



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

Carrera de Ingeniería Civil

**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)”.**

Autor: Jonathan Alexis Chicaiza Naranjo

Tutor: Ing. Mag. Hugo Marcelo Otáñez Gómez

Quito, Enero 2022.



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, JONATHAN ALEXIS CHICAIZA NARANJO, con cédula de ciudadanía número 160038547-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



JONATHAN ALEXIS CHICAIZA NARANJO

C.C. 160038547-8

# **DECLARATORIA**

El presente Trabajo de Titulación titulado:

**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL  
BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO  
DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)”.**

Realizado por:

**JONATHAN ALEXIS CHICAIZA NARANJO**

Como requisito para la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Ha sido dirigido por el profesor

**ING. MAG. HUGO MARCELO OTÁÑEZ GÓMEZ**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Mag. Hugo Marcelo Otáñez Gómez

**TUTOR**

## **DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES**

Los profesores informantes:

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, MSc.

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag.

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal  
examinador

Ing. Luis Soria Núñez, MSc.

Ing. Hugo Otáñez Gómez, Mag.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios, Jesús, la Virgen María y para mi familia, gracias a mi madre Sonia Naranjo por sus consejos, ánimos para seguir adelante cuando sentía que ya no podía más y por todo el apoyo que siempre me da, gracias por nunca soltar mi mano, gracias infinitas a mi padre Manuel Chicaiza que siempre me ha querido ver triunfar y ha hecho hasta lo imposible porque yo esté hoy aquí, sin su ayuda no lo hubiera logrado, y a mi hermana Grace, que con su ejemplo hizo que crezcan mis ganas de superarme y ser mejor cada día, pero siempre haciendo lo correcto, tal vez ella no lo escucha de mí a menudo pero le admiro demasiado, ella ha logrado cultivar en mí la persona responsable, humilde y con ganas de llegar lejos que hoy en día soy.

Para ustedes va dedicado este y todos mis logros.

**¡FAMILIA LO LOGRÉ!**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial para mi tutor, el Ing. Mag. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, con su ayuda logré dar la dirección que mi Proyecto necesitaba y finalizar con éxito el mismo, también al Ing. Msc. MBA. Diego Xavier Jara Almeida, por la apertura brindada y las correcciones necesarias para que mi trabajo pueda concluir de la mejor manera, mil gracias a ellos y a todos los docentes que han aportado con sus conocimientos a lo largo de este tiempo estudiantil.

Como no dar me el tiempo para agradecer a la Arq. Yiselle Bonucci, gracias a su gestión pudimos hacer nuestro sueño realidad, gracias de todo corazón a Ud. y espero volver a verle para agradecerle en persona.

Un extensivo agradecimiento a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, por ayudarnos a ser los profesionales que hoy somos, y tengan por seguro que este Título Profesional y el nombre de la Universidad será llevado por lo más alto.

Un agradecimiento especial a la Ing. Ruth Procel directora administrativa y a todo el personal del Hospital Básico “El Puyo”, por todas las facilidades brindadas para que yo pudiera desarrollar mi proyecto de Tesis y más aún en estos tiempos difíciles de pandemia.

Y finalmente un Dios le pague a mi familia en general, a mis abuelitos allá en el cielo y a mis amigos, sin ustedes este logro no hubiera sido posible.

## **RESUMEN**

El Hospital de especialidades básicas El Puyo (IESS), es de gran importancia para la población ecuatoriana, especialmente para los habitantes de la provincia de Pastaza a la cual brinda el contingente médico necesario ante cualquier suceso ya sea antes, durante o después de un acontecimiento sísmico, partiendo de esta premisa se ve de importancia realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica y así precautelar la vida de todas las personas que asistirán al lugar en el momento del suceso.

El objetivo principal es analizar la vulnerabilidad sísmica y el nivel de daño del Hospital con relación a los daños que ha sufrido en toda su trayectoria de alrededor de 54 años y realizar un plan de contingencia y arreglo de daños a corto y largo plazo.

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de la edificación se realizó una inspección visual de daños dentro y fuera de la estructura, ya sea en columnas, vigas, losa y mampostería, así mismo identificar las diferentes patologías por medio de una ficha técnica patológica, identificando así las estructuras que podrían fallar ante un inminente evento sísmico.

## **PALABRAS CLAVE (4)**

Vulnerabilidad, Sismo, Análisis, Edificación.

## **ABSTRACT**

The “El Puyo” Basic Specialties Hospital (IESS) is of great importance for the Ecuadorian population, especially for the inhabitants of the Pastaza province to which it provides the necessary medical contingent in the event of any event either before, during or after a seismic event., based on this premise, it is important to carry out a seismic vulnerability analysis and thus protect the lives of all the people who will attend the place at the time of the event.

The main objective is to analyze the seismic vulnerability and the level of damage to the Hospital in relation to the damage it has suffered throughout its history of around 51 years and to carry out a contingency plan and short-term and long-term damage repair.

To determine the seismic vulnerability of the building, a visual inspection of damage inside and outside the structure was carried out, either in columns, beams, slab and masonry, as well as identifying the different pathologies by means of a pathological technical sheet, thus identifying the structures that could fail in the face of an imminent seismic event.

## **KEY WORDS**

Vulnerability, Earthquake, Analysis, Building.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	xviii
CAPÍTULO 1 .....	1
1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE .....	1
1.1. Síntesis de daños observados .....	2
1.2. Trabajos previos sobre el tema .....	2
1.3. Hipótesis .....	3
1.4. Alcance .....	3
1.5. Limitaciones .....	4
2. OBJETIVOS .....	4
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
2.1.1. Objetivos ESPECÍFICOS .....	4
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO .....	5
3. CONCEPTOS .....	5
3.1. Sismo .....	5
3.2. Vulnerabilidad sísmica .....	5
3.2.1. Vulnerabilidad sísmica por origen .....	5
3.2.2. Vulnerabilidad funcional .....	5
3.2.3. Vulnerabilidad no estructural .....	6
3.2.4. Vulnerabilidad estructural .....	7
3.2.5. Peligro Sísmico .....	7
3.2.6. Riesgo Sísmico .....	8
3.3. Disminución o Reducción del riesgo sísmico .....	8
3.4. Índice de deterioro .....	9
3.5. Ductilidad .....	9
3.6. Amenaza Sísmica .....	10
3.6.1. Amenaza sísmica nacional .....	10
3.6.2. Amenaza sísmica local .....	11
3.6.3. Medición de los Sismos .....	12
3.6.3. Revisión histórica de movimientos telúricos en Pastaza .....	13
3.7. Análisis sísmico de acuerdo a la norma NEC-15 .....	16

3.8.	Análisis Estático Lineal .....	16
3.9.	Análisis Dinámico Lineal .....	17
3.10.	Análisis Modal Espectral .....	17
3.11.	Periodo de Vibración $T_a$ .....	18
3.12.	Derivas de Piso .....	19
3.13.	Torsión.....	20
3.14.	Cortantes de Base .....	20
3.15.	Edificaciones esenciales .....	21
3.11.1.	Concepto de edificaciones esenciales .....	21
3.11.2.	Principales características de las edificaciones esenciales .....	21
3.11.3.	Aspectos Normativos.....	23
3.11.4.	Factor de Importancia.....	24
CAPÍTULO 3 - EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE .....		25
4.	ESTUDIOS PRELIMINARES.....	25
4.1.	Descripción del Hospital Básico el Puyo – Antigua unidad.....	25
4.2.	Ubicación .....	27
4.3.	Selección y justificación del bloque a ser analizado .....	27
4.3.1.	Plan de Espacios Físicos Existentes .....	28
4.4.	Descripción de la estructura a ser estudiada .....	30
4.5.	Diagnóstico de la antigua unidad del Hospital Básico “El Puyo”.....	31
4.6.	Mapa de Riesgos y Amenazas a Movimientos en Masa de la Provincia de Pastaza .....	32
4.7.	Mapa de Evacuación externa e interna del Hospital Básico “El Puyo” .....	33
CAPÍTULO 4 – EVALUACIÓN FÍSICA DE LA ESTRUCTURA.....		34
5.	REINGENIERÍA DE ESTRUCTURAS .....	34
5.1.	Patologías en las Edificaciones .....	34
5.1.1.	Agentes Ambientales – Humedad .....	34
5.1.2.	Humedad en el Suelo .....	34
5.1.3.	Humedad por infiltración.....	34
5.1.4.	Humedad por condensación.....	34
5.1.5.	Eflorescencias .....	35
5.1.6.	Criptoflorescencias .....	35

5.1.7. Ataque químico de cloruros y sulfatos .....	35
5.1.8. Carbonatación del Hormigón .....	35
5.1.9. Corrosión en el Acero.....	35
5.2. Levantamiento de la Información .....	36
5.3. Fichas de Recolección de Datos .....	39
5.4. Fichas Técnicas Patológicas.....	45
5.5. Resultados.....	55
5.6. Análisis de Resultados.....	56
6. ANÁLISIS MODELO EN SAP2000 .....	58
6.1. Tipo de Suelo.....	58
6.2. Implantación y Dimensiones .....	60
6.3. Modelo Estructural Hospital Básico “El Puyo” .....	61
6.4. Materiales .....	62
6.5. Normas y Especificaciones .....	64
6.6. Secciones Utilizadas.....	64
6.7. Hipótesis de Cargas.....	67
6.7.1. Carga Muerta .....	67
6.7.2. Carga Viva .....	68
6.7.3. Carga de Sismo.....	68
6.8. Análisis Sísmico.....	69
6.8.1. Cálculo del Cortante Basal .....	71
6.8.2. Combinaciones de Carga .....	76
6.9. Diseño de Elementos Estructurales .....	77
6.9.1. Resultado Porcentual de las secciones de acero .....	77
6.10. Corte de Piso .....	79
6.10.1. Cargas Sísmicas .....	81
6.10.2. Deriva SX (Estático), Dinámico X (Dinámico).....	82
6.10.3. Deriva SY (Estático), dinámico Y (Dinámico).....	84
6.11. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELADO EN LOS PROGRAMAS SAP200 Y ETABS .....	86
6.11.1. Periodo de vibración de la estructura .....	86
6.11.2. Modo de vibración de la estructura .....	87

6.11.3.	cortantes de base .....	88
6.11.4.	derivas de piso .....	89
6.12.	Tablas de Resultados del diseño .....	91
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	93
7.1.	Conclusiones .....	93
7.2.	Recomendaciones .....	94
8.	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	95
ANEXOS		98
	Cronograma.....	98
	Anexos Fotográficos .....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción fuentes sísmicas de tipo Subducción, Fuente: (Quinde & Reinoso , 2016).....	12
Tabla 2.	Escala de Mercalli. Fuente: (Aguirre, Cid, & Valencia, 2010).....	12
Tabla 3.	Recolección de datos de Sismos en Pastaza y cercanos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	15
Tabla 4.	Valores para ser considerados en la fórmula del periodo de vibración. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014) .....	18
Tabla 5.	Valores de $\Delta_M$ máximos, expresados como fracción de la altura de piso. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014) .....	19
Tabla 6.	Plan de espacios físicos existentes. Tomado de: (Campos, Tapia, & Peralta, 2019).....	30
Tabla 7.	Descripción del Subsuelo. Fuente: (Ing. Gavilanes, 2010) .....	30
Tabla 8.	Ficha de Recolección de Información. Fuente: (Chicaiza N., 2021).....	37
Tabla 9.	Modelo de Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021).....	38
Tabla 10.	Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	39
Tabla 11.	Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	40
Tabla 12.	Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	41
Tabla 13.	Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	42
Tabla 14.	Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	43
Tabla 15.	Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	44
Tabla 16.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	45
Tabla 17.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	46
Tabla 18.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	47
Tabla 19.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	48
Tabla 20.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	49
Tabla 21.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	50
Tabla 22.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	51
Tabla 23.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	52
Tabla 24.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	53
Tabla 25.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	54
Tabla 26.	Tabulación de Datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	55

Tabla 27.	Suelo de la ciudad de Puyo. Fuente: Recolección de datos (Chicaiza N., 2021).	59
Tabla 28.	Coficiente de Importancia I para Edificaciones Esenciales. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014) .....	70
Tabla 29.	Valor de Factor Z para la provincia de Pastaza. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014)	71
Tabla 30.	Suelo de la ciudad de Puyo. Fuente: Recolección de datos (Chicaiza N., 2021),	71
Tabla 31.	Suelo de la ciudad de Puyo. Fuente: Datos (Chicaiza N., 2021).....	72
Tabla 32.	Periodos de la Estructura. Fuente: Datos (Chicaiza N., 2021), .....	73
Tabla 33.	Participación de Masas .....	92
Tabla 34.	Cronograma de actividades.....	98
Tabla 35.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	100
Tabla 36.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	101
Tabla 37.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	102
Tabla 38.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	103
Tabla 39.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	104
Tabla 40.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	105
Tabla 41.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	106
Tabla 42.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	107
Tabla 43.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	108
Tabla 44.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	109
Tabla 45.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	110
Tabla 46.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	111
Tabla 47.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	112
Tabla 48.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	113
Tabla 49.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	114
Tabla 50.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	115
Tabla 51.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	116
Tabla 52.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	117
Tabla 53.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	118
Tabla 54.	Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fuentes sísmicas de tipo Subducción, Fuente: (Quinde & Reinoso , 2016)	11
Figura 2.	Hospital Básico “El Puyo (Antigua Unidad)”, Fuente: (IESS, 2017).....	25
Figura 3.	Vista superior del Hospital Básico “El Puyo”. Fuente: (Google Maps, 2015)	26
Figura 4.	Mapa de riesgos y amenazas en Pastaza. Fuente: (Dirección de Planificación-Gestión de Riesgos, 2014).....	32
Figura 5.	Mapa de Evacuación. Fuente: (IESS, 2017) .....	33
Figura 6.	Identificación de afectaciones por bloques. Fuente: (Chicaiza N., 2021)	55
Figura 7.	Tabulación de resultados Patológicos. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	56
Figura 8.	Mina de arena de Kilo, ubicada en la ciudad de Mera, Provincia de Pastaza. Fuente: (Guayanlema, 2011) .....	58
Figura 9.	Vista en Planta. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	60
Figura 10.	Vista en 3 Dimensiones de la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)	60
Figura 11.	Vista Fachada Frontal. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	61
Figura 12.	Vista Fachada Lateral. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021).....	61
Figura 13.	Vista 3D de la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	62
Figura 14.	Definición de Materiales. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	62
Figura 15.	Acero A36. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	63
Figura 16.	Propiedades del Hormigón. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	63
Figura 17.	Propiedades de la sección. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021).....	65
Figura 18.	Propiedades de Columnas 20x30. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)	65
Figura 19.	Propiedades de Vigas 20x25. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)...	66
Figura 20.	Propiedades de Vigas Secundarias de Acero 10x10x0.3 cm. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021).....	66
Figura 21.	Propiedades de Correas de Acero 10x5x0.2 cm. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	67
Figura 22.	Ingreso de Carga Muerta. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021).....	67
Figura 23.	Ingreso de Carga Muerta Adicional. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)	67

Figura 24.	Ingreso de Carga Viva. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021).....	68
Figura 25.	Ingreso de Carga de Sismo en X. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) 68	
Figura 26.	Ingreso de Carga de Sismo en Y. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) 69	
Figura 27.	Mapa de riesgos sísmicos .....	70
Figura 28.	Diagrama para la elaboración de sismo de respuesta. Fuente: (NEC-SE- DS, 2014) 73	
Figura 29.	Espectro elástico e inelástico de respuesta correspondiente a Puyo. Fuente: (Chicaiza N., 2021).....	73
Figura 30.	Espectro inelástico de respuesta correspondiente a Puyo. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	74
Figura 31.	Espectro elástico en SAP2000. Fuente: (Chicaiza N., 2021) .....	75
Figura 32.	Ingreso de Patrones de Carga. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021).	75
Figura 33.	Ingreso Casos de Carga, incluidos los sismos. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) .....	76
Figura 34.	Ingreso Combinaciones de Carga. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) 76	
Figura 35.	Secciones de Acero de toda la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) 77	
Figura 36.	Secciones de Acero de toda la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) 78	
Figura 37.	Secciones de más afectadas. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021) ...	78
Figura 38.	Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	79
Figura 39.	Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	79
<b>Figura 40.</b>	Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	80
Figura 41.	Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	80
<b>Figura 42.</b>	Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021).....	81
Figura 43.	Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	81
Figura 44.	Gráficos de resultados sx1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	82
Figura 45.	Gráficos de resultados dinámico x. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 82	
Figura 46.	Gráficos de resultados dinámico x. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 83	

Figura 47. Gráficos de resultados sx1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	83
Figura 48. Gráficos de resultados sy1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	84
Figura 49. Gráficos de resultados dinámico y. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 84	
<b>Figura 50.</b> Gráficos de resultados dinámico y. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 85	
<b>Figura 51.</b> Gráficos de resultados sy1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) ..	85
Figura 52. Comprobación del periodo de vibración de la estructura. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	86
Figura 53. Comprobación del Modo de vibración de la estructura. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) .....	87
Figura 54. Comprobación de los cortantes de Base. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 88	
88	
Figura 55. Comprobación de los cortantes de Base. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 88	
Figura 56. Comprobación de Derivas de Piso. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 89	
Figura 57. Comprobación de derivas de piso. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021) 89	
Figura 58. Plano del Hospital Básico El Puyo.....	99
Figura 59. Mediciones en interiores.....	121
Figura 60. Mediciones en interiores.....	121
Figura 61. Toma de datos .....	121
Figura 62. Inspección visual de patologías .....	121
Figura 63. Toma de datos .....	122
Figura 64. Inspección visual de patologías .....	122
Figura 65. Inspección visual técnica.....	122
Figura 66. Medición en interiores .....	122
Figura 67. Toma de datos .....	123
Figura 68. Toma de datos .....	123
Figura 69. Medición en interiores .....	123
Figura 70. Interpretación de resultados .....	123

## INTRODUCCIÓN

Luego de analizar varias causales como son la sismicidad en Pastaza, los materiales, métodos de construcción, las afectaciones que se han dado a lo largo de los años, y los antecedentes que se han vivido en la provincia, se vio la necesidad de realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica en el Hospital básico “El Puyo”, una de las principales razones fue que no existe una investigación que avale la funcionalidad de la estructura, no obstante, se pudo conocer por parte de la Directora General (E), Ing. Ruth Procel, que existen evaluaciones visuales de la estructura, que se las vienen realizando cada dos años por parte de personal técnico calificado, como son: ingenieros, arquitectos y personas afines al ámbito de la construcción, las mismas son únicamente visuales y brindan una calificación general, de ahí la importancia de conocer cómo se encuentra funcionando la estructura en la actualidad y examinar la capacidad de resistencia que aun dispone con el fin de determinar sistemas de reforzamiento estructural que optimicen el funcionamiento de la estructura del hospital, haciendo que se comporte de manera adecuada ante la presencia de un sismo catastrófico inesperado.

Actualmente es de conocimiento que existe un alto porcentaje de infraestructura en hospitales antiguos, es decir de más de cuarenta años, que no posee consideraciones sismo resistentes, por este motivo es de vital importancia realizar un análisis e intervenir las zonas afectadas, evitando así un escenario que comprometería la adecuada asistencia médica a pobladores del cantón que han sido afectados.

# CAPÍTULO 1

## 1. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

Ecuador se caracteriza por ser un país con frecuentes amenazas sísmicas es por eso que a través del tiempo se ha visto la necesidad de contar con estructuras reforzadas dónde podamos estar seguros y preparados ante la posibilidad de eventos sísmicos o de carácter externo, que afecte nuestra convivencia diaria, como terremotos, huracanes, entre otros.

Al encontrarnos en un país con alto riesgo sísmico, nos vemos en la obligación de tener planes de contingencia, que ayuden a precautelar estructuras esenciales como: hospitales, clínicas, centros de salud o emergencias sanitarias y demás, deben estar preparadas para responder con agilidad al llamado de una emergencia, del mismo modo sus instalaciones deberán permanecer operativas o sufrir mínimos daños durante o después del acontecimiento del sismo, con esto garantizamos la respuesta inmediata de los sectores de la salud y la asistencia médica a las personas que han sido afectadas.

“Al analizar la ubicación de los epicentros e hipocentros de los sismos registrados, se observa que existen zonas en las cuales la actividad sísmica es muy baja, como la región amazónica y otras regiones donde existe una alta concentración denominada nidos sísmicos. En el Ecuador, existen dos nidos sísmicos localizados, el uno en el sector de Puyo y el otro en Galápagos. El Nido de Puyo, ubicado alrededor de las coordenadas 1.7 Latitud Sur y 77.8 Longitud Oeste, se caracteriza principalmente por un predominio de sismos de magnitud entre 4.0 y 4.9 con profundidades focales mayores a 100 kilómetros.” (Aguiar, 2008)

“Según el servicio nacional de gestión de riesgos y emergencias, se han producido dos sismos de gran magnitud en los últimos 5 años, el primero el 18 de abril de 2017, a las 12h50 donde se produjo un sismo de 6.1 de magnitud, con una profundidad de 16.84 km en la ciudad de Puyo donde no se presentaron daños en las estructuras ni víctimas que lamentar, posterior al sismo se registraron 4 réplicas menor a 4 grados, el segundo se produjo el 31 de enero del 2018 a las 18h13 con un sismo de 5.6 de magnitud con epicentro en Puyo, provincia de Pastaza, producto del sismo se Produjo

el colapso de una pared de una vivienda donde falleció una menor de 12 años de edad. (Servicio Nacional De Gestión De Riesgos Y Emergencias, 2017)”

La finalidad del proyecto es brindar un antecedente que garantice la funcionalidad del hospital ante cualquier evento sísmico que pueda ocurrir de manera inesperada, de acuerdo a los estudios realizados se podrá obtener una base de datos para futuras inspecciones y facilitar el reforzamiento teniendo en cuenta puntos claves donde se encuentren los elementos más afectados.

## **1.1. SÍNTESIS DE DAÑOS OBSERVADOS**

Dentro de los resultados de la investigación se pudo evidenciar varias patologías asociadas principalmente a la humedad, cabe destacar que al ser un hospital antiguo pero funcional, las autoridades con el fin de brindar un buen servicio han tratado de cubrir cualquier tipo de falla, arreglando así parcialmente los daños estéticos, entre las patologías más comunes se constataron manchas por humedad en los techos, hongos en las paredes y pequeñas fisuras.

Una de las causas probables para la humedad en techos es la gran acumulación de vegetación y musgos en la terraza, la cual no ha sido retirada en mucho tiempo, provocando la acumulación de agua debido a las constantes lluvias en la provincia.

Además de estas observaciones pude encontrar varias instalaciones de agua y de luz improvisadas, debido a que con la llegada de la pandemia por Covid-19, se adecuaron nuevos consultorios para poder responder de mejor manera a esta emergencia sanitaria.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL TEMA**

Existen varios estudios y trabajos realizados tanto en el país como fuera de él, los cuales sirvieron como punto de partida para analizar la problemática de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales, de los cuales se han destacado los siguientes:

- “Salvador Safina Melone. (2002). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña”.
- “Ing. Pio Antonio Arteaga Mora. (2016). ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACIÓN Y EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO DE

UNA EDIFICACIÓN PERTENECIENTE AL PATRIMONIO CENTRAL EDIFICADO EN LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca”.

- “Raúl Iván Cartagena Pinedo, Ítalo Antonio del Águila Vásquez. (2018). ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL II DE PUCALLPA - ESSALUD. Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali”.
- “Ing. Darío Javier Castillo Sarango. (2016). VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL HOSPITAL EUGENIO ESPEJO. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Nacional”.

Dichos trabajos tratan principalmente de todo lo concerniente a vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, en el caso propio se abordará más específicamente en cuanto a los hospitales refiere, esta información ayudará como punto de partida ya que en el oriente no existen estudios realizados sobre el tema planteado.

### **1.3. HIPÓTESIS**

Al realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras antiguas, se realiza un estudio para posterior dar un diagnóstico en base a las patologías encontradas, cuales son los daños que sufre la estructura y el tratamiento adecuado que se les dará, lo cual mejora la capacidad de respuesta sismo resistente de la unidad ante un evento sísmico inesperado.

### **1.4. ALCANCE**

El presente análisis pretende alcanzar los principales conceptos asociados con la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, en este caso particular del hospital básico “El Puyo”, con esto determinar qué elementos están afectados por patologías de cualquier tipo mediante fichas técnicas, del mismo modo recomendar un tratamiento adecuado para prolongar su vida útil y que pueda responder de manera adecuada ante cualquier evento sísmico, tomando en cuenta que un hospital es indispensable cuando se presentan estas catástrofes, así mismo aportar con la oportuna respuesta médica de así requerirse.

## **1.5. LIMITACIONES**

El proyecto se ve limitado básicamente en información sobre planos, estudios de suelo e información de análisis sísmicos anteriores, actualmente cuentan únicamente con una planimetría ya que debido al pasar de los años y a la antigüedad de la edificación no existen en archivos nada de lo antes mencionado, tampoco se registran datos sobre estudios sismo resistentes de la estructura al momento de su ejecución ni materiales de construcción, es por eso que se pretende realizar un análisis estructural visual y patológico que conste como información para posteriores rehabilitaciones.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la vulnerabilidad sísmica del hospital básico “El Puyo”, utilizando fichas técnicas para la recolección de datos, facilitando así el reconocimiento de patologías para su posterior diagnóstico y tratamiento correctivo.

#### **2.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un plano arquitectónico de la estructura física existente, mediante mediciones con cinta métrica, complementando así la inexistencia de archivos referentes a la planimetría del lugar y facilitando el reconocimiento de patologías por sectores.
- Analizar patologías existentes utilizando fichas técnicas, proporcionando así la recolección de información necesaria para el estudio del proyecto.
- Realizar una ficha técnica de recolección de información sobre daños dentro y fuera de la estructura, la misma que será calificada por porcentajes de afectación y así evidenciar las zonas donde se encuentren los mayores perjuicios.
- Diseñar en los programas ETABS y SAP 2000, la estructura existente de la antigua unidad del Hospital básico “El Puyo”, con la finalidad de descubrir zonas de vulnerabilidad tomando en cuenta factores como la antigüedad de la estructura y materiales utilizados en la época.
- Realizar una comparación del el análisis visual y el análisis estructural mediante los programas ETABS y SAP 2000, verificando así si las zonas más afectadas coinciden en los dos métodos, y de ser el caso adoptar medidas correctivas.

## **CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO**

### **3. CONCEPTOS**

#### **3.1. SISMO**

Los sismos son movimientos bruscos repentinos en el interior de la tierra los cuales producen vibraciones en el suelo, estos movimientos suceden cuando una energía acumulada supera la capacidad de resistir que tienen las rocas.

Cuando se produce la ruptura se esparcen las ondas en el interior de la tierra hasta llegar a la capa superficial lo cual produce lo que nosotros conocemos como temblor.

#### **3.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA**

Es el grado de daño de un elemento en peligro debido a la ocurrencia de un fenómeno natural de cualquier magnitud y esta se puede representar en una escala desde 0 la cual representa la no existencia de daños, hasta 1 la misma que expresa una pérdida total o se puede representar en cualquier otra escala proporcional a ésta, es decir, “una estructura puede encontrarse en estado vulnerable pero no estará en riesgo al no localizarse en un sitio que presente frecuente peligrosidad sísmica”. (Caicedo Caicedo, Barbat Barbat, Canas Torres, & Aguiar Falconí, 1994)

##### **3.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA POR ORIGEN**

Es específica de las construcciones que desde su proyección no cuentan con un diseño sismo resistente para su posterior construcción, sin embargo, esto se puede corregir mediante un estudio que luego servirá para rehabilitar las estructuras.

##### **3.2.2. VULNERABILIDAD FUNCIONAL**

Al presentarse acontecimientos importantes como eventos sísmicos catastróficos las edificaciones hospitalarias tienden a incrementar la cantidad de sus servicios, sin embargo, la capacidad para proporcionar estos servicios puede haber disminuido como consecuencia del impacto del sismo, lo que crea un aumento de peligrosidad en cuanto al daño de las estructuras poniendo en peligro a los pacientes que se encuentran en el lugar por un posible colapso total.

Por ello los edificios esenciales demandan que ante una crisis por desastres naturales sus instalaciones estructurales deben estar operativos y así puedan responder al

incremento de pacientes sin tener en cuenta el estado actual de la edificación por causa de daños estructurales y no estructurales.

Existen varios factores que pueden producir un incremento en el nivel de perturbación funcional aumentando la vulneración, entre las cuales destacamos las siguientes:

- “Una división inadecuada de las áreas de servicios, lo cual para edificaciones de salud es determinante, si se tiene en cuenta que las mismas deben permanecer en capacidad de brindar atención masiva a pacientes”.
- “La ausencia de un probado plan de emergencia, que permita hacer frente a la crítica situación, sobre todo en lo concerniente al manejo de información”.
- “La dotación inapropiada de infraestructura, que permita satisfacer las exigencias de la crisis sísmica”.
- “Una inadecuada distribución y proporción entre espacios arquitectónicos, así como ineficientes sistemas de evacuaciones y vías de escape”.
- “Inapropiados sistemas de evacuación, señalización y accesos a personas con capacidades especiales”. (Melone, 2002)

### **3.2.3. VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL**

La vulnerabilidad no estructural refiere a todos los elementos que no forman parte de la estructura resistente de una edificación, y que de ocurrir un sismo no se vería comprometida la estructura en su totalidad, no obstante, se verían afectados los componentes arquitectónicos como son: mampostería, ventanas, puertas, lámparas luminarias, entre otros; y otros componentes electromecánicos entre ellos: equipos, instalaciones, ductos, canales, conexiones, etc.

Para el caso de las edificaciones esenciales, las afectaciones por vulnerabilidad no estructural presentan un grave problema puesto que de darse el caso se presentarían cuantiosos daños, la interrupción de servicios y evacuación de los pacientes.

Estos elementos no estructurales tienden a ser los primeros en verse afectados al momento de un sismo, del mismo modo son de gran importancia al ser indispensables para el correcto funcionamiento del hospital.

“El problema puede verse aumentado cuando las estructuras son intervenidas, modificadas, remodeladas, y/o ampliadas, como suele suceder sobre todo en el caso

de las edificaciones esenciales, cuyo nacimiento y crecimiento depende de innumerables condicionantes, propias de cada caso. Durante estos cambios, generalmente se pretende crear nuevos espacios, modificando y/o añadiendo áreas, sin contemplar los efectos sobre los elementos estructurales durante un sismo. Se añaden nuevos equipos, se modifican los patrones de carga y usos de ambientes, en fin, se modifica en general la vulnerabilidad sísmica de la edificación y en particular, la vulnerabilidad de sus componentes no estructurales”. (Melone, 2002)

### **3.2.4. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL**

La vulnerabilidad estructural refiere a todos los elementos estructurales que han sufrido afectaciones al momento de ocurrido un sismo, los daños se presentan principalmente en elementos que conforman el sistema resistente de la edificación, estos son: columnas, vigas, losas, muros, cimentaciones y por lo tanto son los que más se toman en cuenta al momento de una evaluación sísmica por temor de deceso de la edificación.

El nivel de daño en la estructura está relacionado con la calidad de los materiales utilizados, las cargas que actúan al momento del sismo, las características de los elementos estructurales, entre otros.

Tomando en cuenta que existen muchas edificaciones esenciales como hospitales, que fueron construidas hace mucho tiempo y estas no han tenido consideraciones sismo-resistentes, por tanto, se desconoce si estas edificaciones podrán seguir operativas después de un sismo. En este caso se deberá realizar una revisión detallada sobre la capacidad de las estructuras de resistir sismos de mediana y gran magnitud y para esto se emplearán estudios de vulnerabilidad.

### **3.2.5. PELIGRO SÍSMICO**

Es la amenaza atribuida a fenómenos naturales tales como terremotos, huracanes, erupciones volcánicas y más. Estos fenómenos provocan movimientos en la tierra generando la falla propia del terreno y la deformación de las placas tectónicas, lo que causaría la licuefacción del suelo, con esto se pueden provocar pérdidas económicas, daños totales o parciales en las estructuras, pérdidas humanas y un negativo impacto social.

El peligro sísmico se mide en los periodos de retorno de las intensidades sísmicas, al hablar de intensidad, refiere a la velocidad, el desplazamiento del suelo y la aceleración.

### **3.2.6. RIESGO SÍSMICO**

El riesgo sísmico es la posibilidad de sufrir un daño producto de un fenómeno natural como por ejemplo terremotos, este último puede resultar en fallas estructurales, reduciendo la capacidad de resistencia de las estructuras existentes.

El riesgo sísmico cuantifica y evalúa los efectos socio económicos, producto de terremotos como consecuencia de fallas en las estructuras debido a excesivas cargas en la estructura.

Para el desarrollo de la evaluación del riesgo total, se toma en cuenta la siguiente fórmula:

$$R=H*V*E$$

Donde:

R: Reducción del riesgo sísmico

H: Peligrosidad

V: Vulnerabilidad

E: Factor o elementos en riesgo

### **3.3. DISMINUCIÓN O REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO**

Para la reducción del riesgo sísmico **R**, se deberá disminuir la peligrosidad **H**, la vulnerabilidad **V** o el factor en riesgo **E**, y tomar en cuenta las consideraciones que se detallan a continuación:

- Se puede reducir la peligrosidad sísmica seleccionando terrenos en los cuales no existan peligro de deslizamientos, donde no se encuentren localizadas las fallas, ni haya peligro de licuefacción o a su vez realizar técnicas de mejoramiento de suelo.
- Para la mitigación de la vulnerabilidad sísmica se pueden considerar dos factores, las estructuras de planificación y construcción o las que ya se encuentran existentes.

Para la primera, se logra la reducción cumpliendo a cabalidad lo expuesto en la norma ecuatoriana de la construcción – NEC de diseño sismo resistente, es importante que dichas normas estén en constante actualización, también es fundamental mejorar la calidad de la construcción y estar al día con las nuevas tecnologías.

Mientras que el segundo factor es cuando las estructuras se encuentran existentes, en este caso la única solución para la reducción del riesgo sísmico es un reforzamiento estructural, la rehabilitación o de no haber solución se procederá a la demolición.

- Para el factor de elementos en riesgo E, trata principalmente del estudio de las pérdidas humanas, para lo cual se recomienda dar la educación a la población, logrando así la capacitación necesaria ante los sismos, consiguiendo una actuación adecuada de las personas al momento del suceso, también es necesario elaborar planes de contingencia y tener marcadas adecuadamente las rutas de evacuación.

### **3.4. ÍNDICE DE DETERIORO**

El índice de deterioro o daño de la edificación cuantifica los resultados que se dan cuando se produce un deterioro en la estructura, esto se da como consecuencia de sismos pasados o simplemente por el paso del tiempo.

El progreso del daño se define asignando valores a estructuras como, elementos no estructurales, elementos horizontales y verticales, muros de división, entre otros. El valor estará comprendido entre 0 y 100, es decir, cuando se está iniciando un estado de falla el cual será nula hasta el colapso total de la estructura.

### **3.5. DUCTILIDAD**

Se conoce como dúctil a aquellos elementos estructurales que tiene la capacidad de soportar deformaciones considerables con cargas constantes y estos no alcanzan daños importantes o pérdidas de la resistencia ante posibles cargas impuestas posteriormente.

Existen materiales de construcción como la madera, el acero y el hierro forjado que son dúctiles por sus características propias y del mismo modo materiales como la mampostería convencional, el concreto simple y el hierro fundido, que no poseen características dúctiles haciendo que tiendan a romperse con frecuencia debido a la

fragilidad del material. No obstante, la fragilidad de estos materiales menos resistentes pueden convertirse en dúctiles si adicionamos o combinamos materiales que si poseen esta característica, un claro ejemplo es la adición de refuerzos de acero en las construcciones que únicamente llevan concreto y mampostería.

### **3.6. AMENAZA SÍSMICA**

Es la posibilidad de que ocurra un evento sísmico con esperadas magnitudes, en un determinado sitio y durante un periodo de tiempo especificado.

#### **3.6.1. AMENAZA SÍSMICA NACIONAL**

Ecuador se encuentra ubicado en el llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, que agrupa algunas de las zonas de asentamiento de placas tectónicas más significativas del mundo y da lugar a fuertes actividades sísmicas.

El territorio nacional se conforma por cuatro regiones, como son: Costa, Sierra, Oriente y Galápagos, al vivir rodeado de volcanes activos, nuestra sierra se ubica en la región donde se encuentran la mayor cantidad de fallas sísmica.

“Ecuador está situado dentro de un particular movimiento tectónico. Una fracción del territorio forma parte de la micro placa denominada BLOQUE ANDINO, la cual pertenece a la placa sudamericana. Esta micro placa, se encuentra en una interacción entre las placas de Nazca, Cocos y Caribe. El movimiento en esta zona se ha medido en un intervalo aproximado de 50-60mm/año, mientras que, para la placa continental, el movimiento se encuentra entre 2 y 5mm/año. Por otra parte, la región sur del Ecuador, se encuentra en interacción entre la placa Sudamericana y la placa de Nazca”. (Taípe, 2013)

“En el país, el peligro sísmico está presidido principalmente por dos tipos de fuentes sísmicas: subducción (interplaca e intraplaca), y de tipo corticales (superficiales). En cada una de estas fuentes se lleva a cabo un proceso de acumulación y liberación de energía independiente del que ocurre en las demás fuentes. Los sismos interplaca (profundidad < 40 km) corresponden a los sismos que se generan por el roce entre la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana a lo largo de su zona de convergencia. Los sismos intraplaca (profundidad entre 40 y 300 km) corresponden a los sismos de falla normal de profundidad intermedia, localizados dentro de la placa oceánica de Nazca que subduce bajo la placa continental Sudamericana. Los sismos



ID	Nombre	Tipo de falla
1s	Carnegie	Indeterminado
2s	Tumaco-Esmeraldas	Interplaca
3s	Grijalva	Indeterminado
4s	Ibarra	Intraplaca
5s	Malpelo	Indeterminado
6s	Manta	Interplaca
7s	Moyobamba	Intraplaca
8s	Puyo	Intraplaca
9s	Salinas	Interplaca
10s	Sechura	Interplaca

Tabla 1. Descripción fuentes sísmicas de tipo Subducción, Fuente: (Quinde & Reinoso , 2016)

### 3.6.3. MEDICIÓN DE LOS SISMOS

Se conocen dos escalas para la medición de sismos las cuales son la escala de Richter y la de Mercalli.

- Escala de Richter: Esta escala mide la magnitud del sismo por medio de energía liberada desde el interior de la tierra, para cuantificar el efecto se utiliza una escala numérica.
- Escala de Mercalli: Difiere de la anterior al medir la intensidad del sismo, para esta escala se necesitará de la presencia de un observador el cual debe realizar el análisis desde un punto determinado de la tierra, para cuantificar el efecto la escala posee 12 categorías que se dividen en el grado de la intensidad y la descripción del daño causado, como se muestra a continuación:

Escala de Mercalli	
Grado	Descripción del daño causado
I	Lo advierten muy pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II	Lo perciben sólo algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III	Se percibe en el interior de los edificios y casas. No se distingue claramente que su naturaleza es sísmica, ya que se parece al paso de un vehículo liviano.
IV	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. Sentido por todos en el interior de los edificios y casas. La sensación percibida es semejante al paso de un vehículo pesado. En el exterior, la percepción no es tan general.
V	Sentido por casi todos aún en el exterior. Durante la noche muchas personas despiertan. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aún pueden derramarse. Los objetos inestables se mueven o se vuelcan.
VI	Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, vajillas y los objetos frágiles. Los muebles se desplazan y se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles y arbustos.
VII	Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se percibe en automóviles en marcha. Causa daños en vehículos y estructuras de albañilería mal construidas. Caen trozos de estuco, ladrillos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos.
VIII	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aún el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Caen chimeneas, monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Las casas de madera se desplazan y aún se salen totalmente de sus bases.
IX	Se produce pánico general. Las estructuras corrientes de albañilería bien construidas se dañan y a veces se derrumban totalmente. Las estructuras de madera son removidas de sus cimientos. Se quiebran las cañerías subterráneas.
X	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Se destruyen los cimientos de las estructuras de madera. Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se destruyen. Se producen grandes daños en represas, diques y malecones. Los rieles del ferrocarril se deforman levemente.
XI	Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles del ferrocarril quedan fuertemente deformados. Las cañerías subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.
XII	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de rocas. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorcionados.

Tabla 2. Escala de Mercalli. Fuente: (Aguirre, Cid, & Valencia, 2010)

### 3.6.3. REVISIÓN HISTÓRICA DE MOVIMIENTOS TELÚRICOS EN PASTAZA

DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	MAGNITUD	FECHA Y HORA LOCAL	LAT	LONG	PROF	CIUDAD MÁS CERCA NA	FUENTE	INFORMA	
“Fuerte sismo deja una persona fallecida, la víctima es una menor de 12 años a quien le cayó una pared”	5.6	01/02/2018;1 8:13	1.8° S	78.20° W	4.8 km	32.90 km de Puyo- Pastaza	Instituto o Geofísico de la EPN	Diario Digital "La Nación"	<a href="http://lanacion.com.ec">Una víctima deja fuerte sismo registrado en región amazónica de Ecuador – La Nación (lanacion.com.ec)</a>
“Sismo de magnitud 7.7 se registra en región Loreto”	7.7	22/02/2019;0 5:17	-2° S	-77.19° W	113 km	133 km de Puyo- Pastaza	Instituto o Geofísico del Perú	Diario Digital "Andina"	<a href="https://andina.pe/agencia/noticia-sismo-magnitud-77-se-registra-region-loreto-743254.aspx">https://andina.pe/agencia/noticia-sismo-magnitud-77-se-registra-region-loreto-743254.aspx</a>

“Sismo de 3.5 grados en la escala de Richter sacude la Provincia de Pastaza”	3.5	10/08/2019;02:23	1.62° S	77.90° W	179.41 Km	18 km de Puyo-Pastaza	Instituto Geofísico de la EPN	Diario Digital Notimundo, Tomado de "El Comercio"	<a href="#">Un sismo de 3.5 grados en la escala de Richter sacude la provincia de Pastaza   Notimundo</a>
“Sismo Ocurrido en el Oriente del País”	4.06	15/11/2019;05:09	1.75° S	77.83° W	6.22 Km	34.90 km de Puyo-Pastaza	Instituto Geofísico de la EPN	Diario "La República"	<a href="#">Dos sismos sacuden Manabí y el Puyo   La República EC (larepublica.ec)</a>
“Sismo de 3.6 grados en Pastaza”	3.6	03/04/2020;01:30	1.87° S	78.14° W	149.73 km	45.18 km de Puyo-Pastaza	Instituto Geofísico de la EPN	Diario Digital "EcuadorWillana"	<a href="#">Reportan sismo de 3,6 grados en Pastaza (ecuadorwillana.com)</a>
“Sismo en la Provincia de Pastaza sin víctimas ni daños materiales”	4.71	24/06/2020;10:38	1.8° S	77.85° W	173.48 Km	38.62 km de Puyo-Pastaza	Instituto Geofísico de la EPN	Diario "El Mercurio"	<a href="#">Sismo de 4,71 grados en Pastaza sin víctimas ni daños materiales   Diario El Mercurio</a>

“Sismo en la Ciudad de Puyo sin víctimas ni daños materiales”	1.81	29/08/2020;0 2:40	1.81° S	78.09° W	165. 05 Km	37.32 km de Puyo- Pastaza	Institut o Geofísi co de la EPN	Diario "La Hora"	<a href="#">Cinco sismos en Morona Santiago y Pastaza : País : La Hora Noticias de Ecuador, sus provincias y el mundo</a>
“Terremoto Leve en el cantón Pastaza, Provincia de Pastaza, ciudad de Puyo”	3.5	01/05/2021;0 6:05	1.94° S	77.72° W	5 km	62 km de Puyo- Pastaza	Institut o Geofísi co de la EPN	Sitio Web "Volcano Discovery"	<a href="https://www.volcanodiscovery.com/es/sismos/informe-sismo/6226907/mag3quake-May-1-2021-Ecuador-Pastaza-a-5929km-de-Puyo.html">https://www.volcanodiscovery.com/es/sismos/informe-sismo/6226907/mag3quake-May-1-2021-Ecuador-Pastaza-a-5929km-de-Puyo.html</a>

Tabla 3. Recolección de datos de Sismos en Pastaza y cercanos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

### **3.7. Análisis sísmico de acuerdo a la norma NEC-15**

“Al realizar el diseño de estructuras esenciales, es indispensable utilizar diferentes niveles de peligrosidad de sismos, el objetivo es comprobar que los niveles de desempeño se estén cumpliendo en su totalidad.” (NEC-SE-DS, 2014)

Los sismos son determinados mediante un análisis de peligro sísmico del lugar donde reposa la estructura o a su vez se puede analizar un mapa donde se detalle los peligros sísmicos.

“Los efectos dinámicos del sismo de diseño pueden modelarse mediante un espectro de respuesta para diseño, como el proporcionado por esta norma” (NEC-SE-DS, 2014)

En cuanto a las edificaciones esenciales es necesario tener un análisis de desempeño de las estructuras, con la finalidad de que se mantengan funcionales antes, durante y después de un evento sísmico, y de no ser el caso se deberá buscar la forma de aumentar el nivel de protección.

“Para las estructuras esenciales, es necesario realizar la verificación del correcto desempeño sísmico en el rango inelástico para:

- Limitación de daño (nivel de seguridad de vida) ante un terremoto de 475 años de periodo de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00211).
- No colapso (nivel de prevención de colapso) ante un terremoto de 2500 años de periodo de retorno (probabilidad anual de excedencia 0.00004)”

El efecto de sitio ante un terremoto se estudiará de modo local para suelos tipo F. (NEC-SE-DS, 2014)

### **3.8. Análisis Estático Lineal**

“Consiste en realizar un esquema de la actividad del sismo por medio de cargas laterales estáticas semejantes las cuales serán aplicadas en cada uno de los pisos de la estructura, en la misma se calcula el cortante basal teniendo en consideración un comportamiento lineal de los materiales constituyentes. En la norma NEC-15, señala que el método de análisis estático lineal será aplicado en todas las edificaciones que vayan a ser diseñadas”. (Amaguaña Amagua & Yumbay Agualongo, 2016)

### **3.9. Análisis Dinámico Lineal**

“El análisis dinámico lineal estima varios grados de libertad. Además, al cortante basal se adiciona un espectro de diseño en aceleraciones con lo cual encontramos la respuesta estructural y la información requerida de los modos de vibración; además de considerar a los materiales con un comportamiento lineal (dentro del rango elástico)”. (Amaguaña Amagua & Yumbay Agualongo, 2016)

Cuando aplicamos un análisis dinámico lineal, la edificación estructural es modelada tomando en cuenta como un sistema de múltiples grados de libertad y la misma será diseñada con una matriz elástica lineal de rigidez, “La acción sísmica se modela empleando un análisis espectral modal o un análisis temporal. El análisis espectral modal presume que la respuesta dinámica de una estructura se puede establecer considerando de forma independiente, la respuesta de cada modo natural de vibración usando un espectro de respuesta elástico. Sólo se toman en cuenta los modos que contribuyen considerablemente a la respuesta de la estructura”. (Bonett Díaz, 2003)

### **3.10. Análisis Modal Espectral**

Es una herramienta muy utilizada la cual trabaja con todas las normativas sísmicas que rigen en la actualidad.

“El análisis modal espectral, es un método de muy fácil manejo para establecer las fuerzas internas de los elementos y los desplazamientos máximos en un sistema estructural. Este método consiste en calcular los valores máximos de aceleración y desplazamiento en cada modo utilizando espectro de respuesta para distintos modos de vibración, el mismo espectro de respuesta o el promedio de los diferentes sismos, posterior se realiza la combinación considerando los códigos especificados en la norma de diseño sísmico. Si tenemos el promedio ponderado entre la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores más grandes. De esta forma se calcula el valor máximo de la fuerza y el desplazamiento”. (Espinoza Villafane & Quinto De la Cruz, 2018)

Uno de los límites del análisis modal espectral debido a que es un proceso de análisis dinámico es la siguiente:

- Se lo aplica en sistemas lineales debido a que los materiales tienen un comportamiento al interior del rango elástico.

### 3.11. Periodo de Vibración $T_a$

“El periodo de vibración ( $T_a$ ), es una estimación inicial razonable del periodo estructural que permite el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicar sobre la estructura y realizar su dimensionamiento”. (NEC-SE-DS, 2014)

Para el cálculo de las estructuras en edificaciones, el valor del periodo de vibración se determinará aproximadamente utilizando la siguiente ecuación:

$$T_a = C_t h_n^\alpha$$

Dónde:

- $h_n$  Altura Máxima de la edificación de  $n$  pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.
- $T_a$  Periodo de vibración
- $C_t$  Coeficiente que depende del tipo de edificio

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Tabla 4. Valores para ser considerados en la fórmula del periodo de vibración. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014)

Para la verificación y validación de datos del periodo de vibración, se compara el periodo de vibración sísmico en el MODAL1 del programa ETABS (en nuestro caso), mismo que debe ser mayor al periodo estático, máximo en un 30% como dicta la norma NEC-15, con lo cual se podrá determinar si se da cumplimiento a lo estipulado en la norma y se interpretará un buen o mal diseño.

### 3.12. Derivas de Piso

“La deriva máxima para cualquier piso no debe exceder los límites establecidos en la siguiente tabla, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso”. (NEC-SE-DS, 2014)

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Tabla 5. Valores de  $\Delta_M$  máximos, expresados como fracción de la altura de piso. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014)

Para la verificación de las derivas de piso se emplean las siguientes fórmulas:

$$\Delta = \frac{\Delta_{sup} - \Delta_{inf}}{h}$$

Donde:

$\Delta_{inf-sup}$  Deriva del elemento de la estructura en la parte inferior y superior

h Altura máxima de la estructura

Posterior a este cálculo y con la variación total calculada procedemos a emplear la siguiente fórmula:

$$D = \Delta_T * R * 0.75$$

Donde:

D Deriva de Piso

$\Delta_T$  Deriva total calculada

R Coeficiente de reducción sísmica

Para la verificación de las derivas de piso, estas deben ser menor o igual al 2%, en el caso que no cumplan habría que aumentar la sección de las columnas, pensar en un muro tipo pantalla o en unos arriostramientos para ajustar la deriva y controlarla.

### **3.13. Torsión**

Los modos de vibración son la forma de cómo se mueve la estructura ante la excitación dinámica.

El modo predominante se determina mirando donde ocurre la mayor participación de masas, si la división es menor al 30%, no hay torsión en planta, si sale mayor al 30% si hay torsión en planta y por lo tanto hay que rediseñar la estructura; podríamos poner un muro, diafragma o rigidizador para evitar ese desfase y así evitar la existencia de torsión en planta.

En cuanto a la participación de masas se debe cumplir hasta el 90% de la participación.

Para el presente trabajo utilizamos los coeficientes de irregularidad en planta tipo 3, para seleccionar este tipo debemos guiarnos en la norma y encontrar un elemento gráfico similar a la estructura que estamos analizando, en este caso el tipo 3 que elegimos trata sobre las discontinuidades en el sistema del piso y describe los siguientes valores para irregularidad en planta,  $\phi_{pi} = 0.9$ ; y al no haber un modelo similar gráficamente para la elevación en planta, tomamos el valor de  $\phi_E = 1$ .

### **3.14. Cortantes de Base**

“El valor del cortante dinámico total en la base obtenida por cualquier método de análisis dinámico, no debe ser menor al 85% del cortante basal  $V$  obtenido por el método estático (Para estructuras irregulares)”. (NEC-SE-DS, 2014)

Para la verificación de los cortantes de base, nos guiamos en las tablas de reacciones de base, para la primera verificación y del mismo modo revisamos gráficamente las historias de impresiones de respuesta, estas dos comprobaciones las realizamos en el programa ETABS.

## **3.15. EDIFICACIONES ESENCIALES**

### **3.11.1. CONCEPTO DE EDIFICACIONES ESENCIALES**

Se denominan edificaciones esenciales a aquellas estructuras de gran importancia y que albergan a una gran cantidad de personas ante un evento sísmico, estas estructuras deberán encontrarse en pleno funcionamiento antes, durante y después del sismo, dicho esto, nuestro enfoque viene dado a las estructuras necesarias para enfrentar catástrofes y brindar un socorro médico a las personas que así lo necesiten es decir los hospitales, estas estructuras son indispensables para enfrentar una emergencia.

### **3.11.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES ESENCIALES**

Los hospitales, como edificaciones esenciales son instalaciones diseñadas para resistir antes, durante y después de un sismo de gran magnitud.

Cumplen la función de albergar personas durante el suceso de dicho fenómeno, es por eso que se debe seguir un diseño sismo resistente adecuado, no obstante, también son edificaciones altamente vulnerables, a continuación, se detallan características que los hacen vulnerables:

#### **3.11.2.1. Complejidad**

Su complejidad se da debido a que los Hospitales sustituyen las funciones de lugares como: Bodegas, hoteles, restaurantes, oficinas, entre otros.

Es así que, al momento de una catástrofe de gran magnitud, los hospitales aumentarán en un doble o tripe por ciento de su capacidad inicial, aun así, el hospital deberá prestar las garantías necesarias para resguardar la vida de los pacientes, así como del personal médico que se encuentra prestando los servicios correspondientes.

#### **3.11.2.2. Ocupación**

Como ya mencionamos, los hospitales albergan gran cantidad de personas ya sean, personal médico, pacientes, personal administrativo, personal de aseo y visitantes, hay que tener en cuenta que los mismos atienden las 24 horas del día ininterrumpidamente, por otro lado se cuentan con maquinarias y aparatos médicos que ocupan un lugar permanente en la estructura y estos a su vez necesitan siempre

estar encendidos para su funcionamiento, por lo cual es imprescindible el funcionamiento del sistema eléctrico y así mismo la necesidad de contar con el agua.

#### **3.11.2.3. Suministros Críticos**

Es indispensable tomar en cuenta el análisis para un adecuado diseño y construcción en bodegas donde se concentran gran cantidad de medicamentos fundamentales para satisfacer las necesidades de las víctimas del sismo, no nos podemos dar el lujo de que esta zona se vea afectada ya que podría ser devastador para los pacientes que necesitan un tratamiento urgente, del mismo modo asegurar bodegas donde se encuentren las historias clínicas de los pacientes, perdida esa información se limitaría la ayuda que se le pueda dar al herido.

#### **3.11.2.4. Servicios Públicos**

Para que un hospital pueda funcionar adecuadamente, es necesario que cuenten con los servicios públicos, es decir un hospital no podría funcionar si no cuentan con energía eléctrica ya que la mayoría de sus aparatos eléctricos necesitan de energía para cumplir sus funciones, también es necesario contar con agua, para la asepsia del lugar, así como también para el funcionamiento de la lavandería conjuntamente con la energía eléctrica.

Otra de las necesidades es la recolección de basura, el transporte de carros institucionales y ambulancias, para ello se utilizará también gasolina y otros servicios que se hacen indispensables para el funcionamiento de un Hospital.

#### **3.11.2.5. Materiales Peligrosos**

Es necesario recordar que los hospitales manejan desechos peligrosos, químicos altamente tóxicos y gases que al caer pueden provocar contaminación en el lugar, del mismo modo, se podrían producir incendios por productos altamente inflamables que se derramen en el lugar, provocando accidentes que pueden terminar de manera fatal.

#### **3.11.2.6. Artículos Pesados**

Durante un sismo, existen aparatos que se encuentran empotrados en la pared o simplemente subidos a estantes altos cerca de los pacientes, esto podría ser nocivo para ellos ya que pueden provocar grandes lesiones en el caso de ser derribados y caer encima de ellos.

Así mismo máquinas de hospitalización que no se encuentran asegurados al suelo, por ejemplo, se desplazaran durante un sismo fuerte y harán daño a el mismo personal médico y a los pacientes que se encuentren en el lugar.

### **3.11.3. ASPECTOS NORMATIVOS**

Para el desarrollo del presente proyecto se tomó en cuenta las normas recomendadas por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, es así que los capítulos más importantes a ser tomados en cuenta son los siguientes:

- Cargas Sísmicas: “Requerimientos técnicos y metodologías aplicadas en el diseño sismo resistente de las edificaciones. Especificaciones básicas y mínimas para el cálculo del dimensionamiento de las estructuras que se encuentran sujetas a los efectos de sismos, en algún momento de su vida útil”. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)
- Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras: “Lineamientos para la evaluación del riesgo sísmico en los edificios. Incluye parámetros para inspección y evaluación rápida de estructuras con la valoración probabilística de las pérdidas materiales, para una gestión efectiva del riesgo sísmico”. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014)
- Vulnerabilidad no Estructural: “Una edificación puede quedar en pie luego de sufrir un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales. Un análisis de vulnerabilidad no estructural busca comprobar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida del hospital; en cambio, los elementos estructurales se verán afectados frente a sismos severos y poco frecuentes. Debido a la alta probabilidad de ocurrencia de los sismos que pueden afectar a los componentes no estructurales, es necesario tomar las medidas necesarias para proteger estos elementos”. (Organización Panamericana de la Salud, 2000)

#### **3.11.4. FACTOR DE IMPORTANCIA**

El factor de importancia para Edificaciones esenciales dentro de los cuales se encuentran: Hospitales, centros de salud, clínicas, instalaciones de apoyo a emergencias como, por ejemplo: defensa civil, cruz roja, policía, bomberos, estaciones militares, entre otras, son destinos de gran importancia ya que deben permanecer operativos ante cualquier evento sísmico.

Estas trabajarán con un factor de importancia (I) igual a 1,5. El propósito de este factor es aumentar la demanda de sismo de diseño para las estructuras según la necesidad. Las estructuras según su categoría deben soportar la inclemencia de sismos y permanecer operativos o en su menor escala sufrir los menores daños posibles.

# CAPÍTULO 3 - EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

## 4. ESTUDIOS PRELIMINARES



Figura 2. Hospital Básico “El Puyo (Antigua Unidad)”, Fuente: (IESS, 2017)

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL BÁSICO EL PUYO – ANTIGUA UNIDAD

El hospital básico “El Puyo”, inició su atención en esta provincia en el año de 1965, en ese entonces se ofrecía consulta médica por 2 horas diarias.

En el año de 1970 se inicia la atención en el actual edificio, ya en el año de 1981, viendo la necesidad de las personas por una digna atención se inauguró el Hospital IESS de Puyo.

En sus inicios Medicina General era el único servicio que ofrecía el hospital, pero a medida que iban creciendo las necesidades de los afiliados se fueron implementando las especialidades como son: Gineco-obstetricia, Cirugía General, Anestesiología, para posteriormente incrementar Fisioterapia, Laboratorio Clínico y Rayos X, así mismo con el desarrollo de la ciudad y al ver que no había el personal médico adecuado se implementaron nuevas especialidades y del mismo modo nuevos profesionales que solventen estas necesidades. Con este incremento se desarrolló una nueva necesidad, la cual fue la de ampliar el hospital para dar cabida a más

afiliados y satisfacer la necesidad de una buena atención con los mejores profesionales al mando de ellas, es así que en el año de 2008 se proyecta una ampliación y remodelación de la estructura ya existente, se implementaron áreas para Laboratorio Clínico, Admisión y Estadística, Farmacia y Rayos X, Ginecología, Gastroenterología, Oftalmología, Urología, Otorrinolaringología, Traumatología y Medicina Interna.

En octubre 24 del 2017 se realizó la inauguración de la nueva infraestructura, para la cual, contando ya con una amplia cartera de servicios, pasa de ser el Hospital IESS de Puyo, a lo que hoy se conoce como Hospital Básico “El Puyo”.

En la actualidad la Ciudad de Puyo cuenta con 3 hospitales que brindan atención, como son:

- Hospital General Puyo del Ministerio de Salud Pública.
- Hospital Básico “El Puyo” del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
- Hospital Básico 17-BS Pastaza de las Fuerzas Armadas del Ecuador.

Además, existen centros de salud, clínicas privadas, centros médicos de los Gobiernos autónomos Provincial y Municipal, y el centro médico del Vicariato Apostólico de Puyo.



Figura 3. Vista superior del Hospital Básico “El Puyo”. Fuente: (Google Maps, 2015)

## **4.2. UBICACIÓN**

El Hospital Básico “El Puyo”, está ubicado en la ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza, en la región amazónica del Ecuador, a una distancia de 426 km de la ciudad de Quito y 78 kilómetros de la ciudad de Tena. “Cuenta con una extensión territorial de 29.643.33 Km, La población hasta el 2014 era de 95.980 habitantes según el último censo y hablaba de un crecimiento del 3.41%, divididos así: el cantón Pastaza tiene 72.868 habitantes, Cantón Mera: 13.564, Cantón Arajuno: 7.426 y Cantón Santa Clara: 2.122 habitantes. En cuanto a la Pluviometría anual es entre 2000 - 4.000 mm, El clima de la ciudad de Puyo es Cálido Húmedo Tropical, se encuentra entre los 300 y 1.100 m.s.n.m., la temperatura oscila entre 18°C y 33°C”. (Campos, Tapia, & Peralta, 2019)

## **4.3. SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL BLOQUE A SER ANALIZADO**

El Hospital Básico “El Puyo”, es una entidad que brinda atención médica de segundo grado de dificultad, se encuentra ubicada en un punto estratégico donde puede servir de la mejor manera a la población en general y especialmente a sus afiliados, provincias aledañas también son remitidas a esta casa de salud con el fin de dar uso de toda su cartera de especialidades, como ya se había mencionado anteriormente, el hospital tiene una vida útil de 51 años, para lo cual, a lo largo del tiempo se han realizado varias adecuaciones, por ejemplo:

Se reemplazó y se renovó en su totalidad la cubierta la cual ya presentaba varias fisuras y esto hacía que el agua de las lluvias bajas e intensas ingresaran a las instalaciones, se sustituyó el cableado eléctrico al presentar afectaciones en la mayoría de los cables debido a la humedad que presenta la edificación.

En cuanto a las líneas telefónicas y cables informáticos utilizados para la conexión de internet, se sustituyeron por instalaciones nuevas, utilizando canaletas para mejorar su aspecto físico.

Se renovaron las instalaciones sanitarias y de agua potable ya que presentaban fugas masivas e incluso perforaciones en las tuberías las cuales eran de Hierro Galvanizado, cabe destacar que antiguamente este tipo de tuberías eran utilizadas para

instalaciones de agua y al encontrarse enterradas en el piso no eran tomadas en cuenta para un cambio o revisión, lo que causaba humedad en las paredes y mal olor. Otro de los cambios más notorios fue la modificación de su plano original al implementar áreas para nuevos consultorios, dichas ampliaciones no cuentan con ningún estudio previo ni mucho menos un diseño sismo resistente, por lo que al pasar del tiempo empiezan a notarse fallas en su construcción, tales como fisuras en la mampostería y asentamiento de bloques.

#### 4.3.1. PLAN DE ESPACIOS FÍSICOS EXISTENTES

A continuación, la Tabla 3., describe los espacios físicos que existen en la actualidad:

<b>“CONSULTA EXTERNA</b>	
<b>ÁREAS</b>	<b>METROS CUADRADOS</b>
CONSULTORIO TRAUMATOLOGÍA 1	16 M2
CONSULTORIO GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA	20 M2
CONSULTORIO DE CIRUGÍA GENERAL 1	8.5 M2
CONSULTORIO DE TRAUMATOLOGÍA 2	8.5 M2
CONSULTORIO DE CIRUGÍA GENERAL 2	17 M2
CONSULTORIO DE MEDICINA GENERAL 1	9 M2
CONSULTORIO DE MEDICINA GENERAL 2	8.5 M2
NUTRICIÓN Y DIETÉTICA	10 M2
ODONTOLOGÍA 1	12 M2
ODONTOLOGÍA 2	10 M2
CONSULTORIO PEDIATRÍA	10 M2
ÁREA DE SIGNOS VITALES	10 M2
BATERÍAS SANITARIAS	18 M2
LABORATORIO	36 M2
RAYOS X	35.10 M2
ECOSONOGRAFÍA	12 M2
<b>HOSPITALIZACIÓN</b>	
HOSPITALIZACIÓN	256 M2
BATERÍAS SANITARIAS	18 M2
<b>CENTRO OBSTÉTRICO</b>	
SALA DE LABOR	14 M2
SALA DE PARTOS	20 M2
<b>CENTRO QUIRÚRGICO</b>	
QUIRÓFANO	25 M2

ÁREA DE MATERIAL ESTÉRIL	25 M2
VESTIDOR	12 M2
BODEGA DE INSUMOS MÉDICOS	6 M2
<b>ÁREA DE ESTERILIZACIÓN</b>	
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	20 M2
<b>LAVANDERÍA</b>	
LAVANDERÍA	65 M2
<b>ÁREA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA</b>	
COCINA	26 M2
BODEGA	20 M2
ECONOMATO	18 M2
COMEDOR	30 M2
BATERÍAS SANITARIAS	6 M2
<b>EMERGENCIA</b>	
CONSULTORIO 1	12 M2
CONSULTORIO 2	12 M2
SALA DE CRÍTICOS	26 M2
BATERÍAS SANITARIAS	4 M2
SALA DE ESPERA	16 M2
BATERÍAS SANITARIAS	3 M2
<b>FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN</b>	
SALA DE COMPRESAS	16 M2
GIMNASIO	20 M2
HIDROTERAPIA	4 M2
OFICINA	10 M2
SALA DE CAMILLAS	60 M2
ONDA CORTA Y ELECTRO ESTIMULACIÓN	26 M2
MAGNETOTERAPIA Y	6 M2
LASER TERAPIA	4 M2
HALL DE ESPERA	10 M2
BATERÍAS SANITARIAS	12 M2
<b>RESIDENCIA MEDICA Y AREA DE VESTIDORES</b>	
ÁREA DE RESIDENCIA MEDICA	110 M2
<b>CASA DE MAQUINAS</b>	
GENERADOR ELÉCTRICO Y CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	26 M2
<b>GARAJE</b>	
GARAJE	24 M2
<b>ÁREA ADMINISTRATIVA</b>	

BODEGA DE INSUMOS	60 M2
BODEGA DE FÁRMACOS	40 M2
<b>ÁREA DE DESECHOS HOSPITALARIOS</b>	
ÁREA DE DISPOSICIÓN DE DESECHOS	12 M2
TALLER Y PARQUEADERO	50 M2
<b>ÁREA DE GARITA</b>	
GARITA	6 M2
PARQUEADERO DE AMBULANCIAS	20 M2
<b>ÁREA DE CISTERNA</b>	
ÁREA DE CISTERNA	32 M3
PISCINA DE SEDIMENTACIÓN	12 M2
<b>ÁREA DE EQUIPOS DE BOMBEO</b>	
CUARTO DE MAQUINAS	
<b>TOTAL</b>	<b>1191.16M<sup>2</sup></b>

Tabla 6. Plan de espacios físicos existentes. Tomado de: (Campos, Tapia, & Peralta, 2019)

#### 4.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA A SER ESTUDIADA

Gracias a informes técnicos previos, se pudo conocer la topografía del terreno, la cual presenta un desnivel de alrededor de 1m, este se encuentra en el sentido Noreste a Suroeste.

El terreno cuenta con un relieve regular que, al ser analizado el tipo de suelo, dio como resultado que se trata en su mayoría de estrato limo-arcilloso de alta plasticidad y se llegó a la conclusión de que se necesitaba hacer un mejoramiento de suelo, es así que se realizó un relleno de aproximadamente 0.50m, una vez realizado este procedimiento se pudo iniciar con la construcción de las cimentaciones de la edificación.

<b>ESPESOR ESTRATO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL ESTRATO</b>
(m)	FÍSICAS
De -0.00m a -6.00m	Sedimentos orgánicos, limos (MH) Color: Café Claro Humedad Media: W = 74% Plasticidad media: 35%

Tabla 7. Descripción del Subsuelo. Fuente: (Ing. Gavilanes, 2010)

En cuanto a las cimentaciones se determinó que para cada 1m de profundidad se considera un factor de seguridad de 3 y un asentamiento de 25mm, utilizando el método de Skempton.

En gran parte de la Amazonía, específicamente en el Puyo, el estrato dominante de suelo son los limos orgánicos de alta humedad y plasticidad, por lo que se consideran como suelos no idóneos para realizar cimentaciones en el mismo terreno sin tratamiento, debido a esto se debe realizar un mejoramiento en el estrato para poder empezar con la construcción y así evitar asentamientos de las estructuras, garantizando la estabilidad de las misma.

La Reposición del suelo donde se encuentra reposada la estructura se distribuye de la siguiente manera: “0.80 m con piedra bola y 1.20 m con lastre clase 2, se compacta al 95% del proctor modificado de laboratorio, en cuanto al relleno este supera 0.50 m a cada lado de la estructura de fundida, la cimentación está sobre losa armada en dos direcciones”. (Ing. Gavilanes, 2010)

Fue necesario realizar “drenajes longitudinales a la altura de la piedra bola y así captar las aguas de ascensión capilar y encauzarlas hacia pozos de bombeo o a la red de alcantarillado”. (Ing. Gavilanes, 2010)

#### **4.5. DIAGNÓSTICO DE LA ANTIGUA UNIDAD DEL HOSPITAL BÁSICO “EL PUYO”.**

En un recorrido visual, se pudo constatar las falencias que presenta en la actualidad la estructura, problemas con la humedad son las más frecuentes. Uno de los factores más importantes son las inclemencias del tiempo, cabe destacar que el hospital está en constantes reparaciones lo que lo hace más difícil su identificación, otro de los factores para la determinación de humedad en piso y paredes es la antigüedad de las tuberías de distribución de agua, ya que en el tiempo en que se construyó el hospital se lo realizó con tuberías de hierro galvanizado lo que hasta el día de hoy han cumplido su tiempo de vida útil, otro de los problemas detectados fueron asentamiento de mampostería en paredes lo que producen pequeñas fisuras que inmediatamente son reparadas y pintadas, arreglando así el problema físicamente más no de raíz.

En las afueras de las instalaciones se presentan humedad en las paredes traseras de la estructura, muros descubiertos a la intemperie que las han dejado solo en bloque, donde funcionan bodegas de medicamentos, para lo cual se recomendaría la enlucida de las paredes cubriendo así esta mampostería y evitando la filtración de la humedad, lo que también ayudaría a la mejor conservación de los medicamentos y otros artículos del interés médico.

Se encontraron tuberías improvisadas sobre los pisos de los baños del área de hospitalización, donde era claro ver las filtraciones y fugas de agua, otro de los problemas menos graves son los desprendimientos de cerámicas de los pisos y las paredes y en algunos casos se podía observar el cambio de nueva cerámica en paredes, pero sobrepuesta a la cerámica anterior.

#### 4.6. MAPA DE RIESGOS Y AMENAZAS A MOVIMIENTOS EN MASA DE LA PROVINCIA DE PASTAZA

A continuación, se presenta el mapa de amenazas a movimientos en masa de las diferentes parroquias de Pastaza más vulnerables:

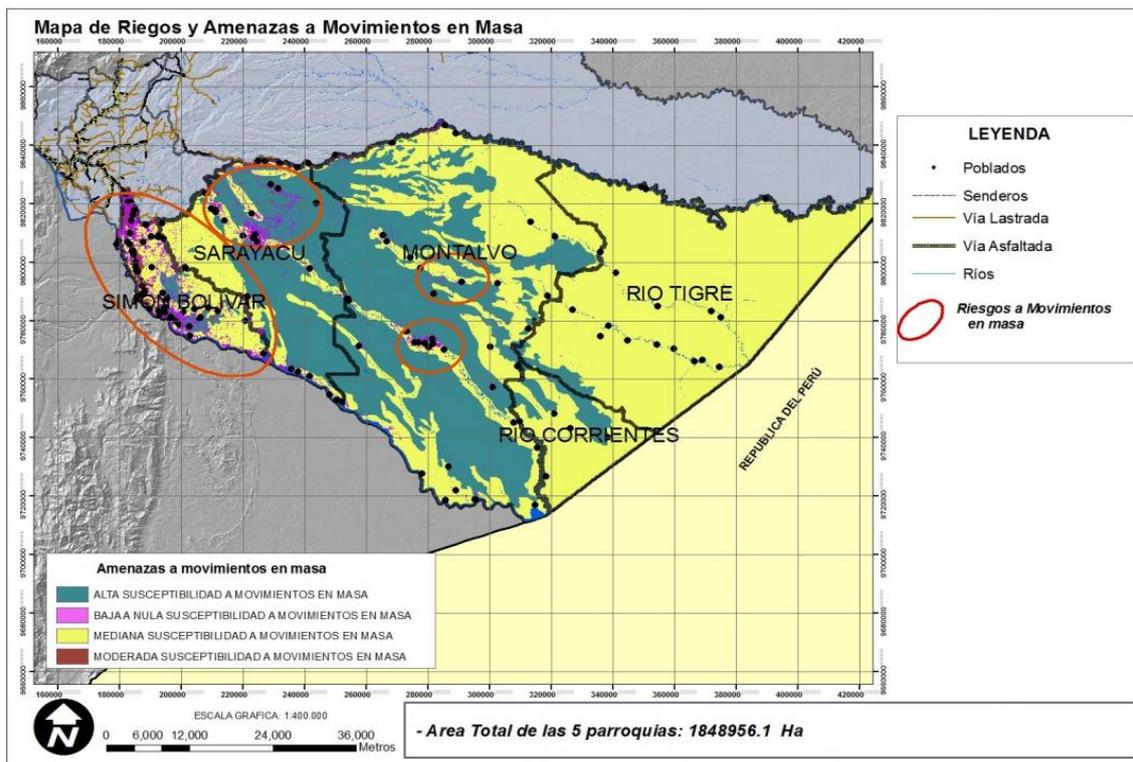


Figura 4. Mapa de riesgos y amenazas en Pastaza. Fuente: (Dirección de Planificación-Gestión de Riesgos, 2014)

## 4.7. MAPA DE EVACUACIÓN EXTERNA E INTERNA DEL HOSPITAL BÁSICO “EL PUYO”



Figura 5. Mapa de Evacuación. Fuente: (IESS, 2017)

# **CAPÍTULO 4 – EVALUACIÓN FÍSICA DE LA ESTRUCTURA**

## **5. REINGENIERÍA DE ESTRUCTURAS**

### **5.1. PATOLOGÍAS EN LAS EDIFICACIONES**

#### **5.1.1. AGENTES AMBIENTALES – HUMEDAD**

Las patologías por humedad se pueden presentar en diferentes lugares de la estructura, ya sea en pisos, mampostería, losas, entre otros. De acuerdo a nuestra zona de estudio se determinó que la principal causa para la existencia de patologías es la condición climática del Oriente la cual es húmeda tropical, presentando con frecuencia precipitaciones intensas que se agravan al llegar invierno.

#### **5.1.2. HUMEDAD EN EL SUELO**

Este fenómeno está producido principalmente por el agua que proviene del nivel freático por capilaridad, esto puede afectar a las cimentaciones de las estructuras y a la parte inferior de las paredes siendo fáciles de identificar al presentarse manchas visibles.

#### **5.1.3. HUMEDAD POR INFILTRACIÓN**

En la presente investigación se evidenció en varios lugares la presencia de este fenómeno, las fuertes lluvias y los vientos violentos serían la principal causa, haciendo que el agua se introduzca por los poros del hormigón, lo que provocan fuertes lesiones.

Al producirse estas lesiones por humedad se dan paso a la aparición de goteras las cuales afectan a la estructura de la edificación volviéndola inhabitable.

#### **5.1.4. HUMEDAD POR CONDENSACIÓN**

La humedad por condensación se produce por la acumulación de vapor de agua luego de lluvias no tan fuertes, este vapor se transforma en pequeñas gotas que, al hacer contacto con las partes inferiores de la pared, llamadas zonas frías, producen manchas importantes en las paredes. Una manera fácil y económica de solucionar este problema es tener una correcta ventilación.

### **5.1.5. EFLORESCENCIAS**

Ocurren principalmente por la higroscopicidad de los materiales lo que quiere decir que los mismos materiales se encargan de absorber la humedad contenida en el ambiente, las manchas que se producen son generalmente de color blancas y aparecen en los muros enlucidos. Las causas de las eflorescencias se deben a que al mezclarse las sustancias salinas que contiene el material con agua se trasladan al exterior de la pared por lo que se hace fácil de identificar.

### **5.1.6. CRIPTOEFLORESCENCIAS**

Este fenómeno se da por el desprendimiento de los recubrimientos de las paredes por descascaramiento, ya sea este total o parcial.

### **5.1.7. ATAQUE QUÍMICO DE CLORUROS Y SULFATOS**

Se origina debido a la presencia de sales sin llegar a la superficie de la estructura, con la presencia de estos fenómenos se acentúan en mayor magnitud las grietas que ya existen o formar nuevas grietas de manera horizontal a lo largo de las juntas, otra de las causas son la utilización de aditivos en la mezcla de hormigón, la afectación más grave se da en los aceros de refuerzo.

### **5.1.8. CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN**

Es el proceso en el cual el hormigón pierde pH, esto ocurre debido a que el dióxido de carbono de la atmosfera reacciona con la humedad que existen dentro de los poros del concreto y esto a su vez produce que la armadura se oxide, lo cual pone en riesgo a la estructura.

### **5.1.9. CORROSIÓN EN EL ACERO**

Es un proceso en el cual se produce la oxidación de los refuerzos del acero en el hormigón, las causas más frecuentes son los factores ambientales, es un problema grave que debe ser tratado ya que hay la posibilidad de que las estructuras que presenten estos inconvenientes disminuyan su capacidad portante. Su identificación se da debido a que presentan fisuras en el hormigón paralelo al acero que ha sido afectado, este hormigón se presenta fisurado o en varias ocasiones desprendido casi en su totalidad.

## 5.2. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información se la realizó mediante el método de análisis visual únicamente, la cual se basa en observar todas las patologías que se encuentren al interior como al exterior de la estructura, con el fin de darle un diagnóstico y un tratamiento a corto o largo plazo de ser el caso.

En primer lugar, se dio inicio a la realización de una ficha con los porcentajes de afectación (Donde se califica de menor a mayor los deterioros, es decir de una escala del 0%-100%), de acuerdo a la inspección visual de cada una de las habitaciones u oficinas de la estructura en análisis enfocándonos en los lugares que más daños presentan.

Para el análisis se tomaron datos importantes a tener en cuenta como son: Paredes o muros, el tipo de material del cual está construido y los principales deterioros que se pudieron visualizar y cuantificar, para luego calificar la valoración en porcentaje.

<b>UBICACIÓN:</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Descripción de Problemas</b>	<b>% de Daño</b>
Paredes o Muros		Manchas por Humedad	
		Desprendimiento de Cerámica	
		Desprendimiento de revestimiento	
		Pintura	
		Fisuras o Grietas	
		Suciedad	
Techos o Tumbados		Manchas por Humedad	
		Desprendimiento de revestimiento	
		Pintura	
		Fisuras o Grietas	
		Suciedad	
		.....	
Columnas		Manchas por Humedad	
		Desprendimiento de revestimiento	

		Pintura	
		Fisuras o Grietas	
		.....	
		.....	
Vigas		Manchas por Humedad	
		Desprendimiento de revestimiento	
		Pintura	
		Fisuras o Grietas	
		.....	
		.....	
Pisos		Manchas por Humedad	
		Desprendimiento de Cerámica	
		Desprendimiento de revestimiento	
		Pintura	
		Fisuras o Grietas	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b>			

Tabla 8. Ficha de Recolección de Información. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

Posteriormente se realizó la recolección de datos mediante una ficha patológica, en la cual se inspeccionó cada habitación del Hospital Básico “El Puyo”, y se llenó de acuerdo a la identificación de patologías existentes, para luego ser diagnosticadas y posteriormente recibir su recomendación para su correcto tratamiento.

FICHA TÉCNICA #1:						
<b>FICHA TÉCNICA</b>						
<b>Obra:</b>					<b>Código:</b>	
<b>Dirección:</b>						
<b>Ubicación de la Patología:</b>						
<b>Uso Actual:</b>				<b>Uso Original:</b>		
<b>Imagen de Referencia:</b>				<b>Ubicación en el Plano:</b>		
<b>Descripción de la Patología:</b>						
<b>Posibles Causas:</b>						
<b>Tratamiento:</b>						

Tabla 9. Modelo de Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

### 5.3. FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UBICACIÓN: Consultorio 9. Cirugía			
Elemento	Tipo de Material	Descripción de Problemas	% de Daño
Paredes o Muros	Paredes de Hormigón	Manchas por Humedad	40
		Desprendimiento de Cerámica	10
		Desprendimiento de revestimiento	60
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	0
Techos o Tumbados	Hormigón	Manchas por Humedad	30
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	5
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	10
		.....	
Columnas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	20
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Vigas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	10
		Pintura	5
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Pisos	Cerámica	Manchas por Humedad	20
		Desprendimiento de Cerámica	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b> Se observó que existe personal técnico que revisa cualquier tipo de fisura o grieta pequeña e inmediatamente cubre la falla y vuelve a pintar sin mayor investigación previa (Solo solucionan estéticamente el problema), por lo que aumentó la dificultad al momento de la inspección visual.			

Tabla 10. Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

<b>UBICACIÓN:</b> Pasillo frente a la Estación de Enfermería			
<b>Elemento</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Descripción de Problemas</b>	<b>% de Daño</b>
Paredes o Muros	Paredes de Hormigón	Manchas por Humedad	5
		Desprendimiento de Cerámica	20
		Desprendimiento de revestimiento	30
		Pintura	20
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	0
Techos o Tumbados	Hormigón	Manchas por Humedad	60
		Desprendimiento de revestimiento	25
		Pintura	20
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	5
		.....	
Columnas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	5
		Pintura	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Vigas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Pisos	Porcelanato	Manchas por Humedad	50
		Desprendimiento de Cerámica	10
		Fisuras o Grietas	5
		.....	
		.....	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b> Se observó que existe personal técnico que revisa cualquier tipo de fisura o grieta pequeña e inmediatamente cubre la falla y vuelve a pintar sin mayor investigación previa (Solo solucionan estéticamente el problema), por lo que aumentó la dificultad al momento de la inspección visual.			

Tabla 11. Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

<b>UBICACIÓN:</b> Pasillo frente a Pediatría			
<b>Elemento</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Descripción de Problemas</b>	<b>% de Daño</b>
Paredes o Muros	Paredes de Hormigón y cerámica	Manchas por Humedad	20
		Desprendimiento de Cerámica	30
		Desprendimiento de revestimiento	10
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	0
Techos o Tumbados	Hormigón	Manchas por Humedad	30
		Desprendimiento de revestimiento	5
		Pintura	5
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	0
		.....	
Columnas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Vigas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Pisos	Porcelanato	Manchas por Humedad	25
		Desprendimiento de Cerámica	5
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b> Se observó que existe personal técnico que revisa cualquier tipo de fisura o grieta pequeña e inmediatamente cubre la falla y vuelve a pintar sin mayor investigación previa (Solo solucionan estéticamente el problema), por lo que aumentó la dificultad al momento de la inspección visual.			

Tabla 12. Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

<b>UBICACIÓN:</b> Sector de Vacunación			
<b>Elemento</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Descripción de Problemas</b>	<b>% de Daño</b>
Paredes o Muros	Paredes de Hormigón, Sectores con paredes provisionales de Aluminio y Vidrio	Manchas por Humedad	25
		Desprendimiento de Cerámica	25
		Desprendimiento de revestimiento	10
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	0
Techos o Tumbados	Hormigón	Manchas por Humedad	15
		Desprendimiento de revestimiento	10
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		Suciedad	0
		.....	
Columnas	Hormigón	Manchas por Humedad	15
		Desprendimiento de revestimiento	5
		Pintura	5
		Fisura Horizontal en una columna	15
		.....	
		.....	
Vigas	Hormigón	Manchas por Humedad	5
		Desprendimiento de revestimiento	5
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Pisos	Porcelanato	Manchas por Humedad/Eflorescencias	25
		Desprendimiento de Cerámica	10
		Fisuras o Grietas	5
		.....	
		.....	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b> Se observó que existe personal técnico que revisa cualquier tipo de fisura o grieta pequeña e inmediatamente cubre la falla y vuelve a pintar sin mayor investigación previa (Solo solucionan estéticamente el problema), por lo que aumentó la dificultad al momento de la inspección visual.			

Tabla 13. Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

<b>UBICACIÓN:</b> Rehabilitación Física parte exterior			
<b>Elemento</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Descripción de Problemas</b>	<b>% de Daño</b>
Paredes o Muros	Hormigón + Cerámica	Manchas por Humedad	10
		Desprendimiento de Cerámica	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	10
		Fisuras y Grietas Verticales	50
		Suciedad	15
Techos o Tumbados	Hormigón	Manchas por Humedad	10
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	5
		Fisuras o Grietas	15
		Suciedad	10
		.....	
Columnas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	10
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	5
		.....	
		.....	
Vigas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	10
		Fisuras o Grietas	10
		.....	
		.....	
Pisos	Cerámica	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de Cerámica	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b> Se observó que existe personal técnico que revisa cualquier tipo de fisura o grieta pequeña e inmediatamente cubre la falla y vuelve a pintar sin mayor investigación previa (Solo solucionan estéticamente el problema), por lo que aumentó la dificultad al momento de la inspección visual.			

Tabla 14. Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

UBICACIÓN: Lavandería			
Elemento	Tipo de Material	Descripción de Problemas	% de Daño
Paredes o Muros	Hormigón - Gypsum	Manchas por Humedad	10
		Desprendimiento de Cerámica	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	10
		Paredes de Gypsum con agujeros	40
		Suciedad	0
Techos o Tumbados	Cielo Raso	Manchas por Humedad	40
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	20
		Falta un cuadro de cielo raso	15
		Suciedad	0
		.....	
Columnas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Vigas	Hormigón	Manchas por Humedad	0
		Desprendimiento de revestimiento	0
		Pintura	0
		Fisuras o Grietas	0
		.....	
		.....	
Pisos	Baldosa	Manchas por Humedad	10
		Desprendimiento de Cerámica	5
		Fisuras o Grietas	5
		.....	
		.....	
		.....	
<b>OBSERVACIONES:</b> Se observó que existe personal técnico que revisa cualquier tipo de fisura o grieta pequeña e inmediatamente cubre la falla y vuelve a pintar sin mayor investigación previa (Solo solucionan estéticamente el problema), por lo que aumentó la dificultad al momento de la inspección visual.			

Tabla 15. Ficha de recolección de datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

## 5.4. FICHAS TÉCNICAS PATOLÓGICAS

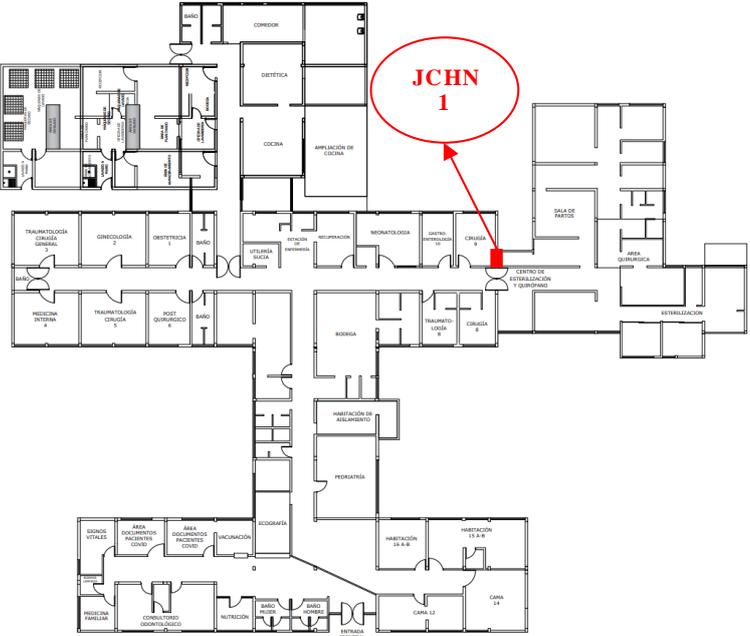
FICHA TÉCNICA #1: Manchas por Humedad	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN1
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Consultorio 9. Cirugía	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas por Humedad
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por filtración que proviene de una tubería averiada que pasa por la pared
<b>Tratamiento:</b>	1. Reparación de filtraciones en tuberías para evitar la humedad. 2. Rehabilitar la zona afectada

Tabla 16.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #2: Manchas por Humedad

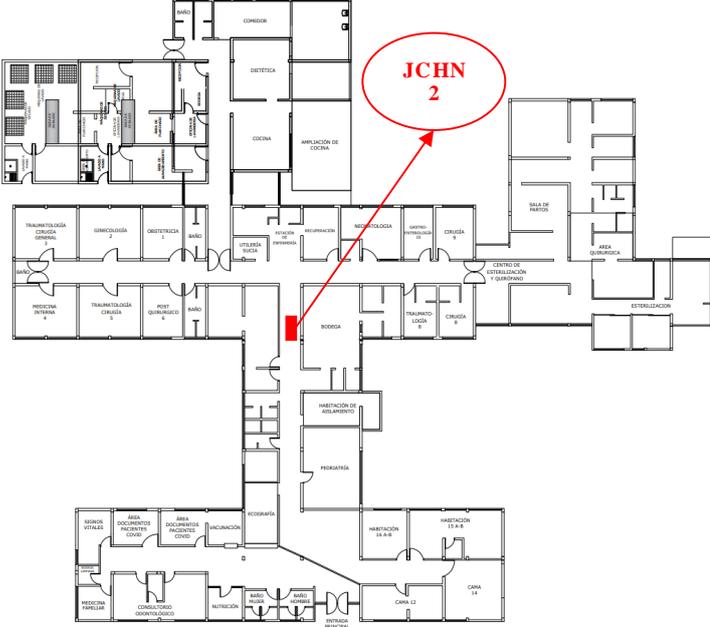
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN2
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo frente a la Estación de Enfermería	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas de Humedad por Capilaridad
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan a la cerámica de piso evidenciándose en la presencia de manchas oscuras.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe cubrir con cerámica solo para esconder el problema, hay que tratarlo de raíz.</li> <li>2. Retirar las baldosas afectadas a un rango de 0.50m alrededor de la falla.</li> <li>3. Limpiar correctamente la zona en la que estamos trabajando.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que filtren el ingreso de humedad.</li> <li>5. Reemplazar las baldosas antiguas por unas nuevas.</li> </ol>

Tabla 17.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #3: Desprendimiento de cerámica de Paredes

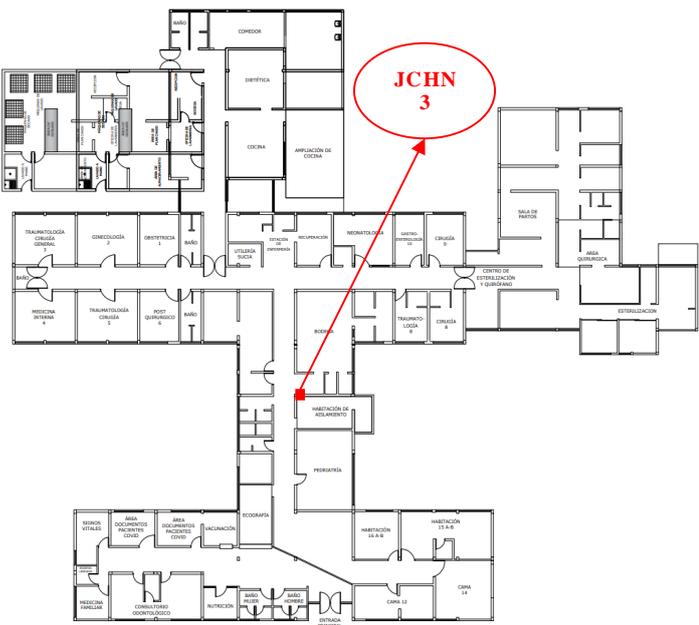
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN3
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Entrada a Rayos X	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de cerámica en las paredes mediante humedad por capilaridad.
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan a la cerámica de paredes y muros, logrando el desprendimiento de varias piezas.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe cubrir con cerámica solo para esconder el problema, hay que eliminar la humedad en su totalidad</li> <li>2. Retirar las baldosas afectadas a un rango de 0.50m alrededor de la falla.</li> <li>3. Limpiar correctamente la zona en la que estamos trabajando.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que impidan el ingreso de humedad.</li> <li>5. Reemplazar las baldosas antiguas por unas nuevas.</li> </ol>

Tabla 18. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

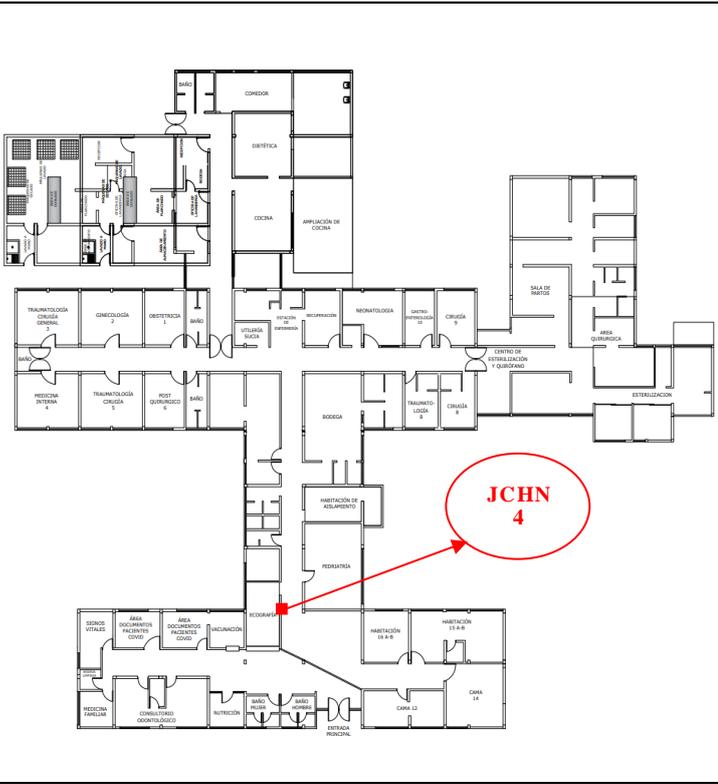
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN4
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo frente a Pediatría	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de cerámica en las paredes mediante humedad por capilaridad.
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan a la cerámica de paredes y muros, logrando el desprendimiento de varias piezas.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe cubrir con cerámica solo para esconder el problema, hay que eliminar la humedad en su totalidad</li> <li>2. Retirar las baldosas afectadas a un rango de 0.50m alrededor de la falla.</li> <li>3. Limpiar correctamente la zona en la que estamos trabajando.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que impidan el ingreso de humedad.</li> <li>5. Reemplazar las baldosas antiguas por unas nuevas.</li> </ol>

Tabla 19. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

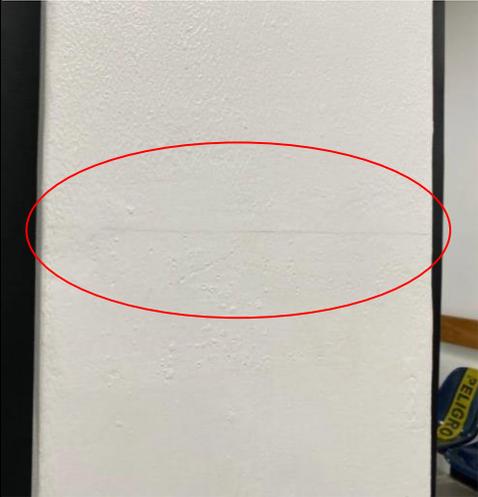
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN5
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Columna frente a la sala de vacunación	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Fisura horizontal a lo largo de la columna por Flexión
<b>Posibles Causas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Asentamiento de la estructura.</li> <li>* Exceso de peso en la losa.</li> <li>* Dilatación y expansión del hormigón</li> </ul>
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Al ser una falla que no genera mayor problema estructural, sino que solamente estético se recomienda cubrir con un empaste la zona afectada para posteriormente realizar un proceso de pintura.</li> <li>2. Se recomienda revisar la falla periódicamente y dar los correctivos necesarios de ser el caso, si la fisura llega a convertirse en una grieta, se deberán tomar medidas más drásticas.</li> </ol>
Observaciones: La manera ideal de clasificar a las fisuras es por su tamaño de abertura.	

Tabla 20. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

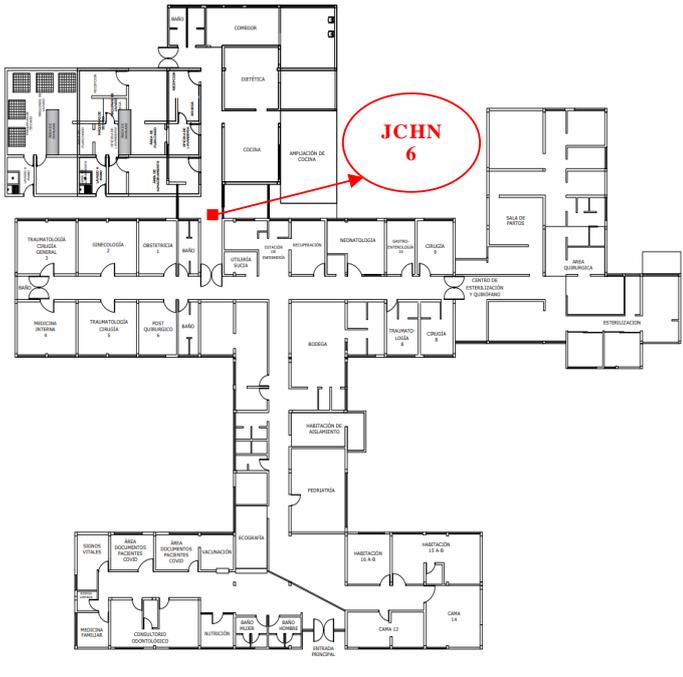
FICHA TÉCNICA #6: Manchas por Condensación de Humedad, acompañadas de moho y desprendimiento de la pintura	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN6
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo de Lavandería	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas por Condensación de Humedad, acompañadas de moho y desprendimiento de la pintura, pequeñas filtraciones.
<b>Posibles Causas:</b>	* Falta de Ventilación * No se encuentra un correcto aislamiento térmico de los vidrios ni marcos de las ventanas * Acumulación de moho y musgos en techos por condiciones climáticas provocando pequeñas filtraciones y futuras goteras.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Partiendo de las pequeñas filtraciones, se debe limpiar el techo de cualquier avistamiento de vegetaciones y musgos, para posteriormente impermeabilizar.</li> <li>2. Se debe instalar ventanas con buen aislamiento térmico, lo que hace que el vapor de agua no se concentre en las ventanas con el constante cambio de clima en la zona húmeda en la que nos encontramos.</li> <li>3. Limpiar, secar y Lijar la zona afectada, colocar un producto impermeabilizante, dejar secar y pintar la zona de falla.</li> </ol>
<b>Recomendación:</b>	Se recomienda la revisión de los techos una vez cada 3 meses, con el fin de eliminar todas las suciedades que se encuentran acumuladas y así eliminar la posibilidad de goteras a futuro.

Tabla 21. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

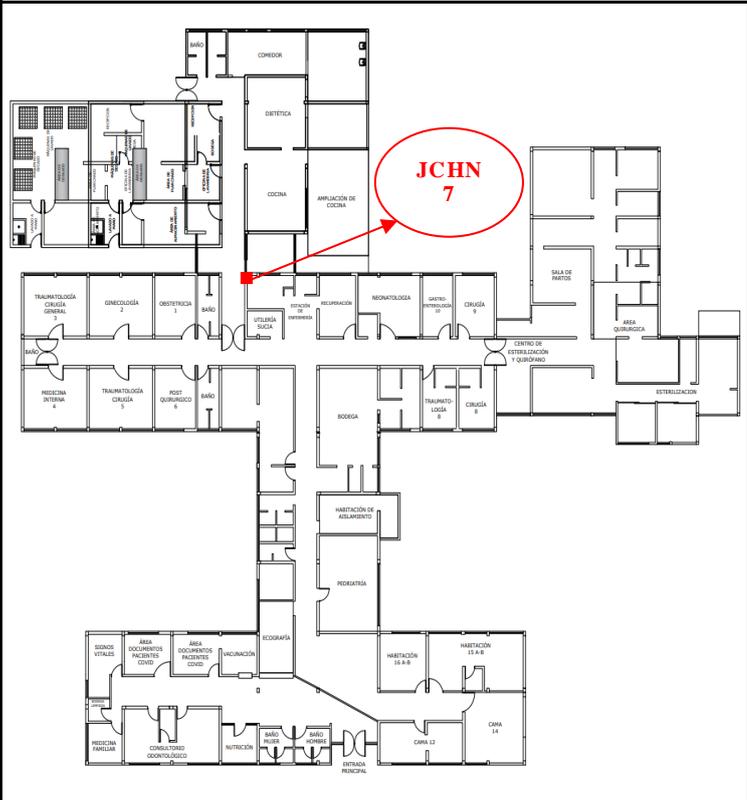
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN7
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo de Lavandería	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de Pintura, Humedad por condensación
<b>Posibles Causas:</b>	<p>* Se produce por la condensación del vapor que se encuentra en el ambiente húmedo de la ciudad, al contacto con una superficie fría, en este caso esta pared que se muestra en la gráfica.</p> <p>* Otros de los factores son los cambios bruscos de temperatura lo que hace que este tipo de patologías aparezcan con más frecuencia.</p>
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener una adecuada ventilación</li> <li>2. Limpiar y lijar muy bien la zona afectada</li> <li>3. Colocar un producto impermeabilizante que proteja a la pared de futuras humedades, en este caso se podría colocar un sellador acrílico que está diseñado para evitar la adherencia de vapor.</li> </ol>

Tabla 22. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

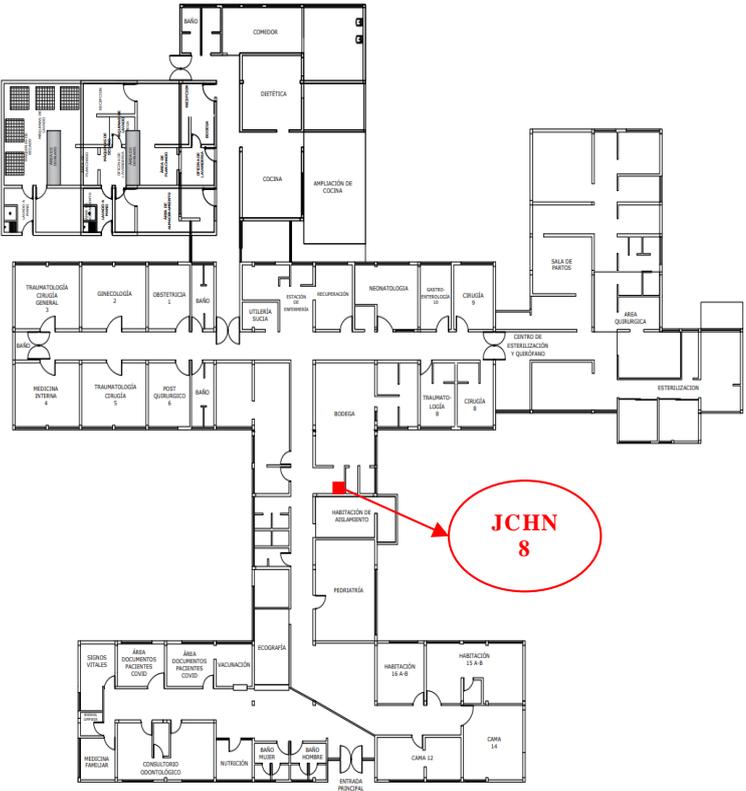
FICHA TÉCNICA #8: Manchas y Fisuras por Humedad	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN8
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pared de habitación de aislamiento	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Fisura inactiva o también llamada pasiva se encuentra afectando el recubrimiento de la pared, lo que provoca filtración de humedad.
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta por el asentamiento propio de la estructura, lo cual provocan fisuras que se presentan en la parte del recubrimiento pero que no generan problemas en la parte estructural
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrir la fisura en forma de V.</li> <li>2. Limpiar, humedecer y rellenar con mortero la zona afectada.</li> <li>3. Alisar para quitar el exceso de relleno.</li> <li>4. Aplicar un mortero de revestimiento después del transcurso de 24 horas.</li> </ol>

Tabla 23. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

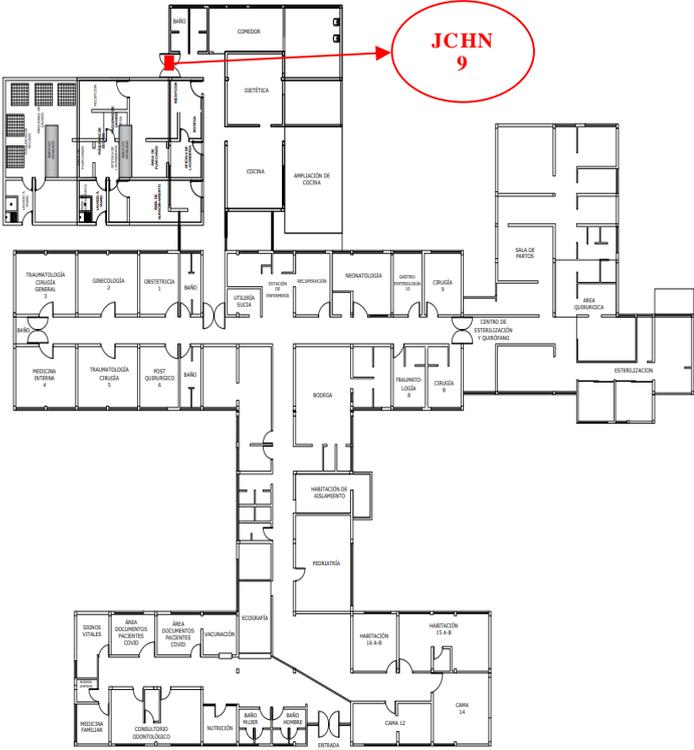
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN9
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Entrada a pasillo de comedor	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas de Humedad y desprendimiento de la cerámica de piso debido a humedad por capilaridad
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan a la cerámica de piso evidenciándose en desprendimientos de los mismos.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe cubrir con cerámica solo para esconder el problema, hay que tratarlo de raíz.</li> <li>2. Retirar las baldosas afectadas a un rango de 0.50m alrededor de la falla.</li> <li>3. Limpiar correctamente la zona en la que estamos trabajando.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que filtren el ingreso de humedad.</li> <li>5. Reemplazar las baldosas antiguas por unas nuevas.</li> </ol>

Tabla 24. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #10: Desprendimiento de Cerámica de Piso

FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN10
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo de cama 12 y cama 14	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas de Humedad y desprendimiento de la cerámica de piso por Capilaridad
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan a la cerámica de piso evidenciándose en desprendimientos de los mismos.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe cubrir con cerámica solo para esconder el problema, hay que tratarlo de raíz.</li> <li>2. Retirar las baldosas afectadas a un rango de 0.50m alrededor de la falla.</li> <li>3. Limpiar correctamente la zona en la que estamos trabajando.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que filtren el ingreso de humedad.</li> <li>5. Reemplazar las baldosas antiguas por unas nuevas.</li> </ol>

Tabla 25. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

**Nota:** Consultar más fichas técnicas patológicas en el apartado (Anexos de Fichas Técnicas Patológicas).

## 5.5. RESULTADOS



Figura 6. Identificación de afectaciones por bloques. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

IDENTIFICACIÓN	N°. PATOLOGÍAS	COLOR
BLOQUE A	10	VERDE
BLOQUE B	12	AZUL
BLOQUE C	9	AMARILLO

Tabla 26. Tabulación de Datos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

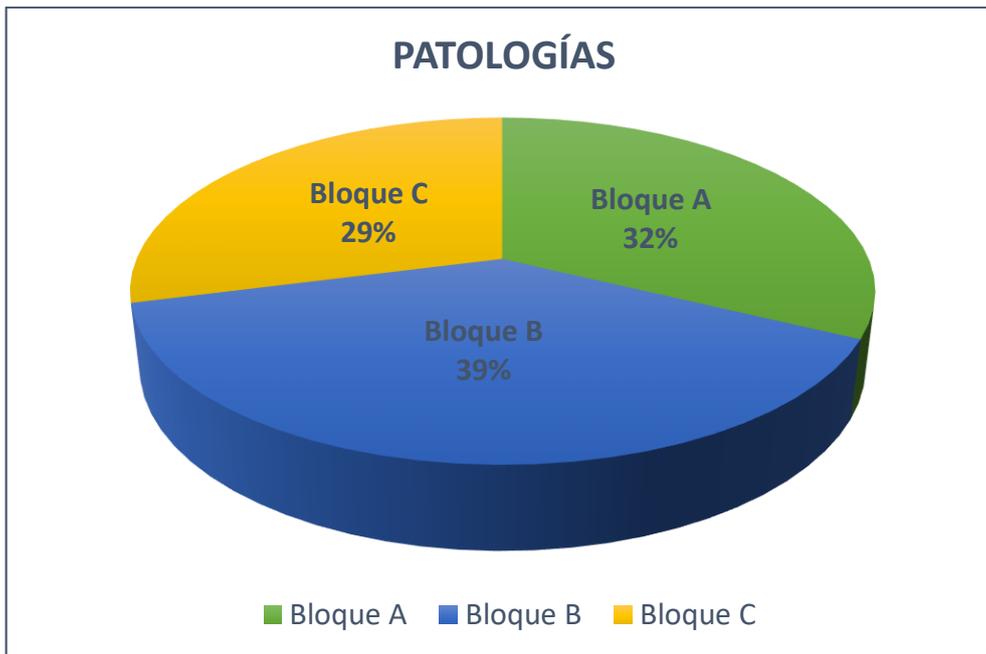


Figura 7. Tabulación de resultados Patológicos. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

Con la finalidad de descubrir cuál es la estructura más afectada se ha realizado un análisis por bloques, en la cual se pudo identificar que el Bloque A y el Bloque B, son las estructuras con más afectaciones por humedad, presentando manchas, desprendimiento de revestimientos y cerámica, eflorescencias y más. En cuanto al Bloque C, presentó varias fisuras producto del mal estado de la terraza, con lo cual se da paso a filtraciones de agua y del mismo modo manchas por humedad. En toda la estructura del hospital se presentó daños en las cimentaciones por lo que se recomienda un reforzamiento de carácter URGENTE.

## 5.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las principales patologías de esta estructura esencial se encuentran en paredes, pisos y techos, debido a la humedad que presenta el lugar, las causas se deben principalmente a las condiciones climáticas de la ciudad de Puyo.

Las patologías más comunes encontradas son: Humedad por capilaridad y Humedad por filtración, lo que da paso a los desprendimientos en la mampostería, las manchas en techos y pisos, entre otros. En una inspección visual se constató que las terrazas estaban inundadas, lo que da paso a la filtración de agua hacia la parte interna de la infraestructura, también se constató que se encontraba creciendo vegetación lo que

agrega un peso extra a la estructura, acelera la filtración y genera un mal aspecto a la edificación.

A simple vista el Hospital no sufre mayores daños por lo que personal propio de la institución se ha encargado de cubrir las fallas y patologías inmediatamente, sin un estudio previo y únicamente priorizando la parte estética, lo cual no durará mucho tiempo ya que al haber todas estas patologías y no darles un correcto tratamiento como por ejemplo la impermeabilización (Por falta de recursos), el problema se volverá a hacer visible, y podría presentar daños más graves y a nivel de estructura.

En construcciones de una planta, el tiempo de vida útil es de 50 a 55 años, en este caso la edificación estudiada tiene un tiempo de construcción de 51 años lo que quiere decir que está cumpliendo su vida útil casi en su totalidad, otro de los agravantes que se pudieron evidenciar son los materiales de construcción, en este caso las cimentaciones fueron construidas con materiales de la época, como son, material pétreo de río, arena de kilo, agua y cemento, hoy en día se conoce que la arena de kilo posee gran cantidad de sales entre sus compuestos, por lo que se prohibió su utilización para construcciones civiles, en el peor de los casos se han tenido que demoler edificaciones construidas con estos materiales, tal es el caso de la demolición del antiguo Consejo Provincial, hoy llamado GAD Provincial de Pastaza.

Esta edificación de alrededor de 4 pisos fue demolida al presentar fallas por asentamiento de la estructura, también el acero en columnas y vigas de hormigón se encontraba totalmente corroído, por lo que esta estructura era totalmente insegura. En el caso del hospital, al ser únicamente de una planta, no ha presentado mayores afectaciones por no tener un peso extra en la estructura no obstante es evidente el desprendimiento de material de las cimentaciones y en las paredes más antiguas que no han sido restauradas.

Entiéndase a la arena de Kilo, como el material pétreo extraído de las minas del mismo nombre y que es muy propio de la región oriental, en la antigüedad era un material primario para la construcción de todo tipo de edificaciones civiles, pero debido al descubrimiento de sales entre sus componentes se prohibió su uso, hoy en día se lo utiliza únicamente como material de lastre ya sea en adoquinados o canchas deportivas de la provincia.



Figura 8. Mina de arena de Kilo, ubicada en la ciudad de Mera, Provincia de Pastaza. Fuente: (Guayanlema, 2011)

## 6. ANÁLISIS MODELO EN SAP2000

### 6.1. TIPO DE SUELO

Los valores considerados para el tipo de suelo se los obtiene de acuerdo a la norma ecuatoriana de la construcción NEC por provincias.

Zona Sísmica	III
Valor del factor Z	0,30
Caracterización del peligro sísmico	Alta
Tipo de perfil del suelo	E
Factor del sitio Fa	1,25
Factor del comportamiento Fs	1,7
Factor de sitio Fd	1,7
Región	Oriente

N	2,6
Factor de Importancia I	1,5
Coefficiente Ct	0,055
Coefficiente $\alpha$	0,9
Altura Máxima h	4,8
Período fundamental de la estructura T <sub>estruct</sub>	0,2256731 s
Período límite de vibración del suelo inicial T <sub>o</sub>	0,2312 s
Período límite de vibración del suelo final T <sub>c</sub>	1,2716 s
r	1,5
Buscar período para cortante S <sub>a</sub>	0,8940311
R	7
$\Phi_p$	0,9
$\Phi_e$	1

Tabla 27. Suelo de la ciudad de Puyo. Fuente: Recolección de datos (Chicaiza N., 2021).

## 6.2. IMPLANTACIÓN Y DIMENSIONES

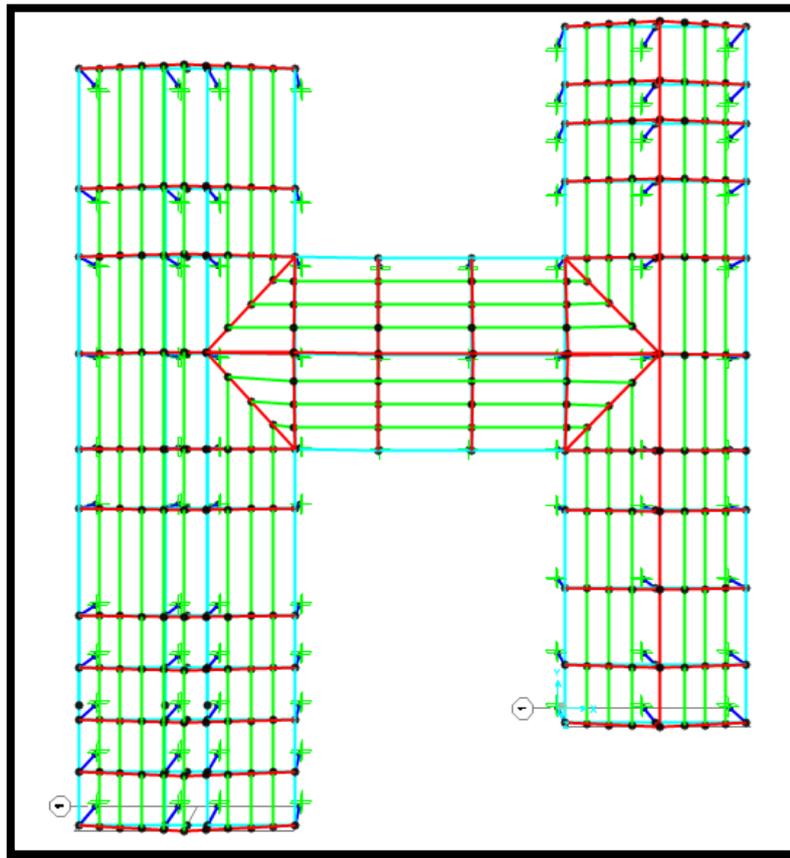


Figura 9. Vista en Planta. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

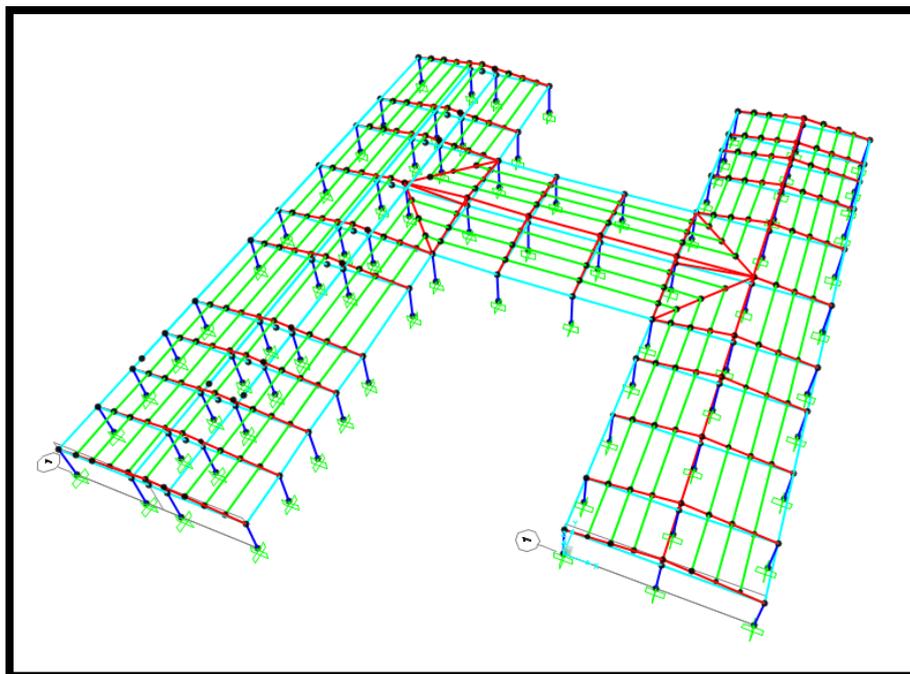


Figura 10. Vista en 3 Dimensiones de la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

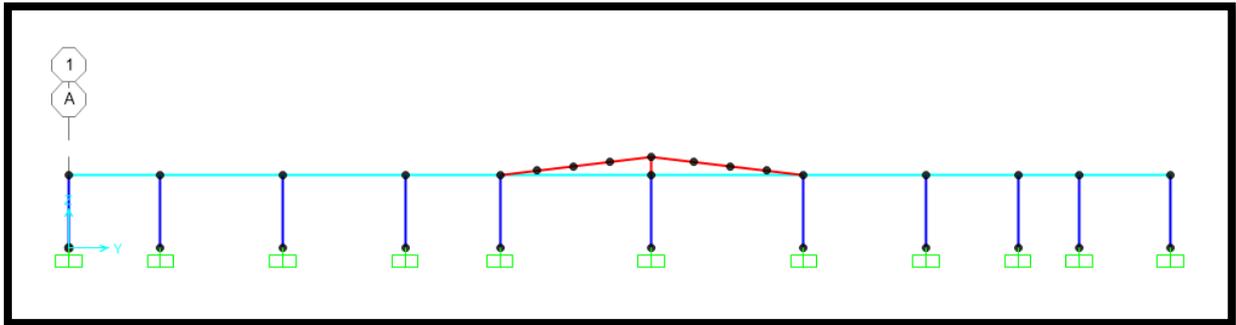


Figura 11. Vista Fachada Frontal. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

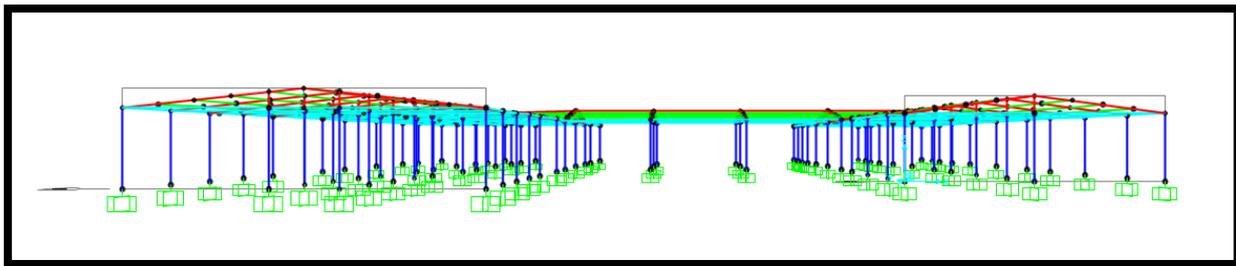


Figura 12. Vista Fachada Lateral. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

### 6.3. MODELO ESTRUCTURAL HOSPITAL BÁSICO “EL PUYO”

Para el estudio se utilizaron programas como SAP2000 v21.1.0, ETABS 18.0.2, Excel y AutoCAD con la finalidad de resolver el diseño y análisis de la estructura del hospital básico el Puyo, usamos el método matricial de los desplazamientos, con el cual encontraremos las acciones internas de la edificación, además se utilizará la teoría de elementos finitos con el fin de dar una mayor exactitud a los cálculos desarrollados. Para darle una visión real a la estructura de hospital se modeló la edificación en tres dimensiones, el mismo se realizó en el programa SAP2000.

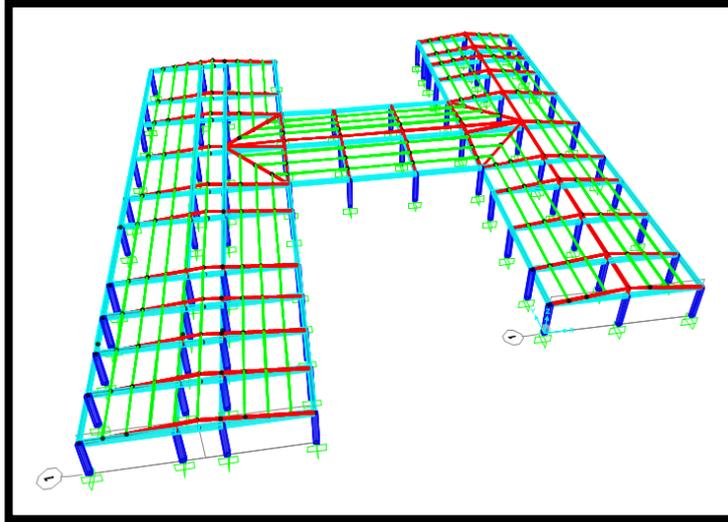


Figura 13. Vista 3D de la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.4. MATERIALES

En el análisis de la estructura y en base a los planos e información recopilada se obtuvieron los siguientes datos de los materiales:

Hormigón Simple  $f'c = 210 \text{ Kg/m}^2$

$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Acero A36

La cubierta está diseñada en Panel Metálico (galvalume) de  $e = 0.45 \text{ mm}$

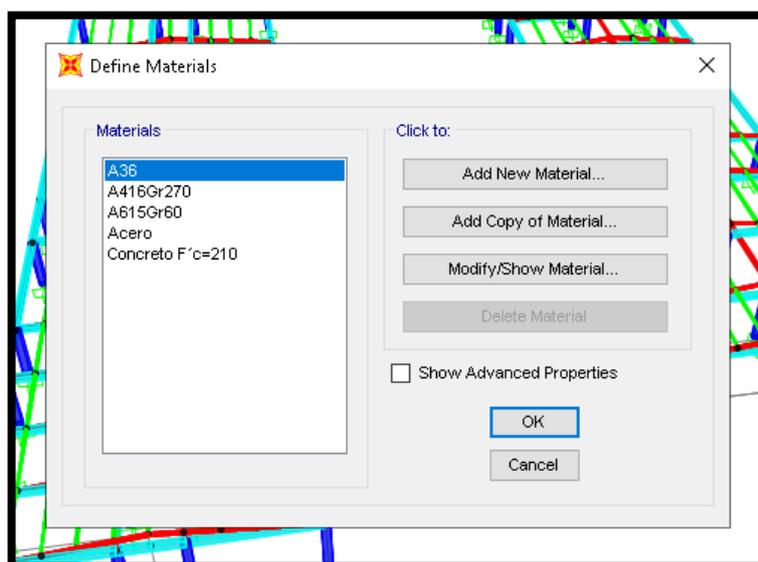


Figura 14. Definición de Materiales. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

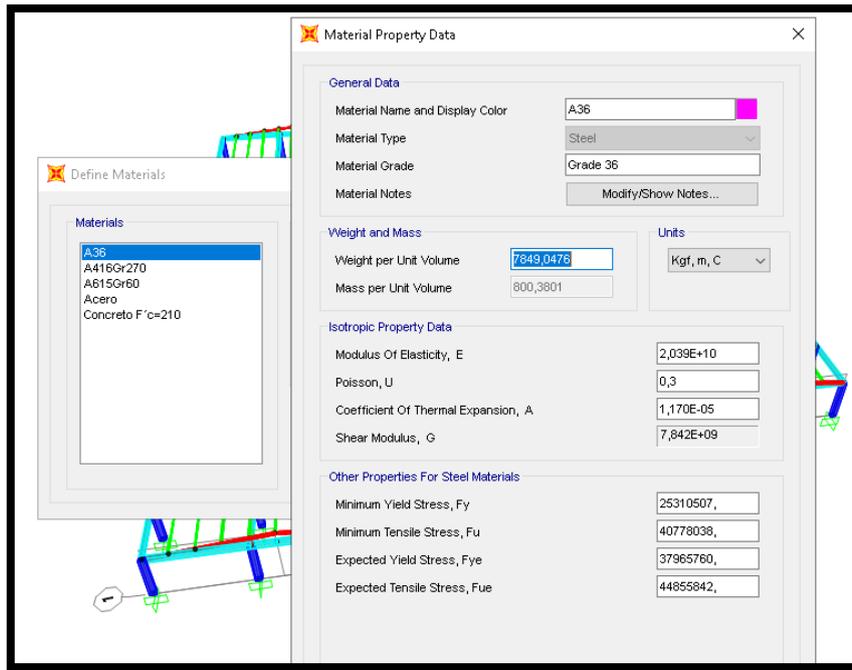


Figura 15. Acero A36. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

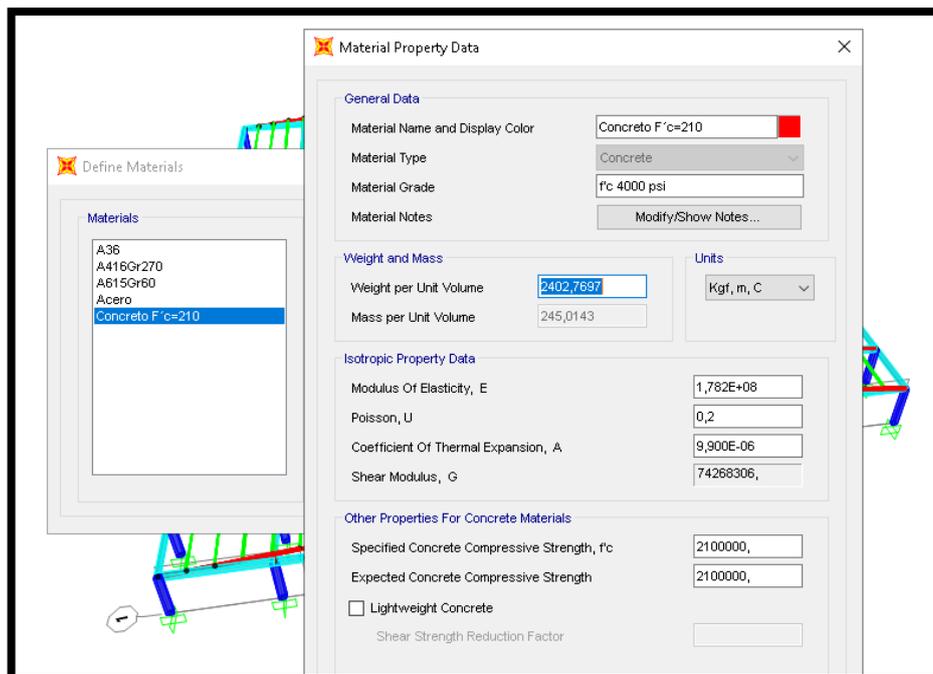


Figura 16. Propiedades del Hormigón. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## **6.5. NORMAS Y ESPECIFICACIONES**

En cuanto al análisis en hormigón, la estructura se diseñó con la norma ACI-318 (2019) para el estudio de cada elemento. Se mayoraron las cargas en el peso propio y del mismo modo en las cargas vivas cumpliendo con la teoría de última resistencia.

En el 2015 se publica oficialmente vía acuerdo ministerial la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC15). En ella se normaliza el tipo de cargas y los valores que deben considerarse en el diseño de las estructuras destinadas a edificaciones esenciales (NEC-SE-CG), así como las cargas sísmicas y metodología de cálculo de las mismas (NEC-SE-DS). Al hablar de estructuras de hormigón armado se diseña en base a la norma NEC-SE-HM, la misma que regula las características mínimas que cumple una construcción para ser considerada sismo resistente.

## **6.6. SECCIONES UTILIZADAS**

Con la ayuda de planos y visitas a la edificación se lograron determinar las secciones utilizadas ya sea en columnas, vigas, vigas secundarias y correas, como lo detallo a continuación.

- Columnas 20x30 con acero longitudinal 6Ø8mm, mismos valores que se obtuvieron de la inspección en la construcción.
- Vigas 20x25
- Vigas secundarias de acero 10x10x0.3cm (tubos de acero sección cuadrada).
- Correas de acero 10x5x0.2cm (Sección tipo C).

Las secciones se obtuvieron investigando toda la estructura existente, no se asumió ningún valor y los mismos fueron utilizados para el diseño que se muestra en el presente proyecto.

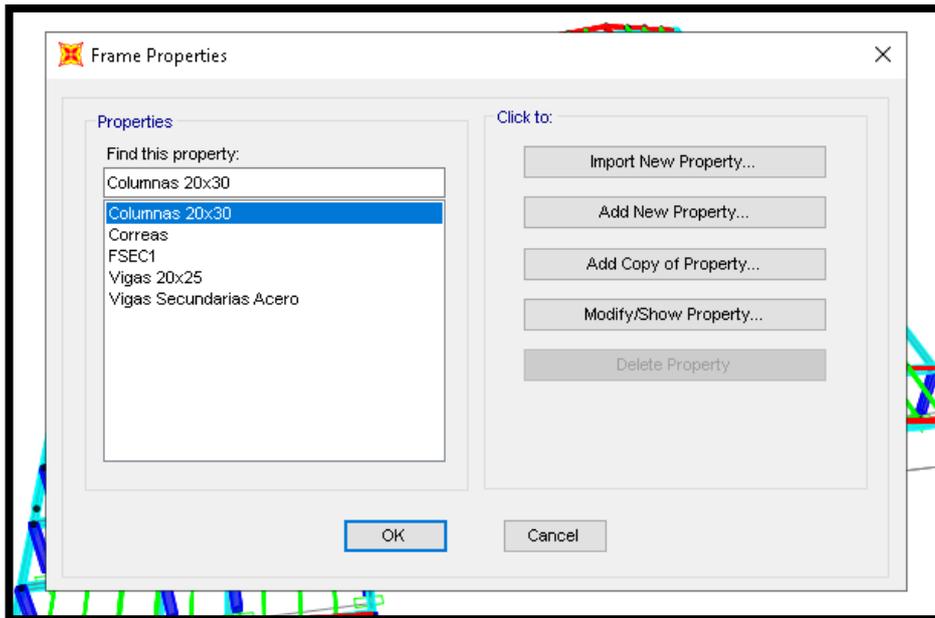


Figura 17. Propiedades de la sección. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

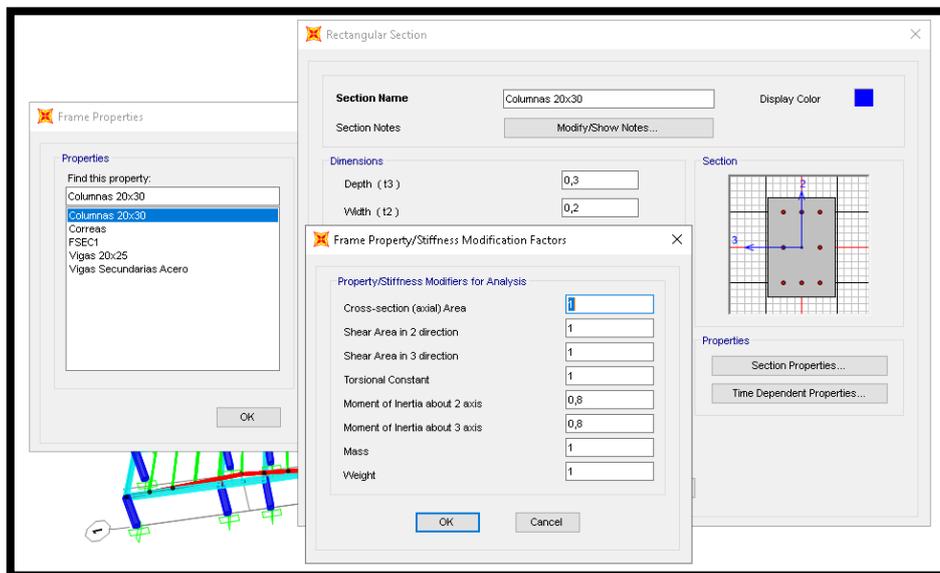


Figura 18. Propiedades de Columnas 20x30. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

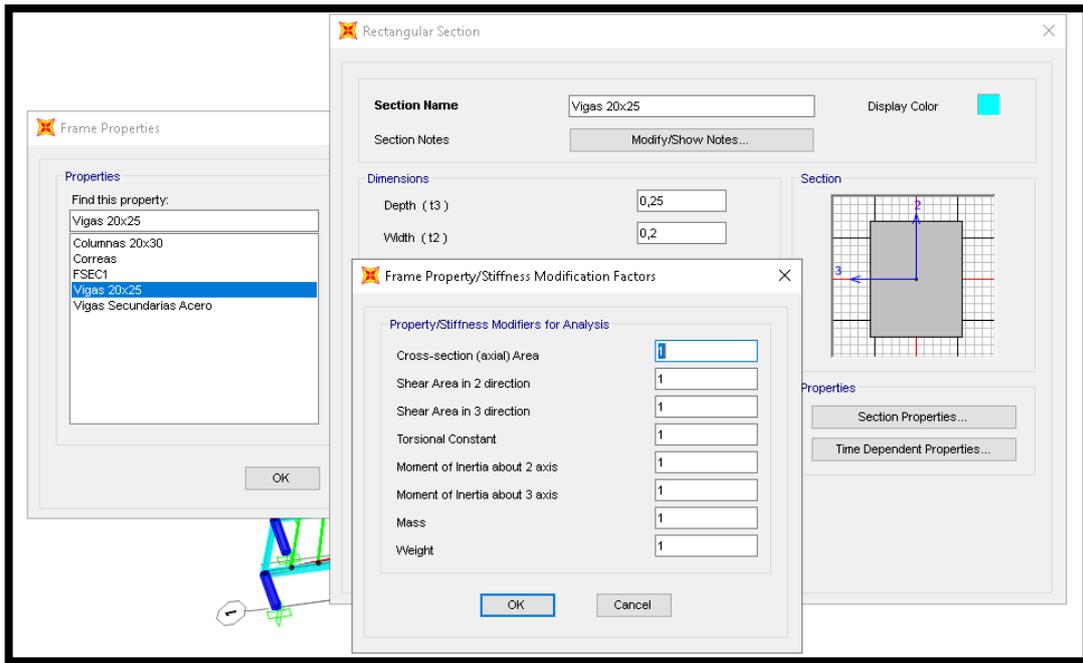


Figura 19. Propiedades de Vigas 20x25. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

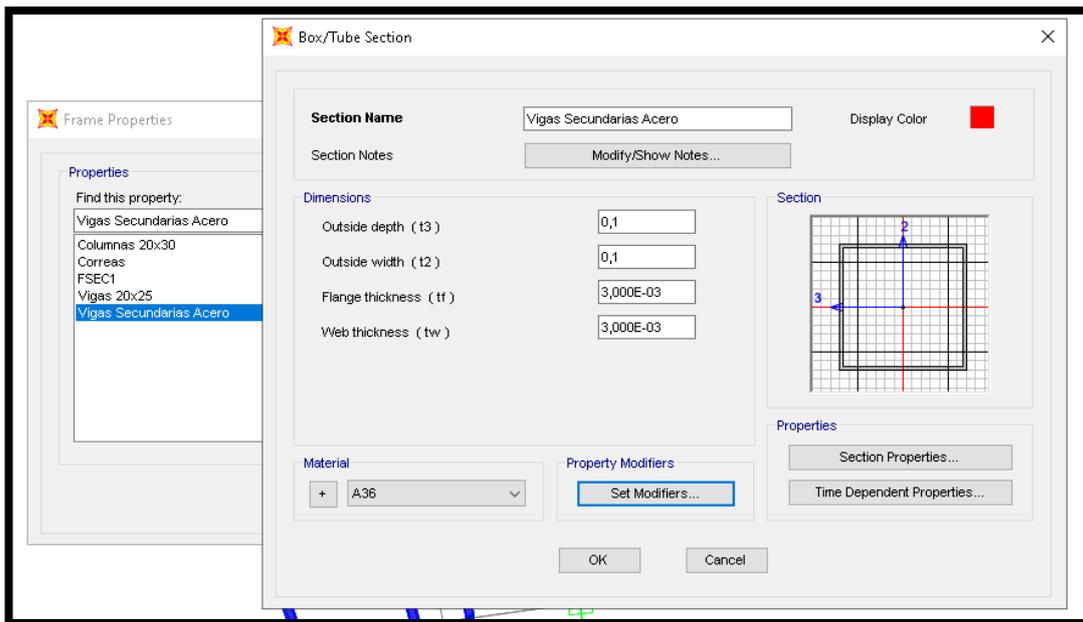


Figura 20. Propiedades de Vigas Secundarias de Acero 10x10x0.3 cm. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

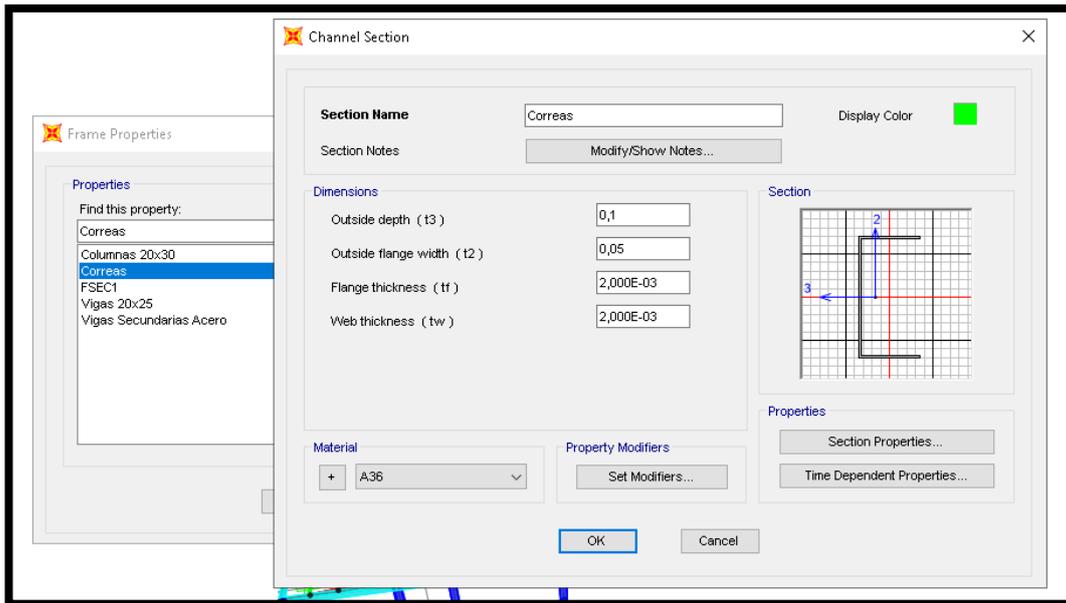


Figura 21. Propiedades de Correas de Acero 10x5x0.2 cm. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.7. HIPÓTESIS DE CARGAS

### 6.7.1. CARGA MUERTA

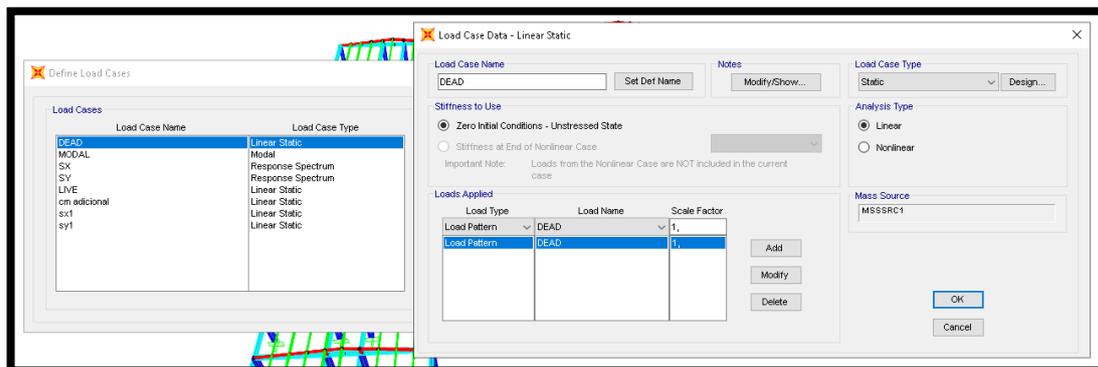


Figura 22. Ingreso de Carga Muerta. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

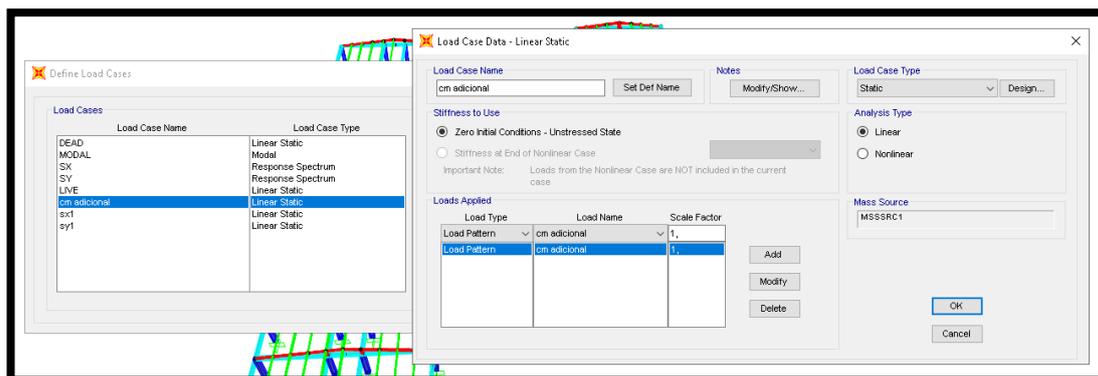


Figura 23. Ingreso de Carga Muerta Adicional. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.7.2. CARGA VIVA

Carga Viva (C.V.) =  $70 \text{ kg/m}^2$  (NEC cargas no sísmicas)

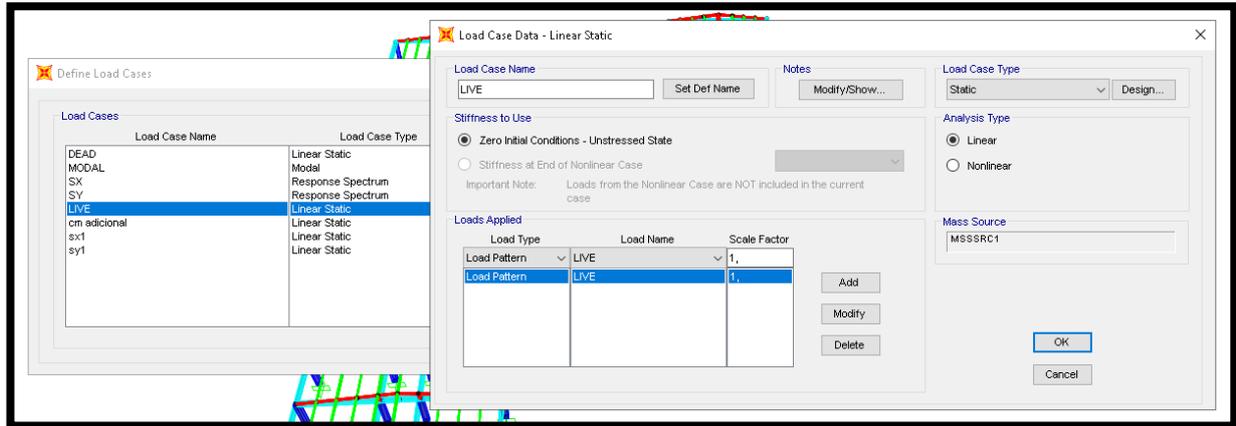


Figura 24. Ingreso de Carga Viva. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.7.3. CARGA DE SISMO

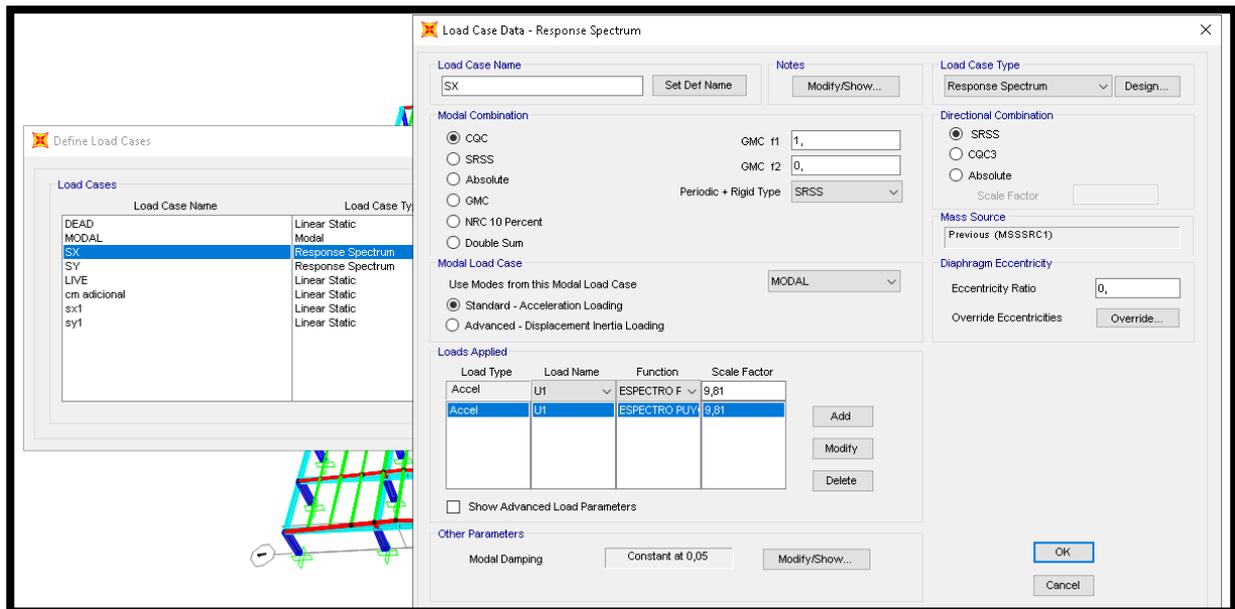


Figura 25. Ingreso de Carga de Sismo en X. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

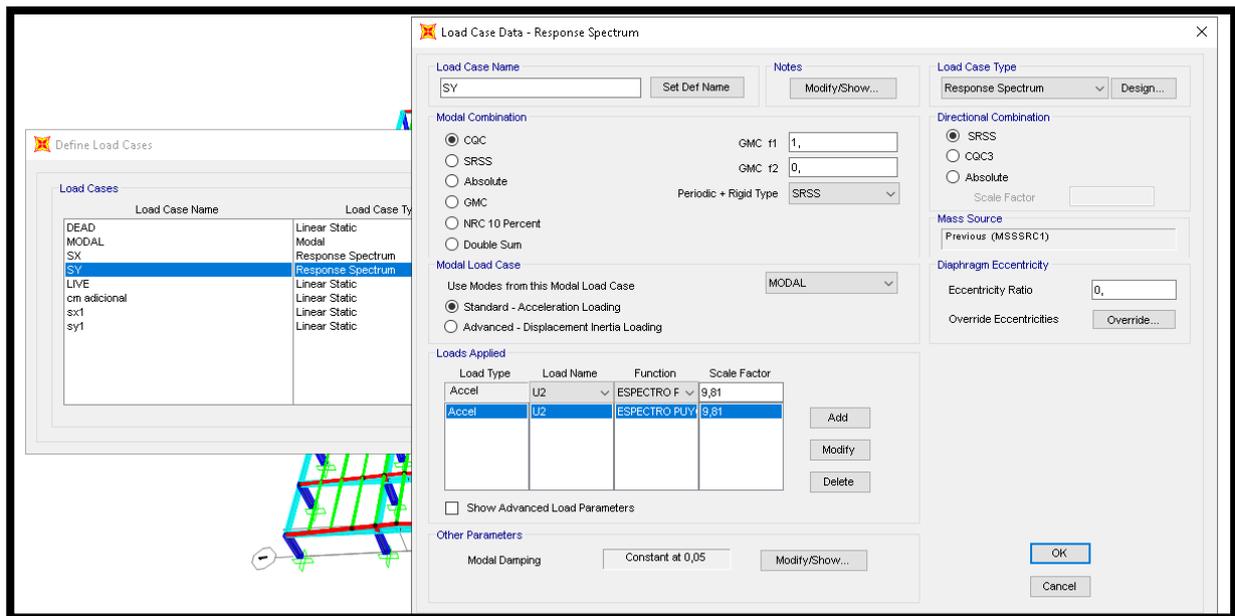


Figura 26. Ingreso de Carga de Sismo en Y. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.8. ANÁLISIS SÍSMICO

El análisis de las cargas sísmicas se determinó con respecto a la norma ecuatoriana de la construcción NEC, en cuanto al cálculo para obtener el cortante basal se deben considerar condiciones como es el caso del factor de importancia I, el cual tiene un valor de 1.5 al tratarse de edificaciones esenciales y en este caso particular un Hospital, los mismos que manejan gran afluencia de personas diariamente y en el caso de presentarse un sismo catastrófico la cantidad de personas aumentaría hasta en un tripe de su cantidad normal. El hospital del IESS, se encuentra ubicado en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, por lo que está en la Zona III, por lo cual, la aceleración máxima esperada de suelo es de 0.25g. En el análisis de SAP2000 se concluyó que el modal 1, no muestra ningún exceso por lo que podemos asumir que su funcionamiento es el esperado, en el modal 2, presenta un valor un poco más elevado, lo que nos indica que se tiene principios de torsión en planta, por lo que habría que darle una solución y evitar complicaciones a futuro, ya sea agregando diafragmas o rigidizadores que eviten ese desfase.

En cuanto a la estructura que se encuentra en la mitad de las dos unidades y que es la que funciona como pasillo de acceso a las dos edificaciones lleva las mayores cargas lo que quiere decir que esta estructura ante un sismo de gran magnitud sería la que falle principalmente. Debido a las características de irregularidad en planta y

elevación, y en cumplimiento del NEC15 se utilizó el análisis estático equivalente para la determinación de la acción sísmica de diseño, sin embargo, también se hizo un análisis modal espectral.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 28. Coeficiente de Importancia I para Edificaciones Esenciales. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014)

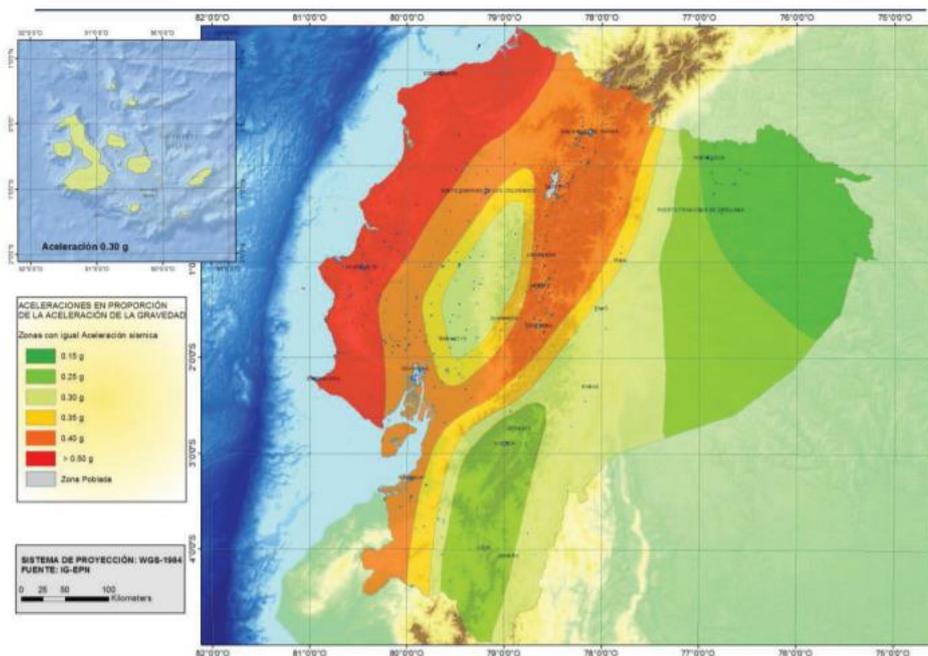


Figura 27. Mapa de riesgos sísmicos

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 29. Valor de Factor Z para la provincia de Pastaza. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014)

### 6.8.1. CÁLCULO DEL CORTANTE BASAL

Zona Sísmica	III
Valor del factor Z	0,30
Caracterización del peligro sísmico	Alta
Tipo de perfil del suelo	E
Factor del sitio Fa	1,25
Factor del comportamiento Fs	1,7
Factor de sitio Fd	1,7
Región	Oriente
Ciudad	Puyo
N	2,6
Factor de Importancia I	1,5
Coefficiente Ct	0,055
Coefficiente $\alpha$	0,9
Altura Máxima h	4,8 m
Período fundamental de la estructura Testruc	0,225673 s
Período límite de vibración del suelo inicial To	0,2312 s
Período límite de vibración del suelo final Tc	1,2716 s
r	1,5
Buscar período para cortante Sa	0,8940311
Coefficiente de reducción sísmica R	7
$\Phi_p$	0,9
$\Phi_e$	1

Tabla 30. Suelo de la ciudad de Puyo. Fuente: Recolección de datos (Chicaiza N., 2021),

Z	0,3
n	2,6
Fa	1,25
Fd	1,7
Fs	1,7
r	1,5
l	1,5
$\phi_p$	0,9
$\phi_e$	1
R	7
ct	0,055
$\alpha$	0,9
H	4,8

Tabla 31. Suelo de la ciudad de Puyo. Fuente: Datos (Chicaiza N., 2021).

PERÍODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA		
T ESTR=	0,2256731	seg
PERÍODO LIMITE DE VIBRACIÓN DEL SUELO INICIAL		
To=	0,2312	seg
PERÍODO LIMITE DE VIBRACIÓN DEL SUELO FINAL		
Tc	1,2716	seg

PERIODO PARA CORTANTE		
Sa=	0,0,8940311	

Tabla 32. Periodos de la Estructura. Fuente: Datos (Chicaiza N., 2021),

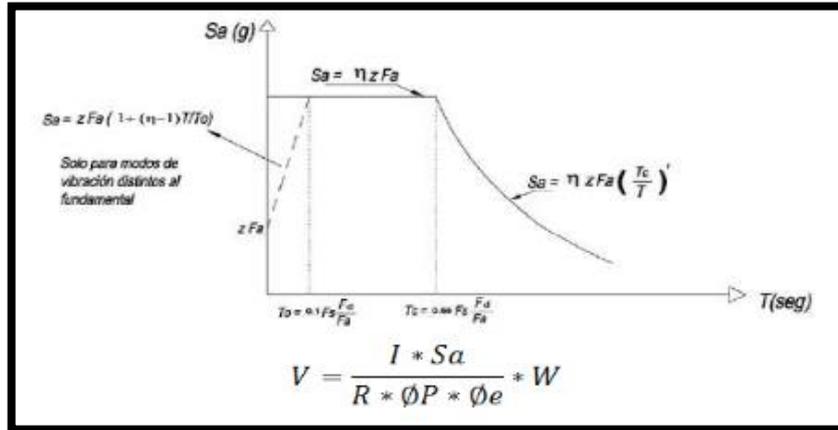


Figura 28. Diagrama para la elaboración de sismo de respuesta. Fuente: (NEC-SE-DS, 2014)

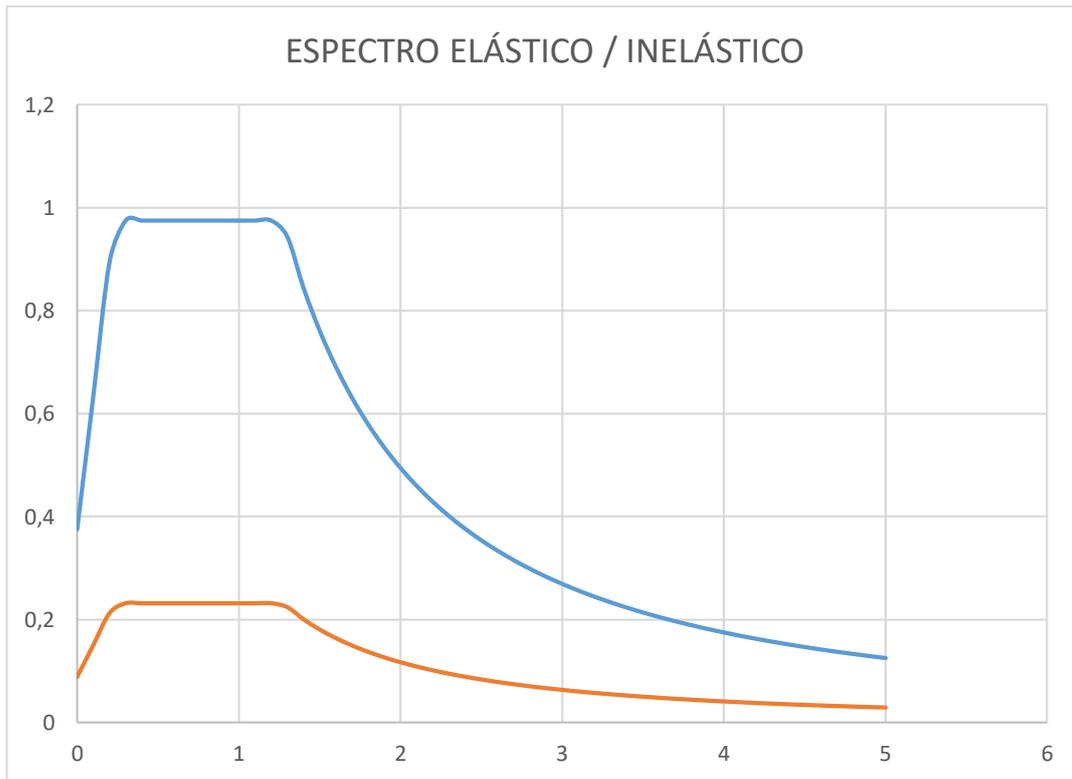


Figura 29. Espectro elástico e inelástico de respuesta correspondiente a Puyo. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

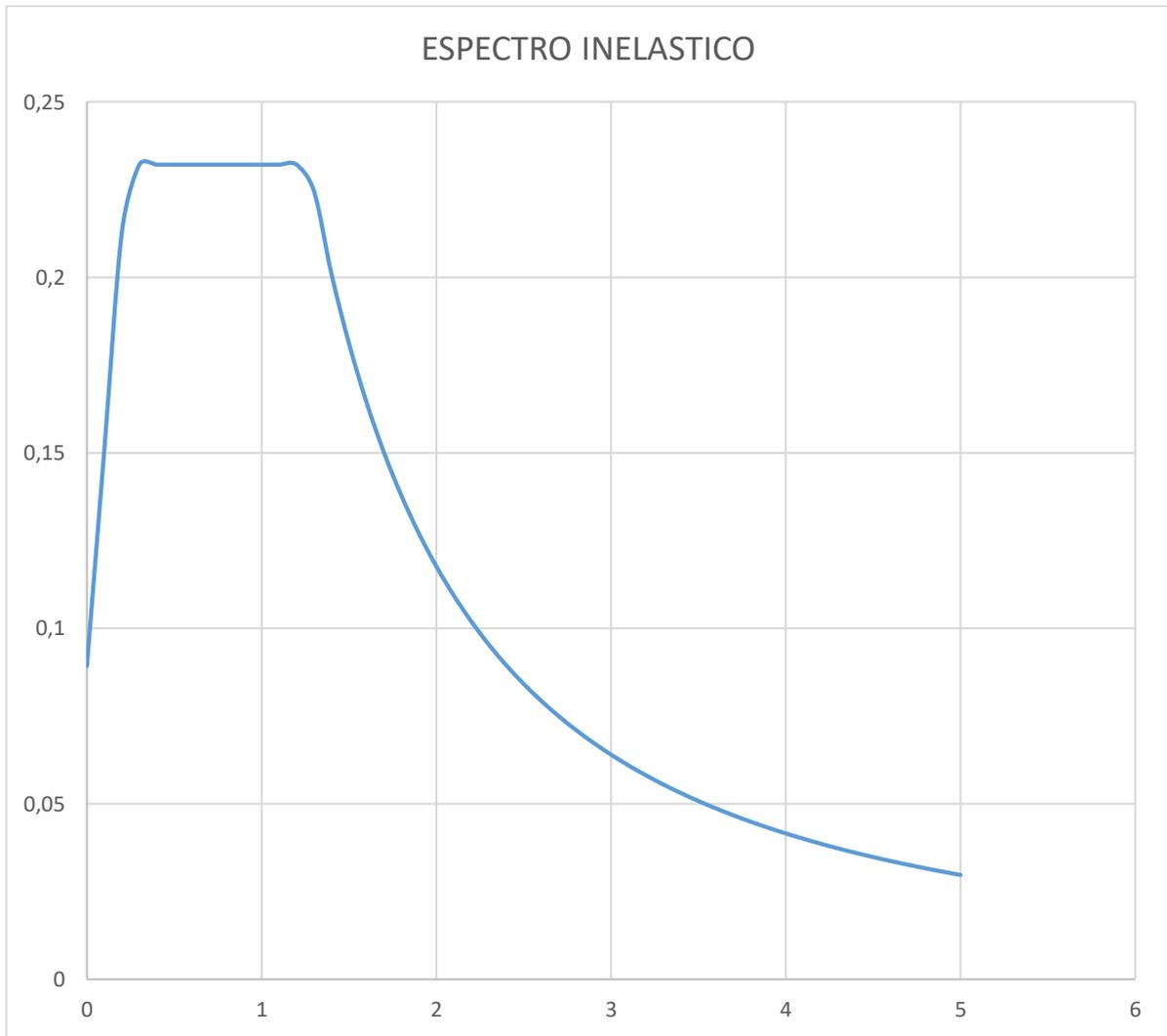


Figura 30. Espectro inelástico de respuesta correspondiente a Puyo. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

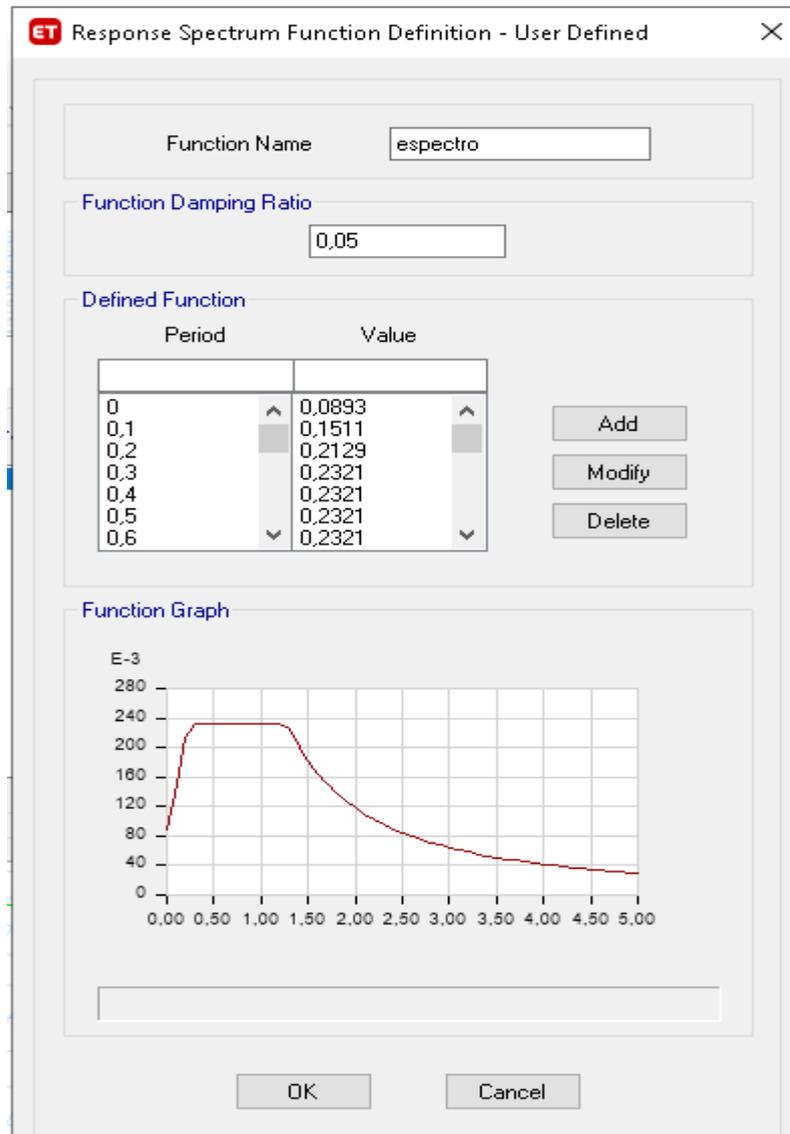


Figura 31. Espectro elástico en SAP2000. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

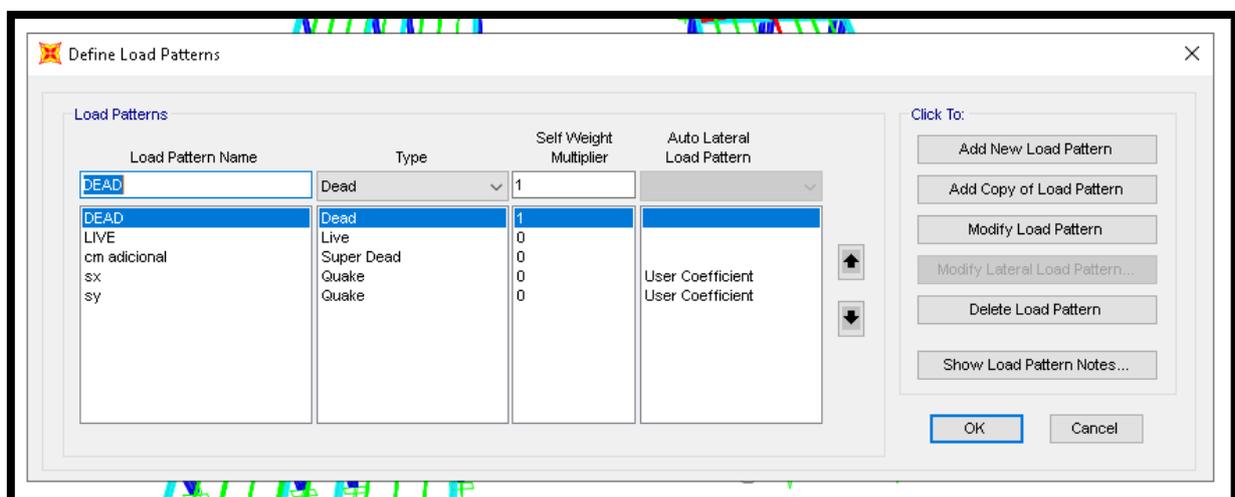


Figura 32. Ingreso de Patrones de Carga. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.8.2. COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga están regidas a la Norma NEC-SE-CG 3.4.3.

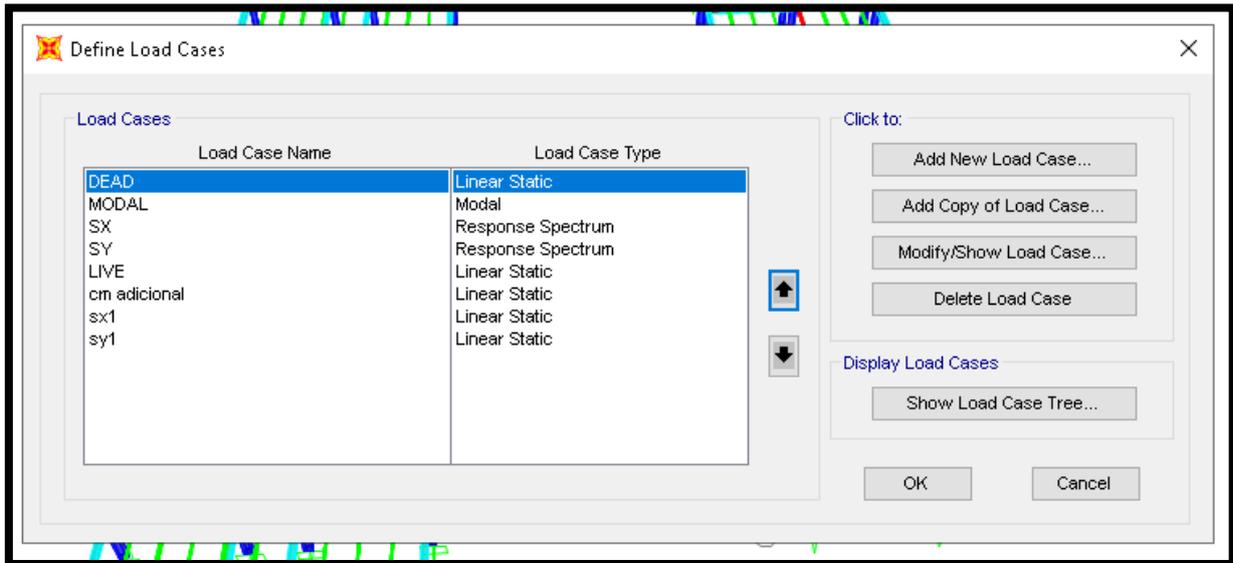


Figura 33. Ingreso Casos de Carga, incluidos los sismos. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

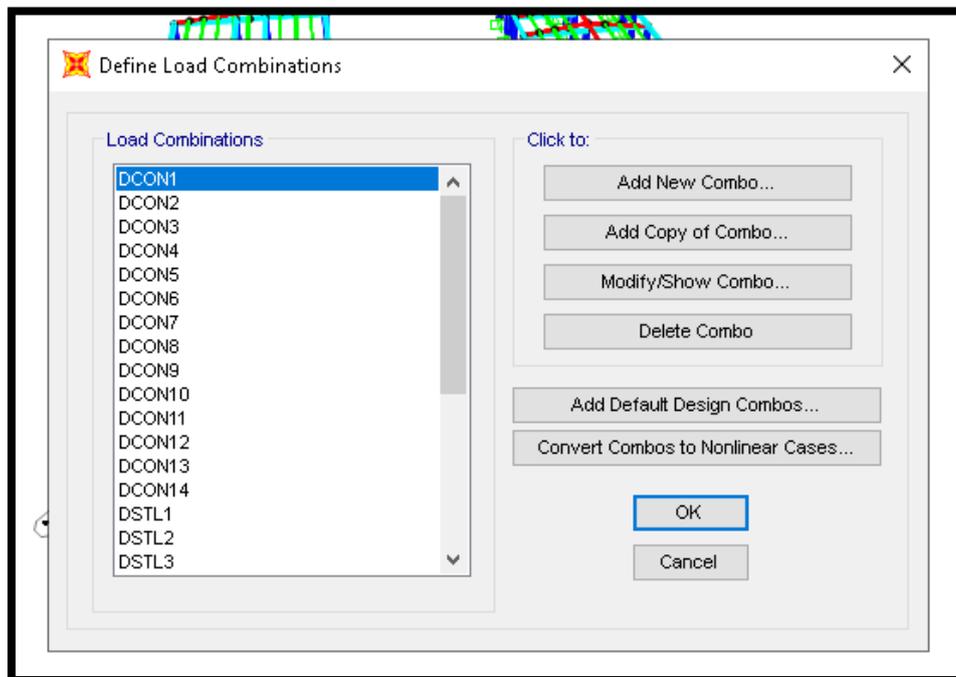


Figura 34. Ingreso Combinaciones de Carga. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

## 6.9. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para el diseño de elementos estructurales se ha tomado en cuenta que el país en que vivimos está ubicado en una alta zona sísmica, para lo cual se ha adaptado el espectro de diseño al lugar donde está ubicado el proyecto que es la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza. Todas las consideraciones de carga y diseño están debidamente señaladas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.

### 6.9.1. RESULTADO PORCENTUAL DE LAS SECCIONES DE ACERO

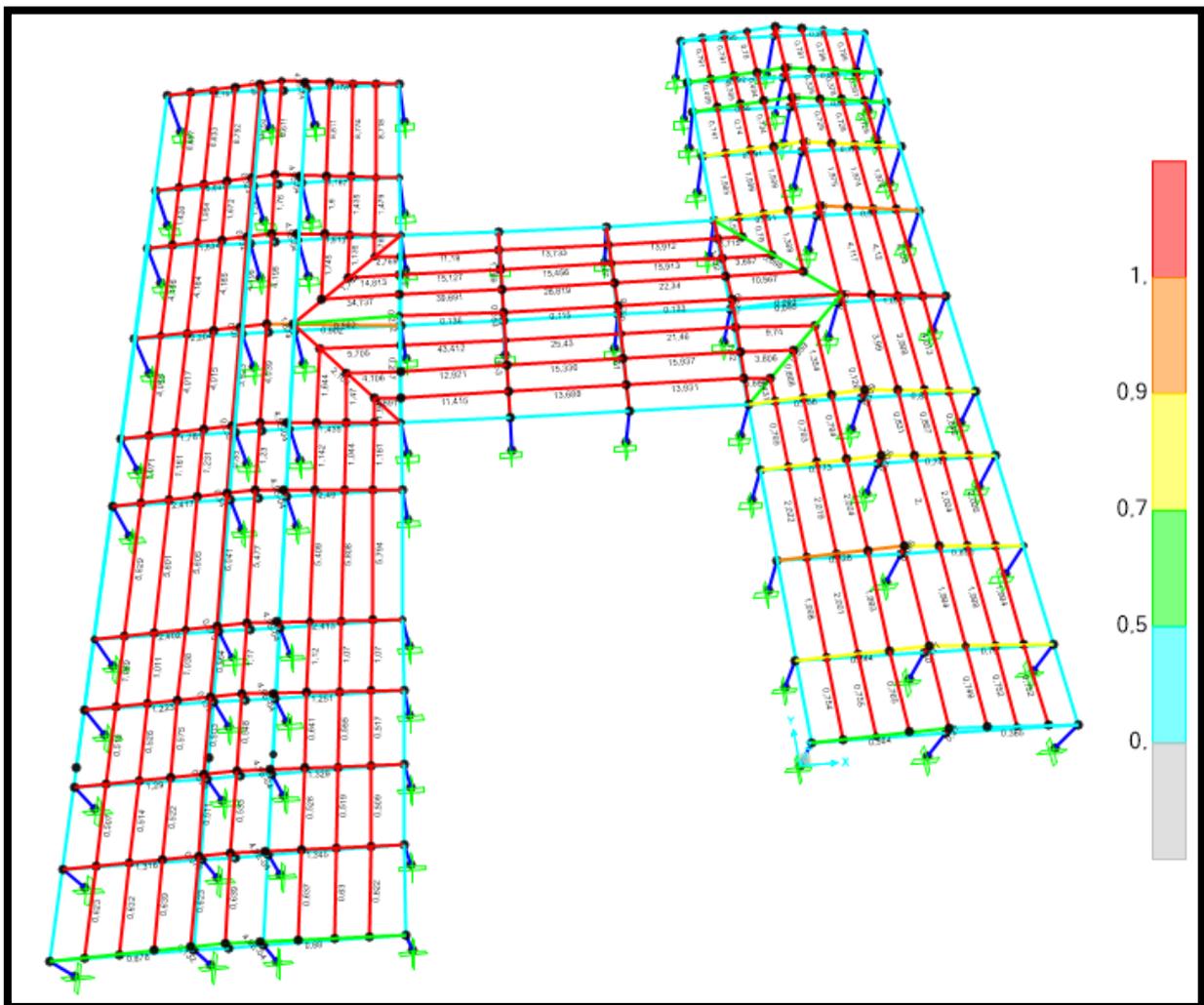


Figura 35. Secciones de Acero de toda la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

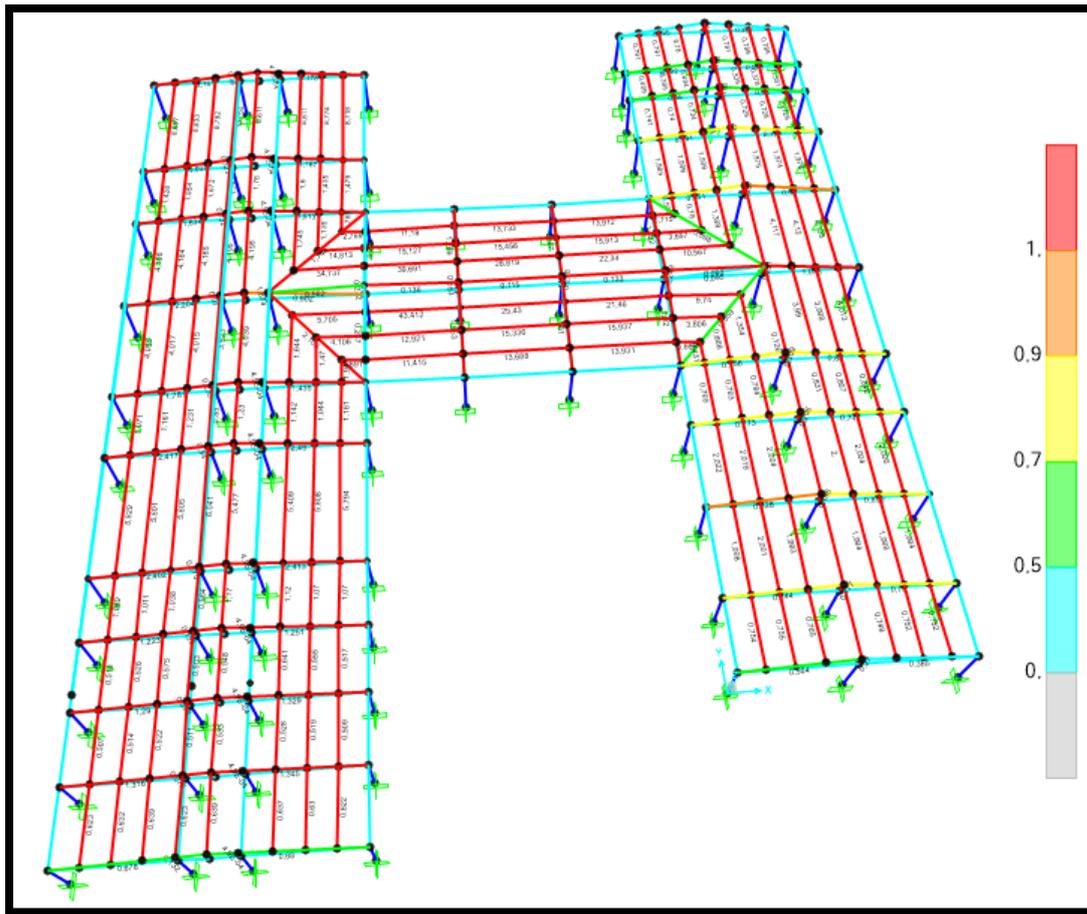


Figura 36. Secciones de Acero de toda la estructura. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

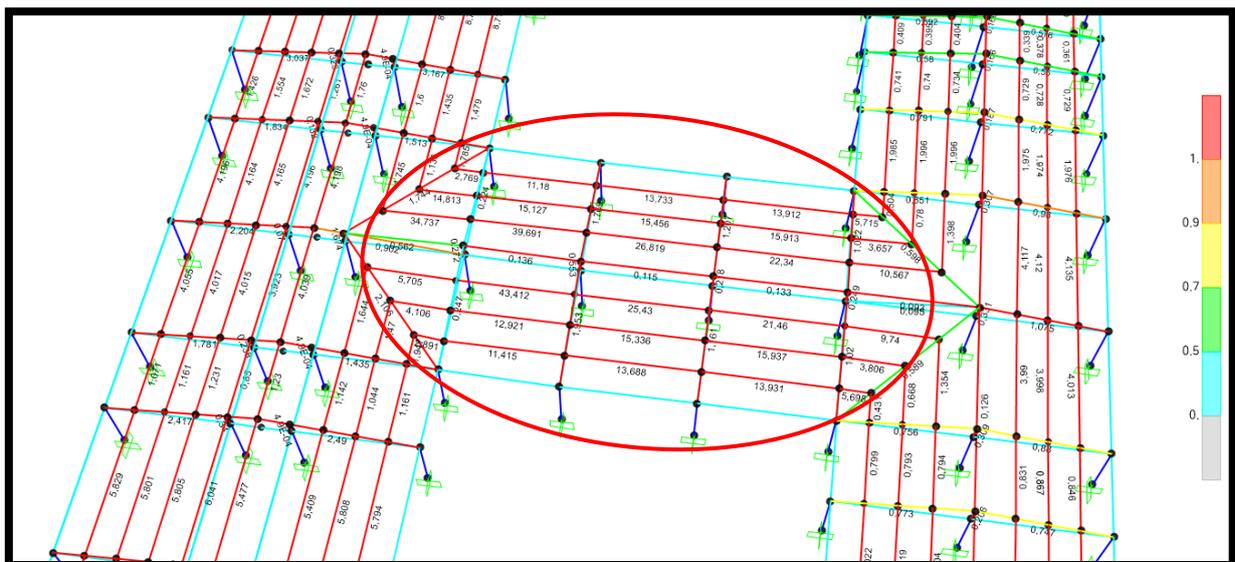


Figura 37. Secciones de más afectadas. Fuente: SAP2000, (Chicaiza N., 2021)

En la Ilustración 36. Hace referencia a que existe una gran concentración de esfuerzos en el bloque horizontal señalado, por lo que ante un inminente sismo esta estructura es la que fallaría en primera instancia o por lo menos es la que llevaría mayores daños.

## 6.10. CORTE DE PISO

A continuación, se detallan imágenes de las comprobaciones que se realizan al proyecto, los cuales se presentan en los sentidos X y Y.

### • ESTÁTICO

#### Sismo en X

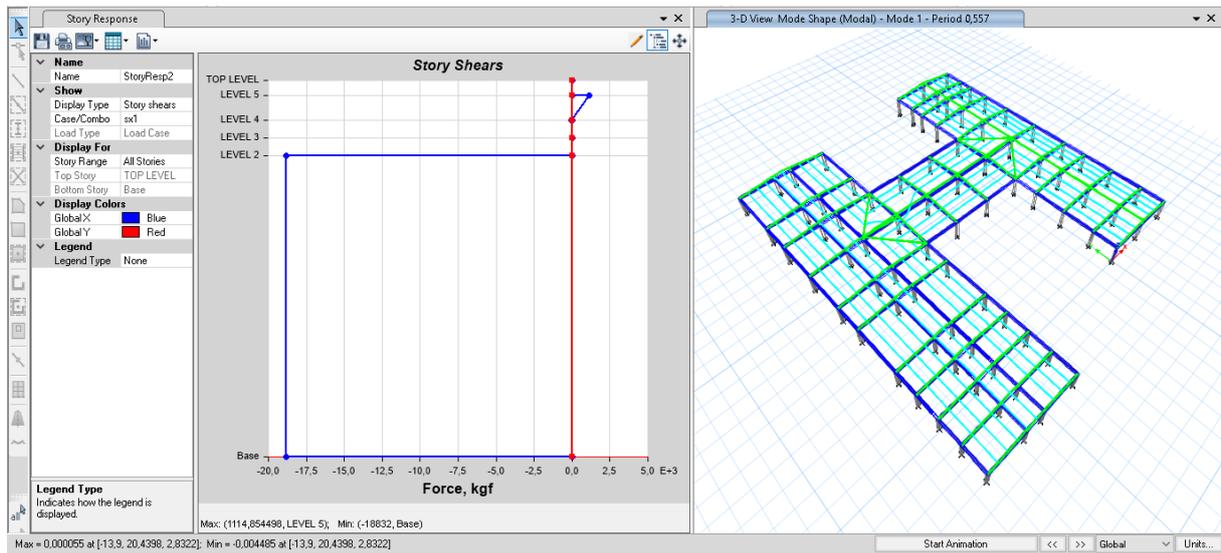


Figura 38. Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

#### Sismo en Y

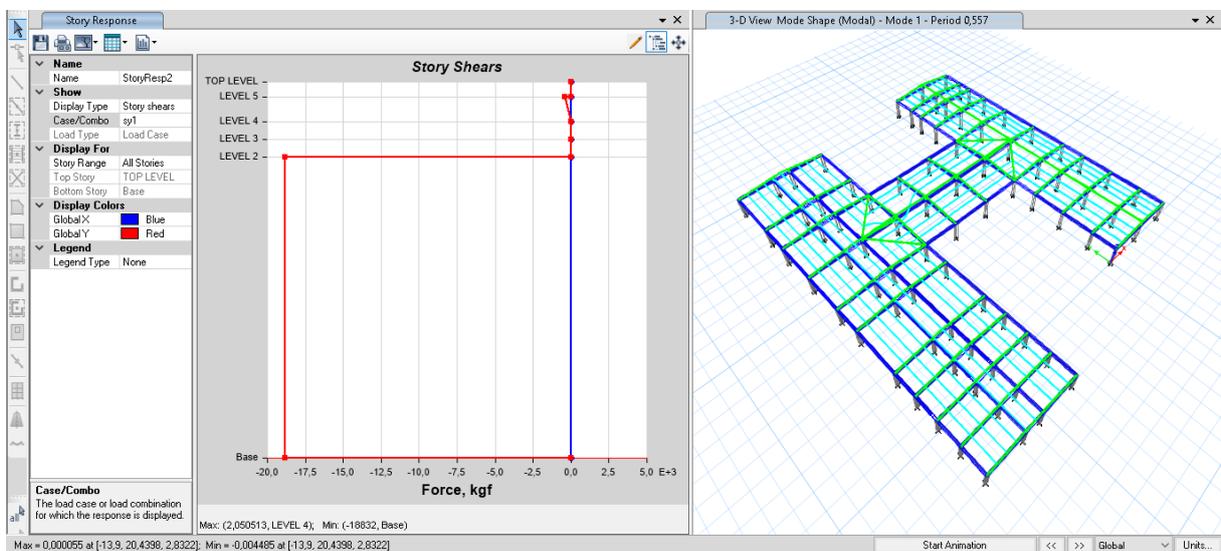


Figura 39. Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

- **DINÁMICO**

## Sismo en Dinámico X

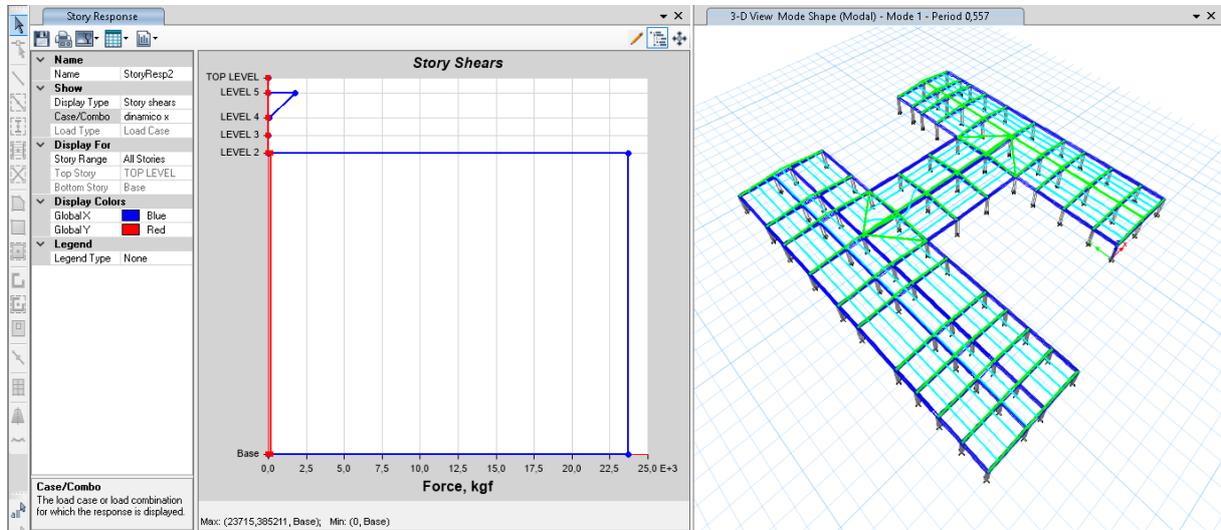


Figura 40. Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

## Sismo en Dinámico Y

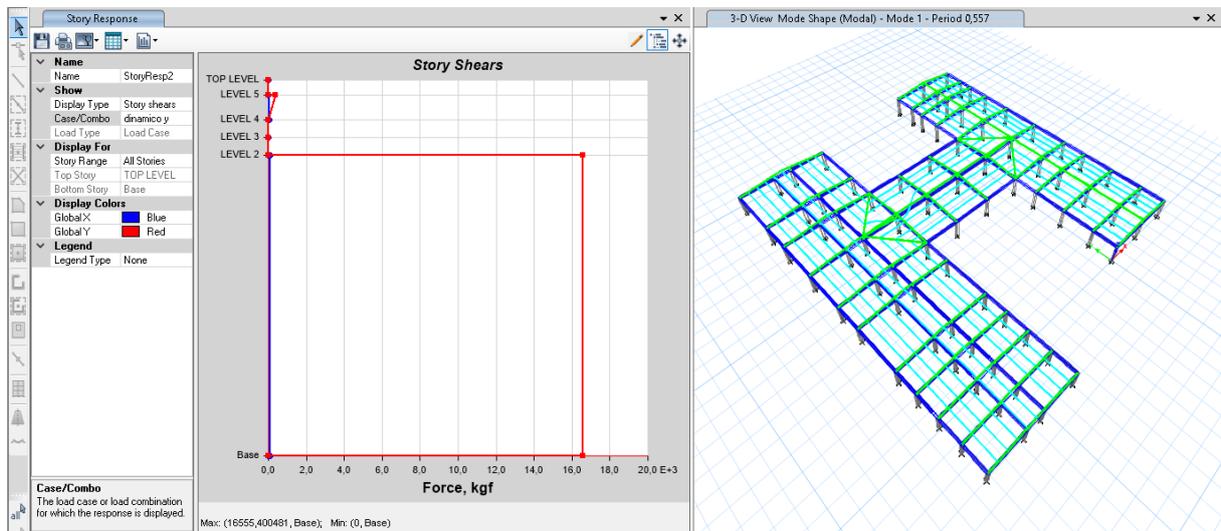


Figura 41. Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

## 6.10.1. CARGAS SÍSMICAS

- ESTÁTICO

### Sismo en X

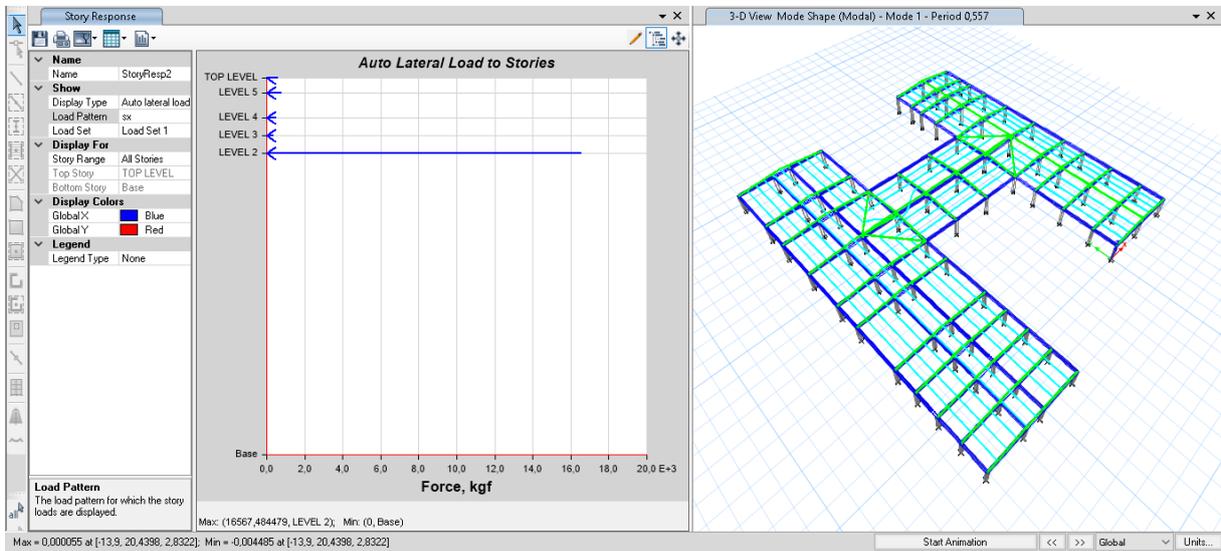


Figura 42. Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

### Sismo en Y

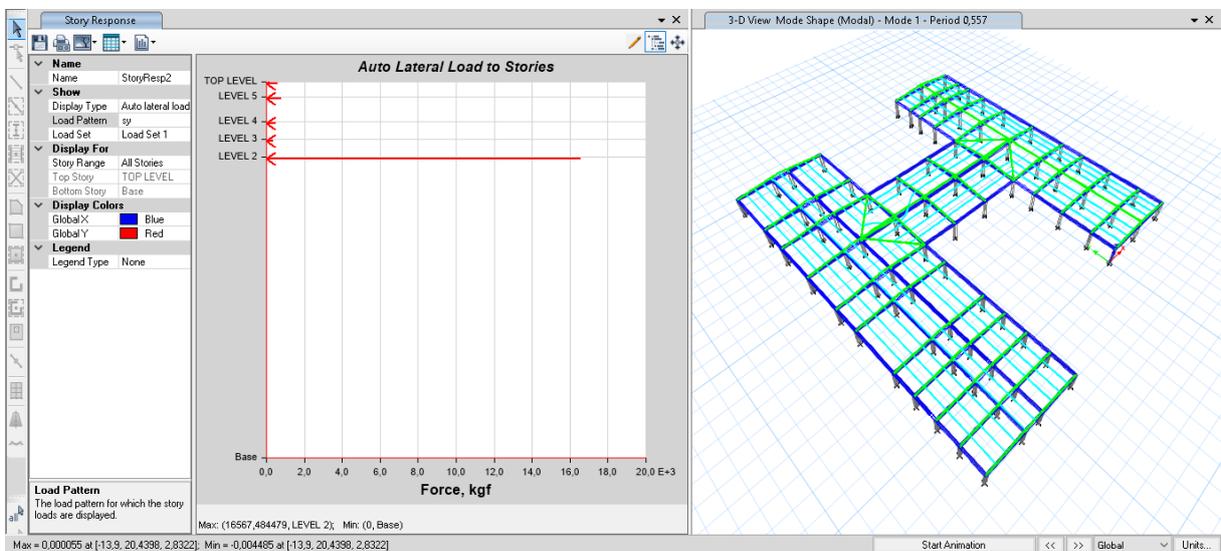


Figura 43. Gráficos de resultados. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

## 6.10.2. DERIVA SX (ESTÁTICO), DINÁMICO X (DINÁMICO).

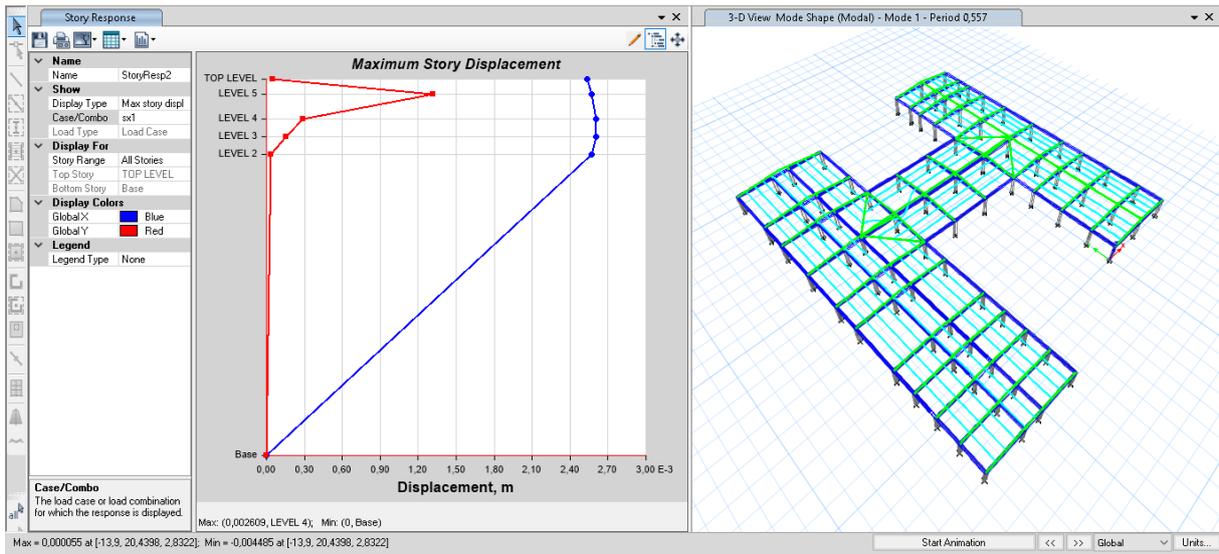


Figura 44. Gráficos de resultados sx1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

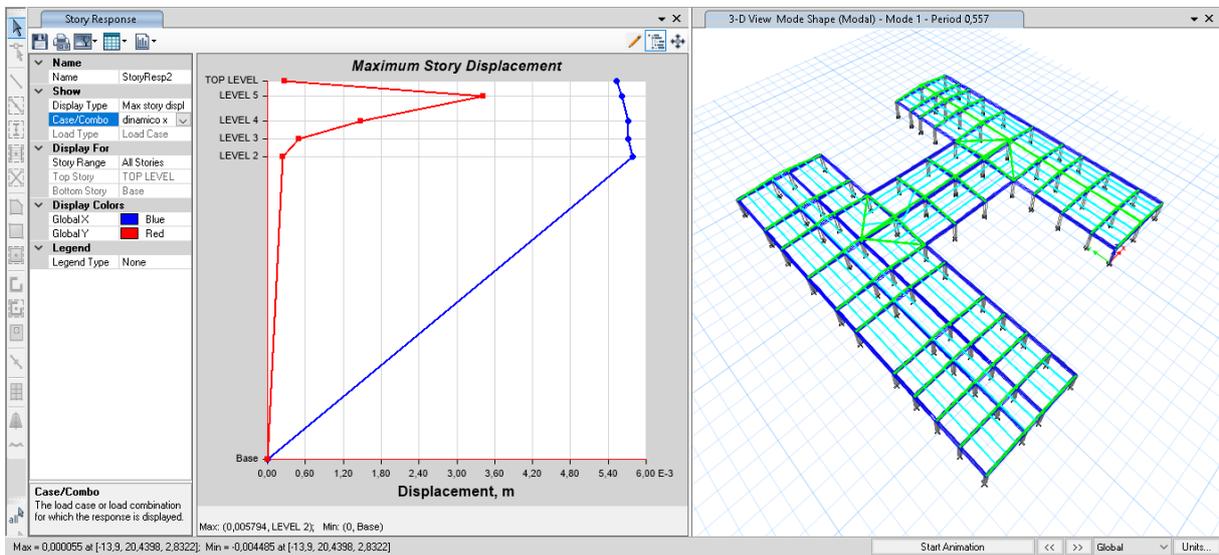


Figura 45. Gráficos de resultados dinámico x. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

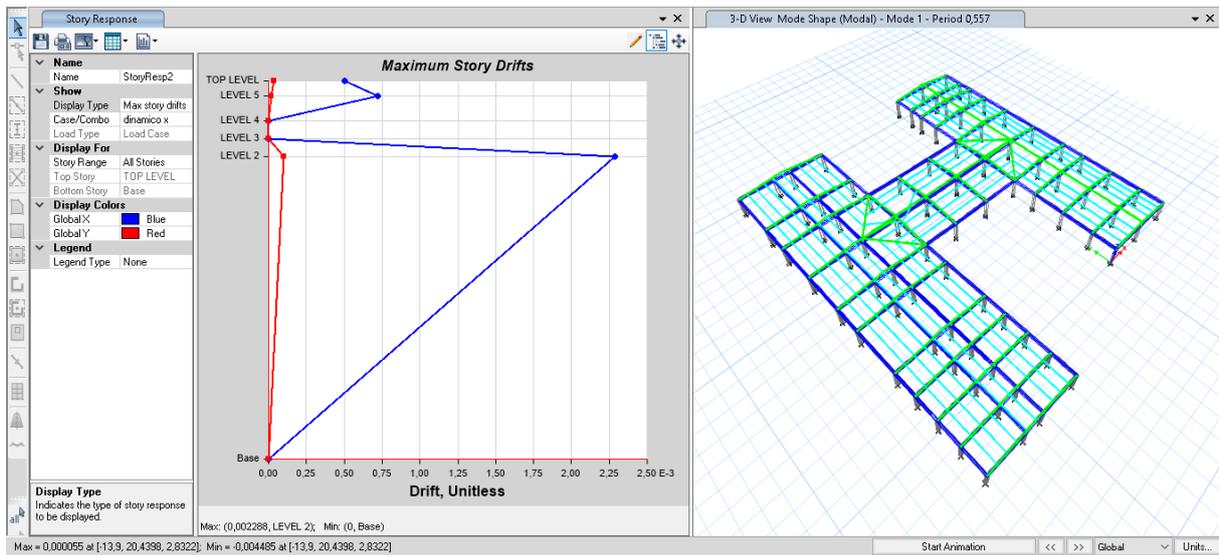


Figura 46. Gráficos de resultados dinámico x. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

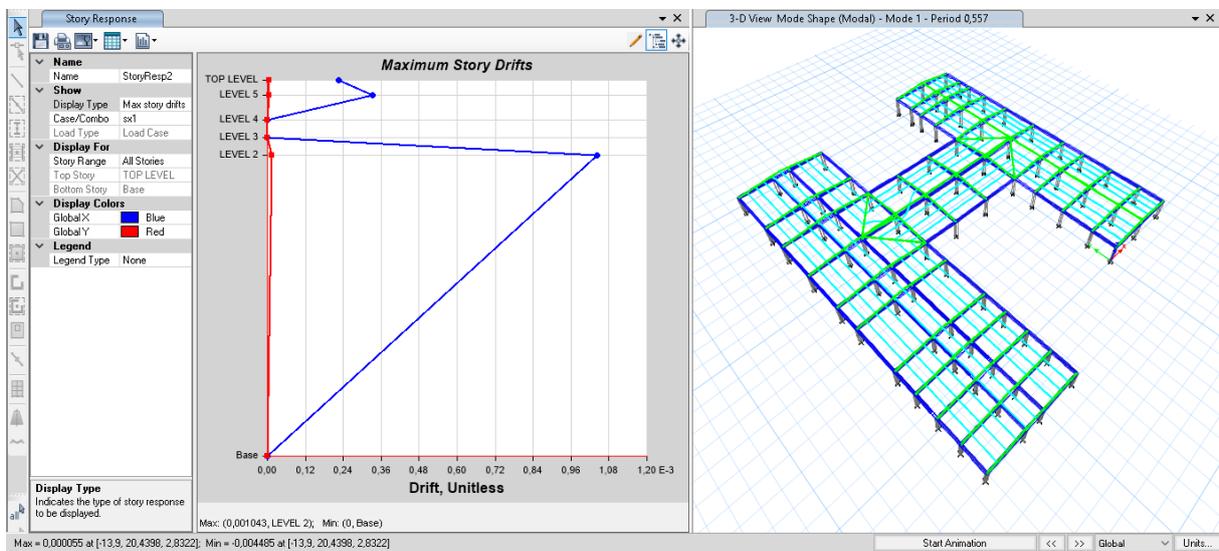


Figura 47. Gráficos de resultados sx1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

$$(0.001043 * 0.75 * 7) * 100 = 0.548\% \leq 2\%$$

### 6.10.3. DERIVA SY (ESTÁTICO), DINÁMICO Y (DINÁMICO).

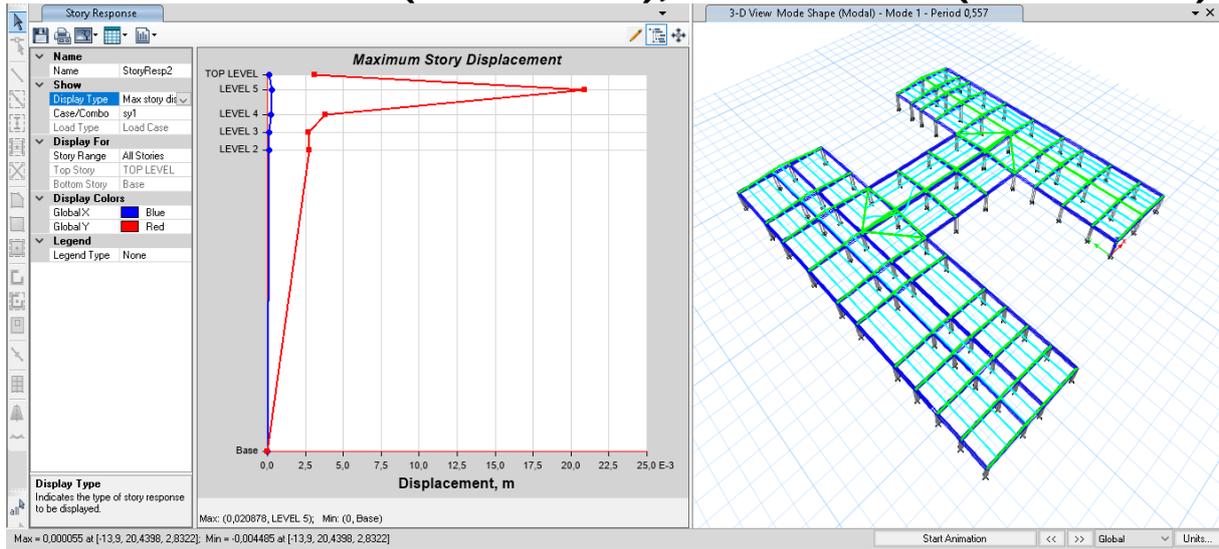


Figura 48. Gráficos de resultados sy1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

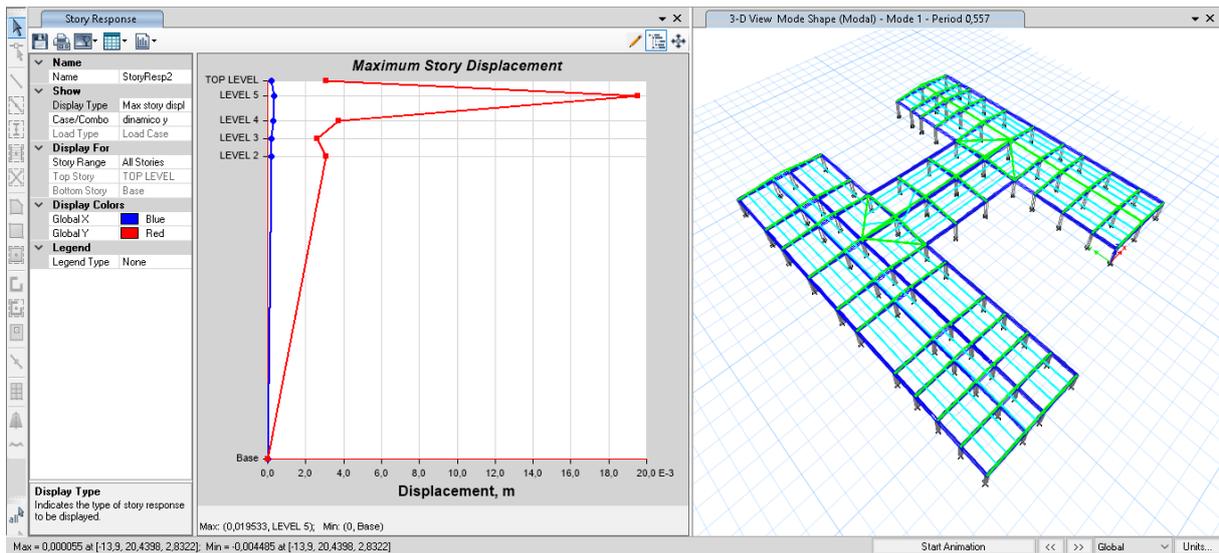


Figura 49. Gráficos de resultados dinámico y. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

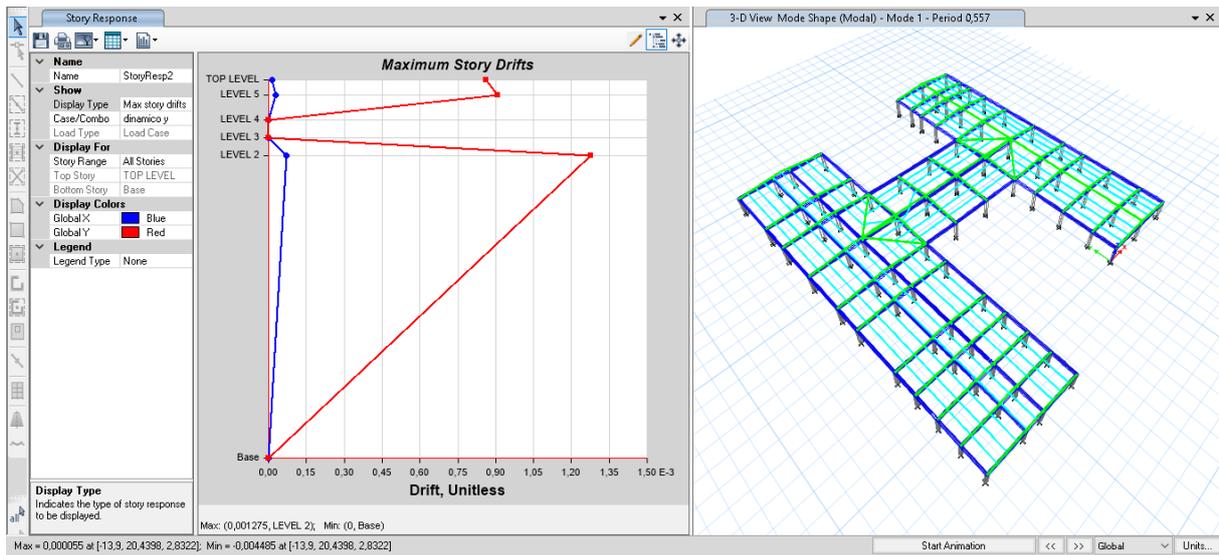


Figura 50. Gráficos de resultados dinámico y. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

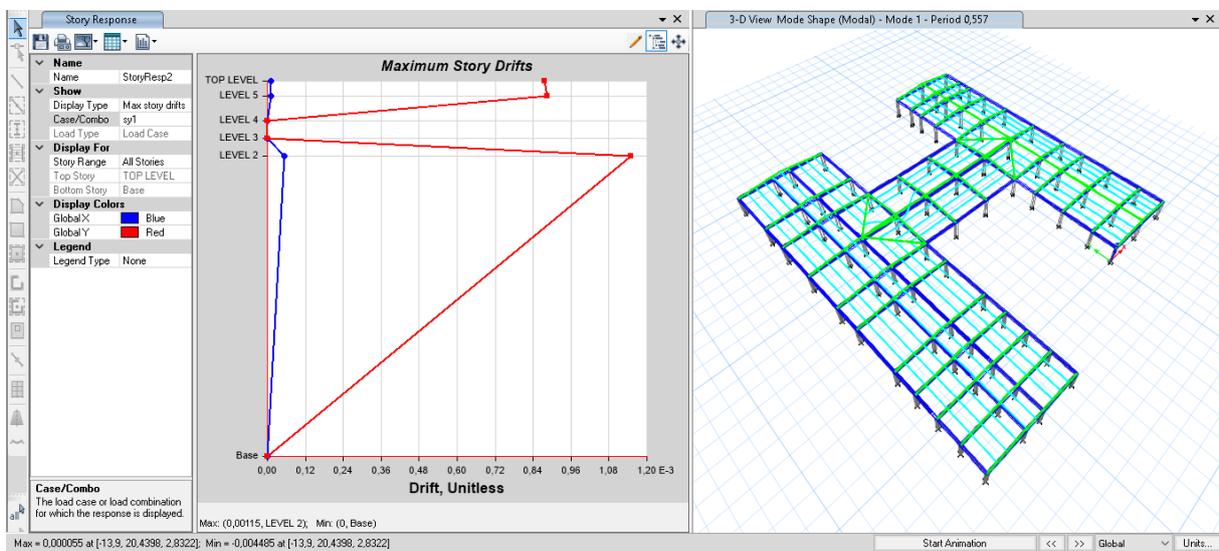


Figura 51. Gráficos de resultados sy1. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

$$(0.00115 * 0.75 * 7) * 100 = 0.604\% \leq 2\%$$

## 6.11. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MODELADO EN LOS PROGRAMAS SAP200 Y ETABS

En base a los resultados obtenidos en los programas mencionados se pudo verificar que la estructura fue bien diseñada, la poca cantidad de masas que aporta la estructura del techo hace que no exista torsión en planta aun siendo la edificación de una forma irregular que en otro caso y con mayor cantidad de niveles estaríamos hablando de torsión en planta la cual representaría un peligro sísmico

Actualmente ya no se diseñan edificaciones con características similares a las estudiadas y más bien se distribuyen las construcciones en elevación de manera equilibrada, no obstante, el hecho que exista un buen diseño no lo hace libre de vulnerabilidad sísmica pues existen otros condicionantes que lo hacen frágil al sismo, por ejemplo el tiempo de vida útil de la estructura que en este caso está al borde de cumplirse, la calidad de los materiales utilizados a la época los cuales no fueron los adecuados, y el deterioro de las cimentaciones que lo hacen más vulnerable a asentamientos a corto plazo.

Dicho de otro modo, la estructura actualmente se encuentra en buenas condiciones, pero no se descarta el deterioro progresivo de las estructuras antes mencionadas con el pasar del tiempo por lo que se recomienda tomar las medidas necesarias ayudados de las fichas técnicas patológicas que se redactan a lo largo del proyecto.

### 6.11.1. Periodo de vibración de la estructura

**1 PERIODO DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA**  
 - MODAL 1      Periodo de Vibración Sísmico > Periodo Estático  
 0,557 > 0,2256731      **OK**

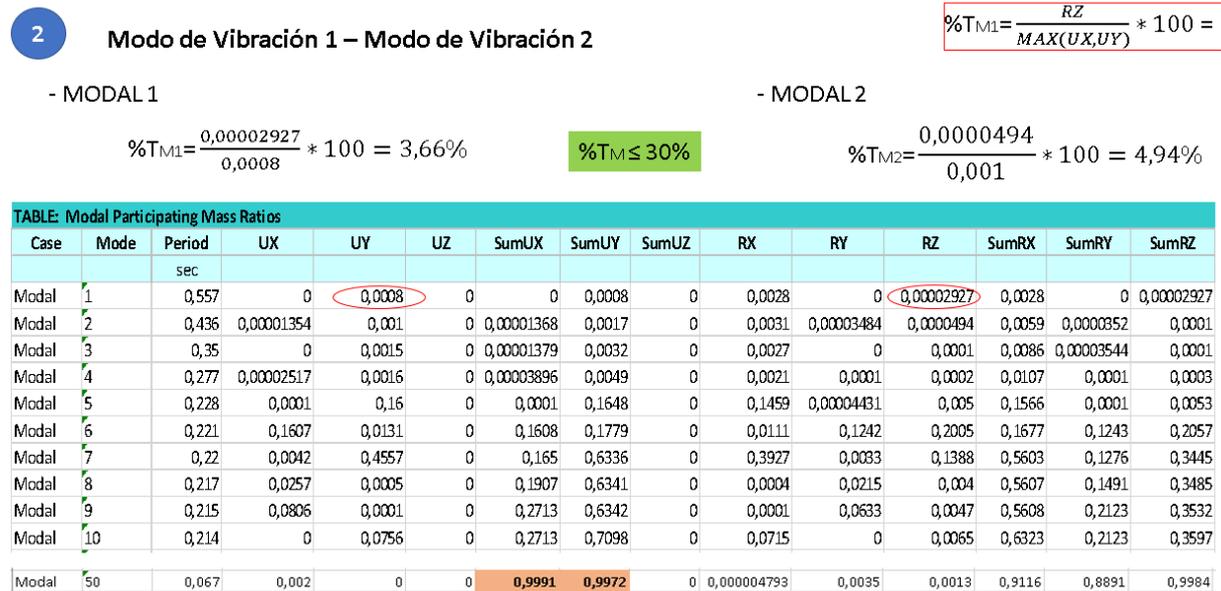
PERÍODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA	
T ESTR=	<b>0,2256731 seg</b>

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	0,557	0	0,0008	0	0	0,0008	0	0,0028	0	0,00002927	0,0028	0	0,00002927
Modal	2	0,436	0,00001354	0,001	0	0,00001368	0,0017	0	0,0031	0,00003484	0,0000494	0,0059	0,0000352	0,0001
Modal	3	0,35	0	0,0015	0	0,00001379	0,0032	0	0,0027	0	0,0001	0,0086	0,00003544	0,0001
Modal	4	0,277	0,00002517	0,0016	0	0,00003896	0,0049	0	0,0021	0,0001	0,0002	0,0107	0,0001	0,0003
Modal	5	0,228	0,0001	0,16	0	0,0001	0,1648	0	0,1459	0,00004431	0,005	0,1566	0,0001	0,0053
Modal	6	0,221	0,1607	0,0131	0	0,1608	0,1779	0	0,0111	0,1242	0,2005	0,1677	0,1243	0,2057
Modal	7	0,22	0,0042	0,4557	0	0,165	0,6336	0	0,3927	0,0033	0,1388	0,5603	0,1276	0,3445
Modal	8	0,217	0,0257	0,0005	0	0,1907	0,6341	0	0,0004	0,0215	0,004	0,5607	0,1491	0,3485
Modal	9	0,215	0,0806	0,0001	0	0,2713	0,6342	0	0,0001	0,0633	0,0047	0,5608	0,2123	0,3532
Modal	10	0,214	0	0,0756	0	0,2713	0,7098	0	0,0715	0	0,0065	0,6323	0,2123	0,3597

Figura 52. Comprobación del periodo de vibración de la estructura. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

Se puede observar que el periodo de vibración sísmico en el MODAL1 es de 0,557s, el mismo que es mayor al periodo estático de 0,2256731s, máximo en un 30% como dicta la norma, lo cual indica que la estructura está correctamente diseñada.

## 6.11.2. MODO DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA



Con los 50 Modos considerados obtenemos para la dirección X una participación de masa de 99,91% y para Y de 99,72%

Figura 53. Comprobación del Modo de vibración de la estructura. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

Los modos de vibración son la forma de cómo se mueve la estructura ante la excitación dinámica.

El modo predominante se determina mirando donde ocurre la mayor participación de masas, si la división es menor al 30%, no hay torsión en planta, si sale mayor al 30% si hay torsión en planta y por lo tanto hay que rediseñar la estructura; podríamos poner un muro, diafragma o rigidizador para evitar ese desfase y así evitar la existencia de torsión en planta.

En cuanto a la participación de masas se debe cumplir hasta el 90% de la participación, en este caso se puede observar que se cumple esta condición por lo que se vuelve a determinar un buen diseño.

### 6.11.3. CORTANTES DE BASE

#### 3 CORTANTES DE BASE

Dinámico X → análisis Dinámico  
 SX1 → análisis Estático

Dinámico X mayor al 85% de SX1

Dinámico Y mayor al 85% de SY1

X		Y	
Dinámico X	16,061784	Dinámico Y	16,075284
SX1	18,83249	SY1	18,83249
TOTAL % =	85%	TOTAL % =	85%

TABLE: Base Reactions

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf
sx1	LinStatic		-18,8325	0
sy1	LinStatic		0	-18,8325
dinamico x	LinRespSpec	Max	16,0618	0,1316
dinamico y	LinRespSpec	Max	0,0857	16,0753

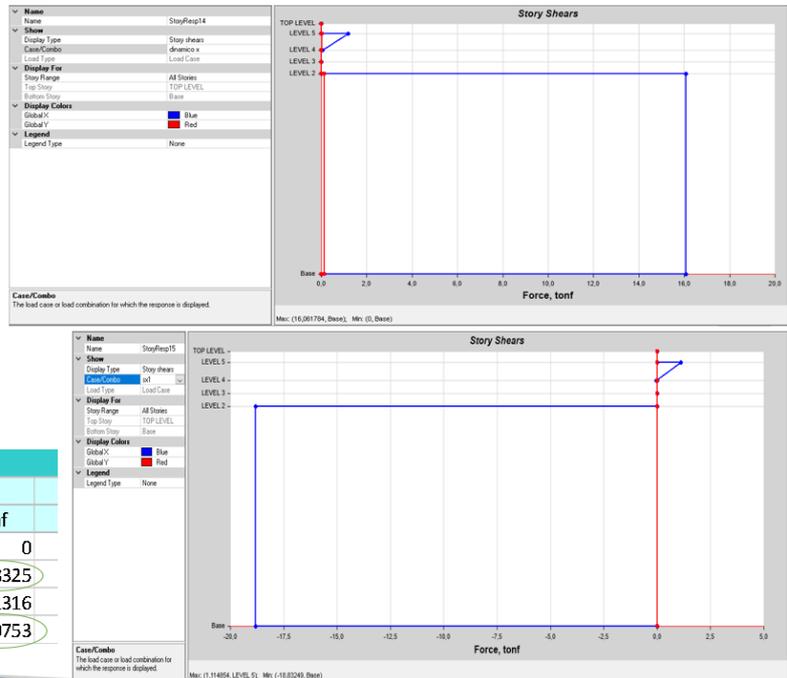


Figura 54. Comprobación de los cortantes de Base. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

#### 3 CORTANTES DE BASE

Dinámico Y → análisis Dinámico  
 SY1 → análisis Estático

Dinámico X mayor al 85% de SX1

Dinámico Y mayor al 85% de SY1

X		Y	
Dinámico X	16,061784	Dinámico Y	16,075284
SX1	18,83249	SY1	18,83249
TOTAL % =	85%	TOTAL % =	85%

TABLE: Base Reactions

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf
sx1	LinStatic		-18,8325	0
sy1	LinStatic		0	-18,8325
dinamico x	LinRespSpec	Max	16,0618	0,1316
dinamico y	LinRespSpec	Max	0,0857	16,0753

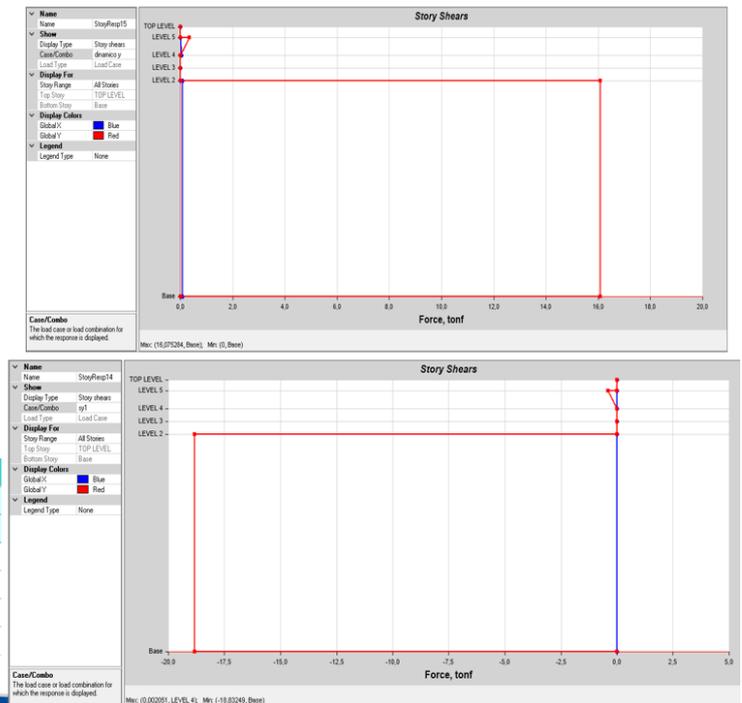


Figura 55. Comprobación de los cortantes de Base. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

“El valor del cortante dinámico total en la base obtenida por cualquier método de análisis dinámico, no debe ser menor al 85% del cortante basal V obtenido por el método estático (Para estructuras irregulares)”, por lo tanto, se pudo comprobar que se cumple con esta condición determinada por la norma tanto en X como en Y. (NEC-SE-DS, 2014)

### 6.11.4. DERIVAS DE PISO

#### 4 VERIFICACIÓN DE DERIVAS DE PISO

$$\Delta = \frac{\Delta_{sup} - \Delta_{inf}}{h}$$

$$\Delta = \frac{0,0065 - 0}{4,8} = 0,00155$$

$$D = (\Delta * R * 0,75) * 100$$

$$D = (0,00155 * 7 * 0,75) * 100$$

$$D = 0,81 \%$$

$$D \leq 2 \%$$

$$0,81 \leq 2 \% \quad \text{CUMPLE}$$

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Tabla 7 : Valores de  $\Delta_M$  máximos, expresados como fracción de la altura de piso

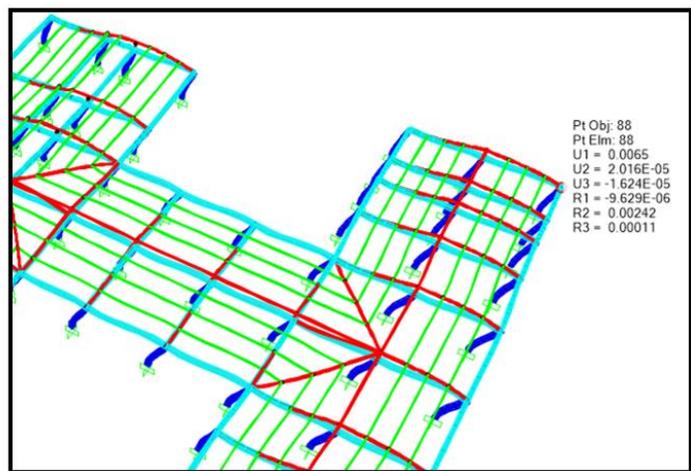
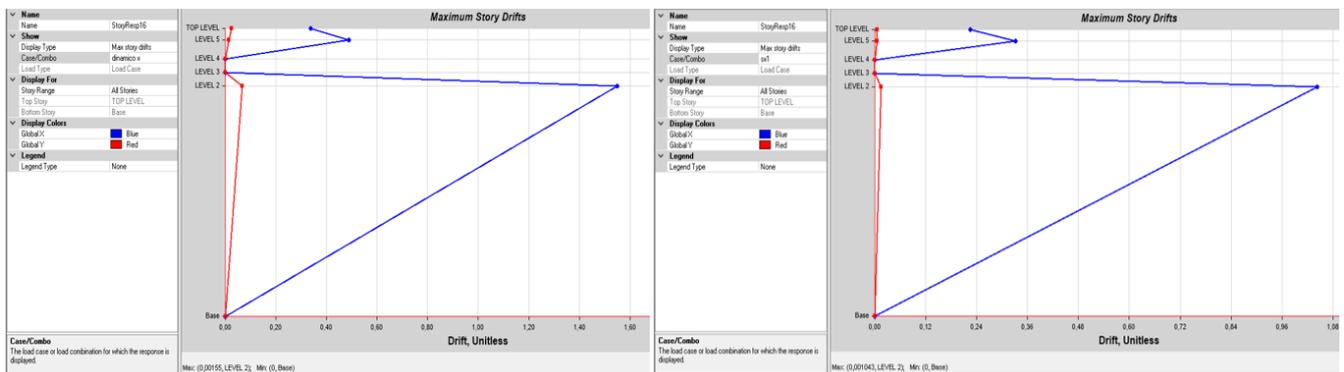


Figura 56. Comprobación de Derivas de Piso. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)



Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	<2%	
							m	m	m		
TOP LEVEL	sx1	LinStatic		X	0,000224	11	4,65	11	3	0,12%	CUMPLE
TOP LEVEL	sy1	LinStatic		Y	0,000876	32	4,65	36,04	3	0,46%	CUMPLE
TOP LEVEL	dinamico x	LinRespSpec	Max	X	0,000938	11	4,65	11	3	0,18%	CUMPLE
TOP LEVEL	dinamico y	LinRespSpec	Max	Y	0,000936	2	4,65	0	3	0,44%	CUMPLE
LEVEL5	sx1	LinStatic		X	0,000931	89	-20,5	27,64	2,8797	0,17%	CUMPLE
LEVEL5	sy1	LinStatic		Y	0,000885	77	-20,5	19,142	2,8797	0,46%	CUMPLE
LEVEL5	dinamico x	LinRespSpec	Max	X	0,000488	89	-20,5	27,64	2,8797	0,26%	CUMPLE
LEVEL5	dinamico y	LinRespSpec	Max	Y	0,000881	77	-20,5	19,142	2,8797	0,46%	CUMPLE
LEVEL2	sx1	LinStatic		X	0,001043	88	-24,85	27,64	2,4	0,55%	CUMPLE
LEVEL2	sy1	LinStatic		Y	0,00115	108	-4,8	24,04	2,4	0,60%	CUMPLE
LEVEL2	dinamico x	LinRespSpec	Max	X	0,00155	94	-24,85	33,84	2,4	0,81%	CUMPLE
LEVEL2	dinamico y	LinRespSpec	Max	Y	0,001238	108	-4,8	24,04	2,4	0,65%	CUMPLE

Figura 57. Comprobación de derivas de piso. Fuente: ETABS, (Chicaiza N., 2021)

Para la verificación de las derivas de piso, estas deben ser menor o igual al 2%, lo cual se puede evidenciar que cumple, en el caso que no cumpla habría que aumentar la sección de las columnas, pensar en un muro tipo pantalla o en unos arriostramientos para ajustar la deriva y controlarla.

En conclusión y después de todo el proceso de cálculos, se puede demostrar que es una estructura bien diseñada y que no presenta mayores problemas estructurales.

## 6.12. TABLAS DE RESULTADOS DEL DISEÑO

TABLE: Base Reactions											
Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	X	Y	Z
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m	m	m	m
sx1	LinStatic		-18832,49	0	0	0	-46036,58	293294,13	0	0	0
sy1	LinStatic		0	-18832,49	0	46036,58	0	200726,9	0	0	0
dinamico x	LinRespSpec	Max	23715,39	194,33	0	470,26	57679,54	369780,31	0	0	0
dinamico y	LinRespSpec	Max	88,3	16555,4	0	40463,66	215,5	200998,29	0	0	0

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	0,557	0	0,0008	0	0	0,0008	0	0,0028	0	0,00002927	0,0028	0	0,00002927
Modal	2	0,436	0,00001354	0,001	0	0,00001368	0,0017	0	0,0031	0,00003484	0,0000494	0,0059	0,0000352	0,0001
Modal	3	0,35	0	0,0015	0	0,00001379	0,0032	0	0,0027	0	0,0001	0,0086	0,00003544	0,0001
Modal	4	0,277	0,00002517	0,0016	0	0,00003896	0,0049	0	0,0021	0,0001	0,0002	0,0107	0,0001	0,0003
Modal	5	0,228	0,0001	0,16	0	0,0001	0,1648	0	0,1459	0,00004431	0,005	0,1566	0,0001	0,0053
Modal	6	0,221	0,1607	0,0131	0	0,1608	0,1779	0	0,0111	0,1242	0,2005	0,1677	0,1243	0,2057
Modal	7	0,22	0,0042	0,4557	0	0,165	0,6336	0	0,3927	0,0033	0,1388	0,5603	0,1276	0,3445
Modal	8	0,217	0,0257	0,0005	0	0,1907	0,6341	0	0,0004	0,0215	0,004	0,5607	0,1491	0,3485
Modal	9	0,215	0,0806	0,0001	0	0,2713	0,6342	0	0,0001	0,0633	0,0047	0,5608	0,2123	0,3532
Modal	10	0,214	0	0,0756	0	0,2713	0,7098	0	0,0715	0	0,0065	0,6323	0,2123	0,3597
Modal	11	0,212	0,093	0,0001	0	0,3643	0,7099	0	0,0002	0,0707	0,0547	0,6325	0,2831	0,4143
Modal	12	0,21	0,0002	0,2391	0	0,3645	0,949	0	0,2427	0,0002	0,1468	0,8752	0,2833	0,5611
Modal	13	0,209	0,1055	6,106E-07	0	0,4701	0,949	0	0,0001	0,0779	0,1515	0,8752	0,3612	0,7126
Modal	14	0,206	0,0063	0,0002	0	0,4763	0,9492	0	0,0001	0,0045	0,00004815	0,8753	0,3657	0,7127
Modal	15	0,196	0,056	0,0014	0	0,5323	0,9506	0	0,0012	0,0475	0,0976	0,8765	0,4132	0,8102
Modal	16	0,184	0,0007	0,0368	0	0,533	0,9874	0	0,0232	0,0006	0,0571	0,8997	0,4138	0,8673
Modal	17	0,175	0,00001207	0,0056	0	0,533	0,9929	0	0,0019	0,00002116	0,0001	0,9016	0,4138	0,8674
Modal	18	0,159	0,0403	0,00001464	0	0,5733	0,9929	0	0,000002217	0,038	0,0281	0,9016	0,4518	0,8954
Modal	19	0,149	0,013	0,0004	0	0,5863	0,9933	0	0,0003	0,014	0,0099	0,9019	0,4658	0,9053
Modal	20	0,147	0,2488	0,000001458	0	0,8352	0,9933	0	0,0001	0,2649	0,0057	0,902	0,7307	0,911
Modal	21	0,141	0,00002484	0,0002	0	0,8352	0,9935	0	0,0002	0,00002051	0,00002763	0,9022	0,7308	0,9111
Modal	22	0,13	0,000006407	0,00001539	0	0,8352	0,9936	0	0,000001976	0,000004359	0,00000237	0,9022	0,7308	0,9111
Modal	23	0,129	0,0002	0,00002482	0	0,8354	0,9936	0	0,0000273	0,0001	0,000007062	0,9023	0,7309	0,9111
Modal	24	0,127	0,0004	0,0007	0	0,8358	0,9943	0	0,00004234	0,0004	0,0014	0,9023	0,7313	0,9125
Modal	25	0,126	0,0521	0,0000126	0	0,8878	0,9943	0	0,00002404	0,0512	0,0116	0,9023	0,7825	0,9242

Modal	26	0,124	0,03	6,111E-07	0	0,9178	0,9943	0	0	0,0303	0,0088	0,9023	0,8128	0,933
Modal	27	0,123	0,0482	0,000001899	0	0,966	0,9943	0	0,000004591	0,0451	0,0333	0,9023	0,8579	0,9663
Modal	28	0,122	0,0001	0,0000039	0	0,9661	0,9943	0	0,00003328	0,0002	0,0014	0,9024	0,8581	0,9677
Modal	29	0,12	0,00003948	0,0003	0	0,9662	0,9946	0	0,0003	0,0001	0,0003	0,9027	0,8582	0,9681
Modal	30	0,12	0,0002	0,0001	0	0,9663	0,9948	0	0,0003	0,0002	0,00003594	0,903	0,8584	0,9681
Modal	31	0,117	0,0018	0	0	0,9682	0,9948	0	0	0,0017	0,0018	0,903	0,86	0,9699
Modal	32	0,116	0,0027	0	0	0,9708	0,9948	0	0,000004534	0,0023	0,0041	0,903	0,8623	0,974
Modal	33	0,115	0,0015	0,0007	0	0,9723	0,9955	0	0,0003	0,0006	0,00001156	0,9032	0,8629	0,9741
Modal	34	0,113	0,019	0	0	0,9913	0,9955	0	0	0,0193	0,0193	0,9032	0,8822	0,9933
Modal	35	0,109	0,0001	0,0001	0	0,9914	0,9956	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,9033	0,8822	0,9935
Modal	36	0,103	0,0003	0,00002732	0	0,9917	0,9956	0	0,00001017	0,00004112	0,0001	0,9033	0,8823	0,9936
Modal	37	0,101	0,0028	0,000002236	0	0,9945	0,9956	0	0,000006562	0,0027	0,0019	0,9033	0,885	0,9955
Modal	38	0,101	0,0002	0,00001174	0	0,9946	0,9957	0	7,664E-07	0,00002124	0	0,9033	0,885	0,9955
Modal	39	0,099	0,00003891	0,0002	0	0,9947	0,9959	0	0,0038	7,196E-07	0,0001	0,9071	0,885	0,9956
Modal	40	0,096	0,0001	0	0	0,9948	0,9959	0	0,00002082	0,0001	0,0002	0,9071	0,8851	0,9958
Modal	41	0,094	0,0000117	0,00002341	0	0,9948	0,9959	0	0,00002983	5,801E-07	0,000005287	0,9072	0,8851	0,9958
Modal	42	0,09	0,0009	0,0001	0	0,9957	0,996	0	0,0009	0,000007689	0,0001	0,9081	0,8851	0,9959
Modal	43	0,085	0,0009	0,0002	0	0,9966	0,9962	0	0,0003	0,0001	0,00002592	0,9084	0,8852	0,9959
Modal	44	0,078	0,0004	0,0001	0	0,997	0,9964	0	0,0005	0,0001	0,00003667	0,9089	0,8853	0,996
Modal	45	0,078	0,0001	0,00001383	0	0,997	0,9964	0	0,0004	5,266E-07	0,0005	0,9093	0,8853	0,9964
Modal	46	0,076	0,0001	0,0005	0	0,9971	0,9969	0	0,0021	0,00003871	0,0004	0,9114	0,8853	0,9968
Modal	47	0,072	0,000004659	0,0001	0	0,9971	0,997	0	0,00002239	0,0001	0,0001	0,9114	0,8854	0,9969
Modal	48	0,071	0,00000228	0,0001	0	0,9971	0,9971	0	0,00004408	0,0001	0,0001	0,9115	0,8855	0,997
Modal	49	0,07	0,00002508	0,0001	0	0,9971	0,9972	0	0,0001	0,0002	0,00001589	0,9116	0,8856	0,997
Modal	50	0,067	0,002	0	0	0,9991	0,9972	0	0,000004793	0,0035	0,0013	0,9116	0,8891	0,9984

Tabla 33. Participación de Masas

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

- Se concluyó que la estructura hospitalaria se encuentra en buenas condiciones para seguir su funcionamiento, con lo cual se determina en base a los resultados que la edificación está bien diseñada, y no se encuentra vulnerable ante la posibilidad de un evento sísmico, por lo que el hospital respondería favorablemente para asistir a la emergencia presentada por este suceso.
- Se pudo concluir en base a las fichas técnicas patológicas que el paso del tiempo en las estructuras y los sismos de baja frecuencia además de otros resultados han dado a notar fallas no estructurales a las cuales se les puede dar un tratamiento y recuperarlas en su totalidad, no obstante, el tiempo de vida útil de la estructura está llegando a su fin, por lo que de aquí en adelante serán más visibles las fallas que se presenten.
- Se concluyó que el estrato de suelo en la ciudad de Puyo es de tipo Limo-Arcilloso con alta plasticidad y alta humedad por lo que es necesario realizar un cambió de suelo, el mismo que garantice que la estructura no se asiente y mantenga su estabilidad.
- Se analizó que es de vital importancia reforzar las cimentaciones de la estructura actual, debido a que el material precario con el que fue construido se está desprendiendo, evidenciando así la falta de triturado y arena, materiales indispensables para una óptima construcción, confirmando que los materiales utilizados para la época no eran los correctos, cabe destacar que en esa época no se contaba con una norma que rijan las construcciones, por lo que se realizaban sin problema alguno.
- Se concluyó que en la actualidad no existen daños estructurales irreversibles o de los que tengamos mayores problemas, los inconvenientes más frecuentes radican principalmente en paredes y losas afectadas por la humedad propia de la zona en la que habitamos, para lo cual hay que tomar en cuenta las recomendaciones que se han mencionado en las fichas patológicas descritas en el documento y así evitar mayores daños.

- Se concluyó en base al modelado en SAP2000, que el periodo de vibración sísmico en el MODAL1 fue de 0,557 s, el mismo que es mayor al periodo estático de 0,1783584 s, máximo en un 30% como dicta la norma, lo cual indica que la estructura si está bien diseñada.
- Se analizó en base a los modos de vibración 1 y 2, que no existe torsión en planta ya que los valores analizados no exceden el 30% tal como dicta la norma, por lo tanto, se vuelve a confirmar que la estructura tiene un buen diseño.
- Se concluyó que en el caso de que exista torsión en planta se deberá rediseñar la estructura, enfocándonos en reforzar las zonas más vulnerables, ya sea agregando un muro, un diafragma o algún rigidizador para evitar ese desfase y así impedir los problemas de torsión en planta que pudieran suceder en un futuro.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica periódicamente cada dos meses a partir de haberse cumplido el tiempo de vida útil de la estructura y así evitar colapsos parciales o totales.
- Se recomienda no realizar ampliaciones sobre la estructura existente, ya que sus refuerzos en acero se encuentran vulnerables y en el peor de los casos con corrosiones, además, está a punto de cumplirse el tiempo de vida útil, lo cual sería poner en riesgo a los profesionales que trabajan en las diferentes áreas y a las personas que a diario acuden al lugar en busca de atención médica.
- Es recomendable tener una planificación previa antes de realizar una modificación o ampliación en la estructura existente, así evitaremos construcciones improvisadas y daños visibles en las estructuras.
- Se recomienda seguir las indicaciones de las fichas técnicas patológicas para la reparación de fallas en las zonas afectadas que ahí se mencionan, lo cual ayudará a garantizar un tratamiento en las patologías encontradas, además de embellecer el hospital dando mayor confianza a los afiliados y pacientes en general, que ocupan las instalaciones.
- Se recomienda dar charlas de peligro sísmico a los trabajadores del Hospital ya que ellos son las primeras personas que deberán mantener la calma ante un eventual

sismo y socorrer a los pacientes que arriben al lugar después del mismo. Se les debe indicar las salidas de emergencia y los puntos seguros de reunión para que a su vez ellos puedan dirigir al punto de encuentro a las personas que están de paso.

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Aguiar, R. (2008). *ANÁLISIS SÍSMICO DE EDIFICIOS* (Primera ed.). Quito, Pichincha, Ecuador: Centro de Investigaciones Científicas.

Aguirre, L., Cid, K., & Valencia, L. (2010). Manual Sismos: Cómo actuar antes, durante y después. *Prevención de Riesgos*, 5.

Amaguaña Amagua, D. E., & Yumbay Agualongo, E. P. (2016). "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL NÚMERO DE MODOS DE VIBRACIÓN EN LA RESPUESTA TOTAL DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO". Tesis, Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado el 09 de 01 de 2022, de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/6933/1/T-UCE-0011-226.pdf>

Bonett Díaz, R. L. (2003). *VULNERABILIDAD Y RIESGO SÍSMICO DE EDIFICIOS, APLICACIÓN A ENTORNOS URBANOS EN ZONAS DE AMENAZA ALTA Y MODERADA*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Recuperado el 10 de 01 de 2022

Caicedo Caicedo, C., Barbat Barbat, H. A., Canas Torres, J. A., & Aguiar Falconí, R. (1994). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS*. (A. Barbat, Ed.) Barcelona, España: Monografías de Ingeniería Sísmica.

Campos, J., Tapia, L., & Peralta, D. (2019). *Actualización del Plan Médico-Funcional*. Plan Médico-Funcional, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Dirección del Seguro General de Salud Individual y Familiar, Puyo.

Chicaiza N., J. A. (07 de 08 de 2021). ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL BÁSICO EL PUYO. Puyo, Pastaza, Ecuador.

Dirección de Planificación-Gestión de Riesgos. (2014). *Plan Hospitalario para Emergencias y Desastres del Hospital General Puyo - 2014*. Plan Hospitalario, Ministerio de Salud Pública, Coordinación Zonal 3 de Salud, Puyo.

Espinoza Villafane, A. A., & Quinto De la Cruz, W. J. (2018). *ESTUDIO COMPARATIVO DE RESPUESTAS SÍSMICAS ENTRE MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO-HISTORIA APLICADO A UN EDIFICIO 16 PISOS EN EL DISTRITO*

DE MAGDALENA DEL MAR. Universidad César Vallejo, Lima. Recuperado el 10 de 01 de 2022

Falconí, R. A. (2008). *Análisis Sísmico de Edificios* (Primera ed., Vol. I). (E. P. Ejército, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: Centro de investigaciones científicas. Recuperado el 30 de Abril de 2021, de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35074650/ANALISISISMICODEEDIFICIOS.pdf?1412935814=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS\\_SISMICO\\_DE\\_EDIFICIOS.pdf&Expires=1619838489&Signature=Ln8Edg8jQ5npIn4jx1WvdEGVxlapSIFK3vZ-pW3OuygBC7kzVACC](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35074650/ANALISISISMICODEEDIFICIOS.pdf?1412935814=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_SISMICO_DE_EDIFICIOS.pdf&Expires=1619838489&Signature=Ln8Edg8jQ5npIn4jx1WvdEGVxlapSIFK3vZ-pW3OuygBC7kzVACC)

Google Maps. (12 de Julio de 2015). Ubicación Hospital Básico "El Puyo". Puyo, Pastaza.

Guayanlema, L. (08 de 04 de 2011). *Fotopaises.com*. Obtenido de Fotopaises.com: <https://www.fotopaises.com/foto/mina-del-kilo-mera-ecuador-304127>

IESS. (2017). *Plan de Gestión de Riesgos Hospital Básico IESS-Puyo*. Informe de Gestión de Riesgos, Hospital Básico "El Puyo", Gestión de Riesgos, Puyo.

Ing. Gavilanes, L. (2010). *Estudio de Suelos Hospital del Seguro Social "El Puyo"*. Estudio Geotécnico, Hospital Básico "El Puyo", Puyo.

Melone, S. S. (2002). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de <https://www.tdx.cat/handle/10803/6226#page=1>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (21 de Enero de 2014). *Habitad y Vivienda*. Obtenido de Habitad y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/ecuador-cuenta-con-una-norma-actualizada-para-la-construccion-antisismica/>

NEC-SE-DS. (2014). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

Organización Panamericana de la Salud. (2000). Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. *Serie Mitigación de Desastres*. Obtenido de [http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Mitigasalud/Mitigacion/Publicaciones/02\\_Fundamentos/Spanish/mit6-libro%20completo.pdf](http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Mitigasalud/Mitigacion/Publicaciones/02_Fundamentos/Spanish/mit6-libro%20completo.pdf)

Quinde, P., & Reinoso, E. (Junio de 2016). Estudio de Peligro Sísmico de Ecuador y la Propuesta de Espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería Sísmica*(94). Recuperado el 01 de Junio de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2016000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001)

Servicio Nacional De Gestión De Riesgos Y Emergencias. (18 de Abril de 2017). *Gestión de Riesgos*. Obtenido de Gestión de Riesgos: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/sismo-de-6-1-con-epicentro-en-la-provincia-de-pastaza/>

Taipe, L. M. (2013). *Análisis de las Ecuaciones de Predicción de Movimientos de Suelo para el Ecuador Utilizando Datos Registrados durante el periodo 2000 - 2011 en Estaciones Sísmicas de Banda Ancha y Acelerógrafos*. Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Ingeniería en Geología y Petróleos, Quito. Recuperado el 01 de Junio de 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6447/1/CD-4961.pdf>

# ANEXOS

## CRONOGRAMA

		CRONOGRAMA DE AVANCE DE TESIS																					
		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES INVESTIGATIVAS DE TESIS DE GRADO																					
		TEMA: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL BÁSICO EL PUYO																					
		UBICACIÓN: CIUDAD DE PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA																					
ACTIVIDADES		2021																					
ITEM	TAREA	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
CAPÍTULO 1	Resumen, Introducción	■																					
	Antecedentes y estado del arte		■																				
	Síntesis de daños observados, estudios anteriores, iniciativas norteamericanas, iniciativas europeas, otras experiencias			■																			
	Limitaciones, Resumen y discusión, objetivo general, objetivos específicos				■																		
CAPÍTULO 2	Conceptos, Análisis sísmico, vulnerabilidad sísmica, reducción o mitigación del riesgo sísmico					■																	
	Índice de daño, Ductilidad, Amenaza Sísmica Nacional y local						■																
	Edificaciones Esenciales							■															
	Métodos de valoración de la vulnerabilidad sísmica								■														
CAPÍTULO 3	Evaluación de la estructura existente, estudios preliminares, descripción del hospital									■													
	Selección y justificación del bloque a ser analizado										■												
	Descripción de la estructura a ser analizada (Columnas, vigas, Cimentación, Losas, Materiales)											■											
	Diagnóstico de la antigua unidad												■										

Tabla 34. Cronograma de actividades

### Plano Referencial del Hospital Básico “El Puyo”



Figura 58. Plano del Hospital Básico El Puyo

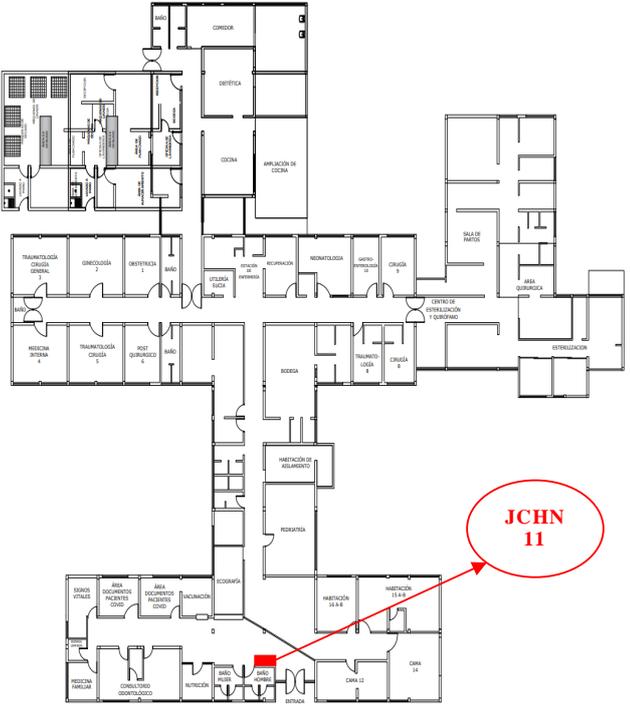
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN11
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo de baños de la entrada principal	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas de Humedad y desprendimiento de la cerámica de piso por Capilaridad
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan a la cerámica de piso evidenciándose en desprendimientos de los mismos.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe cubrir con cerámica solo para esconder el problema, hay que tratarlo de raíz.</li> <li>2. Retirar las baldosas afectadas a un rango de 0.50m alrededor de la falla.</li> <li>3. Limpiar correctamente la zona en la que estamos trabajando.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que filtren el ingreso de humedad.</li> <li>5. Reemplazar las baldosas antiguas por unas nuevas.</li> </ol>

Tabla 35. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

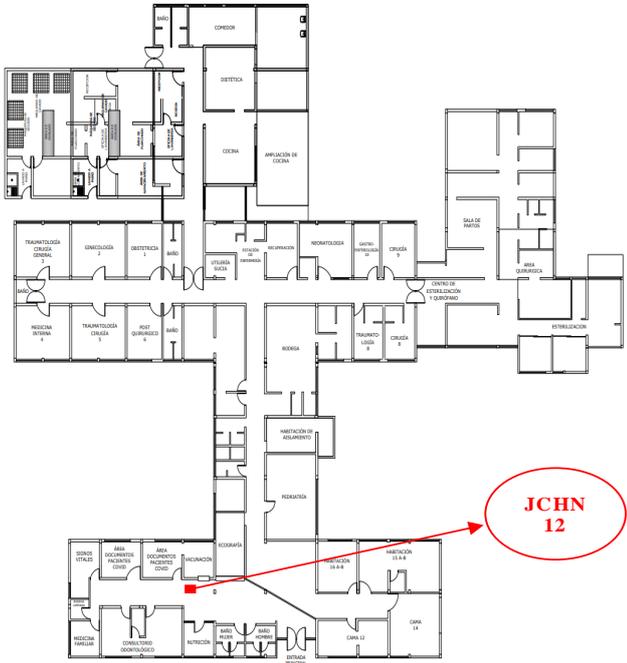
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN12
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Pasillo de Vacunación	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Eflorescencias y Humedad excesiva
<b>Posibles Causas:</b>	* Se deben principalmente a la higroscopicidad de los materiales, son manchas de tono blanquecino. Las causas son los las sales solubles que almacenan los materiales de construcción y estas al contacto con la humedad hace que estas sales se disuelvan y afloren al exterior formando este fenómeno.
<b>Tratamiento:</b>	Se divide en dos etapas: 1. Antes de que el hidróxido de calcio se combine con el dióxido de carbono: Para eliminar esta mancha de polvo blanco solamente se tendrá que lavar con agua hasta que se disuelva, posterior a esto debemos secar muy bien para evitar que vuelva a aparecer. 2. Cuando se ha formado carbonato de calcio: Se elimina usando soluciones ácidas leves sin que se manche la superficie, se puede utilizar un cepillo de cerdas entre suaves y duras, después lavar bien la superficie evitando dejar restos de este ácido.

Tabla 36.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

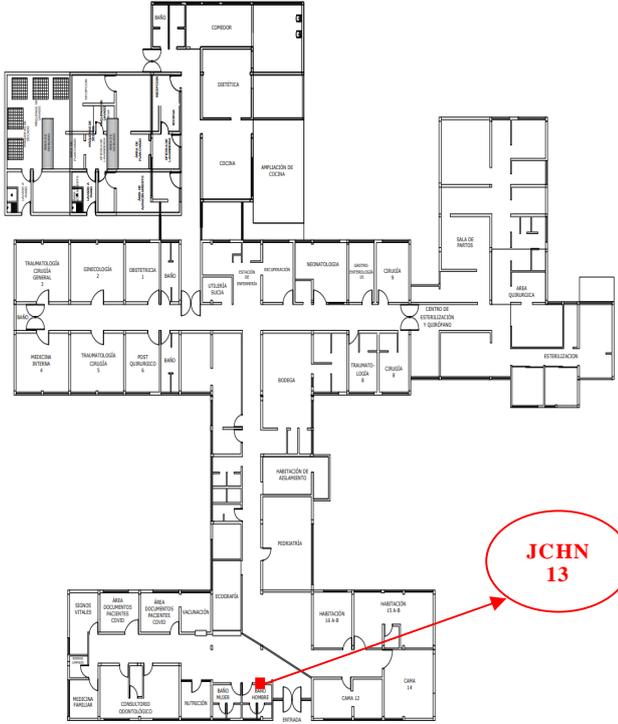
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN13
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Baño de Hombres de la Entrada Principal	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de mampostería
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta el desprendimiento de la mampostería por mala colocación, se puede observar en la imagen que la nueva cerámica está colocada sobre la anterior, lo que hace que el adherente no tenga un buen agarre y se desprenda la cerámica con facilidad.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retirar la cerámica antigua y los residuos de mortero.</li> <li>2. Preparar la superficie, la pared debe estar nivelada.</li> <li>3. Preparar Mortero para esparcir con una paleta de madera por la superficie que queremos solucionar.</li> <li>4. Picar la superficie donde vamos a colocar la cerámica.</li> <li>5. Poner adhesivo tipo Bondex en una paleta dentada y presionar a la pared para que se impregne.</li> <li>6. Colocar directamente la nueva cerámica y golpear con un combo de goma para mejorar la adherencia.</li> </ol>

Tabla 37. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #14: Instalación de ducha improvisada			
<b>FICHA TÉCNICA</b>			
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)			<b>Código:</b> JCHN14
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray			
<b>Ubicación de la Patología:</b> Baños frente a Neonatología			
<b>Uso Actual:</b> Hospital		<b>Uso Original:</b> Hospital	
<b>Imagen de Referencia:</b>		<b>Ubicación en el Plano:</b>	
			
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Tubería rota, lo que provoca la creación de moho, hongos y gran cantidad de humedad		
<b>Posibles Causas:</b>	* La mala instalación de tuberías y en este caso, una improvisada instalación tratando de solucionar la filtración con un recubrimiento.		
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cerrar la llave de paso para poder trabajar.</li> <li>2. Encontrar la filtración de agua para darle solución al problema.</li> <li>3. Cambiar la parte de tubo que se encuentre dañada, y asegurarla muy bien con pegamento.</li> <li>4. Abrir la llave de paso para comprobar que el arreglo haya sido correcto.</li> </ol>		

Tabla 38. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

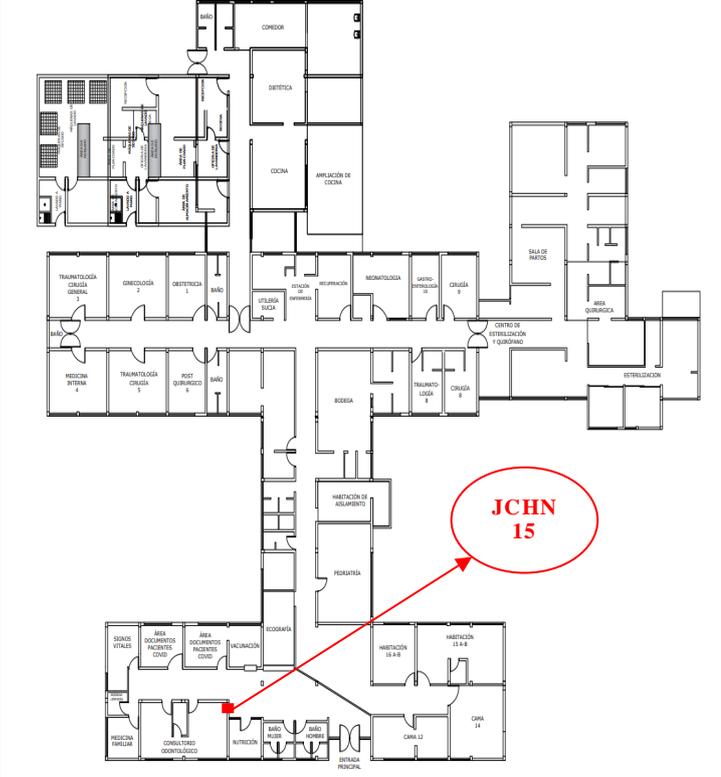
FICHA TÉCNICA #15: Desprendimiento de revestimiento	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN15
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Baños frente a Neonatología	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de Pintura, Humedad por condensación
<b>Posibles Causas:</b>	* Se produce por la condensación del vapor que se encuentra en el ambiente húmedo de la ciudad, al contacto con una superficie fría, en este caso esta pared que se muestra en la gráfica. * Otros de los factores son los cambios bruscos de temperatura lo que hace que este tipo de patologías aparezcan con más frecuencia.
<b>Tratamiento:</b>	1. Tener una adecuada ventilación 2. Limpiar y lijar muy bien la zona afectada 3. Colocar un producto impermeabilizante que proteja a la pared de futuras humedades, en este caso se podría colocar un sellador acrílico que esta diseñado para evitar la adherencia de vapor.

Tabla 39. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #16: Acumulación de algas en la terraza

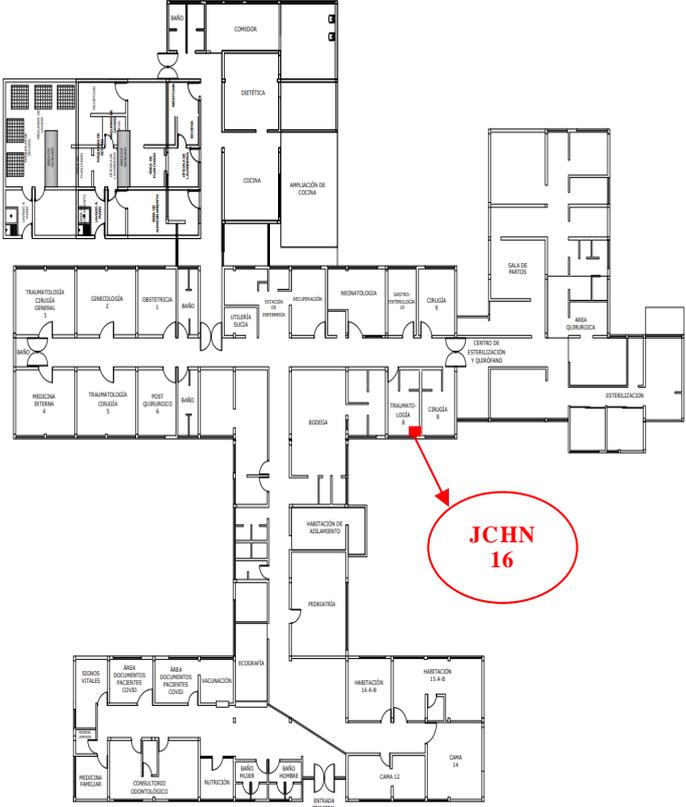
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN16
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Terraza de consultorio de Traumatología	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Humedad por acumulación de algas
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por acumulación de algas ya que este fenómeno se presenta cuando existe agua estancada, dando paso al crecimiento de algas y musgos los cuales provocan filtraciones.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiar la zona de todas las algas e impurezas que se encuentren visibles.</li> <li>2. Secar la zona en donde vamos a trabajar, verificando si existen filtraciones para su posterior reparación.</li> <li>3. Impermeabilizar la zona y dejar secar por 24 horas.</li> </ol>

Tabla 40.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

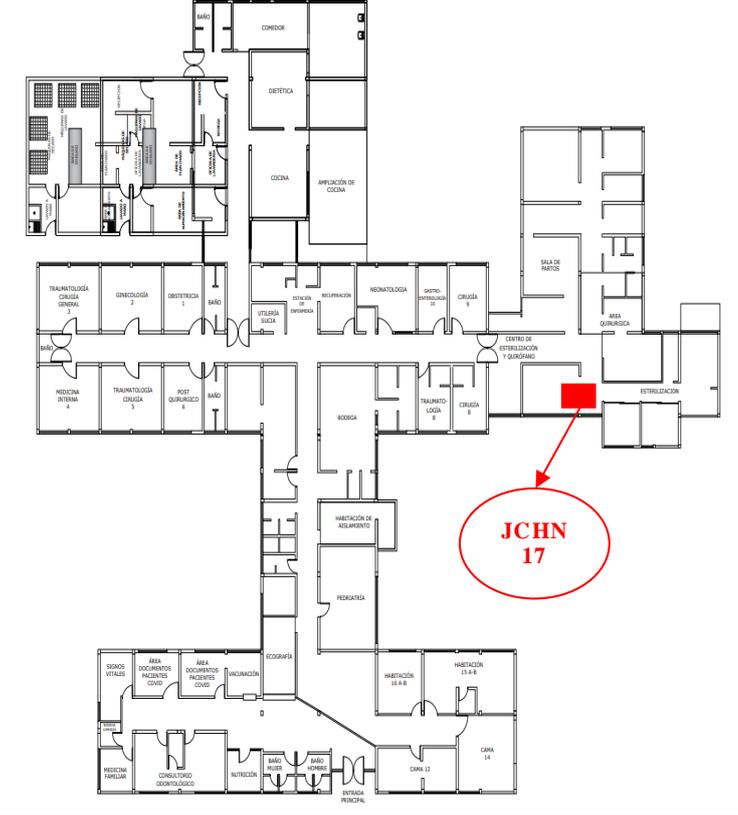
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN17
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Terraza de centro de Esterilización	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Humedad por acumulación y filtración de agua
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por la acumulación de agua especialmente en el invierno cuando existe mayor afluencia de lluvias, también se da cuando no existe buena o nula impermeabilización o por el paso del tiempo y el propio deterioro de los materiales.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secar y limpiar la zona afectada.</li> <li>2. Curar todas las secuelas de la humedad y las filtraciones.</li> <li>3 Impermeabilizar la zona afectada y de no existir impermeabilizar toda la terraza, previniendo así futuros problemas.</li> <li>4. Dejar secar por al menos 24 horas.</li> </ol>

Tabla 41. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #18: Deterioro en bloques de cerramiento

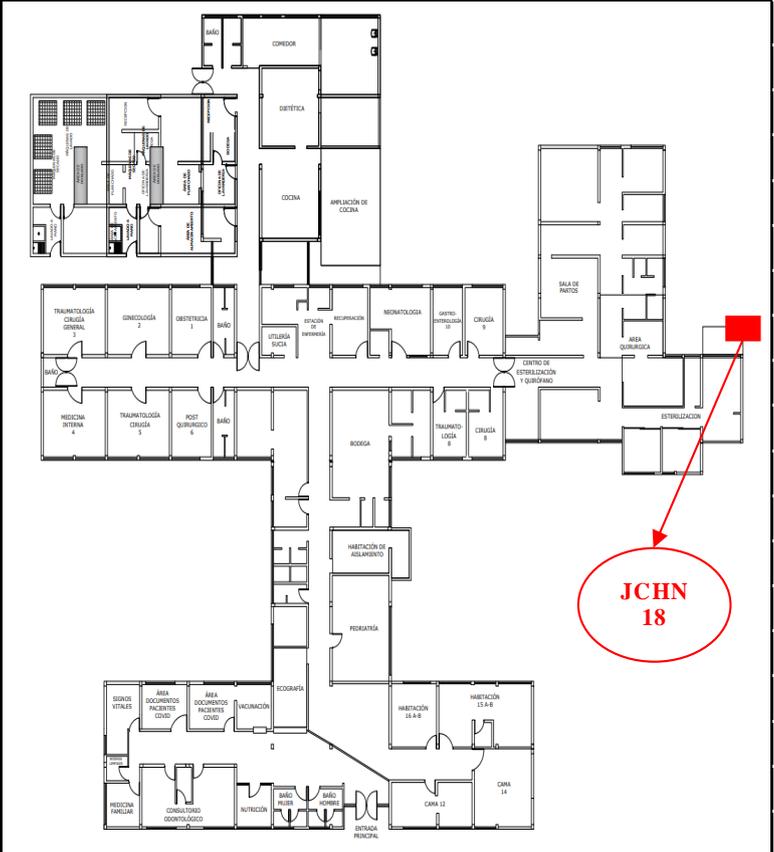
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN18
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Cerramiento atrás de Esterilización	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Manchas por Humedad</li> <li>* Exposición del bloque al medio ambiente sin su debido recubrimiento</li> </ul>
<b>Posibles Causas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se presenta por efecto de los agentes químicos como los sulfatos, cloruros y la humedad al estar expuesto al ambiente</li> </ul>
<b>Tratamiento:</b>	Realizar el enlucido o recubrimiento de la pared, adicionalmente colocar impermeabilizante o colocar cerámica

Tabla 42. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

FICHA TÉCNICA #19: Crecimiento de vegetación en la terraza

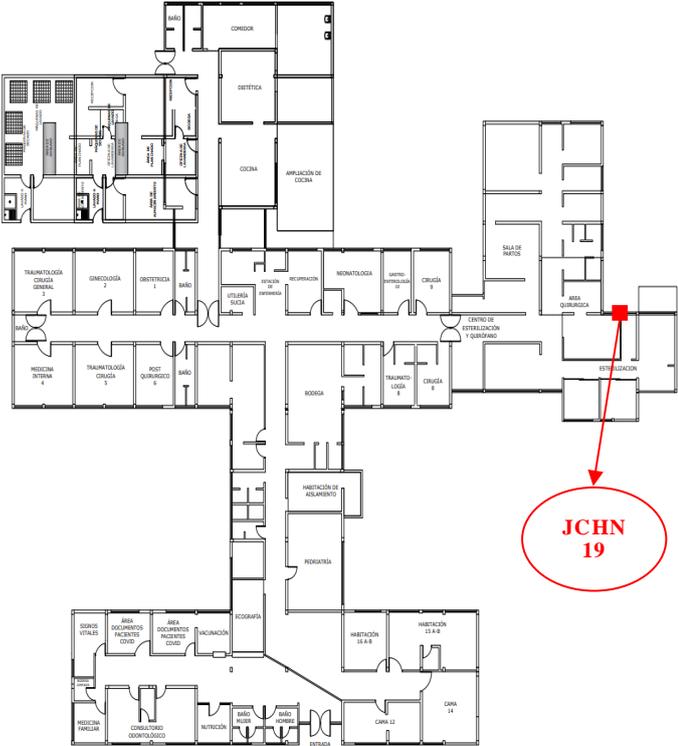
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN19
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Terraza de Esterilización	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Grietas y desprendimiento de material por filtraciones provocadas por crecimiento de vegetación
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por filtración que proviene del crecimiento de plantas en la terraza lo que ha provocado que se creen grietas y desprendimiento de material.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiar y retirar todas las plantas o vegetación en general que se encuentra en la zona afectada.</li> <li>2. Revisamos la profundidad de las grietas para dar un diagnóstico, en este caso las grietas no comprometen la parte estructural, para lo cual se procederá a rellenar con mortero.</li> <li>3. Retirar el exceso de mortero y cubrir con impermeabilizante para evitar problemas a futuro.</li> </ol>

Tabla 43. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

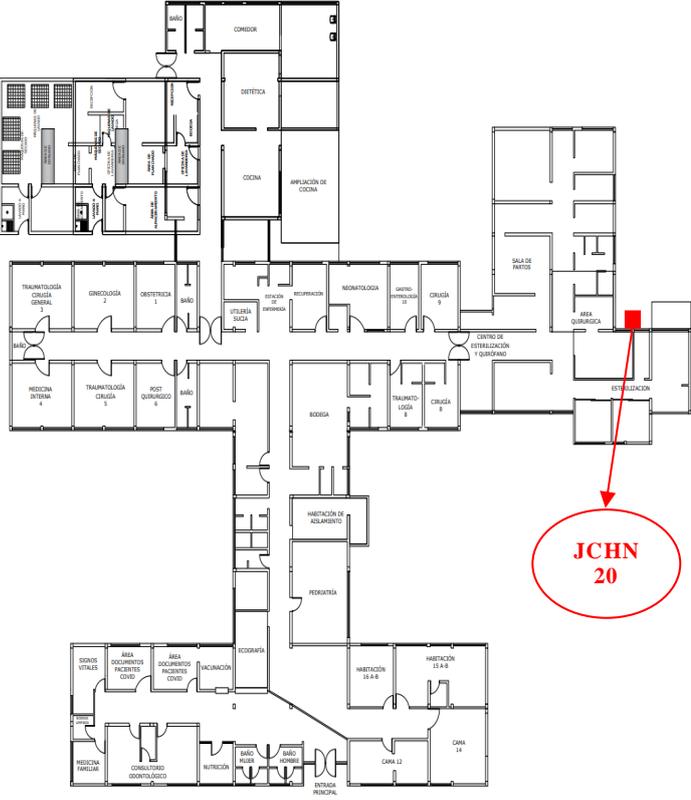
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN20
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Ampliación en Esterilización	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de la ampliación por juntas frías, ampliación construida sin planificación, se evidencia la oficina ampliada sobre la ventana de la construcción antigua.
<b>Posibles Causas:</b>	* Mala planificación de las ampliaciones.
<b>Tratamiento:</b>	Es muy limitado lo que se puede hacer en este caso, pero se puede dar recomendaciones para futuras edificaciones: <b>1.</b> Planificar con un profesional sobre donde realizar las ampliaciones, utilizando planos arquitectónicos y estructurales. <b>2.</b> Utilizar materiales de construcción adecuados y en la dosificación correcta. <b>3.</b> Contratar mano de obra calificada.

Tabla 44. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

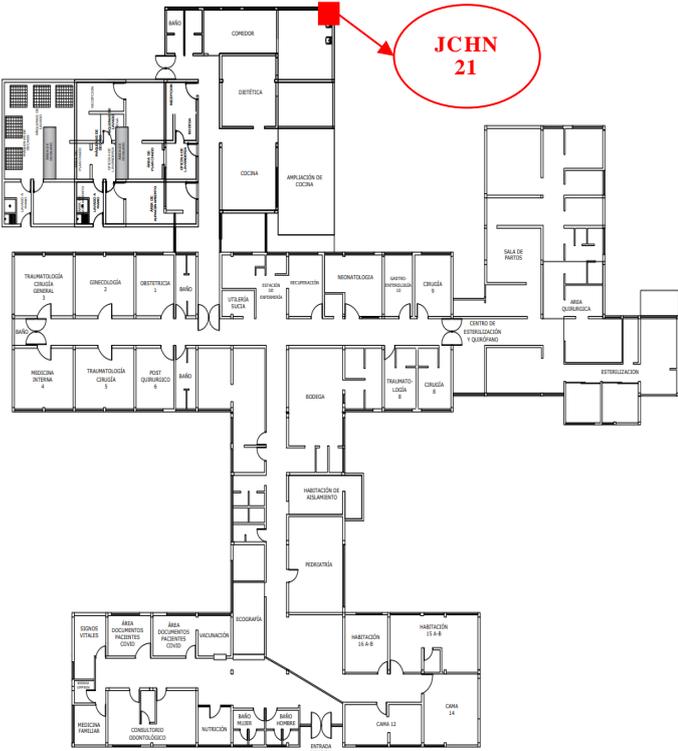
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN21
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Terraza de Cocina y Comedor	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Grietas y desprendimiento de material por filtraciones provocadas por crecimiento de vegetación
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por filtración que proviene del crecimiento de plantas en la terraza lo que ha provocado que se creen grietas y desprendimiento de material.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiar y retirar todas las plantas o vegetación en general que se encuentra en la zona afectada.</li> <li>2. Revisamos la profundidad de las grietas para dar un diagnóstico, en este caso las grietas no comprometen la parte estructural, para lo cual se procederá a rellenar con mortero.</li> <li>3. Retirar el exceso de mortero y cubrir con impermeabilizante para evitar problemas a futuro.</li> </ol>

Tabla 45. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

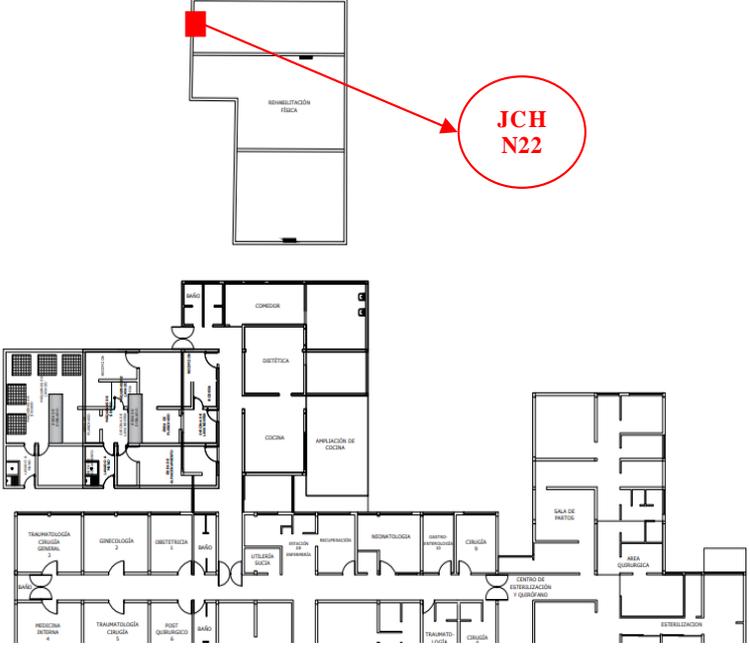
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN22
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Rehabilitación Física	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Fisura vertical
<b>Posibles Causas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Colocación inadecuada de la mampostería</li> <li>* Asentamiento de la estructura</li> <li>* Separación parcial de la mampostería</li> </ul>
<b>Tratamiento:</b>	Al no ser una patología que comprometa a nivel estructural la edificación, se recomienda curar la grieta o fisura con mortero y luego empastar el sector afectado a fin de tapar el mismo

Tabla 46. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

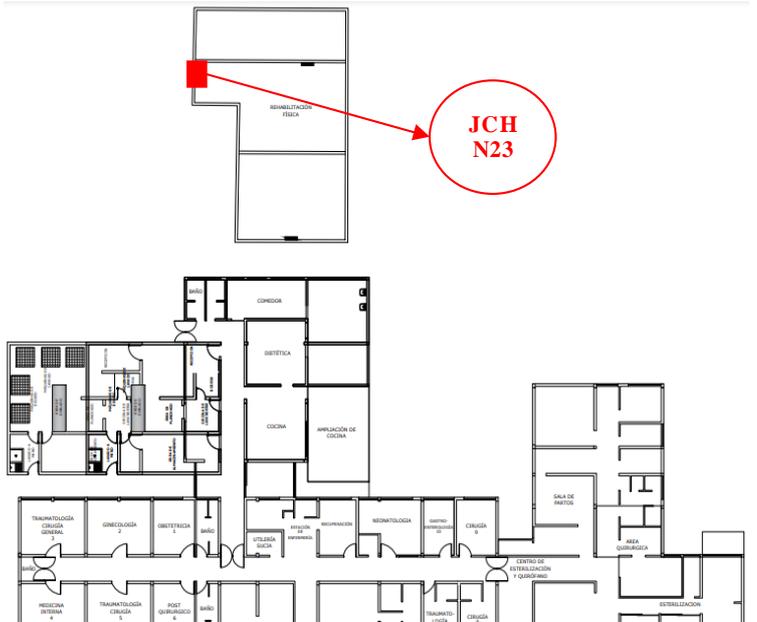
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN23
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Rehabilitación Física	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Fisuras verticales y horizontales menores a 2 mm, por lo que no presentan complicaciones a nivel estructural.
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta por el asentamiento propio de la estructura, lo cual provocan fisuras que se presentan en la parte del recubrimiento pero que no generan problemas en la parte estructural
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrir la fisura en forma de V.</li> <li>2. Limpiar, humedecer y rellenar con mortero la zona afectada.</li> <li>3. Alisar para quitar el exceso de relleno.</li> <li>4. Aplicar un mortero de revestimiento después del transcurso de 24 horas.</li> </ol>

Tabla 47.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

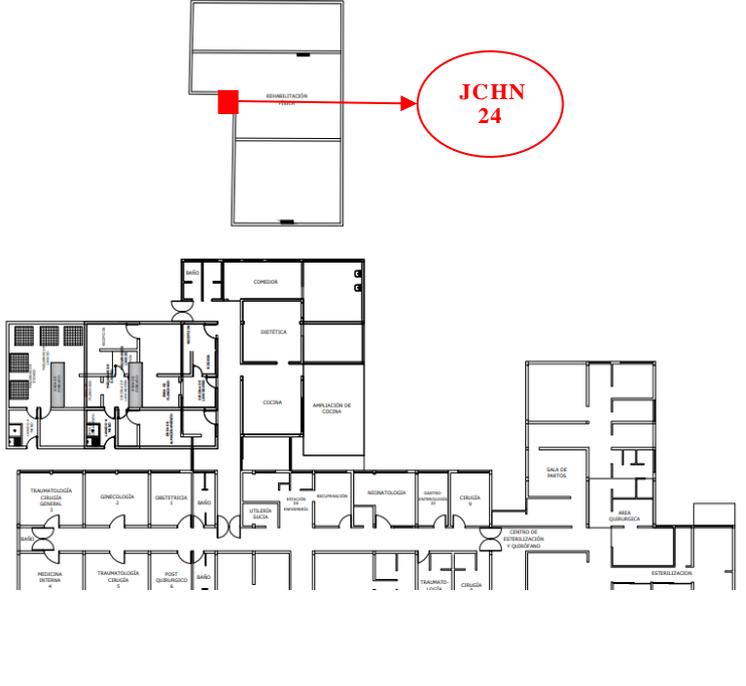
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN24
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Rehabilitación Física	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Fisura inactiva o también llamada pasiva se encuentra afectando el recubrimiento de la pared, lo que provoca filtración de humedad.
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta por el asentamiento propio de la estructura, lo cual provocan fisuras que se presentan en la parte del recubrimiento pero que no generan problemas en la parte estructural
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abrir la fisura en forma de V.</li> <li>2. Limpiar, humedecer y rellenar con mortero la zona afectada.</li> <li>3. Alisar para quitar el exceso de relleno.</li> <li>4. Aplicar un mortero de revestimiento después del transcurso de 24 horas.</li> </ol>

Tabla 48.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

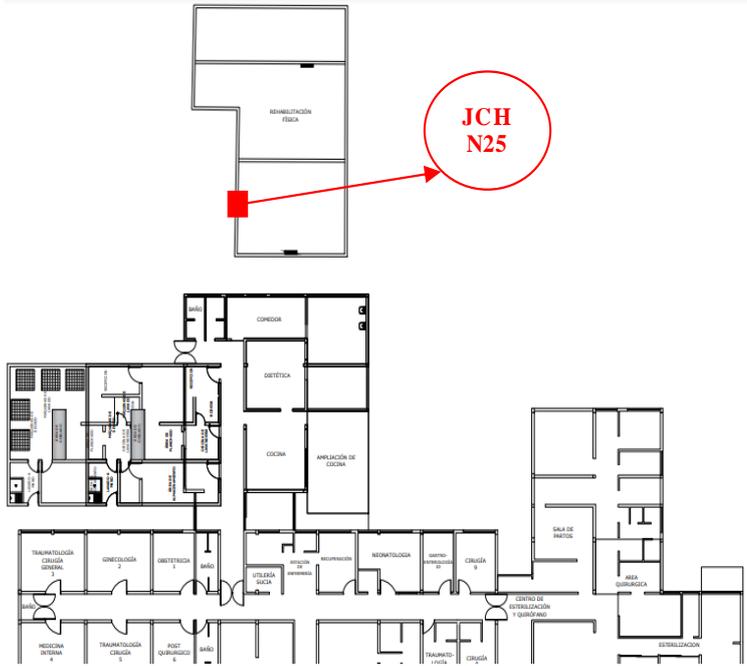
FICHA TÉCNICA #25: Fisuras verticales	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN25
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Rehabilitación Física	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	Fisuras Verticales en la pared de la fachada principal
<b>Posibles Causas:</b>	* Presenta un exceso en la capacidad portante del Muro
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reparación de filtraciones en tuberías para evitar la humedad.</li> <li>2. Rehabilitar la zona afectada</li> </ol>

Tabla 49. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

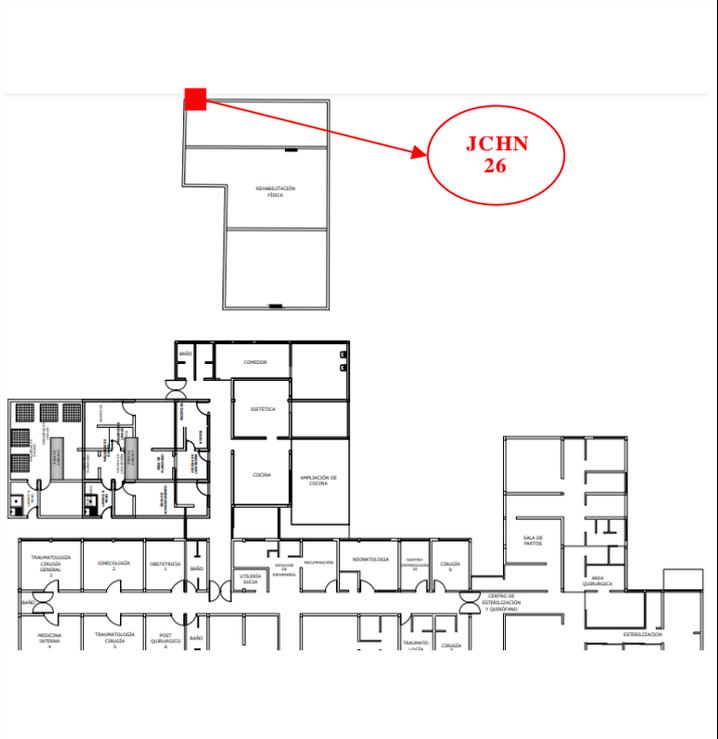
FICHA TÉCNICA #26: Grietas y desprendimiento de revestimiento			
<b>FICHA TÉCNICA</b>			
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)			<b>Código:</b> JCHN26
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray			
<b>Ubicación de la Patología:</b> Rehabilitación Física			
<b>Uso Actual:</b> Hospital		<b>Uso Original:</b> Hospital	
<b>Imagen de Referencia:</b>		<b>Ubicación en el Plano:</b>	
			
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Grietas profundas que han provocado desprendimiento del revestimiento dejando evidenciar la columna, además se observan tuberías averiadas con fisuras		
<b>Posibles Causas:</b>	* Las grietas que observamos se producen por la variación de la temperatura, es decir, existe un movimiento diferencial en las columnas que hacen que estas se expandan o se contraigan dependiendo si el ambiente es caluroso o frío. También se presenta humedad por filtración que proviene de una tubería averiada que pasa por la pared.		
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Usar el método de inyección: En primer lugar, debemos limpiar la grieta de la mejor manera, se puede usar presión de aire o manualmente.</li> <li>Inyectar un mortero bien fluido, este mortero puede ser de componente expansivo y que contenga adición de resinas epoxi, así vamos a lograr una mejor adherencia</li> <li>Para la Reparación de filtraciones por tubería averiada se deberá reemplazar la tubería que presenta filtraciones y posterior rehabilitar la zona afectada con mortero para luego pintar.</li> </ol>		

Tabla 50.

Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

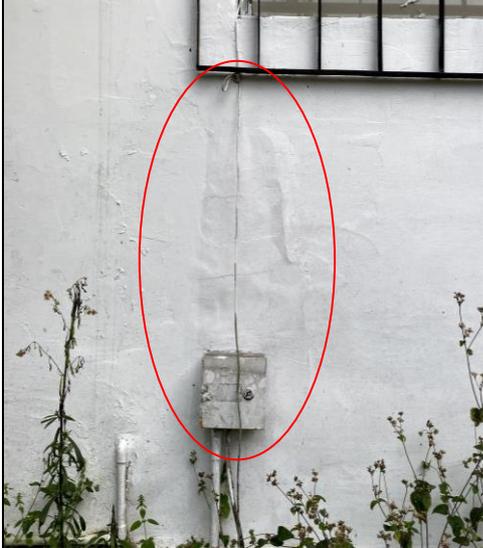
FICHA TÉCNICA #27: Desprendimiento de revestimiento y pintura en exteriores	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN27
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Paredes exteriores de Pediatría	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Desprendimiento de Pintura, Humedad por condensación
<b>Posibles Causas:</b>	<p>* Se produce por la condensación del vapor que se encuentra en el ambiente húmedo de la ciudad, al contacto con una superficie fría, en este caso esta pared que se muestra en la gráfica.</p> <p>* Otros de los factores son los cambios bruscos de temperatura lo que hace que este tipo de patologías aparezcan con más frecuencia.</p>
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener una adecuada ventilación</li> <li>2. Limpiar y lijar muy bien la zona afectada</li> <li>3. Colocar un producto impermeabilizante que proteja a la pared de futuras humedades, en este caso se podría colocar un sellador acrílico que está diseñado para evitar la adherencia de vapor.</li> </ol>

Tabla 51. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

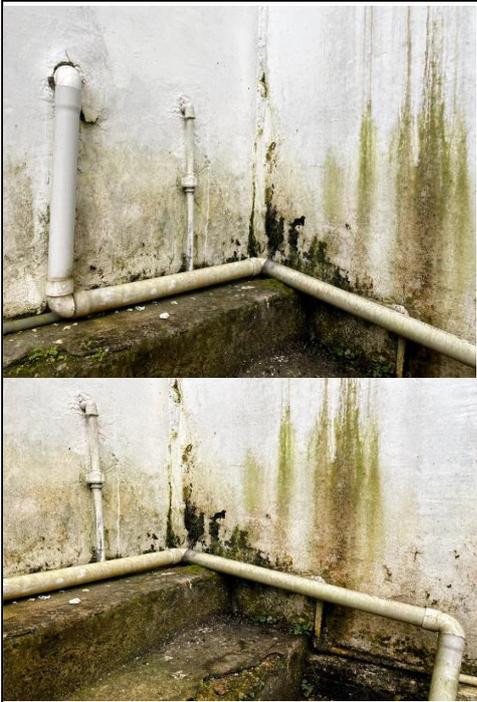
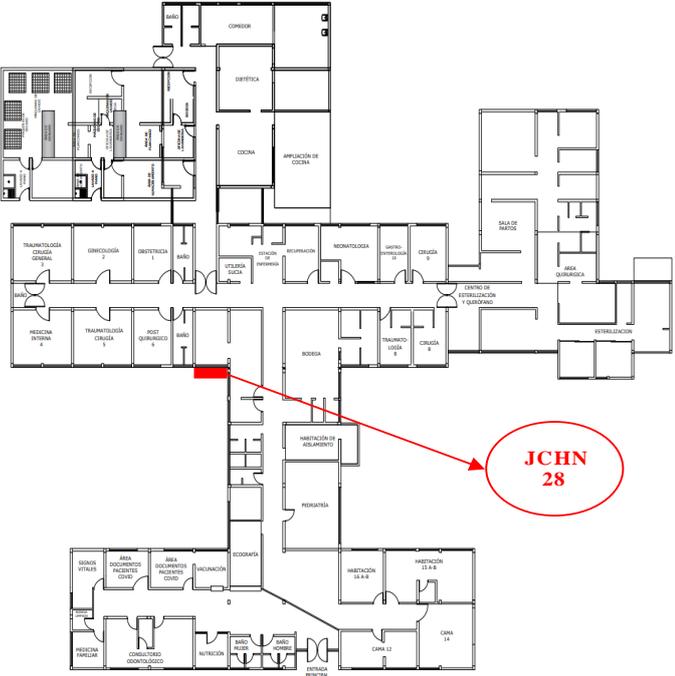
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN28
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Paredes exteriores de Post Quirúrgico	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Manchas de Humedad por capilaridad y filtración
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta humedad por Capilaridad, es decir, la humedad del suelo asciende por filtros capilares hasta el pavimento, ingresando por pequeños poros del hormigón, los cuales luego afectan al revestimiento dejando notar coloraciones verdosas. Otras de las causas pueden ser la avería de la tubería que se observa en la gráfica, produciendo filtraciones que posteriormente se transforman en manchas de humedad.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principalmente no se debe pintar sobre las manchas de humedad, eso sería una solución a muy corto plazo.</li> <li>2. Limpiar la pared, retirando por completo el tono verdoso.</li> <li>3. Buscar fisuras de posibles filtraciones ya sea en la pared o en la tubería existente para darle solución.</li> <li>4. Aplicar productos impermeabilizantes creando barreras que filtren el ingreso de humedad.</li> <li>5. Empastar nuevamente la pared, dejar secar y pintar.</li> </ol>

Tabla 52. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

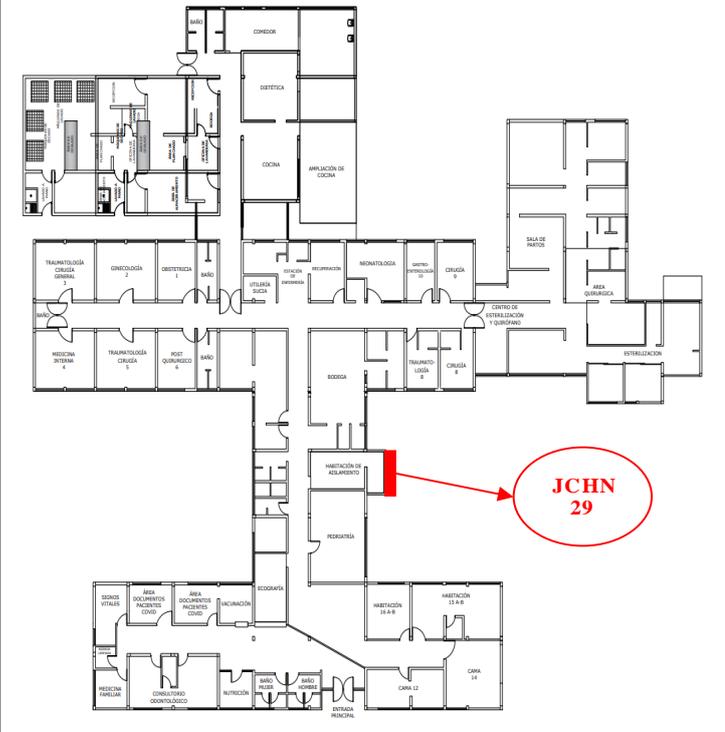
FICHA TÉCNICA #29: Fisuras en forma de ramificaciones	
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN29
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Paredes exteriores de Post Quirúrgico	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Fisuras en forma de ramificaciones por humedad
<b>Posibles Causas:</b>	* Se presenta por humedad antigua en las paredes y estas no han sido atendidas adecuadamente, usualmente estas fisuras van dañando la mezcla usada para la adherencia y a su vez también van afectando a los materiales de construcción.
<b>Tratamiento:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpiar bien la superficie donde se va a trabajar.</li> <li>2. Al ser fallas que no afectan el funcionamiento estructural, únicamente cubriremos con un sellador o rellenarlo de masilla ayudados de una espátula.</li> <li>3. Una vez seco, procedemos a lijar con una liga de grano fino.</li> <li>4. Pintamos la superficie trabajada del mismo color que el resto de la pared.</li> </ol>

Tabla 53. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

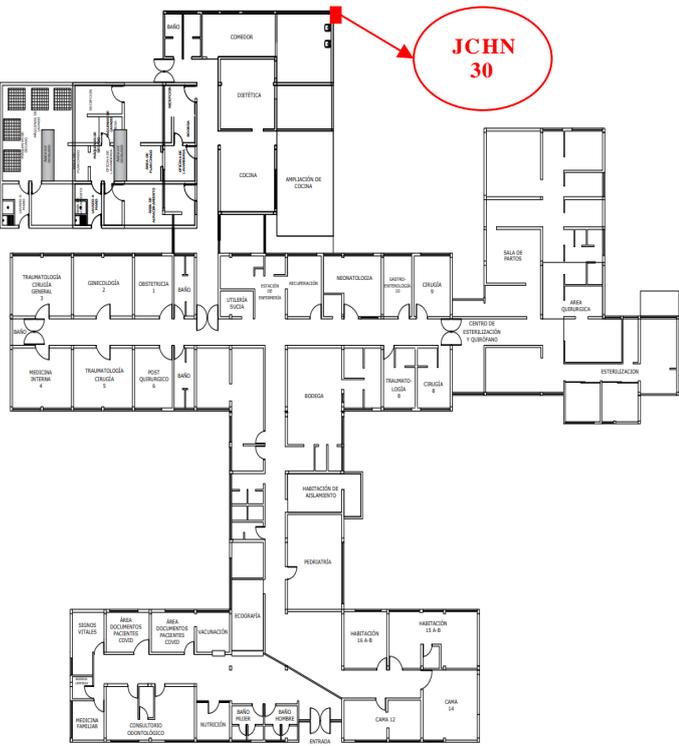
FICHA TÉCNICA	
<b>Obra:</b> HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN30
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Columna de cuarto de Cocina	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Mala calidad de los materiales de construcción además de ya haber cumplido el tiempo de vida útil de la estructura.
<b>Posibles Causas:</b>	* Cumplimiento de vida útil de la estructura. * Carencia de triturado en la mezcla * Mala calidad de los materiales, como ya es conocido, el hospital tiene una prolongada vida útil. En la antigüedad, en Pastaza las edificaciones eran construidas sobre cimentaciones realizadas con piedra de río, arena de kilo y mortero de hormigón, siendo estos sus materiales primarios en la construcción. Hoy en día se conoce sobre el peligro de la construcción con arena de Kilo ya que esta arena tiene mucho contenido de salitres lo que en varias construcciones se ha visto que corroe la estructura de acero y la debilita.
<b>Tratamiento:</b>	* Reparación de las cimentaciones con mortero de Hormigón, evitando que se siga desprendiendo el material, con lo que se podría producir el hundimiento de la estructura.

Tabla 54. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

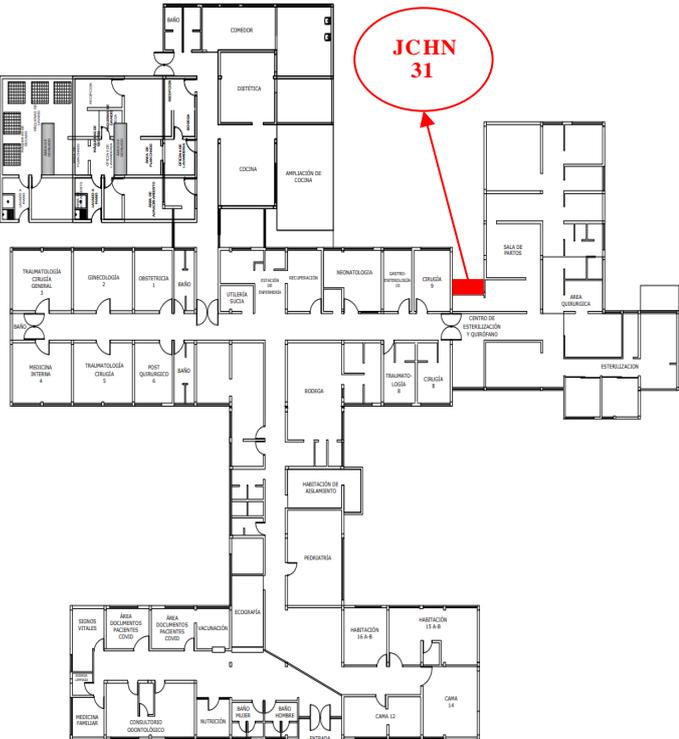
<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>Obra:</b> ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL HOSPITAL BÁSICO EL PUYO (HBEP), DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL EN PASTAZA (IESS)	<b>Código:</b> JCHN31
<b>Dirección:</b> Avenida Ceslao Marín y Río Curaray	
<b>Ubicación de la Patología:</b> Paredes exteriores de Esterilización	
<b>Uso Actual:</b> Hospital	<b>Uso Original:</b> Hospital
<b>Imagen de Referencia:</b>	<b>Ubicación en el Plano:</b>
	
<b>Descripción de la Patología:</b>	* Mala calidad de los materiales de construcción además de ya haber cumplido el tiempo de vida útil de la estructura.
<b>Posibles Causas:</b>	* Cumplimiento de vida útil de la estructura. * Carencia de triturado en la mezcla * Mala calidad de los materiales, como ya es conocido, el hospital tiene una prolongada vida útil. En la antigüedad, en Pastaza las edificaciones eran construidas sobre cimentaciones realizadas con piedra de río, arena de kilo y mortero de hormigón, siendo estos sus materiales primarios en la construcción. Hoy en día se conoce sobre el peligro de la construcción con arena de Kilo ya que esta arena tiene mucho contenido de salitres lo que en varias construcciones se ha visto que corroe la estructura de acero y la debilita.
<b>Tratamiento:</b>	* Reparación de las cimentaciones con mortero de Hormigón, evitando que se siga desprendiendo el material, con lo que se podría producir el hundimiento de la estructura.

Tabla 55. Ficha Técnica Patológica. Fuente: (Chicaiza N., 2021)

**ANEXOS FOTOGRÁFICOS**



Figura 59. Mediciones en interiores



Figura 60. Mediciones en interiores



Figura 61. Toma de datos



Figura 62. Inspección visual de patologías



Figura 63. Toma de datos



Figura 64. Inspección visual de patologías



Figura 65. Inspección visual técnica



Figura 66. Medición en interiores



Figura 67. Toma de datos



Figura 68. Toma de datos



Figura 69. Medición en interiores



Figura 70. Interpretación de resultados