



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**Evaluación estructural de la Entidad Hospitalaria “Hospital
Darío Machuca Palacios” del Cantón La Troncal – Provincia
de Cañar, para cuantificar las amenazas y vulnerabilidad de
la edificación hospitalaria**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Autor

IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

DIRECTOR

VÁZQUEZ CALERO JOSÉ FERNANDO

CUENCA- ECUADOR

2016

DEDICATORIA

A mi madre Rocio

Por el apoyo, paciencia y consejos brindados en todo el tiempo, gracias por el esfuerzo y el cuidado que tiene en mi formación y ella sabe lo agradecido que estoy, estoy eternamente agradecido con su amor incondicional.

A mi Padre Ignacio

Por los consejos y ejemplos de perseverancia que han infundado en mi para hacer siempre lo correcto y salir a adelante gracias por eso y más para salir de los momentos difíciles.

A Carlos

Por el apoyo como un segundo padre en mi formación académica, personal y la ayuda brindada en estos años.

A Nadia, Leo, Tami, Ivan, Diana

Por ser la persona más especial en mi vida la que me ayuda sin esperar nada a cambio y ser el apoyo fundamental muchas veces poniéndose en el papel de madre y padre estaré siempre agradecido a mi hermana Nadia, gracias Leo, Tami, Ivan, Diana por ser como son y mostrar apoyo incondicional y compartir buenos y malos momentos.

A mis amigos

Finalmente por el apoyo y los conocimientos compartidos y gratos momentos por estar en las situaciones difíciles y fáciles, por el apoyo mutuamente brindado en la formación profesional a mis amigos Klever, Darwin, Andrés, Daniel.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia gracias por el apoyo y cariño brindado en todo momento.

A mi director de trabajo de titulación Ing. José Vázquez por el apoyo desinteresado para culminación, finalización de este trabajo y la ayuda prestada, gracias por ser un guía para el inicio de una nueva etapa profesional. Gracias por ser maestro y haber confiado en mi.

Al director del hospital de La Troncal el Dr. Gustavo López por el apoyo otorgado y la apertura para acceder a las instalaciones de la entidad hospitalaria.

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| INDICE DE CONTENIDOS | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE DE MAPAS Y LÁMINAS..... | xiv |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xvi |
| RESUMEN..... | xvii |
| ABSTRACT | xviii |
| | |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPITULO I: INTRODUCCION A LA ENTIDAD HOSPITALARIA..... | 2 |
| | |
| 1.1 Antecedentes. | 2 |
| 1.2 Objetivos. | 3 |
| 1.3 Metodología. | 4 |
| 1.4 Estado del arte y marco teórico..... | 5 |
| 1.5 Alcances y resultados esperados. | 7 |
| 1.6 Área de estudio..... | 7 |
| 1.6.1 Nombre del cantón. | 7 |
| 1.6.2 Provincia. | 8 |
| 1.6.3 País. | 8 |
| 1.6.4 Cantonización..... | 8 |

| | |
|--|-----------|
| 1.6.5 Localización y ubicación. | 8 |
| 1.6.6 Límites. | 8 |
| 1.6.7 Extensión territorial..... | 8 |
| 1.6.8 División político administrativa..... | 9 |
| 1.6.9 Población..... | 9 |
| 1.6.11 Altitud. | 9 |
| 1.6.12 Hidrología. | 9 |
| 1.6.13 Suelos. | 9 |
| 1.6.14 Cultura..... | 10 |
| 1.7 Conceptos y Definiciones. | 10 |
| | |
| CAPITULO II: LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN..... | 16 |
| | |
| 2.1 Información general de la entidad hospitalaria. | 17 |
| 2.2 Aplicación con Dron. | 18 |
| 2.3 Información visual de la entidad hospitalaria. | 21 |
| 2.4 Información arquitectónica y de ingeniería..... | 21 |
| 2.5 Mapa general de ubicación de Ecuador- Prov. Cañar- Cantón La Troncal- Parroquia La Troncal- Hospital Dario Machuca Palacios. | 23 |
| 2.6 Información de mapas de riesgos generales y riesgos específicos..... | 25 |
| 2.6.1 Mapas de riesgos generales..... | 25 |
| 2.6.1.1 Mapa de amenaza sísmica. | 25 |
| 2.6.1.2 Mapa preliminar de zonas de amenazas por movimientos en masa descripción general – Movimientos en masa..... | 27 |
| 2.6.1.3 Mapa preliminar de zonas seguras, por movimientos en masa. | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.6.1.4 Mapa preliminar de zonas propensas a inundaciones descripción general – Inundaciones. | 28 |
| 2.6.1.5 Mapa preliminar de zonas seguras, propensas a inundaciones. | 34 |
| 2.6.1.6 Mapa de isoyetas. | 34 |
| 2.6.1.7 Mapa de isotermas..... | 34 |
| 2.6.2 Mapas de riesgos específicos. | 34 |
| 2.6.2.1 Mapa de riesgos específico (Árboles- Radios de Caída). | 38 |
| 2.6.2.2 Mapa de riesgos específico (Incendio: Talleres de fuerza- Radios de explosión)... .. | 38 |
| 2.6.2.3 Mapa de riesgos específico inundación..... | 38 |
| 2.6.2.4 Mapa de riesgos específico (plagas y zafra). | 41 |
| 2.6.3 Fallas específicas, modeladas e identificadas en la maqueta virtual..... | 41 |
| 2.7 Ejecución de ensayos no destructivos (END). | 51 |
| 2.8 Determinación de las características geotécnicas del suelo mediante SPT (Standar Penetration Test). | 58 |
| 2.9 Determinación del nivel de aplicación del índice de seguridad hospitalaria en las áreas estructural y no estructural. | 63 |
| 2.9.2.1.6 Fenómenos químico-tecnológicos..... | 67 |
| 2.9.3 Propiedades geotécnicas del suelo | 67 |
| 2.9.4 Aspectos relacionados con la seguridad estructural del hospital. | 67 |
| 2.9.5 Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital. | 70 |
| 2.9.6 Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional. | 78 |
| 2.10 Resultado del índice de seguridad hospitalaria. | 85 |

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO III: AGRUPACIÓN Y MODELACIÓN DE CARGAS QUE ESPECIFICA LA NORMA | 93 |
| 3.1 Cargas gravitacionales. | 94 |
| 3.1.1 Carga permanente (Carga Muerta)..... | 94 |
| 3.1.2 Sobrecargas de uso (Carga Viva)..... | 94 |
| 3.2 Cargas ambientales..... | 95 |
| 3.2.1 Carga por viento..... | 95 |
| 3.2.1.1 Determinación de la presión del viento..... | 95 |
| 3.2.2 Cargas sísmica..... | 96 |
| 3.3 Análisis dinámico espectral..... | 97 |
| 3.3.1 Caracterización del emplazamiento. | 97 |
| 3.3.2 Sistema estructural. | 98 |
| 3.4 Espectro de cálculo | 99 |
| 3.4.1 Espectro elástico de aceleraciones | 100 |
| 3.4.2 Espectro de diseño de aceleraciones | 101 |
| 3.5 Coeficientes de participación | 103 |
| 3.6 Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta..... | 105 |
| 3.7 Corrección por cortante basal..... | 106 |
| 3.8 Cortante sísmico combinado por planta..... | 109 |
| 3.9 Combinación de cargas. | 111 |
| 3.10 Deriva de piso. | 114 |

| | |
|--|-----|
| CAPITULO IV: MODELO MATEMÁTICO IDEALIZADO DE LA ESTRUCTURA | 116 |
| 4.1 Idealización del modelo de estructura hospitalaria. | 117 |
| 4.1.1 Modelo de maqueta virtual..... | 117 |
| 4.1.2 Modelo de líneas vitales..... | 118 |
| 4.1.2.1 Modelo de AASS - AALL. | 119 |
| 4.1.2.2 Modelo de AP - Contraincendios..... | 119 |
| 4.1.2.3 Modelo de gases..... | 121 |
| 4.2 Generación y modelación dinámica estructural del hospital en software especializado. | 124 |
| 4.3 Estados límites. | 125 |
| 4.3.1 Estado límite último. | 125 |
| 4.4 Comprobación del diseño de los diferentes miembros estructurales. | 127 |
| 4.4.1 Comprobación de columnas..... | 127 |
| 4.4.1.1 Disposiciones relativas a las armaduras. | 128 |
| 4.4.1.2 Armadura mínima y máxima. | 129 |
| 4.4.1.3 Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)... | 129 |
| 4.4.1.4 Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales combinaciones no sísmicas y sísmicas). | 130 |
| 4.4.1.5 Criterios de diseño por sismo..... | 132 |
| 4.4.1.6 Criterios de diseño por sismo..... | 133 |
| 4.4.2 Columna B2 primera planta | 135 |
| 4.4. 2.1 Disposiciones relativas a las armaduras. | 135 |
| 4.4.2.2 Armadura mínima y máxima. | 136 |
| 4.4.2.3 Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas). | |

| | |
|---|------------|
| 4.4.2.4 Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)..... | 136 |
| 4.4.2.5 Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales combinaciones no sísmicas y sísmicas) | 137 |
| 4.4.2.6 Criterios de diseño por sismo)..... | 138 |
| 4.4.2.7 Criterios de diseño por sismo..... | 140 |
| 4.4.3 Distorsiones en columnas..... | 141 |
| 4.4.4 Comprobación de viga. | 142 |
| 4.4.4.1 Comprobaciones de resistencia. | 143 |
| 4.4.1.1.1 Criterios de diseño por sismo..... | 146 |
| 4.4.4.2 Comprobación de Fisuración. | 148 |
| 4.4.4.3 Comprobaciones de flecha..... | 149 |
| 4.4.4.4 Tablas de resumen de comprobaciones..... | 149 |
| 4.4.5 Comprobación de Losas..... | 152 |
| CAPITULO V: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 162 |
| 5.1 Depuración e Interpretación de los Resultados Obtenidos de la Modelación..... | 162 |
| 5.2 Generación de Gráficos Explicativos de la Comparación..... | 167 |
| 5.3 Análisis de Resultados y Elaboración de propuestas de Mitigación..... | 170 |
| 5.3.1 Análisis de Resultados | 170 |
| 5.3.2 Elaboración de Propuestas de Mitigación..... | 171 |
| CONCLUSIONES..... | 176 |
| RECOMENDACIONES..... | 176 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 180 |
| ANEXOS..... | 181 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1-1. Mapa Político de La Troncal | 7 |
| Figura 2-2. Plano del Hospital Dario Machuca Palacios | 17 |
| Figura 2-3. Drone Phantom 3..... | 178 |
| Figura 2-4. Modelo 3D procesado del “Hospital Dario Machuca Palacios”. | 179 |
| Figura 2-5. Hospital "Dario Machuca Palacios" | 21 |
| Figura 2-6. Jerarquía Territorial La Troncal | 23 |
| Figura 2-7. Inspección visual con mira y calibrador..... | 51 |
| Figura 2-8. Curva para Resistencias de Hormigón | 52 |
| Figura 2-9. Ensayos Esclerómetro (Columna, Viga, Losa)- Cuadro de Golpes. | 53 |
| Figura 2-10. Ensayo en Vigas y Columnas..... | 56 |
| Figura 2-11. Ensayo de ultrasonido en fisura..... | 57 |
| Figura 2-12. Porcentajes de Seguridad Estructural..... | 86 |
| Figura 2-13. Porcentajes de Seguridad No-Estructural..... | 86 |
| Figura 2-14. Porcentajes de Seguridad Funcional..... | 87 |
| Figura 2-15. Índice de Seguridad Hospitalaria | 89 |
| Figura 3-14. Proyección en planta de la obra..... | 97 |
| Figura 3-16. Espectro Elástico de Aceleraciones..... | 101 |
| Figura 3-17. Espectro de diseño según X..... | 102 |
| Figura 3-18. Espectro de diseño según Y..... | 102 |
| Figura 3-19. Espectro de diseño según X..... | 104 |
| Figura 3-20. Espectro de diseño según Y..... | 104 |
| Figura 3-21. Centro de masas y del Centro de rigidez..... | 105 |
| Figura 3-22. Centro de masas y del Centro de rigidez..... | 106 |
| Figura 3-23. Cortantes sísmicos máximos (X)..... | 110 |
| Figura 3-24. Cortantes sísmicos máximos (Y)..... | 110 |
| Figura 3-25. Fuerzas sísmicas equivalentes (X) | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3-26. Fuerzas sísmicas equivalentes (Y) | 111 |
| Figura 4-27. Modelo 3D Hospital "Dario Machuca Palacios" | 117 |
| Figura 4-28. Modelo Estructural Hospital "Dario Machuca Palacios". | 124 |
| Figura 4-29. Perspectiva y Sección de una Columna Bloque 2 | 127 |
| Figura 5-30. Disposiciones relativas a las armaduras. | 167 |
| Figura 5-31. Armadura mínima y máxima..... | 167 |
| Figura 5-32. Estado límite de agotamiento frente a cortante. | 168 |
| Figura 5-33. Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales..... | 168 |
| Figura 5-34. Criterios de diseño por sismo. | 169 |
| Figura 5-35. Diseño por capacidad. | 169 |
| Figura 5-36. Aprovechamiento. | 170 |
| Figura 5-37. Propuestas de Mitigación para Columnas. | 172 |
| Figura 5-38. Propuestas de Mitigación para Vigas. | 173 |
| Figura 5-39. Propuestas de Mitigación para Riesgos Específicos. | 174 |
| Figura 5-40. Propuestas de Mitigación para Fallas Específicas..... | 174 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 2-1. Check List de Vuelo | 20 |
| Tabla 2-2. Tabla de Ensayos en elementos Estructurales, Valores de Resistencia del Hormigón. | 54 |
| Tabla 2-3. Uso del Esclerómetro según Normativas Internacionales. | 55 |
| Tabla 2-4. Aspectos relacionados con la ubicación geográfica del establecimiento de salud. | 65 |
| Tabla 2-5. Aspectos relacionados con la seguridad estructural del hospital. | 68 |
| Tabla 2-6. Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital. | 70 |
| Tabla 2-7. Aspectos relacionados con la Seguridad en base a la Capacidad Funcional .. | 78 |
| Tabla 2-8. Tabulación automática de las respuestas de acuerdo a la categoría. | 85 |
| Tabla 2-9. Factores de acuerdo a categoría. | 87 |
| Tabla 2-10. Probabilidad de ocurrencia por categoría. | 87 |
| Tabla 2-11. Factores de Seguridad. | 88 |
| Tabla 2-12. Clasificación del Establecimiento. | 90 |
| Tabla 3-13. Peso de Carga Muerta. | 94 |
| Tabla 3-14. Cargas de Uso de Carga Viva. | 95 |
| Tabla 3-15. Anchos de Banda. | 96 |
| Tabla 3-16. Cargas de Viento. | 96 |
| Tabla 3-17. Coeficiente de tipo de uso, destino e importancia. | 98 |
| Tabla 3-18. Factor de reducción sísmica. | 98 |
| Tabla 3-19. Coeficientes de participación. | 103 |
| Tabla 3-20. Hipótesis Sismo (X-Y) | 105 |
| Tabla 3-21. Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades | 105 |
| Tabla 3-22. Peso sísmico. | 107 |
| Tabla 3-23. Condición de cortante basal mínimo | 108 |
| Tabla 3-24. Hipótesis sísmica: Sismo X1 | 109 |
| Tabla 3-25. Hipótesis sísmica: Sismo Y1 | 109 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 3-26. Combinaciones de Carga | 113 |
| Tabla 3-27. Deriva Máxima | 114 |
| Tabla 3-28. Derivas Parcial Máximas | 115 |
| Tabla 3-29. Deriva Total Máxima..... | 115 |
| Tabla 4-30. Estados Límites..... | 126 |
| Tabla 4-31. Datos de la Columna en $N = + 7.38$ (4.38 - 7.38 M)..... | 128 |
| Tabla 4-32. Datos de Confinamiento $N+7.38$ | 134 |
| Tabla 4-33. Datos de la Columna en $N = + 4.38$ (-1.6- 4.38 M)..... | 135 |
| Tabla 4-34. Datos de Confinamiento $N+4.38$ | 141 |
| Tabla 4-35. Derivas Máximas de todos los bloques. | 142 |
| Tabla 4-36. Datos de la Viga..... | 142 |
| Tabla 4-37. Comprobaciones de Fisuración..... | 149 |
| Tabla 4-38. Comprobaciones de Flecha..... | 150 |
| Tabla 4-39. Comprobaciones de Resistencia. | 151 |
| Tabla 4-40. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 2_ $N+4.38$). | 152 |
| Tabla 4-41. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 2_ $N+7.38$). | 153 |
| Tabla 4-42. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 3). | 154 |
| Tabla 4-43. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 4). | 155 |
| Tabla 4-44. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 5). | 156 |
| Tabla 4-45. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 6_1). | 157 |
| Tabla 4-46. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 6_2). | 158 |
| Tabla 4-47. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 7). | 159 |
| Tabla 4-48. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 8). | 160 |
| Tabla 5-49. Comprobación Flechas de las Losas..... | 163 |
| Tabla 5-50. Comprobaciones de Flechas de Vigas. | 164 |
| Tabla 5-51. Comprobación de Fisuración de Vigas..... | 164 |
| Tabla 5-52. Comprobaciones de Resistencia de Vigas | 160 |
| Tabla 5-53. Comprobaciones de Resistencia de Columnas. | 166 |

ÍNDICE DE MAPAS Y LÁMINAS

| | |
|--|----|
| Mapa 2-1. General de Ubicación de Ecuador- Prov. Cañar- Cantón La Troncal- Parroquia La Troncal- Hospital Dario Machuca Palacios..... | 24 |
| Mapa 2-2. Amenaza Sísmica..... | 26 |
| Mapa 2-3. Preliminar de Zonas de Amenazas por Movimientos en Masa Descripción General – Movimientos en Masa | 29 |
| Mapa 2-4. Preliminar de Zonas de Amenazas por Movimientos en Masa Descripción General – Movimientos en Masa (Cantón La Troncal) | 30 |
| Mapa 2-5. Preliminar de Zonas Seguras, por Movimientos en Masa | 31 |
| Mapa 2-6. Preliminar de Zonas Propensas a Inundaciones Descripción General - Inundaciones | 32 |
| Mapa 2-7. Preliminar de Zonas Propensas a Inundaciones Descripción General - Inundaciones (Cantón La Troncal)..... | 33 |
| Mapa 2-8. Preliminar de Zonas Seguras, Propensas a Inundaciones | 35 |
| Mapa 2-9. Isoyetas | 36 |
| Mapa 2-10. Isotermas..... | 37 |
| Mapa 2-11. Riesgos Específico (Árboles- Radios de Caída)..... | 39 |
| Mapa 2-12. Mapa de Riesgos Específico (Incendio: Talleres de Fuerza- Radios de explosión)..... | 40 |
| Mapa 2-13. Riesgos Específico Inundación..... | 42 |
| Mapa 2-14. Riesgos Específico (Plagas y Zafra) | 43 |
| Lámina 2-1. Falla por Scaling..... | 44 |
| Lámina 2-2. Falla por Fisuras | 45 |
| Lámina 2-3. Falla por Juntas de Dilatación | 46 |
| Lámina 2-4. Falla por Humedad | 47 |
| Lámina 2-5. Falla por Corrosión de Tuberías | 48 |
| Lámina 2-6. Falla por Fuga (Lavandería) | 49 |

| | |
|--|-----|
| Lámina 2-7. Falla por Vegetación (Maleza) | 50 |
| Mapa 2-15. Geológico de La Troncal | 62 |
| Lámina 4-8. Modelo de AASS - AALL..... | 120 |
| Lámina 4-9. Modelo de AP - Contraincendios | 122 |
| Lámina 4-10. Modelo de Gases | 123 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo Digital 2-1. Entrevista y encuestas a funcionarios del Hospital .pdf..... | 16 |
| Anexo Digital 2-2. Dron_ Hospital Dario Machuca Palacios.psx | 18 |
| Anexo Digital 2-3. Planos Estructurales.pdf..... | 21 |
| Anexo Digital 3-4. Listado de datos de la obra.pdf | 96 |
| Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf | 101 |
| Anexo Digital 4-5. Modelo_ Hospital Dario Machuca Palacios.rvt | 117 |
| Anexo Digital 4-6. Modelo_ AASS- AALL.rvt..... | 119 |
| Anexo Digital 4-7. Modelo_ AP- Contra incendios.rvt | 119 |
| Anexo Digital 4-8. Modelo_ GASES.rvt | 120 |
| Anexo Digital 4-9. Modelación Dinámica Estructural.cyp..... | 151 |
| Anexo Digital 4-10. Comprobaciones del Pilar.pdf..... | 128 |
| Anexo Digital 4-11. Comprobaciones del Viga.pdf..... | 142 |
| Anexo Digital 5-12. Comprobaciones ELU y ELS (Viga).pdf..... | 164 |

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ENTIDAD HOSPITALARIA
HOSPITAL DARÍO MACHUCA PALACIOS DEL CANTÓN LA TRONCAL –
PROVINCIA DE CAÑAR, PARA CUANTIFICAR LAS AMENAZAS Y
VULNERABILIDAD DE LA EDIFICACIÓN HOSPITALARIA**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación da cuenta de la Evaluación detallada de la Estructura en la entidad Hospitalaria “Darío Machuca Palacios” perteneciente a la ciudad de La Troncal Provincia del Cañar, mismo que está enmarcado en el proyecto de investigación científica “Implementación de una Estrategia de Hospitales Seguros frente a Desastres”; se ha recopilado información esencial como la Geotecnia, Distribución Arquitectónica, Amenazas Externas y el Estado actual de la Estructura, con el fin de realizar una evaluación para generar un Modelo Digital de acuerdo a la normativa actual, de esta manera formular una propuesta de Mitigación y/o Reforzamiento de la estructura física.

Palabras Clave: Estructura, entidad hospitalaria, ingeniería, riesgos, vulnerabilidad, normativa.



Paúl Cornelio Cordero Díaz

Director de la Escuela



José Fernando Vázquez Calero

Director del Trabajo de Titulación



Ignacio Benjamin Villota Tapia

Autor

**STRUCTURAL ASSESSMENT OF *DARÍO MACHUCA PALACIOS* HOSPITAL
LOCATED IN *LA TRONCAL* CANTON- CAÑAR PROVINCE, IN ORDER TO
QUANTIFY THREATS AND VULNERABILITY OF THE HOSPITAL
BUILDING**

ABSTRACT

This research paper deals with a detailed assessment of the structure at the *Dario Machuca Palacios* Hospital located in the city of La Troncal, Province of Cañar. This work is framed within the scientific research project entitled "*Implementación de una Estrategia de Hospitales Seguros frente a Desastres*" (Implementing a Hospitals Safe from Disasters Strategy). Essential information such as Geo-technics, Architectural Distribution, External Threats and the current state of the structure have been compiled in order to make an assessment so as to generate a digital model according to the current regulations; and thus, make a proposal for mitigation and / or reinforcement of the physical structure.

Keywords: Structure, Hospital Entity, Engineering, Risk, Vulnerability, Regulations.



Paúl Cornelio Cordero Díaz
School Director



José Fernando Vázquez Calero
Thesis Director



Ignacio Benjamin Villota Tapia
Author



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Villota Tapia Ignacio Benjamín

Trabajo de Titulación

Ing. Vázquez Calero José Fernando, M.Sc.

Octubre, 2016.

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ENTIDAD
HOSPITALARIA “HOSPITAL DARÍO MACHUCA PALACIOS”
DEL CANTÓN LA TRONCAL – PROVINCIA DE CAÑAR, PARA
CUANTIFICAR LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDAD DE LA
EDIFICACIÓN HOSPITALARIA”**

INTRODUCCION

En el Ecuador se encuentran diferentes estructuras, siendo en algunos casos vulnerables a varios tipos de amenazas, tomando como principal los movimientos telúricos con ocurrencia de réplicas que se presentan en diferentes magnitudes y escalas, produciendo aceleraciones que afectan directamente a las estructuras, algunas de ellas fueron diseñadas y construidas con códigos o normativas menos exigentes como las actuales, ocasionando un nivel de daño a edificaciones generando en la mayoría de casos pérdidas de vidas; por lo tanto se asimila que tendrán un alto índice de vulnerabilidad las edificaciones principalmente las esenciales como son los hospitales, siendo importante conocer las amenazas y vulnerabilidad por medio de métodos o índices de seguridad para evaluar el nivel de riesgo de una manera rápida, eficiente y sencilla.

Aplicando la nueva normativa, software de diseño, modelación y guías de evaluación, además identificadas las amenazas, cuantificar la vulnerabilidad de la entidad hospitalaria y los resultados obtenidos, se propondrá medidas de mitigación y reforzamiento ante un hecho imprevisible, irresistible o acto de fuerza mayor.

CAPITULO I

INTRODUCCION A LA ENTIDAD HOSPITALARIA

El trabajo de investigación dará cuenta de la evaluación detallada de la estructura en la Entidad Hospitalaria, ‘Darío Machuca Palacios’ de la ciudad de La Troncal, enmarcados en el proyecto de investigación científica “Implementación de una estrategia de hospitales seguros frente a desastres”; se recopilará información esencial, variada y específica como la geotecnia de la zona emplazada del hospital, la distribución arquitectónica, tener noción de los diferentes bloques y la ubicación de los mismos, las amenazas tanto externas como internas que ponen en riesgo la vida de los usuarios como personal de planta del hospital y el estado actual de la estructura.

Luego se realizara la evaluación de la edificación y el índice de seguridad. Para generar un modelo digital del hospital, modelar las líneas vitales, la maqueta virtual de la parte estructural será exportada al programa de cálculo para su comprobación de acuerdo a la normativa actual y después ver las comprobaciones que se cumplen o no y así formular una propuesta de mitigación y/o reforzamiento de la estructura.

1.1 Antecedentes

La Troncal es uno de los siete cantones pertenecientes a la provincia del Cañar, mismo se encuentra ubicado en la franja occidental de la Costa Ecuatoriana, tiene una extensión aproximada de 324 Km², posee dos parroquias Manuel J. Calle y Pancho Negro, pertenecen al área rural y cuenta con la zona urbana que es la misma Troncal con una población total de 54.389 habitantes.

Dentro de los antecedentes históricos de lo que actualmente es La Troncal, conocida antiguamente como Rircay, formaba parte del cantón Cañar y de su parroquia desde tiempos inmemorables, fue colonizada por afluencias de Cañar y también del Azuay, cuando Fray Gaspar de Gallegos el año 1582 y posteriormente Don Joaquín de Merizalde y Santisteban, corregidor de Cuenca en 1765, relatan sobre este territorio como parte de la Provincia del Cañar.

Tiene un clima subtropical con temperaturas entre 17 a 32° C las cuales varían según la temporada anual sea invierno o verano. Su totalidad topográfica es llanura costanera con ciertas elevaciones y colinas, se acerca al Oeste debido a la Cordillera, tiene dos grandes Subcuencas la del río Bulubulu y río Cañar que conforman gran parte de su hidrografía.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar los elementos estructurales y parte de los no estructurales de la Entidad Hospitalaria “Darío Machuca Palacios”, cuantificando las amenazas y la vulnerabilidad de la edificación.

1.2.2 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 CYPE y comparar con el diseño estructural existente.

- Cuantificar la vulnerabilidad y el riesgo de la edificación de salud basándonos en los resultados obtenidos.
- Proponer medidas de mitigación y reforzamiento.

1.3 Metodología

Se evaluará 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, registro fotográfico de los riesgos y fallas de hospital.

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 con la respectiva granulometría, caso contrario de obtener el estudio de suelos será omitido.

Así mismo se recopilara 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.

Se obtendrá 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 permitan determinar el comportamiento de la edificación ante amenazas calificadas, y 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).

Se compararán 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 y realizadas las fichas de evaluación se propondrá medidas de mitigación y reforzamiento.

1.4 Estado del arte y marco teórico

En el año 2005 al conmemorarse diez años del terremoto en la ciudad de Kobe (Japón), la Organización Panamericana de la Salud determinó que era imprescindible plantearse estrategias de Hospitales Seguros frente a Desastres (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2008), 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.

El Índice de Seguridad Hospitalaria ayuda a priorizar los establecimientos de salud otorgando un valor numérico que expresa la probabilidad de que continúe funcionando en caso de desastre (OPS, 2008).

Por tratarse de un tema de novedad científica reciente del siglo XXI, en diferentes países del mundo se están desarrollando programas de evaluaciones de Hospitales Seguros frente a Desastres utilizando esta metodología. Un hospital seguro es un establecimiento de salud cuyos servicios permanecen accesibles y funcionando a su máxima capacidad en su misma infraestructura inmediatamente después de que ocurre un desastre natural (OPS, 2008).

“Los establecimientos de salud son edificaciones esenciales y/o peligrosas” (NEC), es por esto que el nivel de análisis en el diseño de los miembros estructurales y no estructurales es más exigente; se pretende realizar un estudio de vulnerabilidad que “busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan los diferentes componentes de un hospital ante la ocurrencia de un desastre” (OPS, 2008).

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.

1.5 Alcances y resultados esperados

- Detallados y cuantificados las amenazas existentes en el entorno.
- Contribuir en la determinación de la vulnerabilidad estructural.
- Con este trabajo se pretende dejar sentadas las bases para un futuro análisis de mitigación de amenazas.
- Elaborar la maqueta virtual BIM (Building Information Modeling) de los elementos estructurales y parte de los no estructurales.

1.6 Área de estudio

La información básica del cantón la Troncal será especificada y detallada a continuación:

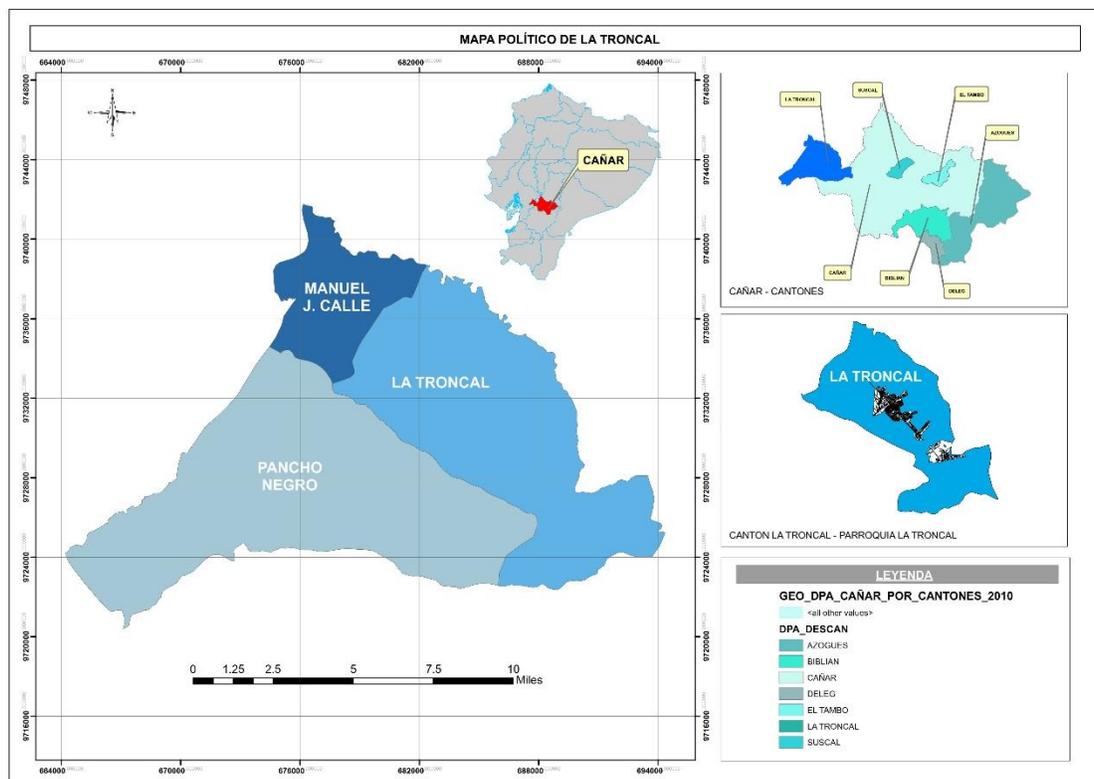


Figura 1-1. Mapa Político de La Troncal

1.6.1 Nombre del cantón

La Troncal

1.6.2 Provincia

Cañar

1.6.3 País

Ecuador

1.6.4 Cantonización

22 de septiembre de 1983, Decreto Ejecutivo 589

1.6.5 Localización y ubicación

Se localiza en la región costa en la zona occidental de la provincia del Cañar. Está ubicado dentro de las siguientes coordenadas geográficas: latitud sur 2°28'22" y 2°30'05" y longitud oeste 79°14'14" y 79°31'45".

1.6.6 Límites

NORTE: Cantón El Triunfo (Guayas) y parroquia General Morales (Cañar).

SUR: Parroquia San Antonio (Cañar) y parroquia San Carlos (Naranjal - Guayas), a la altura del río Cañar.

ESTE: Parroquia Chontamarca (Cañar).

OESTE: Cantones El Triunfo, Taura y Naranjal de la provincia del Guayas.

1.6.7 Extensión territorial

La jurisdicción cantonal abarca alrededor de 32.780 Ha. Subdivididas en la siguiente forma: Parroquia La Troncal 12.483,4 Has. Parroquia Manuel de J. Calle, 3.746,8 Ha. y Parroquia Pancho Negro 16.549,8 Ha.

1.6.8 División político administrativa

Tres parroquias: Parroquia urbana La Troncal, parroquias rurales Pancho Negro y Manuel de Jesús Calle.

1.6.9 Población

54.389 habitantes. (INEC, Censo 2010)

1.6.10 Temperatura

Promedio 24,6° C., Mínima: 20,9° y Máxima: 29,2°C.

1.6.11 Altitud

La altitud oscila entre los 24 y los 200 m.s.n.m.

1.6.12 Hidrología

Pertenece a las Microcuencas de los ríos Bulubulu y Cañar.

Microcuenca del río Bulubulu

Río Yanayacu y estero Azul: 2500 Has, aproximadamente.

Esteros Victoria y Burcados: 2100 Has, aproximadamente.

Microcuenca del río Cañar

Río Tigsay: influencia sobre un espacio estimado de 2.900 Has.

Esteros Zhucay, estero Pogyos y río Patul, con una extensión de 11.900 Has, aproximadamente.

1.6.13 Suelos

Franco-arenosos, franco- arcilloso, arenoso, ferruginoso.

1.6.14 Cultura

El fondo genético de la población procede de las culturas precolombinas: Cañari, Huancavilca y Machalilla.

1.7 Conceptos y Definiciones

Amenaza o peligro (A).- Definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Riesgo Específico (Rs).- Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

Elementos Expuestos a Riesgo (E).- La población, las edificaciones, obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

Riesgo Total (Rt).- Es el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debidos a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del Riesgo Específico Rs y los elementos bajo riesgo E.

Una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible de sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el riesgo R_{ie} puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i ,

$$R_{ie} = (A_i, V_e)$$

Es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un período de tiempo t dado¹.

La organización de Naciones Unidas complementa el término de Amenaza como peligro Evento Físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.

Estos incluyen condiciones latentes que pueden derivar en futuras amenazas/peligros, los cuales pueden tener diferentes orígenes: natural (geológico, hidrometeorológico y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas). Las amenazas pueden ser individuales, combinadas o secuenciales en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad².

Gestión del riesgo de desastres.- Es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes.

Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales y no-estructurales para evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos adversos de los desastres:

¹ Cardona O.D. Estudios de vulnerabilidad y evaluación del riesgo sísmico: planificación física y urbana en áreas propensas. Boletín Técnico No. 33, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá, diciembre de 1986.

² VIVIR CON EL RIESGO - Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU) Palais des Nations CH 1211 Geneva 10, Switzerland Tel: +41 22 917 2762 / 2759 Fax: +41 22 917 0563 isdr@un.org www.unisdr.org

Evaluación del riesgo.- Consiste en un análisis metodológico para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de amenazas potenciales y evaluación de condiciones existentes de vulnerabilidad que pudieran representar una amenaza potencial o daño a la población, propiedades, medios de subsistencia y al ambiente del cual dependen. El proceso de evaluación de riesgos se basa en una revisión tanto de las características técnicas de amenazas, a saber: su ubicación, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad; así como en el análisis de las dimensiones físicas, sociales, económicas y ambientales de la vulnerabilidad y exposición; con especial consideración a la capacidad de enfrentar los diferentes escenarios del riesgo

Desarrollo sostenible.- Desarrollo que cubre las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de cubrir sus propias necesidades. Incluye dos conceptos fundamentales: “necesidades”, en particular aquellas inherentes a los pobres, a quienes se debe dar prioridad; y la idea de “limitaciones” de la capacidad del ambiente para resolver necesidades presentes y futuras, impuestas por el estado de la tecnología y la organización social. (Comisión Brundtland, 1987).

El desarrollo sostenible se basa en el desarrollo socio-cultural, la estabilidad y decoro político, el crecimiento económico y la protección del ecosistema, todo ello relacionado con la reducción del riesgo de desastres³.

Vulnerabilidad estructural.- La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento hospitalario que lo mantienen en pie incluso ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas.

³ VIVIR CON EL RIESGO - Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU) Palais des Nations CH 1211 Geneva 10, Switzerland Tel: +41 22 917 2762 / 2759 Fax: +41 22 917 0563 isdr@un.org www.unisdr.org

Nivel de operación permanente.- En este caso, el edificio permanece en condiciones aptas para su uso normal, aunque tal vez con algunas limitaciones. Todos los sistemas de abastecimiento y servicios básicos deben quedar operando. Para cumplir con este nivel, es necesario contar con sistemas redundantes o equipos de emergencia, y se requiere una inspección rigurosa de los sistemas eléctricos y mecánicos para garantizar su correcto funcionamiento después de que han sido fuertemente sacudidos.

Nivel de ocupación inmediata.- En este caso, únicamente se presentan daños muy limitados en la estructura y en los componentes no estructurales. Los sistemas resistentes a cargas laterales y verticales conservan casi toda la capacidad que tenían antes del evento. El daño no estructural es mínimo, de modo que los accesos y los sistemas de protección tales como puertas, escaleras, ascensores, luces de emergencia, alarmas contra incendio, etc., permanecen operacionales, siempre que se garantice el suministro de electricidad.

Podría presentarse la ruptura de vidrios y pequeños daños en conexiones o lámparas. Se espera que los ocupantes puedan permanecer dentro del edificio, aunque el uso normal del establecimiento podría estar limitado y se hace necesaria la limpieza e inspección.

En general, los componentes electromecánicos se encuentran seguros y deberán operar si se lo requiere. Algunos de estos componentes podrían quedar descalibrados o sufrir desalineamientos o daños internos que imposibilitan su uso. Podría haber falta de electricidad, de agua, problemas con las líneas de comunicación y tuberías de gas. El riesgo de lesiones severas es bajo y el edificio puede ser ocupado; sin embargo, es posible que no sea apto para su funcionamiento normal hasta que se hayan efectuado reparaciones.

Nivel de protección de la vida.- Es el estado posterior al sismo en el cual se presenta daño significativo en la estructura, aunque se cuenta con un cierto rango de protección contra el colapso parcial o total.

El daño es mayor que en el caso anterior. La mayoría de los componentes estructurales y no estructurales no han caído, y por lo tanto no constituyen una amenaza dentro o fuera del edificio.

Las rutas de evacuación permanecen operacionales, aunque limitadas por acumulaciones de escombros no significativas. Se pueden presentar heridos durante el sismo, pero se espera que las lesiones no sean de magnitud tal que puedan cobrar la vida de los afectados. Es posible reparar la estructura, aunque en algunos casos esto podría resultar poco práctico desde el punto de vista económico.

Nivel de prevención del colapso.- el daño posterior al sismo es tal que la edificación puede sufrir un colapso parcial o total como consecuencia de la degradación de la rigidez o de la resistencia del sistema portante ante las fuerzas laterales, la deformación lateral permanente de la estructura o la disminución de su capacidad para soportar cargas verticales. No obstante, todos los componentes básicos del sistema resistente a cargas gravitacionales pueden continuar funcionando y, aunque el edificio puede mantener su estabilidad, existe un riesgo grave de heridos debido a la caída de objetos.

Es probable que no sea práctico reforzar la estructura, y el edificio no es seguro para su ocupación inmediata, puesto que las actividades consecuentes pueden inducir su colapso⁴.

Como podemos ver en este capítulo, este trabajo se proyecta al análisis de una obra física específicamente de su estructura, siendo necesario conocer primero su contexto, como la historia, geografía y asentamientos humanos que posee el cantón La Troncal, para así tener una referencia ciertos aspectos y desarrollar brevemente una búsqueda elemental y relevante; además se detalla los objetivos generales y específicos trazados y

⁴ Recursos de información y capacitación. Hospitales Seguros Frente a Desastres, reducir el riesgo, proteger las instalaciones de salud, salvar vidas, 2008-2009, Ministerio de Salud Pública del Ecuador, Organización Panamericana de la Salud

cumplidos para el desarrollo de este trabajo de titulación, todo este procedimiento se realizará con una metodología de evaluación de amenazas que son apoyadas en mapas de riesgos y entrevistas a funcionarios de la entidad hospitalaria, para luego continuar con los procesos especificados en cada capítulo.

Inicialmente se levantó información básica del área de estudio como límites y extensiones territoriales, población, información de las micro cuencas, suelos, entre otras. Se definieron conceptos básicos que se presentaran a lo largo del estudio de todo el trabajo para conocimiento general y así tener una idea clara de estas percepciones.

CAPITULO II

LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En todo proyecto, diseño, estudio o evaluación referente a la construcción de obras civiles se debe contar con información esencial antes o después de la construcción de la obra sea de manera física o digital. Para realizar este trabajo de evaluación estructural de la entidad hospitalaria “Hospital Dario Machuca Palacios” del Cantón La Troncal- Provincia de Cañar, para cuantificar las amenazas y vulnerabilidad de la edificación hospitalaria, se ha tenido que recurrir a varias fuentes, como es información primaria de tipo: arquitectónico, estructural, hidrosanitario, eléctrico, líneas vitales, entre otras. Mientras que para la recopilación de información complementaria o secundaria y su respectivo análisis se realizaron: registros fotográficos y visual de todas las instalaciones, además se conoció las amenazas externas para así realizar los mapas generales de riesgos, apoyándome con información obtenida de la Secretaria de Gestión de Riesgos o del Sistema Nacional de Información; se aplicó encuestas⁵ y entrevistas para identificar riesgos específicos de la entidad hospitalaria, dirigida al personal de planta que labora en el hospital, se realizó ensayos no destructivos (END) para conocer resistencia del hormigón, armado de hierros y ultrasonido para conocer las fisuras. Se obtuvo información de planos arquitectónicos, estructurales, líneas vitales mediante la Coordinación Zonal 6 de salud y a través del área de mantenimiento del Hospital Dario Machuca Palacios. La autorización y trámites se dieron a través del Jefe de Distrito Econ. Xavier Fernández de Córdova y del Director del Hospital Dr. Gustavo López Ullauri que brindo todas las aperturas y ayudas pertinentes.

Con toda esta información se ha podido analizar y señalar que es necesario el levantamiento de información de las amenazas y riesgos que afectan a la entidad hospitalaria.

⁵ Anexo Digital 2-1. Entrevista y encuestas a funcionarios del Hospital .pdf

2.1 Información general de la entidad hospitalaria

- **Nombre del hospital:** Dario Machuca Palacios.
- **Categoría/Tipo:** Básico.
- **Número de Camas:** 32
- **Dirección:** La Troncal. Calles San Gabriel y Tercera Sur.
- **Servicios que brinda:** Consulta Externa, Hospitalización, Emergencia, Centro Quirúrgico y Obstétrico, Laboratorio Clínico, Imagenología.
- **Equipamiento/Unidades:** Rayos X, Ecosonógrafo.
- **Personal:** 158 personas.

El área de construcción es de 2202m² que se encuentra distribuida en 9 bloques emplazados en un terreno de 16.000m².



Figura 2-2. Plano del Hospital Dario Machuca Palacios

2.2 Aplicación con Dron⁶

El Dron o vehículo aéreo no tripulado (*Unmanned Aerial Vehicle, UAV*), su uso comenzó en la década de los 90, después se usó el término vehículo aéreo pilotado remotamente (*Remotely Piloted Vehicle, RPV*) y así un sin número de terminologías que ha recibido hasta llegar finalmente al nombre conocido como Dron (1930-1940). Los avances más significativos para el desarrollo del Dron fueron y son en el campo de la guerra con sistemas más sofisticados con control de navegación y control de giro, sistema autónomo de control de vuelo y sensores para su navegación, gracias a estas tecnologías novedosas y de constante evolución se ha llevado al campo civil y uso profesional. Todo esto lleva a otro punto el uso y control de aeronaves no tripulados mediante reglamentos y leyes que dependerán del espacio aéreo y de cada estado. El principal ente regulador es la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) y las normativas nacionales que rigen en el país.



Figura 1 -3: Dron Phantom 3

Figura 2-3: Dron Phantom 3

Las principales tipologías de aeronaves no tripuladas son dos las civiles y las de uso militar, estas últimas tienen un desarrollo y madurez de alto grado. Por otro punto las de uso civil poseen sistemas de ala rotatoria que son las más generalizadas y superan

⁶ Anexo Digital 2-2. Dron_ Hospital Dario Machuca Palacios.psx

ampliamente a otros sistemas, sus costos llegan a ser significativamente bajos partiendo desde la fabricación, mantenimiento y operación traduciendo en un ahorro.

Dentro del campo de ingeniería civil el principal uso se en aplicaciones cartográficas para el manejo de datos y su elaboración mediante programas CAD y Sistemas de Información Geográfica, derivado de esto es la fotogrametría determinar propiedades geométricas a partir de fotografías obteniendo información bidimensional del área analizada.

Por ello, el uso del Dron ha servido en este trabajo para obtención de ortofotos y pendientes. Como se puede observar en los siguientes Figuras.



Figura 2-4: Modelo 3D procesado del “Hospital Dario Machuca Palacios”.

Una vez obtenida una retrospectiva de la historia y conceptos de la aplicación del dron, se procede al uso del equipo un Phantom de tercera generación para realizar un control visual y poder obtener las ortofotos y video y así poder analizar los riesgos y fallas específicas que son propias de la entidad hospitalaria. Recogidos lo datos se exportan a software especializado, se realizara el procesamiento fotogramétrico creando una nube de puntos

con coordenadas X, Y, Z, crean un modelo con ortoimagenes georeferenciadas. Obtenido el Modelo Digital de Terreno (DTM por sus siglas en español) se podrá exportar a programas para una obtención de diferentes factores por ejemplo curvas de nivel, elevaciones o pendientes, otro uso es la exportación a programas SIG para manejar información geográfica. Como resultados finales es la representación del espacio geográfico mediante la escala y los métodos de proyección, permite la creación de mapas de elevación, mapas topográficos y usos del suelo, entre otras.

La ejecución del vuelo se siguió a través de un procedimiento:

- Revisiones del equipo, accesorias y repuestas del dron.
- Planificación del Vuelo que depende de varios factores como altura y velocidad de vuelo, el clima (nubosidad), distancias entre pasadas.
- Tomar puntos de apoyo como las coordenadas de GPS, altura (m.s.n.m).
- Datos del Vuelo, se sistematiza en la siguiente ficha:

Tabla 2-1. Check List de Vuelo

| | | | |
|---|--|----------------------------------|------------|
| Lugar: | Hospital "Dario Machuca Palacios". La Troncal | Fecha: | 25/06/2016 |
| Hora inicio vuelo: | 08:22am | Hora fin Vuelo: | 08:35am |
| Altura(m.s.n.m) del punto de despegue: | 120 msnm | Altura de vuelo promedio: | 55m |
| Personal Técnico: | Geovanny Sempértegui G., Ignacio Villota Tapia | | |
| CHECK LIST DE REVISION | | | |
| Implementos para vuelo | Valor | CONDICIONES CLIMATICAS | Valor |
| Batería Extra | X | Clima Solar | |
| Control remoto cargado | X | Ausencia de interferencia (wifi) | X |
| Dron Phantom 3 | X | | |
| Hélices de repuesto | X | PRODUCTOS A GENERAR | |
| Batería Cargada | X | Ortofoto | X |
| Tarjeta Micro SD colocada | X | Video | X |
| Dispositivo móvil | X | DSM | |
| IPAD | X | Nube de puntos | X |

2.3 Información visual de la entidad hospitalaria



Figura 2-5. Hospital "Dario Machuca Palacios"

La información se efectuó de diferentes maneras para la obtención de datos, la principal fue un registro fotográfico de todas las instalaciones internas como: consultorios, farmacia, quirófanos, hospitalización, oficinas, laboratorios, baños, cielos rasos, entre otras. En relación a las instalaciones externas se tomó en cuenta lo principal de las fachadas, losas, mampostería perimetral, los talleres de fuerza debido que aquí todas las instalaciones de líneas vitales concurren en este bloque y hay que tener un cuidado especial, conocer la distribución de las tuberías, bombas y calderas como también el generador que se encuentran y las centrales de gases como oxígeno, óxido nitroso y gas licuado de petróleo, toda esta infraestructura proporciona una excelente fuente de información y datos primarios para su posterior proceso de análisis y valoración.

2.4 Información arquitectónica y de ingeniería⁷

La información arquitectónica es adquirida a través de planos que fueron facilitados por el área de mantenimiento del Hospital y de la Coordinación Zonal 6 de Salud, se obtuvo los planos estructurales. En la construcción del hospital se respetaron los diseños, sin realizar modificaciones ni cambios a los diseños, constituido por sus 9 bloques ya

⁷ Anexo Digital 2-3. Planos Estructurales.pdf

especificados. Los miembros estructurales principales como: vigas, columnas, losas macizas y zapatas son de hormigón armado fundidas en situ, la mampostería son muros portantes, etc.

A medida de seguridad se procedió a la toma de medidas con el uso de un flexómetro para comprobar algunos elementos arquitectónicos de las caras de columnas, anchos de columnas y muros, entre otros. Las únicas variantes que se presentaron fue el espesor del enlucido y colocación de cerámica en paredes y columnas lo cual aumenta su espesor obviamente.

Con respecto a la información de ingeniería, se consiguieron los planos estructurales los cuales detallan las secciones, cotas, armados de acero transversal y longitudinal de las vigas, losas, columnas los planillas de los hierros, el dimensionamiento de los cimientos (zapatas) y plintos, el armado de las cisternas, el detalle de las escaleras, detalles de armados como los volados en losas y vigas perimetrales, la separación de juntas de dilatación de cada bloque.

Se examinaron los planos de líneas vitales, las instalaciones de las mismas dentro del hospital, retirando en ciertos sectores el cielo raso para poder observar y fotografiar las tuberías de gases, medir sus diámetros para comprobación, como las instalaciones eléctricas su estado, y fuera del hospital como: el taller de fuerzas, puente de instalaciones y centrales de gases.

Unas de las principales áreas fueron las losas macizas ya que estas sirven de cubierta y en ellas se encuentran los ductos y máquinas de aire acondicionado para cada bloque, los cuales presentan poco mantenimiento y filtración de agua constante que afecta las losas provocando una falla conocida como scaling que se procederá a detallar más adelante.

2.5 Mapa general de ubicación de Ecuador- Prov. Cañar- Cantón La Troncal- Parroquia La Troncal- Hospital Dario Machuca Palacios

- Jerarquía territorial del cantón La Troncal:

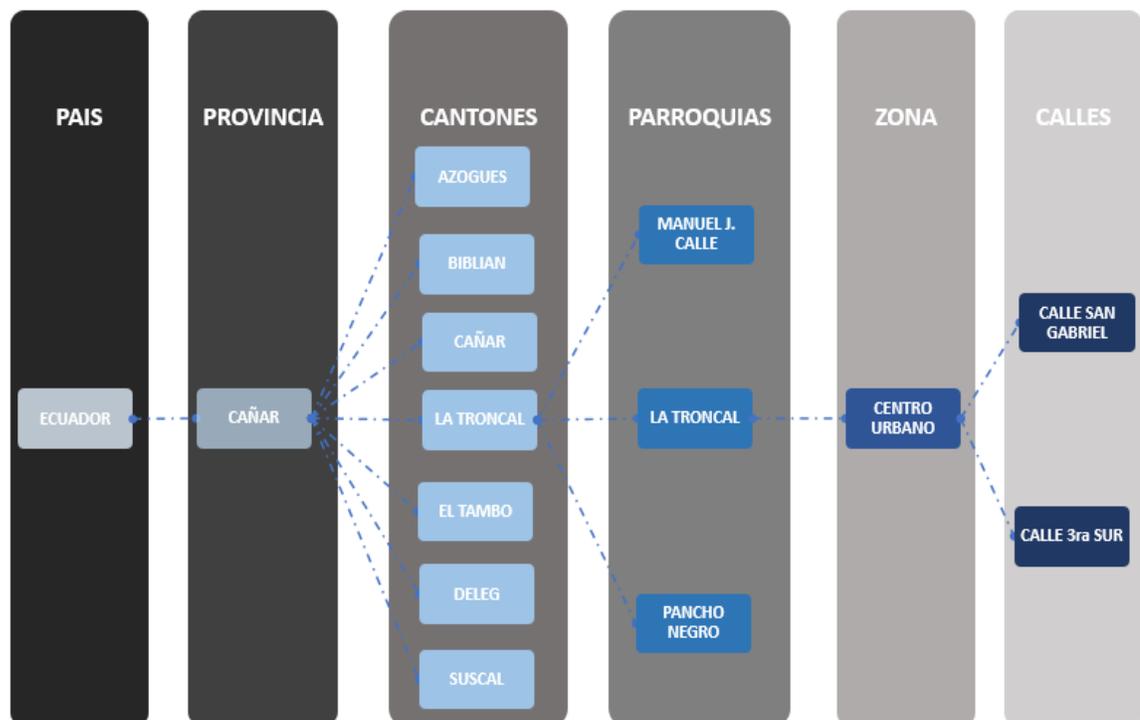
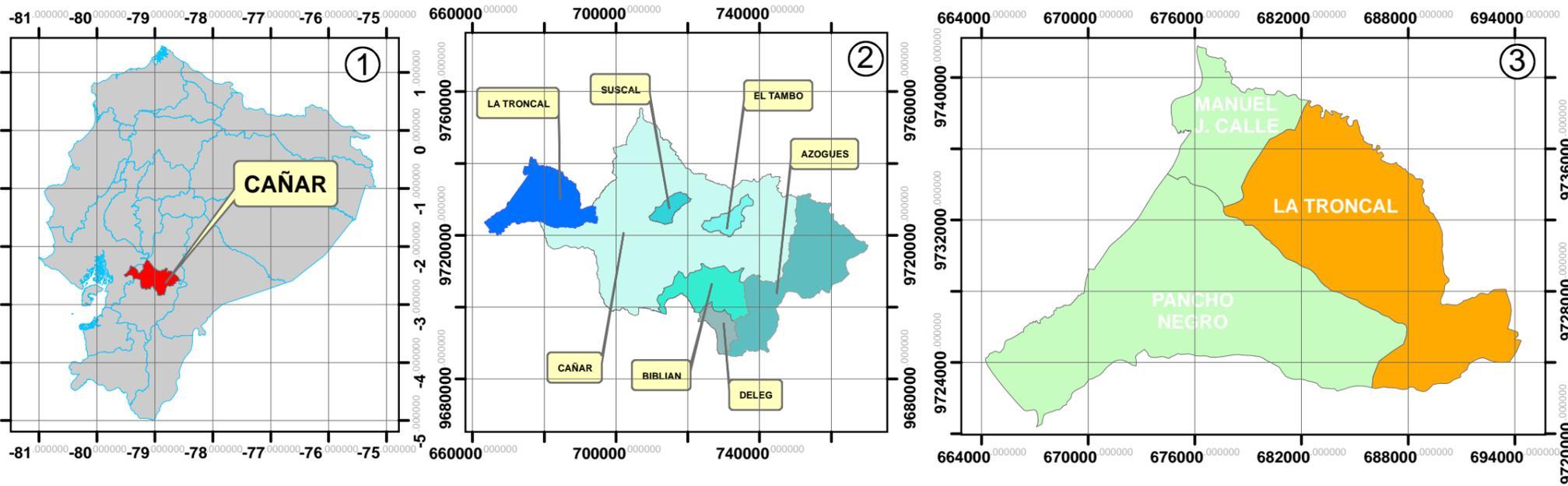


Figura 2-6. Jerarquía Territorial La Troncal
Fuente: GAD de La Troncal

Los siguientes mapas representan las divisiones geográficas y administrativas del territorio (países, territorios, ciudades, etc.) Ayuda a obtener una visión general de las divisiones políticas de la provincia del Cañar, se derivan a sus siete cantones, el cantón de mayor importancia en nuestro caso La Troncal donde está ubicado la entidad hospitalaria dentro del centro urbano y con su ubicación. Mapas políticos de la ubicación del Hospital Dario Machuca Palacios (Pág. 24)

MAPA GENERAL DE UBICACION DE ECUADOR - PROV. CAÑAR - CANTÓN LA TRONCAL - PARROQUIA LA TRONCAL - HOSPITAL DARIO MACHUCA PALACIOS.



MAPAS DE UBICACIÓN

- 1) ECUADOR - CAÑAR
- 2) CAÑAR - CANTONES
- 3) CANTON LA TRONCAL - PARROQUIA LA TRONCAL
- 4) PARROQUIA LA TRONCAL - CENTRO URBANO
- 5) CENTRO URBANO - HOSPITAL
- 6) HOSPITAL DARIO MACHUCA PALACIOS

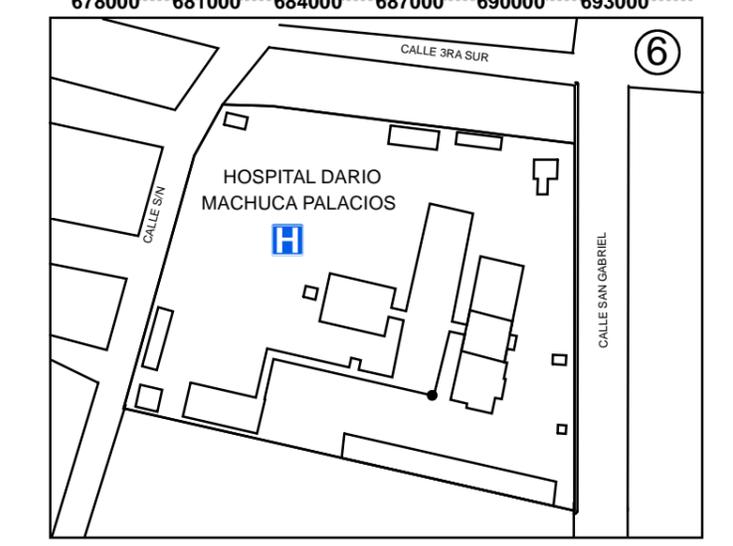
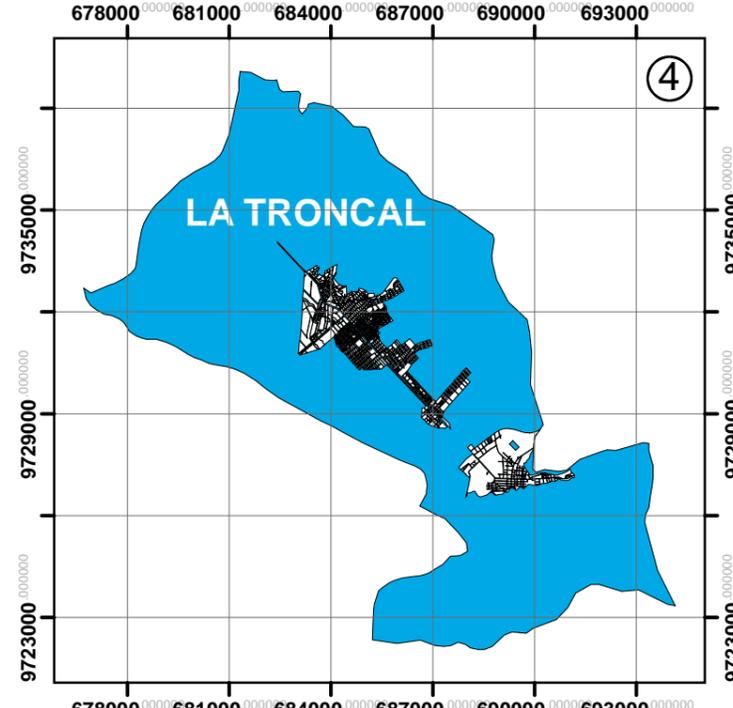
LEYENDA

GEO_DPA_CAÑAR_POR_CANTONES_2010

<all other values>

DPA_DESCAN

- AZOGUES
- BIBLIAN
- CAÑAR
- DELEG
- EL TAMBO
- LA TRONCAL
- SUSCAL
- HOSPITAL



MAPAS DE UBICACION (HOSPITAL DARIO MACHUCA PALACIOS)

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

| | |
|-------------------------|-------|
| SISTEMA DE COORDENADAS: | WGS84 |
| PROYECCIÓN: | UTM |
| ZONA: | 17S |

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:

S/N

FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 1

2.6 Información de mapas de riesgos generales y riesgos específicos

Debido a que toda sociedad es vulnerable a fenómenos naturales, generando consecuencias que producen peligros y riesgos que a su vez se derivan en emergencias o desastres naturales, es necesario conocer estos riesgos que afectan y destruyen obras, bienes, servicios o pérdidas humanas en el peor de los casos. Estar al tanto de los riesgos y entenderlos es una prioridad, por esta razón se procede a la recopilación de esta información de manera digital a través de la SGR (Secretaría de Gestión de Riesgos) y también del SNI (Sistema Nacional de Información), para la elaboración de mapas de riesgos.

2.6.1 Mapas de riesgos generales

Básicamente son los riesgos provenientes de la naturaleza que son identificados y son de alguna manera recurrente en el cantón La Troncal, el mismo que está permanentemente expuesto a varios fenómenos naturales causantes de catástrofes. Para la elaboración de los mapas se utilizó Sistemas de Información Geográfica (SIG), que nos sirve para modelización de datos obtenidos para procesar y elaborar los mapas.

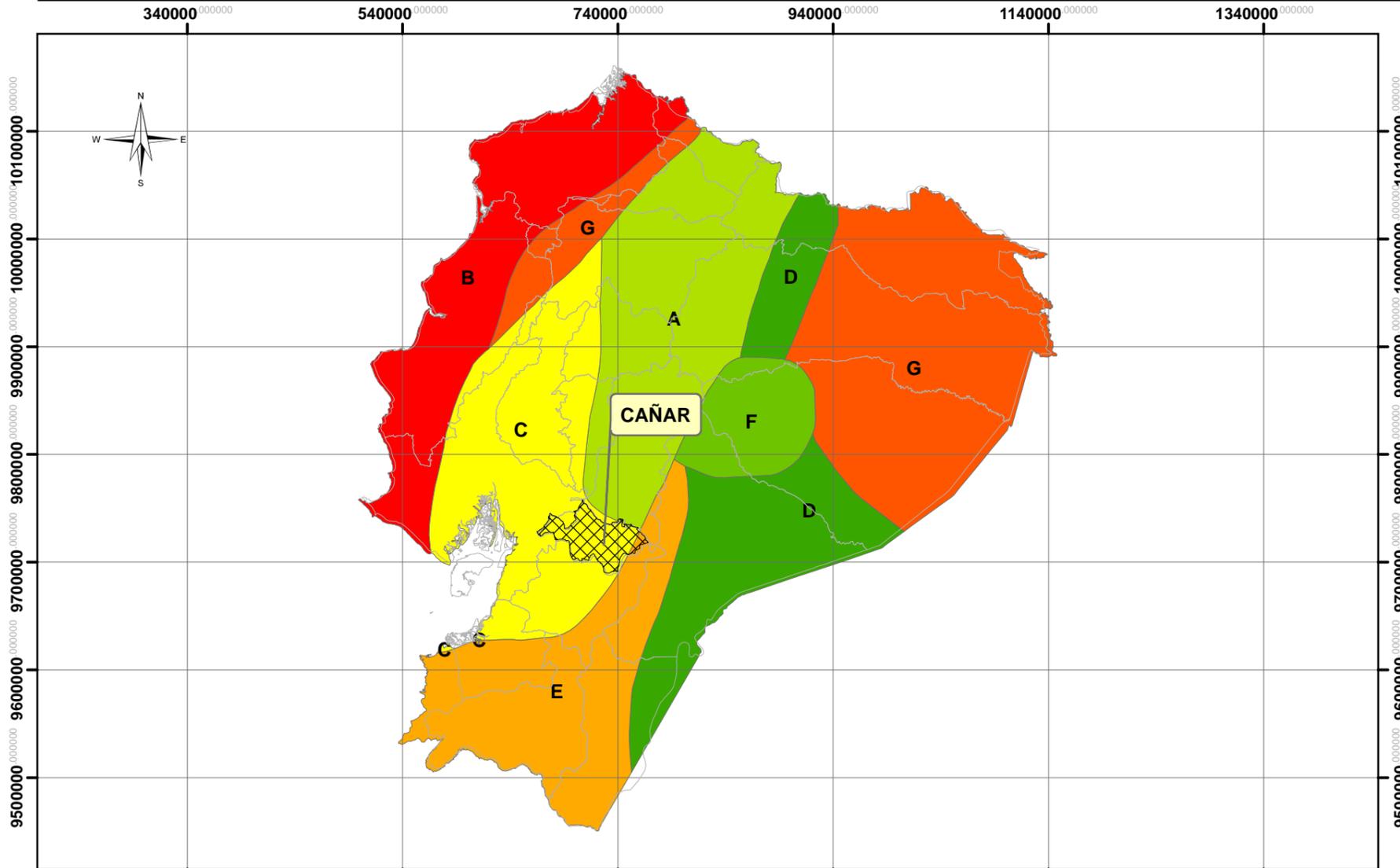
2.6.1.1 Mapa de amenaza sísmica

Es de conocimiento general que el Ecuador se encuentra en una zona de alto peligro sísmico y es necesario conocer las diferentes zonas de peligro sísmico, especialmente donde se encuentra el hospital, por esta razón se procede a la elaboración del mapa. Pág.26.

PELIGROSIDAD SÍSMICA (PELIGRO SÍSMICO)⁸.- Es la “Probabilidad de excedencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región

⁸ (Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción. (Enero 10, 2015). PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE. En Norma Ecuatoriana de la Construcción (p.19). Quito, Ecuador: S/N.)

MAPA DE AMENAZA SISMICA



LEYENDA

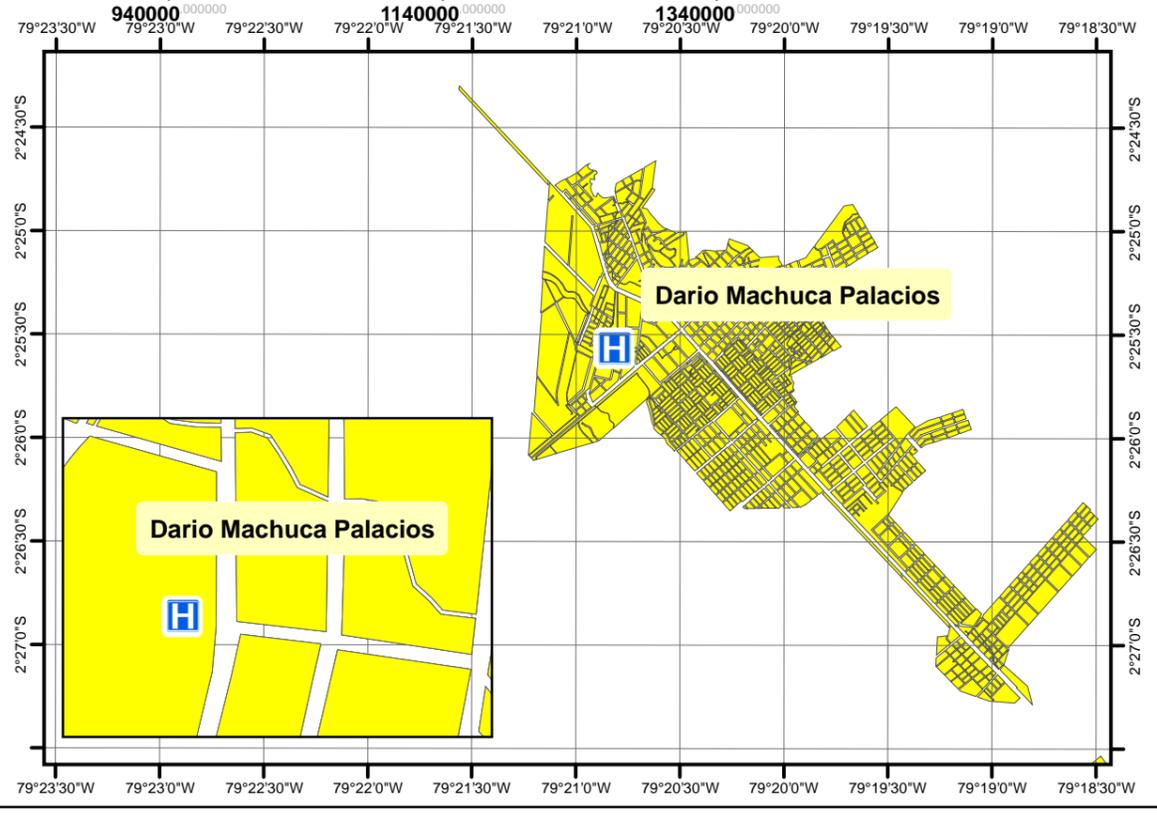
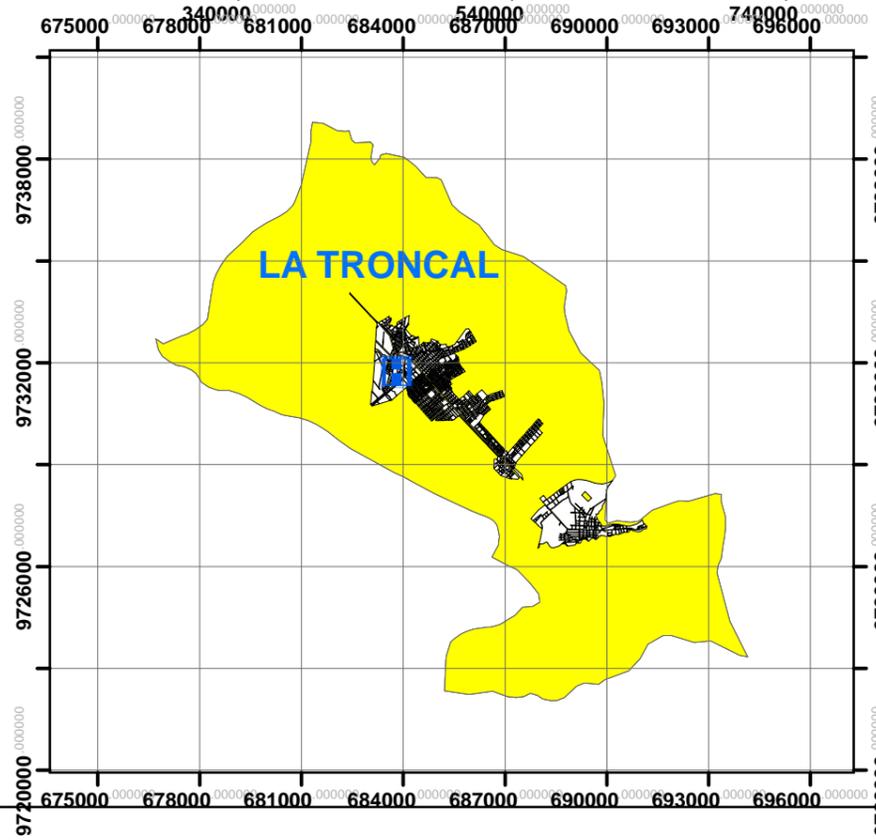
PELIGRO_SISMO

DESCRIP

- Fallas Inversas del Frente Subandino y Subducción; Predominio de Sismos Profundos.
- Nidos Sísmicos (Sismicida Muy Alta); Galápagos-Volcanismo, Sismos Superficiales. Puyo Subducción, Sismos Profundos. Túmbez, Convergencia, Sismos Superficiales.
- Sistema Transcurrente Dextral e Inverso; Callejón Interandino Nororiente; Subducción Volcanismo. Registro Alto; Predominan los Sismos
- Sistema Transcurrente Dextral y Subducción. Registro Sísmico Moderado a Alto
- Sistema Transcurrente Dextral-Normal Austral. El Registro Sísmico es Moderado.
- Subducción Símicidad Muy Baja, Sismos Profundos
- Subducción; Fallas Transcurrentes Conjugadas Fallas Inversas. Símicidad Alta; Predomina Sismos Superficiales (Convergencias)

NOM_CANTON

- MANZANAS
- LA TRONCAL
- H HOSPITAL






MAPA DE AMENAZA SISMICA

FUENTE:
CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

| | |
|--------------------------------|-------|
| SISTEMA DE COORDENADAS: | WGS84 |
| PROYECCIÓN: | UTM |
| ZONA: | 17S |

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:

S/N

| | |
|--------------------------|------------------|
| FECHA: 12/01/2016 | LÁMINA: 2 |
|--------------------------|------------------|

determinada, de movimientos del suelo cuyos parámetros aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados.”

El mapa de amenaza sísmica sirve para identificar el peligro que se encuentra y ante esta realidad se analiza la ubicación entidad hospitalaria que permita analizar la amenaza sísmica que se encuentra expuesta en función de los antecedentes o datos históricos de sismos que han ocurrido en la zona.

2.6.1.2 Mapa preliminar de zonas de amenazas por movimientos en masa descripción general – Movimientos en masa⁹

Es el “Movimiento en masa, es un fenómeno natural, definido como el movimiento pendiente abajo, lento o súbito de una ladera, formado por materiales naturales, roca, suelo, vegetación, rellenos artificiales o una combinación de los mismos. Se presentan sobre todo en la época lluviosa o durante períodos de actividad sísmica causando serios daños materiales y pérdida de vidas. El término movimiento en masa hace referencia a desplazamientos de terreno y no incluye los procesos erosivos denudacionales (Vargas, 1999).”

Unas de las principales fuentes de desastres en el Ecuador es debido a los movimientos de masa los cuales se presentan de manera recurrente, principalmente en zonas que son de altura considerable o con pendientes pronunciadas en región andina, oriente y las cuencas de la zona costa, causado por la precipitación en cierto periodo invernal.

Debido que en el Ecuador es sector montañoso los deslizamientos de tierra son bastante comunes por factores como pendientes del terreno, que no posee suficiente vegetación que

⁹ Secretaría de Gestión de Riesgos. (Diciembre, 2015). Probabilidad de ocurrencia de Movimientos en Masa. Recuperado, 11 de mayo de 2016, de SNGR Sitio web: <http://emergencias.gestionderiesgos.gob.ec/images/escenarios/mensual/2015/diciembre/12Informe%20Movimientos%20en%20MasaDIC2015.pdf>

permita oponer resistencia a fuertes precipitaciones, dependerá de las características del suelo poco estable de la zona, sismos y geología inestable. Con la ayuda del mapa se identificara las zonas por amenaza de movimientos de masa, así se lograra tener un plan de mitigación y control para desastres. Pág.29. Pág.30.

2.6.1.3 Mapa preliminar de zonas seguras, por movimientos en masa

Las principales zonas seguras especificadas en el mapa van ser centros educativos como: escuelas y colegios, los albergues también se encuentran especificados en el mapa todo esto ante la amenaza por movimientos de masa. Ubicadas estos puntos seguros ante una posible amenaza ya que aquí las personas encontraran refugio por cualquier catástrofe, conociendo las 3 zonas de seguridad que dependerán de: procesos de geodinámica externos intensos, zonas de inestabilidad física, zonas muy tectonizadas y con intensa intervención antrópica. Pág. 31.

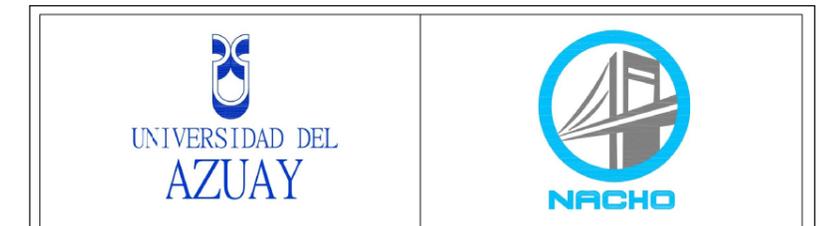
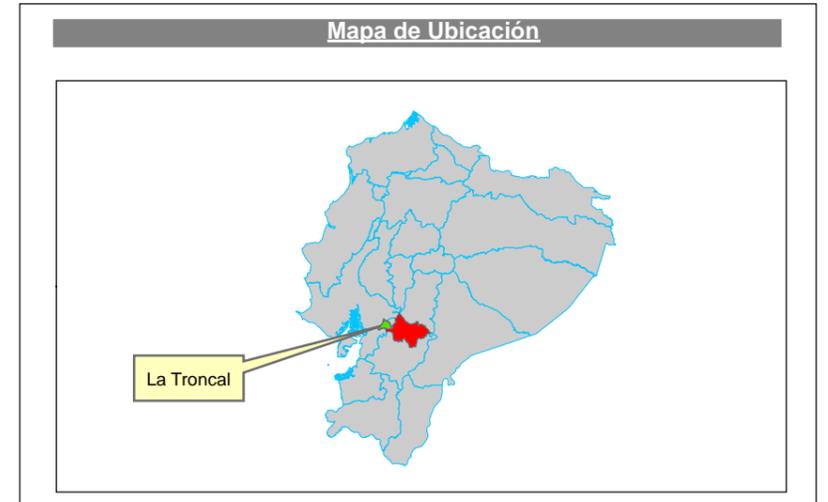
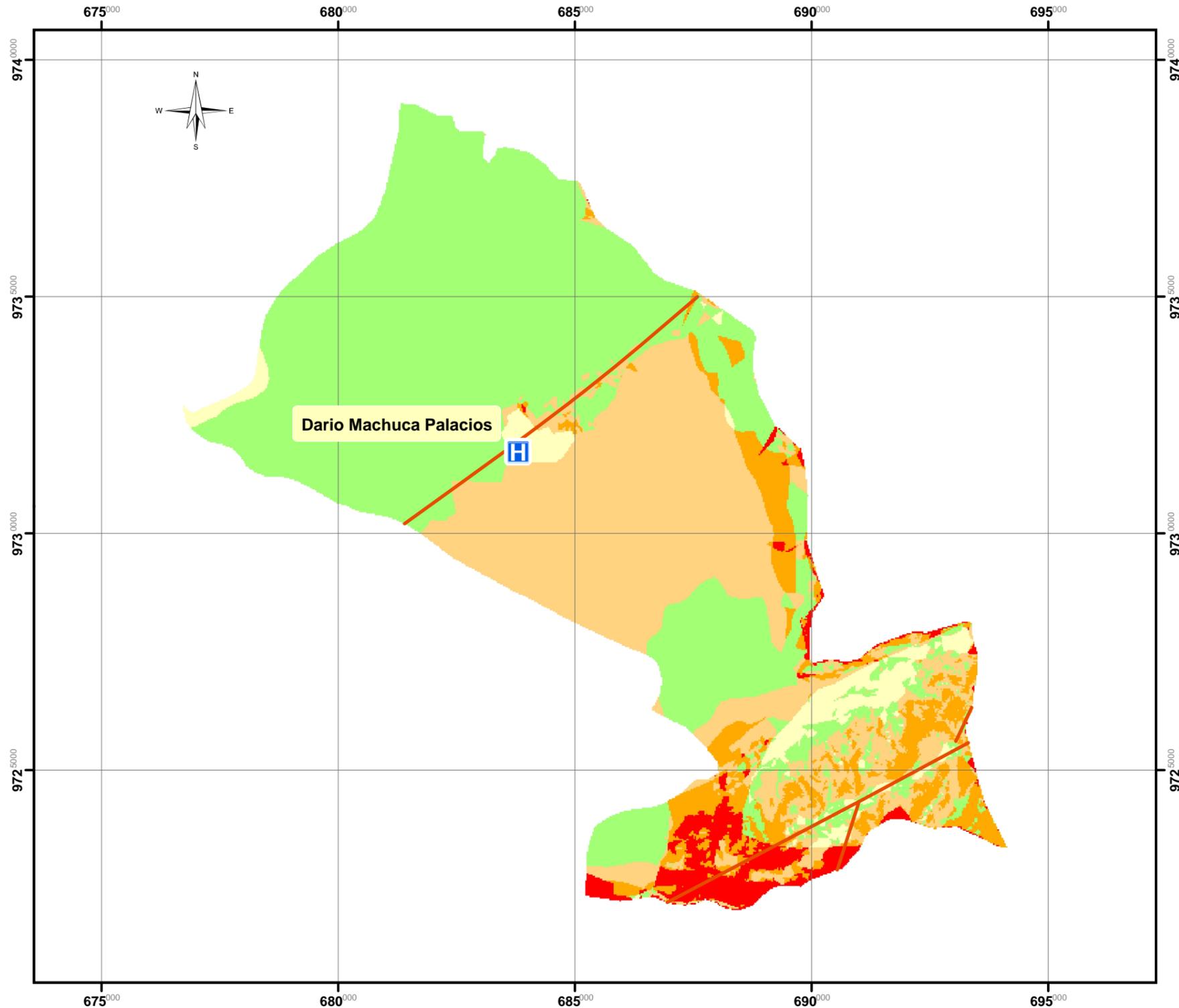
2.6.1.4 Mapa preliminar de zonas propensas a inundaciones descripción general – Inundaciones¹⁰

“Las inundaciones son un evento natural que se genera por fenómenos meteorológicos o hidrológicos. Se producen principalmente por lluvias intensas o prolongadas que sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo.”

En la zona de La Troncal es la principal amenaza ya que su periodo de recurrencia es anual debido inundaciones por desbordamiento, en la estación de lluvias (época de invierno) donde las precipitaciones alcanzan alturas considerables, las pendientes también influyen como los relieves donde en ciertos sectores con pendientes de 0 – 5% que permanecen inundadas más de 6 meses durante el año con alta tasa de amenaza al anegamiento. Pág. 32. Pág.33.

¹⁰ Secretaría de Gestión de Riesgos. (Diciembre, 2015). Probabilidad de ocurrencia de Inundaciones. Recuperado, 11 de mayo de 2016, de SNGR Sitio web: http://emergencias.gestionderiesgos.gob.ec/images/escenarios/mensual/2015/diciembre/12Informe%20Inundaciones%20_DIC2015.pdf

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



MAPA PRELIMINAR DE ZONAS DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA PARROQUIA LA TRONCAL - CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

| | |
|--------------------------------|-------|
| SISTEMA DE COORDENADAS: | WGS84 |
| PROYECCIÓN: | UTM |
| ZONA: | 17S |

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:



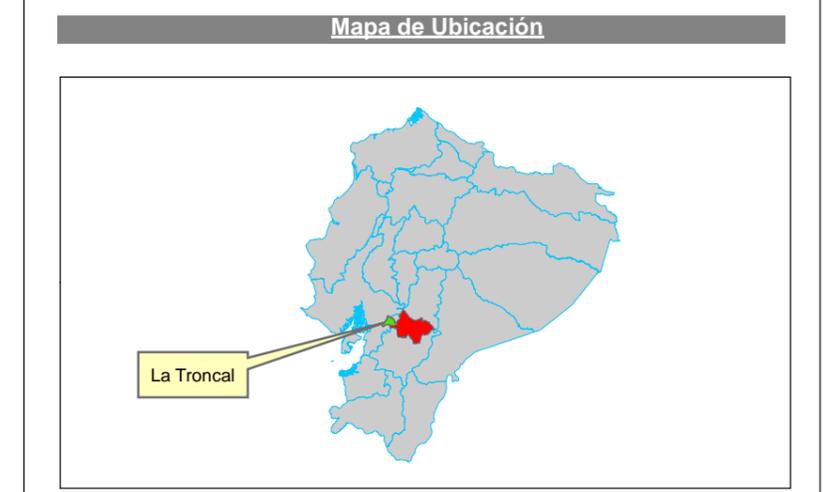
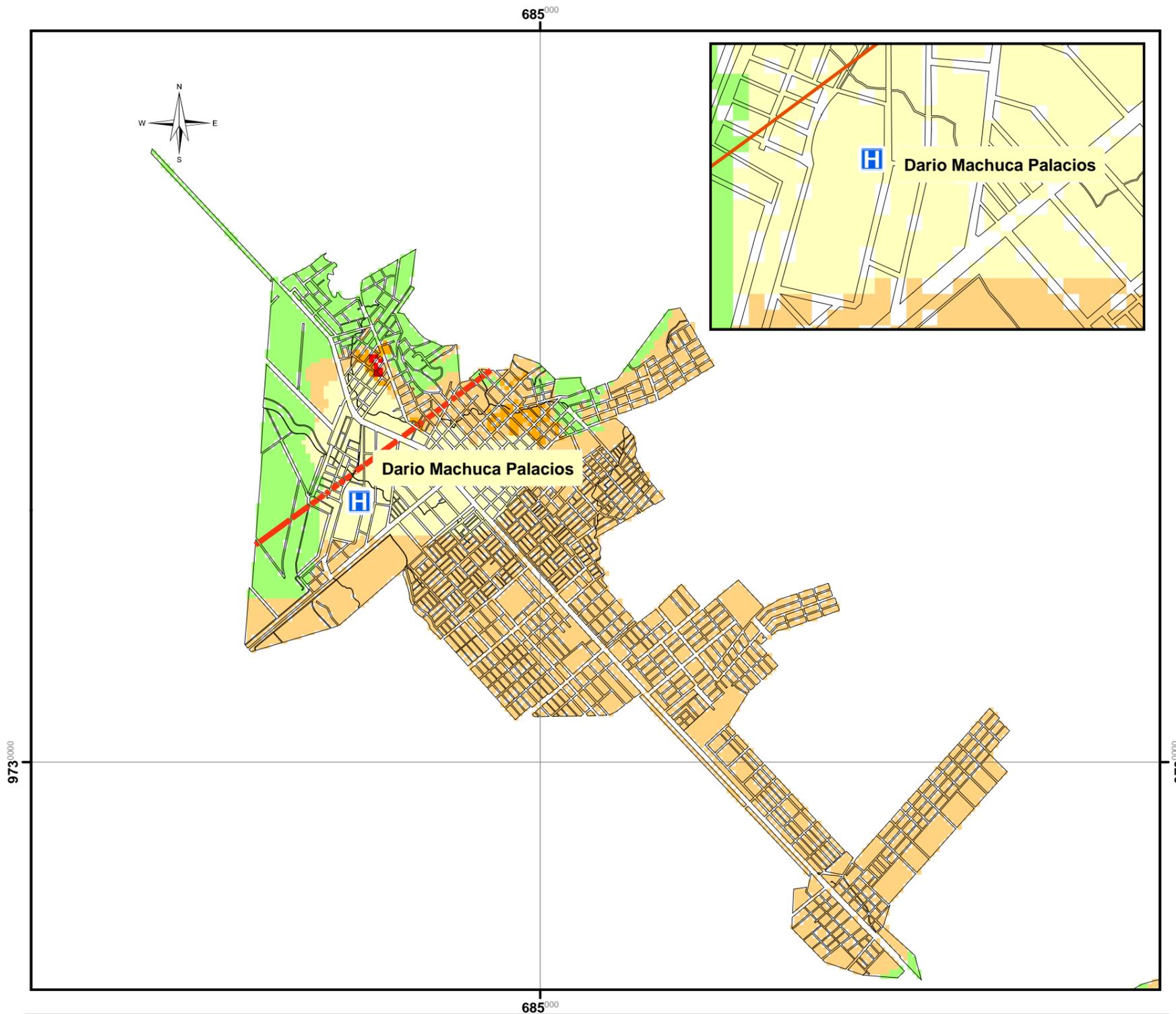
FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 3

AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA

- SIN: Espacio geográfico con características estables.
- BAJA: Zonas con suelos, pendientes y geología estables aún ante fenómenos intensos y extensos como precipitación. Puede producirse solifluxión de material .
- MEDIA: Zonas con materiales muy poco o nada fracturados, con pendientes de 30 a 50 %. El material se inestabiliza tras actuaciones natural es muy intensas y/o extensas, así como a la acción de la precipitación de la zona.
- ALTA: En zonas con pendientes de 50 a 100 %. En suelos poco cohesivos y en r ocas meteorizadas, fracturadas o de otro tipo de discontinuidad, acelerado por las precipitaciones de la zona.
- MUY ALTA: En zonas con pendientes >100%. En suelos no consolidados y rocas muy meteorizadas y fracturadas, acelerado por factores climáticos, sismotectónicos y antrópicos.

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



LEYENDA

- HOSPITAL
- FallasLaTroncal
- MANZANAS_COTA1500_parroquia
- latroncaw84_Clip2_Clip**
- Value**
- Sin Amenaza
- Baja
- Media
- Muy Alta

AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA

- SIN: Espacio geográfico con características estables.
- BAJA: Zonas con suelos, pendientes y geología estables aún ante fenómenos intensos y extensos como precipitación. Puede producirse soliflucción de material .
- MEDIA: Zonas con materiales muy poco o nada fracturados, con pendientes de 30 a 50 %. El material se inestabiliza tras actuaciones naturales muy intensas y/o extensas, así como a la acción de la precipitación de la zona.
- ALTA: En zonas con pendientes de 50 a 100 %. En suelos poco cohesivos y en rocas meteorizadas, fracturadas o de otro tipo de discontinuidad, acelerado por las precipitaciones de la zona.
- MUY ALTA: En zonas con pendientes >100%. En suelos no consolidados y rocas muy meteorizadas y fracturadas, acelerado por factores climáticos, sismotectónicos y antrópicos.



MAPA PRELIMINAR DE ZONAS DE AMENAZAS POR MOVIMIENTOS EN MASA PARROQUIA LA TRONCAL - CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84

PROYECCIÓN: UTM

ZONA: 17S

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

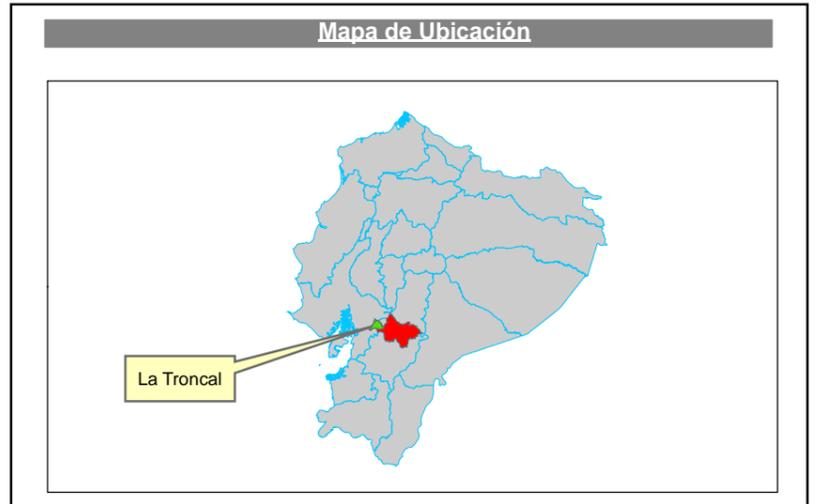
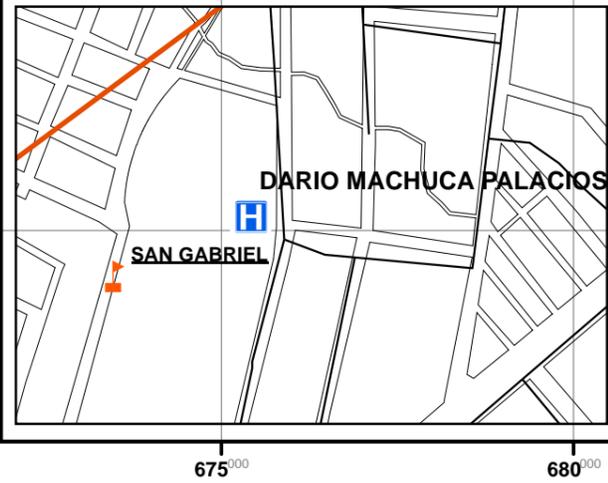
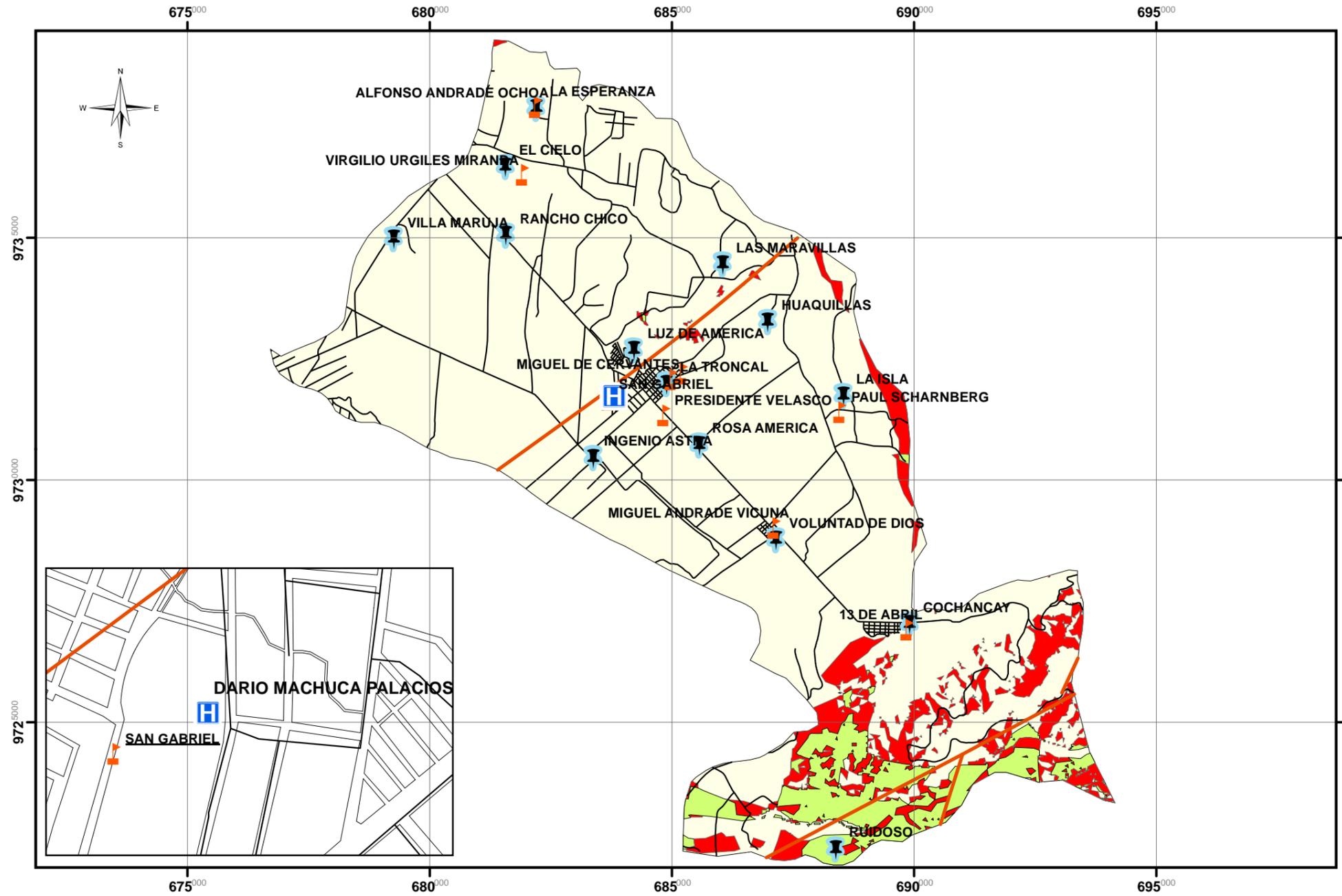
ESCALA GRÁFICA:



FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 4

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS SEGURAS, POR MOVIMIENTOS EN MASA PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



LEYENDA

- HOSPITAL
- Albergues-Escuelas
- POBLADOS_LATRONCAL
- Fallas Parroquia Troncal
- VÍAS_LATRONCAL_Parroquia_Clip

MOV_MASA

GRIDCODE

- 4
- 5

NOM_CANTON

- LA TRONCAL

ZONAS DE SEGURIDAD

- Zona de Seguridad 1**
Desde el punto de vista del Medio Físico, corresponden a zonas de estabilidad física en donde no se evidencian procesos de deformación tectónica activos ni procesos de geodinámica externa intensos. No existen amenazas por movimientos en masa que puedan poner en desequilibrio la estabilidad ambiental de una región.
- Zona de Seguridad 2**
Desde el punto de vista de la emergencia-respuesta, es aquel lugar físico, región o infraestructura que posee una mayor capacidad de protección y/o relocalización poblacional y para el desarrollo de actividades socio-económicas productivas con objetivos de Ordenamiento Territorial.
Desde el punto de vista del Medio Físico, corresponden a zonas de inestabilidad física evidenciada y comprobada en la ocurrencia de movimientos en masa. Son también zonas muy tectonizadas y con intensa intervención antrópica.
- Zona de Seguridad 3**
Desde el punto de vista de la emergencia-respuesta, es aquel lugar físico, región o infraestructura que posee una menor o nula capacidad de permanecer estable y brindar protección ante una amenaza y que además son zonas en las que es necesario implementar medidas de prevención.
Zonas en la que existe desarrollo socio-económico ambiental que puede mantenerse estable o no, en función de la actividad antrópica y/o procesos geodinámicos.



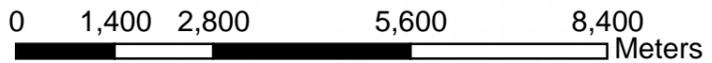

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS SEGURAS, POR MOVIMIENTOS EN MASA PARROQUIA LA TRONCAL - CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:
CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

| | |
|--------------------------------|-------|
| SISTEMA DE COORDENADAS: | WGS84 |
| PROYECCIÓN: | UTM |
| ZONA: | 17S |

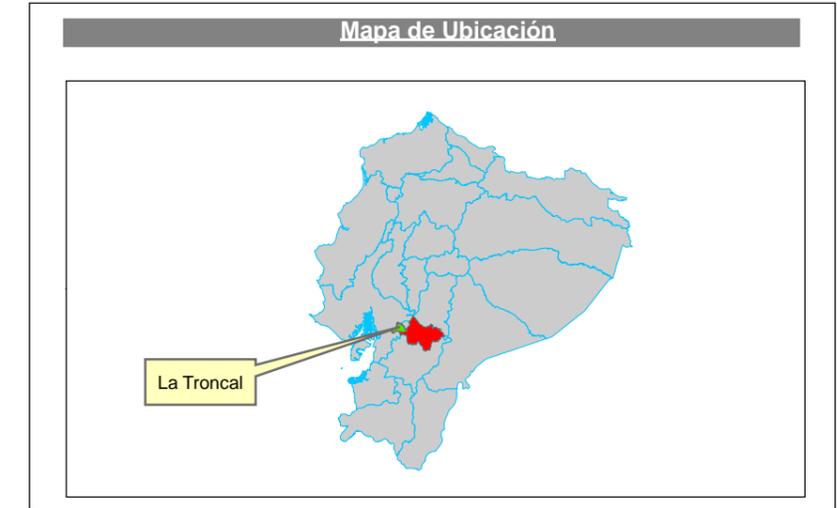
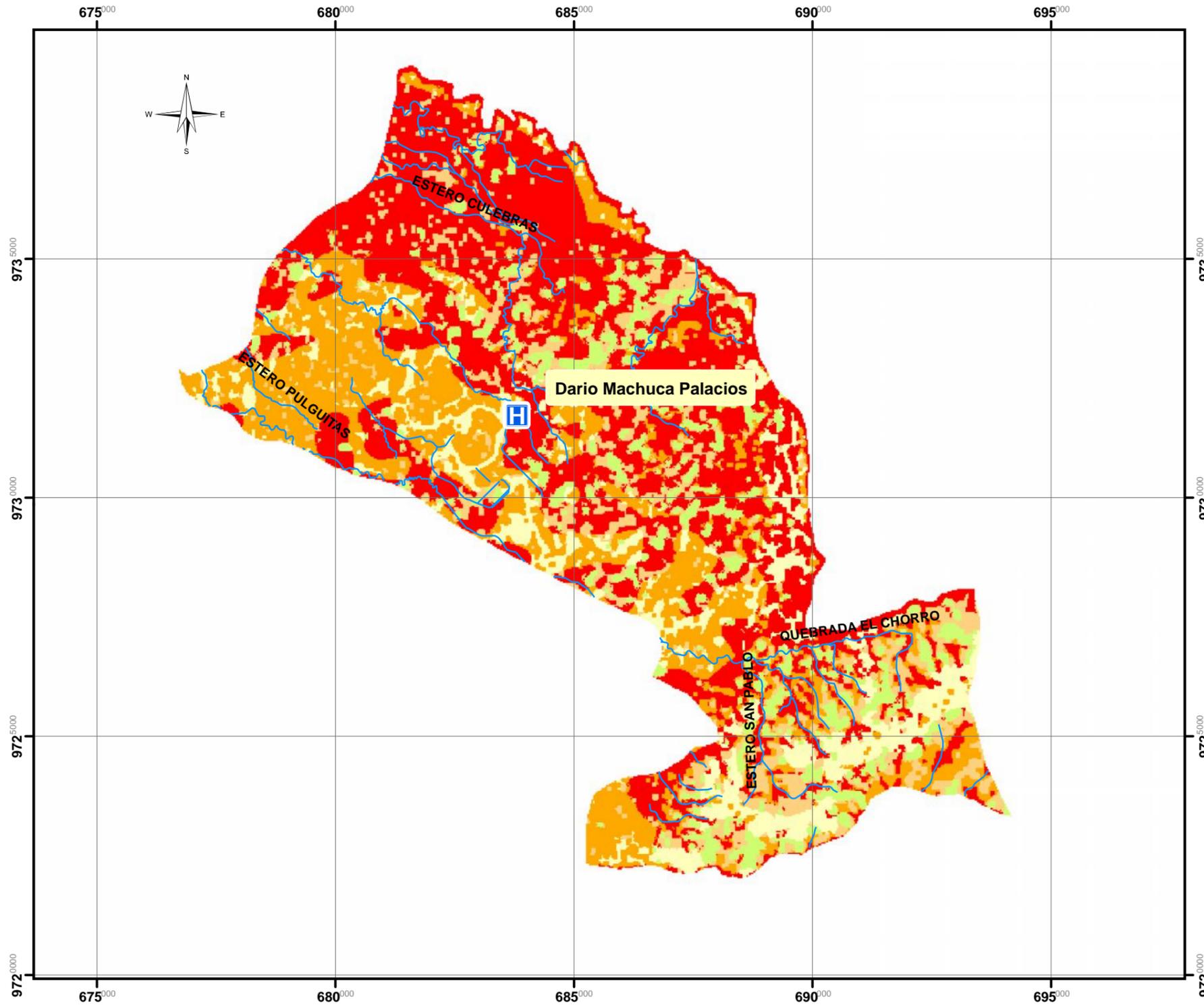
ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:



FECHA: 12/01/2016 **LÁMINA:** 5

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS PROPENSAS A INUNDACIONES PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

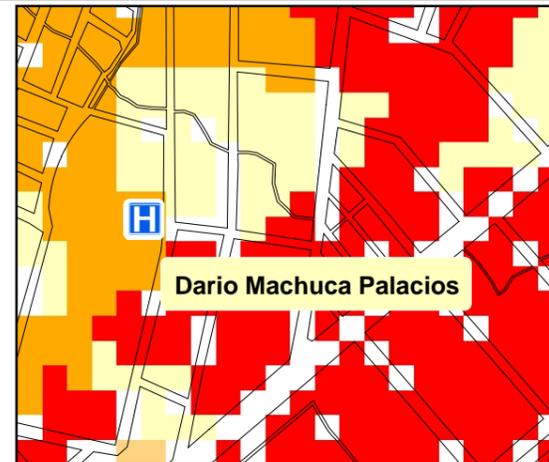
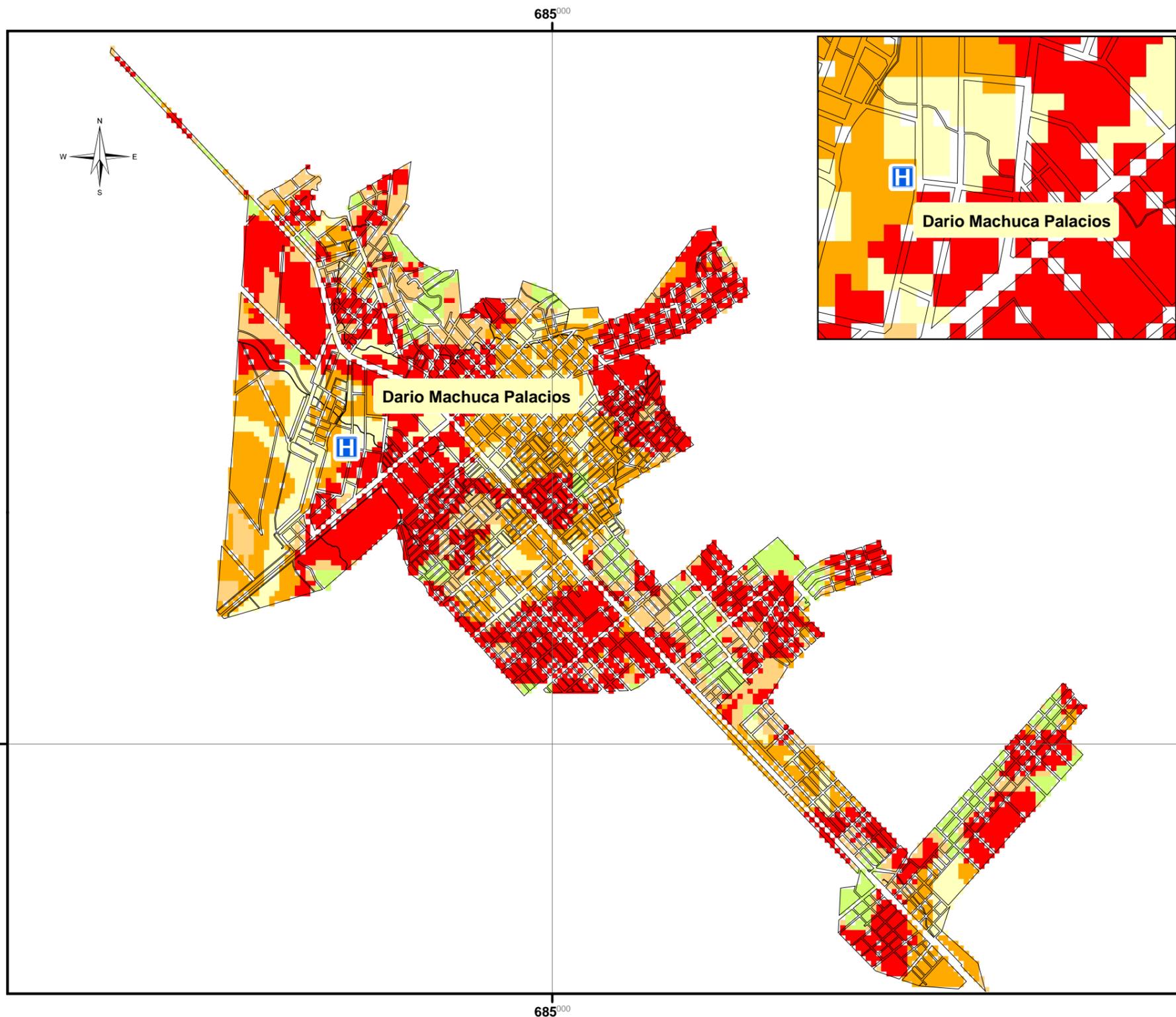


| | |
|--|------------------|
| | |
| MAPA PRELIMINAR DE ZONAS PROPENSAS A INUNDACIONES PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR | |
| FUENTE: <small>CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI</small> | |
| SISTEMA DE COORDENADAS: | WGS84 |
| PROYECCIÓN: | UTM |
| ZONA: | 17S |
| ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA | |
| ESCALA GRÁFICA: | |
| | |
| FECHA: 12/01/2016 | LÁMINA: 6 |

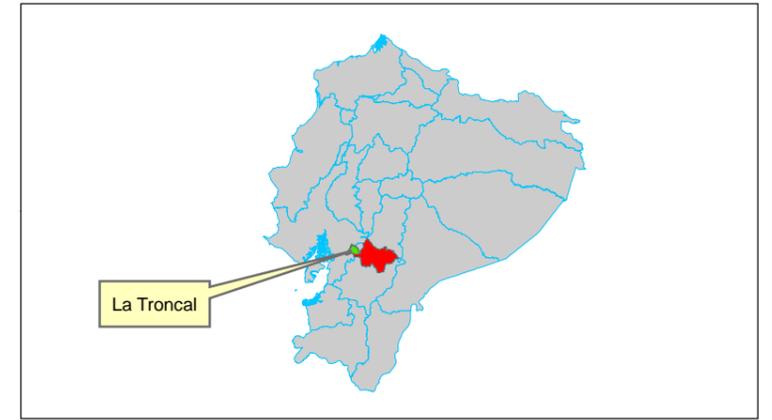
AMENAZAS POR INUNDACIONES

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> SIN: En las partes altas de los relieves, Pendiente > 25% BAJA: En las Terrazas medias y/o indiferencias de zonas altas en precipitaciones excepcionales anormales. MEDIA: En zonas inundables con pendientes entre 0 - 5% y 5 - 12% por lluvias torrenciales y crecidas de ríos. | <ul style="list-style-type: none"> ALTA: En zonas (bacines y depresiones, valles indiferenciados) con pendientes entre 0 - 5% que permanecen inundadas mas de 6 meses durante el año. La acumulación de las aguas puede ser producto de las precipitaciones y por crecida de los ríos en tiempo de invierno. MUY ALTA: En valles aluviales, cauces abandonados, cuerpos de agua de transición con pendientes de 0 a 2%. Presentan muy alta amenaza al anegamiento con periodos de retorno anuales |
|---|---|

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS PROPENSAS A INUNDACIONES PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



Mapa de Ubicación



LEYENDA

- HOSPITAL
- latron_inun_Manzana**
- Value**
- Sin Amenaza
- Baja
- Media
- Alta
- Muy Alta



MAPA PRELIMINAR DE ZONAS PROPENSAS A INUNDACIONES PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84

PROYECCIÓN: UTM

ZONA: 17S

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:



FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 7

AMENAZAS POR INUNDACIONES

- SIN: En las partes altas de los relieves, Pendiente > 25%
- BAJA: En las Terrazas medias y/o indiferencias de zonas altas en precipitaciones excepcionales anormales.
- MEDIA: En zonas inundables con pendientes entre 0 - 5% y 5 - 12% por lluvias torrenciales y crecidas de ríos.
- ALTA: En zonas (bacines y depresiones, valles indiferenciados) con pendientes entre 0 - 5% que permanecen inundadas mas de 6 meses durante el año. La acumulación de las aguas puede ser producto de las precipitaciones y por crecida de los ríos en tiempo de invierno.
- MUY ALTA: En valles aluviales, cauces abandonados, cuerpos de agua de transición con pendientes de 0 a 2%. Presentan muy alta amenaza al anegamiento con periodos de retorno anuales

2.6.1.5 Mapa preliminar de zonas seguras, propensas a inundaciones

Las principales zonas seguras especificadas en el mapa van ser centros educativos como: escuelas y colegios, los albergues también se encuentran especificados en el mapa todo esto ante la amenaza por inundación. Ubicadas estos puntos seguros ante una posible amenaza ya que aquí las personas encontraran resguardo por cualquier catástrofe, conociendo las 3 zonas de seguridad que dependerán de la inestabilidad física evidenciada y comprobada en la ocurrencia de procesos de inundación por desbordamiento de ríos y zonas de acumulación de agua. Pág. 35.

2.6.1.6 Mapa de isoyetas

Es de importancia conocer las isoyetas que se presentan en la parroquia La Troncal, tener presente las precipitaciones en una unidad de tiempo. Esto ayuda especialmente en época de invierno donde las lluvias afectan cada año a los poblados del cantón. Pág. 36.

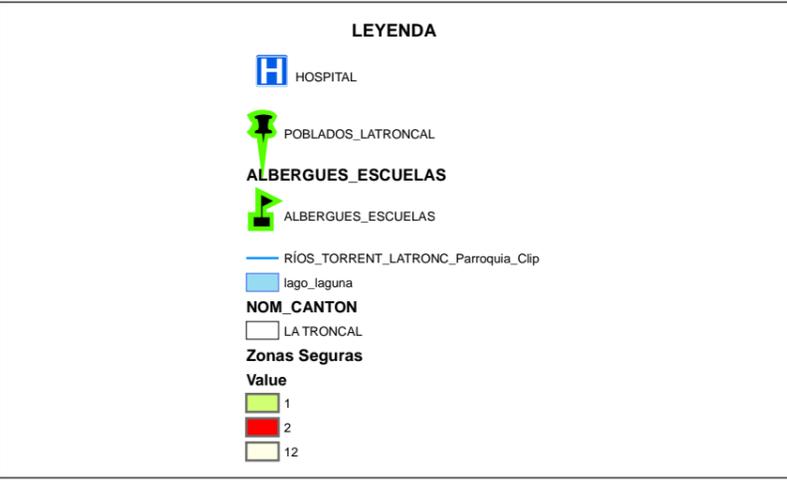
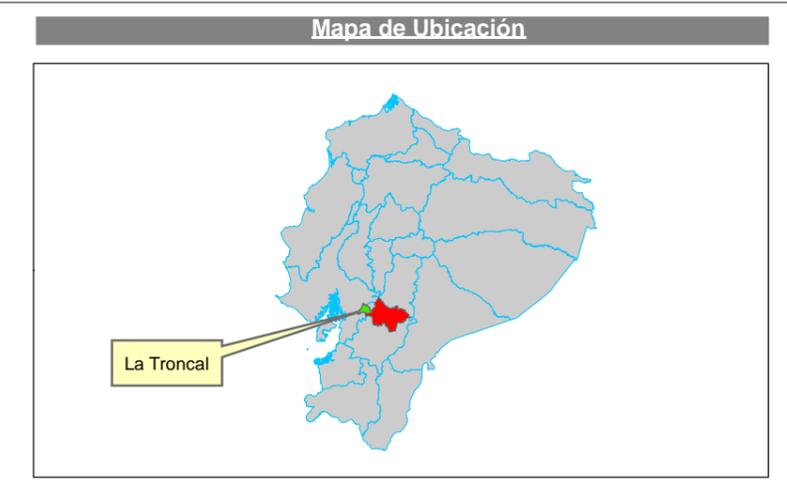
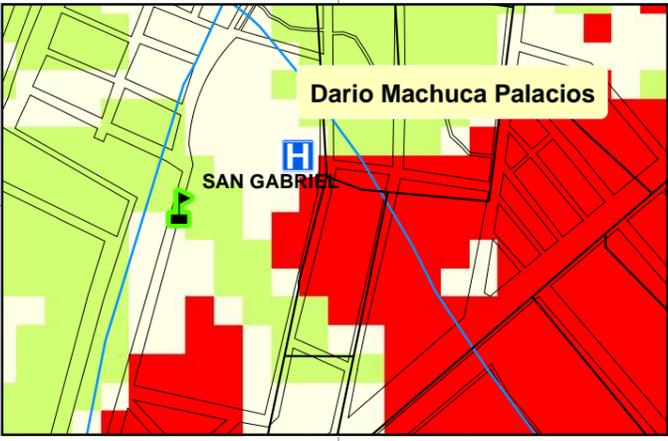
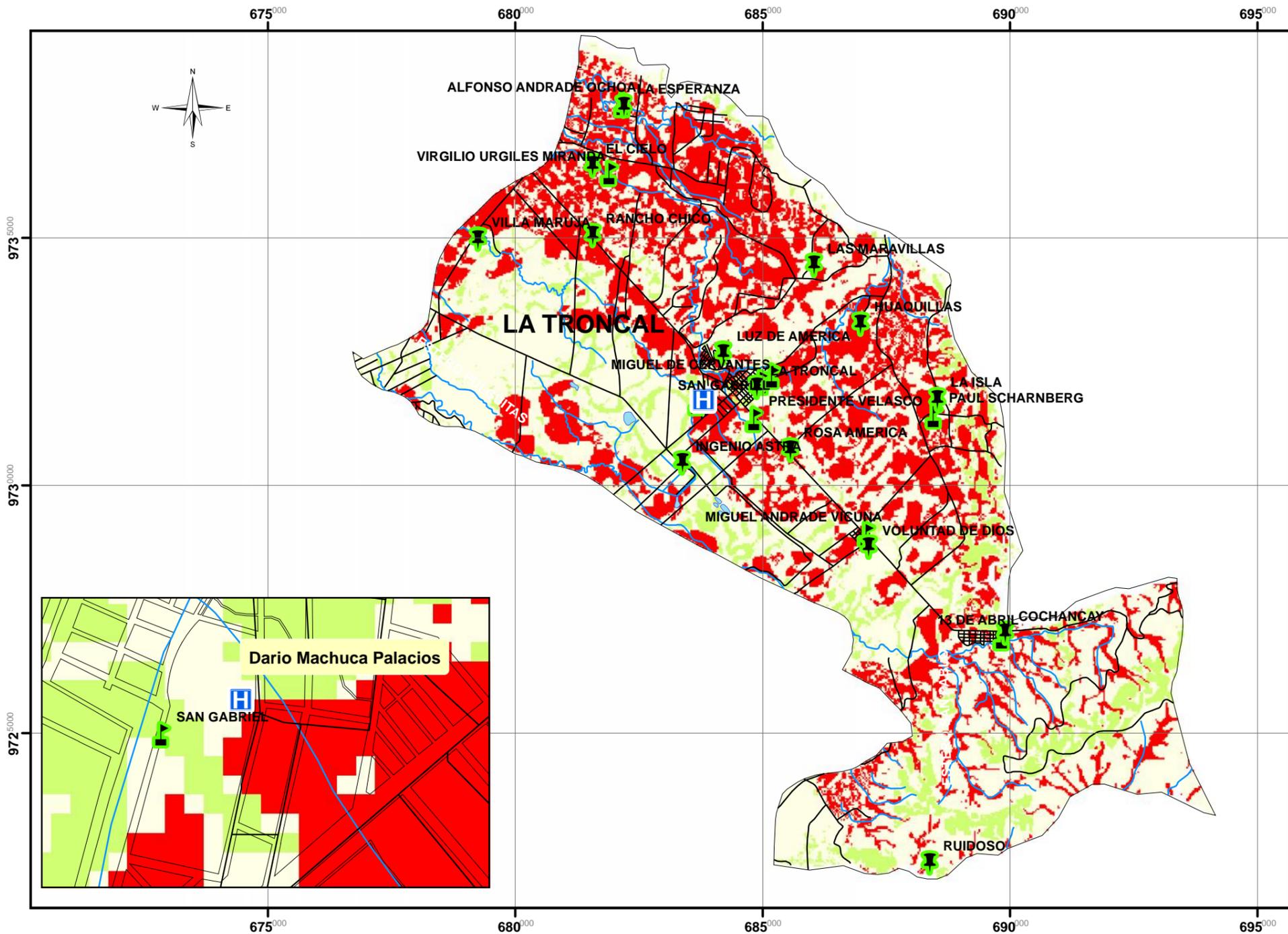
2.6.1.7 Mapa de isotermas

El mapa de Isotermas dará conocimiento de la temperatura de La Troncal en época de verano e invierno especialmente en estación de sequía o invierno cuando alcanza temperaturas elevadas ya que su ubicación esta al este de la zona costanera del Ecuador. Pág. 37.

2.6.2 Mapas de riesgos específicos

Los riesgos específicos se refieren a los peligros del entorno de la entidad hospitalaria, estas amenazas pueden ser provenientes de fenómenos naturales, instalaciones de equipos o maquinaria, epidemias, sociales, fuga de materiales peligrosos, explosiones, entre otras. Estos riesgos ocasionan un bajo o alto nivel de defunciones, otros en cambio pueden afectar las instalaciones y comprometer la seguridad del hospital y sufrir daños en su estructura, estos riesgos si no son prevenidos o controlados causan daño por eso se debe tomar las medidas pertinentes para evitar o disminuir su grado de afectación.

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS SEGURAS, PROPENSAS A INUNDACIONES PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



ZONAS DE SEGURIDAD

- Zona de Seguridad 1**
Desde el punto de vista del Medio Físico, corresponde a zonas de estabilidad física en donde no se evidencia procesos de inundación.No existe amenazas por inundaciones que puedan poner en desequilibrio la estabilidad ambiental de una región.
- Zona de Seguridad 2**
Desde el punto de vista de la emergencia-respuesta es aquel lugar físico, región o infraestructura que posee una mayor capacidad de protección y/o relocalización poblacional y para el desarrollo de actividades socio-económicas productivas con objetivos de Ordenamiento Territorial.
- Zona de Seguridad 3**
Desde el punto de vista del Medio Físico, corresponde a zonas de inestabilidad física evidenciada y comprobada en la ocurrencia de procesos de inundación por desbordamiento de ríos y zonas de acumulacion de agua.
- Zona de Seguridad 3**
Desde el punto de vista de la emergencia-respuesta es aquel lugar físico, región o infraestructura que posee una mayor o nula capacidad de permanecer estable y brindar protección ante una amenaza y que además son zonas en las que es necesario implementar medidas de prevención.
- Zona de Seguridad 3**
Zona en la que existe desarrollo socio-económico ambiental que puede mantenerse estable o no, en función de la actividad antrópica y/o procesos geodinámicos.



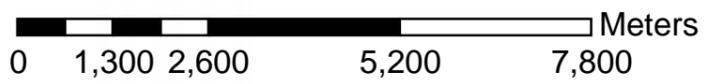

MAPA PRELIMINAR DE ZONAS SEGURAS, PROPENSAS A INUNDACIONES PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:
CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

| | |
|--------------------------------|-------|
| SISTEMA DE COORDENADAS: | WGS84 |
| PROYECCIÓN: | UTM |
| ZONA: | 17S |

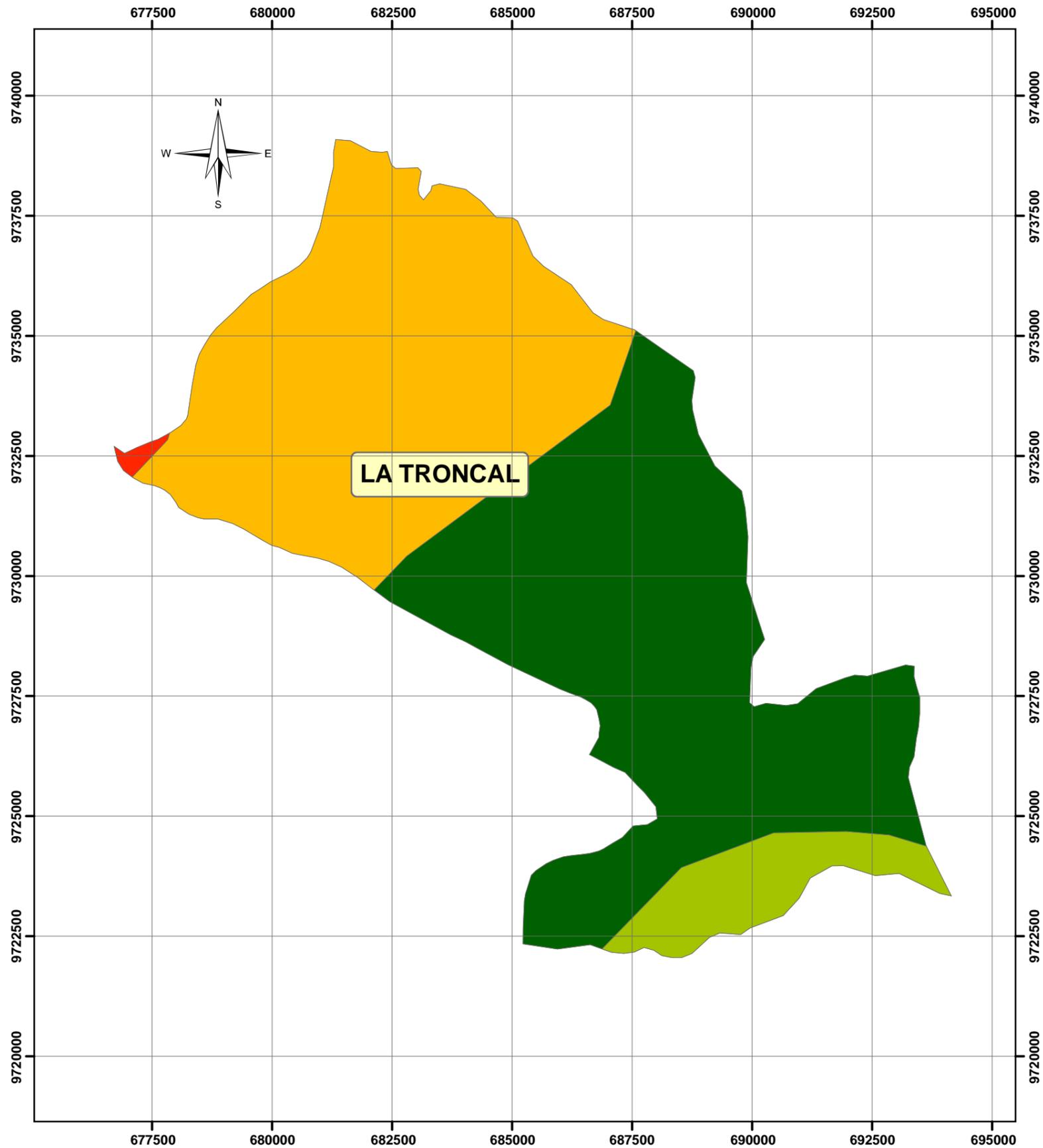
ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:

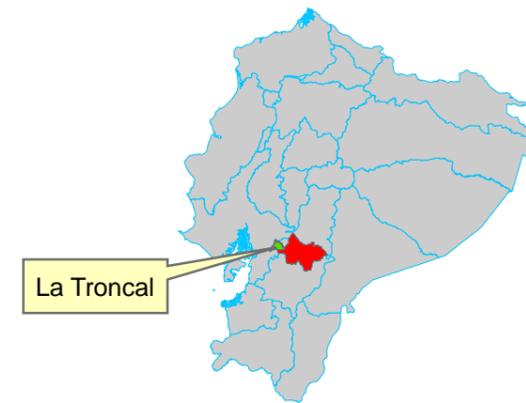


FECHA: 12/01/2016 **LÁMINA:** 8

MAPA DE ISOYETAS - PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



Mapa de Ubicación



LEYENDA

- ISOYETA_Troncal
RANGO
- 1500-1750
 - 1750-2000
 - 2000-2500
 - 2500-3000
- NOM_CANTON
- LA TRONCAL



MAPA DE ISOYETAS - PARROQUIA LA TRONCAL - CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84

PROYECCIÓN: UTM

ZONA: 17S

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

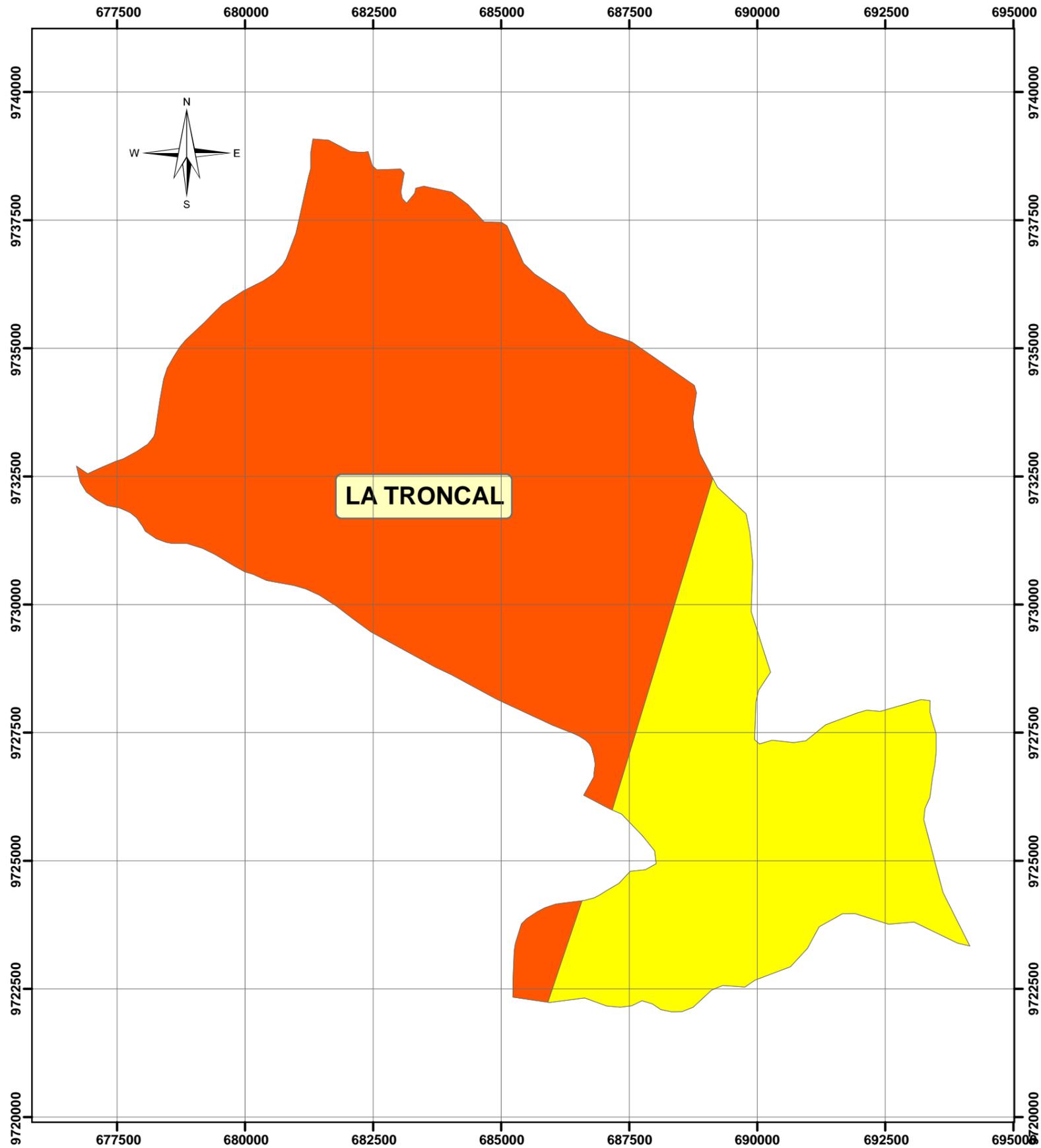
ESCALA GRÁFICA:

0 950 1,900 3,800 5,700 7,600
Meters

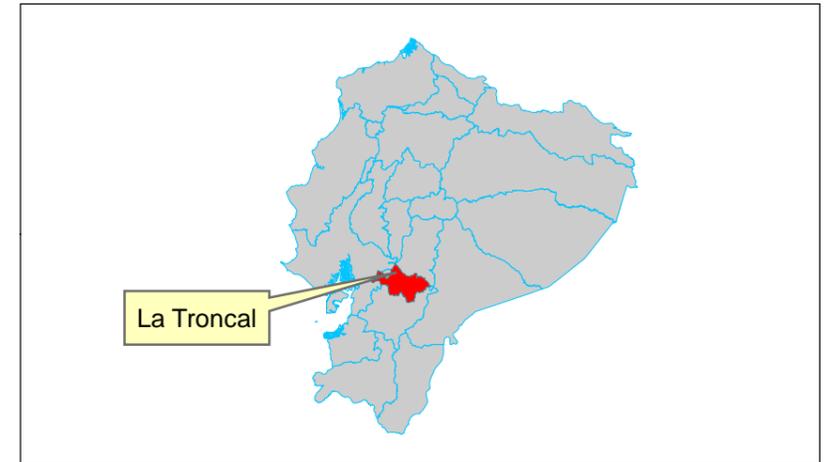
FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 9

MAPA DE ISOTERMAS - PARROQUIA LA TRONCAL -CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR



Mapa de Ubicación



LEYENDA

RANGO

22-24

24-26

NOM_CANTON

LA TRONCAL



MAPA DE ISOTERMAS - PARROQUIA LA TRONCAL - CANTÓN LA TRONCAL- PROV. CAÑAR

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

SISTEMA DE COORDENADAS:

WGS84

PROYECCIÓN:

UTM

ZONA:

17S

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:

0 900,800 3,600 5,400 7,200
Meters

FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 10

2.6.2.1 Mapa de riesgos específico (Árboles- Radios de Caída)

Los arboles brindan importantes beneficios para las ciudades, pero son también una responsabilidad su cuidado, pueden caer y afectar propiedades, estructuras o lastimar a personas incluso provocar la muerte. Sin embargo los árboles son peligrosos, estos se convierten en un riesgo que es asumido como amenaza, a continuación se presenta el mapa por radios de caída de los árboles, sus alturas, su georeferenciación, alturas, radios de follaje y estructuras afectados. Pág. 39.

2.6.2.2 Mapa de riesgos específico (Incendio: Talleres de fuerza- Radios de explosión)

El riesgo de explosión es uno de los principales en la entidad hospitalaria debido que se manejan gases comprimidos en tanques como: oxígeno medicinal, óxido nitroso y gas licuado de petróleo (GLP). Se encuentran en tanques de almacenaje de combustible de diésel para el funcionamiento de un generador. Se toma en cuenta que una explosión es una liberación súbita al medio de gas a alta presión transformándose en energía la cual se disipa mediante una onda de choque, por eso se presta especial cuidado ya que puede provocar daños considerables a personas como a la estructura. Pág. 40.

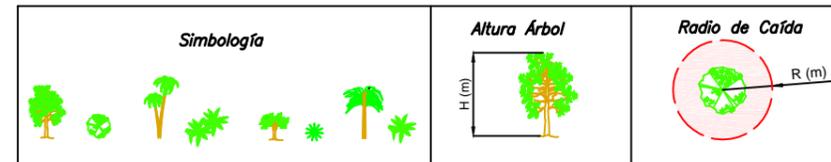
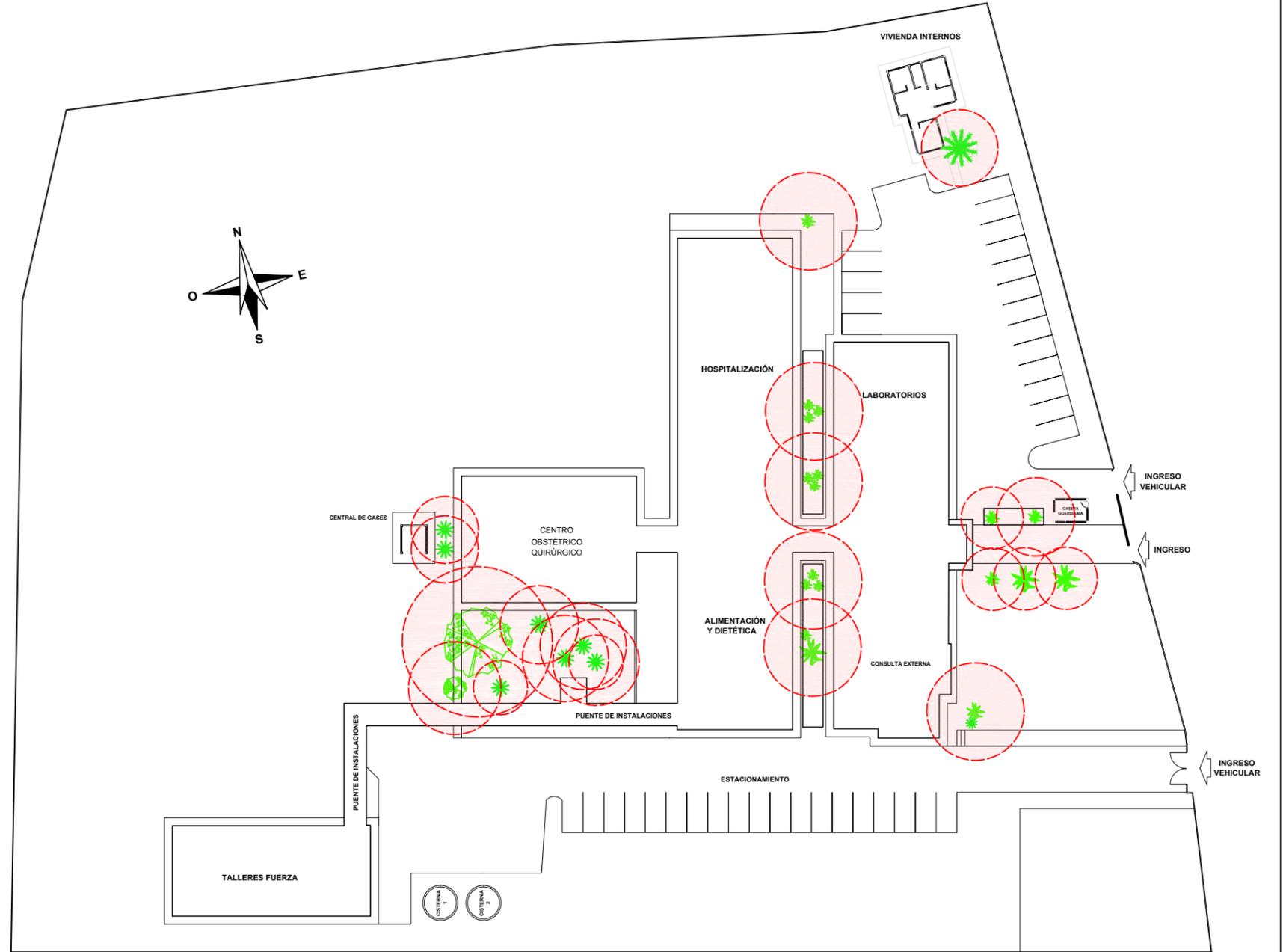
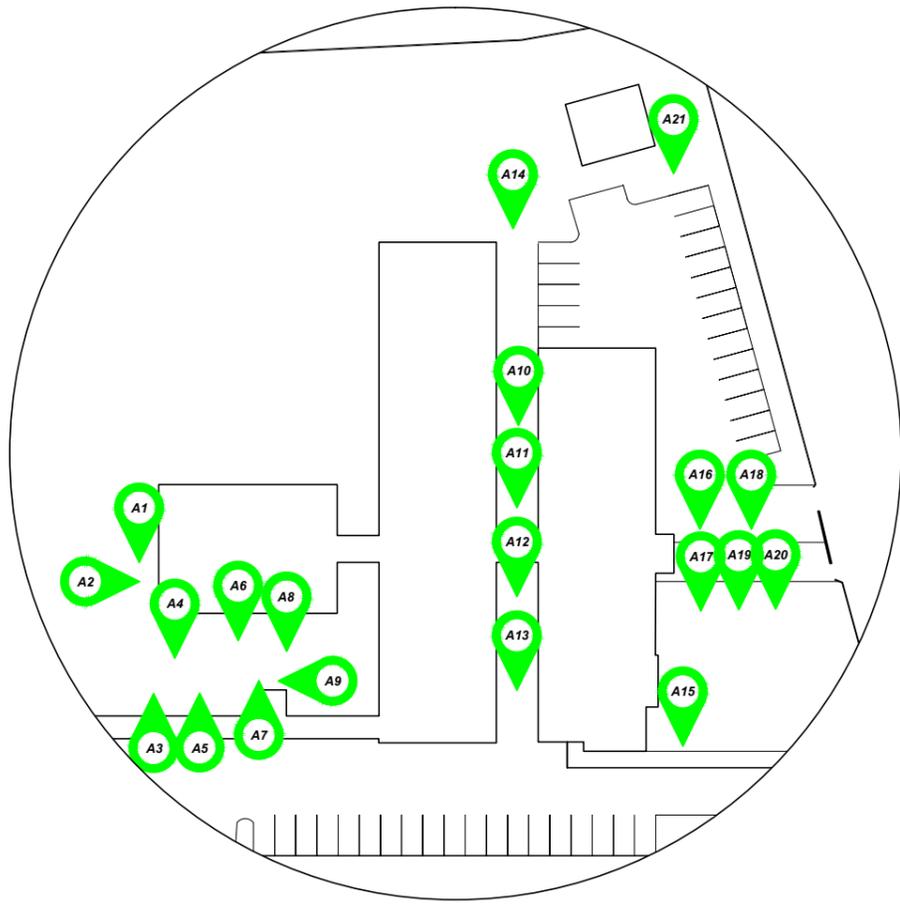
2.6.2.3 Mapa de riesgos específico inundación

En los mapas de amenazas generales ya se habló del peligro de inundación causados por las precipitaciones especialmente en época de invierno, la afectación al hospital no tiene área de influencia, sin embargo la única estructura que se vio comprometida es la vivienda de los internos ya que esta se encuentra a un nivel menor que el normal, por lo cual se encuentra abandonada, otra afectación principal es a la vía principal del hospital la calle San Gabriel en la cual sube el nivel de agua.

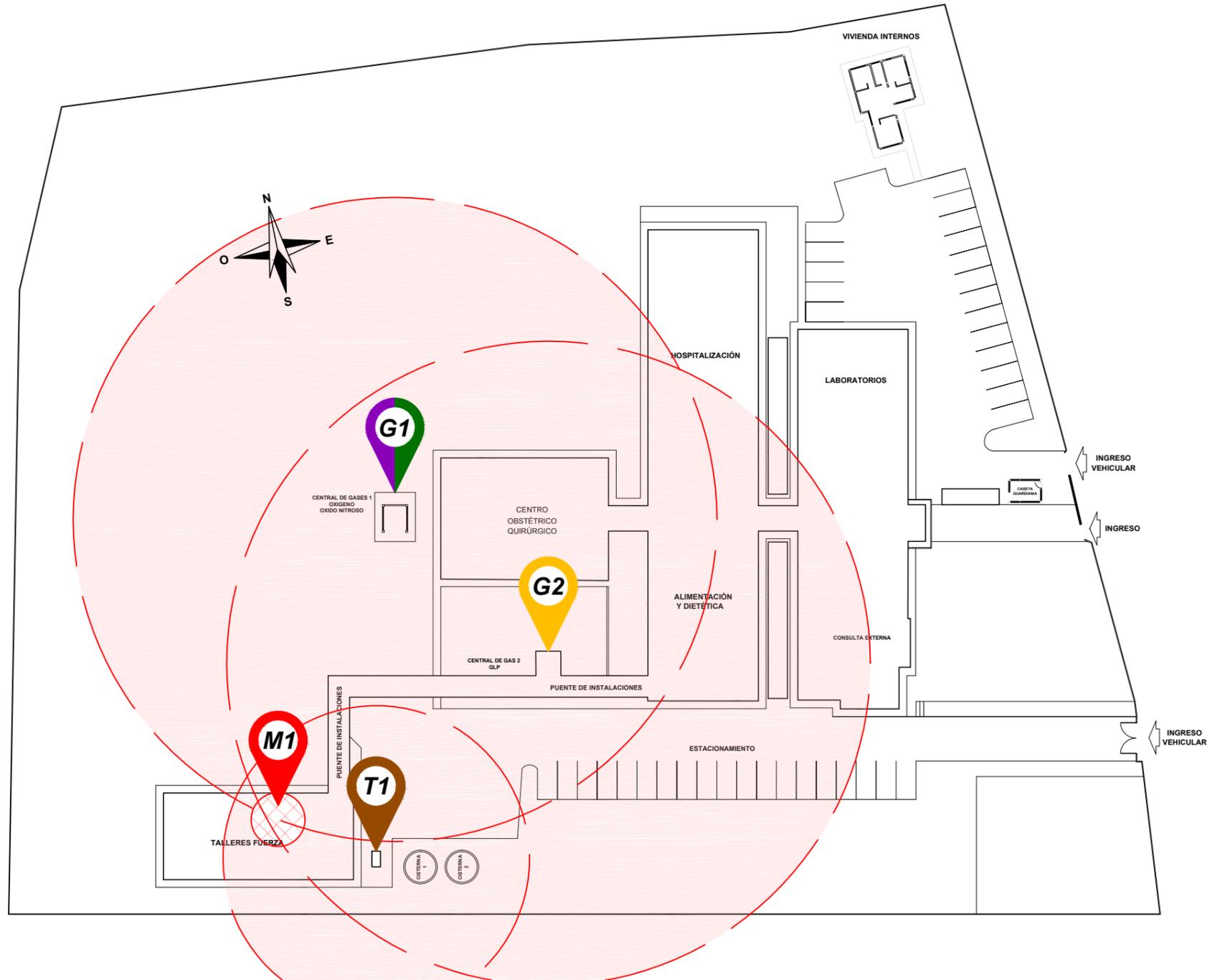
Los planos arquitectónicos, indican un único nivel del piso de todo el hospital, partiendo con este criterio y tomando como base la edificación existente que funcionaba como subcentro de Salud (según el proyecto, se readecuara y pasara a ser las oficinas de consulta



| Árbol | Coordenadas | Altura (H) (m) | Radio de Follaje | Radio de Caída (R) (m) | Estructura Afectada |
|-------|---|----------------|------------------|------------------------|---|
| A1 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683737.405, N: 9731740.914 | 4.6 | 2.5 | 4.2 ± 0.4 | Central de Gases, Centro Obstétrico y Quirúrgico |
| A2 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683737.997, N: 9731737.357 | 4.6 | 1.8 | 4.2 ± 0.4 | Central de Gases, Centro Obstétrico y Quirúrgico |
| A3 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683736.785, N: 9731721.950 | 6.2 | 3.7 | 5.8 ± 0.4 | Puente de Instalaciones |
| A4 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683740.371, N: 9731726.686 | 9.8 | 4.7 | 9.4 ± 0.4 | Puente de Instalaciones, Centro Obstétrico y Quirúrgico |
| A5 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683740.365, N: 9731721.945 | 3.8 | 1.2 | 3.4 ± 0.4 | Puente de Instalaciones |
| A6 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683742.758, N: 9731727.276 | 5.3 | 1.5 | 4.9 ± 0.4 | Centro Obstétrico y Quirúrgico |
| A7 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683743.945, N: 9731721.941 | 5.8 | 1.2 | 5.4 ± 0.4 | Centro Obstétrico y Quirúrgico, Central de GLP |
| A8 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683746.331, N: 9731721.938 | 5.8 | 1.2 | 5.4 ± 0.4 | Centro Obstétrico y Quirúrgico, Central de GLP |
| A9 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683750.507, N: 9731720.748 | 5.8 | 1.2 | 5.4 ± 0.4 | Centro Obstétrico y Quirúrgico, Central de GLP |
| A10 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683781.561, N: 9731744.416 | 6.5 | 1.2 | 6.1 ± 0.4 | Hospitalización, Laboratorios |
| A11 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683780.358, N: 9731736.120 | 6.5 | 1.2 | 6.1 ± 0.4 | Hospitalización, Laboratorios |
| A12 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683777.957, N: 9731724.863 | 6.5 | 1.2 | 6.1 ± 0.4 | Consulta Externa, Alimentación y Dietética. |
| A13 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683777.353, N: 9731718.344 | 6.5 | 1.2 | 6.1 ± 0.4 | Consulta Externa, Alimentación y Dietética. |
| A14 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683807.244, N: 9731766.905 | 6.4 | 1.3 | 6.1 ± 0.4 | Hospitalización |
| A15 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683800.663, N: 9731752.097 | 4.3 | 3 | 3.9 ± 0.4 | Consulta Externa |
| A16 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683801.229, N: 9731727.205 | 4.3 | 1.2 | 3.9 ± 0.4 | Corredor puerta Principal |
| A17 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683806.002, N: 9731726.606 | 5.3 | 1.2 | 4.9 ± 0.4 | Corredor puerta Principal |
| A18 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683798.833, N: 9731719.503 | 4.3 | 1.2 | 3.9 ± 0.4 | Caseta de Guardiania, Corredor Acceso principal |
| A19 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683803.603, N: 9731717.127 | 4.3 | 1.2 | 3.9 ± 0.4 | Caseta de Guardiania, Corredor Acceso principal |
| A20 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683807.183, N: 9731717.122 | 3.6 | 1.1 | 3.9 ± 0.4 | Caseta de Guardiania, Corredor Acceso principal |
| A21 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683792.849, N: 9731705.287 | 5.2 | 3 | 4.8 ± 0.4 | Vivienda de Internos |



| | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|------------|-----------------------|
| | Dibujo: | Ubicación | Fecha | UNIVERSIDAD DEL AZUAY |
| | Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar – La Troncal | 12/01/2016 | |
| Escala: | Nombre del Hospital: | | | Carrera: |
| S/N | DARIO MACHUCA PALACIOS | | | I.C.G.C |
| Contiene: Riesgo Específico (Árboles –Radios de Caída) | | | | |
| Lámina N°1 | | | | |



| ZONA | DESCRIPCIÓN | SIGLA | COORDENADAS | RADIO DE EXPLOSION (m) | ESTRUCTURAS AFECTADAS |
|--------------------|------------------------|-------|---|------------------------|---|
| Talleres de Fuerza | MAQUINAS | M1 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683719.459, N: 9731702.413 | 3.51 | Talleres de Fuerza |
| | TANQUE | T1 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683724.229, N: 9731700.037 | 20 | Talleres de Fuerza, Cisternas, Puente de Instalaciones |
| Central de Gases | Oxigeno, Oxido Nitroso | G1 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683733.225, N: 9731737.956 | 42 | Central de Gases 1, Centro Obstetrico Quirurgico, Central de Gas 2, Puente de Instalaciones, Alimentacion y Dietetica |
| | GLP | G2 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683748.714, N: 9731718.379 | 42 | Central de Gases 1, Centro Obstetrico Quirurgico, Central de Gas 2, Puente de Instalaciones, Alimentacion y Dietetica, Consulta Externa |



Nota: Incendio Talleres de Fuerza fue dentro del mismo y controlado. Los radios de explosiones se realizaron con indice de DOW.

| | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|------------|----------|
| | Dibujo: | Ubicación: | Fecha: | |
| | Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar – La Troncal | 12/01/2016 | |
| Escala: | Nombre del Hospital: | | | Carrera: |
| S/N | DARIO MACHUCA PALACIOS | | | I.C.G.C |
| Contiene: Riesgo Específico (Incendio Talleres de Fuerza –Radios de Explosión Gases) | | | | |
| Lámina N°2 | | | | |

externa), se toma como punto de partida el nivel de este piso como el NV+0.30 que indica los planos estructurales (y que según los planos arquitectónicos es el NV+0.90), y que será el nivel de piso terminado.

En vista de ser una zona de inundación se espera niveles a puntos situados en la puerta de acceso el mismo que nos da el NV+0.00 que coincide con el nivel indicado en el emplazamiento, además se toma en la calzada y vereda, lo que permitió asegurar que el nivel determinado se encuentra en un punto superior. Pág. 42.

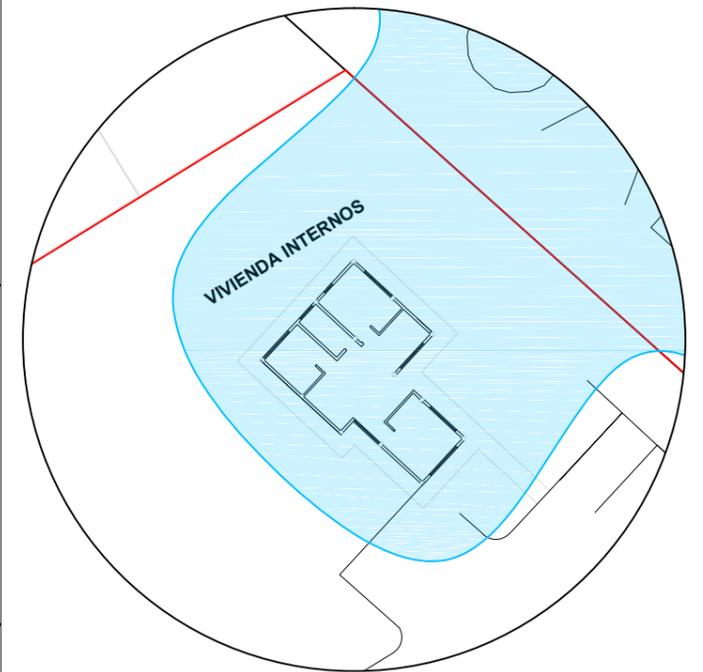
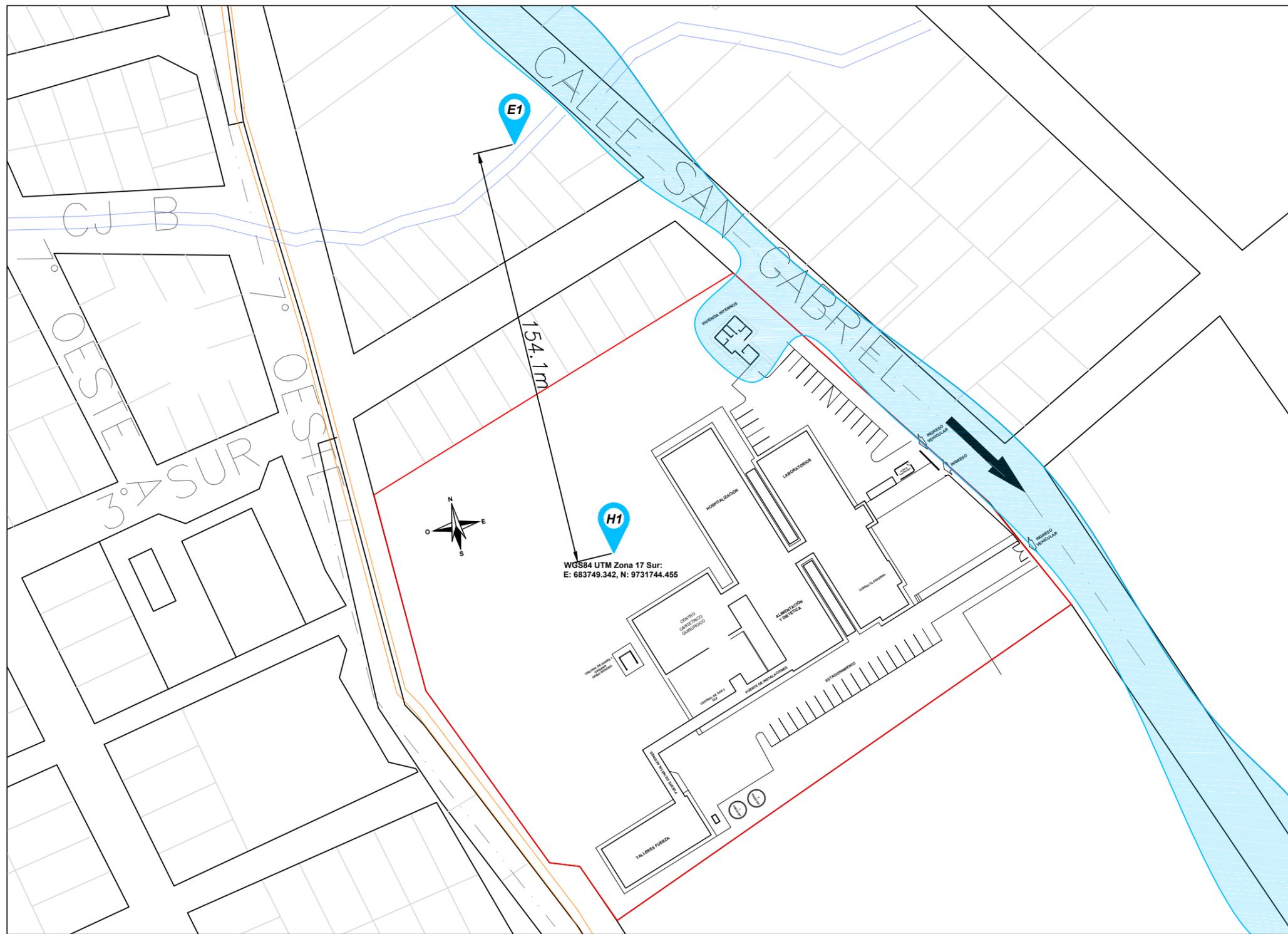
2.6.2.4 Mapa de riesgos específico (plagas y zafra)

Este tipo de amenazas específicas donde su superficie de afectación es en la zona urbana y áreas colindantes, la primera amenaza es específicamente la del dengue y Chikungunya que los portadores son mosquitos *Aedes Aegypti*. La segunda amenaza específica se debe a la Zafra que es la época cuando se cosecha la caña para producción de azúcar en los meses de junio a diciembre de cada año debido a un ingenio azucarero que se encuentra en el cantón, este produce un residuo particular parecido a la ceniza el cual afecta al hospital obstruyendo las rejillas de las bajantes de agua lluvia. Pág. 43.

2.6.3 Fallas específicas, modeladas e identificadas en la maqueta virtual

Las fallas encontradas en el hospital fueron realizadas a una inspección visual y fotográfica para conocer sus posibles orígenes y causas que estas llegaran a tener o afectar a los elementos de la estructura, a equipos y maquinas, la afectación de algunas instalaciones, entre otras. Todas estas fallas están detalladas en los planos.

- | | | | |
|-----------------------------------|---------|------------------------------------|---------|
| - Falla por Scaling | Pág. 44 | - Falla por Corrosión en Tuberías. | Pág. 48 |
| - Falla por Fisuras. | Pág. 45 | - Falla por Fuga (Lavandería). | Pág. 49 |
| - Falla por Juntas de Dilatación. | Pág. 46 | - Falla por Vegetación (Maleza). | Pág. 50 |
| - Falla por. Humedad | Pág. 47 | | |

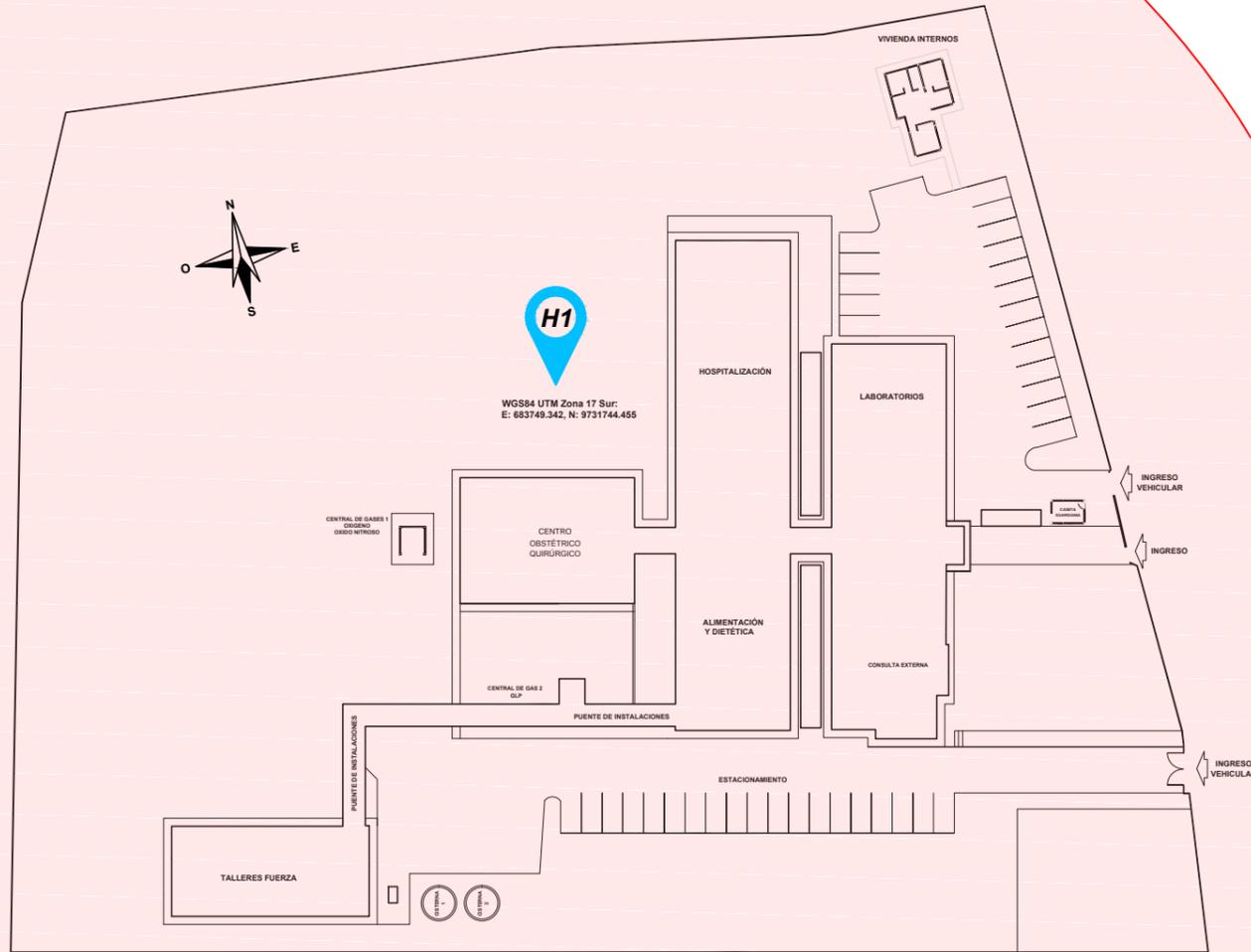


| DESCRIPCIÓN | SIGLA | COORDENADAS | Distancia al Hospital (m) | ESTRUCTURAS AFECTADAS |
|-------------------|-------|--|---------------------------|--|
| ESTERO La Cecilia | E1 | WGS84 UTM Zona 17 Sur: E: 683817.496, N: 9731855.792 | 154.1 | Vivienda de Internos, Calle San Gabriel (Principal Hospital) |

| | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------|------------|-----------------------|
| | Dibujo: | Ubicación | Fecha | UNIVERSIDAD DEL AZUAY |
| | Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar – La Troncal | 12/01/2016 | |
| Escala: | Nombre del Hospital: | | Carrera: | |
| S/N | DARIO MACHUCA PALACIOS | | I.C.G.C | |
| Contiene: Riesgo Específico Inundación (Solo en época de Invierno) | | | | Lámina N°3 |

Nota: El agua que ingresa al recinto del Hospital es tiempo de invierno, no afecta las instalaciones principales (la vivienda de los internos se encuentra abandonada ya que tiene un nivel menor que el de la superficie y ha tenido varios ingresos de agua).

Área de afección es total con respecto a las plagas, con la zafra es similar.



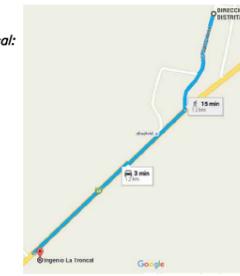
Nota: En tiempo de Zafra el ingenio La Troncal tiene un residuo de sus chimeneas por el proceso de refinación de la azúcar parecido a ceniza y esta afecta en la cubierta del Hospital obstruyendo las rejillas de las aguas lluvia.



MAPA INGENIO LA TRONCAL

Datos Del Ingenio La Troncal:

Distancia:
 Línea Recta: 1.17 Km.
 En vía: 1.2 Km.
Producción:
 1'500.618 Tn de Cafia obtenidas por 25000 Ha.
 Con una producción diaria aproximada de 14.000 Tn en mollienda.
Epoce de Zafra:
 Entre Junio y Diciembre de cada año.



https://www.google.com/maps/@0.9218318,-79.3438114,15z/data=!3m1!1e3!3m1!1s0x191111111111111111:0x191111111111111111

INGENIO LA TRONCAL

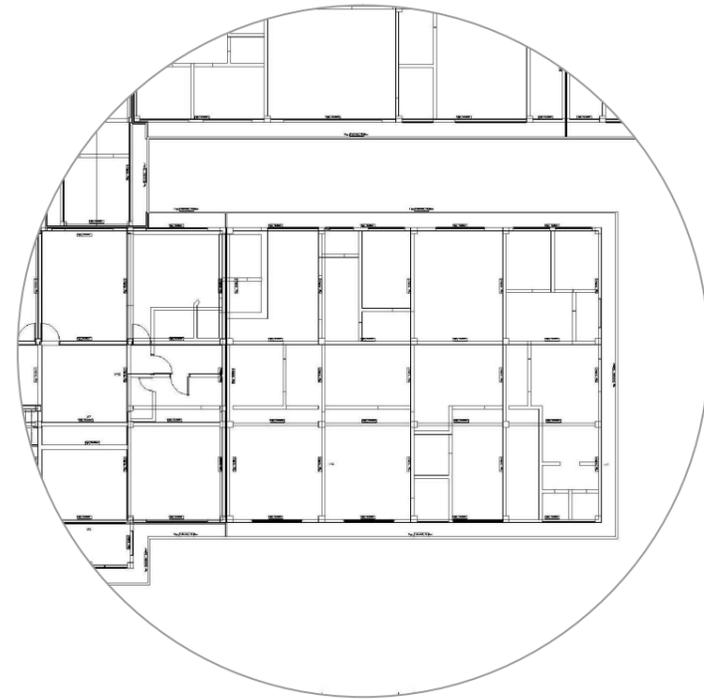


Plagas



Las plagas mas especificas, comunes de la Troncal son: dengue, chikungunya, causadas por el mosquito aedes aegypti.

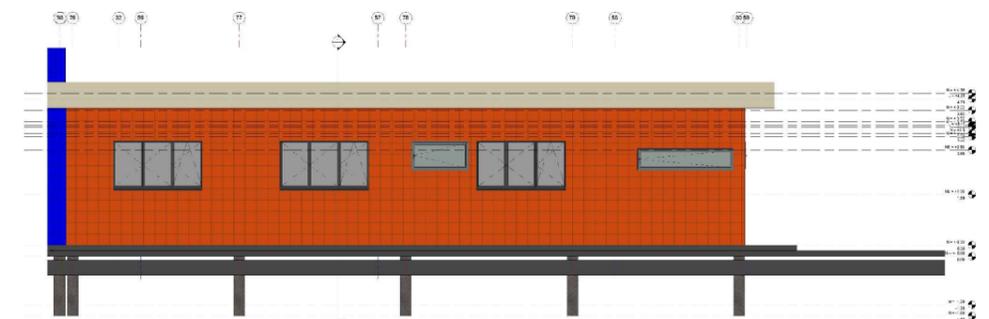
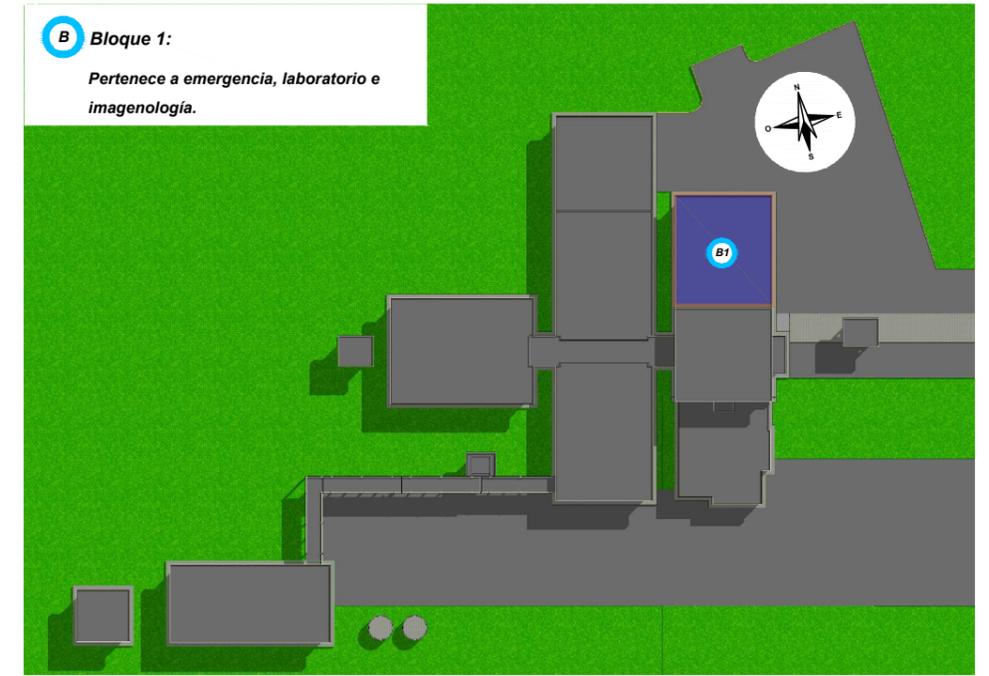
| | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------|------------|---|
|  | Dibujo: | Ubicación | Fecha |  UNIVERSIDAD DEL AZUAY |
| | Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar – La Troncal | 12/01/2016 | |
| Escala: | Nombre del Hospital: | | | Carrera: |
| S/N | DARIO MACHUCA PALACIOS | | | I.C.G.C |
| Contiene: Riesgo Específico (Plagas – Zafra) | | | | Lámina N4 |



Vista Superior

Vista Lateral

Imagen



SCALING DE LOSAS:

El descascamiento es la delaminación local o desprendimiento de una superficie terminada de concreto (hormigón) endurecido como resultado de su exposición a factores naturales. El descascamiento ligero no expone el agregado grueso.

Se presenta en la zona de las losas de cubierta del hospital se ven afectadas debido a la humedad y material orgánico que forma una lamina, por esa razón debería haber un mayor mantenimiento y control de misma.



Escala:
S/N

Dibujo:
Ignacio Benjamin Villota Tapia

Ubicación
Cañar – La Troncal

Fecha
25/05/2016



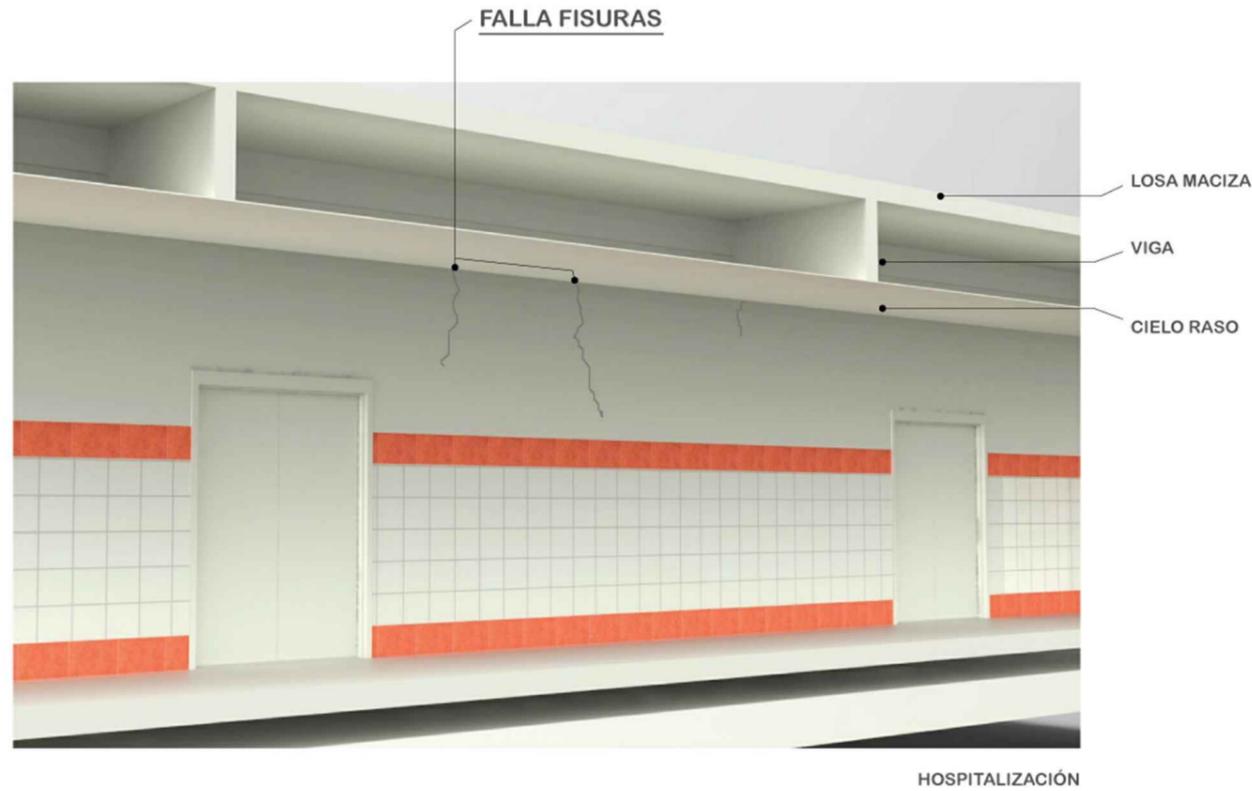
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Nombre del Hospital:
DARIO MACHUCA PALACIOS

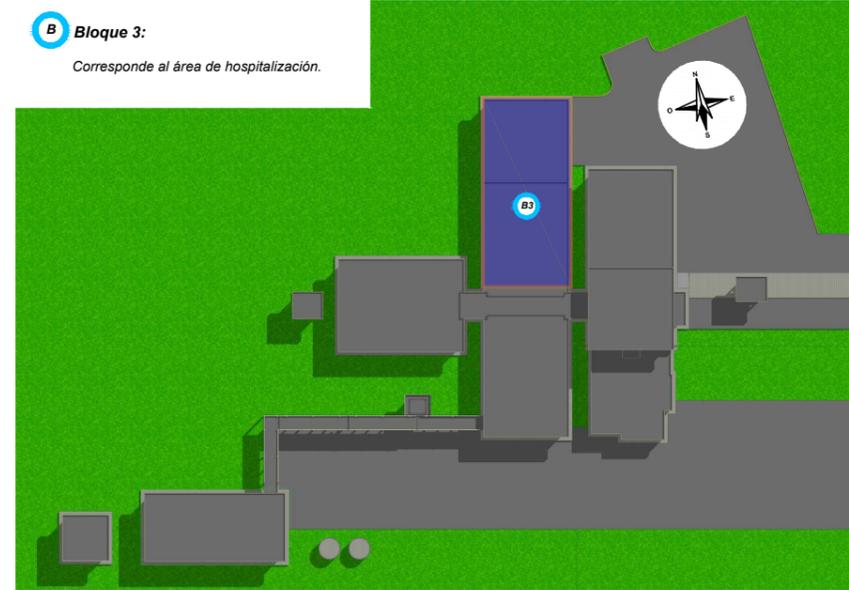
Carrera:
I.C.G.C

Lámina N°1

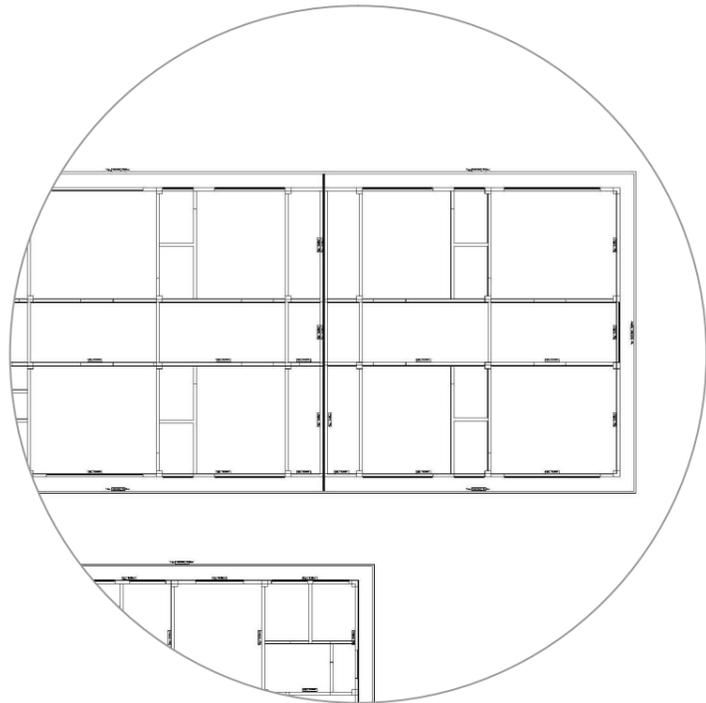
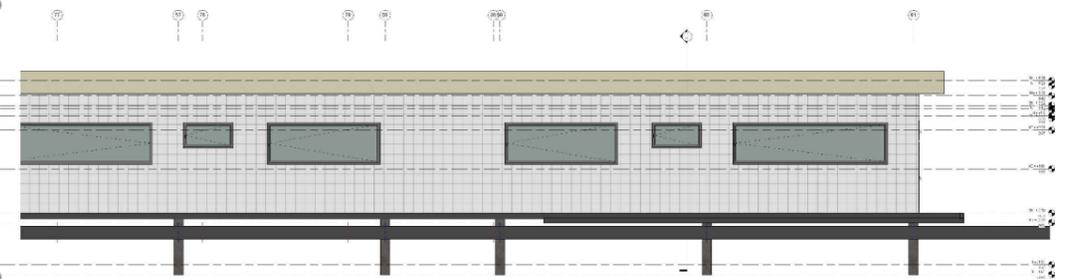
Contiene: Falla Específica (Scaling de Losas)



Vista Superior



Vista Lateral



Imágenes



FISURAMIENTO:

Una fisura es una abertura superficial en el muro o su revestimiento. El fisuramiento superficial se debe a diferentes causas pero las mas principales son por asentamiento normal de la estructura y otras son estructurales (fallas en la cimentación), el daño se produce principalmete en el enlucido que es un material no estructural de gran importancia. Ante la aparición fisuras o grietas, es conveniente una reparación inmediata, para que el daño no se expanda al resto de la pared.



Dibujo: *Ignacio Benjamin Villota Tapia*
 Ubicación: *Cañar – La Troncal*
 Fecha: *25/05/2016*



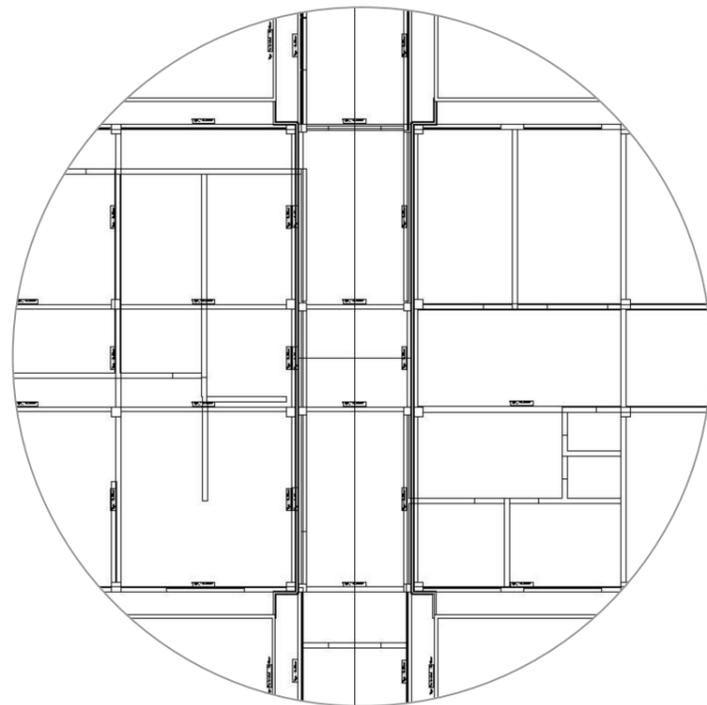
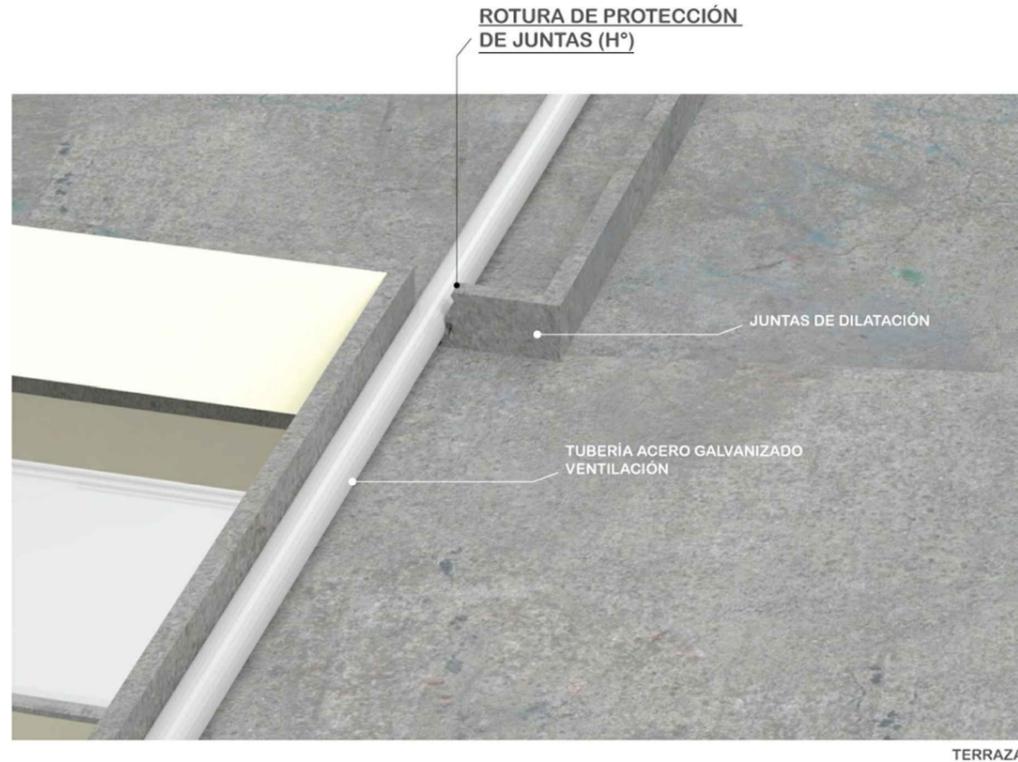
Escala: *S/N*

Nombre del Hospital: *DARIO MACHUCA PALACIOS*

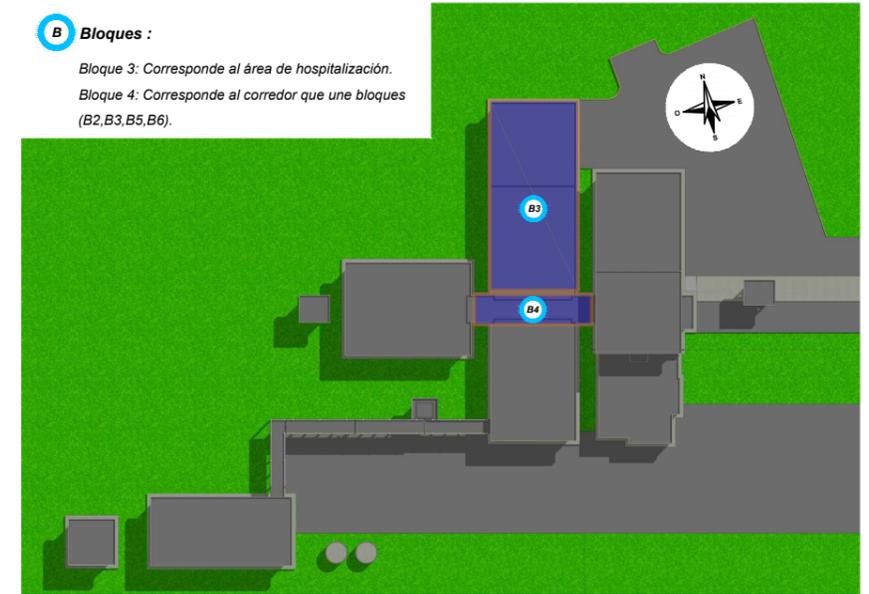
Carrera: *I.C.G.C*

Contiene: *Falla Específica (Agrietamiento – Fisuras)*

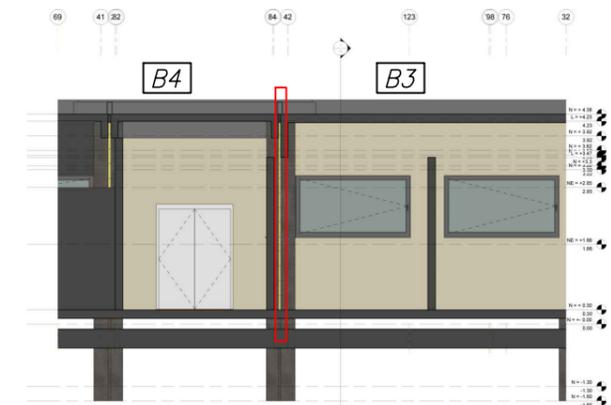
Lámina N°2



Vista Superior



Vista Lateral



Imágenes



JUNTAS DE DILATACIÓN:

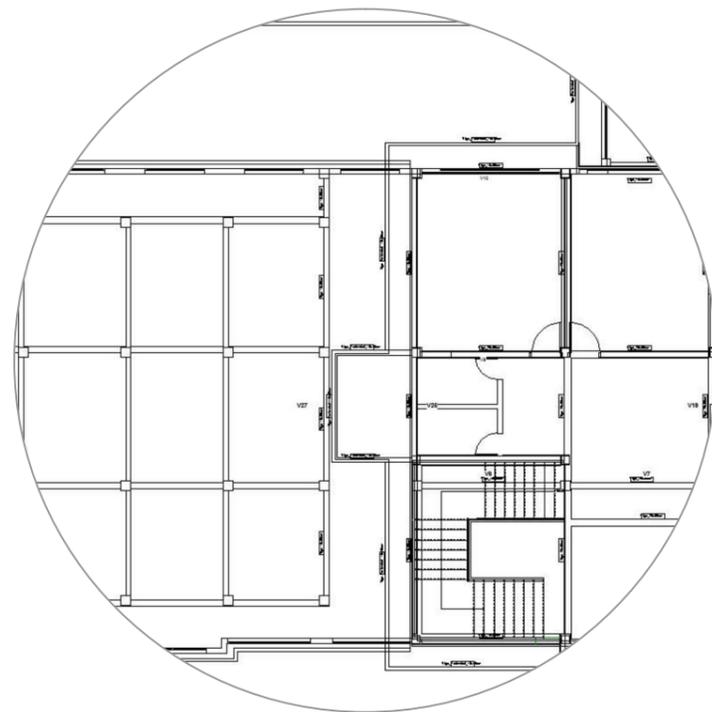
La función básica de las juntas es para controlar los movimientos que generan las tensiones producidas en el interior de las estructuras. Las juntas deben sellarse para conservar ese espacio donde se producirán los movimientos, para impedir que penetre agua u otro elemento y para proteger los bordes del deterioro por impacto de cargas puntuales. En el caso del hospital hay filtraciones de agua a través de las juntas como se observa en la fotografía debido a que ha sido rota para dar paso a una tubería.

| | | | | |
|---|---|--|------------|---|
|  | Dibujo: | Ubicación | Fecha |  UNIVERSIDAD DEL AZUAY |
| | Ignacio Benjamin Villota Tapia Escala: S/N | Cañar – La Troncal Nombre del Hospital: DARIO MACHUCA PALACIOS | 25/05/2016 | |
| Contiene: Falla Específica (Juntas de Dilatación) | | | | |

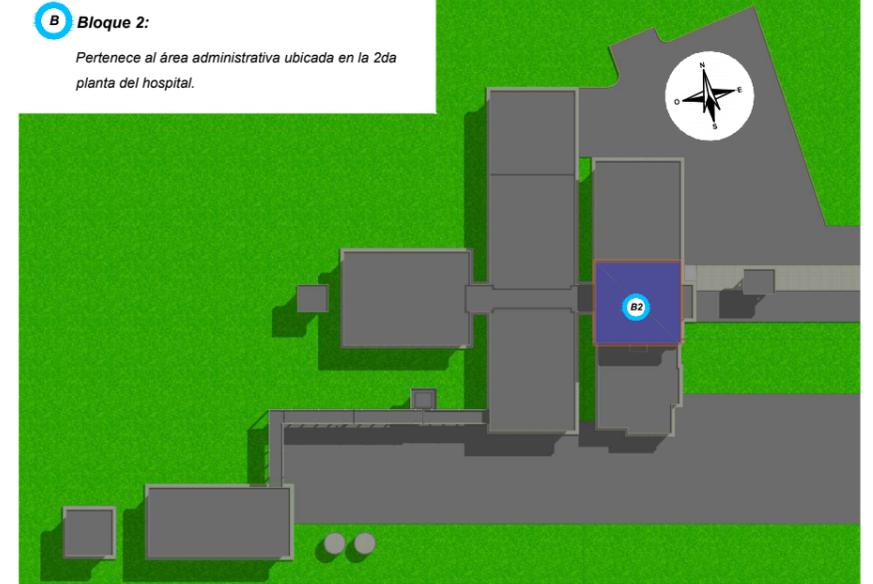


CONSULTORIO

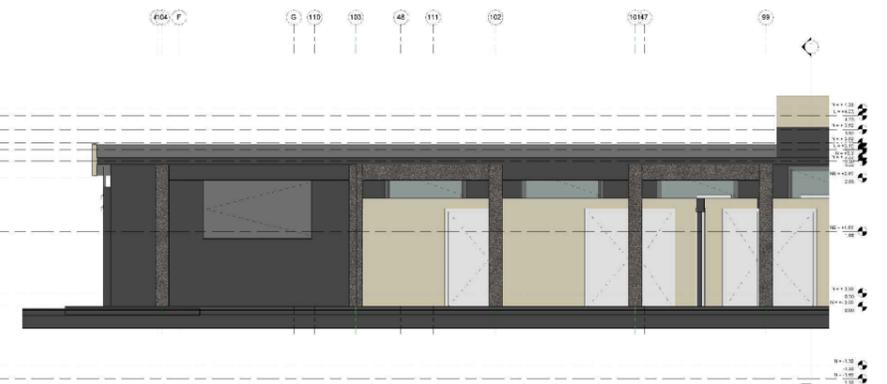
BAÑOS - CONSULTA



Vista Superior



Vista Lateral



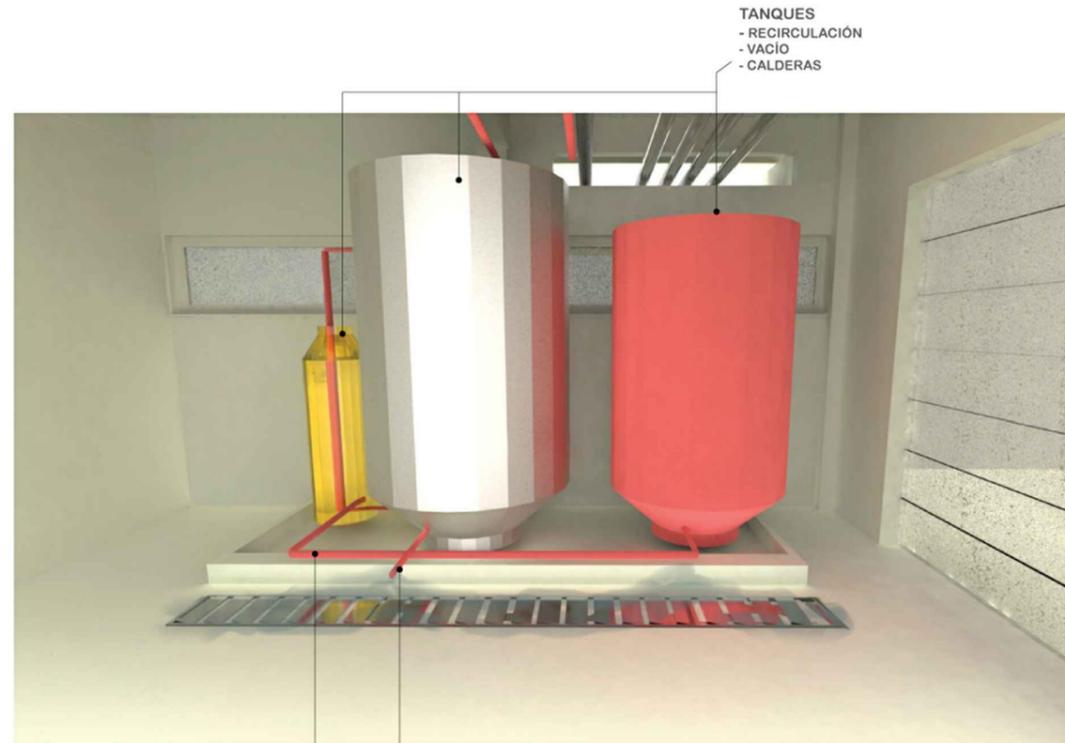
Imagen



HUMEDAD EN CIELO RAZO

La presencia de humedad en el cielo raso se debe a la filtración de agua a través de las juntas o en puntos de las losas del hospital, también se deben a la entrada de los ductos de aire acondicionado los cuales no están completamente sellados permitiendo la entrada de agua y por respuesta el daño y deterioro del cielo raso.

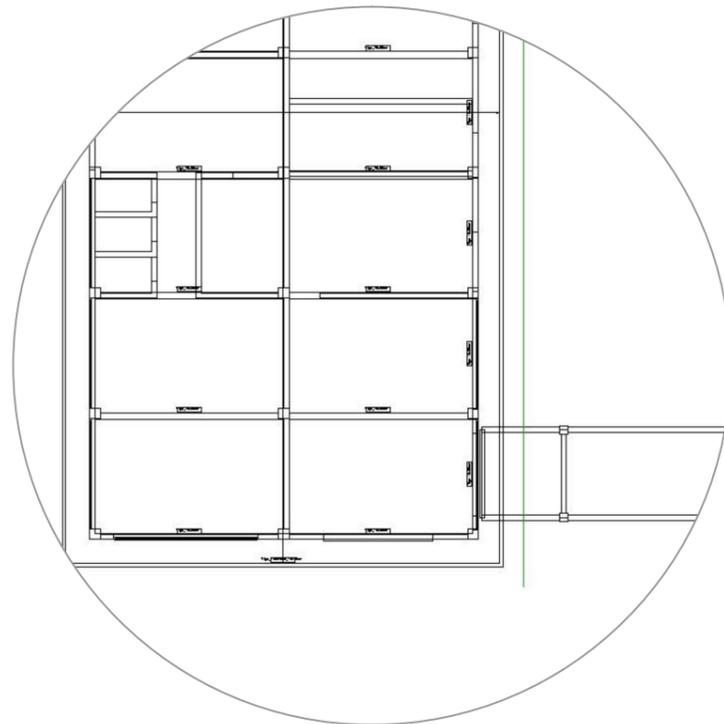
| | | | | |
|---|--|--------------------|------------|---|
|  | Dibujo: | Ubicación | Fecha |  UNIVERSIDAD DEL AZUAY |
| | Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar – La Troncal | 25/05/2016 | |
| Escala: S/N | Nombre del Hospital: DARIO MACHUCA PALACIOS | | | Carrera: I.C.G.C |
| Contiene: Falla Específica (Húmedad en Cielo Razo) | | | | Lámina N°4 |



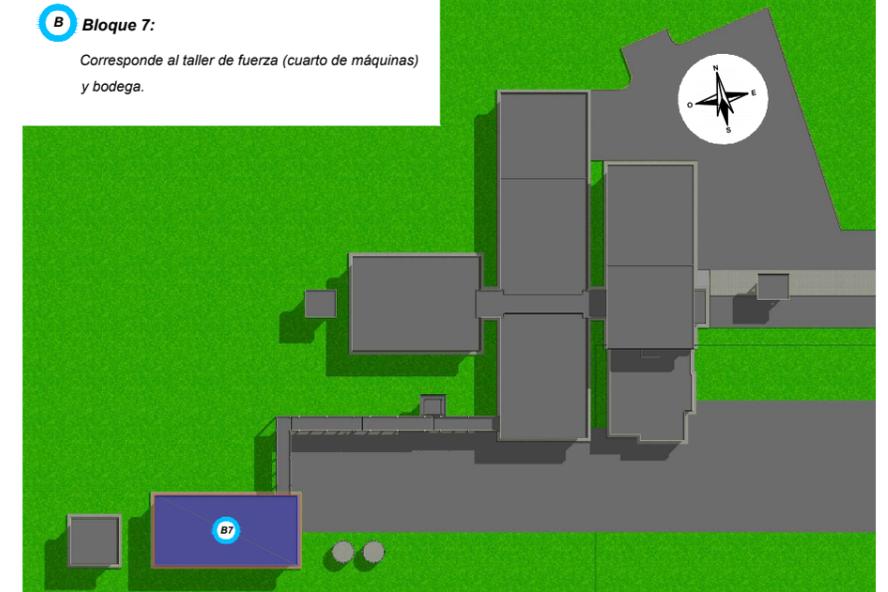
TUBERÍAS DE DESFOGUE
ACR CU 1"

FALLA DESGASTE
TUBERÍAS

TALLERES DE FUERZA



Vista
Superior



B Bloque 7:
Corresponde al taller de fuerza (cuarto de máquinas)
y bodega.

Vista
Lateral



Imagen



TUBERIAS

Las tuberías tienen un grado de desgaste, corrosión y fatiga debido al uso que han tenido o al poco mantenimiento que se les da, es importante revisar las conexiones, los accesorios y empaques que poseen para evitar daños o fugas en las áreas dentro de la estructura. Se deberán llevar controles y mantenimientos preventivos para así poder aumentar la vida útil de las instalaciones.



Dibujo: Ignacio Benjamín Villota Tapia
Ubicación: Cañar – La Troncal
Fecha: 25/05/2016

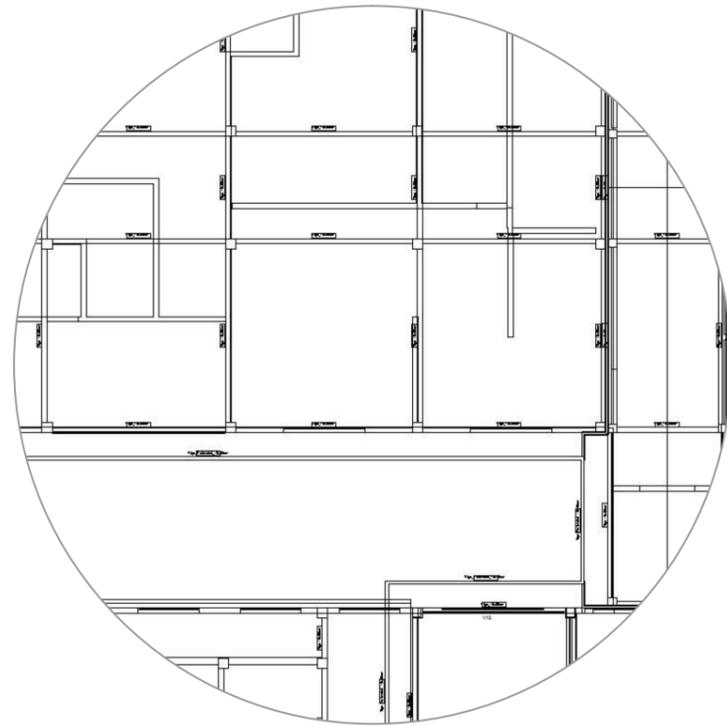
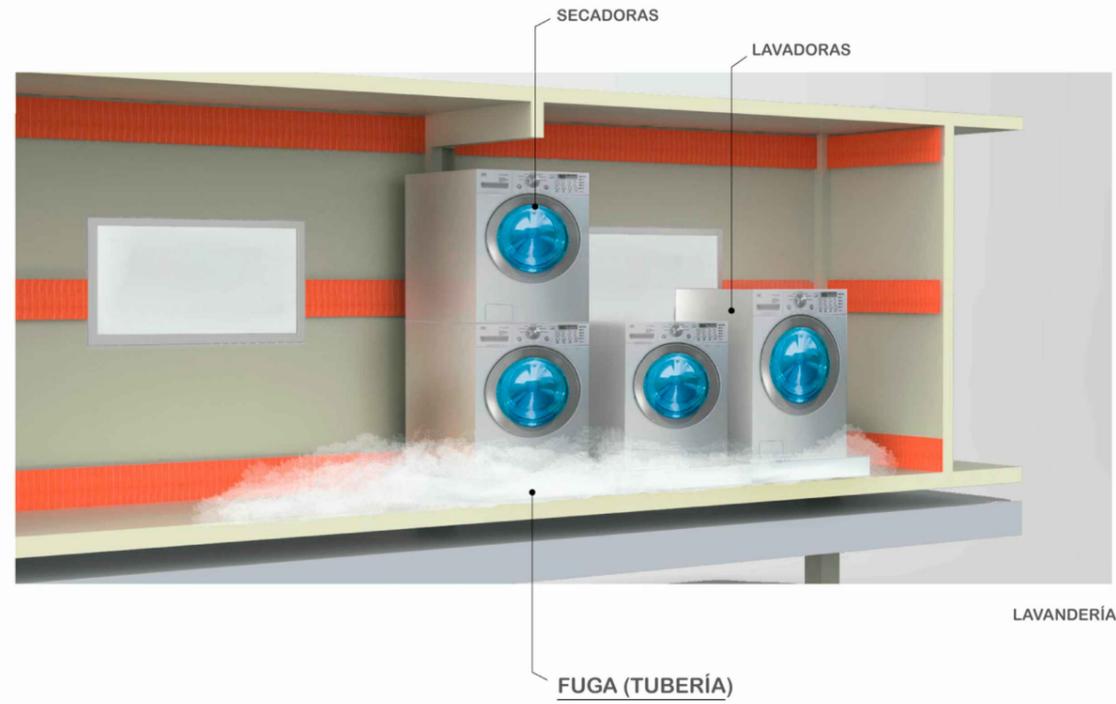


Escala: S/N

Nombre del Hospital: DARIO MACHUCA PALACIOS

Carrera: I.C.G.C
Lámina N°5

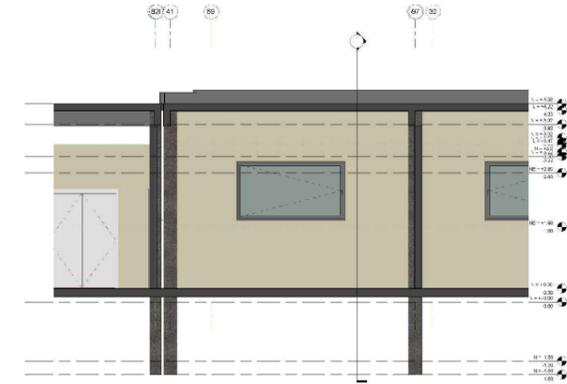
Contiene: Falla Específica (Tuberías)



Vista Superior



Vista Lateral



Imágenes



FUGA TUBERIAS LAVANDERIA

Las tuberías tienen un grado de desgaste, corrosión debido al uso que han tenido o al poco mantenimiento que se les da, presentan fugas en las salidas de tuberías donde el agua mezclada con algún tipo de agente de limpieza como por ejemplo detergentes, blanqueadores u otros productos van a ocasionar corrosión en el piso y en la rejilla del desagüe, también esto afecta directamente a las lavadoras ocasiona oxidación en los mismos, se recomienda revisar las conexiones y uniones deberán ser correctamente selladas.



Dibujo: Ignacio Benjamin Villota Tapia
Ubicación: Cañar – La Troncal
Fecha: 25/05/2016

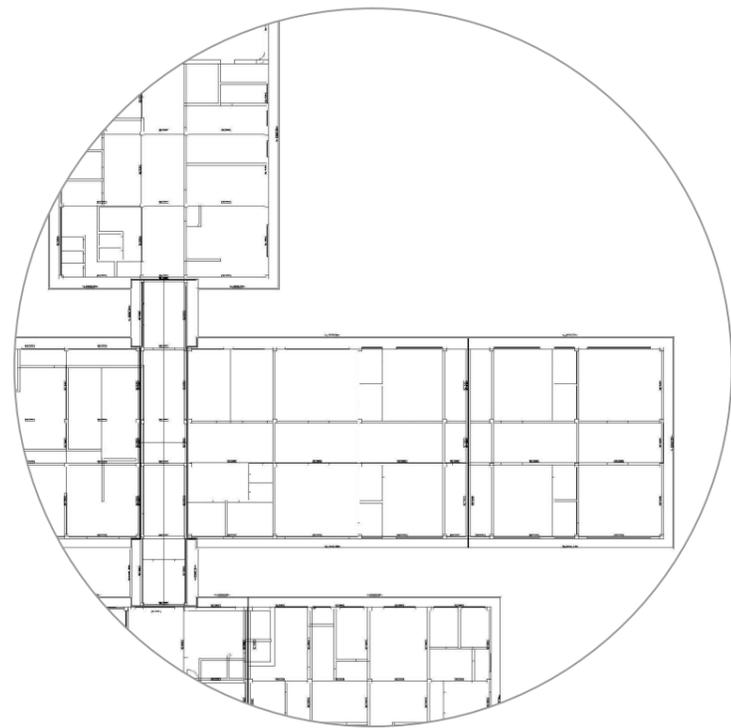
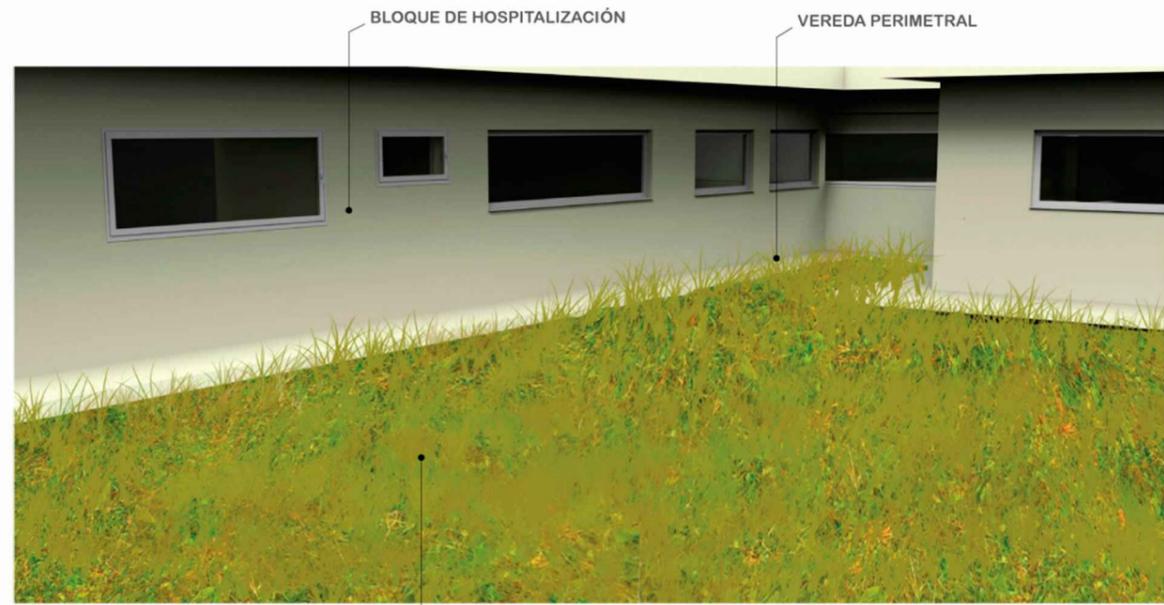


Escala: S/N

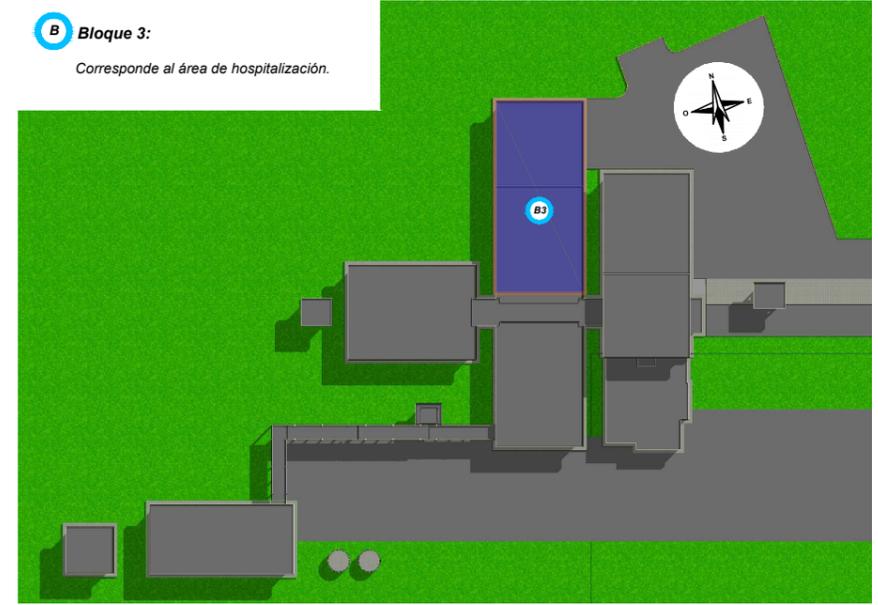
Nombre del Hospital: DARIO MACHUCA PALACIOS

Carrera: I.C.G.C
Lámina N°6

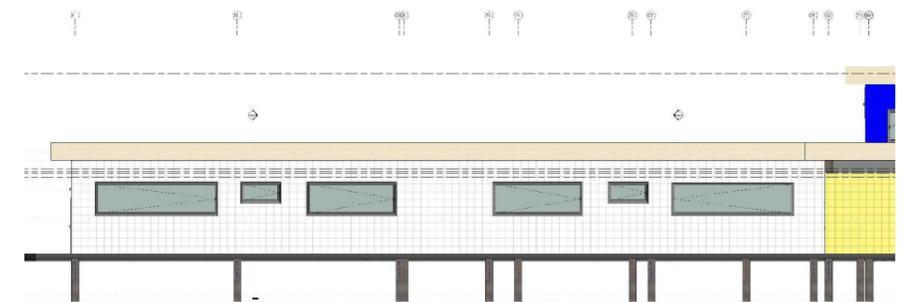
Contiene: Falla Específica (Fuga en Tuberías) Lavandería



Vista Superior



Vista Lateral



Imagen



MALEZA

Es toda planta que crece fuera de sitio o invade otro ambiente, definido un concepto de maleza dentro de la identidad hospitalaria ubicada en la zona posterior-perimetral se observa gran cantidad de vegetación que tiene un crecimiento rápido llega a afectar a la vereda perimetral daña el hormigón por efectos de humedad y acumulación de material orgánico en cierto grado viene a corroer el hormigón, recomienda dar mayor mantenimiento sea manual, mecánico o químico.



Escala:
S/N

| | | |
|--------------------------------|--------------------|------------|
| Dibujo: | Ubicación | Fecha |
| Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar – La Troncal | 25/05/2016 |

| | |
|------------------------|----------|
| Nombre del Hospital: | Carrera: |
| DARIO MACHUCA PALACIOS | I.C.G.C |

Lámina N°7

Contiene: Falla Específica (Maleza)



2.7 Ejecución de ensayos no destructivos (END)

Los Ensayos no destructivos o “Pruebas no destructivas”, son métodos que no dañan o alteran el hormigón, la importancia de estas pruebas es que mide las características del hormigón, todas estas se realizan en las instalaciones de la entidad hospitalaria.

1. Inspección visual

Es la primera actividad a realizar que debe cumplirse. Por qué a simple vista pueden observar fisuras, desprendimientos de enlucidos, con ello dará una idea básica de las medidas a tomar. Se utilizó una mira para la medición de fisuras con un aumento 35X y con divisiones en mm.

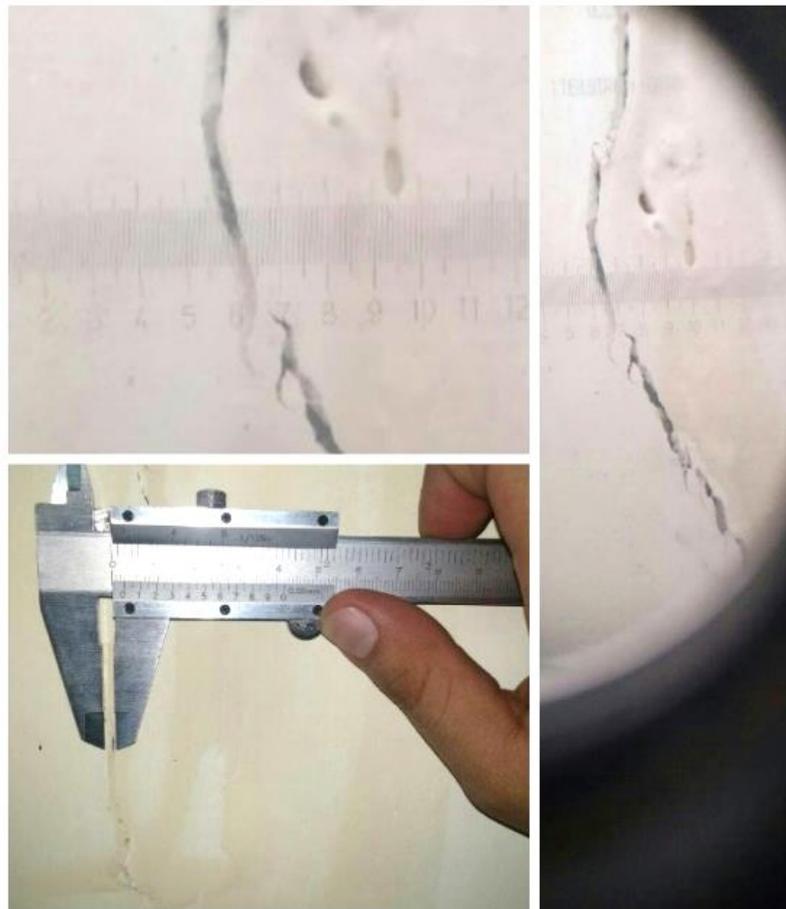


Figura 2-7. Inspección visual con mira y calibrador.

2. Esclerómetro.

Este instrumento es el más usado para medir la resistencia del hormigón el cual tiene una escala en la que se convierte el factor de rebote y la inclinación de la aplicación de la resistencia. Para obtener la resistencia se fija primero la perpendicularidad del esclerómetro a la superficie, después se acciona y el valor obtenido se revisa en la tabla que está a continuación para finalizar con la obtención de la resistencia (f^c).

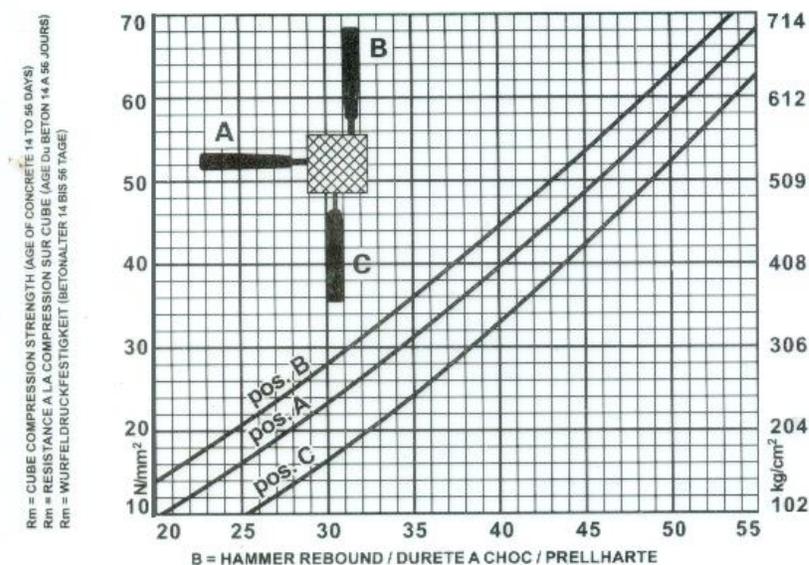


Figura 2-8. Curva para Resistencias de Hormigón
 Fuente: Resistencia del Hormigón mediante esclerómetro¹¹

Los elementos estructurales medidos fueron losas macizas, vigas y columnas, en todos estos elementos se dividieron en cuadrantes para tomar doce puntos de muestras, consiste en realizar ensayos en un corto tiempo y más fácil la accesibilidad. Todas las superficies de ensayo deben estar planas, aunque el resultado puede variar por partículas grandes del agregado dando un valor mayor, por eso se realizan los doce golpes se descartan los valores máximos y mínimos y se tiene que obtener un promedio.

¹¹ Balonga A. (2013). Resistencia del hormigón mediante esclerómetro. abril 12, 2016, de S/N Sitio web: <http://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-2-ensayo-y-valor-fc/>

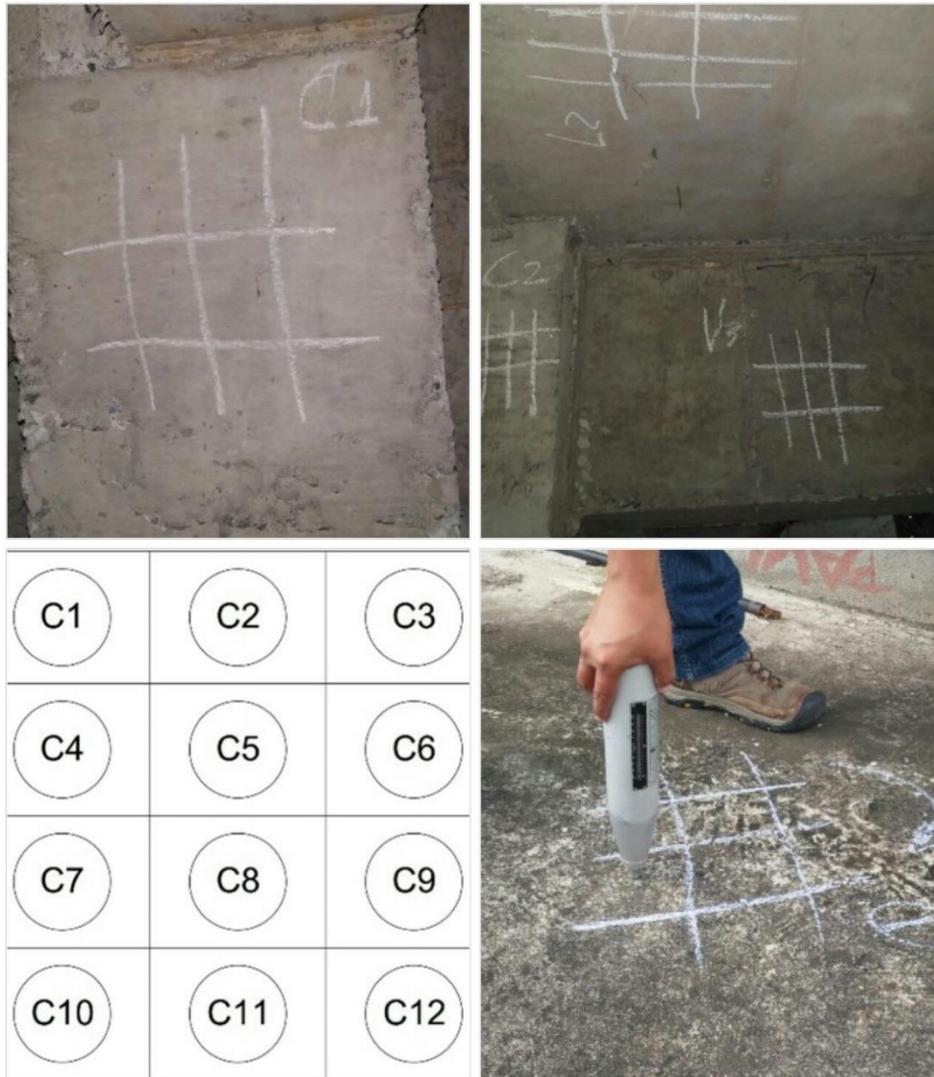


Figura 2-9. Ensayos Esclerómetro (Columna, Viga, Losa)- Cuadro de Golpes.

Tomar en cuenta la conversión de unidades ya que los valores obtenidos de índice de rebote son adimensionales. Para correlacionar estos valores a la resistencia a compresión cada esclerómetro tiene curva dimensionada de acuerdo con sus características, y en algunos casos los hormigones para cada superficie perpendicular tomada. Considerar las indicaciones del esclerómetro en cuanto a las variaciones entre lecturas tomadas vertical u horizontal⁸.

En la siguiente tabla sirve para el uso del esclerómetro a las zonas que van a ensayarse todo esto bajo estricta normativa internacional como la inglesa, Norteamérica y brasileña.

Tabla 2-3. Uso del Esclerómetro según Normativas Internacionales.

| | ACI 228 R (2003) | ASTM C 806 (1982) | BS 1881: Part. 202 (1986) | NBR 7684 (1996) | NM78 (1996) |
|---|--|---|------------------------------------|---|---|
| Elementos/ Estructural | ----- | Las piezas con al menos 100 mm de espesor | ----- | Las piezas con al menos 100 mm de espesor | Las piezas con al menos 100 mm de espesor |
| Superficie | Seca, limpia y plana | La humectación de la superficie 24 antes de la prueba | Seca, limpia y plana | Seca, limpia y plana | Seca, limpia y plana |
| Zona de Ensayo | 100 mm x 100 mm a 200 mm x 200 mm | Diámetro > 150mm | Menos de 300 mm x 300 mm | 90 mm x 90 mm a 200 mm x 200 mm | 70 mm x 70 mm a 200 mm x 200 mm |
| No de Mediciones | 9-20 (en dos caras opuestas) | 10 | 12 | 9 a 16 | 5 a 16 |
| Distancia entre el punto de medición y las esquinas y los bordes de la pieza | Un mínimo de 30 mm | ----- | Un mínimo de 20 mm | Un mínimo de 50 mm | Un mínimo de 50 mm |
| Distancia entre Puntos | Un mínimo de 30 mm | Un mínimo de 25 mm | Un mínimo de 20 mm | Un mínimo de 50 mm | Un mínimo de 30 mm |

Fuente: Evaluación de desempeño de Ensayo de Esclerómetro en Prueba de Determinación de la Resistencia Hormigón Endurecido ¹²

¹² Escobar, C., Cruz, D., & Fabro, G.. (2011). Evaluación de desempeño de Ensayo de Esclerómetro en Prueba de Determinación de la Resistencia Hormigón Endurecido. abril 11,2016, de Asociacion Brasileira de Ingenieria y Consultoria Estructural Sitio web: <http://site.abece.com.br/download/pdf/e-Artigo%20049-2011.pdf>

3. Detector de armaduras

Utiliza un sistema de inducción de pulsos, para localizar las armaduras como acero de refuerzo longitudinal y vertical “estribos” en vigas y columnas, se puede conocer la distancia, diámetro de las varillas con una precisión no tan exacta pero admisible obteniendo información vital para la revisión de la estructura. El uso primordial fue en columnas y se determinó el espaciamiento de los estribos en pie y cabeza de columna como en su centro, a su vez también determinar el diámetro del acero transversal y longitudinal sin embargo todo esto coincidió con las mediadas de los planos estructurales los mismos que de cierta manera fueron comprobados con el ensayo el mismo procedimiento se realizó con las vigas obteniendo similares resultados.



Figura 2-10. Ensayo en Vigas y Columnas.

4. Velocidad de pulsos ultrasónicos (Ultrasonido)

Es un Ensayo en cual se emiten pulsos ultrasónicos se logran detectar fisuras, la homogeneidad del hormigón, el uso se realiza en la superficie sana, la distancia de los transductores debe ser igual que la superficie que se encuentra dañada, la onda de pulso viaja del emisor al receptor y devuelve una lectura, se toman los valores para cada puntos respectivamente el valor es la velocidad de pulso que procede a comparar y así se conocerá el estado del hormigón ensayado, los resultados son confiables ya permite conocer el estado del hormigón ensayado de forma rápida. El uso de esta máquina se realizó en una pared donde se encontraba embebida una columna, se pudo observar fisuras verticales y se procedió al uso del detector aunque solo por cuestiones de procedimientos ya que el uso correcto es en elementos principales de la estructura como vigas, columnas y losas, etc.

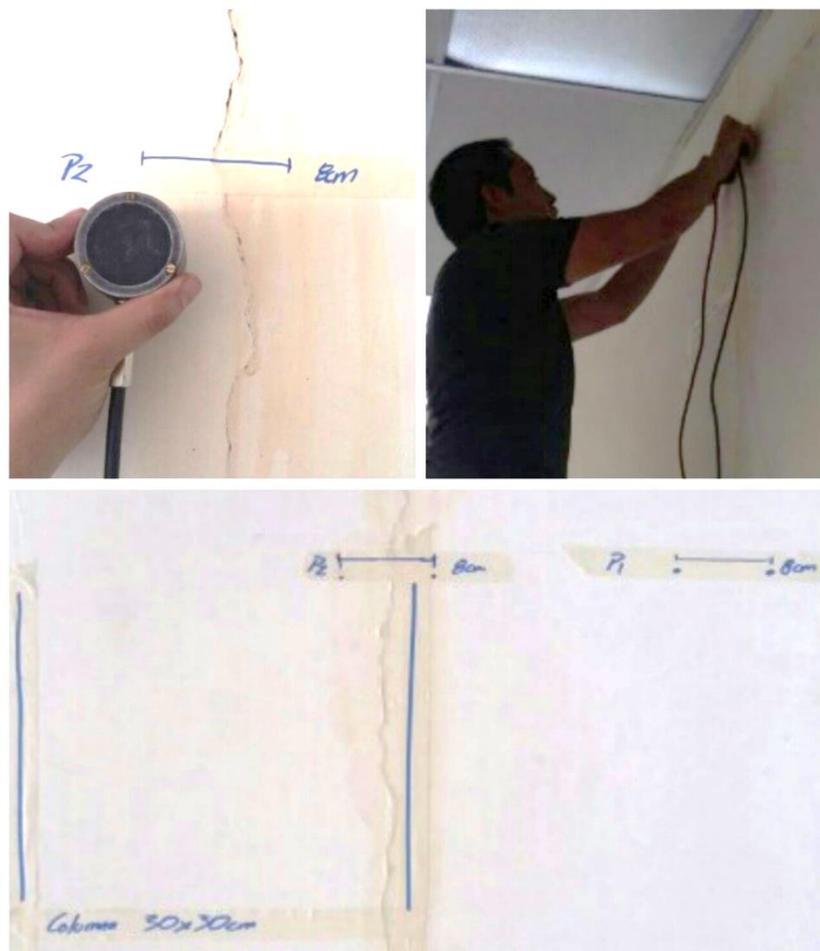


Figura 2-11. Ensayo de ultrasonido en fisura.

2.8 Determinación de las características geotécnicas del suelo mediante SPT (Standar Penetration Test)

Ensayos de laboratorio

Con el propósito de analizar las muestras más representativas se eligieron las perforaciones No 1, No 4 y No 7, en vista de que las muestras en general eran de similares características por su clasificación visual-manual en el sitio. Concluidos estos ensayos se determinaron los resultados, cuya interpretación nos proporciona las características físico-mecánicas para tomar en cuenta en el cálculo y diseño de la cimentación, resultado de datos de estratigrafía, clasificación, humedad y penetración. Para una mejor comprensión se realizó el mapa geológico de La Troncal. (Pág. 62).

Los ensayos de caracterización efectuados son:

- Contenido de Humedad
- Análisis granulométrico con lavado sobre malla N° 200
- Limite Líquido y Limite Plástico

Según el estudio de suelos se desprende que hasta una profundidad de 2.60 m medido desde la superficie, se presenta una arcilla limosa plástica orgánica saturada (OL) de valor soportante nulo a mínimo. Este dato fue constado como las primeras excavaciones de la cimentación. El nivel freático se presenta a 1.30 m en la zona de los bloques 2 y 3.

De la memoria de cálculo estructural se desprende que el calculista sume un esfuerzo admisible de suelo de 10 Ton/m², y diseña zapatas aisladas a una profundidad de -1.30 m. Mientras que las recomendaciones del estudio de suelos, son la colocación de zapatas corridas y bajo estas se coloca una capa de mejoramiento de 50 cm y la profundidad de desplante de las zapatas de 60 a 80 cm de profundidad, además determinar una capacidad portante del suelo de 5 Ton/m².

Luego de realizar las excavaciones y observar el tipo de suelo del lugar y realizar una serie de mediciones empleado para el efecto un penetrómetro (los resultados fueron nulo a 0.25 kg/cm^2) y realizar una serie de consultas y por experiencia adquirida en estos tipos de suelo la Fiscalización conjuntamente con el contratista se tomaron los correctivos indicados más adelante, para asegurar la estabilidad estructural del edificio, basándonos en los siguientes criterios:

- La variación del nivel freático produce cambios volumétricos de importancia por la expansión y contracción de las arcillas orgánicas, en especial cuando se tienen veranos prolongados.
- Cuando las estructuras son livianas como es el caso del hospital (un piso), corre el riesgo de sufrir daños de consideración, ya que un peso grande contrarresta el esfuerzo de expansión de las arcillas.
- El esfuerzo admisible por el calculista de 10 Ton/m^2 , es el doble del recomendado por el estudio de suelo (5 Ton/m^2).
- Por lo expuesto anteriormente la Fiscalización tomo los siguientes correctivos:
 1. Generalmente cuando se tiene que emplazar una estructura sobre este tipo de material que no ofrece la seguridad suficiente para la fundición sólida, se recomienda entre otros métodos realizar la sustitución de suelos, por lo que se decide extraer esta capa de material defectuoso de 2.60 m de profundidad medido desde la superficie.
 2. Como segundo paso se realiza la sustitución del material de la siguiente manera: en la base se realiza un replantillo de 7 cm (esto minimiza los asentamientos de la capa sub adyacente) y luego se coloca el material de mejoramiento compactado en capas de 15 cm a 20 cm de espesor mediante el empleo de compactador mecánico. Este relleno se realiza hasta llegar al nivel de fundación propuesto por el calculista (Nivel -1.37 m). La compactación del material deberá ser igual o superior al 95% del Proctor standar en todos los sitios de fundación de zapatas.

Como conclusiones al estudio de suelos se llegó a:

En todo el área del proyecto existe una capa de relleno no controlado, constituido por material granular de río mezclado con finos areno-limosos, no plásticos, con un espesor entre 0.45 a 0.95 metros, dependiendo la topografía y de las depresiones naturales del terreno, según la información obtenida. Son suelos de origen orgánico, provenientes de depósitos fluvio-lacustres, compuestos por sedimentos finos de arcillas y limos de elásticos de color gris con delgadas capas de arena fina a gruesa y mínimo porcentaje de grava (3/4”), de mediana a alta compresibilidad y drenaje pobre.

El nivel freático observado en tres días y termina en un promedio de 0.75 metros de profundidad desde la rasante del terreno actual.

Considerando este nivel del terreno actual, la estratigrafía y general es la siguiente:

De 0.00 a 0.60 metros, de profundidad promedio, tenemos del citado material de relleno.

De 0.60 a 1.50 metros un suelo arcillo-arenoso y areno-arcilloso con algo de limo de mínimo contenido orgánico (CL y SC-SM), de consistencia muy blanda y color gris, valor soportante prácticamente nulo, saturado, medianamente plástico.

Desde 1.50 a 2.60 metros, el suelo está constituido de limos orgánico, mezclados con algo de arcilla y arena (OL) de consistencia blanda y color gris-plomizo, valor soportante mínimo, saturado, ligeramente plástico.

A partir de 2.60 hasta 3.30 metros, el suelo es areno-limoso, con mezcla de arena gruesa (SM), de consistencia media a dura y color gris, valor soportante aceptable.

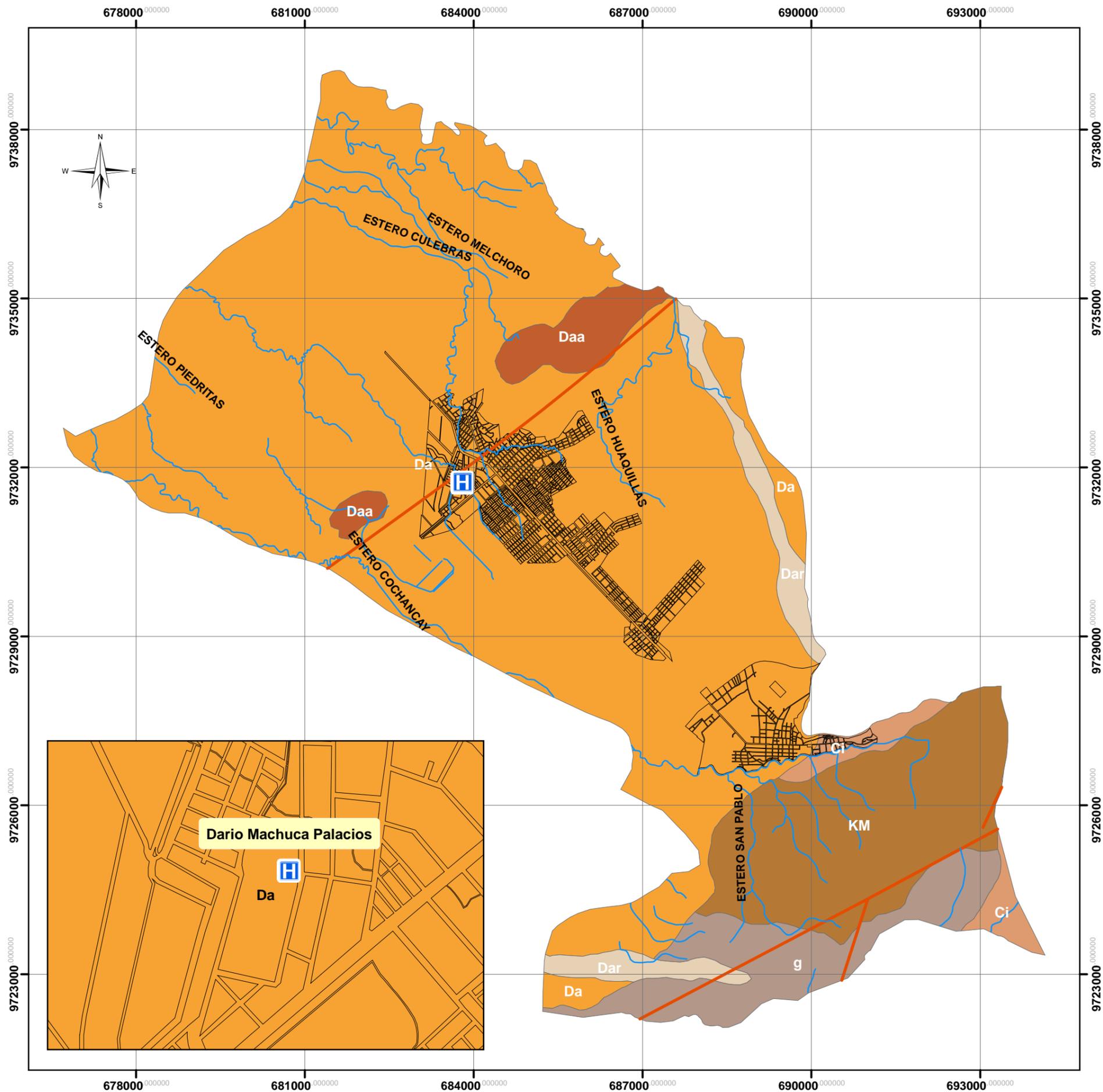
Desde 3.30 a 4.00 metros en adelante, el suelo aparece con grava limosa mezclada con arena (GW-GM), con pocos finos no plásticos, valor soportante aceptable.

Las recomendaciones deberán ser:

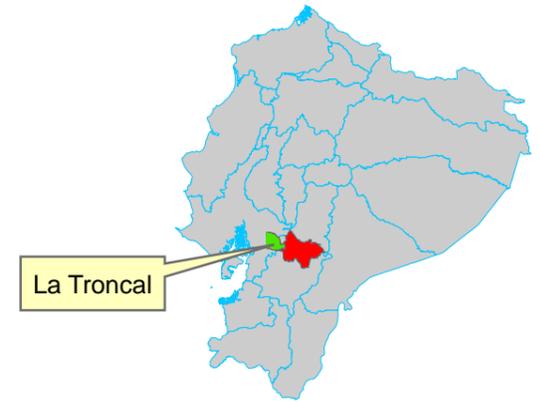
- Por tratarse de una zona inundable, conviene elevar el nivel de las plataformas, mediante un relleno sobre el que actualmente existe, con lo que la capa freática se conseguirá mantenerla bajo el metro de profundidad.

- Del mismo modo, considerando que el suelo de cimentación no tiene buenas características para colocar las zapatas directamente sobre él, se recomienda la siguiente adecuación para zapatas corridas:
- Colocar bajo el área de cimentación una capa de mejoramiento de 50 centímetros, libre de raíces, constituido por material que pase íntegramente el tamiz de 2", en el contenido de finos que pase el tamiz No. 200 no excederá al 20%, respecto a los límites de Atterberg límite líquido no será mayor que el 30% y el límite plástico no mayor que 9%. El material indicado será colocado en capas de 15 centímetros, alcanzando un grado de compactación del 95% del ensayo Proctor de laboratorio.
- En estas condiciones la cimentación se puede desplantar a profundidad D_f entre 0.60 a 0.80 metros, sobre la capa de mejoramiento de 50 centímetros anteriormente descrita
- Los valores de capacidad portante se tomarán igual a 0.5 Kg/cm^2 (5Ton/m^2).
- El diseño de zapatas corridas permitirá una mejor distribución de cargas, uniformidad de asentamientos permisibles y transmisión de presiones relativamente bajas.
- El factor de seguridad con relación a las roturas, puede considerarse $GS= 3$.
- La valoración de las cimentaciones diseñadas en uno o dos sentidos decidirá el cálculo estructural, en función de las cargas transmitidas del cimiento y según la capacidad de carga admisible recomendada para el proyecto.
- Deberá estudiarse un adecuado sistema de drenaje para aguas superficiales y descarga de la construcción que impida una elevación crítica del nivel freático en invierno, inestabilizando al suelo comprensible.

MAPA GEOLÓGICO DEL CANTÓN LA TRONCAL



Mapa de Ubicación



LEYENDA

- HOSPITAL
 - RÍOS_TORRENT_LATRONC_Parroquia_Clip
 - Fallas Parroquia Troncal
 - MANZANAS_COTA1500_parroquia
- Guelleturo formaciones**
- LITOLOGIA**
- Ci Curbinitas indiferenciadas
 - Da Deposito aluvial
 - Daa Deposito aluvial antigua
 - Dar Deposito aluvial del rio
 - KM lava, andesita, volcanico-sedimento, toba
 - g rocas granaticas indiferenciadas
- Columna Estratigrafica



MAPA GEOLÓGICO DEL CANTÓN LA TRONCAL

FUENTE:

CARTAS TOPOGRÁFICAS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: IGM, SNGR, MSP, INEC, MAGAP, INAMHI

SISTEMA DE COORDENADAS: WGS84

PROYECCIÓN: UTM

ZONA: 17S

ELABORADO POR: IGNACIO BENJAMIN VILLOTA TAPIA

ESCALA GRÁFICA:



FECHA: 12/01/2016

LÁMINA: 1

Dario Machuca Palacios

2.9 Determinación del nivel de aplicación del índice de seguridad hospitalaria en las áreas estructural y no estructural

El índice de seguridad hospitalaria es una herramienta que permita la evaluación rápida, confiable y de bajo costo, es un instrumento para determinar la capacidad del establecimiento de salud ante un desastre proporcionando una idea inmediata de la probabilidad de que un hospital continúe funcionando, se tiene que garantizar la continuidad de los servicios, este índice toma en cuenta la zona y medio ambiente donde se encuentra localizado y los servicios de salud que posee.

Los tres niveles de protección para el diseño de nuevos establecimientos de salud según la (OPS, 2008) son:

- 1) Proteger la vida de los pacientes, visitas y personal de la institución.
- 2) Proteger la inversión en equipamiento e instalaciones
- 3) Proteger la función del establecimiento de salud en caso de desastre.

Este índice no reemplaza los altos costos de una evaluación rigurosa de la vulnerabilidad, pero se puede de manera rápida las mediadas a intervenir para mejorar la seguridad de la entidad hospitalaria.

A continuación procedemos hallar el índice de seguridad hospitalaria.

2.9.1 Información general del establecimiento de salud

- 1. Nombre del Establecimiento:** Dario Machuca Palacios
- 2. Dirección:** La Troncal. Calles San Gabriel y 3ra Sur
- 3. Teléfono:** (07) 2422093
- 4. Página web:** <http://hdmp.gob.ec/>
- 5. Número total de camas:** 32

6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 32

7. Descripción de la Institución:

Se encuentra ubicado en la zona costanera del Cañar, por lo que tiene un clima tropical, pertenece al ministerio de salud, a la coordinación zonal de salud No.6, al área de salud distrito No. 3.

El primer paso dado fue la construcción en el gobierno del Ing. Lucio Gutiérrez Borbua, con la entidad prestaría del Banco del Estado, siendo la entidad beneficiaria el ministerio de salud pública, con un monto del crédito de US \$1'951.556'00 y monto del contrato US \$ 1'338.969'00. La construcción de la obra estuvo a cargo de la compañía Maldonado Fiallos Hnos. Cía. Ltda. La misma que se encargó de: ejecutar, terminar en todos sus detalles y entregar debidamente funcionando el Hospital del Cantón de La Troncal. El plazo contractual es de quince meses sin obras adicionales a las que se especificaron. Fecha de inauguración fue en diciembre 20, 2006.

8. Distribución Física:

Bloque 1: Corresponde al área de consulta externa, información, estadística y farmacia.

Bloque 2: Pertenece a emergencia, laboratorio e imagenología.

Bloque 3: Corresponde al área de hospitalización

Bloque 4: Pertenece al área de quirófanos, central de esterilización y neonatología

Bloque 5: Corresponde las áreas de cocina, lavandería y taller de costura.

Bloque 6: Pertenece al área administrativa ubicada en la 2da planta del hospital.

Bloque 7: Corresponde al taller de fuerza (cuarto de máquinas) y bodega.

Bloque 8: Pertenece al área de Morgue.

Bloque 9: Corresponde al área de Vivienda de Internos.

2.9.2 Evaluación del nivel de seguridad del establecimiento

2.9.2.1 Aspectos relacionados con la ubicación geográfica del establecimiento de salud

Tabla 2-4. Aspectos relacionados con la ubicación geográfica del establecimiento de salud.

| 2.9.2.1.1 Amenazas Consultar mapas de amenazas. Solicitar al comité hospitalario el o los mapas que especifiquen las amenazas sobre seguridad del inmueble. | Nivel de amenaza | | | Observaciones | |
|--|-------------------|------------------|-------|---------------|--|
| | No existe amenaza | Nivel de amenaza | | | |
| | | Bajo | Medio | Alto | |
| 2.9.2.1.2 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 actividad sísmica o volcánica de origen submarino. | X | | | | |
| Otros (especificar) 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. | X | | | | |
| 2.9.2.1.3 Fenómenos Hidrometeorológicos | | | | | |
| Huracanes 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. | X | | | | |
| Lluvias torrenciales 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. | | | | X | |
| | | X | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|--|---|--|
| Penetraciones del mar o río 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 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. | | X | | | |
| Otros (especificar) De acuerdo al mapa de amenazas identifique si existe alguna amenaza hidrometeorológica no incluida en las anteriores, especifique y señale el nivel de amenaza correspondiente. | | | | | |
| 2.9.2.1.4 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 | | | | |
| Otros (especificar) Si otros fenómenos sociales no incluidos, afectan el nivel de seguridad del hospital, especifique y señale el nivel de amenaza. | X | | | | |
| 2.9.2.1.5 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 | |
| Otros (especificar) De acuerdo a la historia de la zona donde está ubicado el hospital, especifique y señale el nivel de amenaza por algún fenómeno sanitario ecológico no incluido. | X | | | | |

| 2.9.2.1.6 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 | | | | |
| Otros (especificar) Especifique y señale el nivel de otra amenaza química o tecnológica en la zona donde se encuentra ubicado el hospital. | X | | | | |

| 2.9.3 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 | | | | |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹³.

2.9.4 Aspectos relacionados con la seguridad estructural del hospital

El objetivo de estos aspectos si el hospital cumple con las normas que le permitan seguir con sus servicios, a pesar de tener inconvenientes como el caso de desastres o amenazas que pongan en riesgo su seguridad estructural y comprometiendo su funcionalidad. Los

¹³ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25,2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

aspectos más relevantes a evaluar son el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación. Columnas, vigas, muros, losas y otros, son elementos estructurales que forman parte del sistema de soporte de la edificación. Estos aspectos deben ser evaluados por Ingenieros estructurales.

Tabla 2-5. Aspectos relacionados con la seguridad estructural del hospital.

| 2.9.4.1 Aspectos relacionados con la seguridad estructural | | | | |
|--|----------------|---------------------------|--------------|-------------|
| Columnas, vigas, muros, losas y otros, son elementos estructurales que forman parte del sistema de soporte de la edificación. Estos aspectos deben ser evaluados por Ingenieros estructurales. | | | | |
| 2.9.4.2 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento | CONTROL | 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 ESTA EL HOSPITAL, NO MARQUE NADA. DEJE ESTA LINEA EN BLANCO, SIN CONTESTAR. B= Daños mayores; M= Daños moderados; A= Daños menores. | BLANCO | | | |
| 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. B= No se aplicaron los estándares; M=Estándares parcialmente aplicados; A=Estándares aplicados completamente. | OK | 1 | | |
| 3. ¿El hospital ha sido remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura? Verificar si se han realizado modificaciones usando normas para edificaciones seguras. B= Remodelaciones o adaptaciones mayores; M= Remodelaciones y/o adaptaciones moderadas; A= remodelaciones o adaptaciones menores o no han sido necesarias. | OK | | | 1 |
| 2.9.4.3 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación. | CONTROL | Grado de seguridad | | |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| 4. Estado de la edificación. 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. | OK | | | 1 |
| 5. Materiales de construcción de la estructura. B= Oxidada con escamas o grietas mayores a 3mm; M= Grietas entre 1 y 3 mm u óxido en forma de polvo; A= Grietas menores a 1mm y no hay óxido. | OK | | | 1 |

| | | | | |
|--|----|--|---|---|
| <p>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 afectan la estructura.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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.</p> | OK | | 1 | |
| <p>9. Detallamiento estructural incluyendo conexiones. 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> | OK | | | 1 |
| <p>10. Seguridad de fundaciones o cimientos. 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> | OK | | | 1 |
| <p>11. Irregularidades en planta (rigidez, masa y resistencia). 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> | OK | | | 1 |
| <p>12. Irregularidades en elevación (rigidez, masa y resistencia). 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> | OK | | | 1 |
| <p>13. Adecuación estructural a fenómenos. (meteorológicos, geológicos entre otros) La valoración será similar, pero enfocada a los fenómenos dados. Ej. Huracanes e inundaciones.</p> | OK | | | 1 |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁴.

¹⁴ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

2.9.5 Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital.

Son los elementos que no forman parte de la estructura y que no implican peligro para la estabilidad del edificio, pero sí pueden poner en riesgo la vida o la seguridad de las personas dentro del edificio. Se evalúan elementos con posibilidad de caerse o desprenderse. En este caso corresponden a elementos arquitectónicos como el enlucido, puertas, ventanas, cubiertas y la iluminación. Los equipos médicos y suministros de diagnóstico que estén en buen estado y seguros contra vuelco. Con respecto a las instalaciones de líneas vitales como: sistema eléctrico, sistema de telecomunicaciones, sistema de aprovisionamiento de agua, depósito de combustible y gases medicinales, se encuentre en correctas condiciones, verificaciones de funcionamiento, tiempo de abastecimientos y almacenajes, condición de tuberías y accesorios.

Tabla 2-6. Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital.

| 2.9.5.1 Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital | | | | |
|--|---------|--------------------|-------|------|
| Elementos que no forman parte del sistema de soporte de la edificación. En este caso corresponden a elementos arquitectónicos, equipos y sistemas necesarios para la operación del establecimiento. | | | | |
| 2.9.5.1.1 Líneas vitales (instalaciones) | CONTROL | Grado de seguridad | | |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| 2.9.5.1.1.1 Sistema eléctrico | | | | |
| 14. Generador adecuado para el 100% de la demanda. El evaluador verifica que el generador entre en función segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos, etc. 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. | OK | | 1 | |
| 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. B= > 3 meses; M= 1 a 3 meses; A=< 1 mes. | OK | | | 1 |
| 16. ¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?. B= No; M= Parcialmente; A= Sí. | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|----|---|---|---|
| 17. Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.. B= No; M= Parcialmente; A= Sí. | OK | | | 1 |
| 18. Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica. B= No; M= Parcialmente; A= Sí. | OK | | 1 | |
| 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. B= No; M= Parcialmente; A= Sí. | OK | | | 1 |
| 20. Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas. B= No; M= Parcialmente; A= Sí. | OK | | | 1 |
| 21. Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital. 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. | OK | | | 1 |
| 2.9.5.1.1.2 Sistema de telecomunicaciones | | | | |
| 22. Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas. Verificar que las antenas, pararrayos cuenten con soportes que eleven el nivel de seguridad del Hospital. B= mal estado o no existen; M= Regular; A= Buen estado. | OK | | 1 | |
| 23. Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. B= mal estado o no existen; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 24. Estado técnico del sistema de comunicación alterno. Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc. B= mal estado o no existe; M= Regular; A= Bueno. | OK | | 1 | |
| 25. Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad. SI EL SISTEMA NO NECESITA ANCLAJES O ABRAZADERAS, NO LLENAR. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 26. Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital. B= Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del hospital; M= Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del hospital; A= No existe interferencia a las comunicaciones del hospital. | OK | | | 1 |
| 27. Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones. B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno | OK | 1 | | |

| | | | | |
|---|-----------|--|--|---|
| <p>28. Seguridad del sistema interno de comunicaciones. Verificar el estado de los sistemas de perifoneo, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, pacientes y visitas en el hospital. B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno</p> | OK | | | 1 |
|---|-----------|--|--|---|

| 2.9.5.1.1.3 Sistema de aprovisionamiento de agua | | | | |
|--|-----------|--|--|---|
| <p>29. Tanque de agua con reserva permanente suficiente para proveer al menos 300 litros por cama y por día durante 72 horas. Verificar que el depósito de agua cuente con una capacidad suficiente para satisfacer la demanda del hospital por 3 días 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>30. Los depósitos se encuentran en lugar seguro y protegido. Visitar sitio de cisterna y corroborar el área donde está instalada y su grado de seguridad. 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 dejar de funcionar.</p> | OK | | | 1 |
| <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. 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> | OK | | | 1 |
| <p>32. Seguridad del sistema de distribución. Verificar el buen estado y funcionamiento del sistema de distribución, incluyendo la cisterna, válvula, tuberías y uniones. B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.</p> | OK | | | 1 |
| <p>33. Sistema de bombeo alternativo. Identificar la existencia y el estado operativo del sistema alternativo de bombeo, en caso de falla en el suministro. 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.</p> | OK | | | 1 |

| 2.9.5.1.1.4 Depósito de combustible (gas, gasolina o diesel): | | | | |
|--|-----------|--|--|---|
| <p>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. 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.</p> | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|----|--|--|---|
| 35. Anclaje y buena protección de tanques y cilindros 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. | OK | | | 1 |
| 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. 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. | OK | | | 1 |
| 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 %. | OK | | | 1 |

| 2.9.5.1.1.5 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= 15 días. | OK | | 1 | |
| 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. | OK | 1 | | |
| 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. | OK | 1 | | |
| 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; | OK | | | 1 |
| 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 %. | OK | | | 1 |
| 43. Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales. B= No existen áreas exclusivas para tanques y equipos adicionales; M= Areas exclusivas para protección de tanques y equipos, pero el personal no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado. | OK | | | 1 |
| 44. Seguridad apropiada de los recintos. B= No existen áreas reservadas para almacén de gases; M= Áreas reservadas para almacenar gases, pero sin medidas de seguridad apropiadas; A= se cuenta con áreas de almacenamiento adecuados y no tienen riesgos | OK | | | 1 |

| 2.9.5.1.2 Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas | CONTROL | 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. | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|-----------|--|--|---|
| 46. Condición de tuberías, uniones, y válvulas. B= Malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 47. Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente. B= Malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 48. Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado. B= Malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 49. Ubicación apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 50. Seguridad apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |
| 51. Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros). B= Malo; M= Regular; A= Bueno. | OK | | | 1 |

| 2.9.5.1.3 Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes (incluye computadoras, impresoras, etc.) | CONTROL | Grado de seguridad | | |
|--|----------------|---------------------------|--------------|-------------|
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| 52. Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos. Verificar que los estantes se encuentren fijados a las paredes y/o con soportes de seguridad. 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. | OK | 1 | | |
| 53. Computadoras e impresoras con seguro. Verificar que las mesas para computadora estén aseguradas y con frenos de ruedas aplicados. B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje. | OK | 1 | | |
| 54. Condición del mobiliario de oficina y otros equipos. Verificar en recorrido por oficinas el anclaje y/o fijación del mobiliario. B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje. | OK | 1 | | |

| 2.9.5.1.4 Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento. | CONTROL | 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. 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. | OK | | | 1 |
| 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. 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. | OK | | | 1 |
| 57. Condición y seguridad en equipo médico en laboratorios. 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. | OK | | | 1 |
| 58. Condición y seguridad del equipo médico en el servicio de urgencias. B= Cuando el equipo está en malas condiciones | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|---------|---------------------------|-------|------|
| 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. | | | | |
| 59. Condición y seguridad del equipo médico de la unidad de cuidados intensivos o intermedios. 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. | OK | | | 1 |
| 60. Condición y seguridad del equipamiento y mobiliario de farmacia 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. | OK | | | 1 |
| 61. Condición y seguridad de equipo médico de esterilización. 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. | OK | | | 1 |
| 62. Condición y seguridad de equipo médico para cuidado del recién nacido. 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 | OK | | | 1 |
| 63. Condición y seguridad de equipo médico para la atención de quemados. 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. | OK | | | 1 |
| 64. Condición y seguridad de equipo médico de radioterapia o medicina nuclear. SI EL HOSPITAL NO CUENTA CON ESTOS SERVICIOS, DEJAR EN BLANCO. 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. | BLANCO | | | |
| 65. Condición y seguridad de 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. | OK | | | 1 |
| 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. | OK | | 1 | |
| 2.9.10.1.5 Elementos arquitectónicos | CONTROL | 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. | OK | | | 1 |

| | | | | |
|--|----|--|--|---|
| <p>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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>69. Condición y seguridad de otros elementos de cierre (muros externos, fachada, etc.). 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>71. Condición y seguridad de parapetos (pared o baranda que se pone para evitar caídas, en los puentes, escaleras, etc.) B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; 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, sistemas o funciones.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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 permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.</p> | OK | | | 1 |
| <p>73. Condición y seguridad de otros elementos perimetrales (Cornisas, ornamentos etc.). 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, sistemas o funciones.</p> | OK | | | 1 |
| <p>74. Condición y seguridad de áreas de circulación externa. 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>76. Condición y seguridad de particiones o divisiones internas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño</p> | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|--------|--|--|---|
| es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones. | | | | |
| 77. Condición y seguridad de cielos falsos o rasos SI EL HOSPITAL NO TIENE TECHOS FALSOS O SUSPENDIDOS, NO MARQUE NADA. DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. 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. | OK | | | 1 |
| 78. Condición y seguridad del sistema de iluminación interna y externa. 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. | OK | | | 1 |
| 79. Condición y seguridad del sistema de protección contra incendios. 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. | OK | | | 1 |
| 80. Condición y seguridad de ascensores. SI NO EXISTEN ELEVADORES, DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. 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. | BLANCO | | | |
| 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. | OK | | | 1 |
| 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. | OK | | | 1 |
| 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 daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas. | OK | | | 1 |
| 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. | OK | | | 1 |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁵.

¹⁵ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25,2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

2.9.6 Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional

Se refiere al nivel de preparación para emergencias masivas y desastres del personal que labora en el hospital así como el grado de implementación del plan hospitalario para casos de desastre.

Tabla 2-7. Aspectos relacionados con la Seguridad en base a la Capacidad Funcional

| 2.9.6.1 Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia. Mide el nivel de organización alcanzado por el comité hospitalario para casos de desastre. | CONTROL | Nivel de organización. | | |
|---|---------|------------------------|-------|------|
| | | 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. B= No existe comité; M= Existe el comité pero no es operativo; A= Existe y es operativo. | OK | | | 1 |
| 86. El Comité está conformado por personal multidisciplinario. Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros. B= 0-3; M=4-5; A= 6 o más | OK | | 1 | |
| 87. Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica: B= No asignadas; M= Asignadas oficialmente; A= Todos los miembros conocen y cumplen su responsabilidad. | OK | | | 1 |
| 88. Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital. Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros). B= No existe; M= Asignada oficialmente; A= Existe y es funcional. | OK | | 1 | |
| 89. El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección. 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. | OK | | | 1 |
| 90. El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet. B= No; M=Parcialmente; A= Cuenta con todos los requerimientos. | OK | | | 1 |
| 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. B= No funciona/ no existe; M = Parcialmente; A= Completo y funciona. | OK | | | 1 |

| | | | | |
|--|---------|-------------------------|-------|------|
| 92. El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros. B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta. | OK | | 1 | |
| 93. El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje. B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta. | OK | | | 1 |
| 94. El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible. Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria). B= No; M= Existe pero no está actualizado; Si cuenta y está actualizado. | OK | | | 1 |
| 95. “Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo. B= No; M= Insuficiente (cantidad y calidad); A= Todos la tienen. | OK | | | 1 |
| | | | | |
| 2.9.6.2 Plan operativo para desastres internos o externos. | CONTROL | Nivel de implementación | | |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| 96. Refuerzo de los servicios esenciales del hospital. El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros). B= No existe plan 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. | OK | | | 1 |
| 97. Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan. 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. | OK | | | 1 |
| 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. B= No existen las provisiones o existen únicamente en el documento; M= Existen provisiones y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan. | OK | 1 | | |
| 99. Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre: B= No presupuestado; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más. | OK | | | 1 |
| 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: 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. | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|----|--|---|---|
| <p>101. Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE. 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.</p> | OK | | 1 | |
| <p>102. Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas. El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.): 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.</p> | OK | | 1 | |
| <p>103. Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas). El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente: 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>104. Inspección regular de seguridad por la autoridad competente. En recorrido por el hospital verificar la fecha de caducidad y/o llenado de extintores, extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos así como bitácora de visitas por el personal de protección civil. B= No existe; M = inspección parcial o sin vigencia; A= Completa y actualizada.</p> | OK | | | 1 |
| <p>105. Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria. Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas: 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>106. Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres: 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.</p> | OK | | | 1 |
| <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.</p> | OK | | | 1 |

| | | | | |
|--|----|---|---|---|
| <p>108. Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales: 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>109. Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | 1 | |
| <p>110. Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia. 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 se cuenta con recursos para cumplir las funciones.</p> | OK | | | 1 |
| <p>111. Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia. El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas.</p> | OK | | | 1 |
| <p>112. Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad. B= No vinculado; M= Vinculado no operativo; A= Vinculado y operativo.</p> | OK | 1 | | |
| <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: B= no existe o existe únicamente el documento; M= existe el mecanismo y el personal capacitado; A= existe el mecanismo y el personal capacitado, y se cuenta con recursos para implementar el censo.</p> | OK | | | 1 |
| <p>114. Sistema de referencia y contrareferencia. 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>115. Procedimientos de información al público y la prensa. El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información a público y prensa en caso de desastre. (La persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): B= no existe el procedimiento; M= existe el procedimiento y el personal entrenado; A= existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</p> | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|----|--|--|---|
| <p>118. Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción. B= Las rutas de salida no están claramente señalizadas y varias están bloqueada;. 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>119. Ejercicios de simulación o simulacros. Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. 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.</p> | OK | | | 1 |

| 2.9.6.3 Planes de contingencia para atención médica en desastres. | CONTROL | Grado de implementación | | |
|---|---------|-------------------------|-------|------|
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| <p>120. Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos. SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTA UBICADO EL HOSPITAL, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= No existe plan 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>121. Crisis sociales y terrorismo. B= No existe plan 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>122. Inundaciones y huracanes. SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTA UBICADO EL HOSPITAL, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= No existe plan 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>123. Incendios y explosiones. B= No existe plan 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>124. Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. B= No existe plan 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>125. Agentes con potencial epidémico. B= No existe plan 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.</p> | OK | | | 1 |
| <p>126. Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud. B= No existe plan 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.</p> | OK | 1 | | |

| | | | | |
|--|----|--|--|---|
| 127. Control de infecciones intra-hospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: B= No existe plan 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. | OK | | | 1 |
|--|----|--|--|---|

| 2.9.6.4 Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales. Mide el grado de accesibilidad, vigencia y disponibilidad de los documentos indispensables para la resolución de una urgencia. | CONTROL | Grado de implementación | | |
|---|---------|-------------------------|-------|------|
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| 128. Suministro de energía eléctrica y plantas auxiliares. El área de mantenimiento debe presentar el manual de operación del generador alterno de electricidad, así como bitácora de mantenimiento preventivo: B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |
| 129. Suministro de agua potable. 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 calidad del agua: B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |
| 130. Reserva de combustible El área de mantenimiento debe presentar el manual para el suministro de combustible, así como la bitácora de mantenimiento preventivo: B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |
| 131. Gases medicinales. El área de mantenimiento deberá presentar el manual de suministro de gases medicinales, así como bitácora de mantenimiento preventivo. B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |
| 132. Sistemas habituales y alternos de comunicación. B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |
| 133. Sistemas de aguas residuales. El área de mantenimiento garantizará el flujo de estas aguas hacia el sistema de drenaje público evitando la contaminación de agua potable. B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |
| 134. Sistema de manejo de residuos sólidos. El área de mantenimiento deberá presentar el manual de manejo de residuos sólidos, así como bitácora de recolección y manejo posterior. B= No existe plan 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. | OK | | 1 | |

| | | | | |
|--|----|--|---|--|
| <p>135. Mantenimiento del sistema contra incendios. El área de mantenimiento debe presentar el manual para el manejo de sistemas contra incendios, así como la bitácora de mantenimiento preventivo de extintores e hidrantes. B= No existe plan 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.</p> | OK | | 1 | |
|--|----|--|---|--|

| <p>2.9.6.5 Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres. Verificar con lista de cotejo la disponibilidad de insumos indispensables ante una emergencia.</p> | CONTROL | Grado de disponibilidad | | |
|--|---------|-------------------------|-------|------|
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| <p>136. Medicamentos. Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |
| <p>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). B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |
| <p>138. Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |
| <p>139. Gases medicinales. Verificar teléfonos y domicilio así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |
| <p>140. Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico). El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos de ventilación asistida. B= No existe; M= Cubre menos de 72 hrs; A= garantizado para 72 hrs o más.</p> | OK | 1 | | |
| <p>141. Equipos electro-médicos. El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y las condiciones de uso de los equipos electromédicos: B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |
| <p>142. Equipos para soporte de vida. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | 1 | |
| <p>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. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |
| <p>144. Carro de atención de paro cardiorrespiratorio. El comité de emergencia del hospital debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</p> | OK | | | 1 |

| | | | | |
|---|----|--|--|---|
| 145. Tarjetas de triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa. En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Se debe evaluar según la capacidad instalada máxima del hospital. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más. | OK | | | 1 |
|---|----|--|--|---|

Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁶.

2.10 Resultado del índice de seguridad hospitalaria

Concepto Índice de Seguridad.- El Índice de Seguridad Hospitalaria es una herramienta de evaluación rápida, confiable, que proporciona una idea inmediata de la probabilidad de que un establecimiento de salud continúe funcionando en caso de desastre.

Concepto de índice de vulnerabilidad.- Determina la susceptibilidad o el nivel de un daño esperado en la infraestructura, equipamiento y funcionalidad de un establecimiento hospitalario frente a un desastre determinado.

Tabulación automática de las respuestas de acuerdo a la categoría.

Tabla 2-8. Tabulación automática de las respuestas de acuerdo a la categoría.

| Categoría | Alta probabilidad de no funcionar | Probablemente funcione | Alta probabilidad de funcionar | Total |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------|
| Estructural | 16.67 | 7.50 | 75.83 | 100 |
| No-estructural | 14.20 | 6.64 | 79.16 | 100 |
| Funcional | 5.17 | 25.24 | 69.59 | 100.00 |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁷.

¹⁶ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25,2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

¹⁷ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25,2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230



Figura 2-12. Porcentajes de Seguridad Estructural.
Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁸.



Figura 2-13. Porcentajes de Seguridad No-Estructural.
Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁹.

¹⁸ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

¹⁹ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web:



Figura 2-14. Porcentajes de Seguridad Funcional.
Fuente: Organización Panamericana de la Salud²⁰.

- Ingreso de los pesos verticales a ser usados. Abajo se incluyen los pesos acordados por el GAMiD.

Tabla 2-9. Factores de acuerdo a categoría.

| PONDERACIÓN VERTICAL | |
|----------------------|-----|
| Estructural | 0.5 |
| No-estructural | 0.3 |
| Funcional | 0.2 |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud²¹.

Tabla 2-10. Probabilidad de ocurrencia por categoría.

| Categoría | Alta probabilidad de no funcionar | Probablemente funcione | Alta probabilidad de funcionar | Total |
|----------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------|
| Estructural | 8.33 | 3.75 | 37.92 | 50.00 |
| No-estructural | 4.26 | 1.99 | 23.75 | 30.00 |
| Funcional | 1.03 | 5.05 | 13.92 | 20.00 |
| Total | 13.63 | 10.79 | 75.58 | 100.00 |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud²².

http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

²⁰ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

²¹ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

- Ingreso de los pesos horizontales a ser usados. Abajo se incluyen los pesos acordados por el GAMiD.

Tabla 2-11. Factores de Seguridad.

| Ponderación horizontal | | Factores de Seguridad | | |
|-----------------------------------|--|-----------------------|----------|------------------------------------|
| Alta probabilidad de no funcionar | | 1 | 0.136273 | Extremo horizontal inferior |
| Probablemente funcione | | 2 | 0.215824 | |
| Alta probabilidad de funcionar | | 4 | 3.023258 | Extremo horizontal superior |
| Factor de seguridad final: | | | 3.375356 | |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud²².

- Cálculo del rango a ser usado para computar los índices de seguridad y vulnerabilidad

Para evitar sesgos debido a las cifras concordadas de los pesos usados en las ponderaciones del modelo, se acordó usar un Rango que toma en cuenta ambos extremos de la escala horizontal de peso. En este caso, el nivel mínimo de la seguridad es 1 y la máxima puntuación es 4. El uso de un rango también le permite al evaluador apreciar gráficamente ambos índices y cómo éstos se relacionan entre sí. Se ha sugerido que estos niveles de seguridad podrían verse usando el concepto de un vaso con agua. A medida que el hospital aumenta su factor de seguridad, el vaso se llenará más, es decir, se reducirá la vulnerabilidad²².

$$\text{Rango} = \text{Extremo horizontal superior} - \text{Extremo horizontal inferior}$$

$$\text{Rango} = 4 - 1 = 3$$

²² OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=189:indice-seguridad-hospitalaria-guia-evaluador-hospitales-seguros&Itemid=230

- Cálculo del índice de seguridad y el índice de vulnerabilidad

$$\text{Índice de seguridad} = S \frac{\text{Factor seguridad - extremo horizontal inferior}}{\text{Rango}} = 0.79$$

$$\text{Índice inseguridad} = 1 - S \frac{\text{Extremo horizontal superior - Factor seguridad}}{\text{Rango}} = 0.21$$

| | |
|--------------------------|------|
| Índice seguridad | 0.79 |
| Índice de vulnerabilidad | 0.21 |

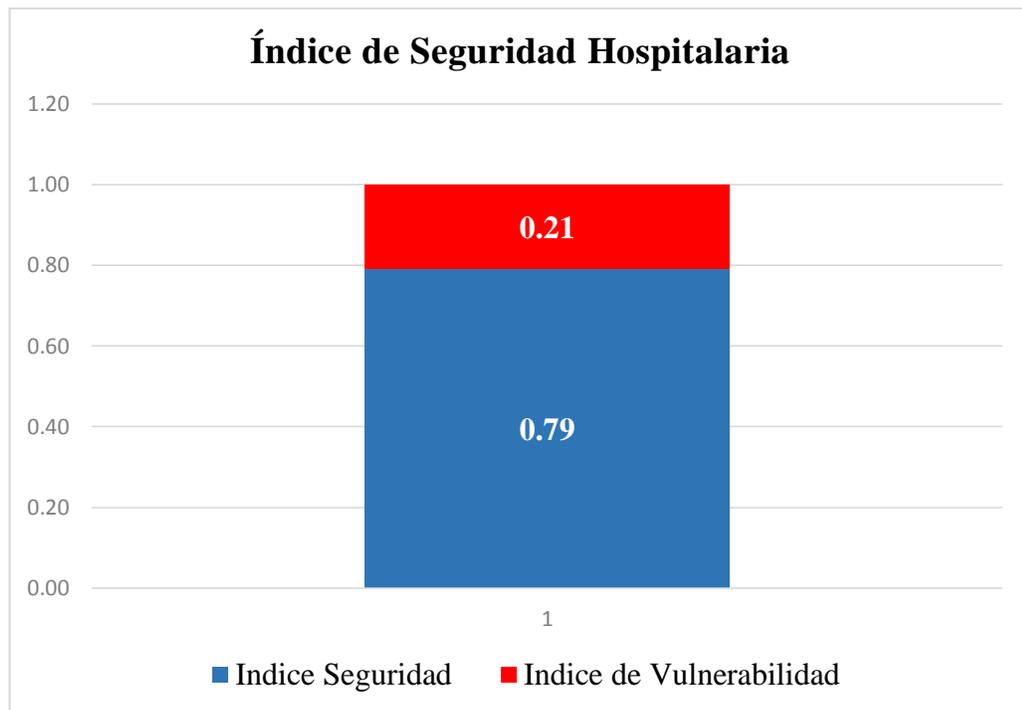


Figura 2-15. Índice de Seguridad Hospitalaria
 Fuente: Organización Panamericana de la Salud²³

²³ OPS. & OMS. (2008). Índice de Seguridad Hospitalaria: Guía del Evaluador de hospitales seguros. abril 25, 2016, de Organización Panamericana de la Salud Sitio web:

Tabla 2-12. Clasificación del Establecimiento

| Índice de seguridad | Categoría | ¿Qué se tiene que hacer? |
|---------------------|-----------|---|
| 0 – 0.35 | C | Se requieren medidas urgentes de manera inmediata, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento no son suficientes para proteger la vida de los pacientes y el personal durante y después de un desastre. |
| 0.36 – 0.65 | B | Se requieren medidas necesarias en el 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. |
| 0.66 – 1 | A | Aunque es probable que el hospital continúe funcionando en caso de desastres, se recomienda continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas en el mediano y largo plazo, para mejorar el nivel de seguridad frente a desastres. |

Fuente: Organización Panamericana de la Salud¹⁶

- Compare índices de seguridad con recomendaciones base.

Clasificación del establecimiento de salud: **A**

Finalizado la medición del índice de seguridad en el hospital Dario Machuca Palacios, con un valor de 0.79 de ISH, entrando en una categoría **A**, aunque es posible que la entidad hospitalaria continúe funcionando en caso de un desastre. La estructura tiene 10 años de ser construida y que a simples atributos, tiene una buena fortaleza como la de su seguridad estructural tiene un valor del 76% que es alto y a pesar de esto no brinda un seguro ante amenazas que podrían poner en riesgo el hospital. La seguridad no-estructural tiene un valor similar con 79% y con un 70% en la parte funcional son aspectos que dan cierta incertidumbre ante el peligro o amenaza que pondría en situaciones de emergencia o desastre, podría afectar de manera directa o indirecta, representando pérdidas importantes en recursos físicos, técnicos y tecnológicos. Esto sugiere medidas para mejorar la capacidad de respuesta y así mitigar las pérdidas, fortalecer medidas preventivas a largo y corto plazo mejorando el nivel de seguridad frente a desastres.

Considerar que el hospital al estar ubicada en una zona propensas a altos riesgos naturales especialmente en época de invierno a los embates de las lluvias o sismos de mediana intensidad, uno de los últimos suscitados el 16 de abril en la zona costanera de Manabí. Todos estos eventos y sumados al pasar del tiempo han demostrado ciertas fallas en el hospital como humedades en losas y cielos rasos, fisuras en ciertas paredes afectando al enlucido. El bloque de consulta externa que tiene diferente altura al resto de la estructura representado riesgo de martilleo, Las principales debilidades son en las líneas vitales ya que en ciertos puntos carecen de mantenimiento preventivo y correctivo, en otro caso se encontró una fortaleza en el suministro y aprovisionamiento de gases medicinales.

Como una conclusión a la seguridad de la entidad hospitalaria ante situaciones de emergencia o desastres no es la más conveniente, así que se requiere implementación de medidas para la reducción de pérdidas potenciales y tomar los correctivos en aquellos aspectos donde son vulnerables y poco eficientes. Considerar el ISH es un análisis rápido ante una emergencia y que se deberán hacer los estudios más rigurosos y profundos de toda la identidad hospitalaria.

Una vez realizado el levantamiento de la información primaria de la entidad hospitalaria conociendo, su entorno, se logró realizar el emplazamiento del hospital como también obtener imágenes y video las ortofotos en modelo 3D, mediante el uso de un dron, por medio de estos pasos se determinó algunas de las amenazas y riesgos que se presentan dentro del análisis periférico de la entidad hospitalaria. Después se procedió al levantamiento de información visual tanto dentro como fuera de la misma, logrando obtener información arquitectónica y de ingeniería principalmente estructural y de líneas vitales.

Se levantaron mapas de riesgos generales como específicos, determinando amenaza sísmica, movimientos de masa, zonas propensas a inundaciones con sus respectivas zonas

seguras, isoyetas e isothermas todos como mapas generales. Los riesgos específicos que son los que afectan directamente a la estructura e indirectamente al personal del hospital, fueron armados en base a un diagnóstico mediante fichas sobre posibles amenazas y otra forma de obtener información es a través de entrevistas a los funcionarios/as que son quienes conocen más la realidad que afecta a la entidad hospitalaria.

La realización de las láminas de fallas específicas se da en base a la información levantada anteriormente y proyectadas en la maqueta virtual con un cierto grado de detalle simple. La ejecución de los ensayos no destructivos presento las resistencias del hormigón, el armado de vigas y columnas, los mismos que fueron validados y comprobados con los planos estructurales.

Finalmente se realizó el ISH de la entidad esta evaluación busca determinar la susceptibilidad o nivel de daño de la infraestructura, el resultado de la valoración es que el hospital se encuentra en categoría "A", aunque es probable que la entidad continúe funcionando en caso de desastres, se recomienda continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta y nivel de operación a través de una gestión de riesgos y así reducir la vulnerabilidad estructural.

CAPITULO III

AGRUPACIÓN Y MODELACIÓN DE CARGAS QUE ESPECIFICA LA NORMA

Las cargas siempre serán consideradas para el diseño de cualquier estructura esencial, estas actúan en acción directa como una fuerza distribuida o concentrada en diferentes elementos de la estructura. Por eso estas son agrupadas a través de combinaciones para su proceso de cálculo. Las principales cargas constituyentes son: carga muerta o peso propio, las que varían según su función como cargas vivas y las cargas accidentales de viento o sísmicas. Ante todas estas fuerzas externas se procede a diseñar la estructura mediante las nuevas normas y códigos que rigen en el país para el uso específico que tengan.

Antes de todo se deberá conocer las características de la materia prima así como sus requisitos para su utilización.

Material de construcción, es cualquier producto procesado o fabricado destinado a ser incorporado con carácter permanente en cualquier obra, ósea de edificación o de ingeniería civil.

En general, los materiales de construcción deben cumplir estos requisitos²⁴:

- Resistencias Mecánicas acordes con el uso que recibirán.
- Estabilidad química (resistencia a agentes agresivos).
- Estabilidad física (dimensional).
- Seguridad para su manejo y utilización.
- Protección de la higiene y salud de obreros y usuarios.
- No conspirar contra el ambiente

²⁴ MIDUVI & CAMICON. (2011). Cargas y Materiales. En Norma Ecuatoriana de la Construcción (34). Quito-Ecuador: S/N.

- Aislamiento térmico y acústico (colaborar en el ahorro de energía).
- Estabilidad y protección en caso de incendio (resistencia al fuego).
- Comodidad de uso, estética y economía.

3.1 Cargas gravitacionales

Las principales cargas son:

3.1.1 Carga permanente (Carga Muerta)

Son las cargas que se mantienen constantes y en magnitud y posición fija que actuaran durante toda la vida útil de la estructura siempre ejercen fuerza acumulativa desde el nivel más alto de la estructura hasta su base. Dentro de esta categoría se podrá clasificar las cargas correspondientes al peso propio que generalmente es la mayor carga muerta que van a ser columnas, vigas, losas, mampostería, etc. Y otra por el peso de los materiales que soporta que pueden ser como los acabados, cubiertas, fachadas y más, se considera otros elementos no estructurales como instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, ductos y equipos de aire acondicionado, etc.

Tabla 3-13. Peso de Carga Muerta

| Material | Peso unitario (KN/m ²) |
|--|------------------------------------|
| Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor | 0.2 |

Fuente: NEC-2014 Capitulo: Cargas no sísmicas.

3.1.2 Sobrecargas de uso (Carga Viva)

Son aquellas donde su posición o magnitudes cambian, varían en función que tenga la estructura, la principal característica de estas cargas gravitacionales es la no permanencia y movilidad lo cual genera una incertidumbre por ello ahora la ocupación o uso está destinada al servicio que brindan que a su vez estará en función del tiempo. Las principales sobrecargas pueden ser los pesos de las personas, el mobiliario, equipos o maquinaria quirúrgica en el caso de hospitales, accesorios móviles o temporales, entre otras.

Tabla 3-14. Cargas de uso de carga viva

| Ocupación o Uso | | Carga Uniforme (kN/m ²) | Carga Concentrada (kN) |
|--|---|-------------------------------------|------------------------|
| Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores | | 1 | 1.4 |
| Hospitales | Sala de quirófanos, laboratorios | 2.9 | 4.5 |
| | Sala de pacientes | 2 | 4.5 |
| | Corredores en pisos superiores a la planta baja | 4 | 4.5 |

Fuente: NEC-2014 Capitulo: Cargas no sísmicas.

3.2 Cargas ambientales

También conocidas como cargas accidentales, son causadas por la naturaleza como viento o sismo, estas afectan más a las estructuras en especial la segunda.

3.2.1 Carga por viento

El viento produce una fuerza de empuje en al área de fachada o perimetral de la estructura, donde son de mínima importancia en estructuras de baja altura y relevante en las de mayor altura ya que su fuerza y velocidad aumenta en función de las cotas superiores que posea la construcción.

3.2.1.1 Determinación de la presión del viento

Como velocidad mínima por el viento es 21 m/s o 75 km/hr debido a que la altura máxima del hospital es menor a los 10 m, el coeficiente de corrección es en función de la categoría para el estudio es en categoría B (obstrucción baja): Edificios en zonas suburbanas con edificación en baja altura, promedio 10 m. Capítulo 1: Cargas y materiales - Artículo 1.1.5: Cargas por viento

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C_e \cdot C_f$$

Dónde:

- **P:** presión de cálculo expresada en Pa (N/m²).
- **ρ :** densidad del aire expresada en Kg/m³

$$1.25 \text{ Kg/m}^3$$

- V_b : velocidad corregida del viento en m/s. 21 m/s
- C_e : coeficiente de entorno/altura.

Tabla 3-15. Anchos de Banda

| Plantas | Anchos de banda | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Ancho de banda Y (m) | Ancho de banda X (m) |
| En todas las plantas | 18.00 | 16.00 |

Fuente: CYPECAD²⁵.

- C_f : coeficiente de forma.

Con factores obtenidos se determina los valores de empuje para cada nivel tomando en cuenta que en este caso se analizó el bloque 2.

Tabla 3-16. Cargas de Viento

| Planta | Cargas de viento | |
|------------|------------------|-----------------|
| | Viento X (t) | Viento Y (t) |
| N = + 7.38 | 1.563 | 1.390 |
| N = + 4.38 | 4.679 | 4.159 |

Fuente: CYPECAD²⁶.

3.2.2 Cargas sísmica

Los sismos son aceleraciones transmitidas en el terreno lo que se deriva en fuerzas: a mayor masa mayor fuerza actúa en diferentes direcciones provoca empujes horizontales y verticales, el sismo es una liberación de energía en las capas de la corteza terrestre provoca movimientos ondulatorios afectando a las estructuras donde el Ecuador no es la excepción debido a que se encuentra en el cinturón de fuego zona altamente y periódicamente afectada por movimientos telúricos, considerando una zona de alto riesgo sísmico.

Por esas razones y datos históricos de sismos a través de la historia se debe conocer las características físicas y mecánicas del suelo, la geología de la zona, la zona sísmica que esta o será emplazada la estructura, el espectro de aceleración de diseño, etc.

²⁵ Anexo Digital 3-4. Listado de datos de la obra.pdf

²⁶ Anexo Digital 3-4. Listado de datos de la obra.pdf

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

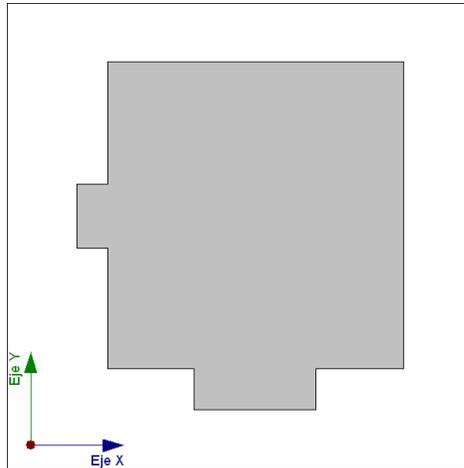


Figura 3-16. Proyección en planta de la obra
Fuente: CYPECAD²³.

Por cuestión de espacio solo se tomó de ejemplo se realiza la justificación sísmica del bloque 2 de oficinas, el resto de bloques con sus cálculos se encuentra en anexos.

3.3 Análisis dinámico espectral

Para el cálculo de las fuerzas, los momentos y desplazamientos dinámicos, el espectro sísmico de respuesta elástica en aceleraciones será calculado a continuación.

3.3.1 Caracterización del emplazamiento

- Zona Sísmica:

V

(NEC-2014, 3.1.1)

- Región Sísmica:

SIERRA

(NEC-2014, 10.5.3)

- Tipo de suelo:²⁷
D (NEC-2014, 3.2.1)
- Caracterización del peligro sísmico:
ALTA (NEC-2014, 3.1.1, Tabla 1)
- Factor de importancia de la Obra: (NEC-2014, 4.1, Tabla 6)

Tabla 3-17. Coeficiente de tipo de uso, destino e importancia

| Categoría | Tipo de uso, destino e importancia | Coefficiente I |
|---------------------------------|---|----------------|
| Edificaciones esenciales | Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. | 1.5 |

Fuente: CYPECAD²⁸.

3.3.2 Sistema estructural

Parámetros de cálculo

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Fracción de sobrecarga de uso: | <u>0.25</u> |
| Factor multiplicador del espectro: | <u>1.00</u> |

Factor de reducción de resistencia sísmica R

Tabla 3-18. Factor de reducción sísmica

| Sistemas Estructurales Dúctiles | R |
|---|----------|
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas. | 8 |

Fuente: CYPECAD²⁹. (NEC-SE-DS 2014, Tabla 15 y 16)

- **R_X**: factor de reducción (X) **R_X: 8.00**
- **R_Y**: factor de reducción (Y) **R_Y: 8.00**

²⁷ (El tipo de suelo esta específico en el estudio de suelos en al Cap. 2)

²⁸ Anexo Digital 3-4. Listado de datos de la obra.pdf

²⁹ Anexo Digital 3-4. Listado de datos de la obra.pdf

Coefficiente de regularidad “F”

Geometría en altura: Regular (NEC-SE-DS 2014, 5.2.3)

Φ_P : coeficiente de regularidad en planta $\Phi_P: 0.90$
(NEC-SE-DS 2014, 5.2.3a)

Φ_E : coeficiente de regularidad en elevación $\Phi_E: 0.90$
(NEC-SE-DS 2014, 5.2.3b)

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma se indica:

Sistema estructural (X): **III** (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

Sistema estructural (Y): **III** (NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

Altura del edificio³⁰ **h: c**

Números de modos

“Se deben considerar en el análisis todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura. Este requisito puede satisfacerse al utilizar todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideras.”³¹

3.4 Espectro de cálculo

El espectro de diseño es un valor que se usa para medir la reacción de una estructura con relación ante el movimiento del suelo debido a la vibración del sismo, teniendo en cuenta las características de la estructura (periodo de vibración), las condiciones locales de la respuesta del suelo, y la actividad sísmica de la región.

³⁰ La altura especificada es del bloque 2 de oficinas más detalles en planos y anexos.

³¹ MIDUVI & CAMICON. (2011). Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente. En Norma Ecuatoriana de la Construcción (62). Quito-Ecuador: S/N.

3.4.1 Espectro elástico de aceleraciones

Parámetros necesarios para la definición del espectro

- **Z:** factor de zona (NEC-SE-DS 2014, Tabla 1) **Z:** 0.40
 Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): **V**
- **η:** relación de amplificación espectral (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1) **η:** 2.48
 Región sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1): **Sierra**
- **F_a:** factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 3) **F_a:** 1.20
- **F_d:** factor de sitio (NEC-SE-DS 2014, Tabla 4) **F_d:** 1.19
- **F_s:** factor de sitio o factor de comportamiento inelástico del subsuelo **F_s:** 1.28
 (NEC-SE-DS 2014, Tabla 5)
 Tipo de suelo (NEC-SE-DS 2014, 3.2.1): **D**
 Zona sísmica (NEC-SE-DS 2014, 3.1.1): **V**
- **r:** exponente que define la rama descendente del espectro **r:** 1.00
 (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)
- **T₀:** periodo límite inferior de la rama de aceleración constante **T₀:** 0.13 s
 del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)

$$T_0 = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

- **T_c:** periodo límite superior de la rama de aceleración constante **T_c:** 0.70 s
 del espectro (NEC-SE-DS 2014, 3.3.1)

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

Con los valores anteriores se obtiene el siguiente espectro:

Coefficientes de amplificación

$$S_{AE} = Z \cdot F_a \cdot I \cdot (1 + (\eta - 1) \cdot \frac{T}{T_0}) \quad T \leq T_0$$

$$S_{AE} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \quad T_0 \leq T \leq T_C$$

$$S_{AE} = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)^r \quad T > T_C$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.786 g.

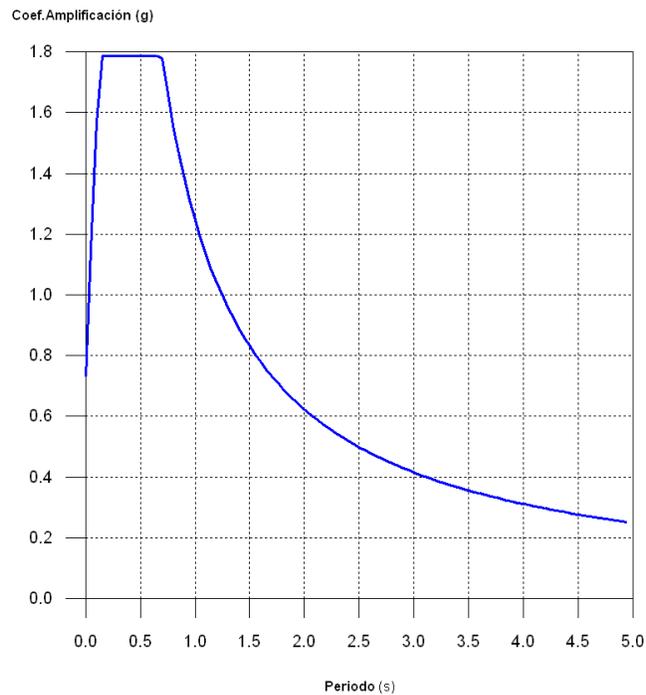


Figura 3-17. Espectro Elástico de Aceleraciones
Fuente: CYPECAD³²

3.4.2 Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente $(R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E)$ correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R \cdot \Phi_P \cdot \Phi_E}$$

³² Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

- **Espectros de Diseño en Direcciones (X,Y)**

Espectro de diseño según X

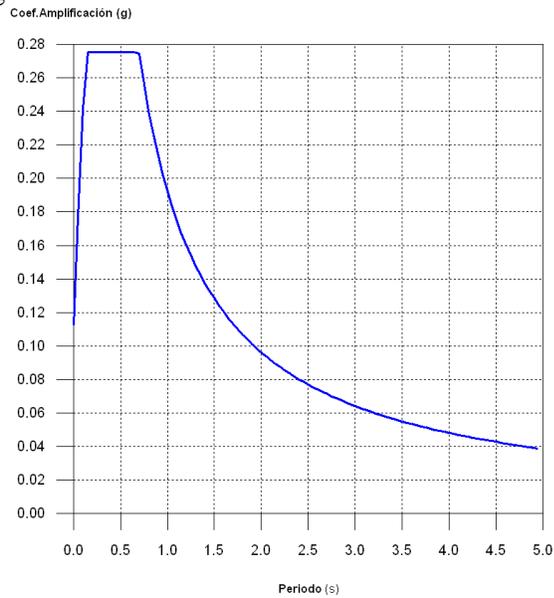


Figura 3-18. Espectro de diseño según X
Fuente: CYPECAD³³

Espectro de diseño según Y

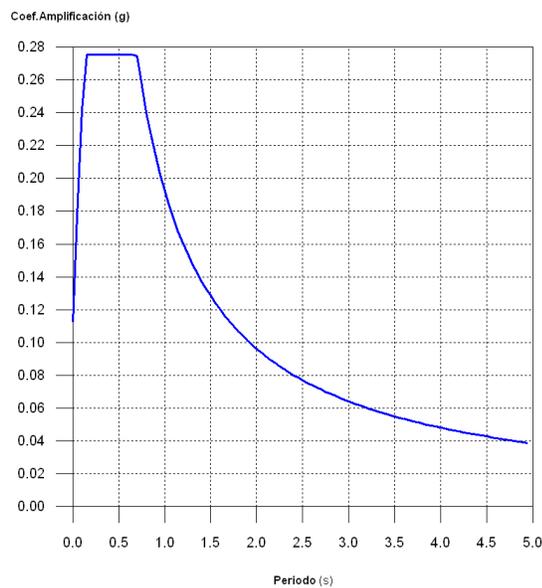


Figura 3-17. Espectro de diseño según Y
Fuente: CYPECAD³⁰

³³ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

3.5 Coeficientes de participación

Tabla 3-19. Coeficientes de participación

| Modo | T | L _x | L _y | L _{gz} | M _x | M _y | Hipótesis X(1) | Hipótesis Y(1) |
|--------|-----------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|--|--|
| Modo 1 | 1.15 2 | 0.050 8 | 0.780 6 | 0.623 | 0.41 % | 96.35 % | R = 6.48 A = 1.638 m/s ² D = 55.0794 mm | R = 6.48 A = 1.638 m/s ² D = 55.0794 mm |
| Modo 2 | 1.11 2 | 0.723 9 | 0.059 9 | 0.687 3 | 95.71 % | 0.65 % | R = 6.48 A = 1.698 m/s ² D = 53.1771 mm | R = 6.48 A = 1.698 m/s ² D = 53.1771 mm |
| Modo 3 | 0.98 3 | 0.023 | 0.017 | 0.999 6 | 2.18 % | 1.19 % | R = 6.48 A = 1.92 m/s ² D = 47.0389 mm | R = 6.48 A = 1.92 m/s ² D = 47.0389 mm |
| Total | | | | | 98.3 % | 98.19 % | | |

Fuente: CYPECAD³⁴

T: periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz}: coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x, M_y: porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

³⁴ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

- **Representación de los periodos modales**

Espectro de diseño según X

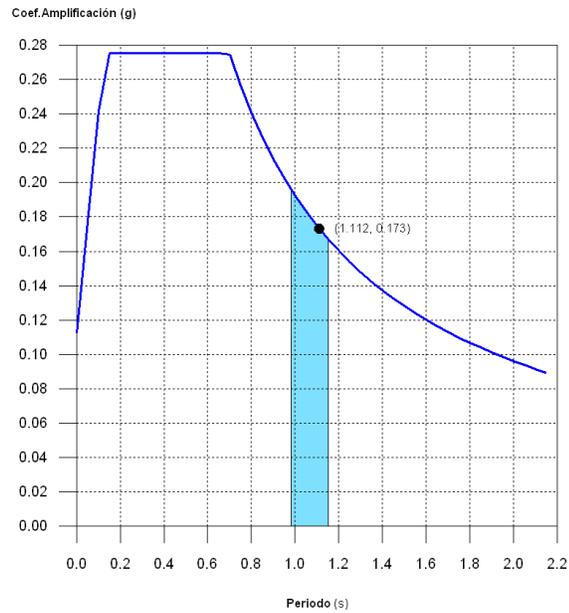


Figura 3-19 Espectro de diseño según X
Fuente: CYPECAD³⁵

Espectro de diseño según Y

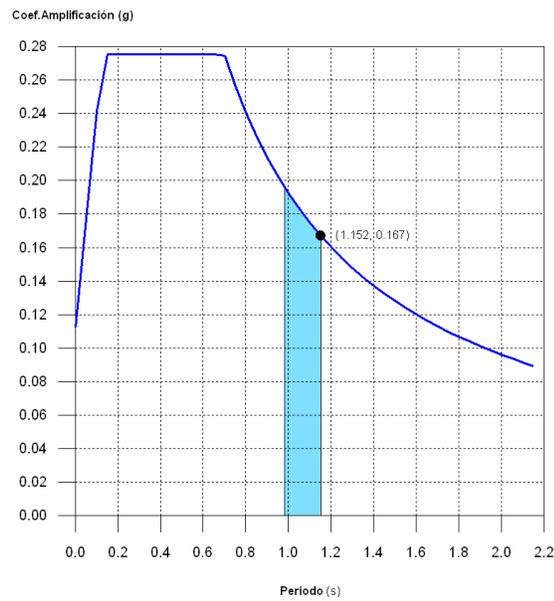


Figura 3-20. Espectro de diseño según Y
Fuente: CYPECAD³²

³⁵ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Tabla 3-20.Hipótesis Sismo (X-Y)

| Hipótesis Sismo X1 | | | Hipótesis Sismo Y1 | | |
|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| Hipótesis modal | T (s) | A (g) | Hipótesis modal | T (s) | A (g) |
| Modo 2 | 1.112 | 0.173 | Modo 1 | 1.152 | 0.167 |

Fuente: CYPECAD³⁶

3.6 Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta

c.d.m.: coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

ex: excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

ey: excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

Tabla 3-21.Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades

| Planta | c.d.m. (m) | c.d.r. (m) | ex (m) | ey (m) |
|------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
| N = + 7.38 | (29.05, -74.39) | (29.05, -74.39) | 0.00 | 0.00 |
| N = + 4.38 | (28.45, -75.10) | (29.01, -74.39) | -0.56 | -0.70 |

Fuente: CYPECAD³³

- **Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta**

N = + 4.38

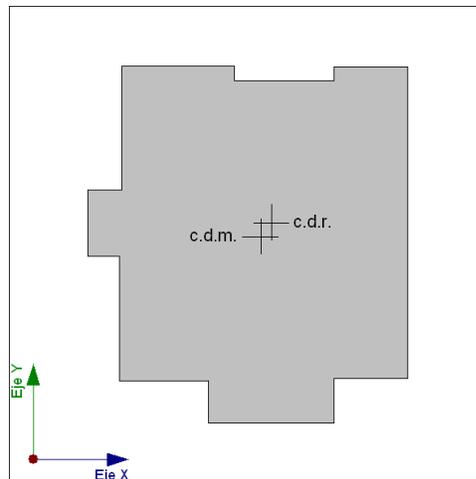


Figura 3-21.Centro de masas y del Centro de rigidez

Fuente: CYPECAD³³

³⁶ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

$$N = + 7.38$$

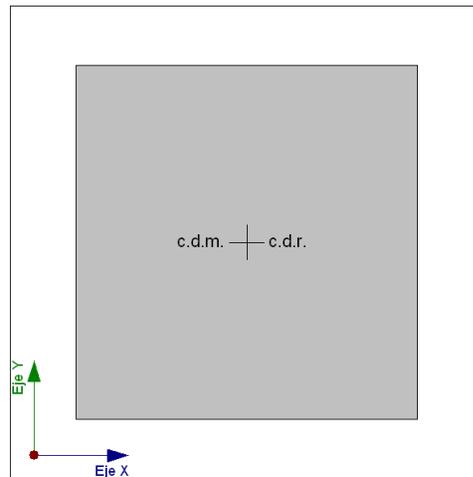


Figura 3-22. Centro de masas y del Centro de rigidez
Fuente: CYPECAD³⁷

3.7 Corrección por cortante basal

Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma. (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2014)

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

$$V_{s,x} = S_{d,x}(T_a) \cdot W$$

- $S_{d,x}(T_a)$: aceleración espectral horizontal de diseño (X) $S_{d,x}(T_a)$: 0.276 q

- $V_{s,x}$: cortante sísmico en la base (X) $V_{s,x}$: 103.2868 t
(NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

- $T_{a,x}$: periodo fundamental aproximado (X) $T_{a,x}$: 0.33 s
(NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

³⁷ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

- **h**: altura del edificio **h**: 7.38 m

$$V_{s,y} = S_{d,y}(T_a) \cdot W$$

- **S_{d,y}(T_a)**: aceleración espectral horizontal de diseño (Y) **S_{d,y}(T_a)**: 0.276 g

- **V_{s,y}**: cortante sísmico en la base (X) **V_{s,y}**: 103.2868 t

(NEC-SE-DS 2014, 6.3.2)

$$T_a = 0.055 \cdot h^{0.9}$$

- **T_{a,y}**: periodo fundamental aproximado (X) **T_{a,y}**: 0.33 s
(NEC-SE-DS 2014, 6.3.3a)

- **h**: altura del edificio **h**: 7.38 m

Peso sísmico total de la estructura (W)

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$W = \sum_{i=1}^n W_i$$

W_i: Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

Tabla 3-22. Peso sísmico

| Planta | w _i (t) |
|-------------------------|--------------------|
| N = + 7.38 | 168.6459 |
| N = + 4.38 | 206.1851 |
| W=∑w_i | 374.8310 |

Fuente: CYPECAD³⁸

³⁸ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

- Peso sísmico total de la estructura $W = 374.8310 \text{ t}$

Verificación de la condición de cortante basal

Ajuste del corte basal de los resultados obtenidos por el análisis (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2014)

El valor del cortante dinámico total en la base obtenido por cualquier método de análisis dinámico, no debe ser:

- $< 80\%$ del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras regulares)
- $< 85\%$ del cortante basal V obtenido por el método estático (estructuras irregulares).

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80% del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s / V_d$.

Tabla 3-23. Condición de cortante basal mínimo

| Hipótesis sísmica | Condición de cortante basal mínimo | | Factor de modificación |
|-------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Sismo X1 | $V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$ | 62.9744 t \geq 82.6294 t | 1.31 |
| Sismo Y1 | $V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$ | 60.9926 t \geq 82.6294 t | 1.35 |

Fuente: CYPECAD³⁹

$V_{d,X}$: cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica.

$V_{s,X}$: cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica.

$V_{d,Y}$: cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica.

$V_{s,Y}$: cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica.

³⁹ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

3.8 Cortante sísmico combinado por planta

El valor máximo del cortante por planta en una hipótesis sísmica dada se obtiene mediante la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de los correspondientes cortantes modales.

Si la obra tiene vigas con vinculación exterior o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

Cortante sísmico combinado y fuerza sísmica equivalente por planta

Los valores que se muestran en las siguientes tablas no están ajustados por el factor de modificación calculado en el apartado 'Corrección por cortante basal'.

Hipótesis sísmica: Sismo X1

Tabla 3-24.Hipótesis sísmica: Sismo X1

| Planta | $Q_X(t)$ | $F_{eq,X}(t)$ | $Q_Y(t)$ | $F_{eq,Y}(t)$ |
|------------|----------|---------------|----------|---------------|
| N = + 7.38 | 32.3039 | 32.3039 | 4.4522 | 4.4522 |
| N = + 4.38 | 62.9744 | 30.6733 | 9.3019 | 4.8627 |

Fuente: CYPECAD⁴⁰

Hipótesis sísmica: Sismo Y1

Tabla 3-25.Hipótesis sísmica: Sismo Y1

| Planta | $Q_X(t)$ | $F_{eq,X}(t)$ | $Q_Y(t)$ | $F_{eq,Y}(t)$ |
|------------|----------|---------------|----------|---------------|
| N = + 7.38 | 4.7067 | 4.7067 | 31.6884 | 31.6884 |
| N = + 4.38 | 9.3087 | 4.6153 | 60.9926 | 29.3057 |

Fuente: CYPECAD³⁷

⁴⁰ Anexo Digital 3-5. Justificación de la acción sísmica.pdf

Cortantes sísmicos máximos por planta

- Hipótesis sísmica: Sismo X1

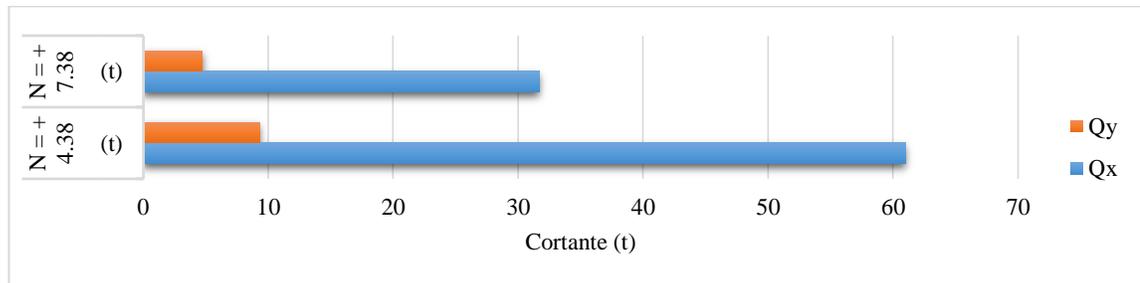


Figura 3-23. Cortantes sísmicos máximos (X)
Fuente: CYPECAD³⁸

- Hipótesis sísmica: Sismo Y1

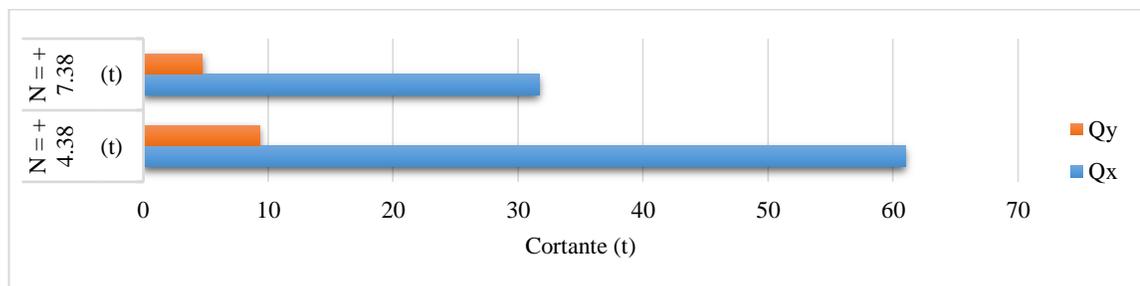


Figura 3-24. Cortantes sísmicos máximos (Y)
Fuente: CYPECAD⁴¹

Fuerzas sísmicas equivalentes por planta

- Hipótesis sísmica: Sismo X1

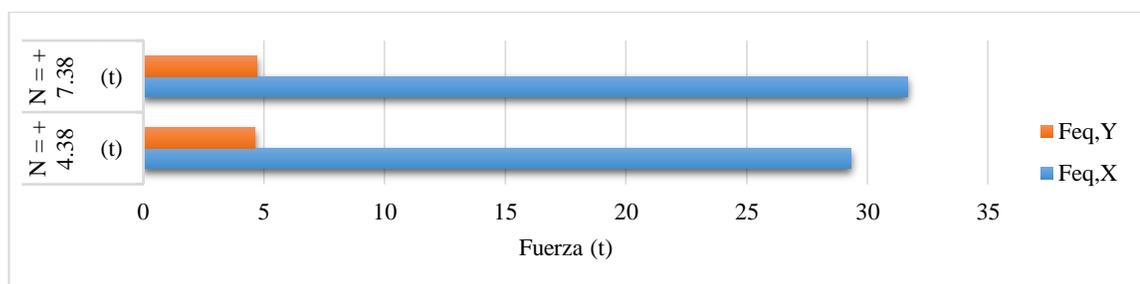


Figura 3-25. Fuerzas sísmicas equivalentes (X)
Fuente: CYPECAD³⁹

⁴¹ Anexo Digital 3-5 Justificación de la acción sísmica.pdf

- Hipótesis sísmica: Sismo Y1

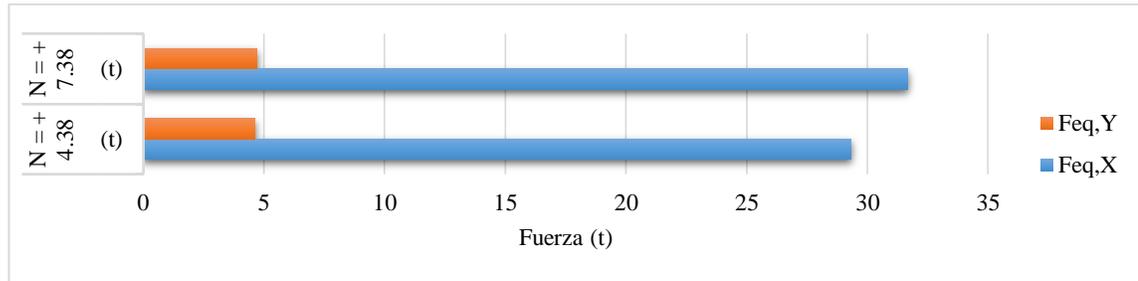


Figura 3-26. Fuerzas sísmicas equivalentes (Y)

Fuente: CYPECAD

3.9 Combinación de cargas

La resistencia de cualquier elemento estructural requerida para el diseño y cálculo de la estructura debe ser determinada para la adecuada combinación crítica de cargas factorizadas debido a la incertidumbre que existe con los diferentes tipos de carga debido que la estimación de idealización de las cargas no será exacto. Por eso se utiliza las combinaciones indicadas en (NEC, 2014).

Combinación 1

$$1.4 D$$

Combinación 2

$$1.2 D + 1.6 L$$

Combinación 3

$$1.2 D + L + S_x$$

Combinación 4

$$1.2 D + L + S_y$$

Combinación 5

$$0.9 D + S_x$$

Combinación 6

$$0.9 D + S_x$$

Donde:

D = Carga Muerta

L = Sobrecarga (Carga Viva)

S_X = Sismo en dirección "X"

S_Y = Sismo en dirección "Y"

Mediante el manejo de CYPECAD que es el software de cálculo, se realizaron las combinaciones más desfavorables que pueden suceder en la estructura con todas las condiciones de cargas presentadas el cálculo y diseño es automático realizando las variantes de carga muerta sea de conocimiento las características de la estructura, las cargas vivas que dependerá el uso que se la diseñó; en este caso en una estructura esencial ya que se conoce es una entidad hospitalaria se conocerá sus diferentes cargas que se encuentran en función del uso específico como: oficinas, corredores, quirófanos, entre otras.

No hay que olvidar que las cargas ambientales como viento, dependerá de la geometría del hospital y su altura. Sobre todo la carga sísmica la más importante de las cargas ambientales ya que es conocimiento general que el país se encuentra en una zona sísmica de alto riesgo.

En el cálculo se considera el Estado Limite Ultimo (E.L.U) del Hormigón en rotura, donde no se deberá alcanzar el estado limite o último, lo que implica si la estructura sufre algún tipo de fallo o deterioro, el diseño propuesto no deberá ser superado a manera de seguridad. Con discernimiento de todo esto en la siguiente tabla se observa las combinaciones realizadas por software CYPECAD. Se debe considerar que las cargas con sus respectivas combinaciones las que han sido desarrolladas para ser usadas en conjunto, estas son un requerimiento para el diseño de resistencia como tensiones admisibles.

La siguiente tabla se observa las diferentes posibilidades de combinaciones de cargas, que en el caso del hospital estarán actuando y son consideradas en el cálculo y diseño.

Tabla 3-26. Combinaciones de Carga

| Comb. | PP | CM | Qa | V(+X) | V(-X) | V(+Y) | V(-Y) | SX | SY |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 1.400 | 1.400 | | | | | | | |
| 2 | 1.200 | 1.200 | | | | | | | |
| 3 | 1.200 | 1.200 | 1.600 | | | | | | |
| 4 | 1.200 | 1.200 | | 1.000 | | | | | |
| 5 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | 1.000 | | | | | |
| 6 | 1.200 | 1.200 | | | 1.000 | | | | |
| 7 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | 1.000 | | | | |
| 8 | 1.200 | 1.200 | | | | 1.000 | | | |
| 9 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | | 1.000 | | | |
| 10 | 1.200 | 1.200 | | | | | 1.000 | | |
| 11 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | | | 1.000 | | |
| 12 | 1.200 | 1.200 | | | | | | -1.000 | |
| 13 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | | | | -1.000 | |
| 14 | 1.200 | 1.200 | | | | | | 1.000 | |
| 15 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | | | | 1.000 | |
| 16 | 1.200 | 1.200 | | | | | | | -1.000 |
| 17 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | | | | | -1.000 |
| 18 | 1.200 | 1.200 | | | | | | | 1.000 |
| 19 | 1.200 | 1.200 | 0.500 | | | | | | 1.000 |
| 20 | 0.900 | 0.900 | | | | | | | |
| 21 | 0.900 | 0.900 | | 1.000 | | | | | |
| 22 | 0.900 | 0.900 | | | 1.000 | | | | |
| 23 | 0.900 | 0.900 | | | | 1.000 | | | |
| 24 | 0.900 | 0.900 | | | | | 1.000 | | |
| 25 | 0.900 | 0.900 | | | | | | -1.000 | |
| 26 | 0.900 | 0.900 | | | | | | 1.000 | |
| 27 | 0.900 | 0.900 | | | | | | | -1.000 |
| 28 | 0.900 | 0.900 | | | | | | | 1.000 |

Fuente: CYPECAD⁴²⁴² Anexo Digital 3-4. Listado de datos de la obra.pdf

- **Nombres de las hipótesis**

- PP: peso propio
- CM: cargas permanentes
- Qa: sobrecarga de uso
- V(+X): Viento +X
- V(-X): Viento -X
- V(+Y): Viento +Y
- V(-Y): Viento -Y
- SX: sismo X
- SY: sismo Y

3.10 Deriva de piso

Es el desplazamiento lateral relativo de un piso con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura.⁴³

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de deriva inelástica establecidos en la tabla siguiente, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso⁴⁴:

Valores de ΔM máxima (sin unidad) máximos, expresados como fracción de la altura de piso.

Tabla 3-27. Deriva máxima

| Estructuras de: | ΔM máxima (sin unidad) |
|--|--------------------------------|
| Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera | 0.02 |
| De mampostería | 0.01 |

Fuente: NEC-2014 Capitulo: Peligro Sísmico.

La deriva máxima será $\Delta M=0.02$

⁴³ MIDUVI & CAMICON. (2011). Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente. En Norma Ecuatoriana de la Construcción (5). Quito-Ecuador: S/N.

⁴⁴ MIDUVI & CAMICON. (2014). Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente. En Norma Ecuatoriana de la Construcción (40). Quito-Ecuador: S/N.NEC_SE_DS

- **Deriva por cada planta.**

Tabla 3-28. Derivas Parcial Máximas.

| Desplome local máximo de las columnas (Δ / h) | | |
|--|-------------------------------------|-----------------|
| Planta | Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | |
| | Dirección X | Dirección Y |
| N = + 7.38 | 1/32 = 0.03125 | 1/27 = 0.037037 |
| N = + 4.38 | 1/16 = 0.0625 | 1/16 = 0.0626 |

Notas: ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: CYPECAD

- **Deriva total de la estructura (Bloque 2)**

Tabla 3-29. Deriva total máxima.

| Desplome total máximo de las columnas (D / H) | |
|---|-----------------|
| Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | |
| Dirección X | Dirección Y |
| 1/20 = 0.05 | 1/19 = 0.052632 |

Notas: ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: CYPECAD

De lo descrito es importante determinar todas las cargas y sus combinaciones en especial las de sismo que afectan al hospital tomando en cuenta la ocupación y el uso que tiene la estructura esencial, definiendo cargas muertas, vivas, carga por presión de viento y las más principales las cargas sísmicas dentro del sistema estructural como recomienda la (NEC, 2014) con todos los factores y parámetros de análisis. Con la ayuda de estos datos se determina los espectros de cálculo de diseño y elásticos, para seguir con la determinación del cortante basal que afecta al hospital ante un sismo, con todos los datos obtenidos, estos serán procesados para la modelación de la estructura y llevados a cabo en el siguiente capítulo.

CAPITULO IV

MODELO MATEMÁTICO IDEALIZADO DE LA ESTRUCTURA

La maqueta virtual es la reproducción digital en este caso de la entidad hospitalaria, porque es una herramienta auxiliar para exponer y diseñar proyectos de ingeniería, mediante la digitalización de un modelo 3D asistido por computadora, es un excelente material para la interpretación y realización de los proyectos y poder idealizar la estructura con todos sus componentes arquitectónicos, estructurales como instalaciones, entre otras. Sirve para visualizar, detallar, diagnosticar y realizar una comparación digital contra la física.

Con la ayuda de software que reconozca un nivel de detalle y exactitud hace posible el desarrollo de proyectos con absoluta transparencia y eficacia, demostrando que se puede ofrecer un trabajo con la mejor calidad posible en el campo de la ingeniería como arquitectura de la más alta complejidad.

Una vez desarrollado la maqueta sé cómo parte principal del modelado se procede al diseño de líneas vitales (hidrosanitaria y gases) o infraestructura esencial, son parte fundamental de la entidad hospitalaria para su funcionamiento se crea una dependencia ante un desastre, su operación no puede ser interrumpida, tienen que tener una pronta respuesta frente a emergencias las principales líneas vitales que se dibujaron son: sanitaria (agua potable, contraincendios, aguas servidas), gases (oxígeno, óxido nitroso y gas licuado de petróleo).

Posterior y para finalizar se debe señalar la estructura y la parte de arquitectura se procede a la importación del modelo 3D al programa de cálculo para su análisis de comportamiento mecánico con las solicitaciones propuestas, así el sistema estructural debe cumplir las funciones determinadas ante las nuevas normativas y características de diseño sismo resistente aplicando la (NEC , 2014)y poder obtener nuestra valoración, comportamiento

de la entidad hospitalaria y finalizar con derivaciones y conclusiones. Comprobando los diferentes miembros de la estructura como: columnas, vigas, losas.

4.1 Idealización del modelo de estructura hospitalaria

4.1.1 Modelo de maqueta virtual⁴⁵

Para el diseño de la Maqueta Virtual se realizó con el software REVIT 2017 de la casa Autodesk en la versión free o estudiantil, su uso es para el modelado de construcción que requiere un completo e inteligente programa que coordine los datos y tareas necesarias para construir obras civiles eficientes y de alta calidad.

Por eso poco a poco ha ido aumentando la complejidad de los sistemas de trabajo como el proceso del diseño de un proyecto comenzando desde los dibujos en planos con la herramienta AutoCAD, calcular la estructura con programas de cálculo para después pasar a realizar el diseño de instalaciones y eficiencia energética, realizar las cantidades de obra y todos estos procesos llevándolos a cabo en diferentes programas y pudiendo presentar ciertas incoherencias y ser susceptible a errores en estos documentos.



Figura 4-27. Modelo 3D Hospital "Dario Machuca Palacios"

⁴⁵ Anexo Digital 4-5. Modelo_ Hospital Dario Machuca Palacios.rvt

Donde Revit el software de modelación, ofrece una respuesta a todo lo antepuesto debido a que se considera como un sistema global que parte desde la integración y asociatividad total de un proyecto este cambia la manera de hacer un proyecto ya que es la evolución del AutoCAD, esto se debe al implementar la tecnología BIM (Building Information Modeling) que significa abordar el ciclo completo de vida de una estructura, se maneja un modelo virtual asociado a una base de datos lo que ayuda a reducir el trabajo y evitar errores en el proceso a través de un programa dinámico y modelado tridimensional con la capacidad de realizar cambios en tiempo real y así disminuir costo en el proceso.

Revit nos permite coordinar en detalle todos los elementos y áreas cubiertas en nuestro trabajo, minimizando el riesgo de errores en la ejecución y mejorando nuestra eficiencia. En términos generales, hay tres procesos principales que se facilitan con este software (HILDEBRANDT GRUPPE , 2016):

- Manejo de archivos: Se concentran todos los archivos en un solo lugar.
- Registro de datos y cumplimiento de tareas: El programa no permite que se ingresen inconsistencias o se dejen tareas de lado.
- Actualización por cambios: Al cambiar un elemento, se ejecutan automáticamente todas las modificaciones gatilladas por ese cambio, en todas las áreas y secciones.

4.1.2 Modelo de líneas vitales

Son infraestructuras que son imprescindibles para un correcto proceso de la actividad humana, estas brindan un suministro de energía y elementos de saneamiento básico por ejemplo, agua, electricidad, gases y comunicación. Es necesario aclarar que estos sistemas por ninguna situación pueden salir o fracasar ante cualquier evento de desastre por ello el hospital cuenta con sistemas alternos o de reserva ante estas eventualidades, o sistemas de contingencia propios del hospital.

La importancia de un modelo de 3D es crear una representación digital para observar cómo se encuentran las instalaciones en la estructura las tuberías, conexiones, diámetros, etc. Todo esto para en el caso de un sismo o algún tipo de amenaza poder identificar y ubicar cuál de estos elementos posibles tenga algún tipo de falla, dentro de las amenazas la principal será el riesgo sísmico siendo evidente que al no poder modificar la amenaza, la única solución será minimizar el riesgo, es reducir la vulnerabilidad de la entidad hospitalaria, hay que tener todas las herramientas necesarias para minimizar el riesgo.

En un sismo las fallas de las líneas vitales no son causantes directas de pérdidas de vida, como consecuencias indirectas serán la falla en la operatividad de equipos médicos, interrupción o fugas del sistema de agua, las pérdidas económicas serán bastantes considerables y otros factores que se suman y pueden ocasionar amenaza a la vida y al hospital.

4.1.2.1 Modelo de AASS - AALL⁴⁶

Las aguas residuales son aguas que se han visto modificadas o alteradas donde su calidad se ve comprometida afectando negativamente. Una vez establecido este concepto se diseña el modelo 3D con todos los aparatos sanitarios y pozos de revisión todos aparatos sanitarios basados en los planos adquiridos de aguas servidas y aguas lluvia, los sistemas de tuberías son algunas de las variantes que da REVIT 2017 como posible diseño. Pág. 120.

4.1.2.2 Modelo de AP - Contraincendios⁴⁷

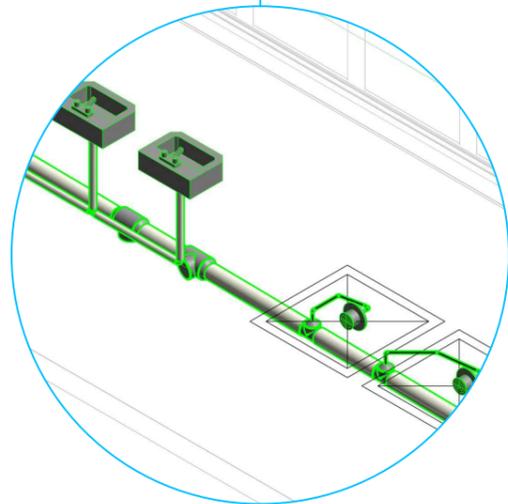
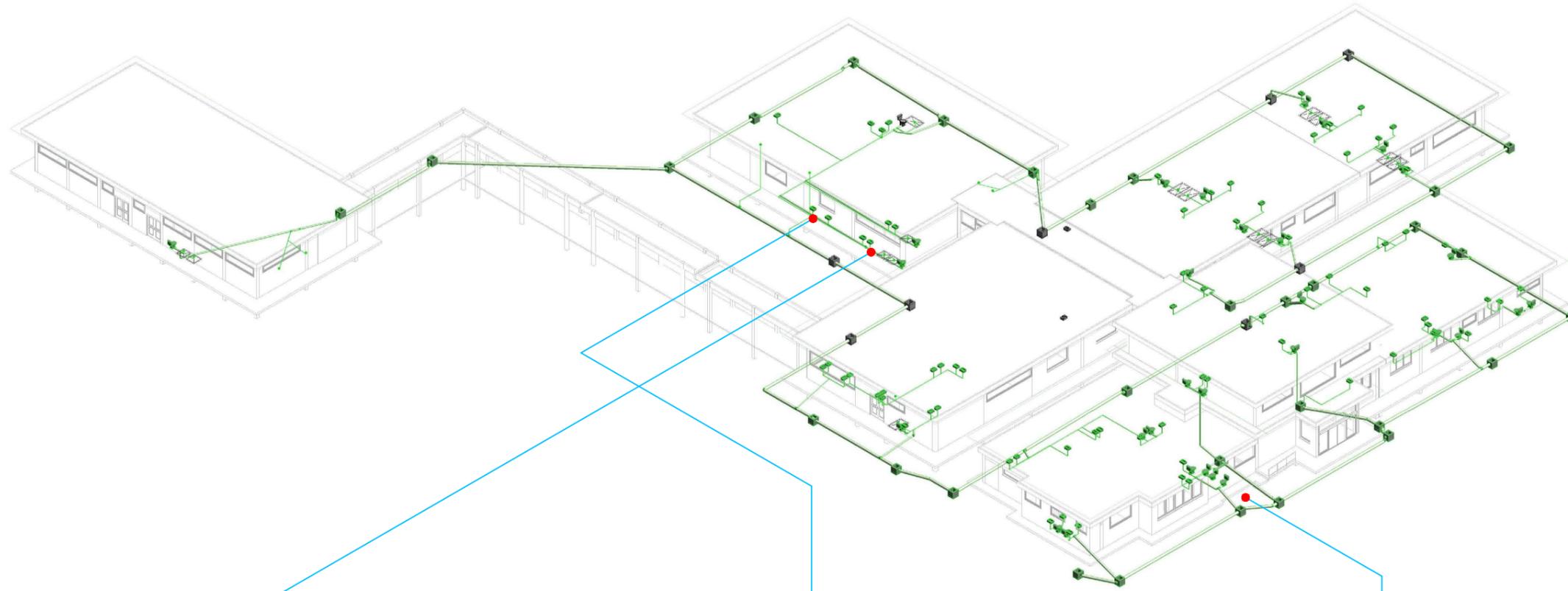
Toda estructura esencial sobre todo hospitales contarán con un sistema de agua potable para el abastecimiento y consumo del personal administrativo y pacientes es una de las líneas vitales más importantes. Como siguiente modelo es el contraincendios sistema de

⁴⁶ Anexo Digital 4-6. Modelo_ AASS- AALL.rvt

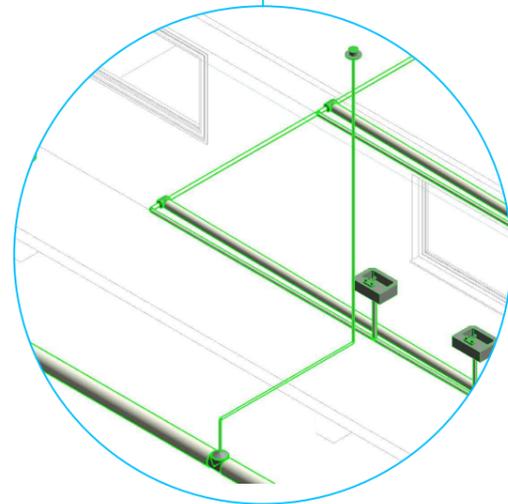
⁴⁷ Anexo Digital 4-7. Modelo_ AP- Contraincendios.rvt



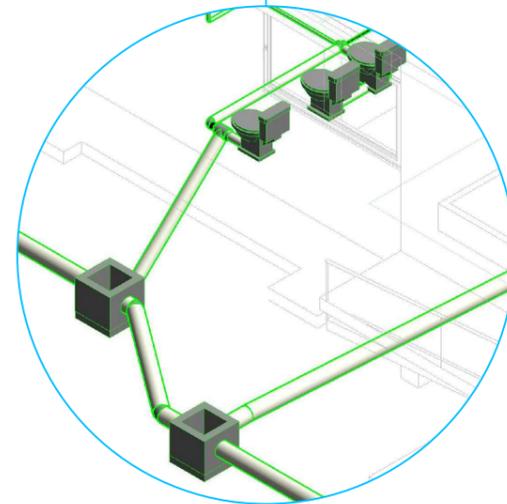
VISTA 3D LÍNEAS VITALES



Detalle de lavaderos y duchas



Rejilla de Agua Lluvia



Cajas de Revisión

Fotografías



AASS-AALL

Las aguas residuales son aguas que se han visto modificadas o alteradas donde su calidad se ve comprometida afectando negativamente. Una vez establecido este concepto se diseña el modelo 3D con todos los aparatos sanitarios y pozos de revisión todos aparatos sanitarios basados en los planos adquiridos de aguas servidas y aguas lluvia.



| | | |
|--------------------------------|--------------------|------------|
| Dibujo: | Ubicación | Fecha |
| Ignacio Benjamin Villota Tapia | Cañar - La Troncal | 25/06/2016 |



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

| | | |
|---------|------------------------|----------|
| Escala: | Nombre del Hospital: | Carrera: |
| S/N | DARIO MACHUCA PALACIOS | I.C.G.C |

Lámina N°1

Contiene: LÍNEAS VITALES (AASS - AALL)

protección con el único fin de salvar vidas ante la acción de fuego. Estos dos modelos se encuentran diseñados en base a los planos y a la opción que nos da las diferentes variantes que diseña el software. Pág. 122.

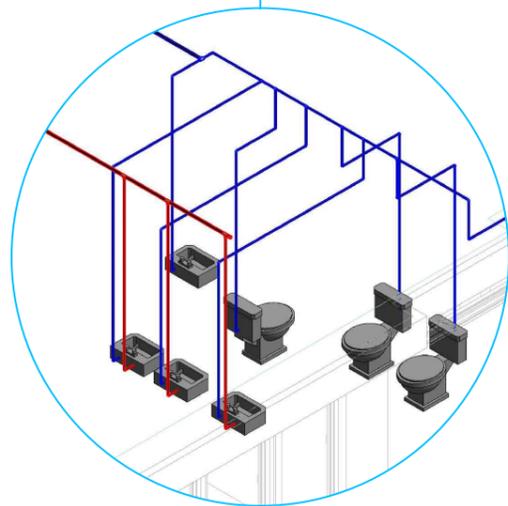
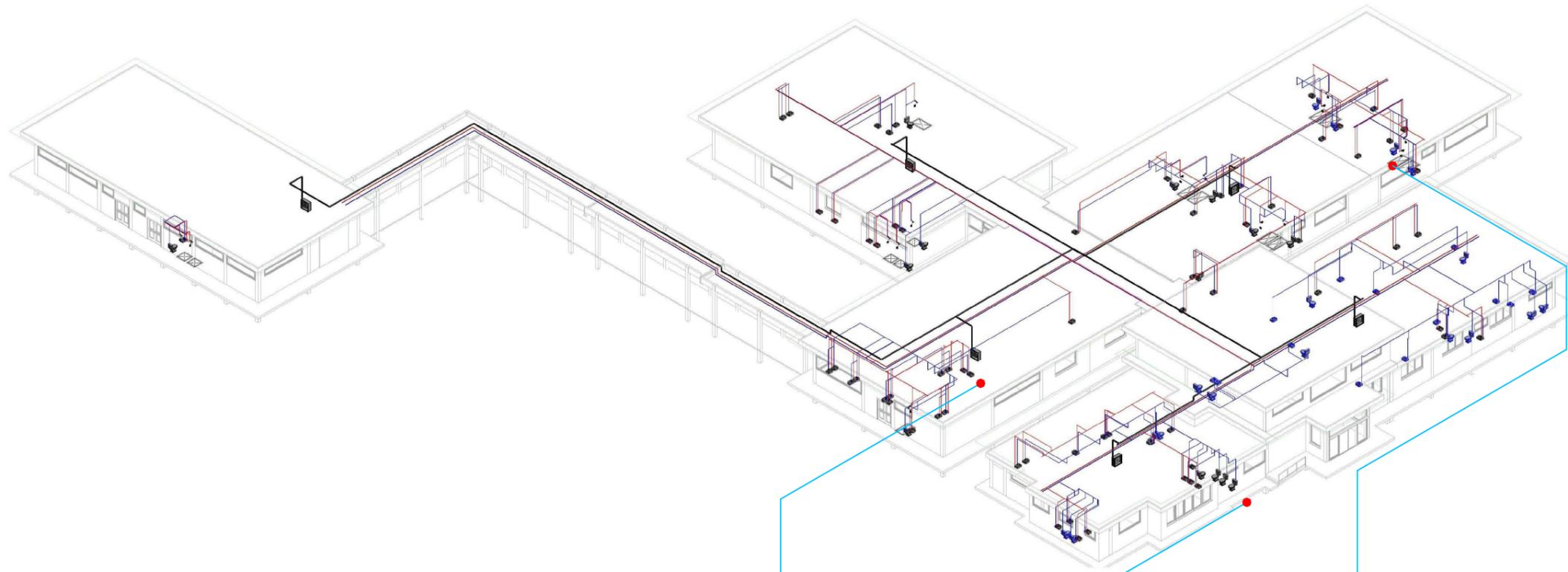
4.1.2.3 Modelo de gases⁴⁸

Este modelo es en base a las líneas vitales de gases de uso quirúrgico y de uso para cocción y para secadoras de ropa, donde estas parten desde sus respectivas centrales de gas para después dirigirse a los quirófanos, emergencia y cocina y lavandería respectivamente. El sistema de vacío también se encuentra modelado desde su punto de partida los talleres de fuerza hasta sus diferentes destinos. Todas estas líneas pasan a través de una caja de monitoreo y control, otras de control de presión del suministro. Pág. 123.

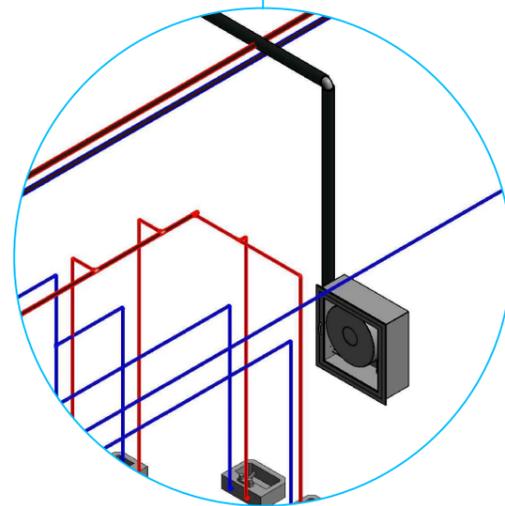
⁴⁸ Anexo Digital 4-8. Modelo_ GASES.rvt



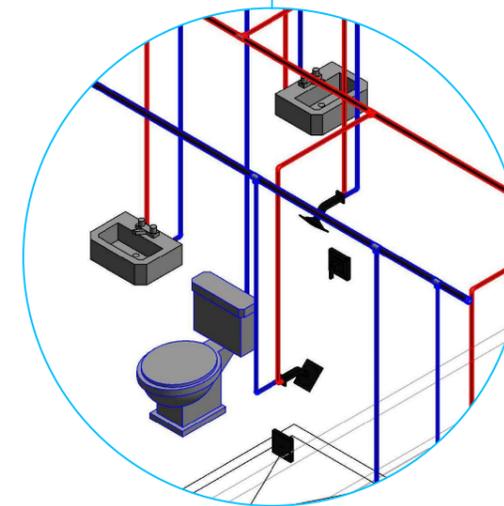
VISTA 3D LÍNEAS VITALES



Detalle de lavaderos y sanitarios



Armario Contraincendios



Detalle de Duchas

Fotografías



Simbología

Tubería Agua Fría



Tubería Agua Caliente



Tubería Contraincendios



AP – CONTRAINCENDIOS

Toda estructura esencial sobre todo hospitales contarán con un sistema de agua potable para el abastecimiento y consumo del personal administrativo como de los pacientes es una de las líneas vitales más importantes. Como siguiente modelo es el contra incendios sistema de protección con el único fin de salvar vidas ante la acción de fuego.



Dibujo:
Ignacio Benjamin Villota Tapia

Ubicación
Cañar – La Troncal

Fecha
25/06/2016



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Escala:
S/N

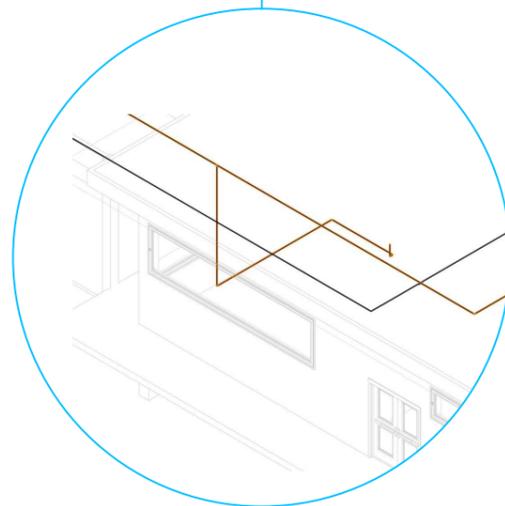
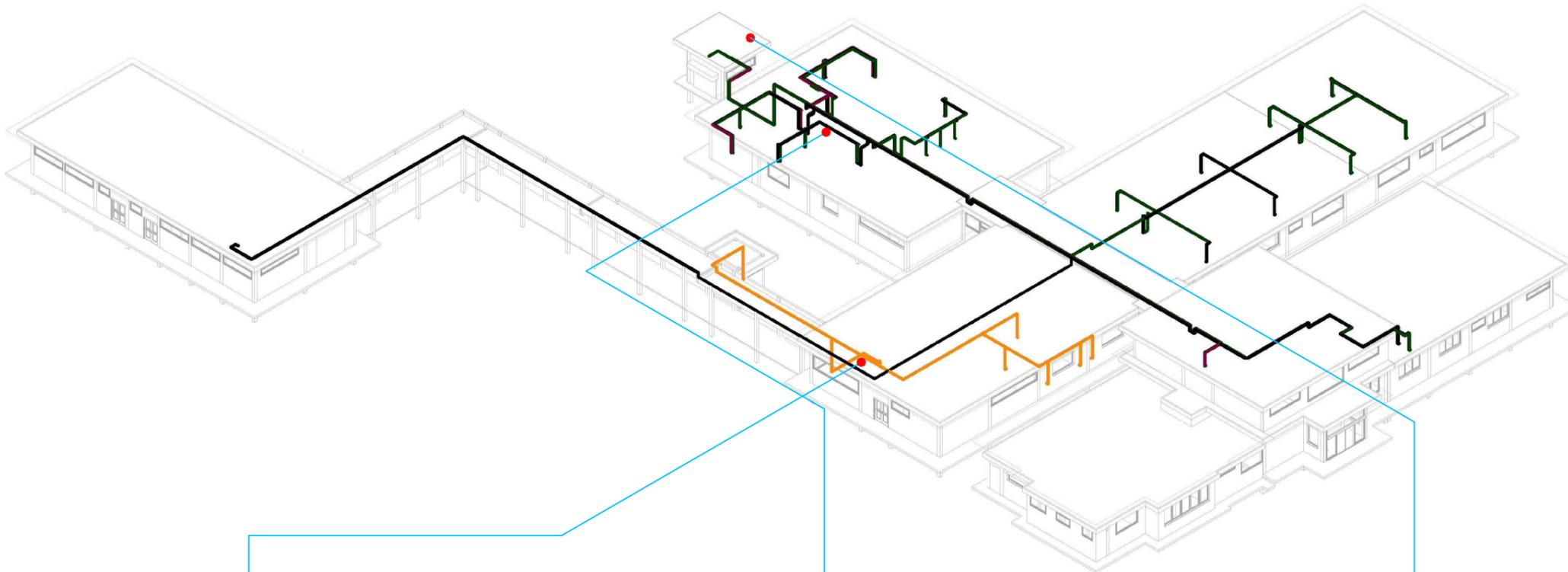
Nombre del Hospital:
DARIO MACHUCA PALACIOS

Carrera:
I.C.G.C

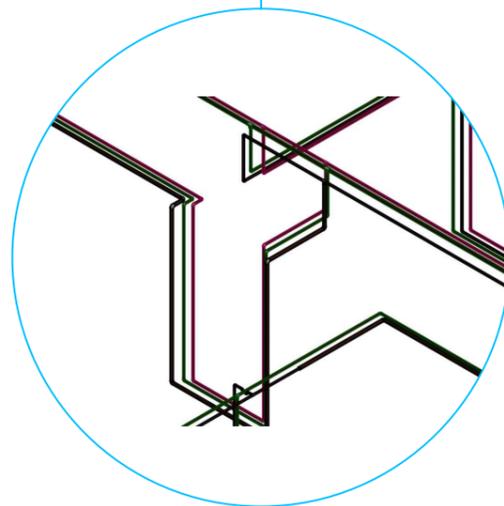
Lámina N°2

Contiene: LÍNEAS VITALES (AP – CONTRAINCENDIOS)

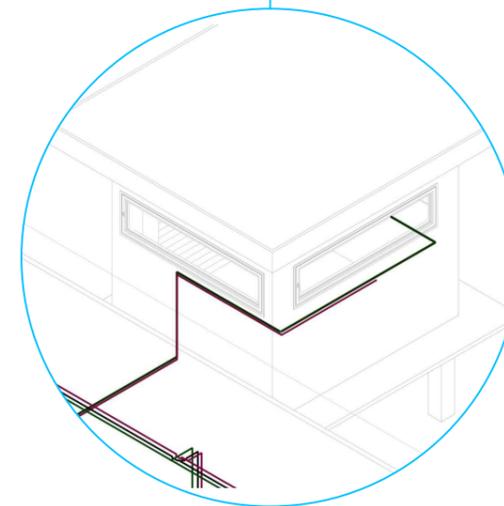
VISTA 3D LÍNEAS VITALES



Detalle de Tubería GLP



Tuberías de oxígeno, óxido nitroso y vacío



Central de Gas

Fotografías



Simbología

- Oxígeno
- Oxido Nitroso
- Gas Licuado de Petróleo
- Vacío

GASES:

Este modelo es en base a las líneas vitales de gases de uso quirúrgico y de uso para cocción y para secadoras de ropa, donde estas parten desde sus respectivas centrales de gas para después dirigirse a los quirófanos, emergencia y cocina y lavandería respectivamente. El sistema de vacío también se encuentra modelado desde su punto de partida los talleres de fuerza hasta sus diferentes destinos. Todas estas líneas pasan a través de una caja de monitoreo y control, otras de control de presión del suministro.



Dibujo: **Ignacio Benjamin Villota Tapia**
 Ubicación: **Cañar – La Troncal**
 Fecha: **25/06/2016**



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Escala: **S/N**
 Nombre del Hospital: **DARIO MACHUCA PALACIOS**

Carrera: **I.C.G.C**
 Lámina N°3

Contiene: **LÍNEAS VITALES (GASES)**

4.2 Generación y modelación dinámica estructural del hospital en software especializado⁴⁹

Una vez modelado la entidad hospitalaria en el software antes mencionado, donde la maqueta virtual se procede a la importación en formato IFC, para la creación del modelo estructural. Para esto se usó el software CYPE que desarrolla software técnico desde 1983 dirigido a profesionales de la arquitectura, ingeniería, y la construcción el programa abarca tres áreas fundamentales para el desarrollo del proyecto diseño y análisis estructural, diseño y cálculo de instalaciones, y gestión de obras y control presupuestario y documentación.

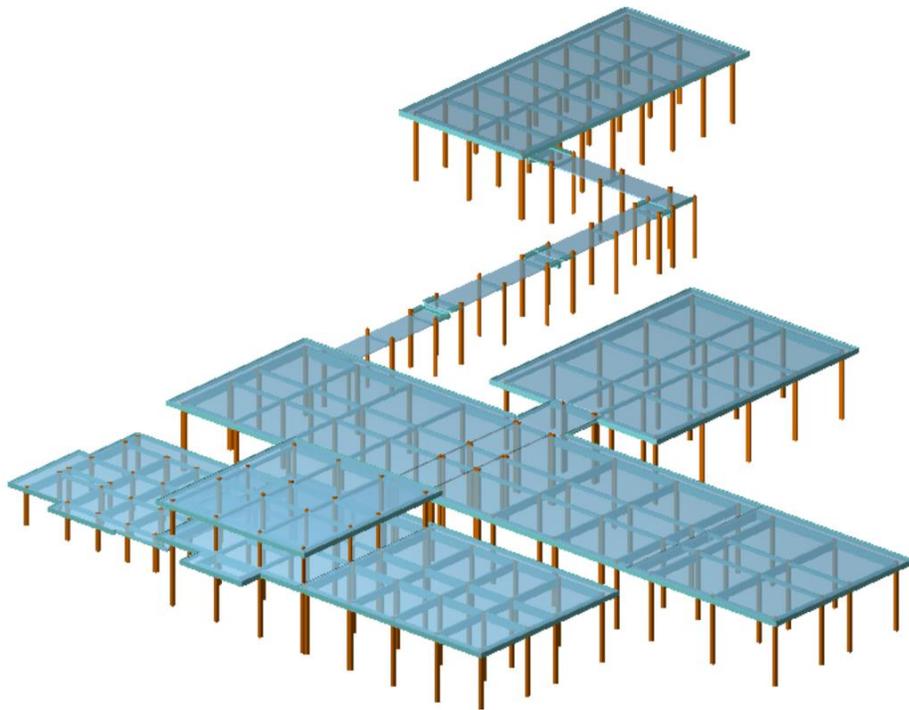


Figura 4-28. Modelo Estructural Hospital "Dario Machuca Palacios".
Fuente: CYPECAD

El entorno es totalmente intuitivo, la normativas están actualizadas como nacionales (NEC, 2014) e internacionales. Es un programa para el cálculo y diseños de estructuras mediante ordenador, realiza un análisis de solicitaciones por métodos matriciales y de

⁴⁹ Anexo Digital 4-9. Modelación Dinámica Estructural.cyp

rigidez a través de un sistema de cálculo espacial en 3D y formando todos los elementos para la estructura: columnas, vigas, losas, muros, etc. Posee un control en el sistema de gestión de calidad con la norma ISO 9001:2008 que avala su certificación. Para el diseño se usó la última versión 2016 con el número de licencia 120040.

- **NORMAS CONSIDERADAS**

Hormigón: ACI 318M-11

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

- **Sismo**

Norma utilizada: NEC-SE-DS 2014

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Peligro sísmico. Diseño sismo resistente.

4.3 Estados límites

Toda estructura debe ser preconcebida y construida para soportar todas las acciones y exigencias durante su construcción y vida útil, cumpliendo los principales requisitos de resistencia, estabilidad y rigidez. Todas estas sollicitaciones no pueden ser rebasadas si es el caso la estructura dejara de ser apta para el servicio y no cumpliría sus funciones para la cual fue proyectada. Principales estados límites:

4.3.1 Estado límite último

Es un estado límite el cual al ser rebasado la estructura queda en puesta fuera de servicio total o parcial al superar su capacidad resistente. Es extremadamente grave si se llega a superar puede ocasionar graves pérdidas económicas y vidas humanas.

4.3.2 Estado límite de servicio

Estado límite de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requerimientos de funcionalidad, de comodidad, de durabilidad o aspectos

requeridos. Estos pueden ser reversibles e irreversibles, la parte de reversibles se describe como las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez hayan desaparecido las acciones que los han derivado.

Tabla 4-30. Estados Límites.

| DEFINICIÓN | | LIMITE | | SE ESTUDIA |
|---|---|------------------------------|---|--|
| ESTADOS LÍMITES Toda la estructura debe reunir todas las condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y durabilidad, con objeto de que pueda rendir el servicio. | ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS Son las que corresponden a la máxima capacidad resistente de la estructura, los estados últimos se relacionan con la seguridad de la estructura y son independientes de la función, las más importantes no dependen del material que lo constituye. | Equilibrio. | Caracterizado por la pérdida de estabilidad estática (vuelco, deslizamiento, supresión, etc.). | A nivel de estructura o elemento estructural completo. |
| | | Agotamiento | Caracterizado por el agotamiento resistente de una o varias secciones críticas, sea por rotura o por deformación plástica excesiva. | A nivel de sección estructural. |
| | | Pandeo | Sea de una parte o del conjunto de la estructura. | A nivel de elemento estructural o de toda la estructura. |
| | | Fatiga | Caracterizado por la rotura de uno o varios materiales de la estructura. Por efecto de la fatiga bajo la acción de cargas repetidas. | A nivel de sección. |
| | | Adherencia | La rotura de la adherencia entre las armaduras de acero y el hormigón que las rodea. | A nivel de sección. |
| | ESTADOS LÍMITES DE UTILIZACIÓN O DE SERVICIO Corresponde a la máxima capacidad de servicio de la estructura, los estados límites de utilización se relacionan con la funcionalidad de la estructura y dependen de la función que esta cumpla. | Anclaje | Caracterizado por el sedimento de un anclaje. | En forma local en las zonas de anclaje. |
| | | Deformación excesiva | Caracterizado por alcance de un determinado movimiento (flechas, giros) en un elemento de la estructura. | A nivel de estructura o elemento estructural. |
| | | Fisuración excesiva | Abertura máxima de las fisuras en una pieza alcancen un determinado valor límite, función de las condiciones ambientales la pieza se encuentre y de las limitaciones de uso que correspondan a la estructura. | A nivel de sección. |
| | | Vibraciones excesivas | Caracterizado por las vibraciones de una determinada amplitud o frecuencia. | A nivel de estructura. |
| | | | | |

Fuente: (Civil, 2016)

4.4 Comprobación del diseño de los diferentes miembros estructurales

Todas las comprobaciones se realizan a los principales elementos de la estructura como columnas y vigas de hormigón armado, se agruparon en diferentes tipos dependiendo de la sección o geometría de cada columna y viga respectivamente. Las principales comprobaciones son del armado del acero longitudinal como transversal según el ACI 318M-11 como norma, revisando las cuantías mínimas y máximas de refuerzo. La variante que da el programa en los armados será remplazado por los reales del hospital.

4.4.1 Comprobación de columnas

Las siguientes comprobaciones son de los armados longitudinales y transversales de una columna del bloque 2, también el análisis de estados límites frente a agotamiento y los criterios de sismo.

- **Columna B2 Segunda Planta**

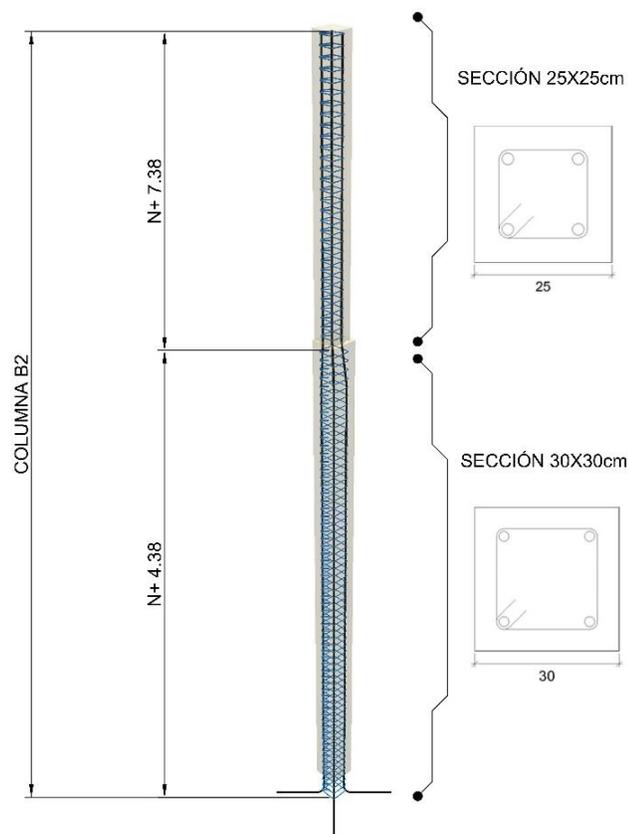
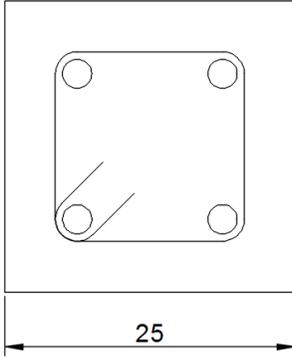


Figura 4-29. Perspectiva y Sección de una Columna Bloque 2
Fuente: CYPECAD

Las siguientes comprobaciones son de la columna B2 del bloque 2 del hospital. N = + 7.38 (4.38 - 7.38 M), al tramo de la segunda planta.

Tabla 4-31. Datos de la Columna en N = + 7.38 (4.38 - 7.38 M)

| DATOS DE LA COLUMNA | | |
|---|----------------------------|----------------------|
|  | Geometría | |
| | Dimensiones | : 25x25 cm |
| | Tramo | : 4.380/7.380 m |
| | Altura libre | : 2.50 m |
| | Recubrimiento geométrico | : 4.0 cm |
| | Tamaño máximo de agregado | : 15 mm |
| Materiales | | Longitud de pandeo |
| Hormigón | : $f_c=210$ | Plano ZX : 2.50 m |
| Acero | : Grado 60 (Latinoamérica) | Plano ZY : 2.50 m |
| Armadura longitudinal | | Armadura transversal |
| Esquina | : 4Ø22 | Estribos : 1eØ10 |
| Cuantía | : 2.43 % | Separación : 10 cm |

Fuente: CYPECAD⁵⁰

4.4.1.1 Disposiciones relativas a las armaduras. ✓

Norma: (ACI 318M-11, Arts. 7.6 y 7.10).

• Armadura longitudinal

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $S_{l, \min}$ (Artículo 7.6.3):

| | | |
|------------------------|---------------------|---------------|
| $S_l \geq S_{l, \min}$ | 106 mm \geq 40 mm | CUMPLE |
|------------------------|---------------------|---------------|

• Estribos

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre refuerzos transversales no debe ser menor de $s_{t, \min}$ (Artículo 7.6.3):

| | | |
|------------------------|---------------------|---------------|
| $S_t \geq S_{t, \min}$ | 100 mm \geq 40 mm | CUMPLE |
|------------------------|---------------------|---------------|

El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder $S_{t, \max}$ (Artículo 7.10.5.2):

| | | |
|------------------------|----------------------|---------------|
| $S_t \leq S_{t, \max}$ | 100 mm \leq 250 mm | CUMPLE |
|------------------------|----------------------|---------------|

⁵⁰ Anexo Digital 4-10. Comprobaciones del Pilar.pdf

Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales de por lo menos diámetro No. 10, para barras longitudinales No. 32 o menores; y diámetro No. 13 como mínimo, para barras longitudinales No. 36, No. 43 y No. 57 y paquetes de barras (Artículo 7.10.5.1):

| | | |
|---|-----------------------------------|---------------|
| $d_b \leq \text{No. 32} \rightarrow d_b \geq \text{No. 10}$ | $\emptyset 10 \geq \text{No. 10}$ | CUMPLE |
|---|-----------------------------------|---------------|

4.4.1.2 Armadura mínima y máxima

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10.9.1)

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.08 \cdot A_g$ (Artículo 10.9.1):

| | | |
|------------------------------|--|---------------|
| $A_{st} \geq 0.01 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \geq 6.25 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
| $A_{st} \leq 0.08 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \leq 50.00 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |

4.4.1.3 Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \sqrt{\left(\frac{V_{u,x}}{\Phi \cdot V_{n,x}}\right)^2 + \left(\frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}}\right)} \leq 1$ | $\eta = 0.081$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

• Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 11).

La separación longitudinal entre armaduras transversales es superior a la necesaria para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón sometido a compresión oblicua.

Se debe satisfacer:

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \sqrt{\left(\frac{V_{u,x}}{\Phi \cdot V_{n,x}}\right)^2 + \left(\frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}}\right)} \leq 1$ | $\eta = 0.372$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

- **Separación de las armaduras transversales**

Cortante en la dirección X:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

| | | |
|------------------|-------------------------------------|------------------|
| $S \leq S_{max}$ | $100 \text{ mm} \leq 95 \text{ mm}$ | NO CUMPLE |
|------------------|-------------------------------------|------------------|

- **Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal**

Cortante en la dirección X:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

| | | |
|----------------------|--|---------------|
| $A_v \geq A_{v,min}$ | $1.57 \text{ cm}^2 \geq 0.21 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|----------------------|--|---------------|

Cortante en la dirección Y:

| | | |
|----------------------|--|---------------|
| $A_v \geq A_{v,min}$ | $1.57 \text{ cm}^2 \geq 0.21 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|----------------------|--|---------------|

4.4.1.4 Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales combinaciones no sísmicas y sísmicas) ✓

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

- **Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales combinaciones no sísmicas) ✓**

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

| | | |
|---|--|---------------|
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 0.369$ | CUMPLE |
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{c,x}^2 + M_{c,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 0.470$ | CUMPLE |
| $P_U \leq \Phi \cdot P_{n,max}$ | $31.819 \text{ t} \leq 89.807 \text{ t}$ | CUMPLE |

- Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales combinaciones sísmicas) **X**

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SY".

Se debe satisfacer:

| | | |
|---|--|------------------|
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 1.512$ | NO CUMPLE |
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{c,x}^2 + M_{c,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 1.663$ | NO CUMPLE |
| $P_U \leq \Phi \cdot P_{n,max}$ | $19.645 \text{ t} \leq 89.807 \text{ t}$ | CUMPLE |

4.4.1.5 Criterios de diseño por sismo



Norma: (ACI 318M-11, Artículo 21).

- **Geometría**

La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300.00 mm (Artículo 21.6.1.1):

| | | |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|
| $b \geq 300 \text{ mm}$ | $250 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$ | NO CUMPLE |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|

La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0.4 (Artículo 21.6.1.2):

| | | |
|------------------------|----------------|---------------|
| $\frac{b}{h} \geq 0.4$ | $1.0 \geq 0.4$ | CUMPLE |
|------------------------|----------------|---------------|

- **Armadura longitudinal**

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.06 \cdot A_g$ (Artículo 21.6.3.1):

| | | |
|------------------------------|--|---------------|
| $A_{st} \geq 0.01 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \geq 6.25 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
| $A_{st} \leq 0.06 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \leq 37.50 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |

- **Armadura transversal**

El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que $A_{sh,min}$ (Artículo 21.6.4.4):

En el eje X:

| | | |
|--------------------------|--|------------------|
| $A_{sh} \geq A_{sh,min}$ | $1.57 \text{ cm}^2 \geq 3.46 \text{ cm}^2$ | NO CUMPLE |
|--------------------------|--|------------------|

En el eje Y:

| | | |
|--------------------------|---|------------------|
| $A_{sh} \geq A_{sh,min}$ | $1.57\text{cm}^2 \geq 3.46\text{ cm}^2$ | NO CUMPLE |
|--------------------------|---|------------------|

La separación del refuerzo transversal a lo largo de l_o del elemento no debe exceder $S_{o,max}$ (Artículo 21.6.4.3):

| | | |
|----------------------|-----------------------------------|------------------|
| $S_o \leq S_{o,max}$ | $100\text{ mm} \leq 63\text{ mm}$ | NO CUMPLE |
|----------------------|-----------------------------------|------------------|

El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos, h_x , dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro (Artículo 21.6.4.2):

En el eje X:

| | | |
|--------------------------|------------------------------------|---------------|
| $h_x \leq 350\text{ mm}$ | $160\text{ mm} \leq 350\text{ mm}$ | CUMPLE |
|--------------------------|------------------------------------|---------------|

En el eje Y:

| | | |
|--------------------------|------------------------------------|---------------|
| $h_x \leq 350\text{ mm}$ | $160\text{ mm} \leq 350\text{ mm}$ | CUMPLE |
|--------------------------|------------------------------------|---------------|

4.4.1.6 Criterios de diseño por sismo



Norma: (NEC-14).

• Requisitos para elementos en flexo-compresión

Los requisitos de este artículo se aplican a columnas, elementos de pórticos rígidos y otros elementos estructurales que presenten las siguientes características:

- Sean parte de sistemas estructurales resistentes a cargas sísmicas.
- Soporten fuerzas axiales que excedan $0.10 \cdot f'_c \cdot A_g$ en alguna de las combinaciones de carga en que participen las cargas sísmicas.
- La razón entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión en la dirección ortogonal sea mayor que 0.40 ó en su defecto, que su altura libre sea mayor que cuatro veces la dimensión mayor de la sección transversal del elemento.
- La dimensión más pequeña de la sección transversal, medida sobre una línea recta que pasa por su centroide geométrico, no sea menor que 300 mm.

| | |
|---|------------------|
| (b) $202159 N \geq 0.10 \cdot f'c \cdot A_g = 131250 N$ | CUMPLE |
| (c) $1.00000 \geq 0.40000$ | CUMPLE |
| (d) $250 mm \geq 300 mm$ | NO CUMPLE |

- **Cuantía máxima de refuerzo longitudinal**

La razón ρ_g del área de refuerzo longitudinal al área bruta de la sección, A_g , no puede ser menor que 0.01 ni mayor que 0.03.

| | |
|---|---------------|
| $0.01000 \leq \rho_g = 0.02432 \leq 0.0300$ | CUMPLE |
|---|---------------|

- **Confinamiento**

El confinamiento especial en la región definida en el inciso 4.3.4.1 debe tener las siguientes características:

El área de refuerzo en forma de estribos rectangulares no puede ser menor que ninguna de las siguientes:

Tabla 4-32. Datos de Confinamiento N+7.38

| | b_c (mm) | A_{sh} (mm ²) | (4-11) (mm ²) | (4-12) (mm ²) | $\max((4-11),(4-12))$ (mm ²) | |
|---|------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|----------|
| X | 160 | 157 | 353 | 73 | 353 | X |
| Y | 160 | 157 | 353 | 73 | 353 | X |

Fuente: CYPECAD

La separación s máxima del refuerzo en espiral o entre estribos, no debe exceder de seis veces el diámetro menor del refuerzo longitudinal, ni tampoco 100 mm.

| | |
|--|---------------|
| $s: 100 mm \leq \min(132,100) mm = 100 mm$ | CUMPLE |
|--|---------------|

Diámetro menor del refuerzo longitudinal: 22.00 mm

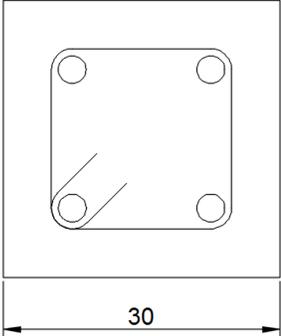
Las siguientes demostraciones no proceden debido a que no es posible realizar la comprobación debido a que los esfuerzos actuantes producen la rotura de la sección.

- **Resistencia mínima a flexión de columnas.** (ACI 318M-11) **X**
- **Cortante de diseño para columnas.** (ACI 318M-11) **X**
- **Diseño del refuerzo principal en columnas.** 4.3.2 (NEC-14) **X**
- **Resistencia a cortante de elementos en flexocompresión.** 5.2.2 (NEC-14) **X**

4.4.2 Columna B2 primera planta

Las siguientes comprobaciones son de la columna B2 del bloque 2 del hospital. $N = +4.38$ (-1.6 - 4.38 M)

Tabla 4-33. Datos de la Columna en $N = +4.38$ (-1.6- 4.38 M)

| DATOS DE COLUMNA | | |
|---|---------------------------|----------------------|
|  | Geometría | |
| | Dimensiones | : 30x30 cm |
| | Tramo | : -1.600/4.380 m |
| | Altura libre | : 5.48 m |
| | Recubrimiento geométrico | : 4.0 cm |
| | Tamaño máximo de agregado | : 15 mm |
| | Materiales | |
| Hormigón : | $f_c=210$ | Plano ZX : 5.48 m |
| Acero : | Grado 60 (Latinoamérica) | Plano ZY : 5.48 m |
| Armadura longitudinal | | Armadura transversal |
| Esquina : | 4Ø22 | Estribos : 1eØ10 |
| Cuantía : | 1.69 % | Separación : 10 cm |

Fuente: CYPECAD⁵¹

4.4. 2.1 Disposiciones relativas a las armaduras. ✓

Norma: (ACI 318M-11, Arts. 7.6 y 7.10).

• Armadura longitudinal

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $S_{l, \min}$ (Artículo 7.6.3):

| | | |
|------------------------|---------------------|---------------|
| $S_l \geq S_{l, \min}$ | 156 mm \geq 40 mm | CUMPLE |
|------------------------|---------------------|---------------|

• Estribos

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre refuerzos transversales no debe ser menor de $s_{t, \min}$ (Artículo 7.6.3):

| | | |
|------------------------|---------------------|---------------|
| $S_t \geq S_{t, \min}$ | 100 mm \geq 40 mm | CUMPLE |
|------------------------|---------------------|---------------|

⁵¹ Anexo Digital 4-10. Comprobaciones del Pilar.pdf

El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder $s_{t,max}$ (Artículo 7.10.5.2):

| | | |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|
| $S_t \leq S_{t,max}$ | $100 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$ | CUMPLE |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|

Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales de por lo menos diámetro N°. 10, para barras longitudinales N°. 32 o menores; y diámetro N°. 13 como mínimo, para barras longitudinales N°. 36, N°. 43 y N°. 57 y paquetes de barras (Artículo 7.10.5.1):

| | | |
|---|----------------------------|---------------|
| $d_b \leq No. 32 \rightarrow d_b \geq No. 10$ | $\emptyset 10 \geq No. 10$ | CUMPLE |
|---|----------------------------|---------------|

4.4.2.2 Armadura mínima y máxima

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10.9.1).

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.08 \cdot A_g$ (Artículo 10.9.1):

| | | |
|------------------------------|--|---------------|
| $A_{st} \geq 0.01 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \geq 9.00 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
| $A_{st} \leq 0.08 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \leq 72.00 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |

4.4.2.3 Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

(ACI 318M-11, Artículo 11) 

Se debe satisfacer:

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \sqrt{\left(\frac{V_{u,x}}{\Phi \cdot V_{n,x}}\right)^2 + \left(\frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}}\right)} \leq 1$ | $\eta = 0.041$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

4.4.2.4 Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 11).

La separación longitudinal entre armaduras transversales es superior a la necesaria para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón sometido a compresión oblicua.

Se debe satisfacer:

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \sqrt{\left(\frac{V_{u,x}}{\Phi \cdot V_{n,x}}\right)^2 + \left(\frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}}\right)^2} \leq 1$ | $\eta = 0.384$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

- **Separación de las armaduras transversales.**

Cortante en la dirección X:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

| | | |
|------------------|--------------------|---------------|
| $S \leq S_{max}$ | $100mm \leq 120mm$ | CUMPLE |
|------------------|--------------------|---------------|

- **Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.**

Cortante en la dirección X:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

| | | |
|----------------------|--------------------------|---------------|
| $A_v \geq A_{v,min}$ | $1.57cm^2 \geq 0.25cm^2$ | CUMPLE |
|----------------------|--------------------------|---------------|

Cortante en la dirección Y:

| | | |
|----------------------|--------------------------|---------------|
| $A_v \geq A_{v,min}$ | $1.57cm^2 \geq 0.25cm^2$ | CUMPLE |
|----------------------|--------------------------|---------------|

4.4.2.5 Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales combinaciones no sísmicas y sísmicas)

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

- **Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales combinaciones no sísmicas) ✓**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.6·Qa".

| | | |
|---|--|---------------|
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 0.379$ | |
| CUMPLE | | |
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{c,x}^2 + M_{c,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 0.801$ | |
| CUMPLE | | |
| $P_U \leq \Phi \cdot P_{n,max}$ | $31.819 \text{ t} \leq 89.807 \text{ t}$ | CUMPLE |

- Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) **X**

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+0.5·Qa+SY".

Se debe satisfacer:

| | | |
|---|---|------------------|
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 2.142$ | NO CUMPLE |
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{c,x}^2 + M_{c,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 3.781$ | NO CUMPLE |
| $P_U \leq \Phi \cdot P_{n,max}$ | $39.711 \text{ t} \leq 115.332 \text{ t}$ | CUMPLE |

4.4.2.6 Criterios de diseño por sismo) **X**

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 21).

- Geometría

La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300.00 mm (Artículo 21.6.1.1):

| | | |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|
| $b \geq 300 \text{ mm}$ | $300 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$ | CUMPLE |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|

La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0.4 (Artículo 21.6.1.2):

| | | |
|------------------------|----------------|---------------|
| $\frac{b}{h} \geq 0.4$ | $1.0 \geq 0.4$ | CUMPLE |
|------------------------|----------------|---------------|

- **Armadura longitudinal**

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.06 \cdot A_g$ (Artículo 21.6.3.1):

| | | |
|------------------------------|---|---------------|
| $A_{st} \geq 0.01 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \geq 9.00 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
| $A_{st} \leq 0.06 \cdot A_g$ | $15.20 \text{ cm}^2 \leq 54 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |

- **Armadura transversal**

El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que $A_{sh,min}$ (Artículo 21.6.4.4):

En el eje X:

| | | |
|--------------------------|--|------------------|
| $A_{sh} \geq A_{sh,min}$ | $1.57 \text{ cm}^2 \geq 3.28 \text{ cm}^2$ | NO CUMPLE |
|--------------------------|--|------------------|

En el eje Y:

| | | |
|--------------------------|--|------------------|
| $A_{sh} \geq A_{sh,min}$ | $1.57 \text{ cm}^2 \geq 3.28 \text{ cm}^2$ | NO CUMPLE |
|--------------------------|--|------------------|

La separación del refuerzo transversal a lo largo de l_o del elemento no debe exceder $s_{o,max}$ (Artículo 21.6.4.3):

| | | |
|----------------------|-------------------------------------|------------------|
| $S_o \leq S_{o,max}$ | $100 \text{ mm} \leq 75 \text{ mm}$ | NO CUMPLE |
|----------------------|-------------------------------------|------------------|

El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos, h_x , dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro (Artículo 21.6.4.2):

En el eje X:

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|
| $h_x \leq 350 \text{ mm}$ | $210 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm}$ | CUMPLE |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|

En el eje Y:

| | | |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|
| $h_x \leq 350 \text{ mm}$ | $210 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm}$ | CUMPLE |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|

4.4.2.7 Criterios de diseño por sismo.



Norma: (NEC-14).

• Requisitos para elementos en flexo compresión.

Los requisitos de este artículo se aplican a columnas, elementos de pórticos rígidos y otros elementos estructurales que presenten las siguientes características:

- Sean parte de sistemas estructurales resistentes a cargas sísmicas.
- Soporten fuerzas axiales que excedan $0.10 \cdot f'_c \cdot A_g$ en alguna de las combinaciones de carga en que participen las cargas sísmicas.
- La razón entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión en la dirección ortogonal sea mayor que 0.40 ó en su defecto, que su altura libre sea mayor que cuatro veces la dimensión mayor de la sección transversal del elemento.
- La dimensión más pequeña de la sección transversal, medida sobre una línea recta que pasa por su centroide geométrico, no sea menor que 300 mm.

| | |
|--|---------------|
| (b) $202159 \text{ N} \geq 0.10 \cdot f'_c \cdot A_g = 131250 \text{ N}$ | CUMPLE |
| (c) $1.00000 \geq 0.40000$ | CUMPLE |
| (d) $300 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$ | CUMPLE |

• Cuantía máxima de refuerzo longitudinal

La razón ρ_g del área de refuerzo longitudinal al área bruta de la sección, A_g , no puede ser menor que 0.01 ni mayor que 0.03.

| | |
|---|---------------|
| $0.01000 \leq \rho_g = 0.01689 \leq 0.0300$ | CUMPLE |
|---|---------------|

- **Confinamiento**

El confinamiento especial en la región definida en el inciso 4.3.4.1 debe tener las siguientes características:

El área de refuerzo en forma de estribos rectangulares no puede ser menor que ninguna de las siguientes:

Tabla 4-34. Datos de Confinamiento N+4.38

| | b_c (mm) | A_{sh} (mm ²) | (4-11) (mm ²) | (4-12) (mm ²) | $\max((4-11),(4-12))$ (mm ²) | |
|---|------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--|---|
| X | 210 | 157 | 334 | 96 | 334 | X |
| Y | 210 | 157 | 334 | 96 | 334 | X |

Fuente: CYPECAD

La separación s máxima del refuerzo en espiral o entre estribos, no debe exceder de seis veces el diámetro menor del refuerzo longitudinal, ni tampoco 100 mm.

$$s: 100 \text{ mm} \leq \min(132, 100) \text{ mm} = 100 \text{ mm}$$

CUMPLE

Diámetro menor del refuerzo longitudinal: 22.00 mm

Las siguientes demostraciones no proceden debido a que no es posible realizar la comprobación debido a que los esfuerzos actuantes producen la rotura de la sección.

- **Resistencia mínima a flexión de columnas.** (ACI 318M-11) X
- **Cortante de diseño para columnas.** (ACI 318M-11) X
- **Diseño del refuerzo principal en columnas,** 4.3.2 (NEC-14) X
- **Resistencia a cortante de elementos en flexocompresión,** 5.2.2 (NEC-14) X

4.4.3 Distorsiones en columnas

Deriva de piso.- Desplazamiento lateral relativo de un piso - en particular por la acción de una fuerza horizontal – con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura. Se calcula restando del desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso. (NEC, 2014)

El de la deriva máxima es 1/50 o (0.02) para estructuras de hormigón armado, la cual no deberá ser rebasada.

Tabla 4-35. Derivas Máximas de todos los bloques.

| DESPLOME TOTAL MÁXIMO DE LAS COLUMNAS (Δ / H) | | |
|--|-------------------------------------|-------------|
| Bloques | Situaciones sísmicas ⁽¹⁾ | |
| | Dirección X | Dirección Y |
| 2 | 1/20 | 1/19 |
| 3 | 1/21 | 1/17 |
| 4 | 1/17 | 1/16 |
| 5 | 1/18 | 1/21 |
| 6 | 6.1 | 1/15 |
| | 6.2 | 1/15 |
| 7 | 1/15 | 1/16 |
| 8 | 1/19 | 1/21 |

Notas: ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Fuente: CYPECAD

4.4.4 Comprobación de viga

La siguiente comprobación solo es de una viga del bloque 2, se procede a sus comprobaciones.

Tabla 4-36. Datos de la Viga

| DATOS DE LA VIGA | |
|--|--|
| | Geometría |
| | Dimensiones : 15x90 |
| | Luz libre : 4.2 m |
| | Recubrimiento geométrico superior : 4.0 cm |
| | Recubrimiento geométrico inferior : 4.0 cm |
| | Recubrimiento geométrico lateral : 2.0 cm |
| | Materiales |
| Hormigón : $f_c=210$ | |
| Armadura longitudinal : Grado 60 (Latinoamérica) | |
| Armadura transversal : Grado 60 (Latinoamérica) | |

Fuente: CYPECAD⁵²

⁵² Anexo Digital 4-11. Comprobaciones del Viga.pdf

4.4.4.1 Comprobaciones de resistencia.

- **Disposiciones relativas a las armaduras** 

Norma: (ACI 318M-11, Arts. 7.6 -7.10).

| | | |
|----------------------|---------------------------------|------------------|
| $S_l \geq S_{l,min}$ | $7\text{ mm} \geq 25\text{ mm}$ | NO CUMPLE |
|----------------------|---------------------------------|------------------|

- **Armadura mínima y máxima** 

Norma: (ACI 318M-11, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s , no debe ser menor que $A_{s,min}$. Los requisitos no necesitan ser aplicados si el A_s proporcionado es al menos un tercio superior al requerido por análisis (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

Flexión positiva alrededor del eje X:

| | | |
|---------------------------------|--|---------------|
| $A_s \geq \frac{4}{3}A_{s,req}$ | $7.80\text{ cm}^2 \geq 4.23\text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|---------------------------------|--|---------------|

Flexión positiva alrededor del eje Y:

| | | |
|---------------------------------|--|---------------|
| $A_s \geq \frac{4}{3}A_{s,req}$ | $9.83\text{ cm}^2 \geq 6.31\text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|---------------------------------|--|---------------|

- **Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)** 

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 11).

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ | $\eta = 0.169$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

- **Separación de las armaduras transversales**

| | | |
|----------------------|------------------------------------|---------------|
| $S_l \leq S_{l,max}$ | $150\text{ mm} \geq 425\text{ mm}$ | CUMPLE |
|----------------------|------------------------------------|---------------|

- **Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal**

| | | |
|----------------------|--|---------------|
| $A_v \geq A_{v,min}$ | $1.01\text{ cm}^2 \geq 0.19\text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|----------------------|--|---------------|

- **Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (ACI 318M-11, Artículo 11)** 

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ | $\eta = 0.613$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

- Separación de las armaduras transversales

| | | |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|
| $S_l \leq S_{l,max}$ | $150 \text{ mm} \leq 420 \text{ mm}$ | CUMPLE |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|

- Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal

| | | |
|----------------------|--|---------------|
| $A_v \geq A_{v,min}$ | $1.01 \text{ cm}^2 \geq 0.19 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|----------------------|--|---------------|

- Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) ✓

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

| | | |
|---|----------------|---------------|
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 0.178$ | CUMPLE |
|---|----------------|---------------|

- Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) ✓

Norma: (ACI 318M-11, Artículo 10).

| | | |
|---|----------------|---------------|
| $\eta = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1$ | $\eta = 0.504$ | CUMPLE |
|---|----------------|---------------|

- Estados Límites que no proceden

La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

- Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.1)

- Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.6)

- **Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.7)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.8)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

- **Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.1)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.1)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.8)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.3.8)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.6.2)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.6.1)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.6.2)
- **Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.** (ACI 318M-11, Artículo 11.5.5)

- **Criterios de diseño por sismo** (ACI 318M-11, Artículo 21) 

La luz libre del elemento no debe ser menor que cuatro veces su altura útil

$$l_n \geq 4 \cdot d$$

$$4200 \text{ mm} \geq 3372 \text{ mm}$$

CUMPLE

4.4.1.1.1 Criterios de diseño por sismo



Norma: (NEC-14).

- **Requisitos para elementos en flexión.**

Los requisitos de este artículo se aplican a vigas y otros elementos de pórticos a flexión que presenten las siguientes características:

- (a) Sean parte de sistemas resistentes a cargas sísmicas.
- (b) Resistan esas fuerzas fundamentalmente por flexión.
- (c) Las fuerzas axiales a que estén sujetos no excedan de $0.10 \cdot f'_c \cdot A_g$ en ninguna combinación de cargas en que participen las cargas sísmicas.
- (d) La luz libre sea mayor que cuatro veces la altura útil de la sección transversal.
- (e) El ancho mínimo b sea 250 mm.

| | | |
|--|--------------|------------------|
| (c) $0 N \geq 0.10 \cdot f'_c \cdot A_g$ | $= 283500 N$ | CUMPLE |
| (d) $42000 mm \geq 4 \cdot 843$ | $= 3372 mm$ | CUMPLE |
| (e) $15 mm \geq 250 mm$ | | NO CUMPLE |

- **Separación necesaria para introducir el vibrador.**



La separación libre máxima disponible entre barras longitudinales (0.00 mm) es inferior a la necesaria para la introducción del vibrador (20.00 mm).

- **Cortante de diseño para vigas (ACI 318M-11)**



La fuerza cortante de diseño, V_e , se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas en la parte del elemento comprendida entre las caras del nudo. Se debe suponer que en las caras de los nudos localizadas entre los extremos del elemento actúan momentos de signo opuesto correspondientes a la resistencia probable, M_{pr} , y que el elemento está además cargado con cargas aferentes gravitacionales mayoradas a lo largo de la luz (Artículo 21.5.4.1).

| | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------|
| $\Phi \cdot V_n \geq V_E$ | $14.019 t \geq 20.15 t$ | NO CUMPLE |
|---------------------------|-------------------------|------------------|

- **Resistencia a cortante de elementos en flexión 5.2.1 (NEC-14)** ❌

La resistencia a cortante última de elementos en flexión con ductilidad local óptima no debe ser menor que: (a) La requerida por el análisis de la estructura, (b) la correspondiente a un elemento con rótulas plásticas en sus extremos que produce una condición de doble curvatura, calculada de la siguiente manera:

| | | |
|--|--|------------------|
| $\Phi_s \cdot V_n \geq \frac{M_i^0 + M_j^0}{L-d} + V_{ug}$ | $138.27 \text{ kN} \cdot \text{m} \geq 233.36 \text{ kN} \cdot \text{m}$ | NO CUMPLE |
|--|--|------------------|

- **Disposiciones relativas a las armaduras (ACI 318M-11, Arts. 7.6-7.10)** ❌

- **Armadura longitudinal**

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser inferior a $S_{l,min}$

| | | |
|----------------------|-----------------------------------|------------------|
| $S_l \leq S_{l,min}$ | $7 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$ | NO CUMPLE |
|----------------------|-----------------------------------|------------------|

- **Armadura mínima y máxima (ACI 318M-11, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)** ✓

Flexión positiva alrededor del eje X:

| | | |
|----------------------------------|--|---------------|
| $A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ | $7.80 \text{ cm}^2 \geq 4.23 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|----------------------------------|--|---------------|

Flexión negativa alrededor del eje X:

| | | |
|----------------------------------|--|---------------|
| $A_s \geq \frac{4}{3} A_{s,req}$ | $9.83 \text{ cm}^2 \geq 6.31 \text{ cm}^2$ | CUMPLE |
|----------------------------------|--|---------------|

- **Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (ACI 318M-11, Artículo 11)** ✓

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ | $\eta = 0.170$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

- **Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (ACI 318M-11, Artículo 11)** ✓

| | | |
|--|----------------|---------------|
| $\eta = \frac{V_{u,y}}{\Phi \cdot V_{n,y}} \leq 1$ | $\eta = 0.636$ | CUMPLE |
|--|----------------|---------------|

- **Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)** (ACI 318M-11, Artículo 10) ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'A3', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1 \quad \eta = 0.194 \quad \text{CUMPLE}$$

- **Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas)** (ACI 318M-11, Artículo 10) ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '3.352 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones sísmicas".

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{P_u^2 + M_{u,x}^2 + M_{u,y}^2}{(\Phi \cdot P_n)^2 + (\Phi \cdot M_{n,x})^2 + (\Phi \cdot M_{n,y})^2}} \leq 1 \quad \eta = 0.525 \quad \text{CUMPLE}$$

4.4.4.2 Comprobación de Fisuración

- **Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior** (ACI 318M-11, Artículo 10.6.4) ✓

$$S_l \leq S_{l,max} \quad 27.17 \text{ mm} \leq 2265.56 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- **Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha** (ACI 318M-11, Artículo 10.6.4)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

- **Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior** (ACI 318M-11, Artículo 10.6.4) ✓

$$S_l \leq S_{l,max} \quad 26.33 \text{ mm} \leq 2657.17 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

- **Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda**
(ACI 318M-11, Artículo 10.6.4)

La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

4.4.4.3 Comprobaciones de flecha

- Flecha activa a partir del instante "3 meses", para la combinación de acciones "Característica"

La flecha máxima se produce en la sección "2.12 m" para la combinación de acciones:

Peso propio+Cargas permanentes - Tabiquería+Cargas permanentes -

Pavimento+Sobrecarga de uso

| | | |
|----------------------------|--|---------------|
| $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ | $0.30 \text{ mm} \leq 8.75 \text{ mm}$ | CUMPLE |
|----------------------------|--|---------------|

4.4.4.4 Tablas de resumen de comprobaciones

- **Comprobaciones de fisuración**

Tabla 4-37. Comprobaciones de Fisuración.

| VANO | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (ACI 318M-11) | | | | ESTADO |
|--|--|---------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| | SC,sup. | SC,Lat.Der. | SC,inf. | SC,Lat.Izq. | |
| V-116: A2 - A3 | x: 4.2 m Cumple | N.P. ⁽¹⁾ | x: 1.744 m Cumple | N.P. ⁽¹⁾ | CUMPLE |
| Notación: SC,sup.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior SC,Lat.Der.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha SC,inf.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior SC,Lat.Izq.: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede | | | | | |
| Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada. | | | | | |

Fuente: CYPECAD

- **Comprobaciones de Flecha**

Tabla 4-38. Comprobaciones de Flecha.

| VIGA | Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$ | ESTADO |
|----------------|---|---------------|
| V-116: A2 - A3 | $f_{A,max}$: 0.30 mm $f_{A,lim}$: 8.75 mm | CUMPLE |

Fuente: CYPECAD

- **Comprobaciones de Resistencia**

Tabla 4-39. Comprobaciones de Resistencia.

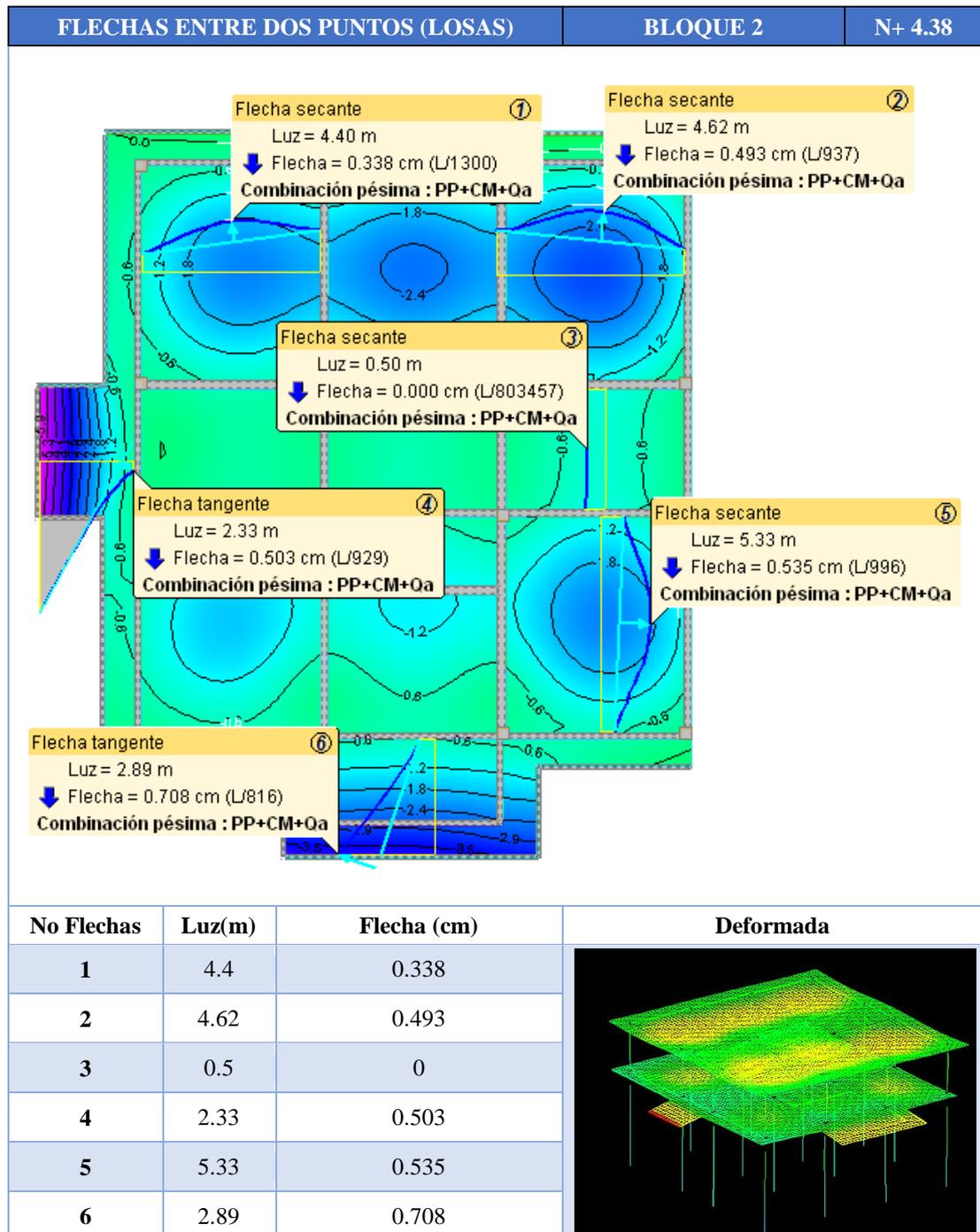
| Vano | COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (ACI 318M-11) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Estado | | |
|--|---|--------|---------------------|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| | Disp. | Arm. | Q | Q S. | N,M | N,M S. | T _c | T _{st} | T _{sl} | TN M _x | TV _x | TV _y | TV _{xSt} | TV _{ySt} | T,Dis p-sl | T,Dis p-st | T,Geo m-sl | T,Ar m-st | Sis m. | Disp . S. | Vib. | | Cap. H | Cap. S |
| V-116: A2 - A3 | Error ⁽¹⁾ | Cumple | '4.200 m' η=17.0 | '4.119 m' η=63.6 | 'A3' η=19.4 | '3.352 m' η=52.5 | N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽²⁾ | N.P. ⁽¹⁾ | Error ⁽²⁾ | Error ⁽²⁾ | Error ⁽³⁾ | '0.000 m' Error ⁽⁴⁾ | '0.000 m' Error ⁽⁵⁾ | ERROR |
| Comprobaciones que no proceden (N.P.): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⁽¹⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Errores: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⁽¹⁾ No cumple: 'Disposiciones relativas a las armaduras' (Armado longitudinal) ⁽²⁾ No cumple: 'Criterio de diseño por sismo' ⁽³⁾ La separación libre máxima disponible entre barras longitudinales (0.00 mm) es inferior a la necesaria para la introducción del vibrador (20.00 mm). ⁽⁴⁾ No cumple: 'Cortante de diseño para vigas.' ⁽⁵⁾ No cumple: 'Resistencia a cortante de elementos en flexión. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: CYPECAD

4.4.5 Comprobación de Losas

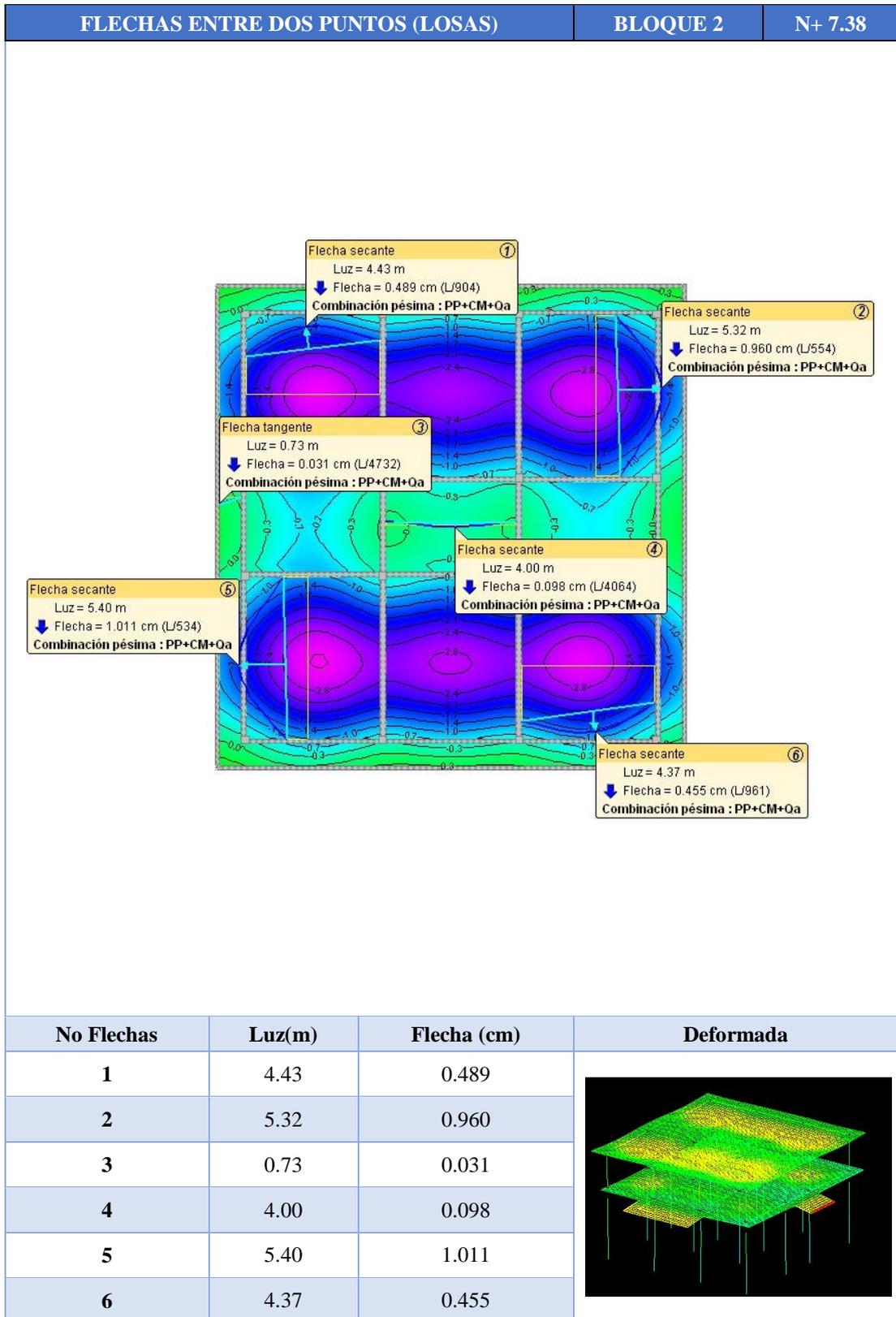
Se deberá limitar las flechas o deflexiones de las losas, para que cumplan los límites establecidos por las normas y garantizar que los elementos de hormigón estén sujetos a flexión, con rigidez adecuada, limitar deflexiones o deformaciones. En la entidad hospitalaria todas las losas cumplen están dentro de los límites para flechas máximas.

Tabla 4-40. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 2_ N+4.38)



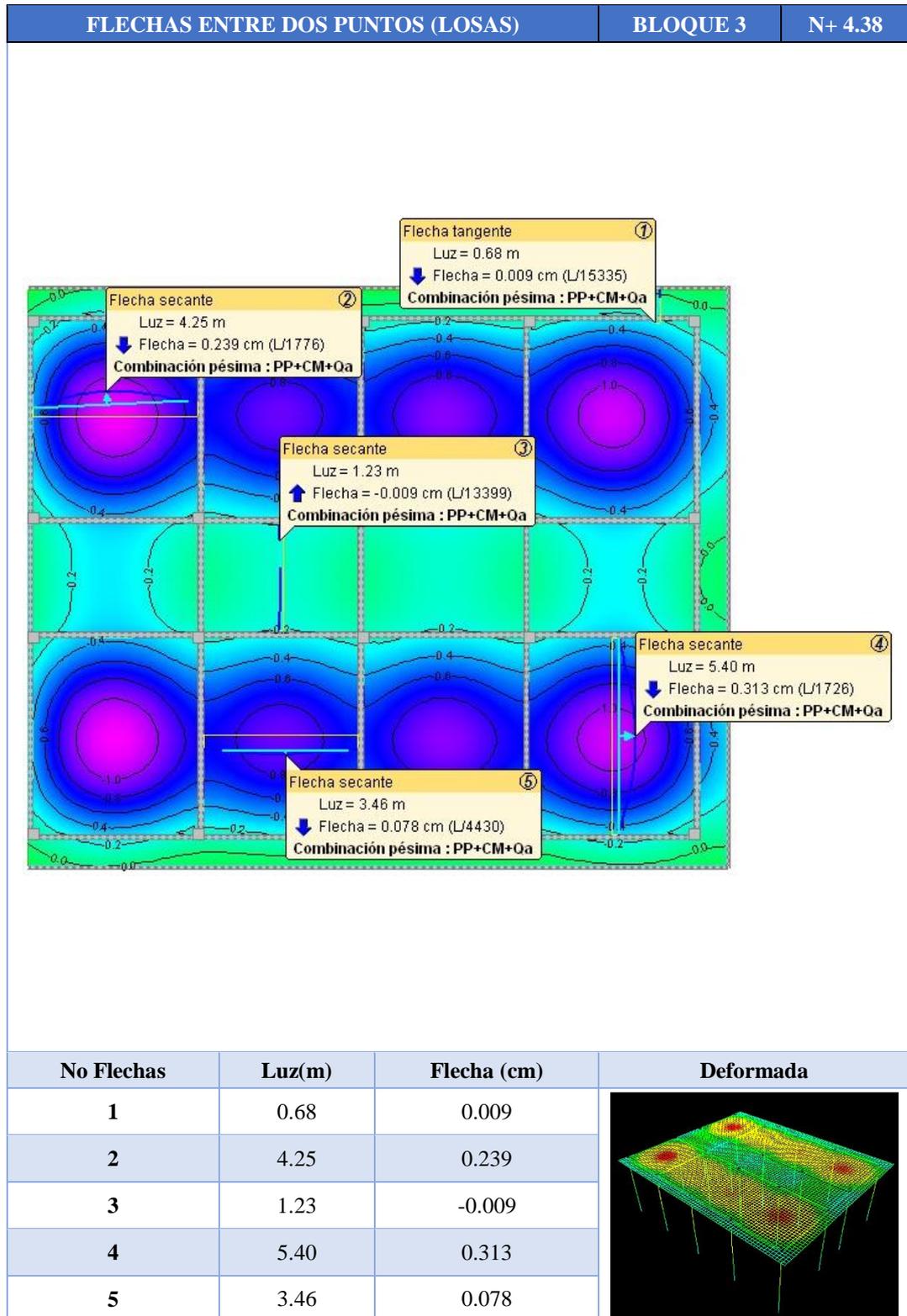
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-41. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 2_ N+7.38)



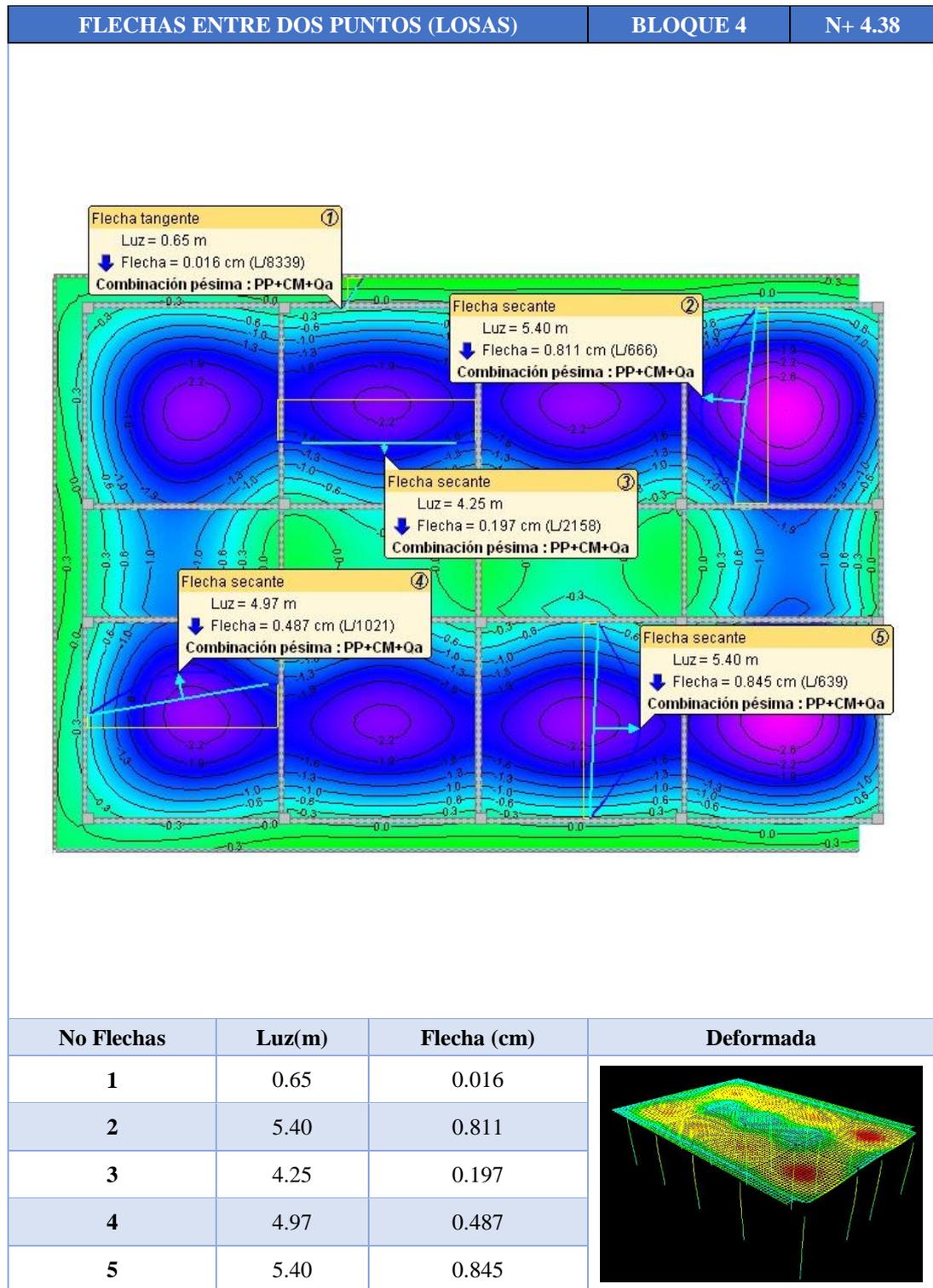
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-42. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 3)



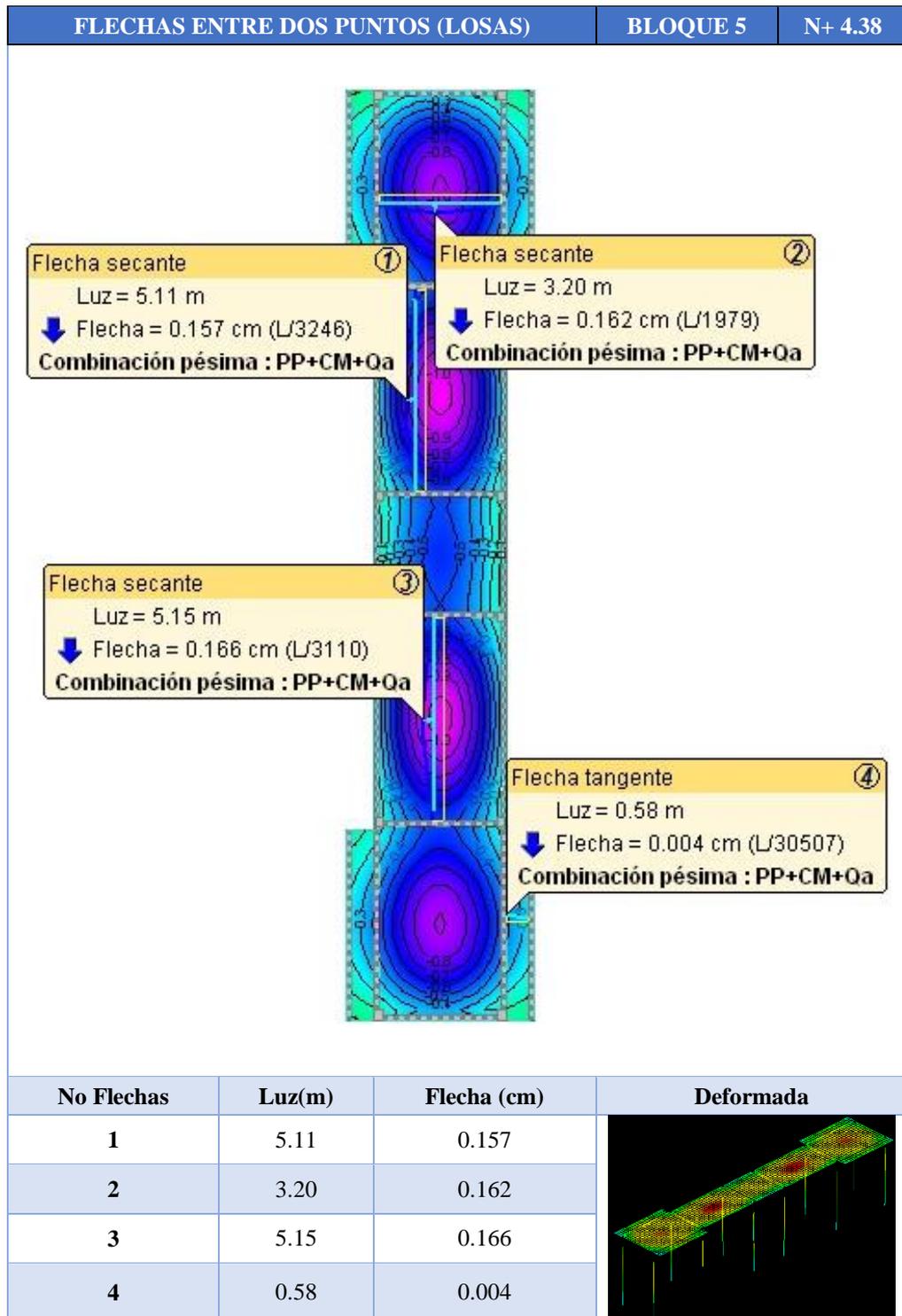
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-43. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 4)



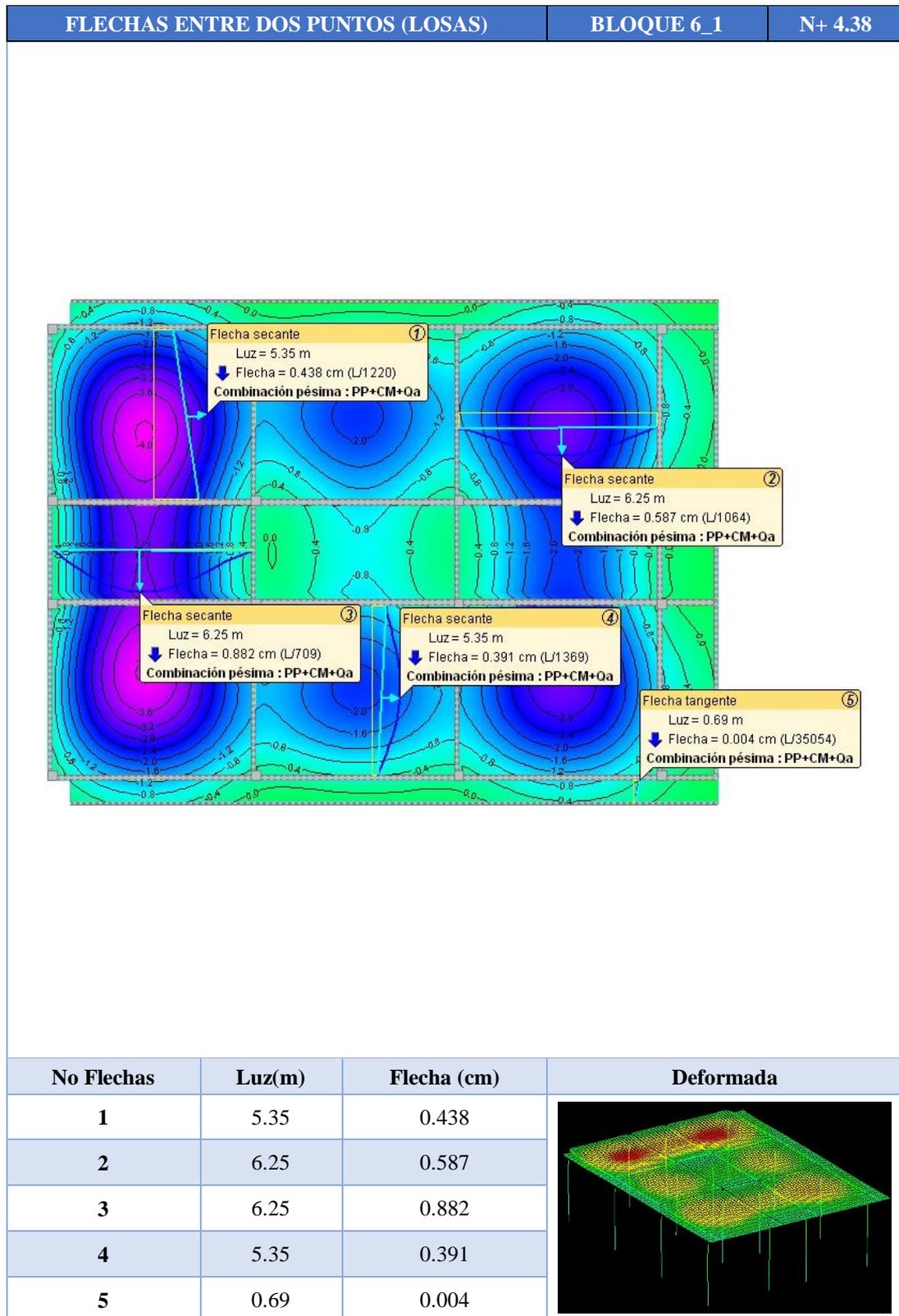
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-44. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 5)



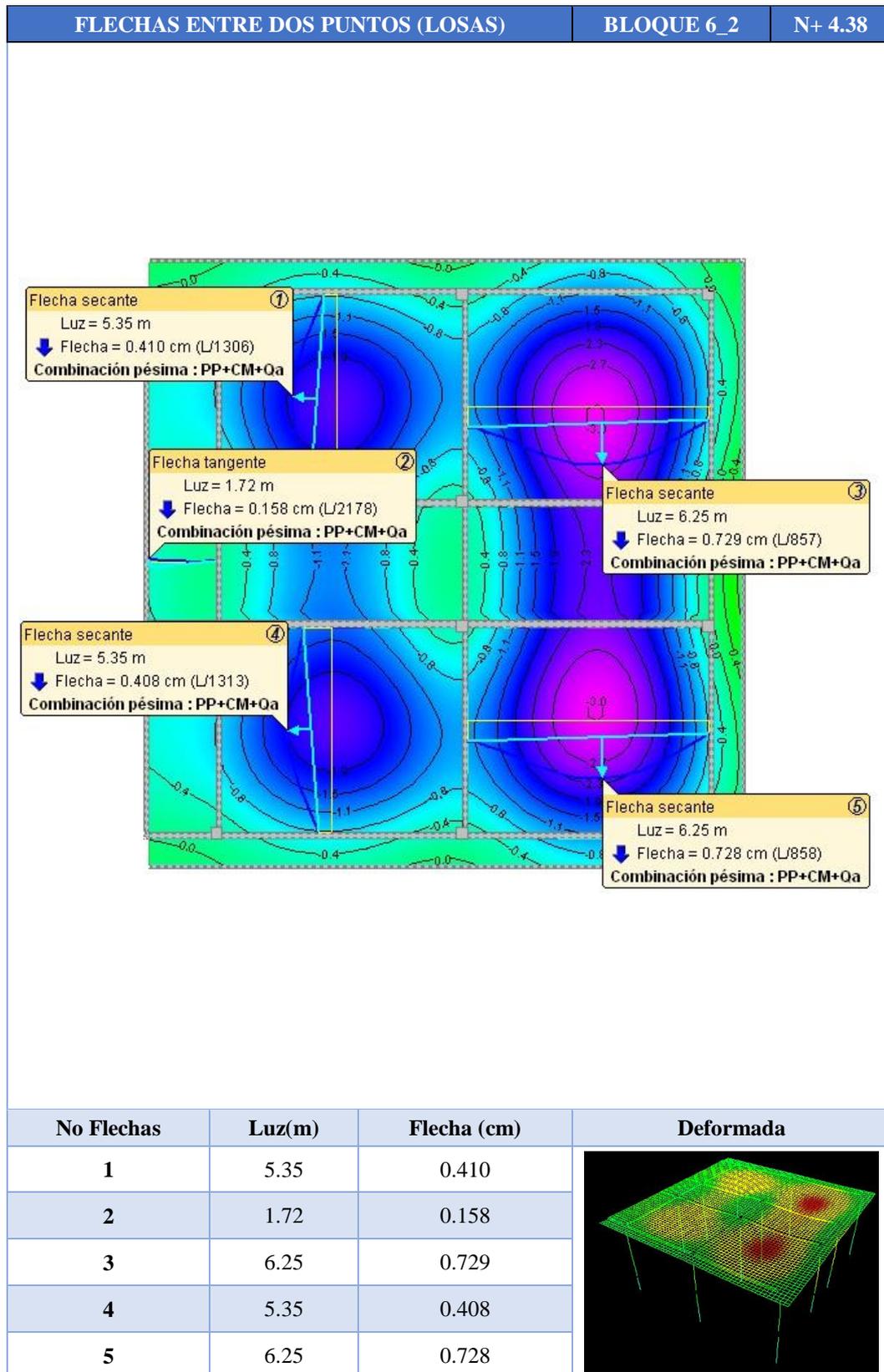
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-45. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 6_1)



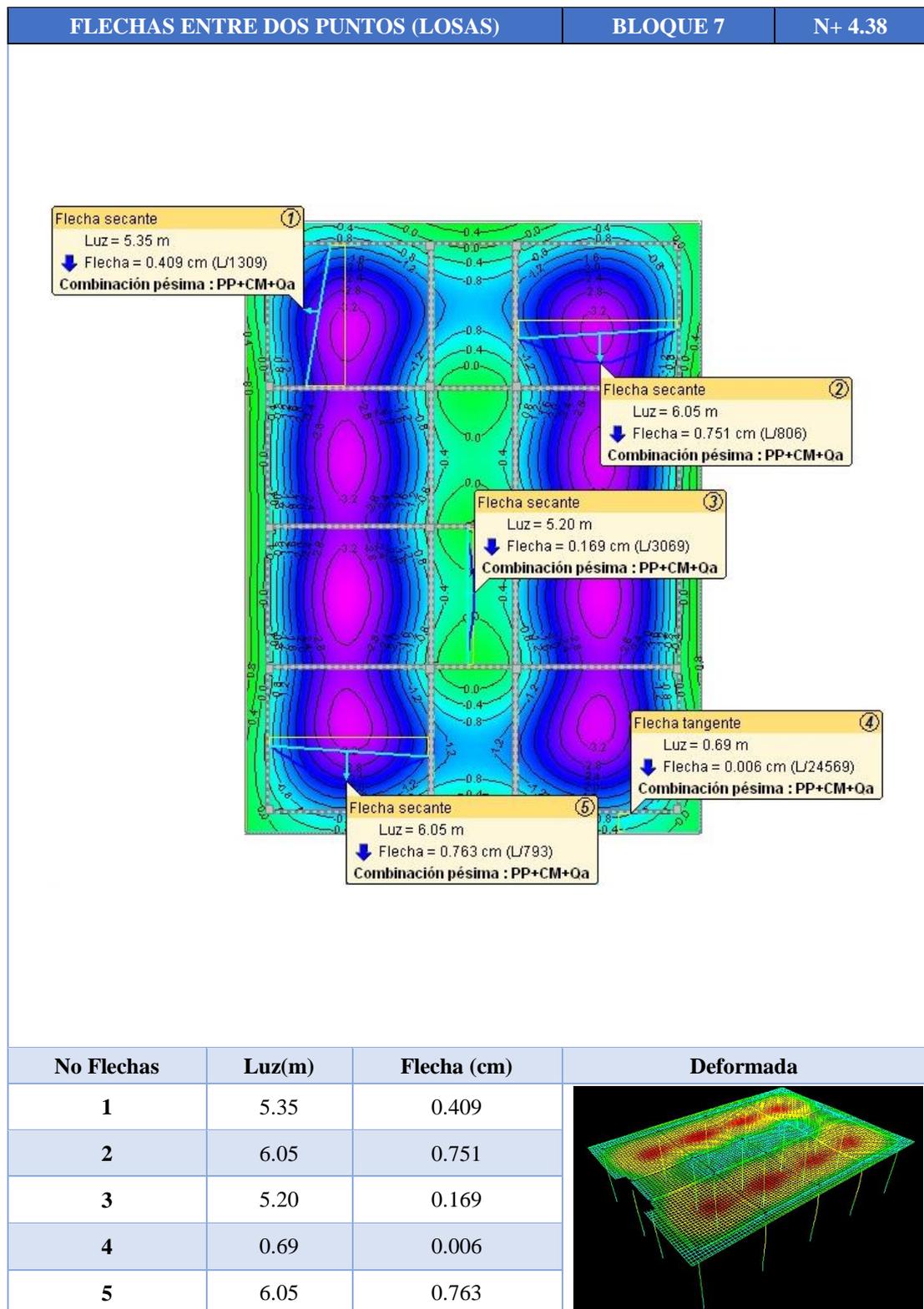
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-46. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 6_2)



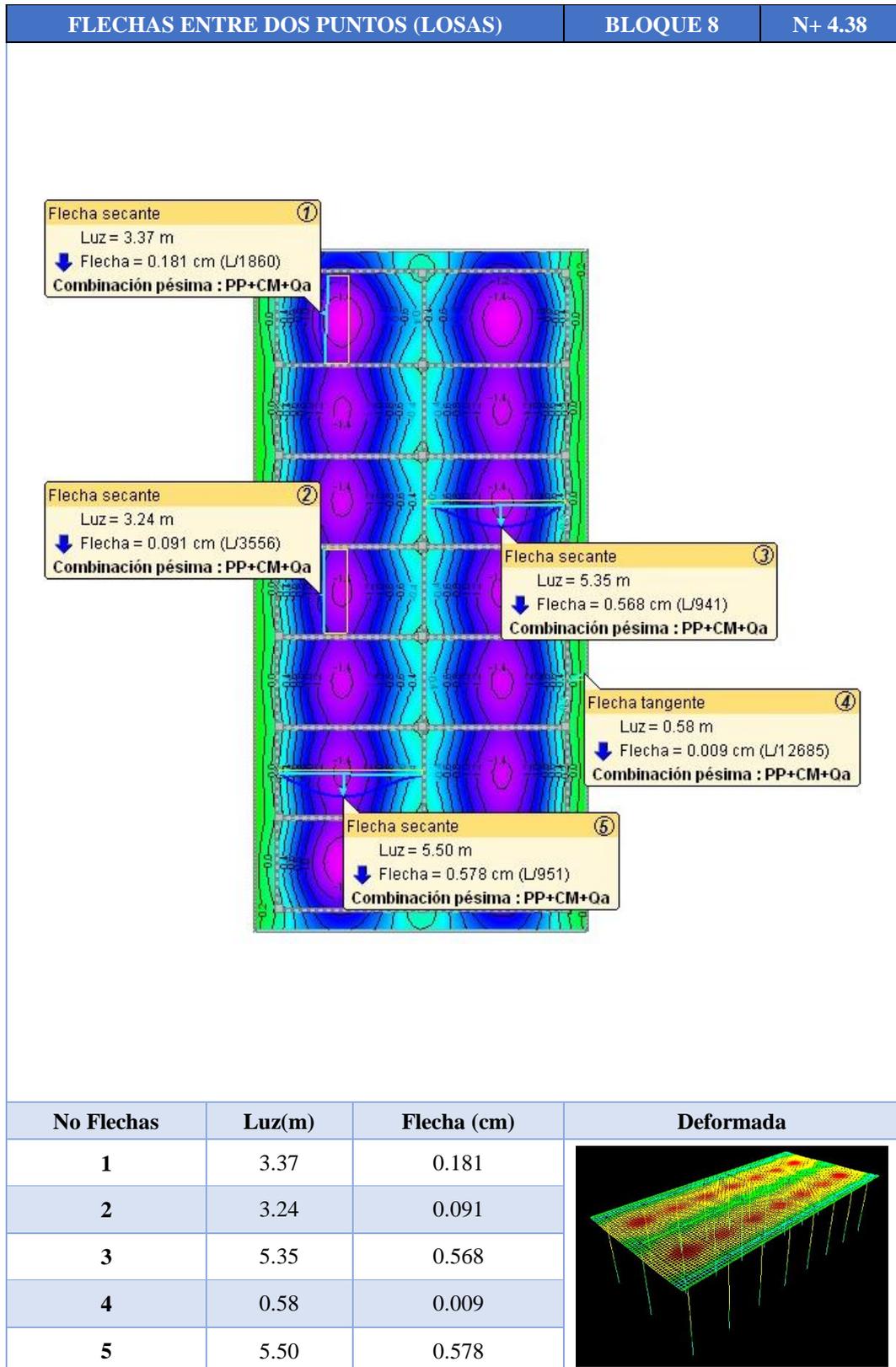
Fuente: CYPECAD

Tabla 4-1. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 7)



Fuente: CYPECAD

Tabla 4-48. Comprobación de Flechas en Losas (Bloque 8)



Fuente: CYPECAD

Para la realización de la maqueta virtual fue imprescindible elaborar su diseño, modelado estructural y arquitectónico, por cuanto se prosiguió a la realización de las maquetas de líneas vitales como hidrosanitaria y gases. Y con la ayuda de un software que reconozca un nivel de detalle y exactitud hace posible el desarrollo de proyectos con absoluta transparencia y eficacia, demostrando que se puede ofrecer un trabajo con la mejor calidad posible en el campo de la ingeniería como arquitectura de la más alta complejidad.

Todo esto sirvió para la generación del modelo dinámico para el análisis comparativo estructural, realizando un archivo digital en formato BIM y así exportar al software de cálculo para su comprobación de los diferentes elementos estructurales bajo las normas del ACI 318M-11 y la NEC-2014.

Comprobando los elementos estructurales algunos de ellos cumplen ciertos requisitos de armaduras, límites de agotamiento, resistencias y criterios por sismo, ciertos parámetros no se cumplen ya sea por un mal diseño de los armados o falta de aplicación de una normativa, esta es poco rigurosa o no actualizada.

CAPITULO V

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Comprende la recopilación de los datos obtenidos del cálculo y comprobación de la entidad hospitalaria, todos estos elementos fueron obtenidos en el programa de cálculo, con las disposiciones reales de las armaduras obtenidas de los planos estructurales y ensayos no destructivos.

Teniendo como resultado las solicitaciones que se encuentran sometidos los elementos para su posterior procesamiento a través de tablas de resistencia, fisuración y flechas en el caso de vigas, para las columnas se elaboraran tablas y la representación a través de graficas de las principales comprobaciones para su interpretación y así poder obtener conclusiones claras para seguir con el análisis comparativo de las variables y con un criterio profesional elaborar las propuestas de mitigación tanto para los elementos estructurales como los no estructurales, dando soluciones a los problemas encontrados debido a los errores de incumplimiento de la entidad hospitalaria, las recomendaciones serán de manera superficial por lo cual dependerá para un posterior caso de estudio.

5.1 Depuración e Interpretación de los Resultados Obtenidos de la Modelación.

En base de la modelación y diseño de la estructura, se realizaron comprobaciones para todas las circunstancias como: disposiciones de armados, armaduras máximas y mínimas, estado límite de agotamiento frente a cortante, diseño por sismo y capacidad. Esta interpretación de datos será de las columnas, vigas y losas cada una será analizada de forma independiente a sus circunstancias de comprobaciones.

- Se comenzara por las losas para revisión de sus flechas o deformaciones que deberán estar dentro de lo permisible $\left(\frac{L}{350}\right)$ y $\left(\frac{L}{280}\right)$. Todas las losas de la entidad hospitalaria cumplen y están dentro de los límites.

Tabla 5-49. Comprobación Flechas de las Losas.

| | No Flechas | Luz(m) | | Flecha (cm) | | Comprobaciones |
|----------------------|------------|--------|------|-------------|-------|----------------|
| Bloque 2 (2 Pisos) | 1 | 4.4 | 4.43 | 0.338 | 0.489 | CUMPLE |
| | 2 | 4.62 | 5.32 | 0.493 | 0.96 | |
| | 3 | 0.5 | 0.73 | 0 | 0.031 | |
| | 4 | 2.33 | 4 | 0.503 | 0.098 | |
| | 5 | 5.33 | 5.4 | 0.535 | 1.011 | |
| | 6 | 2.89 | 4.37 | 0.708 | 0.455 | |
| Bloque 3 | 1 | 0.68 | | 0.009 | | CUMPLE |
| | 2 | 4.25 | | 0.239 | | |
| | 3 | 1.23 | | -0.009 | | |
| | 4 | 5.4 | | 0.313 | | |
| | 5 | 3.46 | | 0.078 | | |
| Bloque 4 | 1 | 0.65 | | 0.016 | | CUMPLE |
| | 2 | 5.4 | | 0.811 | | |
| | 3 | 4.25 | | 0.197 | | |
| | 4 | 4.97 | | 0.487 | | |
| | 5 | 5.4 | | 0.845 | | |
| Bloque 5 | 1 | 5.11 | | 0.157 | | CUMPLE |
| | 2 | 3.2 | | 0.162 | | |
| | 3 | 5.15 | | 0.166 | | |
| | 4 | 0.58 | | 0.004 | | |
| Bloque 6 (2 Bloques) | 1 | 5.35 | 5.35 | 0.438 | 0.41 | CUMPLE |
| | 2 | 6.25 | 1.72 | 0.587 | 0.158 | |
| | 3 | 6.25 | 6.25 | 0.882 | 0.729 | |
| | 4 | 5.35 | 5.35 | 0.391 | 0.408 | |
| | 5 | 0.69 | 6.25 | 0.004 | 0.728 | |
| Bloque 7 | 1 | 5.35 | | 0.409 | | CUMPLE |
| | 2 | 6.05 | | 0.751 | | |
| | 3 | 5.2 | | 0.169 | | |
| | 4 | 0.69 | | 0.006 | | |
| | 5 | 6.05 | | 0.763 | | |
| Bloque 8 | 1 | 3.37 | | 0.181 | | CUMPLE |
| | 2 | 3.24 | | 0.091 | | |
| | 3 | 5.35 | | 0.568 | | |
| | 4 | 0.58 | | 0.009 | | |
| | 5 | 5.5 | | 0.578 | | |

Fuente: CYPECAD

De las vigas se analizaron, las principales comprobaciones como: disposiciones de armados, armadura máxima y mínima, estados límites a cortante, flexión, torsión y tracción, diseño por sismo, etc. Se tomaron una viga por cada bloque tomando en cuenta las más desfavorables, la geometría de las mismas las secciones y los armados longitudinales y transversales. Las principales comprobaciones son de flechas, fisuración y resistencia a continuación las tablas respectivamente de cada comprobación.

- Comprobaciones de Flechas de Vigas:

Tabla 5-50. Comprobaciones de Flechas de Vigas.

| VIGA | COMPROBACIONES | | ESTADO |
|----------------|-------------------------|-------------|-----------|
| | Activa (Característica) | | |
| | $f_{A,max}$ | $f_{A,lim}$ | |
| | $f_{A,lim} = L/480$ | | |
| V-116: A2 - A3 | $f_{A,max}$: 0.30 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 8.75 mm | | |
| V-132: B5 - C5 | $f_{A,max}$: 0.14 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 6.25 mm | | |
| V-133: B5 - C5 | $f_{A,max}$: 0.52 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 6.25 mm | | |
| V-106: A1 - A2 | $f_{A,max}$: 0.24 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 6.25 mm | | |
| V-110: B1 - B2 | $f_{A,max}$: 11.88 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 12.71 mm | | |
| V-110: B2 - B3 | $f_{A,max}$: 7.80 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 12.71 mm | | |
| V-111: B1 - B2 | $f_{A,max}$: 13.12 mm | | NO CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 12.08 mm | | |
| V-114: B1 - B2 | $f_{A,max}$: 5.57 mm | | CUMPLE |
| | $f_{A,lim}$: 10.83 mm | | |

Fuente: CYPECAD

- Comprobación de Fisuración de Vigas:

Tabla 5-51. Comprobación de Fisuración de Vigas.

| VANO | COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (ACI 318M-11) | | | | ESTADO |
|----------------|--|------------------|--------------|------------------|-----------|
| | $S_{C,sup.}$ | $S_{C,Lat.Der.}$ | $S_{C,inf.}$ | $S_{C,Lat.Izq.}$ | |
| V-116: A2 – A3 | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| V-132: B5 – C5 | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| V-133: B5 – C5 | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| V-106: A1 – A2 | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| V-110: B1 – B2 | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE | NO CUMPLE |
| V-110: B2 – B3 | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| V-111: B1 – B2 | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| V-114: B1 – B2 | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |

Fuente: CYPECAD

- Comprobaciones de Resistencia de Vigas:

Tabla 5-52. Comprobaciones de Resistencia de Vigas

| Bloque | Vano | COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (ACI 318M-11) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------------|---|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Disp. | Arm. | Q | Q.S. | N,M | N,M S. | T _c | T _{st} | T _{sl} | TN | TV _x | TV _y | TV _{xs} | TV _{ys} | T,Di | T,Di | T,Ge | T,Ar | Sism | Disp. S. | Vib. | Cap. H | Cap. S | E S | E S | |
| B2 | V-116: A2 - A3 | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple |
| B3 | V-132: B5 - C5 | Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |
| B4 | V-133: B5 - C5 | Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |
| B5 | V-106: A1 - A2 | Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |
| B6_1 | V-110: B1 - B2 | Cumple | No Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |
| B6_2 | V-110: B2 - B3 | Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |
| B7 | V-111: B1 - B2 | Cumple | No Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |
| B8 | V-114: B1 - B2 | Cumple | No Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | No Cumple | No Cumple | Cumple | Cumple | No Cumple | |

Fuente: CYPECAD⁵³

⁵³ Anexo Digital 5-12. Comprobaciones ELU y ELS (Viga).pdf

Finalmente se procede a las comprobaciones para columnas de estas las principales comprobaciones son: disposiciones relativas a las armaduras, armadura mínima y máxima, estado límite de agotamiento frente a cortante, estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales, criterios de diseño por sismo y diseño por capacidad. Se realizaron las comprobaciones de todas las columnas de los bloques modelados.

Tabla 5-13. Comprobaciones de Resistencia de Columnas.

| SECCIÓN DE HORMIGÓN | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-------|-------|---------|-------|----------|------|-------------|-----------------|
| COMPROBACIONES (%) | | | | | | | | | |
| BLOQUES | Dis p. | Ar m. | Q (%) | N,M (%) | Sism. | Disp. S. | Cap. | Aprov . (%) | Comprobacion es |
| B2 | 100 | 100 | 50 | 26.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 50 | 73.44 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| B3 | 100 | 100 | 100 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 0 | 70.00 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| B4 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 0 | 100.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| B5 | 100 | 100 | 100 | 33.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 0 | 66.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| B6 | 1 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | | 0 | 0 | 0 | 100.0 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| | 2 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | | 0 | 0 | 0 | 100.0 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| B7 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 0 | 100.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| B8 | 100 | 100 | 100 | 45.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 0 | 54.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |
| CUMPLE | 800 | 800 | 750 | 135.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | ← Suma Total |
| NO CUMPLE | 0 | 0 | 50 | 664.27 | 800 | 800 | 800 | 800 | |
| PROMEDIO Total Hospital | 100 | 100 | 93.75 | 16.97 | 0 | 0 | 0 | 0 | CUMPLE |
| | 0 | 0 | 6.25 | 83.03 | 100 | 100 | 100 | 100 | NO CUMPLE |

Fuente: CYPECAD

Si realizamos un promedio de las comprobaciones de las columnas para realizar una comparación total del cumplimiento de la estructura se tiene como resultado 39% que cumple en relación a el 61% que no cumple lo que demuestra que la estructura es vulnerable especialmente a los efectos de sismo.

5.2 Generación de Gráficos Explicativos de la Comparación.

La generación de los gráficos van a ser especialmente de las comprobaciones obtenidas de la totalidad de las columnas del hospital, esta representación de datos numéricos se llevara gráficamente para la interpretación de las principales comprobaciones de las columnas. Las gráficas de barras, que procuraran diferenciar la representación sencilla de porcentajes con los datos que componen el total de cada una de sus comparaciones.

- **Disposiciones relativas a las armaduras**

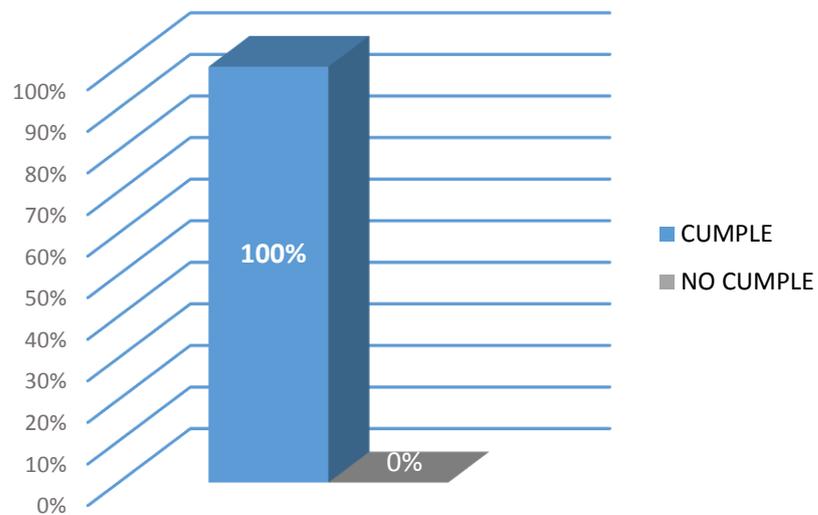


Figura 5-30. Disposiciones relativas a las armaduras.

- **Armadura mínima y máxima**

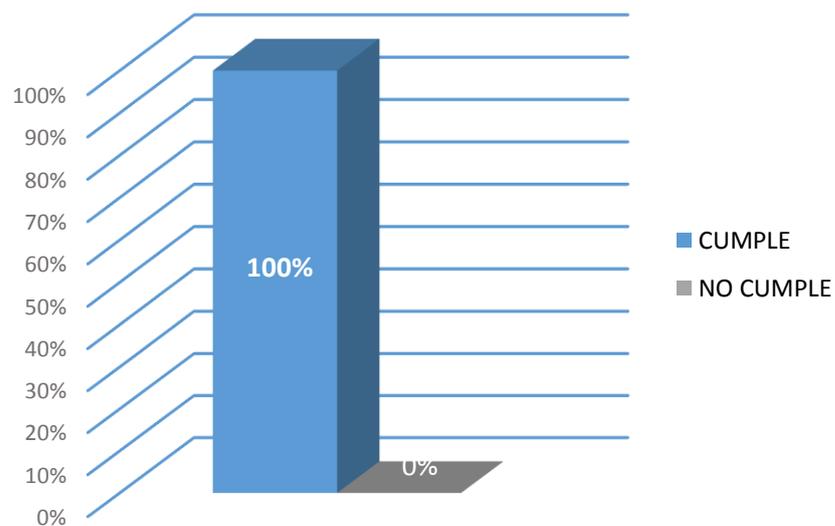


Figura 5-31 Armadura mínima y máxima.

- **Estado límite de agotamiento frente a cortante**

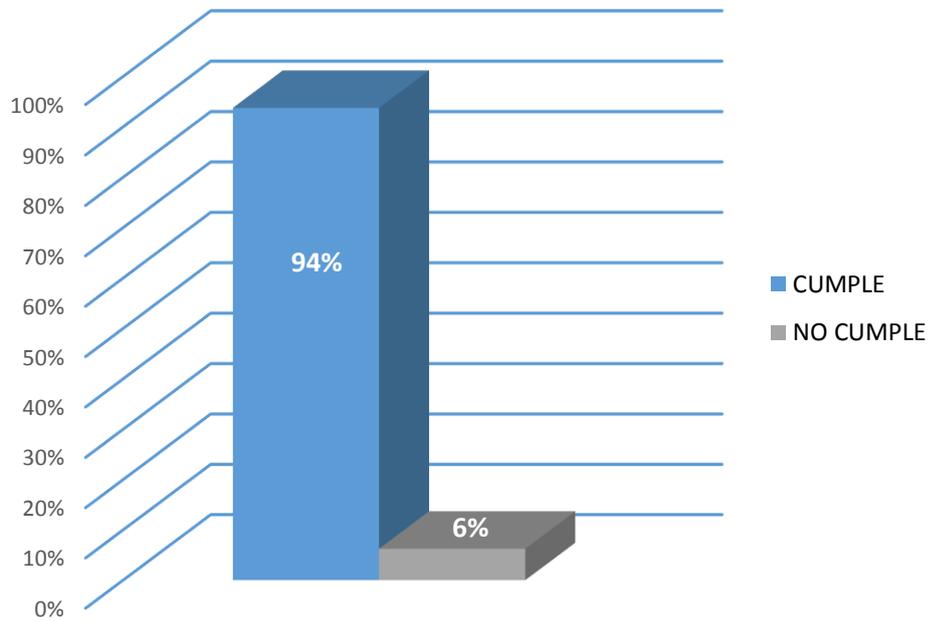


Figura 5-32. Estado límite de agotamiento frente a cortante.

- **Estado límite de agotamiento frente a solicitudes normales**

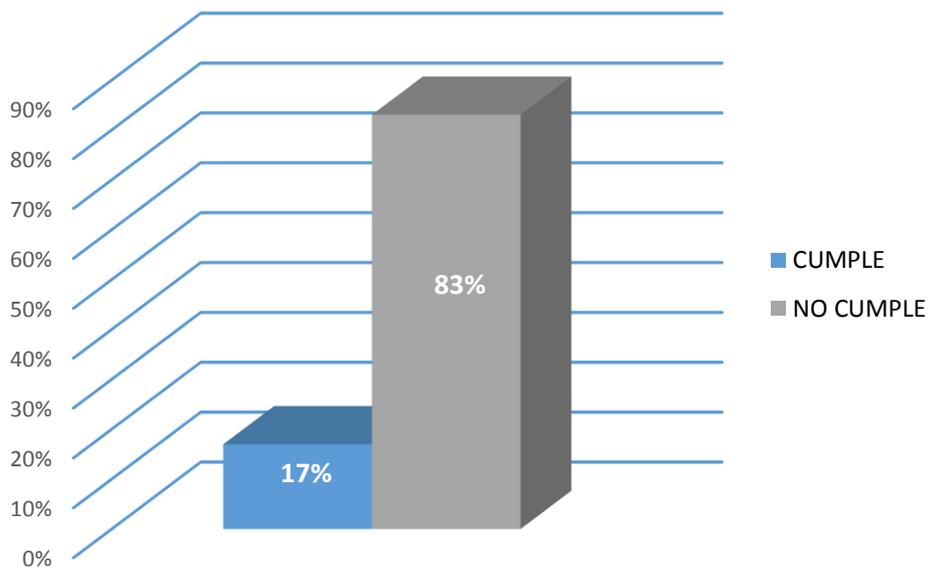


Figura 5-33. Estado límite de agotamiento frente a solicitudes normales.

- **Criterios de diseño por sismo**

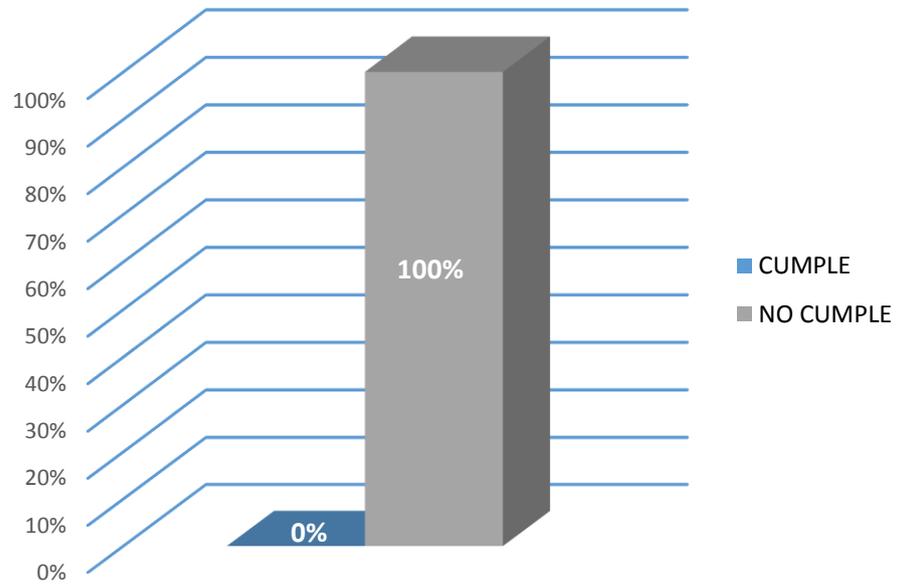


Figura 5-34. Criterios de diseño por sismo.

- **Diseño por capacidad**

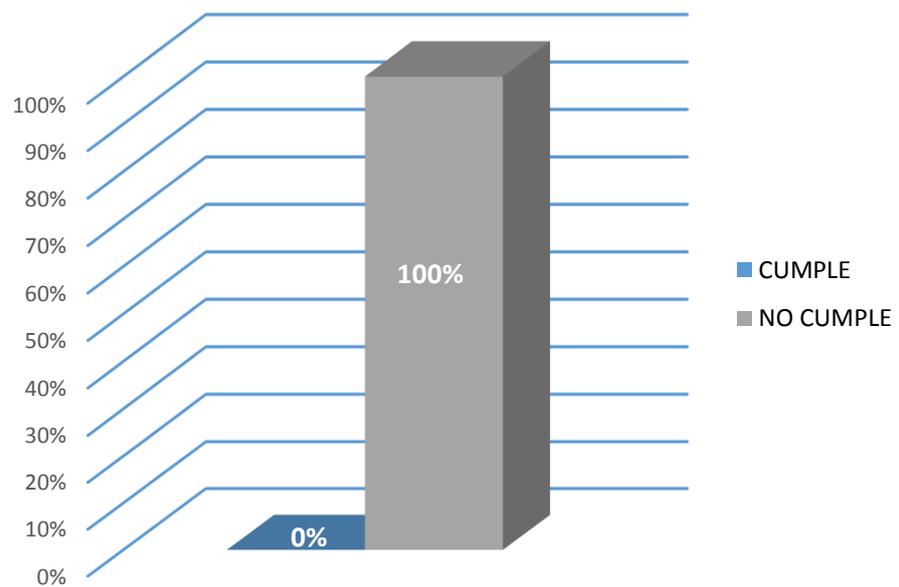


Figura 5-35. Diseño por capacidad.

- **Aprovechamiento**

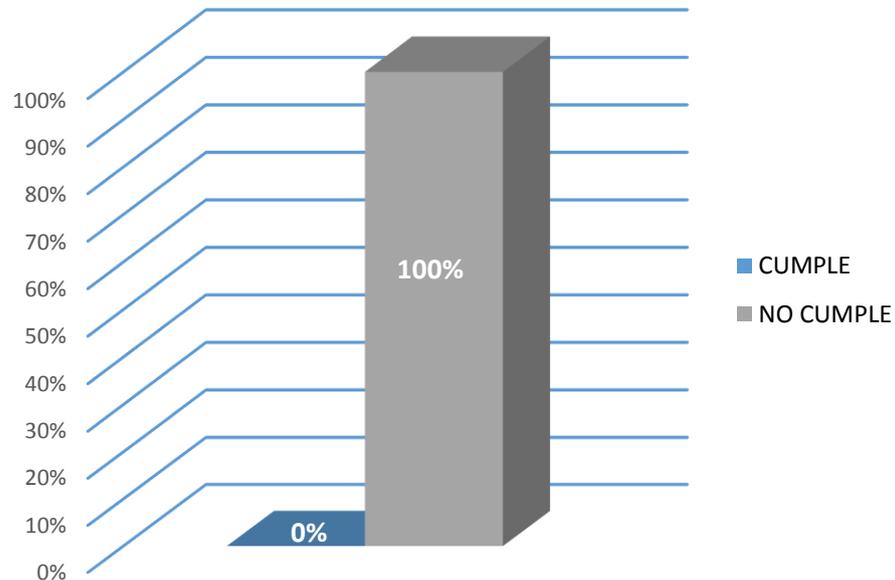


Figura 5-36. Aprovechamiento.

5.3 Análisis de Resultados y Elaboración de propuestas de Mitigación.

El proceso de análisis de resultados es en base a las gráficas explicativas para la comprobación de las columnas que va estar orientado a la interpretación y análisis para facilitar las conclusiones de cada grafica para su posterior elaboración de mitigación.

5.3.1 Análisis de Resultados

- La comprobación de flechas o de pre diseño de sección se determinó que las flechas de las diferentes losas macizas cumplen el criterio de sección. Por lo tanto todas las losas cumplen.
- Las derivas no cumplen en la estructura en realidad se generan efectos P/delta o efectos de esbeltez estos producen aumento en las deflexiones horizontales y en las fuerzas horizontales de la estructura. Esto quiere decir cuando la deriva es excesiva el esfuerzo P genera un momento lo amplifica siendo principal motivo de colapso comprobada por acción sísmica. El valor máximo de deriva es 1/50 por lo cual la entidad hospitalaria no cumple.

- Las disposiciones de armaduras cumple la armadura mínima ($A_{c_{mín.}}$) o la cuantía mínima que exige la norma para el armado longitudinal y transversal de las columnas.
- Las comprobaciones de estribos frente a acción sísmica son de dos tipos de cortante y capacidad, al primer criterio en el cual nos vamos a centrar cumple un porcentaje 6.25%, donde el estado límite de agotamiento frente a cortante a solicitaciones normales no cumple que quiere decir que las armaduras es menor a la necesaria mínima (sea por cuantía mínima o la cuantía por las cargas que va soportar).
- De la gráfica de criterio de diseño por sismo la entidad hospitalaria no cumple, sin embargo con el índice de seguridad se determinó por una inspección visual que el hospital se encuentra en categoría **A** y conociendo estos parámetros del ISH y diseño por sismo la estructura es vulnerable ante un sismo.
- En el diseño por capacidad, las estructuras se caracterizan por su factor de importancia “**I**” con un valor de 1.5 para hospitales quiere decir que ante la amenaza sísmica la entidad hospitalaria debería fracasar como última opción tomando en cuenta que en estas estructuras se debería diseñar con el criterio de columna fuerte y viga débil, pero además de esto se habla de un criterio agregado columna fuerte, viga débil y unión fuerte. En caso del hospital no se cumple esto se puede decir que es viga fuerte y columna débil y esto es causa de fracaso.
- En el análisis del último gráfico, donde se habla del aprovechamiento de la sección y del armado no cumple nada, pero no se puede descartar que puede ser por incumplimiento de armado, ya que no hay garantía que la sección tampoco es te cumpliendo.

5.3.2 Elaboración de Propuestas de Mitigación.

Los hospitales son estructuras vulnerables ante un catástrofe natural, debido a que se encontrara frente a amenazas que ponen en riesgo su estructura y funcionamiento, por

eso se deberá elaborar una propuesta de mitigación para los desastres que se presentan de manera directa o indirecta. Ya que el costo de una reconstrucción podrá ser considera alto en algunos casos comparado con la reparación o reposición será poco significativo ya que habar pérdida en bienes como el mobiliario de las instalaciones y en la tecnología especialmente en el equipo y maquinas, estas últimas serán las más considerables debido a la gran inversión que tienen.

- Como principal propuesta será realizar estudios y ensayos más rigurosos de la estructura que sean más específicos para dar la mejor respuesta o solución para el riesgo falla que se presentan en los elementos estructurales.
- El estudio de la entidad hospitalaria no debería concluirse solo aquí sino en una segunda etapa pudiendo dar un comportamiento más específico de la estructura por ejemplo en el campo inelástico, con medidas de mitigación para una posible implementación.
- La aplicación de técnicas de reforzamiento para los elementos estructurales que presentan deficiencias estructurales como propuestas se brindaran las siguientes:

Para columnas.

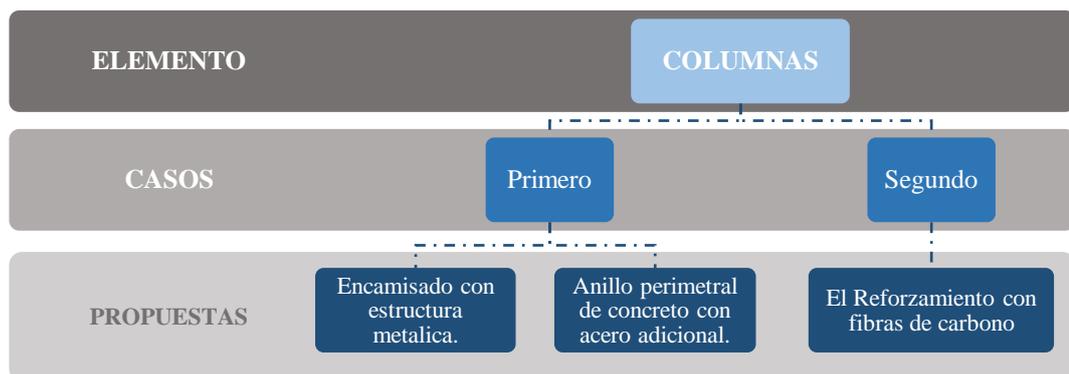


Figura 5-37. Propuestas de Mitigación para Columnas.

Para Vigas sea por fallas principales de tipo: corte y flexión.

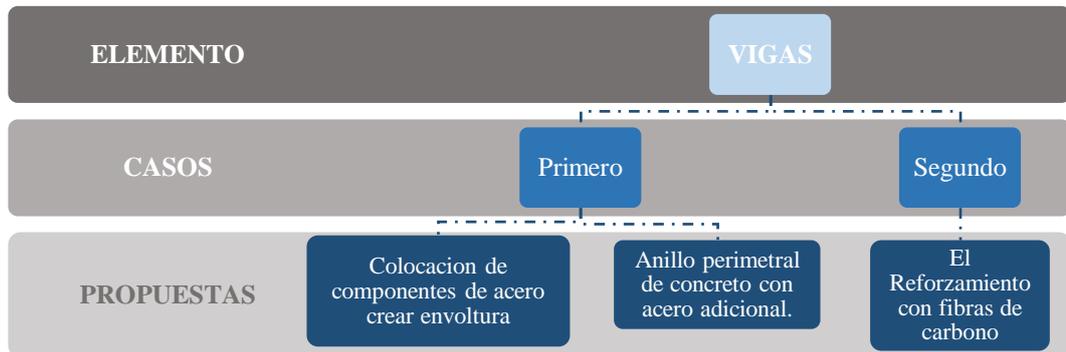


Figura 5-38. Propuestas de Mitigación para Vigas.

- Elaborar un programa de mitigación no-estructural realizando la inspección sistemática y completa de las instalaciones para evaluar las amenazas presentes, se clasificara de acuerdo a tres niveles de riesgo: riesgo para la vida, riesgo de pérdida de bienes muebles o pérdida de la propiedad y riesgo de pérdida funcional. Se podrá realizar una tabulación de datos según el tipo de riesgo donde se evaluara la prioridad, elementos no-estructurales, localización, vulnerabilidad, costo de inversión y comentarios, todo esto servirá para la tabulación y evaluación de la propuesta de mitigación no-estructural.
- Con respecto a las instalaciones de líneas vitales deberá existir un plan de respuesta rápida y reparación ante el daño que sufriría algún tipo de conexión, tuberías, redes o maquinaria, habrá un stock de piezas o materiales de reserva como fontanería o electricidad y herramientas apropiadas para un fácil arreglo temprano.
- La creación administrativa de planes de gestión de riesgos, planes operativos para desastres internos o externos, procedimientos de activación y desactivación de los planes a través de la formación de comités de operaciones emergentes entre las diferentes instituciones administrativas, ministerios y la secretaria de gestión de riesgos. Los mismos que deberán tener planes de mitigación para la reducción de la vulnerabilidad del hospital. Todas estas entidades públicas deberían actuar en conjunto ante cualquier eventualidad o desastre que se presentara en el hospital y así reducir vulnerabilidades y pérdidas significativas de vidas y bienes.

Como ya se vio anteriormente propuestas para mitigación de elementos estructurales, a continuación veremos propuestas para los riesgos específicos y las fallas específicas del hospital.

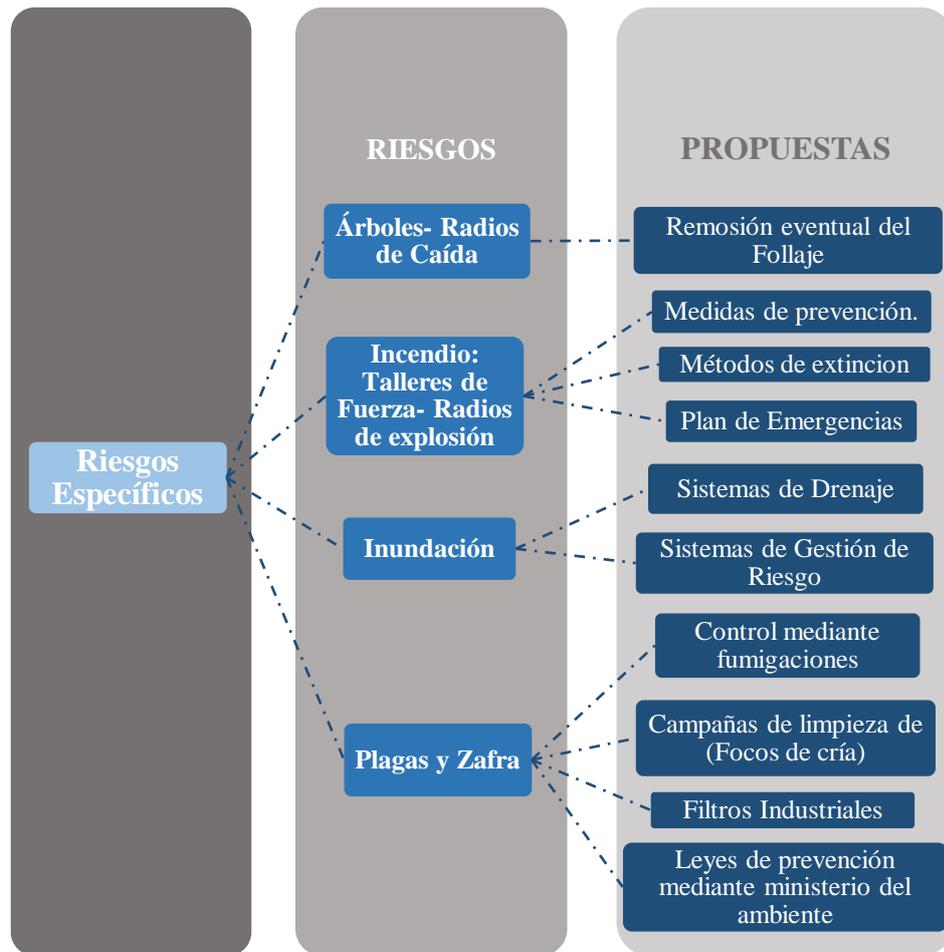


Gráfico 5-39. Propuestas de Mitigación para Riesgos Específicos.

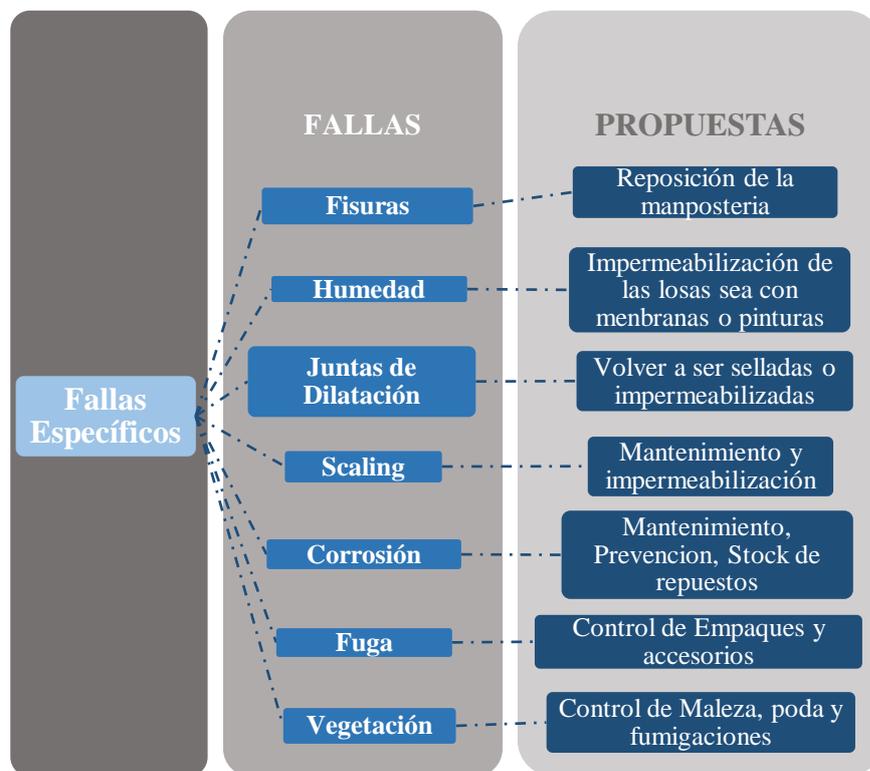


Gráfico 5-40. Propuestas de Mitigación para Fallas Específicas.

En este capítulo, se logró interpretar y depurar los resultados, que son producto de la obtención de las memorias de cálculo obtenidas del software, teniendo como resultado las comprobaciones de las flechas o deformaciones que se encuentran dentro de los límites para losas, mismas si cumplen, para las vigas también se obtuvieron resultados de flechas, fisuración y resistencia, de los dos primeros ciertos criterios, mismos no cumplen, pero por resistencia no cumple en su totalidad ninguna por lo tanto la estructura es vulnerable.

Para columnas las principales comprobaciones son: 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 y diseño por capacidad, al igual que en vigas hay ciertos parámetros que no se cumplen y a manera de resumen en columnas la estructura tiene como resultado 39% que cumple y el 61% que no cumple lo que demuestra que la estructura es vulnerable especialmente a los efectos de sismo.

Para la determinación de las propuestas de mitigación, nos basamos en la depuración de resultados y en la generación de los gráficos explicativos con las comprobaciones, para hacer un análisis de resultados ya con criterios y conclusiones de manera profesional dando respuestas e interpretaciones a las comprobaciones.

Finalmente se elaboró propuestas de mitigación ante la vulnerabilidad de la entidad hospitalaria para miembros estructurales y también para los riesgos y fallas específicas, las propuestas presentadas son de cierta manera general, por lo cual se deberá analizar y dar soluciones más específicas en otro caso de estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se realizaron los mapas de riesgos generales como específicos, determinando amenaza sísmica, movimientos de masa, zonas propensas a inundaciones con sus respectivas zonas seguras, isoyetas e isotermas todos estos como mapas generales. Los riesgos específicos que son los que afectan directamente a la estructura o pueden afectar al personal del hospital; mismos que fueron estructurados en base a fichas sobre las amenazas y entrevistas a los funcionarios/as que son quienes conocen más la realidad que afecta a la entidad hospitalaria. De esta manera se conocieron los riesgos que se enfrentara el hospital.
- Una vez determinada las características geológicas del suelo se conoce en qué tipo de suelo está emplazado el hospital, determinando contenido de humedad, límites de Atterberg, entre otros parámetros. Se realizó la sustitución y reposición del material con la elaboración de un replantillo de 7cm (esto minimiza los asentamientos de la capa sub adyacente) y luego colocaron el material de mejoramiento compactado en capas de 15 cm a 20 cm de espesor mediante el empleo de compactador mecánico. La compactación del material debió ser igual o superior al 95% del Proctor standar en todos los sitios de fundación de zapatas.
- Se realizó el ISH de la entidad para evaluar los elementos estructurales y parte de los no estructurales, esta evaluación busca determinar la susceptibilidad o nivel de daño de la infraestructura, el resultado de la valoración es que el hospital se encuentra en categoría "A", con un índice de seguridad 0.79 que es un valor considerable, en cambio el valor de índice de vulnerabilidad está en 0.21 que se considera una cifra baja y eso es lo que se busca, aunque es probable que el hospital continúe funcionando en caso de desastres se recomienda continuar con medidas preventivas

- El índice de seguridad hospitalaria da una valoración rápida antes o después de cualquier eventualidad de amenaza o riesgo, pero eso no quiere decir que se encuentra en condiciones de operatividad, ya que si bien en la depuración de datos comprobamos que el hospital no cumplen criterios tan importantes para su estabilidad estructural.
- Se diseñó una maqueta virtual, misma que es la reproducción digital en este caso de la entidad hospitalaria con un nivel de detalle y exactitud que hace posible el desarrollo con la mejor calidad posible en el campo de la ingeniería como arquitectura de la más alta complejidad, su diseño y el software de modelación, ofrece una respuesta a todo lo antepuesto debido a que se considera como un sistema global que parte desde la integración y asociatividad, esto se debe al implementar la tecnología BIM (Building Information Modeling) que significa abordar el ciclo completo de vida de una estructura; con la ayuda de este formato de archivo digital ayudo a la importación y creación del modelo estructural del hospital.
- Se determinaron todas las cargas y sus combinaciones tomando en cuenta la ocupación y el uso que tiene la estructura esencial, definiendo cargas muertas, vivas, carga por presión de viento y las más principales las cargas sísmicas dentro del sistema estructural como recomienda la (NEC, 2014) con todos los factores y parámetros de análisis. Con la ayuda de estos parámetros se determina los espectros de cálculo de diseño y elásticos, para continuar con la determinación del cortante basal que derivado por el efecto del sismo, con todo los datos obtenidos fueron procesados en software de cálculo para la modelación dinámica de la estructura, y se realizó la comparación de las armaduras, comprobaciones y normas actuales con la realidad estructural de la entidad hospitalaria.
- Se determinó la vulnerabilidad del hospital a través de la cuantificación realizamos un promedio de las comprobaciones de las columnas para realizar una comparación total del cumplimiento de la estructura se tiene como resultado 39% que cumple VS el 61% que no cumple lo que demuestra que la estructura es vulnerable

especialmente a los efectos de sismo. El hospital es susceptible a presentar daños en los elementos estructurales ya que la comprobación de diseño por capacidad se debería cumplir el criterio columna fuerte, viga débil y unión fuerte. En caso del hospital no se cumple esto se puede decir en base a los resultados que es viga fuerte y columna débil y esto es causa de fracaso.

- El ancho mínimo de las vigas es de 25cm, las vigas de la entidad hospitalaria no cumplen teniendo en cuenta que estas tiene un $b=15\text{cm}$ y por lo tanto el recubrimiento es de 2.5cm restando resistencia ante los esfuerzos que estará sometido la estructura.

Recomendaciones:

- Las normas y códigos nacionales o internacionales deberán ser un reglamento fijo y obligatorio para el diseño y la construcción de estructuras esenciales especialmente para hospitales con el principal objetivo de salvaguardar la vida de las personas que hacen uso de las instalaciones y asegurar el funcionamiento ininterrumpido de los servicios ante cualquier amenaza.
- Para la obtención precisa y más exacta sobre las amenazas y riesgos que tenga la estructura se recomienda realizar estudios más estrictos y detallados, por cuanto esta evaluación del índice de seguridad hospitalaria, nos brinda una idea rápida de los posibles daños que tendría la entidad.
- No es suficiente la evaluación con el índice de seguridad hospitalaria, pero es necesario realizar estudios más profundos con el apoyo de ensayos no destructivos, modelación dinámica estructural, modelación lineal para observar el comportamiento de posibilidades de colapso, colapso progresivo, colapso total.
- Con respecto al presupuesto de la entidad hospitalaria debería ser optimizado para una inversión en la cual se centralice en el reforzamiento y rehabilitación de los elementos estructurales y la instalación física en general visto como una inversión y seguridad para quienes hacen uso de este hospital.
- Realización e Implementación de un plan estratégico y de intervención ante riesgos y amenazas, para mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas en el mediano y largo plazo con la finalidad de reducir la vulnerabilidad del hospital y mejorar el nivel de seguridad frente a desastres.
- Elaboración de una normativa para garantizar una política de prevención de las instalaciones con la ayuda de reglamentos internos y normativa, por ejemplo para el control de maleza, fugas de aire acondicionado, corrosión en tuberías, prevención y mantenimiento de líneas vitales, maquinaria de talleres, entre otras.
- Este trabajo servirá de base para futuras investigaciones e intervención en el área física estructural sin desconocer su contexto cuyo fin es precautelar la vida de las personas, los equipos existentes y sus respectivas instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

ACI-318M 11 (s.f.) AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.

NEC- 2014. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. Capítulo 1.
Cargas y Materiales.

NEC- 2014. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. Capítulo 2.
Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente.

Civil, I. (21 de 06 de 2016). CUEVA DEL INGENIERO CIVIL. Obtenido de
<http://www.cuevadelcivil.com/2011/04/los-estados-limites-de-servicio-del.html>

HILDEBRANDT GRUPPE . (25 de 06 de 2016). HILDEBRANDT. Obtenido de
<http://www.hildebrandt.cl/que-es-revit-y-para-que-sirve-en-el-modelado-bim/>

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). (2014). Norma Ecuatoriana de la
Construcción. Recuperado el 31 de Agosto de 2015, de
<http://www.normaconstruccion.ec/>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2008). Organizacion Panamericana
de la Salud. Recuperado el 2015, de
<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/6250/SafeHosEvaluatorGuideSpa.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Civil, I. (21 de 06 de 2016). CUEVA DEL INGENIERO CIVIL. Obtenido de
<http://www.cuevadelcivil.com/2011/04/los-estados-limites-de-servicio-del.html>