a, b	
Camiones y buses	a, b	
<p>^a Los pisos de estacionamientos o partes de los edificios utilizados para almacenamiento de vehículos, serán diseñados para las cargas vivas uniformemente distribuidas de esta tabla o para las siguientes cargas concentradas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Para vehículos particulares (hasta 9 pasajeros) actuando en una superficie de 100 mm por 100 mm, 13.4 kN; y · Para losas en contacto con el suelo que son utilizadas para el almacenamiento de vehículos particulares, 10 kN por rueda. <p>^b Los estacionamientos para camiones y buses serán diseñados por algún método recomendado por AASHTO, MTOP, que contenga las especificaciones para cargas de camiones y buses.</p>		
Gimnasios	4,80	
Graderíos para estadios y similares	4.80 ^d	
Hoteles		
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad		

Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares		
Habitaciones	2.00	
Salones de uso público y sus corredores	4.80	
Salas de baile	4.80	
Salas de billar, bolos y otras áreas de recreación similares	3.60	
Salida de emergencia	4.80	
Únicamente para residencias unifamiliares	2.00	
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00
Soportes para luces cenitales y cielos rasos accesibles		0.90
Unidades educativas		
Aulas	2.00	4.50

Corredores segundo piso y superior	4.00	4.50
Corredores primer piso	4.80	4.50
Veredas, áreas de circulación vehicular y patios que puedan estar cargados por camiones	12.00	35.60
° La carga concentrada de rueda será aplicada en un área de 100 mm x 100 mm		

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

2.1.2. Cargas muertas y permanentes

En la etapa de diseño se debieron considerar los materiales que se iban a utilizar en la edificación y en base a éstos cuantificar el peso muerto de la estructura. Para esto se procede a calcular las cantidades de obras que se planean construir y valerse de las densidades de los elementos disponibles en las tablas de pesos muertos de la normativa vigente en el país.

Por lo cual, es de vital importancia realizar una comparación entre la normativa vigente en el momento de diseño y la normativa actual, ya que pueden presentarse variaciones que influyen directamente en el cálculo de la estructura.

Tabla 2.4: Cargas muertas según CEC, 1976.

Material	Tensión de rotura en kg/cm ²	Densidad kg/m ³	Relación resistencia-peso
Bambú	1400	800	1,75
Madera laminada	400	500	0,80
Aluminio	1900	2700	0,70
Madera seleccionada	300	500	0,60
Acero	4400	7800	0,56
Madera común	200	500	0,40

Hormigón pretensado	670	2300	0,29
Hormigón armado	370	2300	0,16
Ladrillo reforzado	200	1800	0,11
Ladrillo o bloques huecos	15	800	0,02
Adobe	0,1	1800	0,00005

Fuente: Nienhuys & Naranjo C. (2014).

Tabla 2.5: Cargas muertas según NEC, 2014.

Material	Peso Unitario kN/m³
A. Rocas	
Basalto	29.0 - 30.0
Granito	26.0 - 28.0
Andesita	26.0 - 28.0
Sienita	27.0 - 29.0
Pórfido	26.0 - 27.0
Gabro	29.0 - 31.0
Arenisca	26.0 - 27.5
Calizas compactas y mármoles	27.0 - 28.0
Pizarra para tejados	28,0
B. Piedras artificiales	
Adobe	16,0
Amianto-cemento	20,0
Baldosa cerámica	18,0
Baldosa de gres	19,0
Hormigón simple	22,0
Hormigón armado	24,0
Ladrillo cerámico prensado (0 a 10% de huecos)	19,0
Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)	14,0
Ladrillo cerámico hueco (40 a 50% de huecos)	10,0

Ladrillo artesanal	16,0
Bloque hueco de hormigón	12,0
Bloque hueco de hormigón alivianado	8,5
C. Materiales granulares	
Arena seca	14,5
Arena húmeda	16,0
Arena saturada	18,0
Arena de pómez seca	7,0
Ripio seco	16,0
Ripio húmedo	20,0
Grava (canto rodado)	16,0
Gravilla seca	15,5
Gravilla húmeda	20,0
Tierra seca	14,0
Tierra húmeda	18,0
Tierra saturada	20,0
D. Morteros	
Cemento compuesto y arena 1:3 a 1: 5	20,0
Cemento compuesto cal y arena	18,0
Cal y arena	16,0
Yeso	10,0
E. Metales	
Acero	78,5
Aluminio	27,0
Bronce	85,0
Cobre	89,0
Estaño	74,0
Fundición gris	72,0
Latón	85,0
Plomo	114,0
Zinc	72,0
F. Materiales diversos	
Alquitrán	12,0

Asfalto	13,0
Cal	12,0
Hielo	9,0
Libros y documentos	8,5
Papel	11,0
Plástico en planchas	21,0
Vidrio plano	26,0
Elementos secundarios	
G. Contrapisos y recubrimientos	kN/m²
Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0,22
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0,20
Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0,16
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0,22
H. Cielorrasos y Cubiertas	kN/m²
De yeso sobre listones de madera (incluidos los listones)	0,20
De mortero de cemento compuesto de cal y arena	0,55
Plancha ondulada de fibrocemento: de 8 mm de espesor	0,20
de 6 mm de espesor	0,15
Chapa ondulada de acero galvanizado: de 0,5 mm de espesor	0,07
de 0.8 mm de espesor	0,09
de 1.3 mm de espesor	0,14
Teja de barro cocido sin mortero	0,50
Teja plana con mortero de cemento	0,85
Teja de hormigón con mortero	1,15

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

En la tabla provista por el CEC, 1976 los elementos más utilizados son: el hormigón armado, ladrillo reforzado y aluminio los cuales, al compararlos con la NEC, 2014 presentan una deficiencia de 147 kg, 137 kg, 53 kg respectivamente. Además, la

normativa actual presenta más materiales para dar mayor precisión al cálculo de la carga muerta que soporta la estructura.

2.2. Cargas accidentales

2.2.1. Cargas sísmicas

En cuanto a las cargas sísmica el CEC, 1976 se basa en varios coeficientes que alteran el comportamiento sísmico de una estructura, uno de ellos es el coeficiente CS que toma en consideración la interacción entre el suelo y la estructura, este depende del período de vibración de la estructura (T) y del período de vibración del suelo (T_s) sobre el que se construye la edificación.

Para cuantificar T_s , el código recomienda que para lugares firmes en donde exista presencia de rocas, conglomeraciones o una combinación de suelos granulares densos localizados a una profundidad igual o menor a 3 m se utilice 0,50. En el caso de los lugares medios que tengan arena, suelos granulares y tierras ligeramente arcillosas hasta 20 m de profundidad se considere 1,50. Por último, en los lugares flojos, terrenos arenosos y granulares con una profundidad mayor de 20 m se utilice 2,50.

Para el cálculo de T, se tomará en consideración la altura en metros del edificio h_b , la dimensión de la estructura en metros en la dirección paralela a las fuerzas aplicadas D, el coeficiente numérico para la resonancia de a estructura S, y el coeficiente numérico C.

$$T = \frac{0,1 \times h_b}{\sqrt{D}} \quad (1)$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \quad (2)$$

$$S \text{ para } \frac{T}{T_s} < 1,0 \quad S = 1 + \frac{T}{T_s} - 0,5 \left(\frac{T}{T_s} \right)^2 \quad (3)$$

$$S \text{ para } \frac{T}{T_S} > 1,0 \quad S = 1,2 + 0,6 \frac{T}{T_S} - 0,5 \left(\frac{T}{T_S} \right)^2 \quad (4)$$

En el siguiente paso, se toma en consideración el factor K que depende del tipo de sistema estructural, para cuantificar su valor el CEC, 1976 indica que se debería considerar 1,33 para un sistema estructural sin pórticos espaciales completos, es decir, mamposterías portantes, 0,80 en edificaciones con un doble sistema que conste de un pórtico resistente, 0,67 en edificios con un pórtico espacial resistente a flexión, 2,00 en estructuras como: puentes, viaductos, postes, etc, y 1,00 para cualquier caso que no haya sido mencionado antes.

En la evaluación también se considera la importancia de la edificación mediante el factor I, que es 1,5 en caso de servicios esenciales como hospitales, centros de comunicación, estaciones contra incendios y policía, 1,25 para cualquier edificio en el cual puedan estar más de 300 personas en un solo local y 1,00 para las demás edificaciones no mencionadas anteriormente.

Por último, se tiene que tomar en consideración la carga muerta total de la edificación W, se recomienda que, en el caso de almacenes y depósitos, para W se tome la carga muerta total mas el 25% de la carga viva.

Una vez obtenidos todos los coeficientes, podemos proceder a calcular la fuerza lateral sísmica mínima total V en la dirección de cualquier eje de la estructura con la siguiente fórmula:

$$V = I \times K \times CS \times W \quad (5)$$

Este el método empleado por el CEC, 1976 para cuantificar la fuerza sísmica que se produce en una edificación a continuación, se describe el proceso que utiliza la NEC, 2014.

Para el caso de la NEC 14, que es la normativa actual del país, como primer paso se realiza la zonificación sísmica, que se caracteriza de acuerdo al lugar en donde se construya la estructura. La NEC, ha dividido en seis zonas sísmicas al Ecuador, representadas para cada una la fracción de aceleración de la gravedad. En la Figura 13 (mapa de calor), se encuentran representadas todas las zonas antes mencionadas, de las cuales, se indica de acuerdo a colores las de mayor vulnerabilidad sísmica. Para el caso del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño se tiene una aceleración sísmica de 0.25g.

La normativa plantea la siguiente tabla que indica el valor Z y la caracterización del peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años.

Tabla 2.6: Valores del factor Z en función de la zona sísmica.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

En la tabla 2.6, se considera que la entidad hospitalaria se encuentra en la zona sísmica II, que representa un peligro sísmico alto. Luego, se selecciona el tipo de perfil del

suelo, que depende directamente de las propiedades geotécnicas de la zona en donde esta cimentada la entidad hospitalaria, para se utilizará la Tabla 2.7.

Tabla 2.7: Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_S \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_S \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_S \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ kPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_S \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1 —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2 —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	

F3 —Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5$ m con índice de Plasticidad $IP > 75$)
F4 —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 30$ m)
F5 —Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.
F6 —Rellenos colocados sin control ingenieril.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

La edificación de salud tiene un tipo de suelo C, es decir, tiene perfiles de suelos muy densos roca blanda.

Además, se debe considerar el perfil del suelo, para lo que, se tiene que obtener el coeficiente de amplificación de suelo en la zona del periodo corto F_a , el factor debido a la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca F_d y por último el comportamiento no lineal de los suelos F_s , para esto se utiliza la Tabla 2.8, la Tabla 2.9 y la Tabla 2.10 respectivamente.

Tabla 2.8: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto Fa.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥ 0.5
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,4	1,3	1,25	1,23	1,2	1,18
D	1,6	1,4	1,3	1,25	1,2	1,12
E	1,8	1,4	1,25	1,1	1,0	0,85
F	Véase: Clasificación de los perfiles de suelo.					

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

Tabla 2.9: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca Fd.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥ 0.5
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,36	1,28	1,19	1,15	1,11	1,06
D	1,62	1,45	1,36	1,28	1,19	1,11
E	2,1	1,75	1,7	1,65	1,6	1,5
F						

Fuete: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

Tabla 2.10: Comportamiento no lineal de los suelos Fs.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	$\geq 0,5$
A	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
B	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
C	0,85	0,94	1,02	1,06	1,11	1,23
D	1,02	1,06	1,11	1,19	1,28	1,40
E	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
F	Véase: Clasificación de los perfiles de suelo.					

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

Se obtiene el espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones para lo que se utilizó todos los factores antes obtenidos y los siguientes factores:

- **η** : Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado. Para las provincias de la sierra el valor asignado es de 2.48, también para Esmeraldas y Galápagos.
- **Fa**: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro de respuesta, considerando los efectos de sitio.
- **Fd**: Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- **Fs**: Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
- **Sa**: Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.

- **T**: Período fundamental de vibración de la estructura.
- **T₀**: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- **T_C**: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- **Z**: Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g.

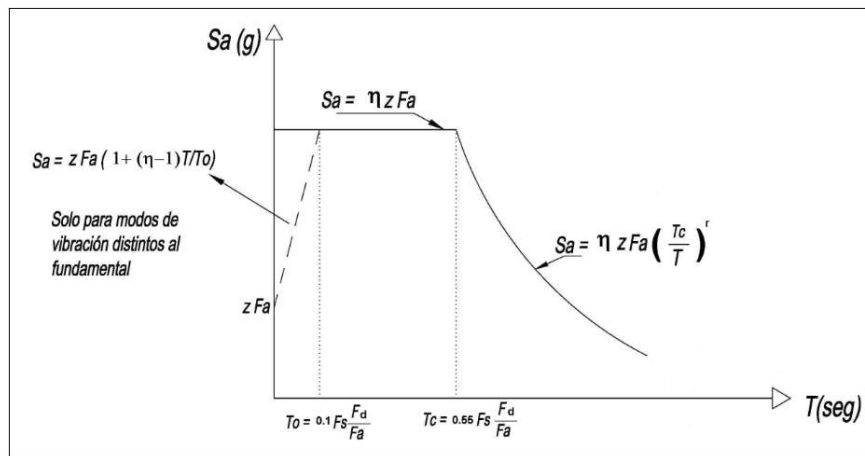


Figura 2.1: Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

También es importante mencionar que el factor de importancia no tuvo variación con respecto al CEC, 1976 como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabl 2.11: Factor de importancia según NEC, 2014.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores.	1,0

Fuente: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014).

CAPÍTULO 3

MODELO MATEMÁTICO IDEALIZADO DE LA ESTRUCTURA

3.1. Idealización del modelo de estructura hospitalaria

Para la idealización de los modelos estructurales del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño, se solicitó a la entidad municipal de la ciudad de Cuenca los planos de la casa de salud que brinden los estudios de arquitectura e ingeniería requeridos para realizar el análisis estructural de la edificación. Luego de la entrega de los planos, se verificó que tenían ciertas deficiencias y sobre todo no contaban con la información necesaria como para idealizar el modelo estructural. Por esta razón, se tuvo que levantar información de dimensiones y armaduras de columnas y vigas, pues en este aspecto la información entregada carecía de especificaciones que permitan la modelación. Es importante mencionar que el Hospital fue construido en varias etapas y por bloques además fue concebido como un centro comercial, esto generó en varias ocasiones incertidumbre y duda con respecto a los materiales y las normas utilizadas. Luego de obtener resultados del levantamiento y dimensionamiento de la edificación, se realizó una maqueta virtual con la ayuda del programa Archicad en un entorno BIM, y posteriormente se exportó a un archivo IFC para importarlo a CYPECAD.

3.2. Generación y modelación dinámica estructural del hospital en software especializado

Para la generación y modelación estructural se utilizó el programa CYPECAD. Este es un software especializado en el cálculo de cualquier tipo de estructuras mediante el uso de métodos iterativos y elementos finitos. En la modelación, se consideró los valores de cargas: gravitacionales, permanentes, muertas y vivas, indicados para estructuras esenciales en el Capítulo II de este trabajo de investigación. Se calculó las fuerzas sísmicas de acuerdo al sector del país en el cual se encuentra ubicado el Hospital y el comportamiento de la edificación ante varias sollicitaciones internas o

externas que pueden generar una vulnerabilidad alta de la respuesta de la estructura ante estas amenazas.

3.3. Esfuerzos últimos

Los esfuerzos últimos dependen directamente de las combinaciones utilizadas en los procesos de cálculo, las cuales toman en consideración las cargas aplicadas a la estructura con sus correspondientes coeficientes parciales de seguridad. Se definen para la comprobación y dimensionamiento de secciones. Se utilizarán varios grupos de combinaciones, para hormigón, aceros laminados, armados, conformados, madera y aluminio, es importante mencionar que este concepto no es aplicable en el caso de que se utilicen tensiones admisibles (CYPE Ingenieros, S.A., 2016).

3.4. Comprobación del diseño de los diferentes miembros estructurales

En el Anexo 4 se encuentran las comprobaciones que se realizaron en la modelación del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño.

3.5. Depuración e interpretación de los resultados obtenidos de la modelación

Posterior al cálculo de la edificación, se revisaron las deficiencias del sistema estructural, tomando en consideración las principales comprobaciones realizadas; en el caso de las columnas se clasificó por: disposiciones relativas a las armaduras, armadura mínima y máxima, estado límite de agotamiento frente a cortante, estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales, criterios de diseño por sismo, criterios de diseño por sismo, diseño por capacidad. Por otro lado, las vigas se clasificaron por: disposiciones relativas a las armaduras, armadura mínima y máxima, estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas), estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas), estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas), estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas), estado límite de agotamiento por torsión compresión oblicua, estado límite de

agotamiento por torsión tracción en el alma, estado límite de agotamiento por torsión tracción en las armaduras longitudinales, estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales flexión alrededor del eje X, estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X compresión oblicua, estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y compresión oblicua, estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X tracción en el alma, estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y tracción en el alma, estado límite de agotamiento por torsión separación entre las barras de la armadura longitudinal, estado límite de agotamiento por torsión separación entre las barras de la armadura transversal, estado límite de agotamiento por torsión diámetro mínimo de la armadura longitudinal, estado límite de agotamiento por torsión, cuantía mínima de estribos cerrados, criterios de diseño por sismo, cortante de diseño para vigas, resistencia a cortante de elementos en flexión. En el caso de las estructuras metálicas, se verificó cuantas barras cumplen del total y finalmente en las losas se verificó que las flechas producidas estén dentro del rango permisible según la normativa vigente.

3.6. Generación de gráficos explicativos

Gráficos explicativos de columnas



Figura 3.1: Disposiciones relativas a las armaduras.

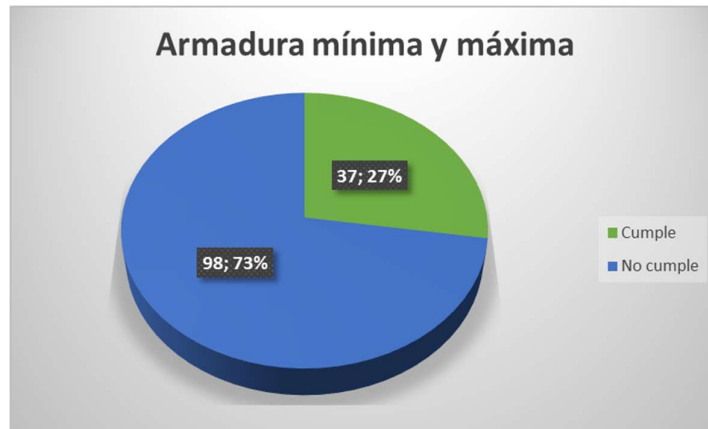


Figura 3.2: Armadura mínima y máxima.

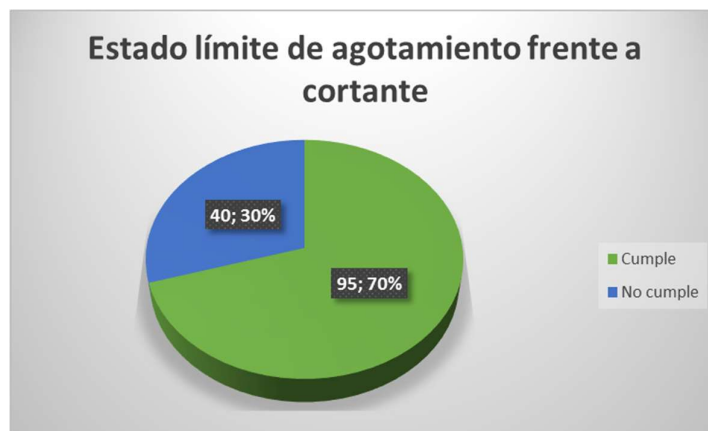


Figura 3.3: Estado límite de agotamiento frente a cortante.

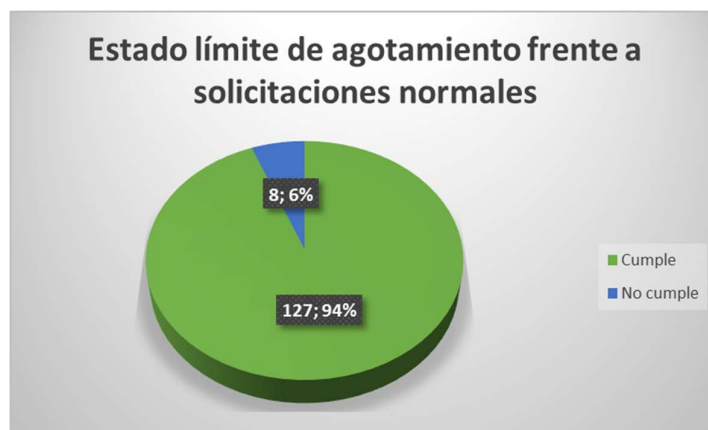


Figura 3.4: Estado límite de agotamiento frente a solicitudes normales.

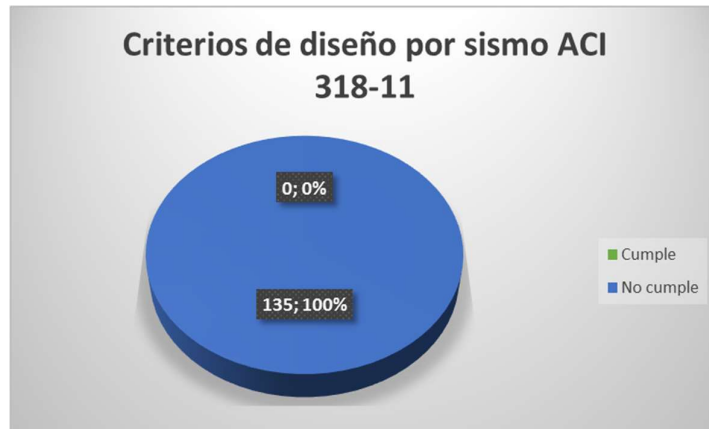


Figura 3.5: Criterios de diseño por sismo ACI 318-11.



Figura 3.6: Criterios de diseño por sismo NEC-14.



Figura 3.7: Diseño por capacidad.

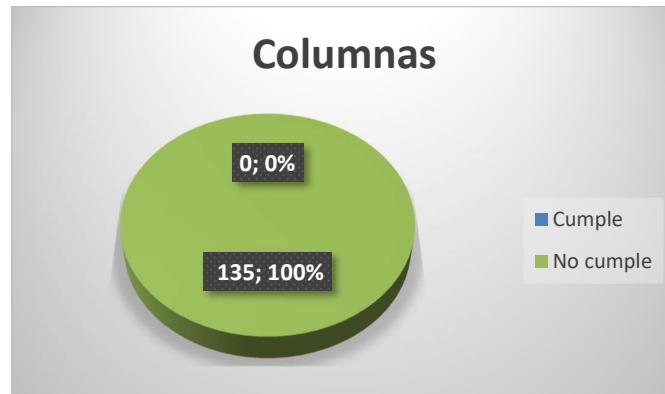


Figura 3.8: Columnas.

Gráficos explicativos de vigas



Figura 3.9: Disposiciones relativas a las armaduras.

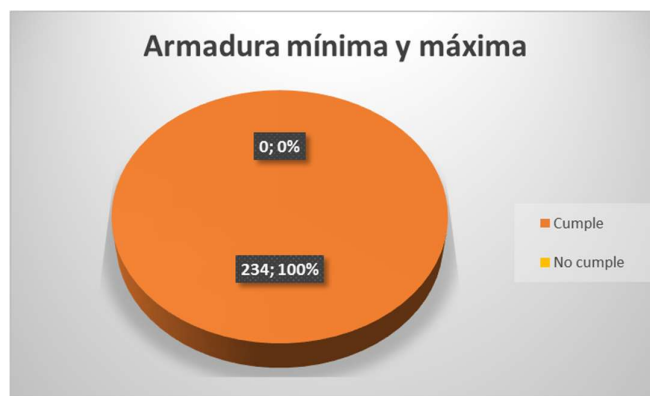


Figura 3.10: Armadura mínima y máxima.



Figura 3.11: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas).

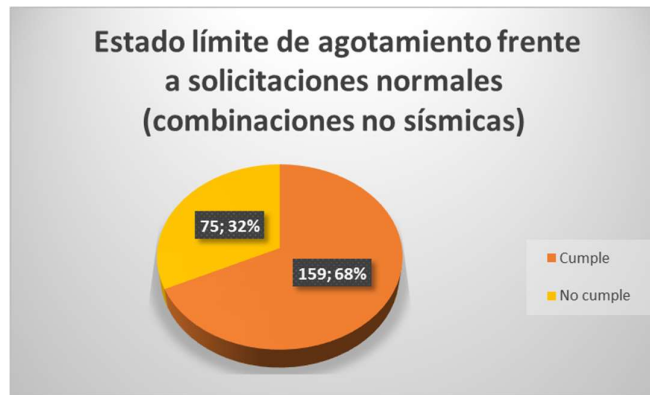


Figura 3.12: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas).

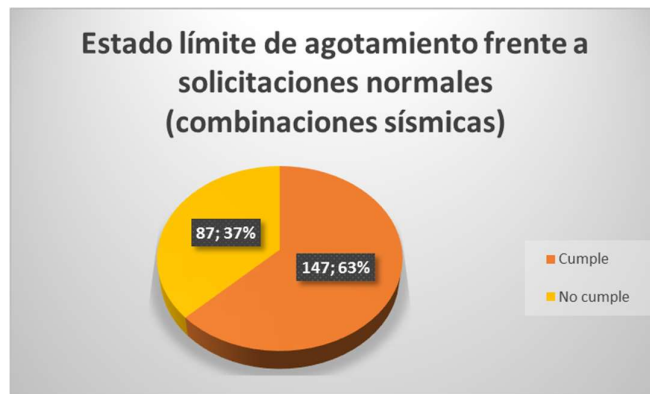


Figura 3.13: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas).

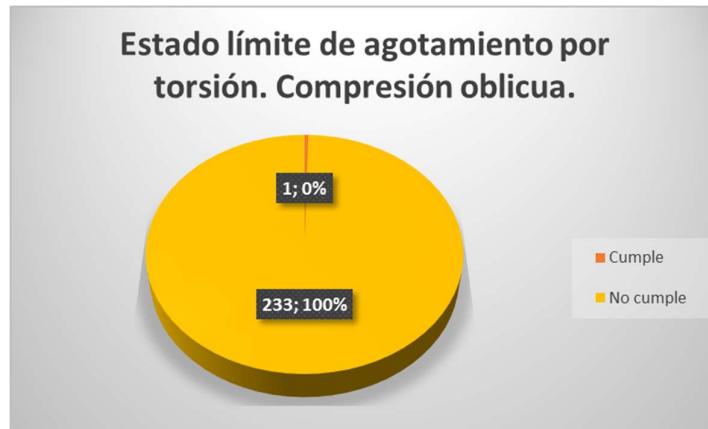


Figura 3.14: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.

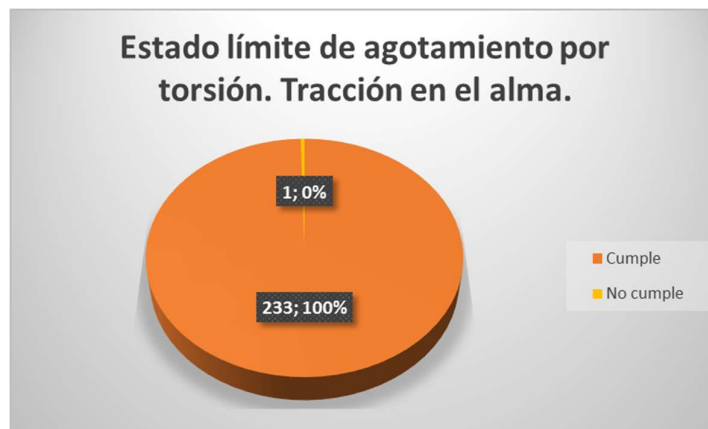


Figura 3.15: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.

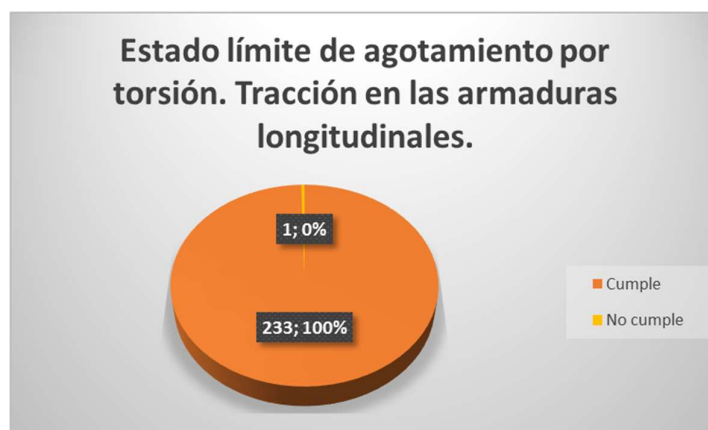


Figura 3.16: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.

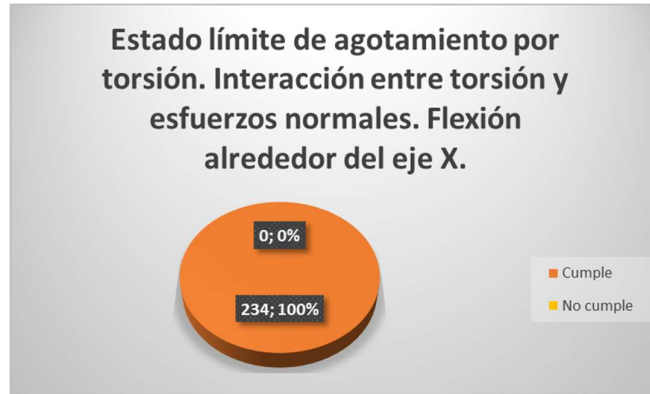


Figura 3.17: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.

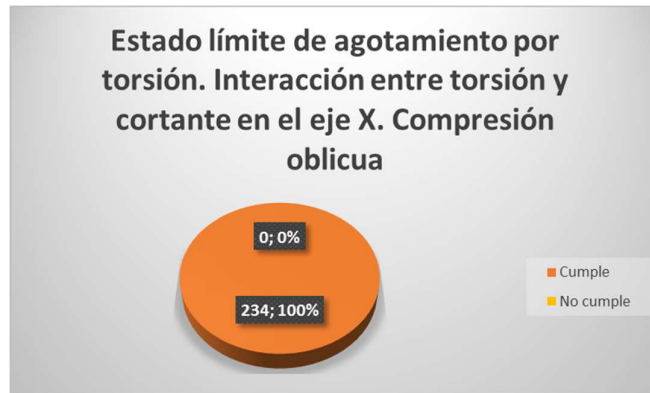


Figura 3.18: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua.

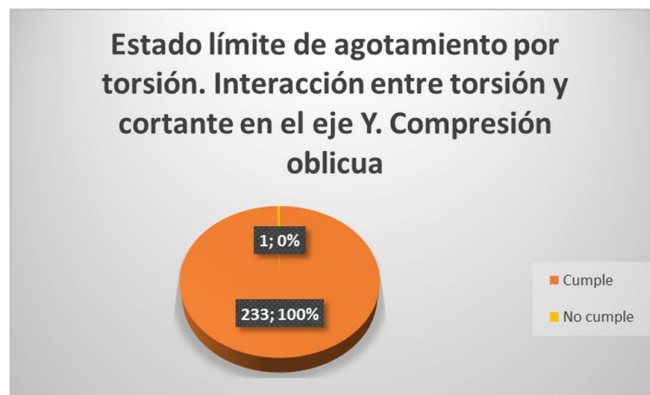


Figura 3.19: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua.

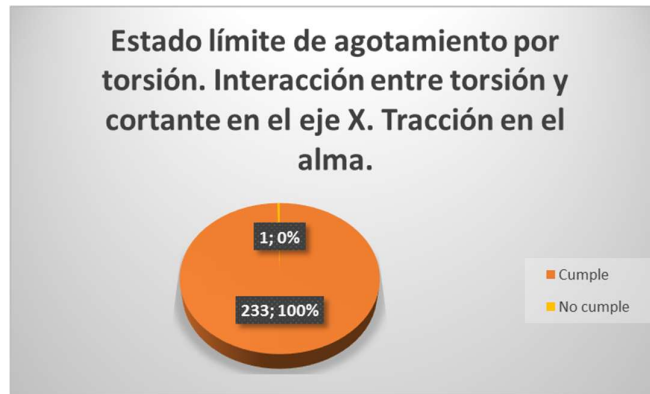


Figura 3.20: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.

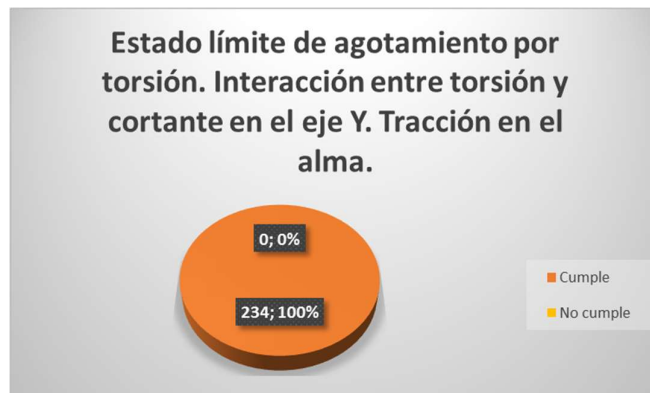


Figura 3.21: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.

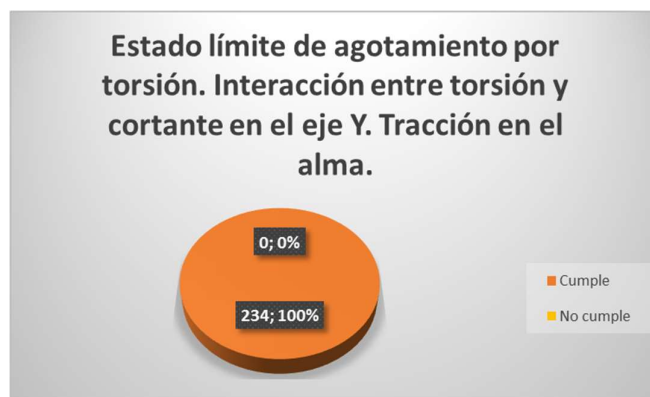


Figura 3.22: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.

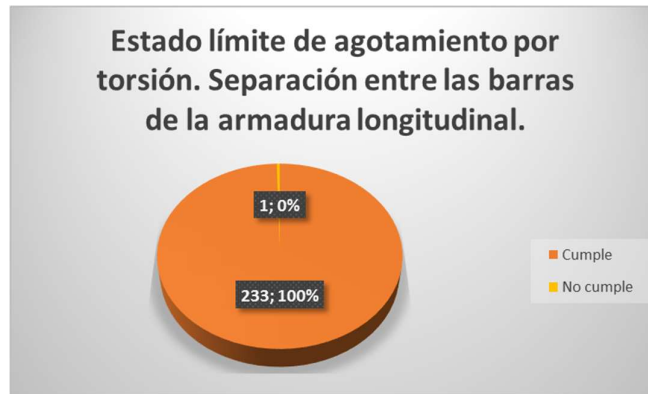


Figura 3.23: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.

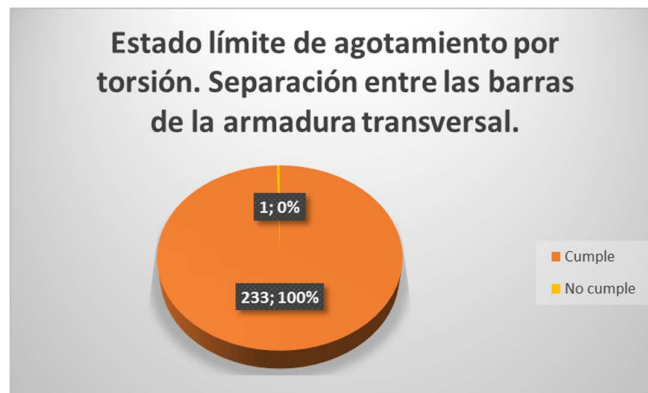


Figura 3.24: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.

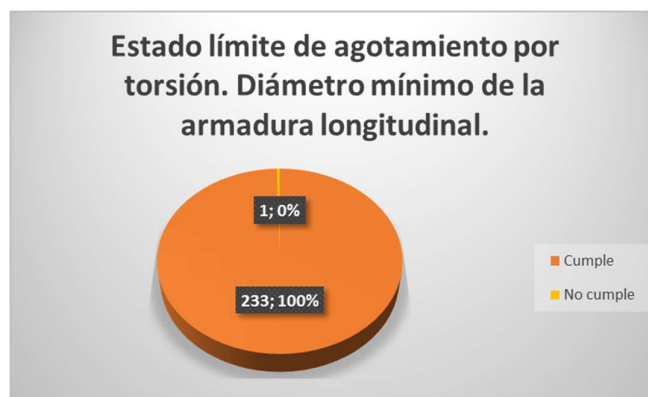


Figura 3.25: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.

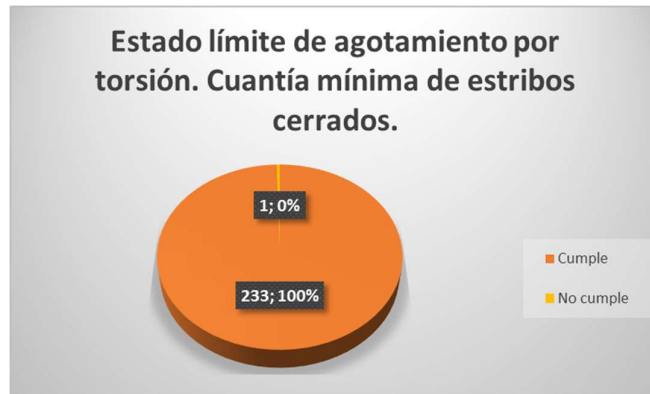
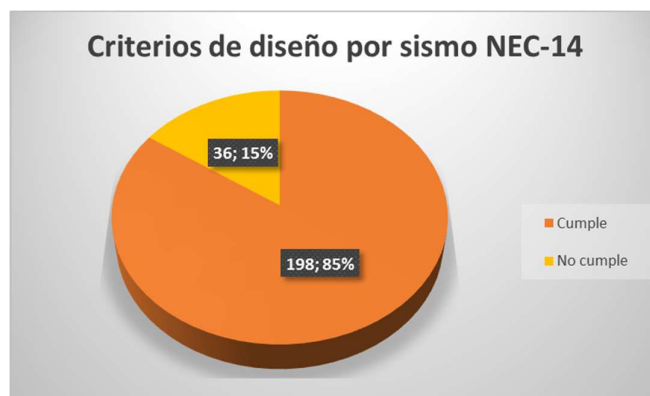


Figura 3.26: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.



Figura 3.27: Criterios de diseño por sismo ACI 318-11.



Figuro 3.28: Criterios de diseño por sismo NEC-14



Figura 3.29: Cortante de diseño para vigas.



Figura 3.30: Resistencia a cortante de elementos en flexión.



Figura 3.31: Fisuración.



Figura 3.32: Comprobaciones de flecha.

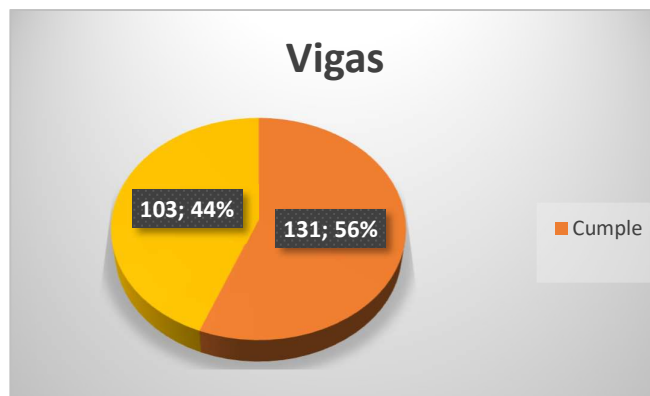


Figura 3.33: Vigas

Gráficos explicativos de Planta de Cubiertas

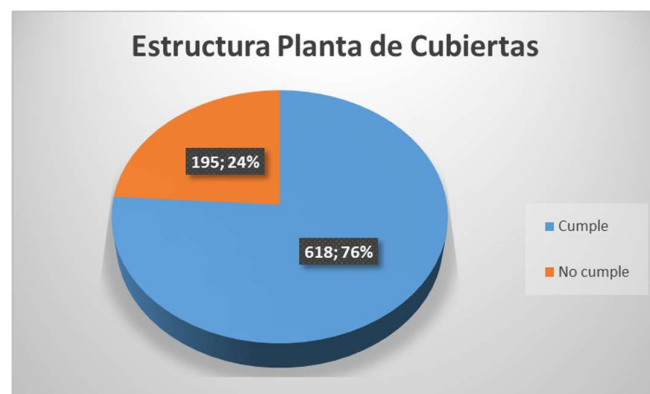


Figura 3.34: Estructura Planta de Cubiertas.

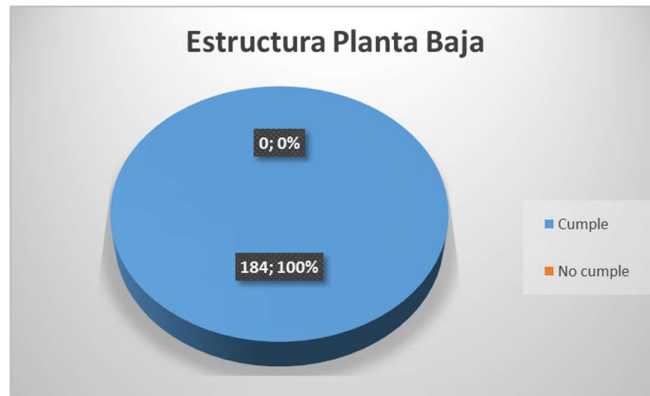


Figura 3.35: Estructura Planta Baja.

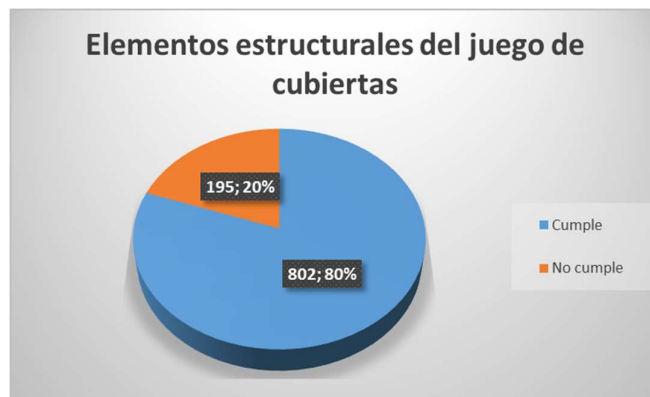


Figura 3.36: Elementos estructurales del juego de cubiertas.

Gráficos explicativos de losas
Peso propio más carga muerta
Dirección X

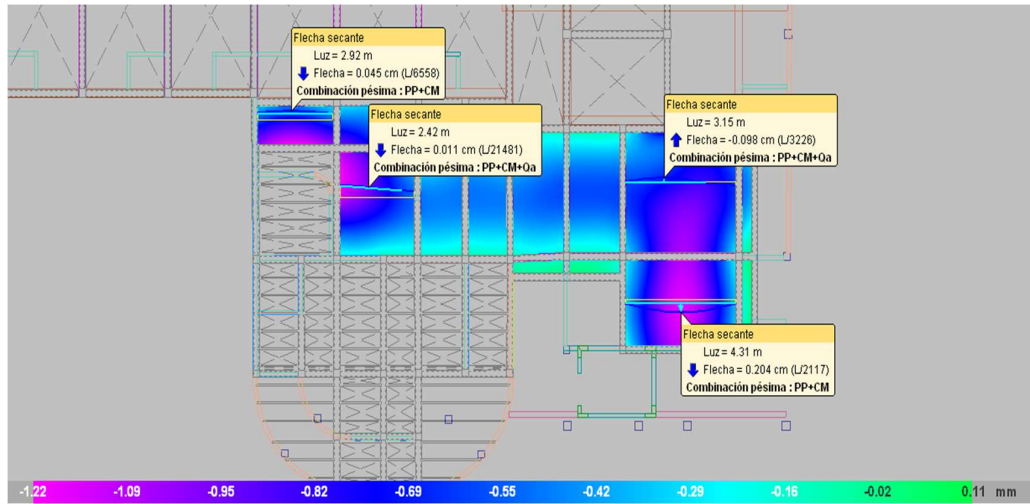


Figura 3.37: Flechas máximas de las losas en la dirección X.

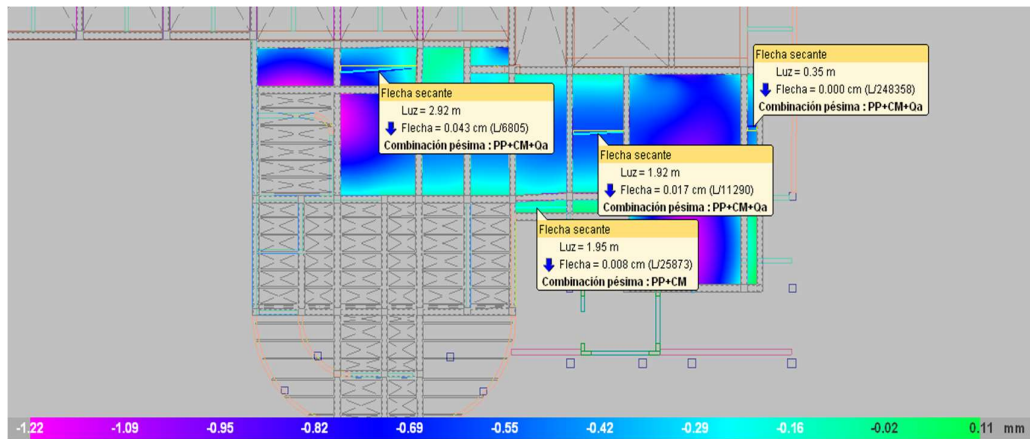


Figura 3.38: Flechas máximas de las losas en la dirección X.

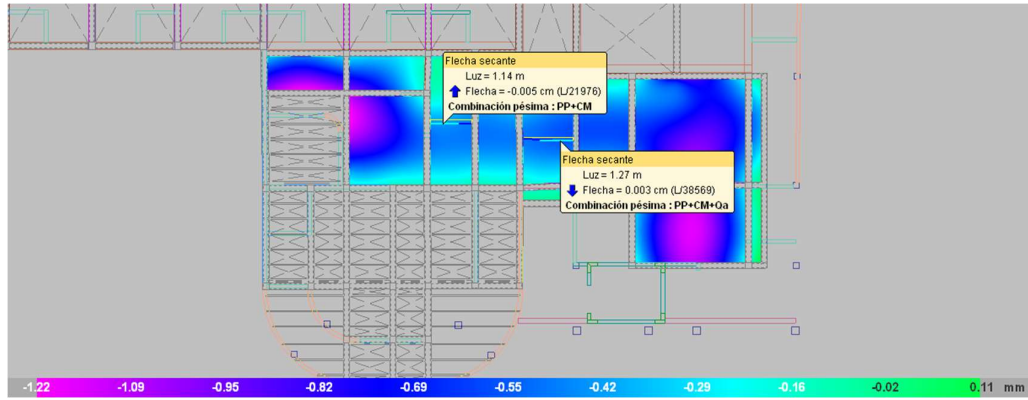


Figura 3.39: Flechas máximas de las losas en la dirección X.

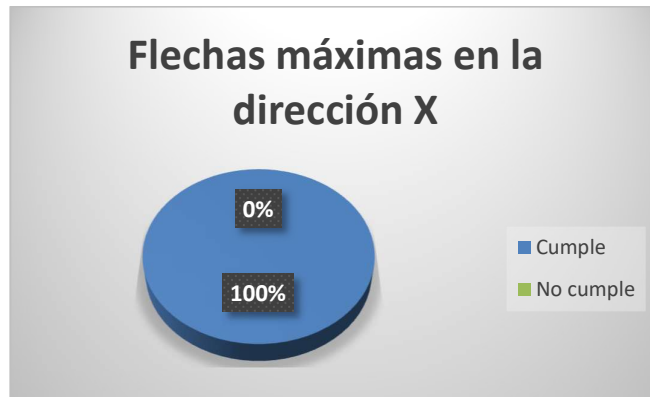


Figura 3.40: Flechas máximas en la dirección X.

Dirección Y

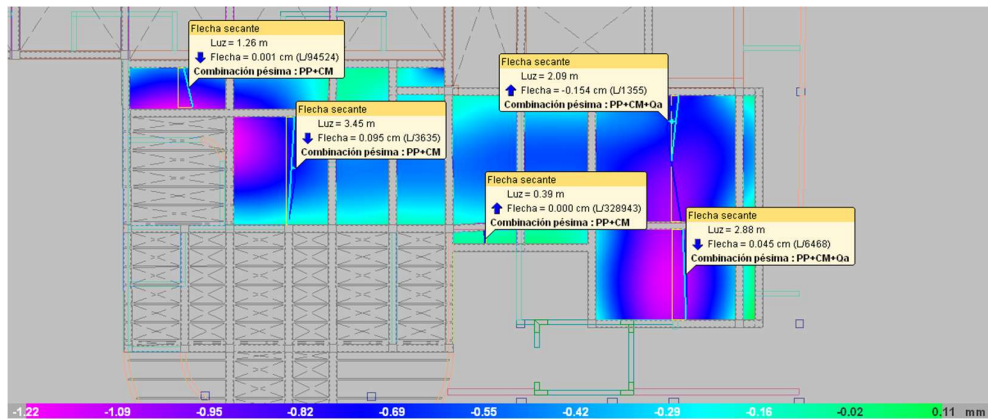


Figura 3.41: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.

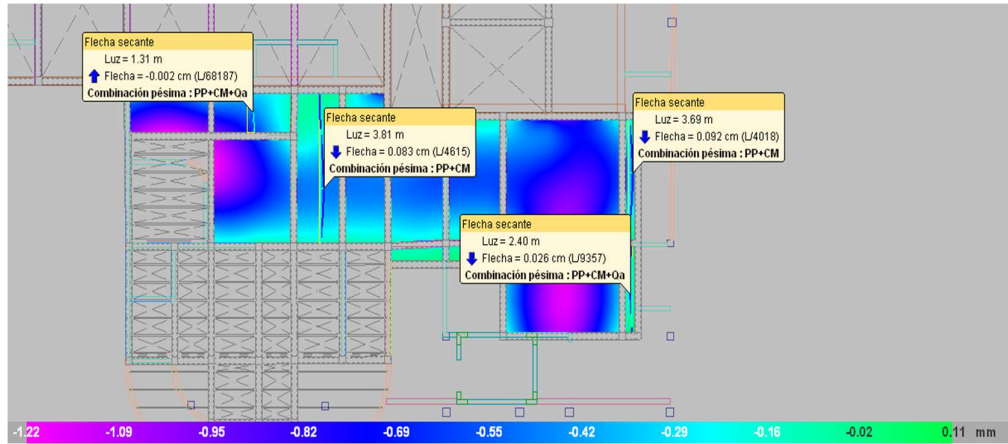


Figura 3.42: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.

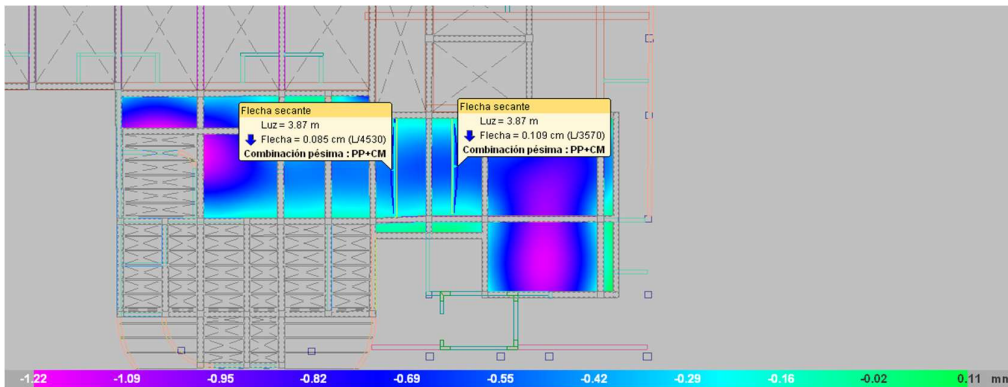


Figura 3.43: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.

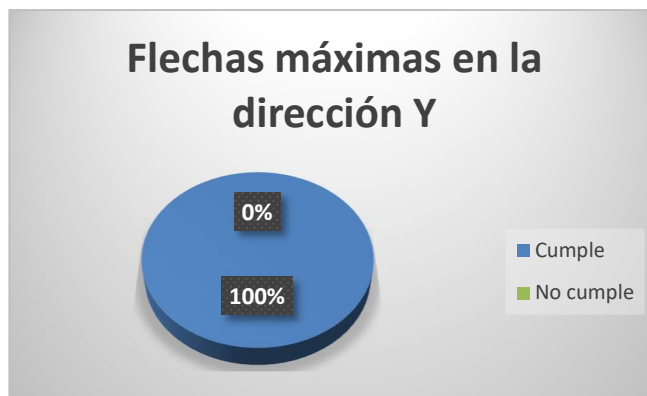


Figura 3.44: Flechas máximas en la dirección Y.

Peso propio, carga muerta más acción sísmica

Dirección X

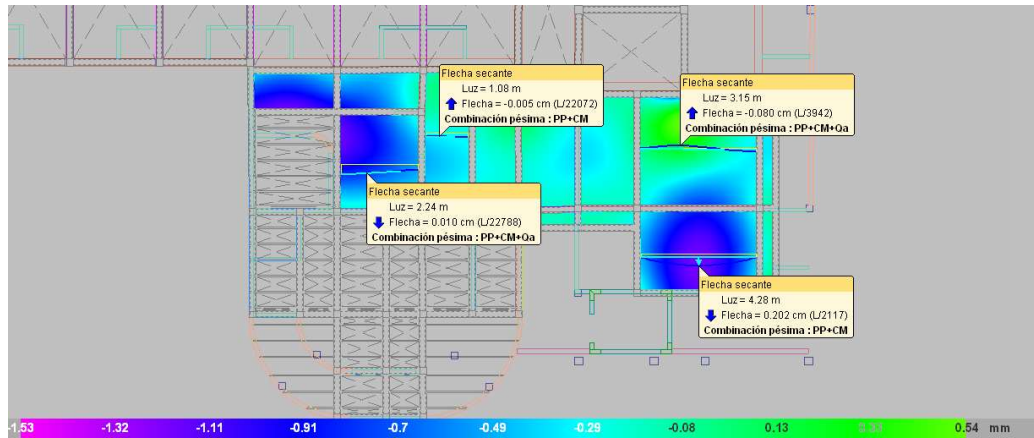


Figura 3.45: Flechas máximas de las losas en la dirección X.

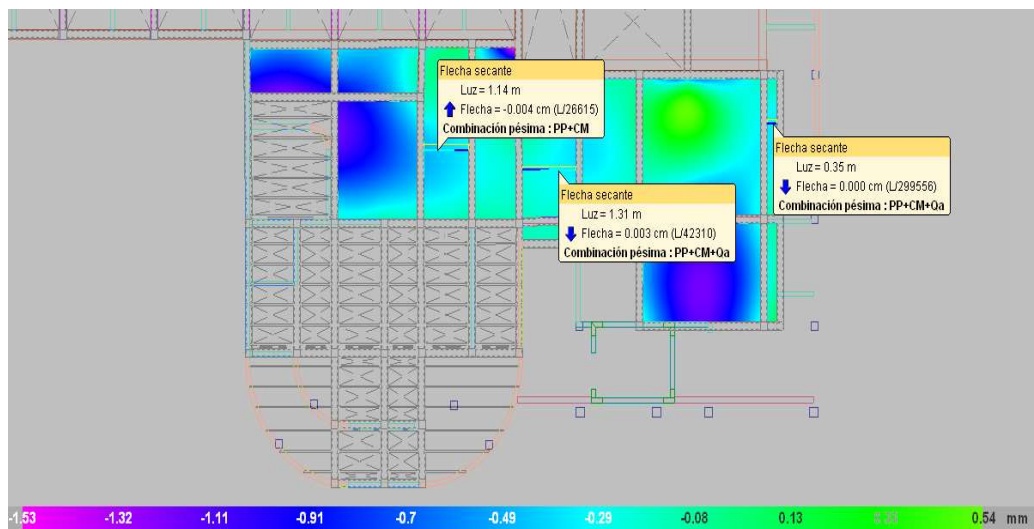


Figura 3.46: Flechas máximas de las losas en la dirección X.

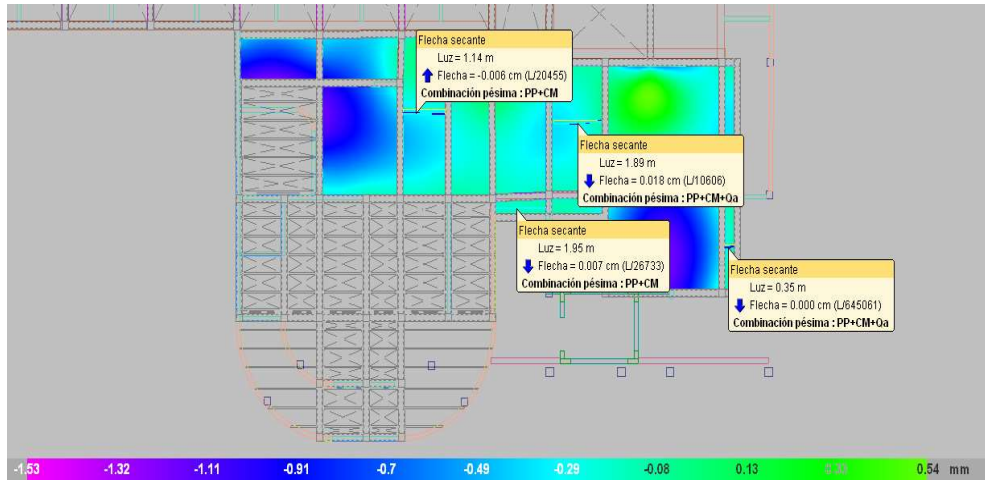


Figura 3.47: Flechas máximas de las losas en la dirección X.

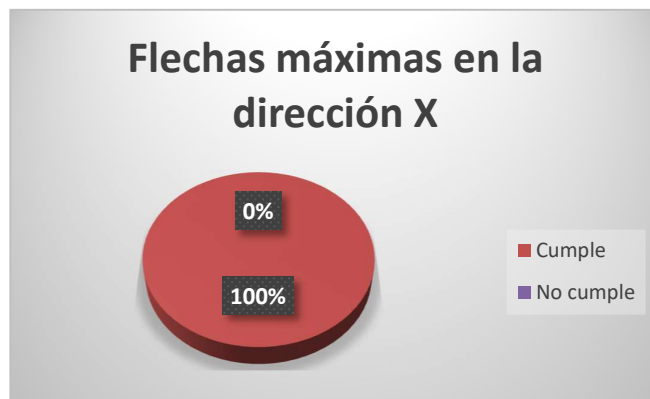


Figura 3.48: Flechas máximas en la dirección X.

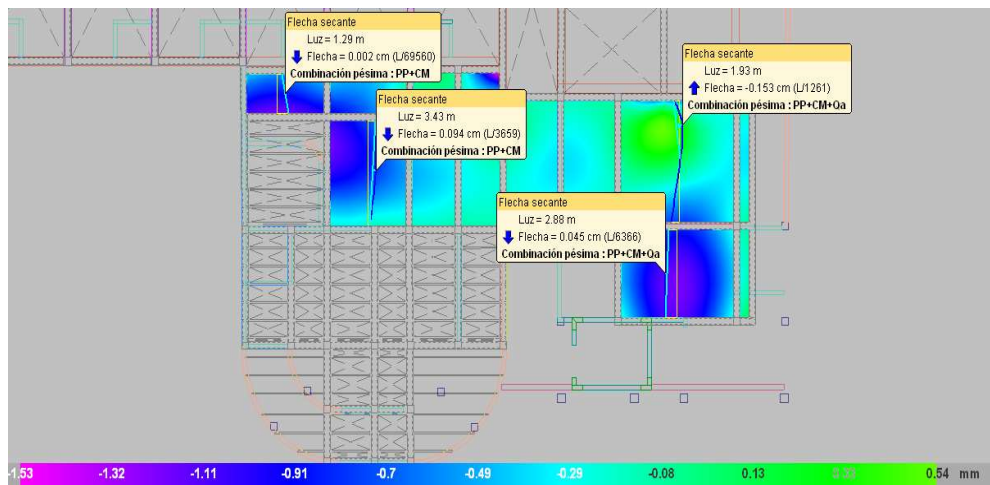


Figura 3.49: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.

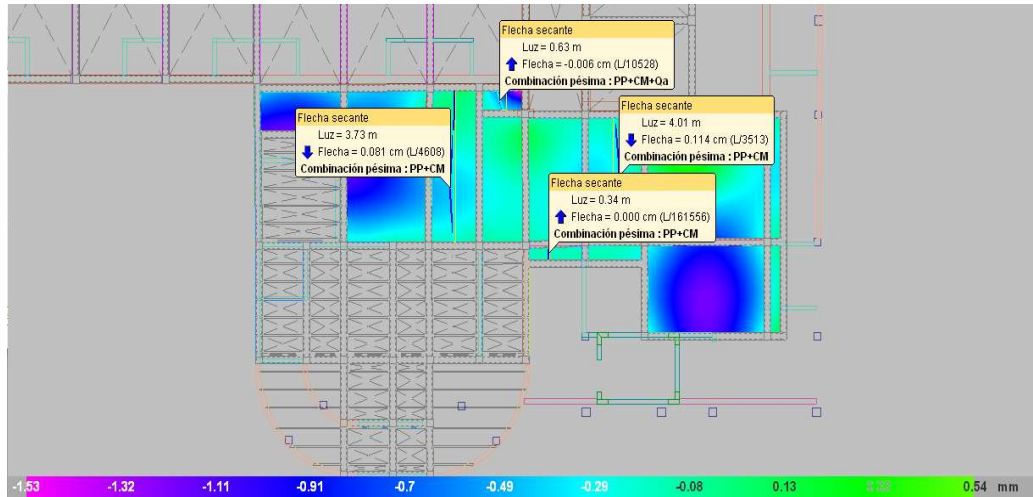


Figura 3.50: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.

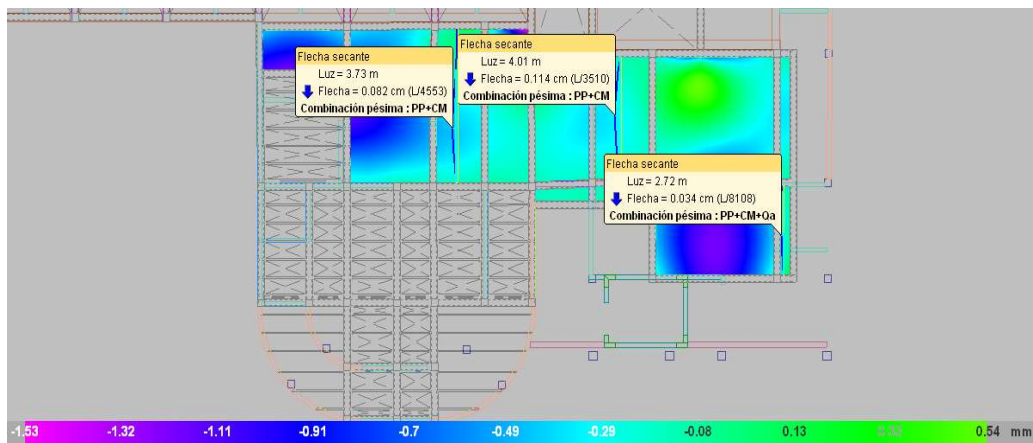


Figura 3.51: Flechas máximas de las losas en la dirección Y.

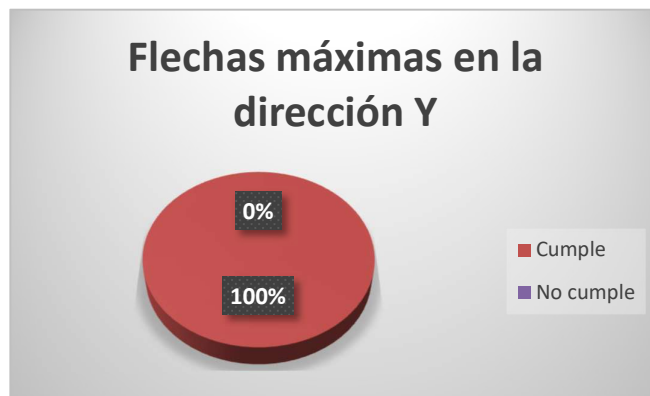


Figura 3.52: Flechas máximas en la dirección Y.

Gráficos explicativos de distorsiones de columnas.

Figura 3.53: Distorsiones de columnas en situaciones sísmicas.

3.7. Análisis de resultados y elaboración de propuestas de mitigación

Como se muestra en las gráficas explicativas, no cumple ninguna columna de toda la estructura y el 56% de las vigas; en cuanto a losas, es importante mencionar que son losas unidireccionales que no se recomienda utilizar en zonas con peligro sísmico. Por otro lado, las losas de la planta de cubierta cumplen con las flechas máximas permitidas y las derivas de columnas están dentro del rango permitido.

Como medidas de mitigación se recomienda un encamizado de las columnas ya sea con acero o fibras de carbono, o en su defecto colocar diagonales rigidizadoras perimetrales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- De acuerdo a las encuestas, mapas de riesgos y ortofotos obtenidas del hospital se logró identificar que la principal amenaza a la cual se encuentra expuesta la entidad de salud, son los vectores y factores de tipo social generados por el camal municipal de la ciudad de Cuenca. Esto genera dos problemas constantes en la casa de salud: el primero es el tráfico generado el día de feria, que inhabilita parcialmente la vía alterna de acceso y causa un embotellamiento intenso en la vía principal que impide el transporte de personas en situaciones de emergencia, el segundo problema de importancia, son los vectores generados, aunque no llegan a afectar los vectores sanitarios, el mal olor genera desconfianza por parte de los usuarios.
- El análisis de suelos realizado por la Ing. Cristina Vintimilla dió como resultado que el suelo en el cual se encuentra emplazada la casa de salud es catalogado por la SUCS como una grava pobremente graduada GP a partir de los 2.5 m, así como también no existe nivel freático, por lo tanto, no hay licuefacción en la zona.
- Se diseñó una maqueta virtual utilizando el programa Archicad que trabaja en un entorno BIM, para lo que se contó con los planos arquitectónicos de la entidad hospitalaria y se obtuvo la información estructural, con la ayuda de los ensayos no destructivos. Es importante mencionar que se verificó la información provista y se encontraron diferencias.
- Se evaluó la entidad hospitalaria mediante el formulario del índice de seguridad hospitalaria propuesto por la Organización Panamericana de la Salud, y se obtuvo como resultado que existe un comportamiento bueno de los miembros estructurales, un 50% de la estructura soportante tiene alta probabilidad de funcionar adecuadamente, un caso muy similar al de los elementos no estructurales que tienen un 80% de probabilidad de funcionar correctamente. Al revisar la seguridad no funcional, se encontró que tan sólo tiene un 23% de

probabilidad de que responda correctamente, esto se debe a que el plan operativo de la entidad de salud se está elaborando.

- El hospital obtuvo una categoría B, por lo cual se recomienda tomar medidas necesarias a corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre.
- Posteriormente, se evaluó la parte estructural de la casa de salud en el software especializado CYPE, en donde, se tomó en consideración las cargas provistas por la NEC-SE-2014, teniendo en cuenta que, las cargas vivas varían según el uso; para los pasillos se consideró 400 kg/m², para quirófanos 290 kg/m², para hospitalización 200 kg/m² y para la cubierta 70 kg/m². El peso propio es considerado por parte del software a excepción del techo, que se estimó 70 kg/m² en lo cual se tomó en cuenta el peso de la plancha de fibrocemento más teja. El programa generó los siguientes resultados: el hospital resultó deficiente en el 100% de las columnas, en el 44% de las vigas, es decir, que en este caso no se cumple el criterio de columna fuerte viga débil. Por otro lado, las derivas de las columnas, están dentro del rango permitido y las losas existentes son unidireccionales, lo cual no se recomienda en zonas de peligro sísmico.
- Al realizar la inspección visual se obtuvo una categoría B, además, los resultados tanto de la parte estructural como no estructural fueron buenos, pero al compararlos con la modelación existe una clara contradicción, puesto que el 100% de las columnas no cumplen con los requerimientos de diseño, es decir se confirma que la guía del evaluador nos sirve para obtener un vistazo rápido de la edificación, pero de ninguna manera reemplaza una evaluación profunda con ensayos no destructivos y una modelación y evaluación estructural. Se ratifica la necesidad de que a más de realizar el ISH se debe hacer una evaluación a profundidad especializada, puesto que el 80% del valor total de la estimación corresponde a la parte estructural.
- Como se mencionó anteriormente, ninguna de las columnas están adecuadamente construidas y diseñadas para soportar todas las cargas a las que se encuentran expuestas, ya que en el caso del riesgo sísmico ninguna de las columnas soporta las fuerzas horizontales producidas por un sismo, y debemos tener en consideración que las estructuras trabajan únicamente el 1% de su vida

útil ante fuerzas horizontales pero es ese momento en el cual tienen más probabilidad de fracasar, además, el 99% del tiempo soportan únicamente cargas gravitacionales pero en el caso del Hospital del Niño y la Mujer el 27% cumple este criterio, por lo que amerita un reforzamiento urgente.

- El Índice de Seguridad Hospitalaria es una herramienta sumamente útil y realizado conjuntamente con una evaluación estructural es aún mejor, es un instrumento muy diverso, pues también nos sirve para tener una correcta gestión y planificación, ya que se puede optimizar los recursos de la entidad hospitalaria en los sitios más urgentes.

Recomendaciones:

- Se recomienda realizar un análisis integral de la estructura considerándola en el rango inelástico, reemplazar el criterio de viga débil-columna fuerte por unión fuerte y viga débil. Realizar un análisis no lineal y revisar la posibilidad de colapso, umbral del colapso, colapso parcial, colapso progresivo y colapso total.
- Como medidas de mitigación, se propone realizar un encamisado de las columnas existentes con acero o fibras de carbono, o en su defecto implementar diagonales rigidizadoras perimetrales.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Dominicana De Mitigación de Desastres. (2010). *Asociación Dominicana De Mitigación de Desastres AMDM*. Recuperado el 16 de Marzo de 2016, de http://www.desastre.org/index.php?option=com_content&view=article&id=129:los-incendios&catid=39:gestion-de-riesgo
- Association, N. S. (2011). *American Concrete Institute*. Michigan, Estados Unidos.
- Association, N. S. (s.f.). *American Institute of Steel Construcción*. New York, Estados Unidos.
- Carrasco, M. F. (2006). *Tecnología del hormigón*. Santa Fe: Universidad Tecnológica Nacional.
- Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe. (2009). *Hospitales seguros frente a los desastres*. Costa Rica: CRID.
- CIIFEN. (Febrero de 2016). *Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño*. Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&id=84&layout=blog&Itemid=111&lang=es
- CYPE Ingenieros, S.A. (2016). *CYPECAD Memoria de cálculo*. Alicante: CYPE.
- Drust Nacarino, A. S. (2013). *Revisión de eventos hidrometeorológicos extremos en zona continental mexicana durante el siglo XXI*. Ciudad Universitaria: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Estrucplan Consultora S.A. (03 de Marzo de 2002). *Estrucplan online*. Obtenido de <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=102>
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (s.f.). *Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja*. Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/definicion--de-peligro/tipologia-del-peligro/>

- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (s.f.). *Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja*. Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de <http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/que-es-un-desastre/>
- Fernández, C. S. (1 de Noviembre de 2013). *Patología+Rehabilitación+Construcción*. Obtenido de <http://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-o-indice-de-rebote-1/>
- García Andreu, C., Saval Pérez, J. M., Baeza Brotons, F., & Tenza Abril, A. J. (2008). *Universidad de Alicante*. Obtenido de http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/34/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%2015%20_Ensayos%20de%20informaci%C3%B3n%20complementaria.pdf
- García López, J. L. (1999). Plan de emergencia contra derrames y fugas de productos químicos peligrosos. *MAPFRE SEGURIDAD*, 1-13.
- Hayasaka Reyes, J., & Peñafiel Soto, F. (1996). *Pavimento de concreto hidráulico en carreteras*. MEXICO DF.
- INBEVOX. (2015). *INGEVOX Consultoría & Construcción*. Recuperado el 16 de Marzo de 2016, de <http://www.ingevox.com.ec/ingvx0024/>
- LLanes Buron, C. (2015). *Hospitales seguros frente a desastres: Evaluación de las amenazas*.
- Martínez Guaiquire, G. E., & Pereira Guevara, Y. J. (2010). *Importancia del estudio del suelo para la determinación de fundaciones en obras civiles*. Barcelona: Universidad de oriente.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2014). *NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN*. QUITO: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

- Montero López , V. (2004). *Diseño de un edificio con muros de carga y cortante*. Cholula, Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda. (19 de Abril de 2015). *NCREP – Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património*. Obtenido de <http://www.ncrep.pt/view.php?id=14512>
- Nienhuys, S., & Naranjo C., C. (1976). *Guía popular de construcciones sismo-resistentes*. Quito : INEN.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Recuperado el 31 de Agosto de 2015, de <http://www.normaconstruccion.ec/>
- Núñez, R. (2010). *Informe de misión a Colombia*. Paris: IOC/UNESCO.
- OPS. (2009). *Hospitales seguros frente a desastres*. Oficina Funcional de la Organización Mundial de la Salud.
- OPS, O. P. (2010). *Guía para la evaluación de establecimientos de salud de mediana y baja complejidad*. Washington.
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Washington: OPS/OMS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). *Guía del evaluador de hospitales seguros* . Washington D.C.: OPS.
- Padilla Contreras, S. C. (2014). *Identificación de riesgos y prevención de accidentes en la empresa de muebles para el hogar Practika Muebles*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Ponce Adams, M. G. (2011). *Impacto de tsunami en la costa del Golfo de Guayaquil a partir del análisis de la sismicidad local aplicando simulación numérica*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- R.C.Hibbeler. (2012). *Analisis Estructural*. Naucalpán de Juárez, Estado de México: Pearson Educación.

- Real Academia Española. (2016). *Real Academia Española*. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=AU1m1dd>
- Rosales Ardon, V. (1993). *Vulnerabilidad estructural y no estructural de hospitales y programas de mitigación*. Mexico, D.F.: OPS.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (s.f.). *Secretaría de Gestión de Riesgos*. Recuperado el 3 de Marzo de 2016, de <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/erupciones-volcanicas/>
- Sistema Nacional de Protección Civil México. (3 de Octubre de 2012). *Secretaría de gobernación*. Recuperado el 1 de Febrero de 2016, de http://sismos.gob.mx/en/sismos/Que_es_un_sismo
- Soria Lemus, E. H. (2004). *Laboratorio de ensayos no destructivos de la carrera de ingeniería mecánica de la facultad de ingeniería USAC*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Suarez, J. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*. Bucaramanga: U. Industrial de Santander.
- United Nations Department of Humanitarian Affairs. (1993). *Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management*. Ginebra.
- Universidad Estatal de Oregon ; Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.,. (27 de Abril de 2011). *NPIC*. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://npic.orst.edu/pest/index.es.html>
- Vintimilla, C. (2015). *Estudio de suelos para el proyecto del hospital del Niño y la Mujer*. Cuenca.

ANEXOS

Anexo 1: Comprobaciones E.L.U. de columnas

Anexo 2: Comprobaciones E.L.U. de vigas

Anexo 3: Distorciones de columnas.

Anexo 4: Comprobación del diseño de los diferentes miembros estructurales

Anexo 5: Ortofoto del Hospital Municipal de la Mujer y el Niño