



**ESTUDIO DE PATOLOGIA DEL PABELLÓN DE PEDIATRÍA CALIXTO TORRES
DEL HOSPITAL DE SAN JOSÉ (MONUMENTO NACIONAL)**

SARAY S. SEPULVEDA CRUZ

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

BOGOTA

2016

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL
PABELLÓN DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL DE SAN JOSÉ (MONUMENTO
NACIONAL)**

SARAY SORANYELLY SEPULVEDA CRUZ

Tesis

Tutor: RAFAEL ALEJANDRO PEREZ MARTA Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA**

2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente de jurado

Firma del presidente del jurado

Firma del presidente del jurado

Bogotá, 07 de Junio de 2017

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, quienes han sido un ejemplo de perseverancia, dedicación y esfuerzo y quienes fueron artífices en la culminación de esta etapa de mi vida. Por mi madre que ha estado en los momentos más difíciles brindándome su apoyo y sin la cual no habría podido alcanzar esta meta, a mi padre quien es la viva imagen de la perseverancia y valentía ante las adversidades.

Agradezco sus esfuerzos, su tiempo y su amor.

Agradecimientos

Este proyecto es gracias a todas aquellas personas que estuvieron en cada proceso de su ejecución y culminación del mismo. Agradezco principalmente al Ing. Alfredo Mateus Murillo quien fue mi guía y quien me inspiró para la realización de este tipo de proyectos en el área de análisis de estructuras patrimoniales y quien con su ayuda desinteresada, me brindó las bases para la realización del mismo. A las directivas del hospital de San José por la información brindada y de gran relevancia para el estudio. A mi director de tesis, Ing. Rafael A. Pérez Marta por su tiempo, conocimiento y experiencia, por sus aportes, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de este trabajo. Gracias Dios, gracias a mis padres y a las personas que estuvieron en cada proceso del proyecto.

Contenido

Pág.

INTRODUCCIÓN	28
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	30
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
1.2 JUSTIFICACIÓN	31
2 OBJETIVOS	33
2.1 GENERAL	33
2.2 ESPECÍFICOS	34
3 ESTADO DEL ARTE	35
4 MARCO TEÓRICO	39
5 METODOLOGÍA PROPUESTA	45
6 DEFINICIONES	55
7 RESULTADOS ESPERADOS	60

8 ESTUDIO DE PATOLOGÍA 61

8.1 FASE PRELIMINAR - HISTORIA CLÍNICA (I. EL CONOCIMIENTO-REHABIMED PARA ESTRUCTURA B.I.C)	61
8.1.1 SISTEMA ESTRUCTURAL Y MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL EDIFICIO	65
8.1.1.1 Sistema estructural	74
8.1.1.2 Características de los materiales que componen la estructura	81
8.1.2 ESTUDIO DE SUELOS	82
8.1.2.1 Cimentación del pabellón de Pediatría	82
8.1.2.2 Tipo de suelo del pabellón de Pediatría	86
8.1.3 ESTRUCTURA Y CUBIERTA	91
8.1.4 LEVANTAMIENTO DE LESIONES DE LA ESTRUCTURA	99
8.1.4.1 Resumen y análisis de enfermedades encontradas en la estructura	103
8.1.5 ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA	107
8.1.5.1 Datos de la estructura	119
8.1.5.2 Evaluacion de cargas	121
8.1.5.3 Análisis sísmico de la estructura	124
8.1.5.4 Modelo matemático estructura existente edificio en ETABS 2015	147
8.1.5.5 Análisis de resultados del estudio de vulnerabilidad de la estructura existente	177

9 DIAGNOSTICO DEL ESTUDIO DE PATOLOGIA 179

10 PROPUESTA DE INTERVENCION SEGÚN ESTUDIO DE PATOLOGIA 181

10.1 PLANOS ARQUITECTÓNICOS DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	186
--	------------

10.1.1	PROPUESTA INTERVENCIÓN ZONA A	189
10.1.1.1	Diseño estructural de intervención de la Zona A	189
10.1.1.2	Planos plantas estructurales zona A	190
10.1.1.3	Cimentación propuesta Zona A	195
10.1.1.4	Propuesta de cubierta para la Zona A	196
10.1.1.5	Modelo matemático de la zona A en ETABS 2015	201
10.1.1.6	Modelo de Umbral de daño Zona A en ETABS 2015	207
10.1.1.7	Modelo de Cubierta Zona A en SAP2000	213
10.1.2	PROPUESTA INTERVENCIÓN ZONA B	217
10.1.2.1	Diseño estructural de intervención de la Zona B	219
10.1.2.2	Planos plantas estructurales zona B	220
10.1.2.3	Cimentación propuesta Zona B	222
10.1.2.4	Propuesta de cubierta para la Zona B	223
10.1.2.5	Modelo matemático de la zona B en ETABS 2015	228
10.1.2.6	Modelo de Umbral de daño Zona B en ETABS 2015	234
10.1.2.7	Modelo de Cubierta Zona B en SAP2000	238
10.1.3	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA LA CIMENTACIÓN DE LA ZONA A Y DE LA ZONA B	241
11	<u>IMPREVISTOS DEL ESTUDIO</u>	256
12	<u>CONCLUSIONES</u>	258
13	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	263

Lista de tablas

Pág.

Tabla N°8-1: Estratigrafía con los valores promedios obtenidos. Fuente: Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá - Inversiones y Construcciones Trimar y Compañía.....	87
Tabla N° 8-2: Números de sondeos realizados y profundidad de los mismos para estimación del nivel freático. Fuente: Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá - Inversiones y Construcciones Trimar y Compañía	89
Tabla 8-3: Total de lesiones por tipo físico, mecánico, químico, orgánico, antropogénico. Fuente: Autor	104
Tabla N° 8-4: Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes. Fuente: Tabla A.1.3-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10.	110
Tabla N° 8-5: Espectro elástico. Fuente: Autor.....	132
Tabla N° 8-6: Espectro de umbral de daño. Fuente: Autor	137

Tabla N° 8-7: Fragmento de la verificación de derivas espectro elástico. Fuente: Autor175

Se hace dicho diseño en ETABS con los datos tomados del numeral 8.5.1.3, Tabla N° 10-1:

Espectro de umbral de daño, que será el espectro de diseño en el modelo.....207

Tabla N° 10-3: Fragmento de la verificación de derivas espectro Umbral de daño, Zona A.

Fuente: Autor209

Se hace dicho diseño en ETABS con los datos tomados del numeral 8.5.1.3, Tabla N° 10-1:

Espectro de umbral de daño, que será el espectro de diseño en el modelo.....234

Tabla 10-5: Cargas, reacciones y momentos sobre el nudo. Fuente:242

Tabla N° 10-6: Revisión de esfuerzos bajo la zapata. Fuente: Autor243

Tabla N° 10-7: Cargas, reacciones y momentos sobre el nudo. Fuente: Autor.....249

Tabla N° 10-8: Revisión de esfuerzos bajo la zapata de lindero. Fuente: Autor249

Tabla N° 10-9: Revisión de esfuerzos bajo la zapata interior. Fuente: Autor252

Tabla de ilustraciones

Pág.

Ilustración N° 5-1: etapas para rehabilitación de edificios. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	47
Ilustración N° 5-2: Etapa 1: el conocimiento- Preliminares. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	48
Ilustración N° 5-3: Etapa 1: el conocimiento- Estudios pluridisciplinarios. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	49
Ilustración N° 5-4: Etapa 2: La reflexión y el proyecto - Diagnostico. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	50
Ilustración N° 5-5: Etapa 2: La reflexión y el proyecto- Reflexión y toma de decisiones. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	51
Ilustración N° 5-6: Etapa 2: La reflexión y el proyecto- Proyecto. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	52
Ilustración N° 5-7: Etapa 3: La obra-Rehabilitación. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.	53

Ilustración N° 5-8 Etapa 3: La obra-Rehabilitación. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.....	54
Ilustración N° 8-1: Inspección visual y toma de datos de la primera visita realizada a la estructura. Fuente: Autor.....	62
Ilustración N°8-2:– Declaración de monumento Nacional- Hospital San José. Fuente: Decreto 2390 de 198.....	66
Ilustración N° 8-3: Formato para evaluar los valores y transformaciones de la vivienda tradicional. Fuente: Método Rehabimed-Arquitectura tradicional mediterránea-II. Rehabilitación el edificio.	67
Ilustración N° 8-4: Formato para evaluar los valores y transformaciones de la estructura que compone el pabellón de pediatría del Hospital San José. Fuente: Autor.	68
Ilustración N°8-5: Ubicación y distribución del Hospital San José. Fuente: Google Earth.	71
Ilustración N°8-6: Ubicación del Pabellón de Pediatría del Hospital San José: Fuente: Autor	72
Ilustración N°8-7: Pabellón de Pediatría del Hospital San José (No pertenece a la categoría B.I.C). Fuente: Autor	73
Ilustración N° 8-8: Plano utilizado para modelo ETABS. Fuente: Autor	75
Ilustración N° 8-9: Planta arquitectónica actual, el área achurada corresponde a la estructura catalogada dentro de BIC de nivel 1: conservación integral. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José	76

Ilustración N° 8-10: Planta arquitectónica actual del mezzanine. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José.....	77
Ilustración N° 8-11: Planta arquitectónica actual. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José	78
Ilustración N° 8-12: Planta arquitectónica antigua del pabellón de ginecología (pabellón ubicado sobre el pabellón de pediatría). Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José	79
Ilustración N°8-13: Baños existentes en el pabellón de ginecología antes de remodelación actual. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José.....	80
Ilustración N°8-14: Ubicación del apique realizado. Fuente: Autor	83
Ilustración N° 8-15: Apique realizado para extracción de ladrillo para ensayos de laboratorio- Tipo de suelo y cimentación encontrada. Fuente: Autor.....	83
Ilustración N°8-16: Medición de la cimentación encontrada. Fuente: Autor.	84
Ilustración N°8-17: Ladrillo de arcilla cocida extraído para ensayo. Fuente: Autor.	84
Ilustración 8-18: Detalle típico de cimentación continua corrida en ciclópeo según NSR10	85
Ilustración N°8-19: Cimentación continua corrida en ciclópeo con sobre cimientto en mampostería. Fuente: Autor.....	86

Ilustración N° 8-20: Teja de asbesto cemento correspondiente al pabellón de Pediatría (no patrimonial). Fuente: Autor	91
Ilustración N° 8-21: Vista interna de la estructura de cubierta del Pabellón de Pediatría (No patrimonial). Fuente: Autor	92
Ilustración N° 8-22: Placa correspondiente a la zona patrimonial combinado con teja asbesto cemento, empozamientos por falta de pendiente en placa e infiltraciones en la unión entre teja y muro. Fuente: Autor	92
Ilustración N°8-23: Estado de las canales. Fuente: Autor	93
Ilustración N°8-24: Distribución de la estructura de cubierta. Fuente: Autor	93
Ilustración N°8-25: Unión estructura de cubierta y muro en mampostería (no se observa viga). Fuente: Autor	94
Ilustración N°8-26: Perforaciones realizadas para instalación de ductos. Fuente: Autor	94
Ilustración N°8-27: Sección de la cercha en madera cortadas para instalación de ductos. Fuente: Autor	95
Ilustración N° 8-28: Sección de la cercha en madera cortadas para instalación de ductos, mala disposición de los elementos. Fuente: Autor	95
Ilustración N°8-29: Falta de caballete entre unión de la placa y teja de asbesto cemento. Fuente: Autor	96

Ilustración N°8-30: Unión de la placa de cubierta y el muro, se encuentran lesiones de tipo biológico. Fuente: Autor	96
Ilustración N°8-31: Unión de la placa de cubierta y fachada patrimonial pabellón colindante, se encuentran lesiones de tipo biológico. Fuente: Autor.....	97
Ilustración N°8-32: Enumeración de área del pabellón de Pediatría para levantamiento de lesiones. Fuente: Autor.....	99
Ilustración N°8-33: Formato de inspección del inmueble-visita preliminar. Fuente: Autor	100
Ilustración N° 8-34: Información previa y reconocimiento de las características del inmueble. Fuente: Autor	101
Ilustración N° 8-35: Ficha Área N° 102. Fuente: Autor	102
Ilustración 8-36: Identificación de las zonas para levantamiento de lesiones de tipo físico, mecánico, químico, organismos vivos, antropogénico. Fuente: Autor	103
Ilustración N° 8-37: Plano utilizado para modelo ETABS. Fuente: Autor	109
Ilustración N° 8-38: Zona de respuesta sísmica. Fuente: Secretaria distrital de planeación.	124
Ilustración N° 8-39: Descripción de las zonas Geotécnicas. Fuente: Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.	126
Ilustración N° 8-40: Coeficiente de diseño. Fuente: Tabla 3.1- Coeficientes y curvas de diseño- Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.	126

Ilustración N° 8-41: Curvas de diseño para un coeficiente de amortiguamiento de 5% del crítico. Fuente: Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.....	127
Ilustración N° 8-42: Figura A.2.3-2 Mapa de valores de Aa. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10.....	128
Ilustración N° 8-43: Figura A.2.3-3 Mapa de valores de Av. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10.....	129
Ilustración N° 8-44: Coeficiente de diseño. Fuente: Tabla 5.1- Coeficientes y curva de umbral de daño- Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.....	134
Ilustración N° 8-45: Curvas de umbral de daño para un coeficiente de amortiguamiento de 2% del crítico. Fuente: Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.....	135
Ilustración N° 8-46: Zona de amenaza eólica. Fuente: Figura B.6.4-1: Zona de amenaza eólica – NSR10.	141
Ilustración N° 8-47: Programa con el que se elaborara el modelo matemático en ETABS 2015. Fuente: Autor	148
Ilustración N° 8-48: Se escoge el nuevo modelo. Fuente: Autor	148
Ilustración N° 8-49: Se elabora los ejes. Fuente: Autor	149
Ilustración N° 8-50: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de mampostería con el Laboratorio de Concreto Asocreto. Fuente: Autor.	150

Ilustración N° 8-51: Se definen materiales (mampostería, madera de pino, concreto). Fuente: Autor.	151
Ilustración N° 8-52: Se define las características de la mampostería existente. Fuente: Autor	151
Ilustración N° 8-53: Se define las características de la madera de pino existente. Fuente: Autor	152
Ilustración N° 8-54: Se define las características del material de concreto. Fuente: Autor	152
Ilustración N° 8-55: Secciones de los muros existentes. Fuente: Autor.....	153
Ilustración N° 8-56: Característica de muros de mampostería existentes. Fuente: Autor.	153
Ilustración N° 8-57: Característica de la losa de concreto de 10 cm existente. Fuente: Autor.	154
Ilustración N° 8-58: Se define las características de la losa de concreto de 10 cm existente. Fuente: Autor	154
Ilustración N° 8-59: se define el espectro de diseño según Microzonificación sísmica de Bogotá para zona aluvial 100. Fuente: Decreto 523 de 16 de Diciembre de 2010	155
Ilustración N° 8-60: Se definen los patrones de carga. Fuente: Autor.	156
Ilustración N° 8-61: Se definen los casos de carga. Fuente: Autor	156
Ilustración N° 8-62: Datos de los caso de carga para sismo en X. Fuente: Autor.....	157
Ilustración N° 8-63: Datos de los caso de carga para sismo en Y. Fuente: Autor.....	158

Ilustración N° 8-64: Combinaciones de carga básicas utilizadas. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones sismo resistentes NSR10- B.2.4.2: Combinaciones básicas	159
Ilustración N° 8-65: Se definen las combinaciones de carga en ETABS 2015. Fuente: Autor	159
Ilustración N° 8-66: Configuración y disposición de los elementos estructurales en planta. Fuente: Autor	160
Ilustración N° 8-67: se definen los piers para los muros. Fuente: Autor	161
Ilustración N° 8-68: Se asignan los piers creados para los diversos tipos de muros en X y Y. Fuente: Autor.	161
Ilustración N° 8-69: Isométrico de la estructura existente. Fuente: Autor	162
Ilustración N° 8-70: Se define el diafragma de tipo rígido. Fuente: Autor	162
Ilustración N° 8-71: Se define el diafragma rígido para la placa de concreto. Fuente: Autor	163
Ilustración N° 8-72: Cercha de tipo pendolón en madera. Fuente: Autor	164
Ilustración N° 8-73: Isométrico de la cubierta en madera de pino existente. Fuente: Autor	164
Ilustración N° 8-74: Se define las secciones de pares y correas en madera de pino. Fuente: Autor	165
Ilustración N° 8-75: Cargas asignadas a las correas por área aferente. Fuente: Autor. .	166

Ilustración N° 8-76: Asignación de Cargas en placa de concreto de 10 cm. Fuente: Autor	168
Ilustración N° 8-77: Procedimiento de verificación de derivas. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo resistentes NSR10	169
Ilustración N° 8-78: Derivas máximas como porcentaje de la altura de piso. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10.	170
Ilustración N° 8-79: Resultados de derivas en el punto 40 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.	171
Ilustración N° 8-80: Resultados de derivas en el punto 79 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.	171
Ilustración N° 8-81: Resultados de derivas en el punto 67 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.	172
Ilustración N° 8-82: Resultados de derivas en el punto 61 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.	172
Ilustración N° 8-83: Resultados de derivas en el punto 28 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.	173
Ilustración N° 8-84: Resultados de derivas en el punto 22 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.	174
Ilustración N° 10-1: Fachada patrimonial a recuperar Pabellón Guillermo Gómez (Lado derecho de la foto). Fuente: Autor.	185

Ilustración N° 10-2: Propuesta arquitectónica del pabellón de pediatría. Fuente: Autor	186
Ilustración N° 10-3: Propuesta arquitectónica del mezzanine, zona A. Fuente: Autor.	187
Ilustración N° 10-4: Zona A y Zona B de la estructura (Color rojo y verde correspondientemente). Fuente: Autor	188
Ilustración N° 10-5: Planta Estructural y arquitectónica de la Zona A, planta primer piso. Fuente: Autor.	189
Ilustración N° 10-6: Plano estructural zona A, nivel 3.45 m. Fuente: Autor	190
Ilustración N° 10-7: Plano estructural zona A, nivel 6.90 m. Fuente: Autor	191
Ilustración N° 10-8: Planta Estructural y arquitectónica, con entrepiso en metaldeck de la Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor	192
Ilustración N° 10-9: Corte típico de la placa de entrepiso Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor	193
Ilustración N° 10-10: Instalación de la malla electro soldada para el sistema Metaldeck Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor	193
Ilustración N° 10-11: Esquema de colocación de conectores para el sistema Metaldeck, altura mínima del conector de 900 mm Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor	193
Ilustración N° 10-12: Corte típico de placa de contra piso Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor.	194
Ilustración N° 10-13: Planta de cimentación zapatas. Fuente: Auto	195

Ilustración N° 10-14: Propuesta de Cubierta a un agua para la Zona A. Fuente: Autor	196
Ilustración N° 10-15: Planta estructural cubierta, zona A. Fuente: Autor.	197
Ilustración N° 10-16: Cercha Tipo 1, Zona A. Fuente: Autor	198
Ilustración N° 10-17: Cercha Tipo 2, Zona A. Fuente: Autor	198
Ilustración N° 10-18: Cercha Tipo 3, Zona A. Fuente: Autor	199
Ilustración N° 10-19: Detalle de la conexión entre la cercha y la columna, Zona A. Fuente: Autor	199
Ilustración N° 10-20: Detalle de correas para cubierta, Zona A. Fuente: Autor.....	200
Ilustración N° 10-21: Detalle templete para cubierta, Zona A. Fuente: Autor.	200
Ilustración N° 10-22: Corte típico de crucetas y detalle típico de cruceta. Fuente: Autor	200
Ilustración N° 10-23: Isométrico de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.....	201
Ilustración N° 10-24: Refuerzo longitudinal de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.	202
Ilustración N° 10-25: Cuantía del acero de refuerzo longitudinal de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.	203
Ilustración N° 10-26: Refuerzo de acero por corte de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.	204
Ilustración N° 10-27: Relación demanda / capacidad a flexo compresión en columnas de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor	205

Ilustración N° 10-28: Relación de la capacidad dada por la sumatoria de $(6/5)$. Momentos resistentes en vigas/ Momentos resistentes en columnas, para la zona A, ETABS 2015.

Fuente: Autor206

Ilustración N° 10-29: Tabla A.12.5-1- Derivas máximas para umbral de daño como porcentaje de la altura de piso. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

.....208

Ilustración N°10-30: Espectro de umbral de daño, zona A. Fuente: Autor.208

Ilustración N° 10-31: Modelo de umbral de daño de la zona A, verificación de derivas.

Fuente: Autor.209

Ilustración N° 10-32: Isométrico de cubierta de la zona A. Fuente: Autor.213

Ilustración N° 10-33: Modelo en SAP2000 de cercha tipo 1 para cubierta de la zona A.

Fuente: Autor.214

Ilustración N° 10-34: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axil y flexión, con indicación de colores, cercha tipo 1 de la zona A. Fuente: Autor.214

Ilustración N° 10-35: Modelo en SAP2000 de cercha tipo 2 para cubierta de la zona A.

Fuente: Autor.215

Ilustración N° 10-36: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axil y flexión, con indicación de colores, cercha tipo 2 de la zona A. Fuente: Autor.215

Ilustración N° 10-37: Modelo en SAP2000 de cercha tipo 3 para cubierta de la zona A.

Fuente: Autor.216

Ilustración N° 10-38: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axil y flexión, con indicación de colores, cercha tipo 3 de la zona A. Fuente: Autor	216
Ilustración N° 10-39: Planta Estructural Zona B, planta primer piso. Fuente: Autor.	219
Ilustración N°10-40: Planta estructural zona B, nivel 3.45 m. Fuente: Autor.	220
Ilustración N° 10-41: Planta estructural zona B, nivel 6.90 m. Fuente: Autor.	221
Ilustración N° 10-42: Planta de cimentación zapata, zona B. Fuente: Autor.	222
Ilustración N° 10-43: Propuesta de cubierta a dos aguas para la zona B. Fuente: Autor.	223
Ilustración N° 10-44: Planta estructural cubierta, zona B. Fuente: Autor.	224
Ilustración N° 10-45: Cercha tipo, zona B. Fuente: Autor.	225
Ilustración N° 10-46: Detalle conexión cercha a columna, zona B. Fuente: Autor.	225
Ilustración 10-47: Detalle correas, Zona B. Fuente: Autor.	225
Ilustración N° 10-48: Detalle conexión templete, zona B. Fuente: Autor.	226
Ilustración N° 10-49: Detalle platina de apoyo $e=3/4"$, zona B. Fuente: Autor.	226
Ilustración N° 10-50: Corte típico de crucetas, zona B. Fuente: Autor.	226
Ilustración N° 10-51: Detalle típico cruceta. Fuente: Autor	227
Ilustración N° 10-52: Isométrico de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.	228
Ilustración N° 10-53: Refuerzo longitudinal de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.	229

Ilustración N° 10-54: Cuantía del acero de refuerzo longitudinal de la zona B, ETABS 2015.	
Fuente: Autor.	230
Ilustración N° 10-55: Refuerzo de acero por corte de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.	
.....	231
Ilustración N° 10-56: Relación demanda / capacidad a flexo compresión en columnas de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.....	232
Ilustración N° 10-57: Relación de la capacidad dada por la sumatoria de (6/5). Momentos resistentes en vigas/ Momentos resistentes en columnas, para la zona B, ETABS 2015.	
Fuente: Autor.	233
Ilustración N° 10-60: Espectro de umbral de daño, zona A. Fuente: Autor.....	234
Ilustración N° 10-61: Modelo de umbral de daño de la zona A, verificación de derivas.	
Fuente: Autor.	235
Ilustración N° 10-62: Isométrico estructura de cubierta zona B. Fuente: Autor.	239
Ilustración N° 10-63: Modelo en SAP2000 de cercha tipo para cubierta de la zona B.	
Fuente: Autor.	240
Ilustración N° 10-64: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axil y flexión, con indicación de colores, cercha tipo de la zona B. Fuente: Autor	240
Ilustración 10-65: Diseño de zapata cuadrada. Fuente: Autor.	242
Ilustración 10-66: Diseño de zapata de lindero. Fuente: Autor	247

Tabla de graficas

Pág.

Grafica N° 8-1: Espectro de diseño elástico. Fuente: Autor133

Grafica N° 8-2: Espectro de umbral de daño. Fuente: Autor137

Glosario

SNCu: Sistema Nacional de Cultura

BIC: Bienes de interés cultural

PEMP: Planes Especiales de Manejo y Protección

MÉTODO REHABIMED: Guía para la rehabilitación de los edificios de la Arquitectura Tradicional Mediterránea

PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN: Ciencia que estudia los daños que se presentan en una construcción antes, durante y después de su ejecución.

GRADO: Escala de medición del daño (leve, moderado, severo)

PATÓGENO: Elementos y medios que originan y desarrollan enfermedades en la estructura.

LESIÓN: Síntoma que se observa y que es diferente a lo inicialmente estaba, es el efecto final del proceso patológico. Se presentan lesiones de tipo primarias (aparece en primer lugar y se constituye en la secuencia temporal del mismo) y las lesiones secundarias (surge como consecuencia de una lesión anterior)

CAUSAS: Agente activo o pasivo que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones primarias o secundarias, es el objetivo específico del estudio patológico. Su origen puede ser de tipo mecánico, físico, químico, biológico.

- Directas: origen inmediato del proceso patológico

- Indirectas: Consecuencia de errores y efectos de diseño o ejecución.

RECONOCIMIENTO: Conocer el edificio y sus ocupantes debe ser previo a toda intervención¹.

MANTENIMIENTO: Que mantenga (pequeñas operaciones de limpieza, reparaciones, renovaciones que se realizan siguiendo un calendario) el edificio a lo largo de su vida útil hasta una futura nueva rehabilitación.²

REHABILITACION: Gran operación que retorna el edificio a los estándares del momento

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: Conjunto de parámetros capaz de predecir el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo.

DIAGNOSTICO: Determinación de las lesiones que afectan a la estructura y sus causas

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: Conjunto de actuaciones para resolver de manera definitiva las causas primarias y secundarias que desarrollaron el proceso patológico

REFORZAMIENTO: Conjunto de criterios de evaluación, diseño y construcción para que una estructura soporte las solicitaciones de carga implementadas.

¹ (CASANOVAS, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

² (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

Resumen

Las estructuras hospitalarias están catalogadas por el Reglamento Sismo Resistente NSR-10, como edificaciones indispensables las cuales se definen como: “aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar seguro y que en estas dispongan servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos y/o atención de urgencias”. Lo cual exigen que el Hospital San José deba regularizarse y adaptarse con los requerimientos actuales, ya que en la actualidad se considera una estructura vulnerable, pero que no puede ser intervenida tan fácilmente al estar regida bajo normativas de conservación patrimonial dentro de la máxima categoría que impide intervenciones directas en la distribución espacial y la estructura física, lo cual se contrapone a la normativa del ministerio de salud y protección social la cual requiere áreas mayores y ciertas especificaciones técnicas, y a la NSR10 en cuanto a las comunes intervenciones para reforzamiento que se realizan en diversas estructuras y que en esta resultaría en un daño a la arquitectura del pabellón patrimonial. Bajo lo anteriormente expuesto es necesario realizar un estudio patológico y un diseño adecuado que cumpla con cada una de las normativas mencionadas preservando el valor histórico de esta estructura.

- Reglamento sismo resistente NSR10
- Estructura de conservación patrimonial, Decreto 1080 de 2015
- Normativas del ministerio de salud y protección social
- Estructuras hospitalarias
- Estudio patológico y reforzamiento estructural

Introducción

El hospital de San José se concibe en el año de 1902 por quienes conformarían la sociedad de cirugía de Bogotá, su construcción se inicia en el año de 1905 y abre sus puertas el 08 de febrero de 1925 costado sur a la plaza España, es un inmueble constituido como bien de interés cultural B.I.C mediante resolución 00003 del 12 de marzo de 1982, por representar gran parte de la memoria histórica del país y conservar su uso original como hospital, lo que hace que esta estructura represente una gran importancia en el ámbito social, cultural e histórico de la ciudad de Bogotá, otorgando por medio de su arquitectura realizar una reconstrucción histórica de los diversos sucesos que marcaron al país como fue la época de 1902 en la culminación de “la guerra de los mil días”.

De los treinta inmuebles considerados como monumentos nacionales (conservación integral) en el país encontramos al Hospital San José y la Biblioteca Nacional, las cuales poseen un incalculable valor histórico, arquitectónico y cultural por tanto son protegidas bajo normativas exigentes que de no garantizar la integridad del inmueble conllevan a sanciones administrativas. Sin embargo de presentarse la necesidad de realizar intervenciones estas deben ser legibles y dar fe del momento en el que se hicieron según se estipula en la normativa actual.

Con sus más de cien años el hospital aún conserva gran parte de su integridad patrimonial, sin embargo gran parte de su riqueza histórica ha sido destruida debido a las diversas

intervenciones que se han ido realizando a través de las diferentes épocas sin mayor registro de la estructura original o de los cambios detallados realizados y del desconocimiento de las leyes que lo protegen (actualmente: Decreto 1080 de 2015).

El pabellón de Pediatría el cual es el objeto del presente estudio es un estilo arquitectónico de carácter híbrido entre la estructura considerada como bien de interés cultural y la construcción anexa que se realizó posterior a la categoría mencionada. La estructura no cumple con las Normas Colombianas de Construcciones Sismo Resistentes NSR10 por lo cual debe realizarse un estudio de vulnerabilidad que está constituido por una serie de ensayos de materiales destructivos y no destructivos, al igual que el análisis de la estructura a nivel patrimonial en la zona que le corresponde a esta categoría y en la estructura anexa un análisis de su sistema constructivo y todo lo que ello implique.

El estudio de patología dará las causas de las lesiones encontradas en la estructura proporcionando una solución adecuada y definitiva a las mismas y realizando los diseños adecuados para el cumplimiento de la NSR10, en donde se incluirá el diseño arquitectónico para el cumplimiento de las exigencias del servicio que suministra dicho pabellón

1 Planteamiento del problema y justificación

1.1 Planteamiento del problema

Las estructuras hospitalarias están catalogadas por el Reglamento Sismo Resistente NSR-10, como edificaciones indispensables las cuales se definen como: “aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar seguro y que en estas dispongan servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos y/o atención de urgencias”. Lo cual exigen que el Hospital San José deba regularizarse y adaptarse con los requerimientos actuales, ya que en la actualidad se considera una estructura vulnerable, pero que no puede ser intervenida tan fácilmente al estar regida bajo normativas de conservación patrimonial dentro de la máxima categoría que impide intervenciones directas en la distribución espacial y la estructura física, lo cual se contrapone a la normativa del ministerio de salud y protección social la cual requiere áreas mayores y ciertas especificaciones técnicas, y a la NSR10 en cuanto a las comunes intervenciones para reforzamiento que se realizan en diversas estructuras y que en esta resultaría en un daño a la arquitectura del pabellón patrimonial.

1.2 Justificación

Es importante interpretar el concepto de la conservación arquitectónica ya que es gran parte del legado cultural de diversas naciones que se vieron involucradas en su desarrollo, demostrando rasgos de la historia de un pueblo, una nación o simplemente un pequeño momento que pudo marcar la vida de algún personaje en particular; por medio de estas manifestaciones podemos experimentar y entender la gran capacidad humana de crear y conservar parte de su herencia, por tanto considero que en un mundo donde la globalización mercantil, económica y cultural estandariza toda expresión artística y reduce al mínimo la excentricidad, manifiesta aún más la necesidad del concepto de conservación en donde la diversidad es el eje fundamental a entender.

El hospital San José es de suprema importancia ya que es un establecimiento hospitalario, funciona otorgando sus servicios directamente a la comunidad, teniendo en cuenta además que por la longevidad de la estructura representa un valor adicional a la capital y una imagen favorable al sector donde se encuentra ubicada a pesar de la problemática del gran porcentaje de población flotante (indigentes) que se encuentra en la zona.

Este tipo de estructuras están catalogadas por el Reglamento Sismo Resistente NSR-10, como edificaciones indispensables las cuales se definen como: “aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar seguro y que en estas dispongan

servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos y/o atención de urgencias”. Las normativas que rigen a este tipo de estructuras exigen al Hospital San José regularizarse y adaptarse con los requerimientos actuales que se han ido modificando y mejorando gracias a estudios experimentales y de sitio durante aproximadamente 100 años de funcionamiento del Hospital.

Es además importante el análisis de este tipo de estructuras ya que no solo debe tenerse en cuenta la resistencia que presente la estructura y la intervención a realizar para que cumpla con los requisitos establecidos de seguridad y los establecidos por la normativa del ministerio de salud y protección social, sino que además es necesario salvaguardar la arquitectura original de los mismos por lo cual es un trabajo más dispendioso, ya que no se es permitido por ley ni demoler, ni cambiar significativamente su estructura por lo cual es necesario un análisis histórico, una evaluación, un diagnóstico y soluciones adecuadas en estructuras que son: patrimoniales, hospitalarias y además sísmicamente vulnerables.

2 Objetivos

2.1 General

Poder interpretar las lesiones comunes que se presentan en este tipo de estructuras patrimoniales y utilizar de manera adecuada la intervención por el método Rehabimed para que cumpla los requerimientos actuales en cuanto a sismo resistencia y conservación arquitectónica, lo cual me ayudará a poder desempeñarme en esta área de manera óptima.

Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural del pabellón de pediatría del hospital de San José ubicado en la ciudad de Bogotá en la Calle 10 N° 18-75, según las normativas de conservación patrimonial en su máxima categoría, la normativa del ministerio de salud y protección social, y la del Código de Sismo resistencia NSR10 de esta manera se cumplirán los requisitos de seguridad y sanidad por parte del hospital para su adecuado funcionamiento sin alterar de manera drástica la arquitectura original del edificio sin incurrir en sanciones de algún tipo.

2.2 Específicos

1° Estudio de patología estructural el cual comprende el auscultamiento estructural y ensayos de materiales destructivos y no destructivos sobre los elementos estructurales que componen el pabellón

2° Estudio patrimonial del Hospital de San José en el pabellón de pediatría

3° Análisis de vulnerabilidad sísmica calculando los índices de flexibilidad y sobre esfuerzos de la edificación

4° Diseño estructural de la intervención para una solución económica y resistente que cumpla los requisitos de resistencia sísmica para estructuras del grupo de uso IV según la norma colombiana de sismo resistencia NSR-10.

5° Conocer los parámetros necesarios para un análisis adecuado por medio del método para conservación arquitectónica denominado Rehabimed.

6° Adquirir un mayor conocimiento en el área estructural en cuanto a análisis de vulnerabilidad y técnicas adecuadas de reforzamiento para este tipo de estructuras.

3 Estado del arte

Las estructuras en general consideradas dentro de la categoría de bien de interés cultural han tenido gran relevancia en el desarrollo de la humanidad es por ello que no se ha escatimado en gastos para su preservación, siendo este fenómeno más relevante en países de Europa en donde la diversidad de culturas y el paso que han dejado cada una es un legado que debe conservarse como parte de la historia y desarrollo de sus pueblos. Actualmente se han ido recopilando todas las técnicas necesarias para poder dar un mantenimiento adecuado a estas estructuras para preservarlas a través del tiempo; técnicas que se han ido puliendo en el tiempo, con puntos en común y en desacuerdos con otros entre los diversos profesionales en el área, por ello se crea la necesidad de recopilar todo este conocimiento en una sola lengua que ayude en aras de preservar la historia, es por esto que se da la primera Conferencia Euromediterránea de jefes de estado de 1995 que fomento el lanzamiento del proceso de Barcelona iniciativa ratificada en 2005 en la Cumbre Barcelona+10 cuyo objetivo era la búsqueda de sinergias sociopolíticas, económicas, culturales y medioambientales, con una óptica regional y de desarrollo mutuo, dentro de estos parámetros surge el Programa Euromed Heritage, para contribuir a la puesta en valor y la protección del amplio y diverso patrimonio compartido entre los diferentes países mediterráneos de aquí nace el Método Rehabimed la última y más completa guía para el tipo de intervención adecuado que debe darse a una estructura de bien cultural sin afectar

sus características pero proporcionándoles seguridad de servicio y cumplimiento de las demás normativas que las rigen.

El hospital de San José está catalogado dentro del nivel 1 de conservación integral debido a su valor histórico y social, fue diseñado por el arquitecto Pietro Cantini (sus proyectos, el más ambicioso fue el teatro Colón y del Capitolio Nacional) en el año 1902, se programó majestuoso la ejecución del proyecto fue lenta y difícil, pero necesaria ante la necesidad de atender la muchedumbre de enfermos y heridos que acudían en busca de atención y que no podían ser atendidos por el hospital San Juan de Dios, por lo cual diez médicos científicos e intelectuales decidieron fundar la Sociedad de Cirugía de Bogotá, en los salones del Club Médico y así mismo patrocinar el proyecto de un hospital que cumpliera todas las exigencias y requerimientos de esa época.

La inauguración del hospital se dio el día 8 de febrero de 1925, tras grandes desafíos económicos que fueron resueltos por las almas caritativas y de la dedicación y el trabajo de la hermana Martina a la cual se le otorga el título de ser una fundadora más. Después se dio la segunda etapa de dotación y ampliación progresiva de las instalaciones que resultaron pequeñas para la gran demanda que el pueblo solicitaba y que la Sociedad de Cirugía prestaba. Con el tiempo se fueron comprando los lotes aledaños y al tiempo surgieron edificaciones que con el pasar de los años dejaron de ser adecuadas por la gran cantidad poblacional y por la falta de áreas adecuadas, lo cual obligó a la remodelación de pabellones y los cambios de la medicina moderna llevaron a la transformación progresiva

hacia novedosas salas quirúrgicas, laboratorios, y demás que constituyen el hospital que se conoce hoy en día.

En 1951 inició sus labores la escuela de instrumentadoras, primera entidad educativa propia de la Sociedad. En 1976 se fundó la facultad de enfermería y en 1973 la de citohistotecnología. En 1997 se aprueba la creación de la facultad de medicina. Inició labores en 1998.

El hospital de San José es el primer hospital construido siguiendo el modelo de pabellones con el fin de separar los enfermos según la dolencia que padecían para facilitar su tratamiento lo cual era traído de la arquitectura de su país natal, el cual proponía grandes pabellones de gran altura con grandes ventanales que permitieran la entrada de aire y luz al interior de la edificación. Al lado de la Plaza España conformaba el remate hacia el occidente de la calle 10, considerada por mucho tiempo como la más importante de la ciudad por la jerarquía de los edificios que sobre ella se ubicaban y hoy en día por su importante valor histórico en las diferentes etapas que fue desarrollada y que fueron testigos de los momentos más relevantes en la sociedad colombiana.

Al ser construido y modificado en diferentes épocas de la historia pasando desde el año de 1902 hasta el año actual el edificio cuenta con una serie de materiales que pasan desde la tapia pisada en algunos de sus pabellones, muros de mampostería, hasta el concreto, drywall y materiales que son propios de esta época, y que no han sido adecuados al momento de ser implementados en obras arquitectónicas de tal importancia debido a una

falta de conocimiento en el tema patrimonial que ha afectado rasgos históricos irremplazables de la estructura, realizados por firmas tanto de ingenieros como de arquitectos que han intervenido en sus reforzamientos y modificaciones para adaptar los diversos edificios a las necesidades cambiantes de la sociedad y de las nuevas tecnologías y normativas

4 Marco teórico

Las estructuras patrimoniales hacen parte vital dentro del contexto histórico del lugar en donde se encuentren, mostrando los acontecimientos que conllevaron al desarrollo tecnológico y de infraestructura de un país, promoviendo el turismo y enriqueciendo el paisaje, por ello la inversión en investigación para conservar este tipo de estructuras se ha ido promoviendo cada vez más al tomar conciencia de su importancia en países como Italia, república checa, España, Portugal entre otros del viejo continente han sido quienes han sido pioneros en las diversas técnicas de diseño, construcción y conservación de la arquitectura tradicional. En los países de Latinoamérica son muy pocos los que han preservado y fomentado técnicas que incentiven el mantenimiento de estas estructuras dándose un deterioro continuo de las mismas y perdiendo parte importante de su contexto histórico y financiero, recordando que países como los anteriormente mencionados basan gran parte de su economía en el aspecto turístico y que por ello mismo entienden la importancia que esto implica.

Ahora de acuerdo a lo anteriormente mencionado los monumentos históricos (edificios, puentes, estatuas de gran tamaño y demás) requieren no solo un mantenimiento a nivel estético sino que también lo requieren a nivel de su propia estructura, en lo cual es necesario no solo entender los métodos constructivos de la época, los materiales utilizados, la características arquitectónicas que gobernaban en el momento de su diseño y ejecución,

sino también su sistema estructural, su vulnerabilidad sísmica, las patologías propias de su diseño, entendiendo que el material en sí de su construcción hace parte de ese diseño y que de por sí solo ya presenta diversas patologías a nivel mecánico, químico y biológico que someten a la estructura a un grado de degradación que puede llegar a ser fatal para la estructura. Es por ello que a través de los años se han desarrollado diversas técnicas para poder determinar la intervención adecuada para poder preservar de la manera más óptima los monumentos históricos como se mencionara a continuación:

Método rehabimed

Guía para la rehabilitación de los edificios de la Arquitectura Tradicional Mediterránea que detalla los pasos a seguir para la rehabilitación de edificios patrimoniales, en el cual se describen los procesos a realizar para dar un diagnóstico claro de las lesiones presentes en la estructura y de su adecuada intervención. La guía nace gracias a la necesidad de reforzar la actividad de rehabilitación y mantenimiento de la arquitectura tradicional mediterránea y que se inicia en el año de 1998 cuando surge el Programa Euromed Heritage. La guía cuenta con la colaboración de más de 150 profesionales de 15 diferentes países expertos en el área, más las universidades participantes junto con la agencia Española de cooperación internacional, además de la recopilación de la mayoría de metodologías utilizadas para este fin en los diversos países de Europa.

Respuesta sísmica de muros de mampostería no reforzada sometidos a aceleraciones perpendiculares a su plano

Artículo realizado por los ingenieros Juan Diego Jaramillo, Marcela Morales y Gonzalo Hincapié en el año 2008, basándose en ensayos a escala real en la mesa vibradora de la Universidad EAFIT, Medellín Colombia, quienes proponen un modelo para estimar la resistencia sísmica de muros en mampostería no reforzada ante aceleraciones perpendiculares a su plano. Para esta estimación se estudiaron y modelaron diferentes mecanismos de comportamiento del sistema: flexión horizontal, flexión vertical y flexión biaxial, las cuales dependen de las condiciones de sujeción del muro. En los modelos y ensayos realizados puede estimarse lo siguiente: Cuando el muro, por las condiciones de frontera, se ve sometido tanto al mecanismo de flexión vertical como horizontal, la resistencia final resistida por el muro será la que aporte el máximo momento resistente del mecanismo vertical o del horizontal, esto debido al comportamiento frágil de la mampostería.

Dado que el mecanismo por flexión horizontal es el que mayor resistencia proporciona al muro para relaciones de aspecto del muro, L/H , menores o iguales a 2.0, se sugiere que desde los diseños arquitectónicos y estructurales se habilite este mecanismo disponiendo longitudes apropiadas para los muros y permitiendo que se genere una buena traba entre muros perpendiculares.

Cuando se presenten vanos por la localización de puertas y ventanas deben disponerse elementos verticales de confinamiento como columnas o dovelas que permitan la generación del mecanismo horizontal.

Para muros con grandes longitudes entre apoyos, debe arriostrarse el extremo superior del muro y buscar en lo posible que éste reciba cargas adicionales a su propio peso que permitan un aumento en la resistencia sísmica que se genera por el mecanismo de flexión vertical.

En estructuras de mampostería no reforzada, independientemente de si la resistencia a cargas perpendiculares al plano de los muros es proporcionada por el mecanismo de flexión horizontal o el mecanismo de flexión vertical, las vigas de amarre superior e inferior son obligatorias para lograr un comportamiento solidario de toda la edificación y una correcta transmisión de carga entre los elementos resistentes.

Si se desea utilizar el mecanismo de resistencia por transferencia horizontal, se debe procurar no exceder la luz horizontal, ya que ésta al cuadrado es inversamente proporcional a la resistencia del muro cuando es sometida a cargas perpendiculares a su plano.

Se logró demostrar las bondades de los sistemas de mampostería apilada con conectores de cortante sobre las juntas horizontales, que habiliten el mecanismo de transferencia horizontal de cargas. En el caso estudiado, el muro de mampostería apilada incrementó su aceleración resistente un 20% por encima de la que tenía el muro de mampostería equivalente pero con mortero de pega sobre las juntas horizontales y verticales. Estos

sistemas de mampostería apilada con conectores deberían explorarse más profundamente pues son muy promisorios.

Existing Empirical Fragility and Vulnerability Relationships: Compendium and Guide for Selection

Documento elaborado por T. Rosseto, I. Ioannou, D.N Grant (2015). En este documento se examinan las funciones de vulnerabilidad y fragilidad empíricos existentes en todo el mundo en términos de sus características, fuentes de datos y técnicas de modelización estadística.

Nuevos sistemas y materiales para diseño y construcción de muros divisorios y de fachadas en edificaciones

Conferencia SCI 14-09-05 realizada por el ingeniero Daniel Rojas Mora (profesor de la universidad nacional) y MIC Uniandes, el cual indica la importancia de entender el comportamiento de los elementos que no pertenecen la estructura para el buen comportamiento de las edificaciones, esto nace gracias a que debe entenderse que ante la ocurrencia de un sismo los que más vida han cobrado han sido aquellos elementos que no son propiamente de la estructura y que por lo cual es fundamental que en las diversas estructuras se garantice su estabilidad y desempeño. Dentro de su temática encontramos las especificaciones y características que debe presentar estos elementos para poder tener una mayor resistencia ante un sismo, donde su fabricación es un punto clave para poder determinar la seguridad que pueden otorgar, así como su diseño, construcción que deben

ser de alta calidad para un adecuado comportamiento. Como objetivo se establece la caracterización en muros divisorios y fachadas ante demandas sísmicas comúnmente impuestas, establecer una caracterización de los diversos sistemas constructivos y el comportamiento ante los diversos tipos de esfuerzos. Con ello se presenta las cuatro cartillas de: diseño, materiales, muros y requisitos constructivos que especifican las características adecuadas que deben definirse para un óptimo desempeño.

Ahora dentro de los tipos de reforzamiento actuales tenemos los arrostramientos metálicos, encamisados en concreto reforzado, encamisado en acero, pantallas en concreto reforzado, adición de elementos de concreto o metálicos, platinas metálicas, zunchado con malla y concreto, pos tensionamiento externo, contrafuertes, materiales compuestos FRP, disipadores pasivos de energía, aislamiento sísmico en donde los últimos tres se encargan de modificar la respuesta ante un sismo.

5 Metodología propuesta

Los trabajos se iniciarán con los ensayos destructivos y no destructivos de materiales y la auscultación de la edificación para realizar el levantamiento de lesiones y la calificación del estado de las estructuras, simultáneamente se reunirá la información existente del edificio para formular los modelos estructurales y determinar su grado de vulnerabilidad sísmica (índices de sobre esfuerzo y de flexibilidad). Con los resultados y la información obtenida en las etapas anteriores se planteara la intervención estructural para ejecutar el proyecto de reforzamiento sismo resistente.

Fase preliminar. En esta etapa se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Recopilación de la información existente del edificio (planos, estudios previos, fotografías, etc.), esta actividad se iniciará con los archivos existentes en el hospital.

Auscultación de la estructura para levantamiento de lesiones y revisión general del estado estructural del edificio.

En la estructura que hace parte de la clasificación B.IC se utilizara la metodología de la Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales que se compone de cuatro etapas:

1. El conocimiento: Preliminares, estudios pluridisciplinarios
2. La reflexión y el proyecto: Diagnostico, reflexión y toma de decisiones, proyecto.
3. La obra: Rehabilitación

4. La vida útil: Mantenimiento

Estudio de patología estructural. Junto con la información obtenida en la etapa preliminar se determina el estado de conservación del edificio y se emite un diagnóstico de las lesiones encontradas y sus causas. Se calificará la edificación según la metodología descrita por la norma NSR-10 título A-10.

Análisis de Vulnerabilidad Sísmica. Se elabora el modelo estructural del edificio y se calcula el grado de sobreesfuerzo y el índice de flexibilidad de la edificación, mediante un análisis lineal elástico para determinar el comportamiento de la estructura ante la ocurrencia del sismo de diseño prescrito por la NSR-10.

Diseño de reforzamiento sismo resistente. Según los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad se propondrán las alternativas de reforzamiento y se diseñará dicha alternativa para que el edificio cumpla con los requerimientos de resistencia y flexibilidad requeridos por la NSR-10.

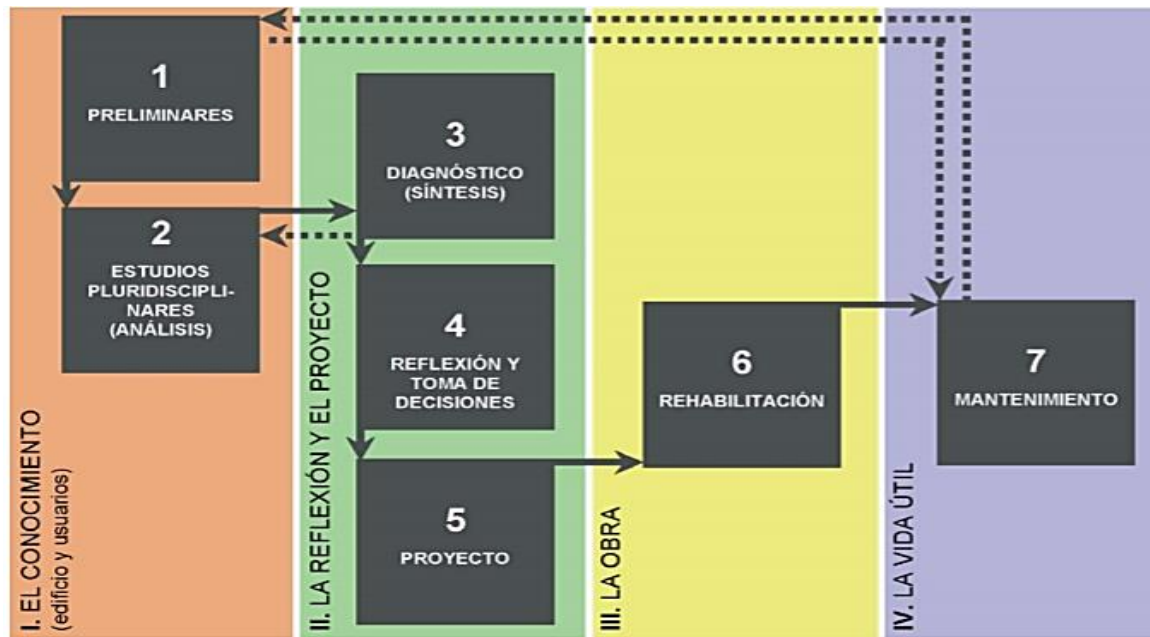


Ilustración N° 5-1: etapas para rehabilitación de edificios. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.³

³ (CASANOVAS, X, Consorcio Rehabimed, 2007).

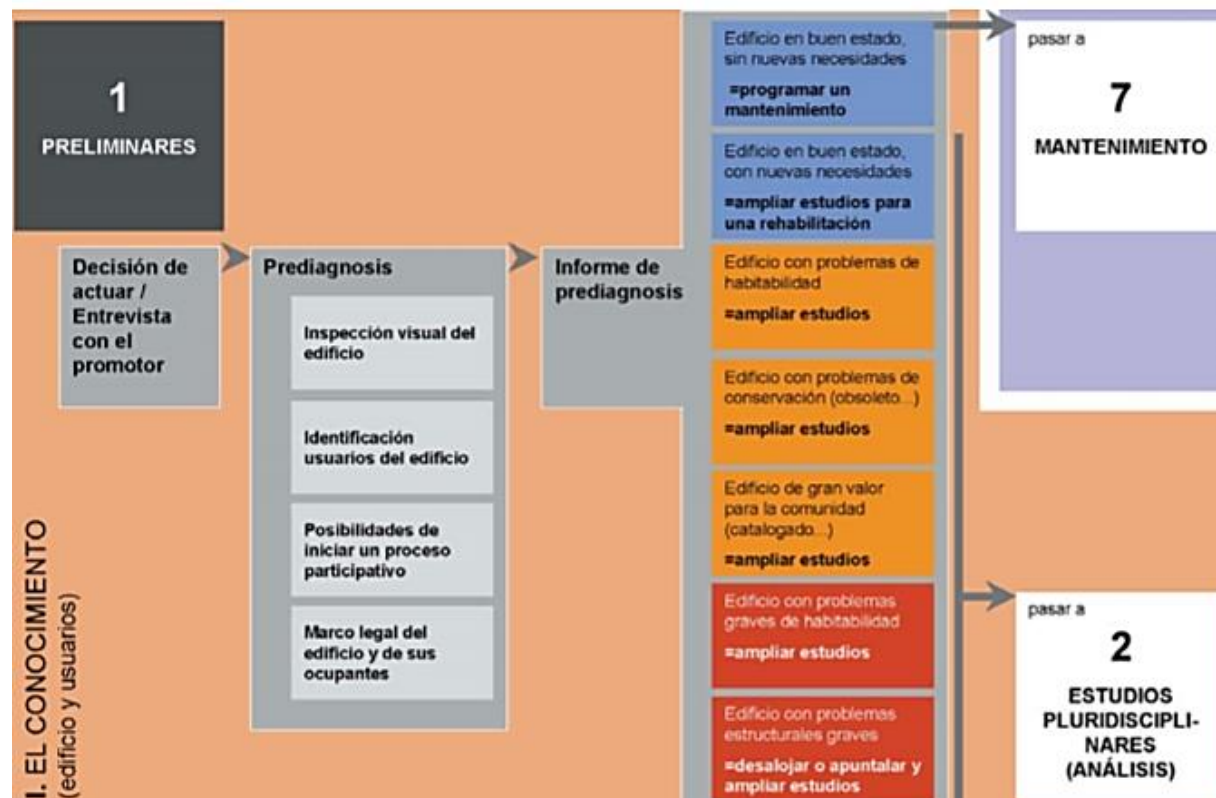


Ilustración N° 5-2: Etapa 1: el conocimiento- Preliminares. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.⁴

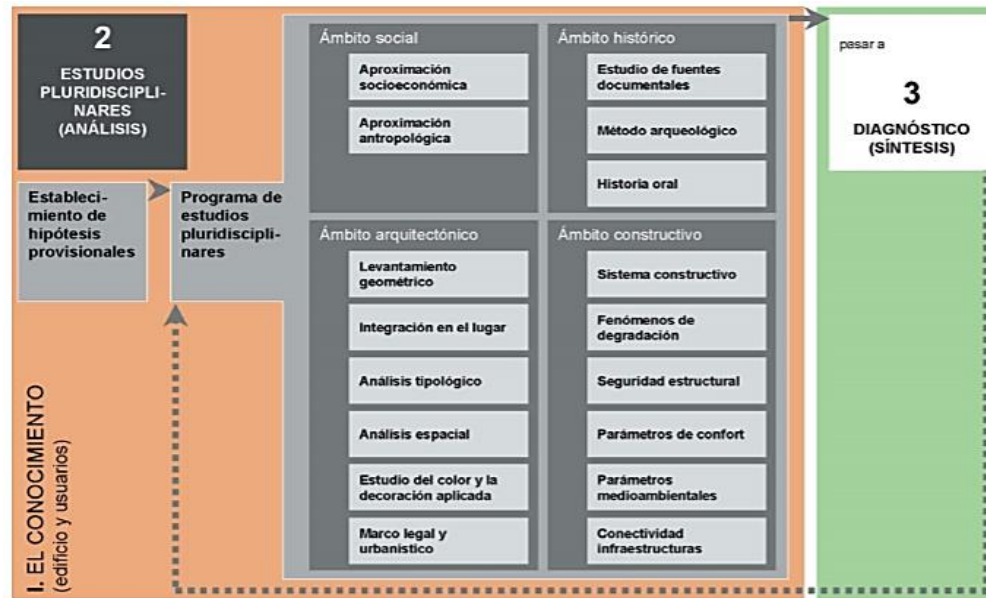


Ilustración N° 5-3: Etapa 1: el conocimiento- Estudios pluridisciplinarios. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.⁵

⁴ (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed , 2007)

⁵ (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed, 2007)1, Barcelona, España.

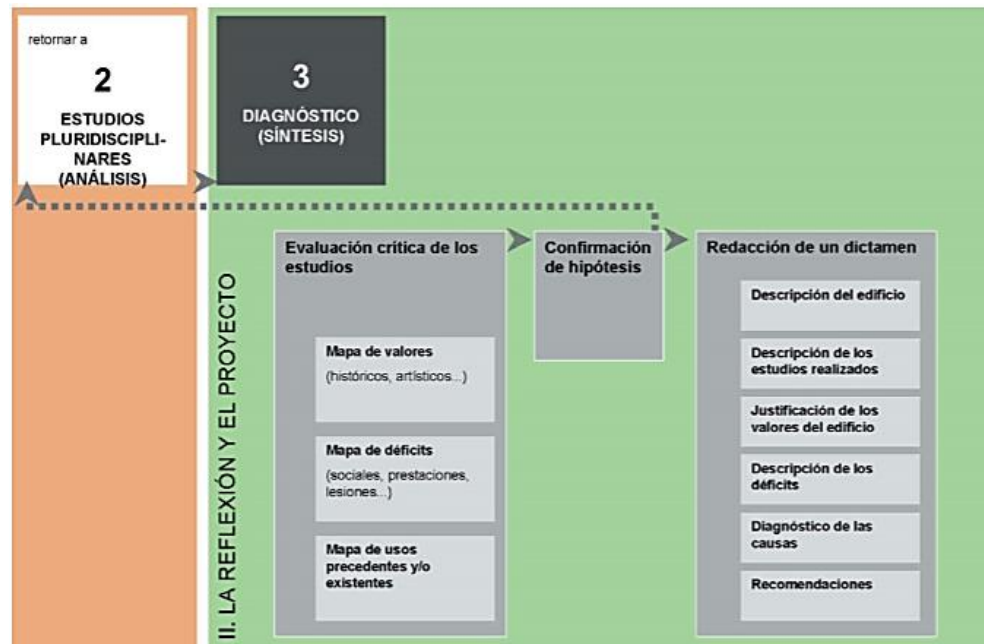


Ilustración N° 5-4: Etapa 2: La reflexión y el proyecto - Diagnostico. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.⁶

⁶ (CASANOVAS, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

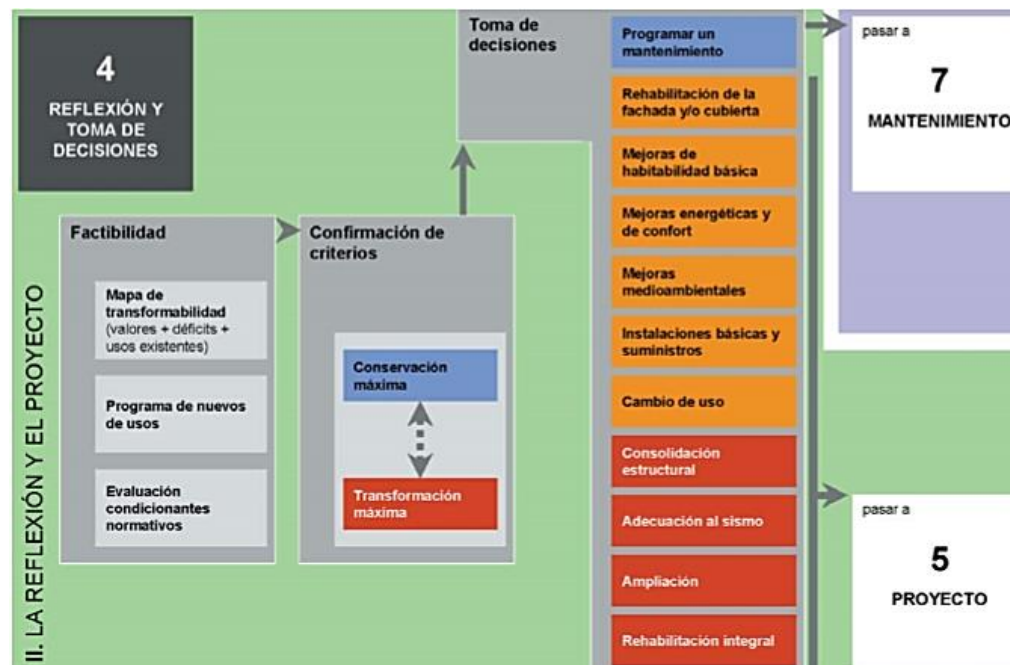


Ilustración N° 5-5: Etapa 2: La reflexión y el proyecto- Reflexión y toma de decisiones. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.⁷

⁷ (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

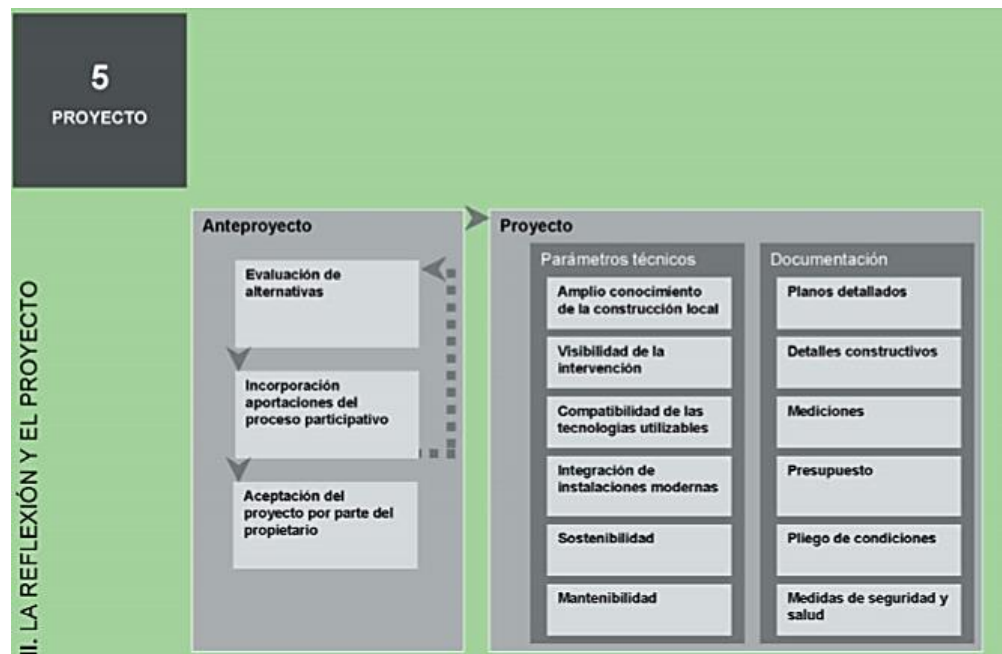


Ilustración N° 5-6: Etapa 2: La reflexión y el proyecto- Proyecto. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.⁸

⁸ (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

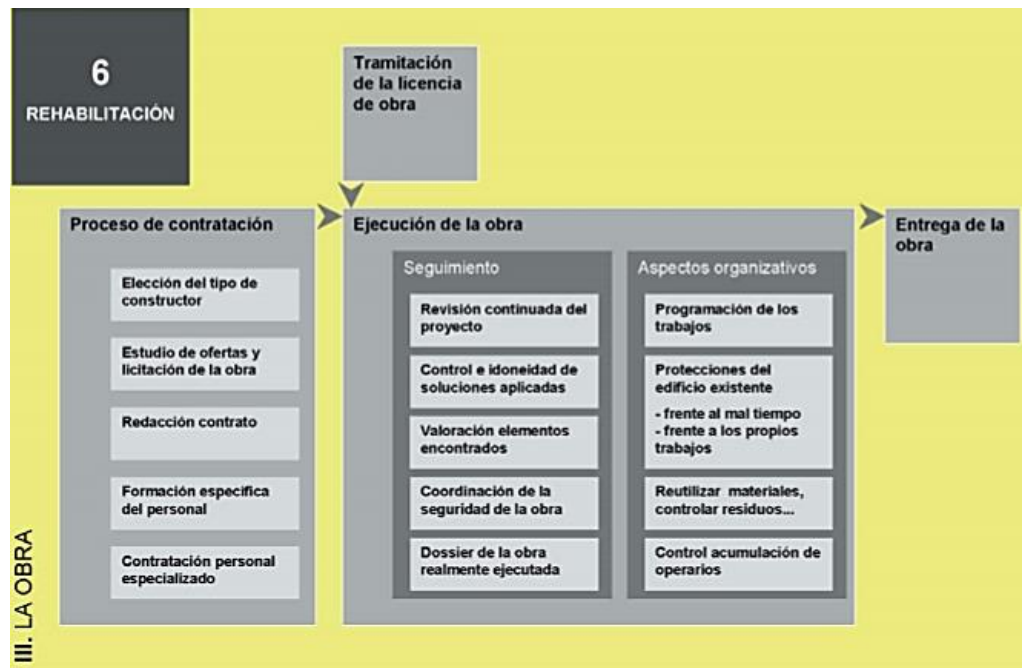


Ilustración N° 5-7: Etapa 3: La obra-Rehabilitación. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.⁹

⁹ (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

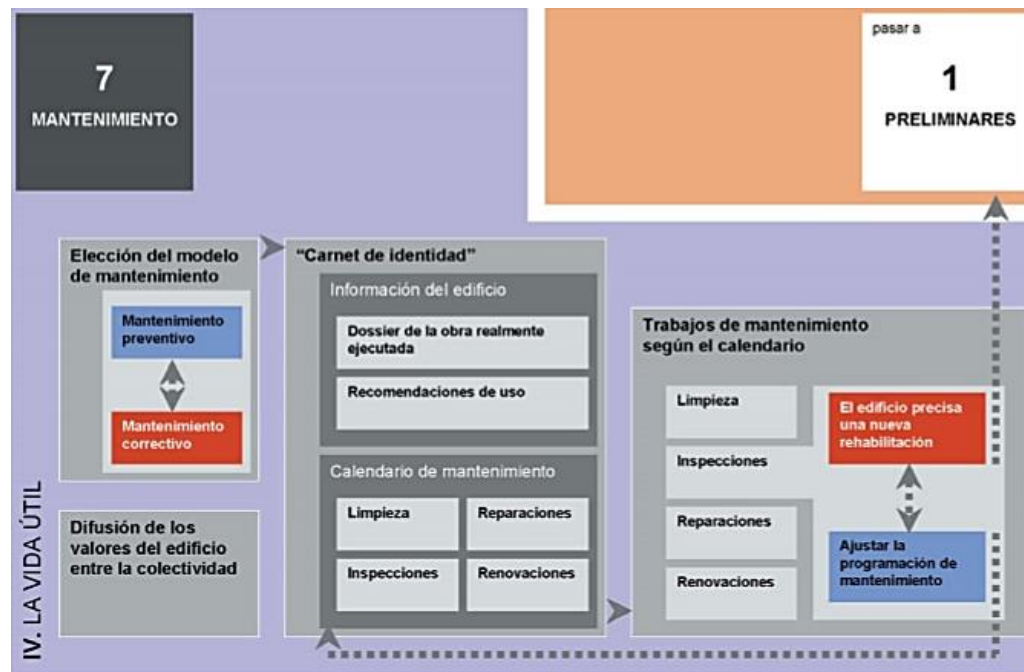


Ilustración N° 5-8 Etapa 3: La obra-Rehabilitación. Fuente: Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales.¹⁰

¹⁰ (CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed, 2007)

6 Definiciones

A fin de implantar las definiciones del concepto de patrimonio cultural tangible (material) en el caso de inmuebles de nivel 1 de conservación integral a continuación se detalla el conjunto de definiciones referentes al tema, el cual es el objeto temático y marco de referencia del presente trabajo:

- Definiciones del ministerio de cultura:

Definición del Concepto de patrimonio cultural:

El primer referente es la definición de UNESCO, organismo internacional que establece las directrices respecto al patrimonio cultural y cuyas convenciones son adoptadas por el país, por medio del Decreto 1080 de 2015 del 26 de mayo de 2015 del Ministerio de cultura, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultural

UNESCO: “El patrimonio es el legado que recibimos del pasado, lo que vivimos en el presente y lo que transmitimos a las generaciones futuras” y su concepto según el objeto de estudio y su categoría:

El patrimonio cultural inmueble (monumentos, sitios arqueológicos, etc.)

Sistema Nacional de Cultura (SNCu):

Es el conjunto de instancias, espacios de participación y procesos de desarrollo institucional, planificación, financiación, formación, e información articulados entre sí, que

posibilitan el desarrollo cultural y el acceso de la comunidad a los bienes y servicios culturales.

Instancias:

Son las responsables de la formulación, ejecución y seguimiento de las políticas y de los planes de cultura, conjuntamente con los espacios de participación.

Espacios de participación:

Son el ámbito de encuentro de todos los actores del sistema en donde se concertan las decisiones de la política y planificación cultural nacional o territorial y la vinculación y articulación con los demás sistemas.

Procesos:

Son el conjunto de acciones que enriquecen, potencian, transforman y divulgan el ámbito cultural, observando criterios democráticos, participativos y multiculturales.

Sistema nacional patrimonio cultural de la nación – SNPCN:

Tiene por objeto contribuir a la valoración, preservación, salvaguardia, protección, recuperación, conservación, sostenibilidad, divulgación y apropiación social del patrimonio cultural, de acuerdo con lo establecido en la Constitución Política, en la legislación, en particular en la ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008 y bajo los principios de descentralización, diversidad, participación, coordinación y autonomía.

Bienes pertenecientes a la época colonial:

Los bienes muebles e inmuebles pertenecientes a la época colonial que hubieren sido declarados o lo sean con posterioridad a la vigencia de este decreto como monumentos nacionales o como bienes de interés cultural, se les aplicarán las disposiciones del artículo 11 de la Ley 397 de 1997, modificado por la ley 1185 de 2008, artículo 7.

BIC :

Bienes de interés cultural

PEMP:

Planes Especiales de Manejo y Protección son un instrumento de gestión del Patrimonio Cultural de la Nación, mediante el cual se establecen acciones necesarias con el objetivo de garantizar la protección, conservación y sostenibilidad los BIC.

Categorías de bienes Inmuebles:

Los bienes inmuebles, para efectos de la adopción de PEMP se clasifican como se indica a continuación, sin perjuicio de otros que por vía general reglamente el Ministerio de Cultura:

Sector Urbano: Fracción del territorio de una población dotada de fisonomía, características y de rasgos distintivos que le confieren cierta unidad y particularidad.

Espacio Público: Conjunto de inmuebles de uso público, y de elementos de los inmuebles privados destinados por su naturaleza, usos o afectación a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que trascienden los límites de los intereses individuales de los habitantes.

Del Grupo Arquitectónico: Construcciones de arquitectura habitacional, institucional, comercial, industrial, militar, religiosa, para el transporte y las obras de ingeniería.

Nivel permitido de Intervención:

Son las pautas o criterios relacionados con la conservación de los valores del inmueble y su zona influencia

Nivel 1. Conservación integral:

Aplica a inmuebles del grupo arquitectónico de excepcional valor, los cuales, por ser Irremplazables, deben ser preservados en su integridad. éstos, cualquier intervención puede poner en riesgo sus valores e integridad, por lo que las obras deben ser y dar del momento en el que se realizaron. El inmueble lo permite, se podrán realizar ampliaciones, en función de promover su revitalización y sostenibilidad

- Definiciones de la normativa del ministerio de salud y protección social:

Ministerio de salud y protección social:

Es un sistema específico para evaluar la calidad de la atención en las instituciones de salud.

- Manual de acreditación ambulatorio y hospitalario:

Sistema Único de Acreditación en Salud, el conjunto de procesos, procedimientos y herramientas de implementación voluntaria y periódica los cuales están destinados a comprobar el cumplimiento gradual de niveles de calidad superiores a los requisitos

mínimos obligatorios, para la atención en salud, bajo la dirección del Estado y la inspección, vigilancia y control de la Superintendencia Nacional de Salud.

- Definiciones del Código de Sismo resistencia NSR10:

Análisis de vulnerabilidad sísmica:

Conjunto de parámetros capaz de predecir el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo.

Reforzamiento estructural

Conjunto de criterios de evaluación, diseño y construcción para que una estructura soporte las solicitaciones de carga implementadas cumpliendo con la normativa vigente de sismo resistencia.

- Método rehabimed

Guía para la rehabilitación de los edificios de la Arquitectura Tradicional Mediterránea que detalla los pasos a seguir para la rehabilitación de edificios patrimoniales, en el cual se describen los procesos a realizar para dar un diagnóstico claro de las lesiones presentes en la estructura y de su adecuada intervención.

7 Resultados esperados

Realizar un diseño que cumpla con los requisitos de sismo resistencia según la normativa NSR10, la normativa de secretaria de salud y la correspondiente al Decreto 1080 de 2015 para garantizar una estructura segura cómoda y con estándares de calidad en servicio de acuerdo a los espacios.

Lo anterior se realiza con los procedimientos que describe el Metodo Rehabimed para la rehabilitación de los espacios arquitectónicos que lo componen en un estilo arquitectónico de carácter híbrido entre la estructura considerada como bien de interés cultural y la construcción anexa que se realizó posterior a la categoría de nivel integral 1: Monumento Nacional.

8 Estudio de patología

8.1 Fase preliminar - historia clínica (i. el conocimiento-rehabimed para estructura b.i.c)

Se realiza la auscultación de la estructura y recopilación de información de las características de la estructura de estudio. Se utilizara la metodología de la Guía RehabiMed para la rehabilitación de edificios tradicionales que se compone de cuatro etapas (esta metodología será implementada en toda la estructura hasta la etapa III: La obra: rehabilitación, que se realizara solo en la estructura de carácter patrimonial, lo anterior debido a que la estructura es un estilo arquitectónico de carácter híbrido entre la estructura considerada como bien de interés cultural y la construcción anexa que se realizó posterior a la categoría mencionada)

1. FORMATO DE INSPECCION DE INMUEBLE (VISITA PRELIMINAR)			
Fecha: 22 de febrero 2016		Duración visita: 4 horas	
Nombre del evaluador: Saray Sepulveda Cruz		☒ Ingeniero/Arquitecto	
INFORMACION GENERAL DEL INMUEBLE			
Nombre del edificio: Pabellon Santa Teresita del Hospital San Jose		Coordenadas: (4°36'16.32" N- 74°5'11.50" W)	
Direccion: Calle 10#18-75			
Barrio: La estanzuela			
Ciudad o municipio: Bogotá-Colombia			
USO:			
1. Habitacional ☐ Vivienda ☐ Multifamiliar ☐ Hotel ☐ Dormitorio	2. Oficinas/comercio ☐ Oficinas ☐ Tienda ☐ Mercadeo ☐ Restaurante	3. Educativo ☐ Pre-escolar ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Superior	4. Salud/Social ☒ Hospital ☐ Oficina ☐ Asilo ☐ Estancia infantil
		5. Reunion ☐ Centro social ☐ Templo religioso ☐ Gimnasio ☐ Salon baile/juego ☐ Cine/teatro /auditorio	
6. Industrial ☐ Fabrica ☐ Taller ☐ Bodega ☐ Generac. Electrica ☐ De combustibles	7. Comunicaciones y transporte ☐ Terminal de pasajeros ☐ Terminal de carga ☐ Estacionamiento ☐ Aeropuerto/ puerto ☐ Correo/telefono ☐ Radio/television ☐ Antena transmisora	Ocupacion: ☒ Habitada/en uso ☐ Abandonada/ desocupada ☐ Desalojada por daños	
Numero de ocupantes o capacidad de personas			
TERRENO Y CIMENTACION			
Topografia ☒ Planicie ☐ Ladera de cerro ☐ Rivera rio/lago ☐ Fondo de valle ☐ Depositos lacustre ☐ Costa	Tipo de suelo ☐ Arcilla muy blanda ☒ Limos o arcillas ☐ Rivera rio/lago ☐ Granular suelto ☐ Granular compacto ☐ Roca	Suelo ☒ Blando ☐ Transicion ☐ Firme	Cimentacion superficial ☐ Zapata aisladas ☒ Zapata corridas ☐ Cimiento de piedra ☐ Losa Cajon
Nivel freatico m Pendiente del terreno %		Distancia al rio/lago/mar 0 m	
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA			
No de niveles, n= 2 Año de construccion: 1967 No de sotanos: 0 Año de rehabilitacion: N.		Area del terreno: 28166 m ² Area de la planta tipo: 549.94 m ²	
Dependencias en azotea (escaleras/elevador/cuarto azotea) ☒ Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta) Piso a media altura (de los entrepisos tipo) Escalera externa Semisotano (primer sotano a medio nivel de la calle)		Dimensiones generales X= Frente: 30.97 m Y= Fondo: 41.23 m Altura planta baja: 3.77 m Altura entrepisos: 3.77 m No. Estacionamientos: 0 No. Elevadores: 0 No. Escaleras independientes: 1	
Instalaciones:			
☒ Elevador ☒ Agua potable ☐ Gas	☒ Electrica ☒ Alcantarillado ☐ Otra		
ESQUEMAS			
Planta		Elevacion	

Ilustración N° 8-1: Inspección visual y toma de datos de la primera visita realizada a la estructura. Fuente: Autor

El formato se encuentra dividido en seis partes como se muestra a continuación:

1. Información general del inmueble:

Se encuentra la hora, fecha, nombre del evaluador, nombre del edificio, l dirección del mismo y todos los datos referentes a su ubicación.

1. FORMATO DE INSPECCION DE INMUEBLE (VISITA PRELIMINAR)			
Fecha: 22 de febrero 2016	Hora: 8 am	Duración visita: 4 horas	
Nombre del evaluador: Saray Sepulveda Cruz		☒ Ingeniero/Arquitecto	☐
INFORMACION GENERAL DEL INMUEBLE			
Nombre del edificio: Pabellon Santa Teresita del Hospital San Jose		Coordenadas: (4°36'16.32" N- 74°5'11.50" W)	
Dirección: Calle 10#18-75			
Barrio: La estanzuela			
Ciudad o municipio: Bogotá-Colombia			

2. Uso: hospitalario en uso

USO:				
1. Habitacional ☐ Vivienda ☐ Multifamiliar ☐ Hotel ☐ Dormitorio	2. Oficinas/comercio ☐ Oficinas ☐ Tienda ☐ Mercadeo ☐ Restaurante	3. Educativo ☐ Pre-escolar ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Superior	4. Salud/Social ☒ Hospital ☐ Oficina ☐ Asilo ☐ Estancia infantil	5. Reunion ☐ Centro social ☐ Templo religioso ☐ Gimnasio ☐ Salon baile/juego ☐ Cine/teatro /auditorio
6. Industrial ☐ Fabrica ☐ Taller ☐ Bodega ☐ Generac. Electrica ☐ De combustibles	7. Comunicaciones y transporte ☐ Terminal de pasajeros ☐ Terminal de carga ☐ Estacionamiento ☐ Aeropuerto/ puerto ☐ Correo/telefono ☐ Radio/television ☐ Antena transmisora	☐ Abandonada/desocupada	☐ Desalojada por daños	Numero de ocupantes o capacidad de personas
Ocupacion:	☒ Habitada/en uso			

3. Terreno y cimentación: Según la información obtenida y encuesta realizada a los trabajadores (administrativos y mantenimiento) del hospital San José, junto con información que existían en los archivos del hospital y de la inspección visual se encuentra una topografía de planicie, suelo con composición limo arcillosa por tanto

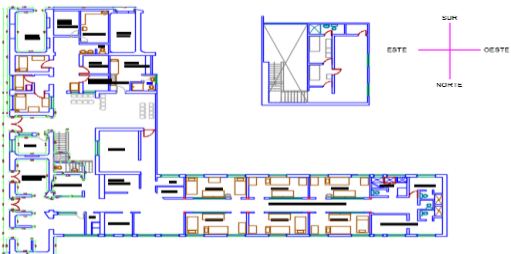
suelo blando, cimentación superficial de tipo zapata corrida (se verifica más adelante con apique realizado).

TERRENO Y CIMENTACION									
Topografía		Tipo de suelo		Suelo		Cimentación superficial		Cimentación profunda	
☒	Planicie	☐	Arcilla muy blanda	☒	Blando	☐	Zapata aisladas	☐	Pilotes/pilas
☐	Ladera de cerro	☒	Limos o arcillas	☐	Transición	☒	Zapata corridas	☐	Otro
☐	Rivera río/lago	☐	Granular suelto	☐	Firme	☐	Cimiento de piedra		
☐	Fondo de valle	☐	Granular compacto			☐	Losa Cajón		
☐	Depositos lacustre	☐	Roca						
☐	Costa								
Nivel freático		m	Pendiente del terreno	%		Distancia al río/lago/mar		0	m

- Características de la estructura: número de niveles: dos (segundo nivel de la estructura corresponde al pabellón de ginecología, posee un mezzanine, área del terreno 28166 m², área de la planta tipo 549,94 m², número de escaleras 1.

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA				
No de niveles, n= 2	Año de construcción: 1967	Área del terreno:	28166	m ²
No de sótanos: 0	Año de rehabilitación: N.	Área de la planta tipo:	549,94	m ²
☐	Apéndice en azotea (escaleras/elevador/cuarto azotea)	Dimensiones generales		
☒	Mezzanine (losa intermedia que no cubre toda la planta)	X= Frente:	30,97	m
☐	Piso a media altura (de los entrepisos tipo)	Y= Fondo:	41,23	m
☐	Escalera externa	Altura planta baja	3,77	m
☐	Semisótano (primer sótano a medio nivel de la calle)	Altura entrepiso	3,77	m
		No. Estacionamientos	0	
		No. Elevadores	0	
		No. Escaleras independientes	1	

- Esquemas: se realiza un esquema en planta y toma de foto de elevación de la estructura.

ESQUEMAS	
Planta	Elevación
	

Se determina en visita preliminar que la estructura no presenta mayores daños en su elementos sin embargo no se tiene claridad en su sistema estructural por lo cual se procede a realizar un estudio detallado de la estructura (estudios pluridisciplinarios) ya que es una estructura catalogada por el Reglamento Sismo Resistente NSR-10, como edificaciones indispensables las cuales se definen como: “aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar seguro y que en estas dispongan servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos y/o atención de urgencias”.

8.1.1 Sistema estructural y materiales que constituyen el edificio

El pabellón de pediatría Calixto Torres Umaña es un estilo arquitectónico de carácter híbrido entre la estructura considerada como B.I.C (como se muestra en la ilustración N°10: Declaración de monumento Nacional- Hospital San José) y la estructura anexa a esta, ambas estructuras están constituidas por un sistema estructural de muros de carga de mampostería no reforzada por lo cual no cumple con las Normas Colombianas de Construcciones Sismo Resistentes NSR10.

Hospital de San José — Monumento Nacional

Decreto número 2390 de 1984
(Septiembre 26)

Por el cual se declaran Monumentos Nacionales varios inmuebles de la ciudad de Bogotá.

El Presidente de la República de Colombia
en ejercicio de las facultades que le confiere la Ley 163 de 30 de diciembre de 1959, y

CONSIDERANDO:

Que el Artículo 6o. de la Ley 163 de 1959, autoriza al Consejo de Monumentos Nacionales, proponer la calificación y declaración de ciudades, zonas o accidentes geográficos o inmuebles como Monumentos Nacionales;

Que el Consejo de Monumentos Nacionales, mediante la Resolución número 00003 de 12 de marzo de 1982, propuso la calificación y declaración como Monumentos Nacionales de los siguientes inmuebles: Edificio de la Gobernación, ubicado en la calle 15 número 7-50; Edificio Liévano, Plaza Bolívar, costado occidental; Palacio Echeverry, Carrera 8a. número 8-37; Hospital San José, calle 10 número 18-75; Edificio Pedro A. López, Avenida Jiménez número 7-91; Estación de la Sabana, calle 13 número 18-24; Edificio de la Policía, calle 9a. número 9-19; Plaza de Toros de Santamaría, calle 27 número 6-29; Cementerio Central (parte principal), carrera 20 número 24-08; iglesia San Antonio, Avenida Caracas número 8-03 sur; Edificio Gun Club, calle 16 número 7-16; Edificio Jockey Club, carrera 6a., número 16-18; Escuela de Medicina, calles 9a. y 10, carrera 14 y 15; Edificio Samper Brush, Avenida Jiménez número 10-58 y Alcaldía de Bogotá, carrera 8a. número 10-65, de la actual nomenclatura urbana de la ciudad de Bogotá, según codificación de la Oficina de Catastro Distrital;

Que el Consejo de Monumentos Nacionales, por medio de la Resolución número 00003 del 16 de agosto de 1984, aclaró la Resolución número 0003 de 12 de marzo de 1982, que declaró Monumentos Nacionales los inmuebles mencionados en el considerando anterior, así:

"Artículo 1o. Aclarar la Resolución número 00003 de 12 de marzo de 1982, con el fin de considerar el Edificio Liévano y la Alcaldía Mayor de Bogotá, como el mismo inmueble denominado "Edificio Liévano", demarcado según la actual nomenclatura urbana de Bogotá en la carrera 8a. números 10-65 y calle 10 número 8-22.

Artículo 2o. Aclarar que el Palacio Echeverry está conformado por cuatro viviendas demarcadas con los números 03/09/17/23/25/27/31/37/43/49 de la carrera 8a. calle 8a. número 26/32 de la actual nomenclatura de Bogotá y que se encuentra registrado en la Manzana Catastral número 9 del Barrio Centro Administrativo de Bogotá, según la Oficina Cartográfica de Catastro de Bogotá.

Que los inmuebles antes descritos están incluidos dentro del sector histórico de la ciudad de Bogotá y su construcción hace parte importante del contexto urbano y mantiene las calidades tanto arquitectónicas como urbanas;

Que se ha cumplido el procedimiento dispuesto en la Ley 163 de 30 de diciembre de 1959, para declarar los mencionados inmuebles como Monumentos Nacionales,

DECRETA:

Artículo 1o. Decláranse Monumentos Nacionales por su importancia histórica, los siguientes inmuebles: Edificio de la Gobernación, calle 15 número 7-50; Edificio Liévano (Alcaldía Mayor de Bogotá), carrera 8a., número 10-65 y calle 10 número 8-22; Plaza de Bolívar, Costado Occidental; Palacio Echeverry, carrera 8a. número

26/32; Hospital de San José; calle 10 número 18-75; Edificio Pedro A. López, Avenida Jiménez número 7-91; Estación de la Sabana, calle 13 número 18-24; Edificio de la Policía, calle 9a. número 9-19; Plaza de Toros de Santamaría, calle 27 número 6-29; Cementerio Central (parte principal) carrera 20 número 24-08; iglesia de San Antonio, Avenida Caracas número 8-03 sur; Edificio Gun Club, calle 16 número 7-16; Edificio Jockey Club, carrera 6a. número 16-18; Escuela de Medicina, calles 9a. y 10, carreras 14 y 15; Edificio Samper Brush, Avenida Jiménez número 10-58.

Artículo 2o. En consecuencia, toda intervención como restauración, obras de protección, defensa de conservación que haya que hacer en los inmuebles mencionados en el Artículo Primero del presente Decreto, deberá ceñirse estrictamente a las normas contenidas en la Ley 163 de 1959, y en su Decreto Reglamentario número 264 de 1963 y demás disposiciones concordantes o complementarias, encaminadas a la defensa y conservación del Patrimonio Histórico y Artístico de la Nación colombiana.

Artículo 3o. El presente Decreto rige a partir de la fecha de su expedición.

Comuníquese, publíquese y cúmplase.

Dado en Bogotá, a 26 de septiembre de 1984.

BELISARIO BETANCUR

La Ministra de Educación Nacional,

DORIS EDER DE
ZAMBRANO

Referencia del doctor Lauretino Muñoz.

Ilustración N°8-2:— Declaración de monumento Nacional- Hospital San José. Fuente:

Decreto 2390 de 1984

TRANSFORMATIONS DU LOGEMENT						LE LIEU
	TYPOLÓGIE	TRANSFORMATIONS DE L'USAGE	PAVAGE	PLAFONDS	REVÊTEMENTS	
			CLASSE MOYENNE DE CLASSE	BOIS STUCCO BOIS, BOIS, PLASTIQUE, PLASTIQUE BOIS, BOIS, PLASTIQUE, PLASTIQUE	BOIS, BOIS, PLASTIQUE BOIS, BOIS, PLASTIQUE BOIS, BOIS, PLASTIQUE BOIS, BOIS, PLASTIQUE	 E 1/1000
PREZ-DE-CHAUSSEE	1. PORTE 2. PORTE 3. PORTE 4. PORTE 5. PORTE					
1ER ETAGE	1. CHAMBRE DES HOMMES 2. CHAMBRE 3. CHAMBRE 4. CHAMBRE					
2ÈME ETAGE	1. CHAMBRE DES HOMMES 2. CHAMBRE 3. CHAMBRE					
3ÈME ETAGE	1. CHAMBRE 2. TOILETTE 3. TERRASSE					
4ÈME ETAGE	1. TERRASSE					TINERHIR MAISON 3 E 1/400 IN ATELIER DE REHABILITATION DES KASBAHS DU BLD DE L'ATLAS (MAROC) AOUT 1999 CERROS U.P.C. CON LEON STAMPELLEROS L'INQUETANTE TODOROS DE BARCELONA

Ilustración N° 8-3: Formato para evaluar los valores y transformaciones de la vivienda tradicional. Fuente: Método

Rehabimed-Arquitectura tradicional mediterránea-II. Rehabilitación el edificio.¹¹

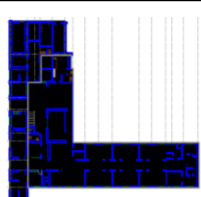
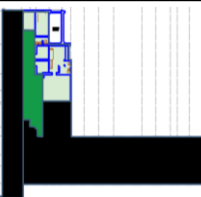
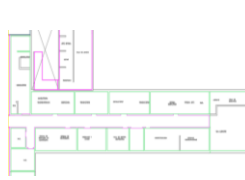
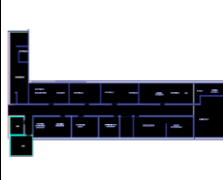
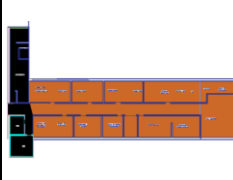
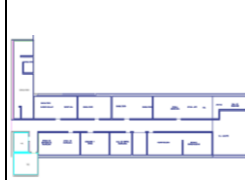
	TIPOLOGIA	TRANSFORMACION DE USO	PISOS	TECHOS	REVESTIMIENTOS	
PLANTA BAJA						Escala 1/400 Ubicación 4°36'16.32" N- 74°5'11.50" W Acabados de la estructura Pabellón de Pediatría y ginecología Hospital San José
SEGUNDA PLANTA						

Ilustración N° 8-4: Formato para evaluar los valores y transformaciones de la estructura que compone el pabellón de pediatría del Hospital San José. Fuente: Autor.

A modo de entender el sistema estructural y los métodos constructivos se muestra a continuación el informe que presento el doctor Guillermo Gómez quien fuese en el año de 1913 el presidente de la sociedad de cirugía de Bogotá sobre las obras pertinentes y el dinero destinado a las mismas¹²:

- Terreno:

Parte cedido por el general Valderrama y los señores Camacho Roldan y parte por compra de algunos lotes. Compra al señor Drigelio (1914) Correa tres lotes del antiguo velódromo que median unos \$2.679.15 metros cuadrados (veinte lotes).

- Edificación:

En octubre de 1914 se encuentran contruidos los dos pabellones occidentales para enfermos, la planta baja del tramo norte del corredor central en su parte occidental, parte de la plana baja de la sala de cirugía colocada al nordeste de la edificación, sala de espera del costado occidental, planta baja del salón del consejo médico, dos arcos y medio de la planta baja de la administración.

Durante los diez meses del año (1914) se construye el primer piso en cemento del consejo médico, la planta alta de dicho consejo (sin techar), parte de la planta baja

¹² (Sociedad de Cirugia de Bogota, 1958)

del edificio de la administración que faltaba por hacer, sus arquerías y divisiones (70 metros de largo, 12 de ancho, 5 de alto), planta baja del tramo sur del corredor central, totalidad de la planta baja de la sala de cirugía colocada al noroeste de la administración, sala de espera del costado oriental (sin techar), parte de la planta baja de la sala de cirugía colocada al noreste de la edificación, un aljibe de dos metros de diámetro y seis de profundidad, se reforzaron y recalzaron los cimientos de las columnas de la parte norte del edificio de la administración y los tres muros transversales del mismo tramo

Todo lo anterior hace parte de la historia médica y arquitectónica del país al fundar una sociedad que daría vida al proyecto de un hospital edificados y sostenidos por donaciones particulares como los que existían en Londres. Se colocaría la primera piedra del Hospital San José el 14 de agosto de 1904 tras varios inconvenientes que comprometerían su existencia.

Los materiales y los métodos constructivos de la época al igual que el cambio de espacios ocasionado por los requerimientos actuales son los justificantes para realizarse un estudio de vulnerabilidad que está constituido por una serie de ensayos de materiales destructivos y no destructivos, al igual que el análisis de la estructura a nivel patrimonial en la zona que le corresponde a esta categoría y en la estructura anexa un análisis de su sistema constructivo y todo lo que ello implique al estar conformado por estos dos tipos de estructura, que aunque trabajan por medio de un sistema estructural de mampostería no reforzada presentan características mecánicas distintas en sus materiales.

El hospital San Jose se encuentra ubicado en las coordenadas 4°36'13.04"N y 74° 5'9.86"O en la ciudad de Bogota- Colombia localidad de los Martires:



Ilustración N°8-5: Ubicación y distribución del Hospital San José. Fuente: Google Earth

El pabellón se encuentra ubicado al Sureste por entrada de la calle 18 como se muestra en la ilustración N°14:



Ilustración N°8-6: Ubicación del Pabellón de Pediatría del Hospital San José: Fuente: Autor



Ilustración N°8-7: Pabellón de Pediatría del Hospital San José (No pertenece a la categoría B.I.C). Fuente: Autor

8.1.1.1 Sistema estructural

El Pabellón de Pediatría Calixto Torres Umaña posee un sistema estructural de muros de carga de mampostería no reforzada es la causante de la mayoría de lesiones y patologías llegando incluso al colapso, en la actualidad es motivo de investigación debido a la necesidad de profundizar en la fenomenología de los daños que se presentan en algunas estructuras de mampostería y en otras no. Cuando posee una disposición asimétrica generan comportamientos inadecuados que pueden conllevar al colapso total.

A continuación se muestra el plano utilizado para el desarrollo del modelo matemático en ETABS 2015 los muros de color violeta corresponde a aquellos que constituyen los elementos patrimoniales y aquellos muros que forman la estructura (muros de carga) y que no podrán tocarse para la remodelación del pabellón:

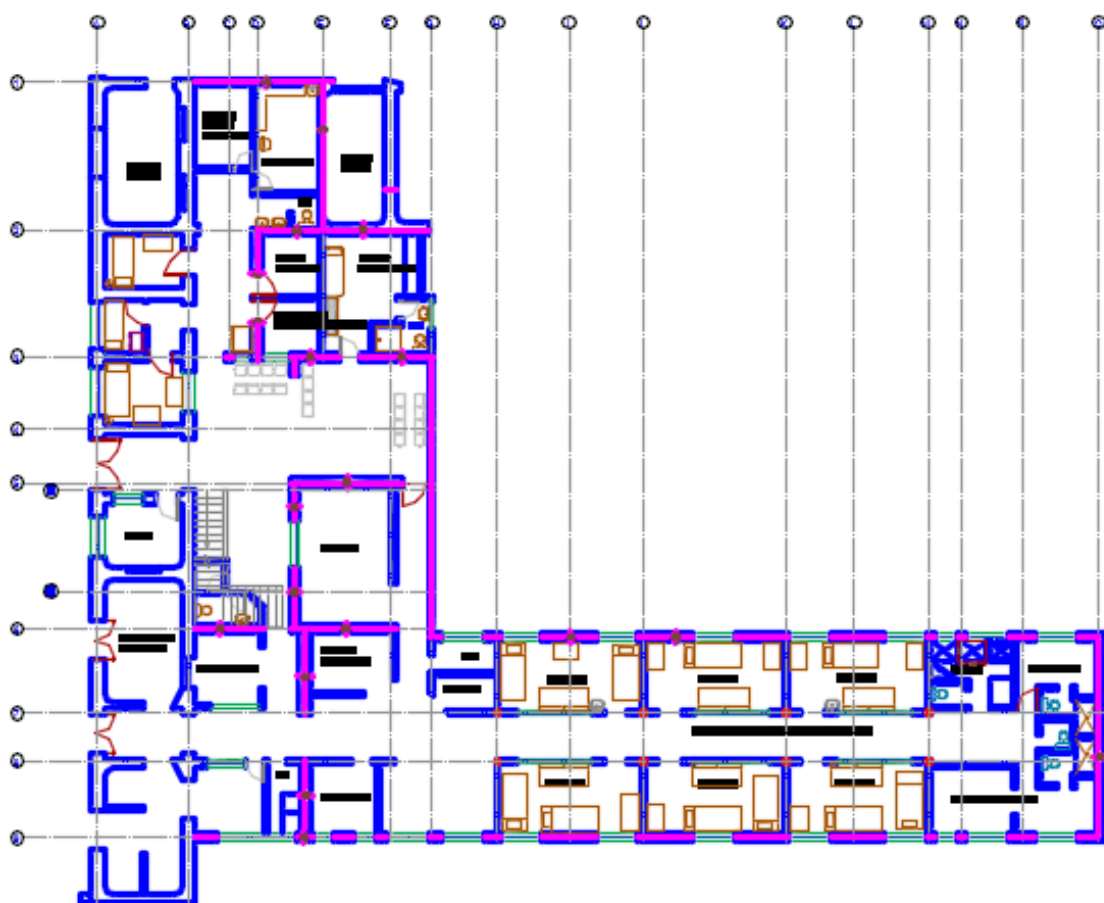


Ilustración N° 8-8: Plano utilizado para modelo ETABS. Fuente: Autor

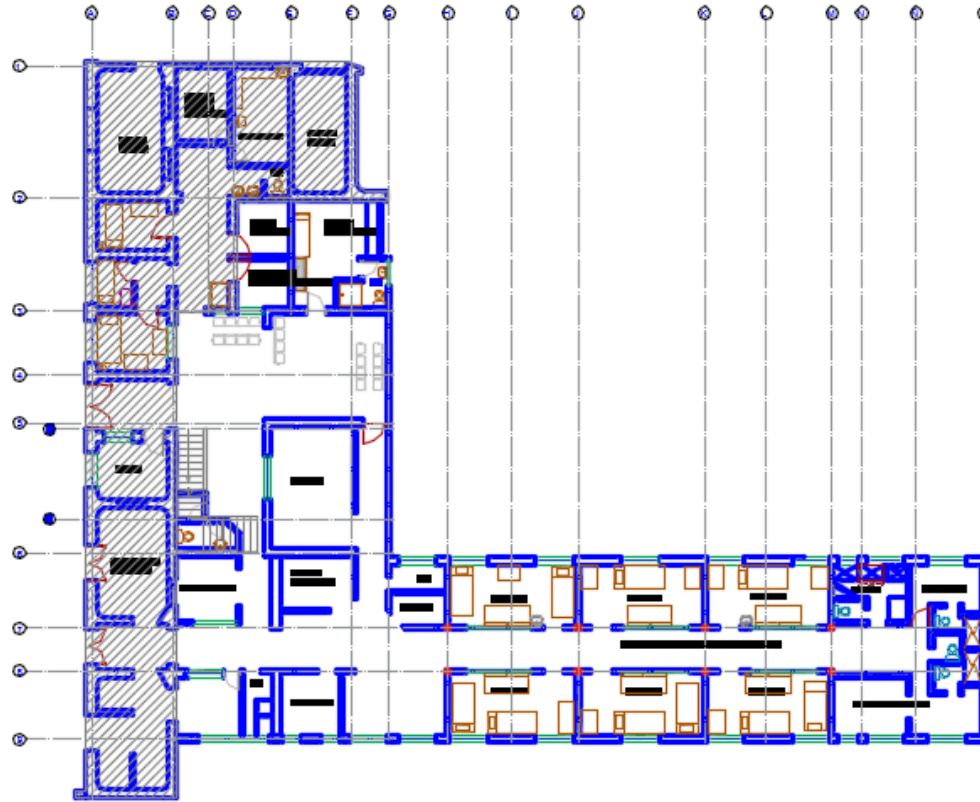


Ilustración N° 8-9: Planta arquitectónica actual, el área achurada corresponde a la estructura catalogada dentro de BIC de nivel 1: conservación integral. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José

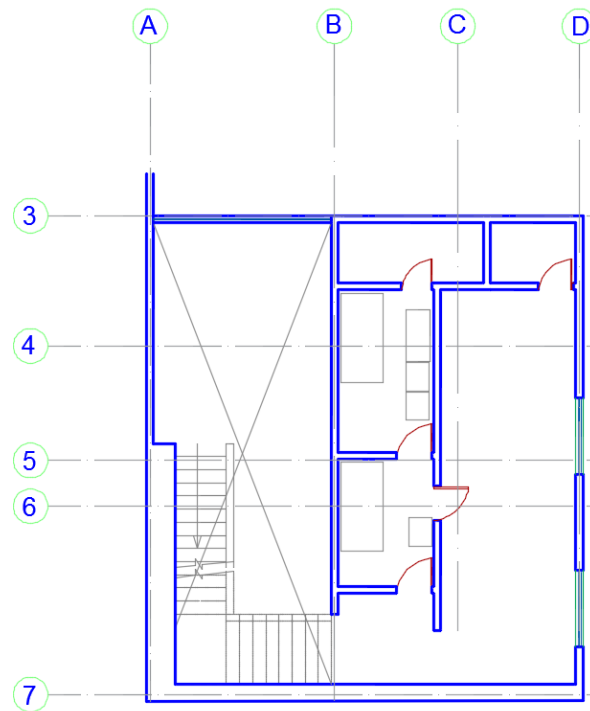


Ilustración N° 8-10: Planta arquitectónica actual del mezzanine. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José

La ilustración N° 22 corresponde a la distribución de la planta arquitectónica del pabellón de ginecología antes de las remodelaciones (instalación de lavamanos y sanitarios en cada consultorio, cambio de baños y de zonas de consultorio por sala de espera y divisiones internas):

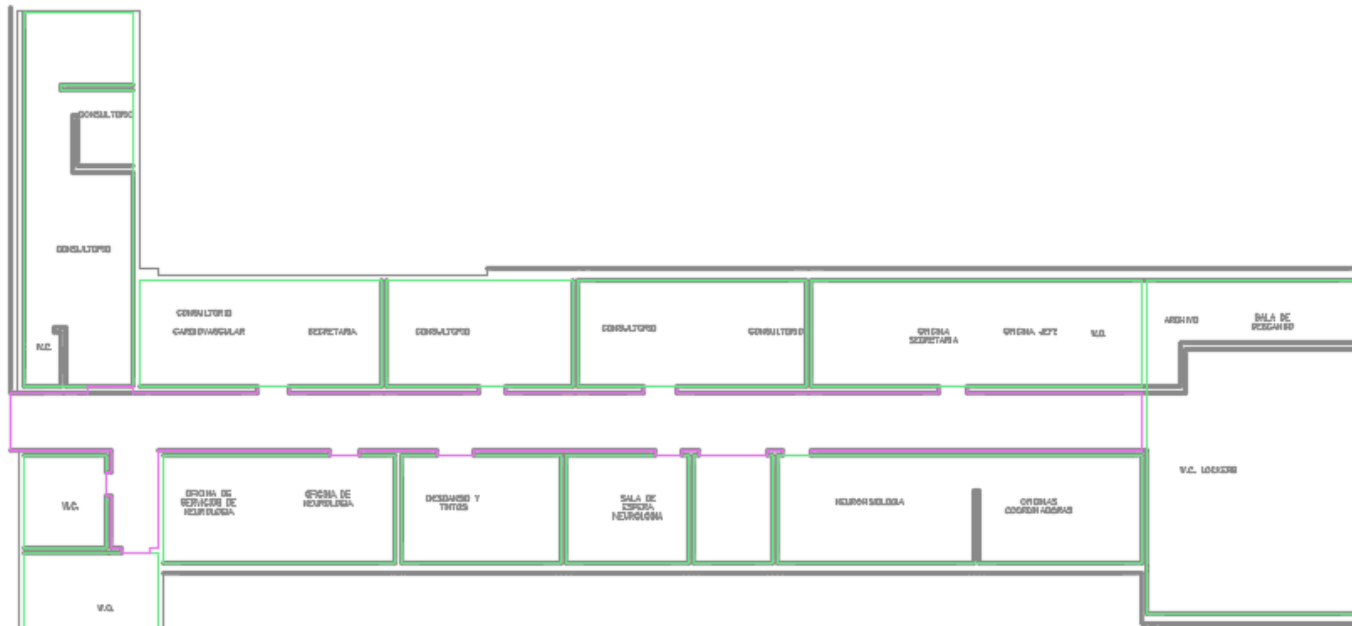


Ilustración N° 8-12: Planta arquitectónica antigua del pabellón de ginecología (pabellón ubicado sobre el pabellón de pediatría). Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José

La ilustración N° 23 muestra la ubicación de los baños existentes antes de la remodelación (zona achurada de color rojo) y la zona que compone la estructura de bien de interés cultural-Monumento nacional (achurado color verde y el área de los baños de la zona):

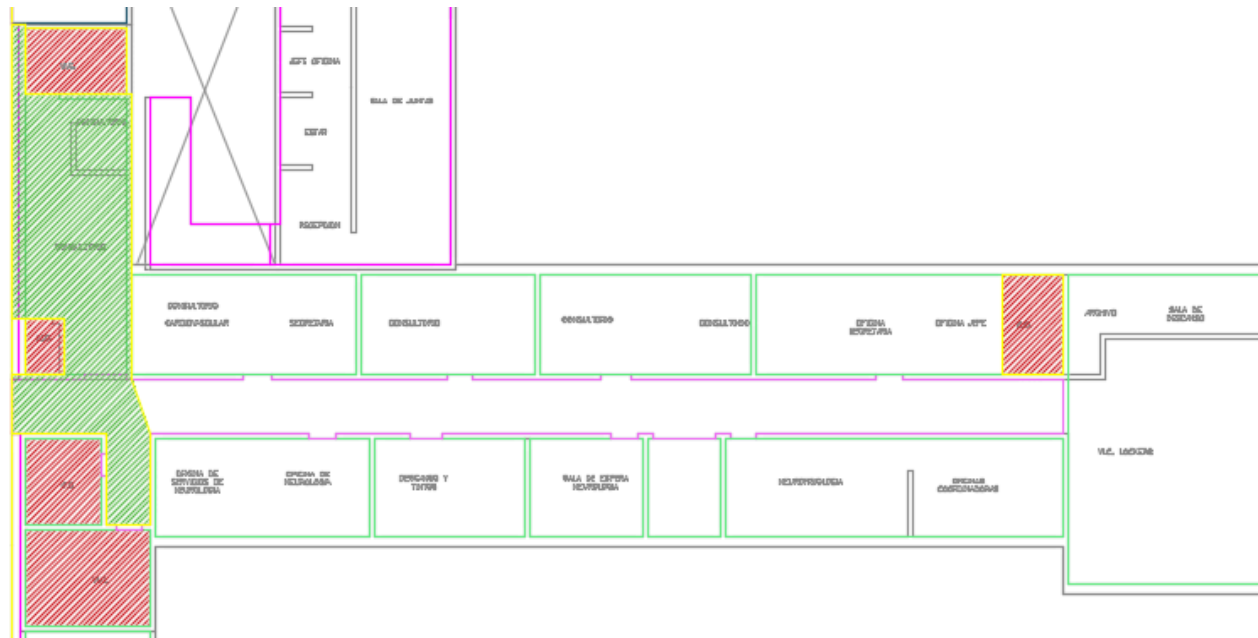


Ilustración N°8-13: Baños existentes en el pabellón de ginecología antes de remodelación actual. Fuente: Sociedad de cirugía de Bogotá- Hospital San José.

8.1.1.2 Características de los materiales que componen la estructura

Dentro de los materiales que se encuentran en los elementos de categoría patrimonial podemos determinar según el informe entregado por el doctor Guillermo Gómez quien fuese el primer presidente de la sociedad de cirugía de Bogotá los materiales utilizados para la obra del Hospital San José fueron los siguientes¹³:

- Ladrillo
- Triturado
- Arena
- Cemento
- Cal hidráulica
- Piedras

Dentro de las dudas del estudio en cuanto al material mencionado que compone la estructura se puede destacar el no saber exactamente la resistencia del ladrillo, la calidad de la Cal hidráulica no natural utilizada y sus propiedades mecánicas ya que como es sabido es de baja resistencia mecánica ya que su valor depende de la proporción de arcilla que contenga, otorgando un material parecido al cemento Portland pero con peores resultados,

¹³ (Sociedad de Cirugía de Bogotá, 1958)

por esto es necesario realizar ensayos destructivos que permitan la extracción de una muestra adecuada para obtener la información mencionada y determinar las características del material y el comportamiento de la estructura.

8.1.2 Estudio de suelos

Se realizan apiques en la zona correspondiente al pabellón de pediatría para determinar el tipo de suelo y cimentación del mismo, de la información obtenida en campo se realiza la comparación con el estudio de suelos realizado por la empresa INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES TRIMAR Y COMPAÑÍA en el informe denominado: Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá, entregado el día 10 de septiembre del año 2010. Esfuerzo admisible del suelo de 126 kN/m².

8.1.2.1 Cimentación del pabellón de Pediatría

Se realiza apique en la zona que compone la estructura anexa y posterior a la catalogada como B.I.C (nueva estructura) para determinar las características de la cimentación y del material que lo compone y extraer una muestra adecuada de ladrillo para determinar la resistencia mecánica del mismo.

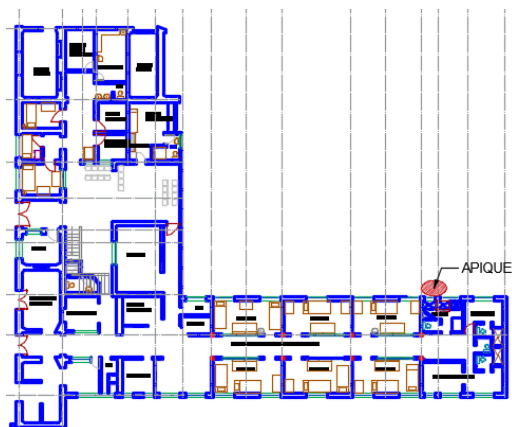


Ilustración N°8-14: Ubicación del apique realizado. Fuente: Autor



Ilustración N° 8-15: Apique realizado para extracción de ladrillo para ensayos de laboratorio- Tipo de suelo y cimentación encontrada. Fuente: Autor.



Ilustración N°8-16: Medición de la cimentación encontrada. Fuente: Autor.



Ilustración N°8-17: Ladrillo de arcilla cocida extraído para ensayo. Fuente: Autor.

Se encuentra una cimentación continua corrida en ciclópeo que sirven de sostén a muros de carga en los que el cimientto se deforma en sentido ortogonal al muro siendo un tipo de cimentación superficial, que se usa en terrenos preferentemente homogéneos y con resistencias a la compresión medias o altas.

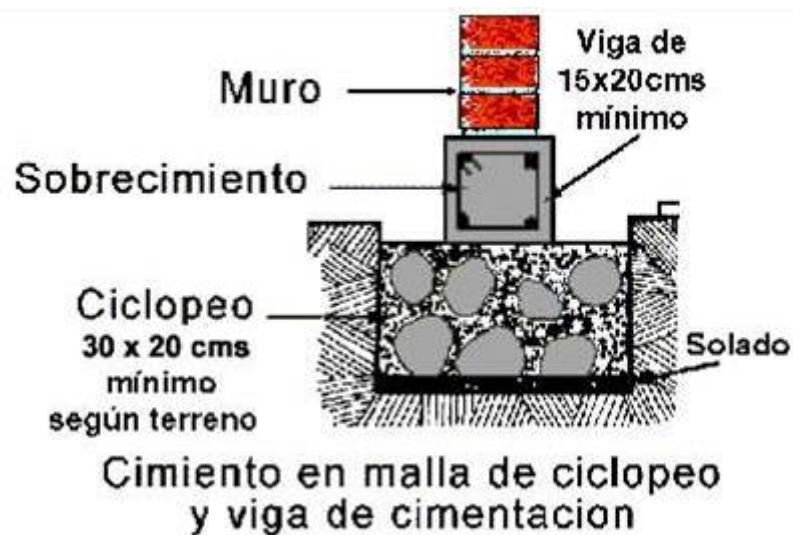


Ilustración 8-18: Detalle típico de cimentación continua corrida en ciclópeo según

NSR10

La Ilustración N° 28 muestra el detalle constructivo típico de una cimentación corrida en ciclópeo según NSR10 la cual se compone de: un solado, ciclópeo de 30x20 mínimo, un sobre cimiento (viga de 15x20 cm mínimo) con acero de refuerzo y por último el muro en mampostería, la Ilustración N°29 muestra la cimentación continua encontrada la cual consta de una estructura en ciclópeo con un “sobre cimiento” en mampostería paralelo al muro sobre al cual reposan ladrillos en forma perpendicular al mismo y sobre el cual empieza el muro en mampostería, de lo anterior se determina que no posee acero de refuerzo que una la estructura con el cimiento.



Ilustración N°8-19: Cimentación continua corrida en ciclópeo con sobre cimiento en mampostería. Fuente: Autor.

8.1.2.2 Tipo de suelo del pabellón de Pediatría

De Acuerdo al estudio de suelos realizado por la empresa INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES TRIMAR Y COMPAÑÍA En el informe denominado: *Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá*, entregado el día 10 de septiembre del año 2010 se determina:

- De acuerdo a los requerimientos del Título H de la NSR-10 (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente) la estructura se encuentra en zona de riesgo sísmico Intermedio, por lo cual posee Coeficiente de aceleración pico

efectiva: $A_a = 0.20$ y un Tipo de Perfil del Suelo: Tipo E, coeficiente de importancia I 1.5 para el espectro.

- No se presentan accidentes Geomorfológicos.
- Se realizaron 5 perforaciones con equipo mecánico de percusión a una profundidad de 8 metros.
- La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (STANDARD PENETRATION TEST, SPT). Delos ensayos de laboratorio se obtuvo:

Tabla N°8-1: Estratigrafía con los valores promedios obtenidos. Fuente: Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá - Inversiones y Construcciones Trimar y Compañía

Contenido de humedad	17.63% - 45.65%
Límite Líquido	48.12% - 69.42%
Índice de Plasticidad	19.69% – 51.46%
Pasa tamiz 200	63.27% - 91.91%
Clasificación USC	CL, CH
Peso unitario húmedo	18.2 KN/m ³ – 19.9 KN/m ³
Compresión Inconfinada	34 KPa – 247 KPa

a las necesidades del estudio y a las características de los suelos encontrados. De la tabla N°1: estratigrafía con los valores promedios obtenidos. Fuente: Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá - Inversiones y Construcciones Trimar y Compañía, se obtuvo la siguiente información:

Se detectó una capa de relleno de limo de color café con presencia de arena y arcilla cuya profundidad oscila entre 0.15 metros y de los 1.40 metros aproximadamente, posteriormente, un estrato de arcilla de color gris hasta alcanzar una profundidad entre los 4.50 metros y 5.05 metros. Seguidamente se detecta una capa de grava gris oscura con presencia de arena y arcilla hasta una profundidad máxima alrededor de 5.95 metros. Por último se detectó un estrato de arcilla de color gris claro hasta la máxima profundidad explorada¹⁴

Las muestras tomadas son de naturaleza alterada y fueron clasificadas de forma visual y otras en laboratorio según la necesidad.

- *Estratigrafía:*

La estratigrafía para la zona explorada se muestra a continuación:

- Capa de relleno de limo de color café con de arena y arcilla cuya profundidad oscila entre 0.15 metros y de los 1.40 metros

¹⁴ (Inversiones y Construcciones TRIMAR y COMPAÑIA, 2010)

- Estrato de arcilla de color gris hasta alcanzar una profundidad entre los 4.50 metros y 5.05 metros
- Estrato de arcilla de color gris hasta alcanzar una profundidad entre los 4.50 metros y 5.05 metros.
- Capa de grava gris oscura con presencia de arena y arcilla hasta una profundidad máxima alrededor de 5.95 metros.
- Estrato de arcilla de color gris claro hasta la máxima profundidad explorada.
- Nivel Freático: Cinco sondeos realizados a principios de septiembre de 2010.

Tabla N° 8-2: Números de sondeos realizados y profundidad de los mismos para estimación del nivel freático. Fuente: Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá - Inversiones y Construcciones Trimar y Compañía

Sondeo No	Profundidad del N.A.F (m)
1	1.50
2	4.90
3	4.95
4	4.85
5	5.75

En resumen de acuerdo al análisis otorgado por el Estudio de suelos para Remodelación de la zona de UCI Neonatal y Pediátrica Hospital de San José de la ciudad de Bogotá - Inversiones y Construcciones Trimar y Compañía El estrato de arcilla gris presente en el lugar posee un valor de Límite Líquido máximo alrededor de 69.42%; por otra parte, el índice de plasticidad de este material está entre 19.69 y 51.46 , lo cual indica que el suelo es altamente compresible, ya que en la medida que se tiene un límite líquido mayor, mayor será la compresibilidad del suelo; el porcentaje de partículas inferiores a la malla No. 200 varía entre 63.27% y 91.91%, por lo tanto, le corresponde una clasificación CL,CH según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S.C.). Por lo anterior se determina que es un suelo no permeable, con una susceptibilidad entre media y muy alta a experimentar cambios volumétricos como consecuencia de una variación en su contenido de humedad. Su estado de consistencia, evaluado con base a los resultados del Ensayo de Penetración Estándar está entre media y muy firme, con capacidad de carga entre 100 KPa y 215 KPa con relación a la resistencia al esfuerzo cortante¹⁵

Del análisis mencionado se determina que el subsuelo es predominantemente cohesivo.

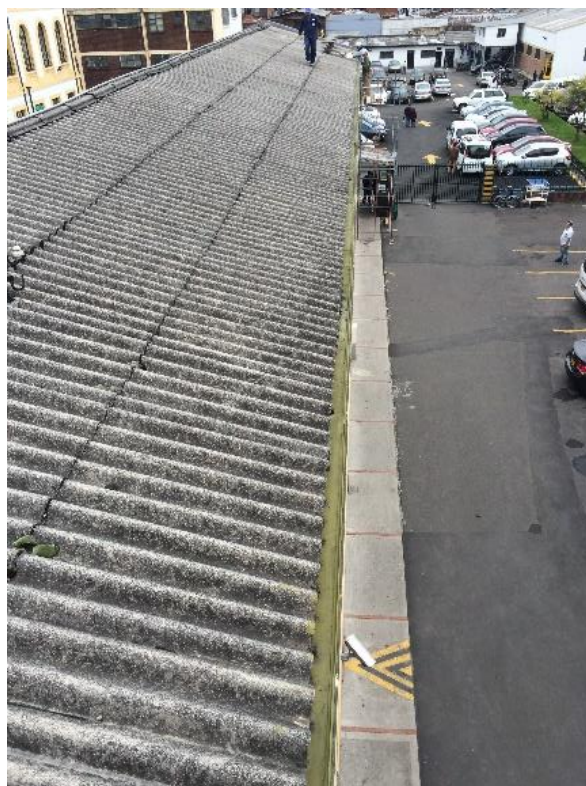
Los planos correspondientes a la cimentación existente se encuentra en los anexos del presente documento, como: Anexos cimentación.

¹⁵ (Inversiones y Construcciones TRIMAR y COMPAÑIA , 2010)

8.1.3 Estructura y cubierta

La estructura de la zona que no se encuentra dentro de la clasificación patrimonial posee está compuesta por cerchas en madera y teja asbesto cemento perfil 7 ondulada.

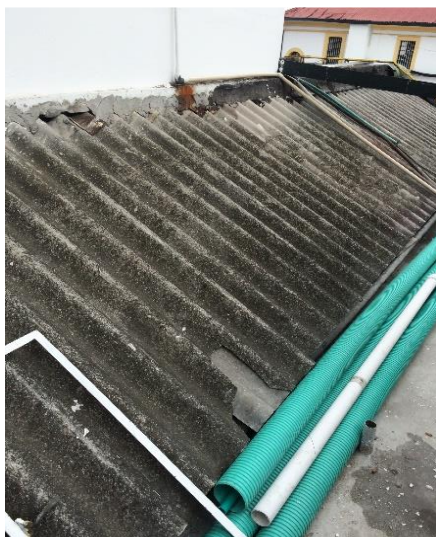
Se encuentra una placa en concreto en la zona patrimonial con varilla lisa y un agregado homogéneo mal gradado y teja termo-acústica metálica en algunas áreas.



***Ilustración N° 8-20: Teja de asbesto cemento correspondiente al pabellón de Pediatría
(no patrimonial). Fuente: Autor***



***Ilustración N° 8-21: Vista interna de la estructura de cubierta del Pabellón de Pediatría
(No patrimonial). Fuente: Autor***



***Ilustración N° 8-22: Placa correspondiente a la zona patrimonial combinado con teja
asbesto cemento, empozamientos por falta de pendiente en placa e infiltraciones en la
unión entre teja y muro. Fuente: Autor***



Ilustración N°8-23: Estado de las canales. Fuente: Autor



Ilustración N°8-24: Distribución de la estructura de cubierta. Fuente: Autor



Ilustración N°8-25: Unión estructura de cubierta y muro en mampostería (no se observa viga). Fuente: Autor



Ilustración N°8-26: Perforaciones realizadas para instalación de ductos. Fuente: Autor



Ilustración N°8-27: Sección de la cercha en madera cortadas para instalación de ductos.

Fuente: Autor



Ilustración N° 8-28: Sección de la cercha en madera cortadas para instalación de ductos, mala disposición de los elementos. Fuente: Autor



Ilustración N°8-29: Falta de caballete entre unión de la placa y teja de asbesto cemento.

Fuente: Autor



Ilustración N°8-30: Unión de la placa de cubierta y el muro, se encuentran lesiones de tipo biológico. Fuente: Autor



Ilustración N°8-31: Unión de la placa de cubierta y fachada patrimonial pabellón colindante, se encuentran lesiones de tipo biológico. Fuente: Autor

La cubierta en concreto presenta problemas de pendiente proporcionando un ambiente propenso a empozamientos e infiltraciones que generan las lesiones visibles en cada una de las ilustraciones, dichas lesiones son de tipo químico, biológico y mecánico.

La cubierta compuesta por una estructura en madera y tejas en asbesto cemento presenta un alto grado de deterioro que puede llegar a comprometer la salud de los pacientes del pabellón de pediatría, ya que como es bien sabido la aspiración de polvo fino de asbesto puede provocar asbestosis y cáncer del pulmón, el polvo fino puede transportarse a través

de la verdad de fisuras que se encuentran en la cubierta que conecta al cielo raso del pabellón.

En cuanto a la estructura, según lo observado pudo determinarse que esta no cuenta con una viga que amarre la estructura en la parte superior, tampoco se encontraron columnas, excepto las ocho encontradas en los ejes H8, H9, J8, J9, K8, K9, M8, M9 y que deben ser estudiadas al detalle.

8.1.4 Levantamiento de lesiones de la estructura

A continuación se muestra a forma de fichas la información recolectada hasta el momento de la estructura, desde la primera visita:



Ilustración N°8-32: Enumeración de área del pabellón de Pediatría para levantamiento de lesiones. Fuente: Autor

1. FORMATO DE INSPECCION DE INMUEBLE (VISITA PRELIMINAR)		 SOCIEDAD DE PUERBA DE BOGOTÁ HOSPITAL DE SAN JOSÉ							
Fecha: 22 de febrero 2016 Hora: 8 am Duración visita: 4 horas Nombre del evaluador: Saray Sepulveda Cruz ☒ Ingeniero/Arquitecto ☐									
INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE									
Nombre del edificio: Pabellon Santa Teresita del Hospital San Jose Coordenadas: (4°36'16.32" N- 74°5'11.50" W) Dirección: Calle 10#18-75 Barrio: La estanzuela Ciudad o municipio: Bogotá-Colombia									
USO:									
1. Habitacional ☐ Vivienda ☐ Multifamiliar ☐ Hotel ☐ Dormitorio	2. Oficinas/comercio ☐ Oficinas ☐ Tienda ☐ Mercadeo ☐ Restaurante	3. Educativo ☐ Pre-escolar ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Superior	4. Salud/Social ☒ Hospital ☐ Oficina ☐ Asilo ☐ Estancia infantil						
5. Reunión ☐ Centro social ☐ Templo religioso ☐ Gimnasio ☐ Salon baile/juego ☐ Cine/teatro /auditorio									
6. Industrial ☐ Fabrica ☐ Taller ☐ Bodega ☐ Generac. Electrica ☐ De combustibles	7. Comunicaciones y transporte ☐ Terminal de pasajeros ☐ Terminal de carga ☐ Estacionamiento ☐ Aeropuerto/ puerto ☐ Correo/telefono ☐ Radio/television ☐ Antena transmisora	Ocupación: ☒ Habitada/en uso ☐ Abandonada/desocupada ☐ Desalojada por daños Numero de ocupantes o capacidad de personas							
TERRENO Y CIMENTACION									
Topografía ☒ Planicie ☐ Ladera de cerro ☐ Rivera rio/lago ☐ Fondo de valle ☐ Depositos lacustre ☐ Costa	Tipo de suelo ☐ Arcilla muy blanda ☒ Limos o arcillas ☐ Granular suelto ☐ Granular compacto ☐ Roca	Suelo ☒ Blando ☐ Transición ☐ Firme	Cimentación superficial ☐ Zapata aisladas ☒ Zapata corridas ☐ Cimiento de piedra ☐ Losa Cajon						
Cimentación profunda ☐ Pilotes/pilas ☐ Otro									
Nivel freático m Pendiente del terreno % Distancia al río/lago/mar 0 m									
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA									
No de niveles, n= 2 Año de construcción: 1967 Área del terreno: 28166 m² No de sótanos: 0 Año de rehabilitación: N. Área de la planta tipo: 549,94 m²									
Dimensiones generales X= Frente: 30,97 m Y= Fondo: 41,23 m Altura planta baja 3,77 m Altura entresó 3,77 m No. Estacionamientos 0 No. Elevadores 0 No. Escaleras independientes 1									
Instalaciones: <table style="width: 100%;"> <tr> <td>☐ Elevador</td> <td>☒ Electrica</td> </tr> <tr> <td>☒ Agua potable</td> <td>☒ Alcantarillado</td> </tr> <tr> <td>☐ Gas</td> <td>☐ Otra</td> </tr> </table>				☐ Elevador	☒ Electrica	☒ Agua potable	☒ Alcantarillado	☐ Gas	☐ Otra
☐ Elevador	☒ Electrica								
☒ Agua potable	☒ Alcantarillado								
☐ Gas	☐ Otra								
ESQUEMAS									
Planta		Elevación							

Ilustración N°8-33: Formato de inspección del inmueble-visita preliminar. Fuente: Autor

ETAPA 2: HISTORIA CLINICA: INFORMACION PREVIA Y RECONOCIMIENTO															
			CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA LOS DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y REMODELACION DEL PABELLON DE PEDIATRIA DEL HOSPITAL SAN JOSE DE LA CIUDAD DE BOGOTA- COLOMBIA	CONTRATISTA CONTRATANTE NOMBRE DEL EDIFICIO DIRECCION	FICHA DE HISTORIA CLINICA: INFORMACION PREVIA Y RECONOCIMIENTO ELABORADO POR: SARAY SEPULVEDA CRUZ	AREA DE ESTUDIO ELEMENTO FECHA HORA FICHA EJES COORDENADAS	Patrimonial General 25-abr-16 09:30 H.S.J-001P A-B, 1-10 4°36'16.32" N 74°5'11.50" W								
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA				CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA											
B.I.C. (Nivel permitido de intervencion): (X)N.1 ()N.2 ()N.3 ()NO APLICA				USO											
1. Habitacional ☐ Vivienda ☐ Multifamiliar ☐ Hotel ☐ Dormitorio 5. Reunion ☐ Centro social ☐ Templo religioso ☐ Gimnasio ☐ Salon baile/juego ☐ Cine/teatro /auditorio				2. Oficinas/comercio ☐ Oficinas ☐ Tienda ☐ Mercadeo ☐ Restaurante 6. Industrial ☐ Fabrica ☐ Taller ☐ Bodega ☐ Generac. Electrica ☐ De combustibles				3. Educativo ☐ Pre-escolar ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Superior 7. Comunicaciones y transporte ☐ Terminal de pasajeros ☐ Terminal de carga ☐ Estacionamiento ☐ Aeropuerto/ puerto ☐ Correo/telefono ☐ Radio/television ☐ Antena transmisora				4. Salud/Social ☒ Hospital ☐ Oficina ☐ Asilo ☐ Estancia infantil			
200< Numero de ocupantes o capacidad de personas ☒ Habitada/en uso ☐ Abandonada/desocupada ☐ Desalojada por daños				No de niveles, n= 2 Año de construccion: No de sotos: 0 Año de rehabilitacion: Pendientes en azotea (escaleras/elevador/cuarto azotea) Mezanine (losa intermedia que no cubre toda la planta) Piso a media altura (de los entrepisos tipo) Escalera externa Semisotano (primer sotano a medio nivel de la calle) Sistema estructural ☐ Porticos ☒ Muros de carga ☐ Otro Material: Mamposteria sin refuerzo											
TERRENO DE CIMENTACION				UBICACIÓN Y REGISTRO FOTOGRAFICO											
Topografía ☒ Planicie ☐ Ladera de cerro ☐ Rivera rio/lago ☐ Fondo de valle ☐ Depositos lacustre ☐ Costa Tipo de suelo ☒ Arcilla muy blanda ☐ Limos o arcillas ☐ Granular suelto ☐ Granular compacto ☐ Roca Suelo ☒ Blando ☐ Transicion ☐ Firme Cimentacion superficial ☐ Zapata aisladas ☒ Zapata corridas ☐ Cimiento de piedra ☐ Losa Cajon Cimentacion profunda ☐ Pilotes/pilas ☐ Otro				Nivel freatico(m): Pendiente del terreno (%): Distancia al rio/lago/mar (m): Ubicacion Hospital San Jose Ubicacion pabellon de Pediatria H.S.J. Pabellon de Pediatria del Hospital San Jose Pabellon de Pediatria (color azul B.I.C)											
CONSIDERACIONES				NORMATIVAS APLICABLES											
No se encuentra columnas ni vigas en la estructura, solo se encuentran 8 columnas internas que deben ser motivo de estudio, la cimentacion encontrada carece de acero de refuerzo y no cumple con lo dispuesto en la NSR10, los muros de mamposteria no presentan refuerzo alguno, la cubierta carece de secciones en las cerchas debido a inadecuadas intervenciones que comprometen la integridad de la misma.				NSR10 DECRETO 1080 DE 2015 LAS DISPUESTAS POR LA SECRETARIA DE SALUD											

Ilustración N° 8-34: Información previa y reconocimiento de las características del inmueble. Fuente: Autor

Se realizaron un total de 52 fichas para la identificación del tipo de lesión y registro fotográfico que se presenta por cada una de las zonas, solo para el pabellón de pediatría que está ubicado en el primero piso de la estructura que se compone de dos niveles siendo el segundo piso el correspondiente al pabellón de ginecología. A continuación se muestra el formato de las fichas utilizadas para el levantamiento de lesiones:

ETAPA 1.1. LEVANTAMIENTO DE LESIONES									
			CONTRATISTA Ingeniería e Ingeniería Estructural S.A.S. CONTRATANTE Secretaría de Salud de Bogotá Nombre del Edificio Pabellón Cabán Torres Unidad del H.S.J. DIRECCIÓN Calle 1091B-75 de Bogotá- Colombia	FECHA DE LEVANTAMIENTO DE LESIONES PARA DIAGNOSTICO ELABORADO POR CRISTÓFOL ALFREDO MARTÍNEZ	ÁREA DE INTERÉS ELEMENTO 102- Redes de enceres 25x30x10 FECHA 09/30 H.S.J. 102 A.B. 1-10 COORDENADAS 4°36' 16.32" N 76°5' 1.10" W	UBICACIÓN 5 			
ÁREA N° 102									
NORTE 			Diferencias térmicas en enchufes						
ESTE 			Lesiones de tipo químico y biológico representadas por medio de humedades altas en algunas zonas y hongos						
UR 			Diferencias térmicas en enchufes						
OESTE 			Diferencias térmicas en enchufes						

Ilustración N° 8-35: Ficha Área N° 102. Fuente: Autor

8.1.4.1 *Resumen y análisis de enfermedades encontradas en la estructura*

Se procede al análisis de la información obtenida según visitas de campo y levantamiento de lesiones de las 52 fichas realizadas para identificación de las enfermedades de tipo físico, mecánico, químico, organismos vivos, antropogénico



Ilustración 8-36: Identificación de las zonas para levantamiento de lesiones de tipo físico, mecánico, químico, organismos vivos, antropogénico. Fuente: Autor

Tabla 8-3: Total de lesiones por tipo físico, mecánico, químico, orgánico, antropogénico.

Fuente: Autor

ZONA	TIPO DE LESION					Total de lesiones
	Fisica	Mecanica	Quimica	Org. Vivos	Antropogenicos	
101						0
102	1		1	1		3
103	1		1	1		3
104						0
105	1					1
106	1					1
107	1					1
108						0
109						0
110						0
111						0
112	1					1
113	1					1
114	2				1	3
115	1					1
116						0

117	1					1
118	1				1	2
119	1					1
120	1					1
121					1	1
122						0
123						0
124	2				1	3
125						0
126	1		1	1	1	4
127	2				1	3
128	1				1	2
129						0
130						0
131	1					1
132	1					1
133	1					1
134	1					1
135	1					1
136	1					1
137	1					1

138	2					2
139						0
140						0
141						0
142	1					1
143	2				1	3
105 A						0
DP1						0
Pcta						0
201						0
202						0
203						0
204						0
205						0
206						0
Σ	32	0	3	3	8	46

Se encontró un total de:

- Treinta y dos (32) lesiones de tipo físico: humedades, dilataciones térmicas, erosión
- Tres (3) de tipo químico: oxidación, eflorescencias, corrosión
- Tres (3) por organismos vivos: excremento de aves, hongos.

- Ocho (8) de tipo antropogénico: intervenciones inadecuadas, corte de secciones en cerchas de madera, aplicación de productos sobre mampostería que no permiten que este material “respire” y libere humedad, sistemas hidrosanitarios con infiltraciones por inadecuada instalación de equipos sanitarios, falta de pendiente en cubierta, falta de mantenimiento adecuado en cubierta, construcción de estructuras (mezzanine) sin un estudio previo aumentando cargas.

Para la calificación índice de daño o severidad de la edificación nos remitiremos al instrumento de calificación de la ingeniera Patricia Díaz Barreiro denominado: instrumento de calificación para un estudio de patología de edificaciones en concreto reforzado de mediana altura investigación preliminar y de la guía para un estudio de patología de la construcción en edificaciones en concreto reforzado de mediana altura¹⁶, con una serie de modificaciones realizadas para que concuerde con el objeto del presente estudio en estructuras de mampostería según lo indicado en el título D-Mampostería estructural del reglamento colombiano de construcciones sismo resistentes y del método Rehabimed para rehabilitación de edificios.

8.1.5 Estudio de la estructura

Se realizara un analisis sismico de la estructura existente, lo cual tiene como objetivo encontrar las fuerzas sismicas en cada elemento del sistema estructural, para esto debe

¹⁶ (Díaz Barreiro, 2014)

realizarse un calculo del peso de la edificacion con lo cual se determinan las fuerzas inducidas por movimientos sismicos en la edificacion dependen de la aceleracion inducida por el mismo y de la masa a mover, por lo tanto se realiza una auscultacion de la estructura y sus características, así entonces se determinan el centro de masa lo cual es la zona en la cual estaria ubicada la fuerza sismica inducida por el sismo que pueda llegar a presentarse, basandonos en la definicion de sistemas equivalentes de fuerza, donde el peso se puede concentrar en un solo punto. Enseguida del analisis realizado y de los parametros de carga y del punto e aplicación, pasamos al analisis del cortante basal, el cual es la fuerza total en la base del edificio y que se encuentra por medio del espectro de diseño y del peso total de la estructura, la manera en como responde la estructura ante la aceleracion provocada por el sismo es la que determina la reparticion de las fuerzas sismicas en cada uno de los elementos estructurales.

Una vez obtenida la información anterior se hace el chequeo de la deriva máxima de piso dentro de las limitaciones entregadas por el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR10 en el Título A.6- Tabla A.6.4-1 de un 0.5% de la altura de piso de la estructura, en donde si este no cumple con los parámetros establecidos debe rigidizarse aumenta secciones o módulos de elasticidad de los materiales, lo cual conllevaría a un reforzamiento más costoso y con tiempos de ejecución mayores.

La ilustracion N° 8-37: Plano utilizado para modelo ETABS muestra los muros estructurales del pabellon Calixto Torres, los muros de color violeta corresponde a aquellos que constituyen los elementos patrimoniales y aquellos muros que forman la estructura

(muros de carga). Dentro del plano encontramos que alguno de los muros se localizan dentro de la clasificación B.I.C (área achurada) por lo cual no pueden tocarse ya que están protegidos bajo el Decreto 1080 de 2015, los demás muros son los que se construyeron después de esta calificación y que serán los que utilizarán en el modelo de ETABS.

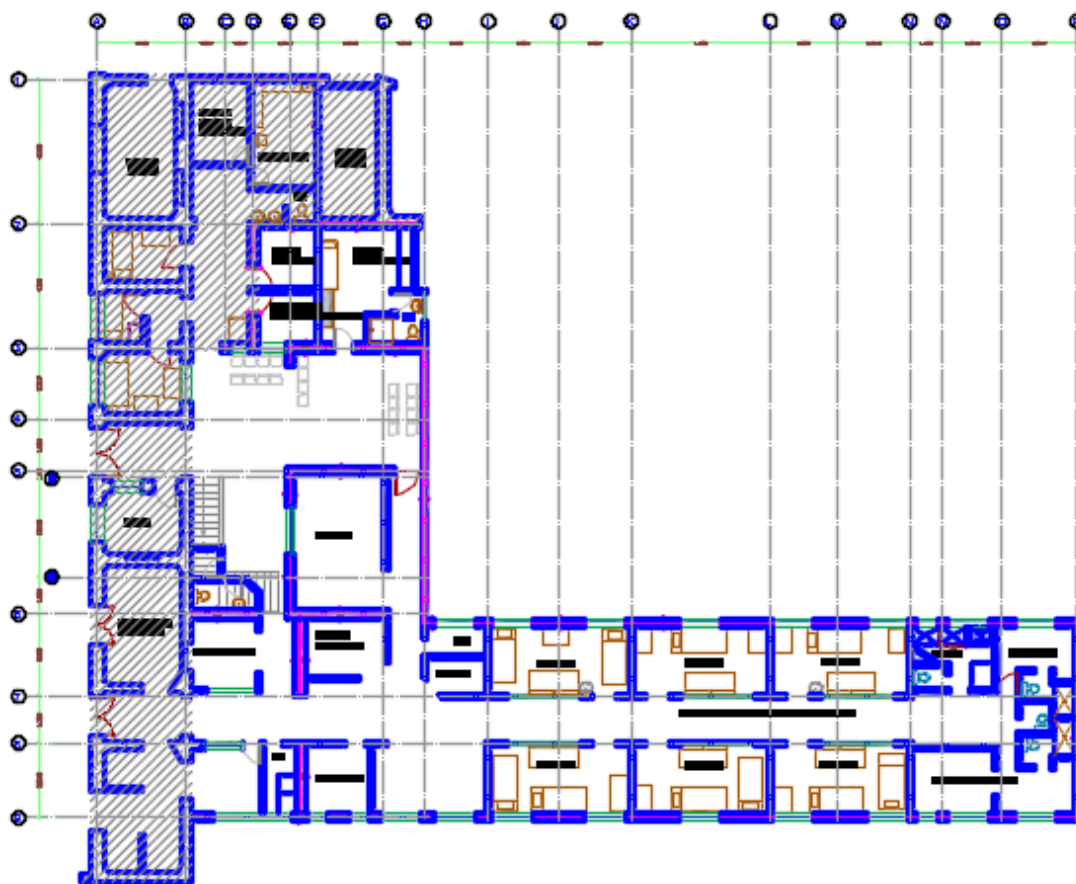


Ilustración N° 8-37: Plano utilizado para modelo ETABS. Fuente: Autor

El análisis se realiza según los parámetros indicados por la normativa actual vigente de construcciones sismo resistentes NSR10 en el título A. se presenta a continuación el

procedimiento del diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes según Tabla A.1.3-1:

Tabla N° 8-4: Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes.

Fuente: Tabla A.1.3-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes

NSR10.

Diseño de edificaciones nuevas	Intervención de edificaciones existentes
Paso 1 — Predimensionamiento y coordinación con los otros profesionales	
Definición del sistema estructural, dimensiones tentativas para evaluar preliminarmente las diferentes solicitaciones tales como: la masa de la estructura, las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos, y las fuerzas de viento. Estas dimensiones preliminares se coordinan con los otros profesionales que participan en el diseño.	Además de la coordinación con otros profesionales respecto al proyecto, debe establecerse si la intervención está comprendida dentro del alcance dado en A.10.1.3. Si está cubierto, se deben realizar las etapas 1 y 2 de A.10.1.4 y con esa información se debe realizar la etapa 3 de ese numeral.
Paso 2 — Evaluación de las solicitaciones definitivas	
Con las dimensiones de los elementos de la estructura definidas como resultado del paso 1, se evalúan todas las solicitaciones que pueden afectar la edificación de acuerdo con los requisitos del Título B del Reglamento. Estas incluyen: el efecto gravitacional de la masa de los elementos estructurales, o peso propio, las cargas de acabados y elementos no estructurales, las cargas muertas, las fuerzas de viento, las deformaciones impuestas por efectos reológicos de los materiales estructurales y asentamientos del suelo que da apoyo a la fundación. Así mismo se debe determinar la masa de la edificación y su contenido cuando así lo exige el Reglamento, la cual será empleada en la determinación de los efectos sísmicos, de acuerdo con los pasos siguientes.	Se debe realizar la etapa 4 de A.10.1.4 donde, entre otros aspectos, se debe determinar una información real análoga a la exigida para edificaciones nuevas, pero con base en la edificación existente de acuerdo con lo indicado en A.10.4.2.6.
Paso 3 — Obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de A_h y A_v	
Este paso consiste en localizar el lugar donde se construirá la edificación dentro de los mapas de zonificación sísmica dados en el Capítulo A.2 del Reglamento y en determinar el nivel de amenaza sísmica del lugar, de acuerdo con los valores de los parámetros A_h y A_v obtenidos en los mapas de zonificación sísmica del Capítulo A.2. El nivel de amenaza sísmica se clasificará como alta, intermedia o baja. En el Apéndice A-4 se presenta una enumeración de los municipios colombianos, con su definición de la zona de amenaza sísmica, y los valores de los parámetros A_h y A_v , entre otros.	Dentro del alcance de la etapa 4 de A.10.4.1, para las edificaciones existentes los movimientos sísmicos de diseño se determinan de igual forma que para edificaciones nuevas, con la excepción de las edificaciones a las cuales el Reglamento les permite acogerse al uso de movimientos sísmicos para el nivel de seguridad limitada para rehabilitación sísmica. Para el uso de movimientos sísmicos para el nivel de seguridad limitada debe consultarse A.10.9.2.5, el cual solo aplica a edificaciones declaradas como patrimonio histórico y bajo las condiciones impuestas allí. En este caso se permite el uso de A_e , en vez de los valores de A_h y A_v tal como se indica en A.10.3.

Paso 4 — Movimientos sísmicos de diseño	
Deben definirse unos movimientos sísmicos de diseño en el lugar de la edificación, de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.2 del Reglamento y, en el caso de Edificaciones cubiertas por A.1.2.3.3, con los requisitos del Capítulo A.12 del Reglamento, tomando en cuenta: (a) La amenaza sísmica para el lugar determinada en el paso 3, expresada a través de los parámetros A_a y A_v, o A_d, según sea el caso, los cuales representan la aceleración horizontal pico efectiva y la velocidad horizontal pico efectiva expresada en términos de aceleración del sismo de diseño, (b) Las características de la estratificación del suelo subyacente en el lugar a través de unos coeficientes de sitio F_a y F_v, y (c) La importancia de la edificación para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo a través de un coeficiente de importancia I. Las características de los movimientos sísmicos de diseño se expresan por medio de un espectro elástico de diseño. El Reglamento contempla descripciones alternativas del sismo de diseño, ya sea a través de familias de acelerogramas, o bien por medio de expresiones derivadas de estudios de microzonificación sísmica, las cuales deben determinarse siguiendo los requisitos dados en el Capítulo A.2.	Se deben seguir el mismo procedimiento que para edificaciones nuevas. Para el caso de edificaciones declaradas como patrimonio histórico y bajo las condiciones que lo permite A.10.9.2.5 se pueden utilizar los movimientos sísmicos para el nivel de seguridad limitada definido en A.10.3.

Paso 5 — Características de la estructuración y del material estructural empleado	
El sistema estructural de resistencia sísmica de la edificación debe clasificarse dentro de uno de los sistemas estructurales prescritos en el Capítulo A.3: sistema de muros de carga, sistema combinado, sistema de pórtico, o sistema dual. El Reglamento define limitaciones en el empleo de los sistemas estructurales de resistencia sísmica en función de la zona de amenaza sísmica donde se encuentre localizada la edificación, del tipo de material estructural empleado (concreto estructural, estructura metálica, mampostería estructural, o madera), de la forma misma como se disponga el material en los elementos estructurales según esté en posibilidad de responder adecuadamente ante movimientos sísmicos como los esperados por medio de su capacidad de disipación de energía, la cual puede ser especial (DES), moderada (DMO) o mínima (DMI); de la altura de la edificación, y de su grado de irregularidad.	Dentro del alcance de la etapa 4 de A.10.4.1, para las edificaciones existentes se debe determinar, de acuerdo con las características del sistema estructural empleado originalmente en su construcción, una correspondencia con los sistemas estructurales que se permiten para edificaciones nuevas de acuerdo con lo prescrito en A.10.4.2.
Paso 6 — Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis	
Definición del procedimiento de análisis sísmico de la estructura de acuerdo con la regularidad o irregularidad de la configuración de la edificación, tanto en planta como en alzado, su grado de redundancia o de ausencia de ella en el sistema estructural de resistencia sísmica, su altura, las características del suelo en el lugar, y el nivel de amenaza sísmica, siguiendo los preceptos dados en el Capítulo A.3 de este Reglamento.	Se aplican los mismos principios que para edificaciones nuevas.

Paso 7 — Determinación de las fuerzas sísmicas	
Obtención de las fuerzas sísmicas, F_s , que deben aplicarse a la estructura para lo cual deben usarse los movimientos sísmicos de diseño definidos en el paso 4.	Dentro del alcance de la etapa 4 de A.10.4.1, para las edificaciones existentes se determinan unas solicitaciones equivalentes a las de edificaciones nuevas, pero ajustadas a las propiedades de la estructura existente. Véase A.10.4.2.
Paso 8 — Análisis sísmico de la estructura	
El análisis sísmico de la estructura se lleva a cabo aplicando los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado de la estructura, tal como se define en el Capítulo A.3. Este análisis se realiza para los movimientos sísmicos de diseño sin ser divididos por el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R , y debe hacerse por el método que se haya definido en el paso 6. Deben determinarse los desplazamientos máximos que imponen los movimientos sísmicos de diseño a la estructura y las fuerzas internas que se derivan de ellos.	Se debe cumplir lo indicado en la etapa 5 de A.10.1.4.
Paso 9 — Desplazamientos horizontales	
Evaluación de los desplazamientos horizontales, incluyendo los efectos torsionales de toda la estructura, y las derivas (desplazamiento relativo entre niveles contiguos), utilizando los procedimientos dados en el Capítulo A.6 y con base en los desplazamientos obtenidos en el paso 8.	Se debe cumplir lo indicado en la etapa 9 de A.10.1.4.

Paso 10 — Verificación de derivas	
Comprobación de que las derivas de diseño obtenidas no excedan los límites dados en el Capítulo A.6. Si la estructura excede los límites de deriva, calculada incluyendo los efectos torsionales de toda la estructura, es obligatorio rigidizarla, llevando a cabo nuevamente los pasos 8, 9 y 10, hasta cuando cumpla la comprobación de derivas.	Se debe cumplir lo indicado en la etapa 10 de A.10.1.4.
Paso 11 — Combinación de las diferentes solicitaciones	
Las diferentes solicitaciones que deben ser tenidas en cuenta, se combinan para obtener las fuerzas internas de diseño de la estructura, de acuerdo con los requisitos del Capítulo B.2 del Reglamento, por el método de diseño propio de cada material estructural. En cada una de las combinaciones de carga requeridas, las solicitaciones se multiplican por el coeficiente de carga prescrito para esa combinación en el Capítulo B.2 del Reglamento. En los efectos causados por el sismo de diseño se tiene en cuenta la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, lo cual se logra empleando unos efectos sísmicos reducidos de diseño, E , obtenidos dividiendo las fuerzas sísmicas F_s , determinadas en el paso 7, por el coeficiente de capacidad de disipación de energía R ($E = F_s / R$). El coeficiente de capacidad de disipación de energía, R , es función de: (a) El sistema de resistencia sísmica de acuerdo con la clasificación dada en el Capítulo A.3, (b) Del grado de irregularidad de la edificación, (c) Del grado de redundancia o de ausencia de ella en el sistema estructural de resistencia sísmica, y (d) De los requisitos de diseño y detallado de cada material, para el grado de capacidad de disipación de energía correspondiente (DMI, DMO, o DES), tal como se especifica en el Capítulo A.3.	Se debe cumplir lo indicado en las etapas 6 a 8 de A.10.1.4.

Paso 12 — Diseño de los elementos estructurales	
Se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Los elementos estructurales deben diseñarse y detallarse de acuerdo con los requisitos propios del grado de capacidad de disipación de energía mínimo (<i>DMI</i>) moderado (<i>DMO</i>), o especial (<i>DES</i>) prescrito en el Capítulo A.3, según les corresponda, lo cual le permitirá a la estructura responder, ante la ocurrencia de un sismo, en el rango inelástico de respuesta y cumplir con los objetivos de las normas sísmo resistentes. El diseño de los elementos estructurales debe realizarse para los valores más desfavorables obtenidos de las combinaciones obtenidas en el paso 11, tal como prescribe el Título B de este Reglamento.	Se debe cumplir lo indicado en las etapas 8, 11 y 12 de A.10.1.4 donde se indica como interpretar la resistencia efectiva de la edificación a la luz de las solicitaciones equivalentes y como se define la resistencia a proveer para reducir la vulnerabilidad de la edificación, cuando es vulnerable, para diseñar la intervención de la edificación.

A continuación se muestran los pasos a seguir para el diseño de edificaciones existentes:

1. Pre dimensionamiento y coordinación con los otros profesionales			
A.10.1.3		Alcance	A.10.1.3.3: Vulnerabilidad sísmica A.10.1.3.4: Modificaciones A.10.1.3.5: Reforzamiento estructural - Cap A.10
A.10.1.4	Etapas 1, 2 Y 3	Procedimiento de evaluación de la intervención	Intervención este cubierta por el alcance en A.10.1.3, información existente acerca del diseño geotécnico y estructural así como del proceso de construcción de la edificación original y sus posteriores modificaciones y exploraciones de la edificación según A.10.2, estado del sistema estructural: (a) calidad del diseño de la estructura

			original y su sistema de cimentación y de la construcción de la misma (b) estado de mantenimiento y conservación. A.10.2
2. Evaluación de las solicitudes definitivas			
A.10.1.4	Etapa 4	solicitudes equivalentes	determinación de solicitudes equivalentes de acuerdo con los requisitos de A.10.4.2: Solicitudes equivalentes, es capacidad de resistir en su estado actual
A.10.4.2.6		Cargas diferentes a las solicitudes sísmicas	Se determinan siguiendo los requisitos del Título B.
3. Nivel de amenaza sísmica y los valores de Aa y Av			
A.10.4.1	Etapa 4	General	determinar si la edificación en su estado actual está en capacidad de resistir adecuadamente las cargas prescritas por el reglamento
A.10.9.2.5	Patrimonio histórico Ae	Edificaciones declaradas como patrimonio histórico	No se puede lograr un nivel de seguridad equivalente al que el reglamento exigirá en una edificación

			nueva o al prescrito en A.10.4.2.2: Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad limitada, excepto en edificaciones pertenecientes a los grupos III y IV, se permitirá un nivel menor de seguridad sísmica siempre y cuando este menor nivel sea justificado por el ingeniero diseñador y aceptado por el propietario, se debe entregar por tanto: memorial firmado en conjunto, nivel de seguridad sísmica propuesto, medidas de restricción de acceso al público, procedimientos colaterales que se adoptaran para proveer seguridad de los ocupantes. Este memorial se debe protocolizar mediante escritura pública en Notaria.
A.10.3	Movimientos sísmicos con seguridad limitada	Aa y Av	Tabla A.10.3-2 - Bogotá: $A_e=0.13$
4. Movimientos sísmicos de diseño			

A.1.2.3.3	Requisitos especiales para edificaciones indispensables	III y IV	A) Amenaza sísmica determinada a través de los parámetros A_a y A_v, o A_d, representan la aceleración horizontal pico efectiva expresada en términos de aceleración del sismo de diseño. B) Las características de la estratificación del suelo subyacente en el lugar a través de unos coeficientes de sitio F_a y F_v, C) La importancia de la edificación para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo a través del coeficiente de importancia I. Las características de los movimientos sísmicos de diseño se expresan por medio de un espectro elástico de diseño. se toma en este caso a través de expresiones derivadas de estudios de microzonificación sísmica.
A.12			
A.10.3			
5. Características de la estructuración y del material estructural empleado			
A.10.4.1	Etapa 4	Metodologías alternas	se deben garantizar los criterios de resistencia y capacidad de funcionamiento

A.10.4.2		Solicitaciones equivalentes	determinar si es capaz de resistir según los movimientos sísmicos en este caso para un nivel de seguridad limitada según numeral A.10.4.2.2
6. Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis			
Capítulo A.3	Irregularidad	planta y alzado	se determina su grado de irregularidad en planta y altura, grado de redundancia o ausencia de ella, características del suelo, nivel de amenaza sísmica
7. Determinación de las fuerzas sísmicas			
A.10.4.1	Etapas 4	Metodologías alternas	se deben garantizar los criterios de resistencia y capacidad de funcionamiento
8. Análisis sísmico de la estructura			
A.10.1.4	Etapas 5	evaluación elástica	evaluación elástica de la estructura y de la cimentación para las solicitaciones equivalentes, desplazamientos horizontales
9. Desplazamientos horizontales			

A.10.1.4	Etapa 9	derivas	utilizando los desplazamientos horizontales obtenidos de la etapa 5 del numeral A.10.1.4 se deben obtener las derivas de la estructura
10. Verificación de derivas			
A.10.1.4	Etapa 10	Índice de flexibilidad	determinación del índice de flexibilidad por efectos horizontales como el máximo cociente entre las derivas obtenida en la etapa 9 anterior y las derivas permitidas por el reglamento en el capítulo A.6
11. Combinación de las diferentes solicitaciones			
A.10.1.4	Etapa 6 a 8		
12. Diseño de elementos estructurales			
A.10.1.4	Etapa 8, 11 y 12	Evaluación de la estructura existente e intervención del sistema estructural	Índice de sobreesfuerzo, intervención de acuerdo al tipo de modificación: ampliaciones adosadas, ampliaciones en altura, actualización al reglamento (A.10.6), Análisis nuevamente según la intervención propuesta.

8.1.5.1 Datos de la estructura

La estructura edificio esta compuesto por dos niveles y cubierta. El diseño arquitectónico plantea un volumen de dos niveles de forma de L en planta, estructuralmente se plantea un sistema de muros de carga reforzados segun lo describe la NSR-10. Titulo D-6 con capacidad de disipacion de energia especial (DES). El sistema de placa de entrepiso empleado es de losa maciza en una dirección.

NOMBRE PROYECTO:	Pediatría Hospital de San José
DIRECCION	Carrera 19 # 8-32 Bogotá
GRUPO DE USO :	IV
PROPIETARIO:	Sociedad colombiana de cirugía
NUMERO DE PISOS:	2 Y CUBIERTA
ALTURA DE LA ED.:	6.9 m
METODO DE DISEÑO	Método de resistencia última

MATERIALES			
CONCRETO:	$f'_c =$	21.0	MPa
	$E_c =$	21538.11	MPa
ACERO:	$f_y =$	420	MPa
	$E_s =$	200000	MPa
	$h =$	55	mm

MAMPOSTERÍA: LADRILLO		
PRENSADO MACIZO SANTAFÉ	f'cu=	11.3 MPa
MORTERO DE PEGA Y RELLENO	f'cr=	17.5 MPa
TIPO M	f'cp=	17.5 MPa
Muros internos		
l=	26.00	ml
e=	0.30	ml
h=	3	ml
densidad=	1850	kg/m3
Área placa=	157.16	m2

CIMENTACION	Cimentación continua corrida en ciclópeo con sobre cimientó en mampostería.
PLACAS DE ENTREPISO:	Placa maciza
CUBIERTA:	Teja asbesto cemento apoyada sobre estructura en madera
SISTEMA ESTRUCTURAL:	Muros de carga sin reforzar

✓ zona de amenaza sísmica intermedia. microzonificación sísmica de Bogotá aluvial

200 perfil TIPO E

- ✓ Capacidad de disipación de energía especial (DES)

8.1.5.2 Evaluación de cargas

Se realiza análisis de las cargas en la estructura con los datos indicados con anterioridad:

- Se toma altura de la placa de 10 cm
- NIVEL +3.45

<u>C.MUERTA</u>	<u>KN/m²</u>	
W Placa =	2.40	KN/m² (peso estr.)
W muros =	6.62 Kn/m ²	
W acabados =	1.10	
D =	10.12 KN/m²	
MASA =	1.03 Mg/m ²	
<u>C. VIVA:</u>		
Consultorios =	2.00 KN/m ²	

- CUBIERTA

<u>MUERTA:</u>	<u>KN/m²</u>	
W est. madera=	0.13	

W termplas =	0.26		
D =	0.38	KN/m²	
MASA =	0.04	Mg/m ²	
<u>VIVA:</u>			
Lr =	5.00	KN/m²	Cubierta plana
Le =	0.98	KN/m²	Lámina de agua
G =	1.00	KN/m²	de 0.10 m Prof.

Se utilizaron las combinaciones básicas para diseño de elementos de concreto reforzadas especificadas en el numeral B.2.4.2 NSR-10:

1- 1.4D

2- 1.2D+1.6L+0.5Lr

3- 1.2D+1.6L+0.5G

4- 1.2D+1.6L+0.5Le

5- 1.2D+1.6Lr+L

6- 1.2D+1.6G+L

7- 1.2D+1.6Le+L

8- 1.2D+1.0L+0.5Lr

$$9 \quad 1.2D+1.0L+0.5Le$$

$$10- \quad 1.2D+1.0L+0.5G$$

$$11- \quad 1.2D+1.0L+1.0Ex$$

$$12- \quad 1.2D+1.0L-1.0Ex$$

$$13- \quad 1.2D+1.0L+1.0Ey$$

$$14- \quad 1.2D+1.0L-1.0Ey$$

$$15- \quad 0.9D+1.0Ex$$

$$16- \quad 0.9D-1.0Ex$$

$$17- \quad 0.9D+1.0Ey$$

$$18- \quad 0.9D-1.0Ey$$

En los casos donde se aplican las fuerzas sísmicas se tiene en cuenta los efectos de ortogonalidad tomando un 30 % de la carga sísmica en la dirección perpendicular a la analizada.

La fuerza de viento que actúa sobre el edificio es el 7% del cortante sísmico calculado, por lo tanto no se toma en cuenta para el análisis del sistema principal de resistencia del edificio y se utiliza en el cálculo y diseño de la estructura de cubierta.

8.1.5.3 Análisis sísmico de la estructura

De las características del suelo encontramos que para los diseños del modelo matemático y las memorias de cálculo correspondiente se realiza por medio de los parámetros establecidos por el Decreto N° 523 de 16 de Diciembre de 2016 por el cual se adopta la Microzonificación sísmica de Bogotá.

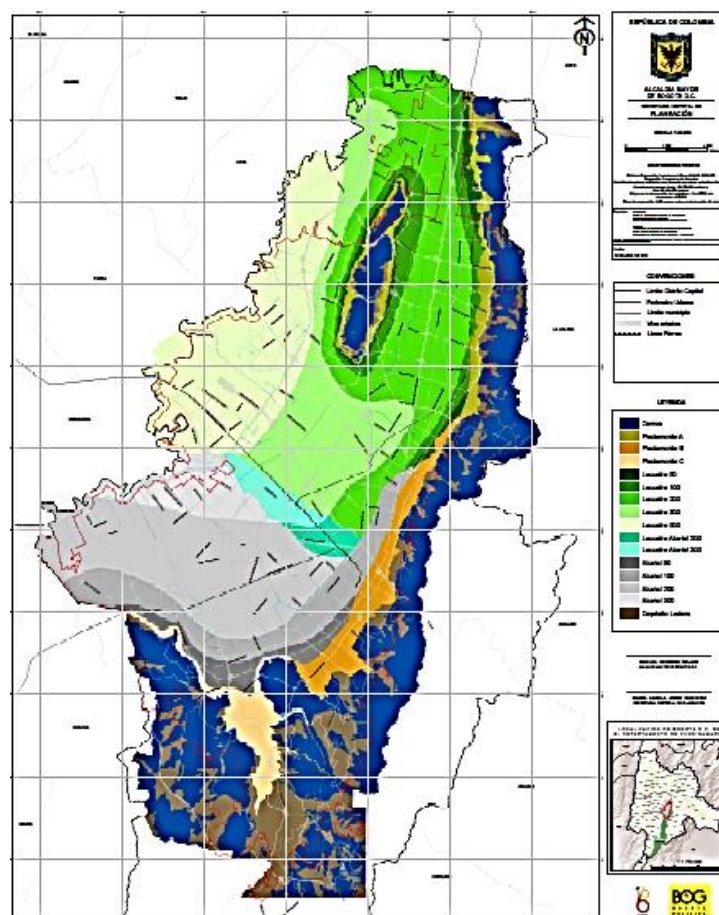


Ilustración N° 8-38: Zona de respuesta sísmica. Fuente: Secretaria distrital de planeación.

Nombre	Geotecnia	Geología	Geomorfología	Composición principal	Comportamiento geotécnico general
Cerros A	Roca de arenisca	Formaciones de Areniscas	Cerros de alta pendiente	Areniscas duras	Rocas competentes y resistentes a la meteorización, eventuales problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a ciclo abierto, principalmente cuando estén fracturadas o con intercalaciones de arcillolitas blandas
Cerros B	Roca de arcillolita	Formaciones de Arcillolitas	Cerros de moderada a alta pendiente	Arcillolitas blandas	Rocas de moderada competencia y susceptibles a la meteorización, problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a ciclo abierto, principalmente cuando estén fracturadas
Piedemonte A	Suelo coluvial y aluvial norte	Coluviones y Complejo de Conos Aluviales	Piedemonte	Gravas arcillo arenosas compactas	Suelos de alta capacidad portante pero pueden presentar problemas de inestabilidad en excavaciones abiertas
Piedemonte B	Suelo coluvial y aluvial centro			Gravas areno arcillosas compactas	
Piedemonte C	Suelo coluvial y aluvial sur			Gravas areno arcillosas compactas	

Lacustre A	Suelo lacustre muy blando	Terraza Alta - Lacustre	Planicie	Arcillas limosas muy blandas	Suelos de muy baja a media capacidad portante y muy compresibles
Lacustre B	Suelo lacustre blando			Arcillas limosas blandas	
Lacustre C	Suelo lacustre - aluvial			Arcillas arenosas firmes	
Aluvial	Suelo aluvial grueso a medio	Terraza Baja - Aluvial y Complejo de Conos Aluviales	Planicie	Arenas arcillosas sueltas a compactas	Suelos de mediana a alta capacidad portante poco compresibles, susceptibles a licuación e inestables en excavaciones a ciclo abierto
Llanura A	Suelo de llanura - lacustre	Llanura de Inundación	Llanura	Arenas sueltas y arcillas limosas blandas	Suelos de moderada capacidad portante y compresibles, susceptibles a licuación
Llanura B	Suelo de llanura - aluvial			Arenas sueltas y arcillas arenosas duras	
Cauce	Cauce activo o antiguo	Cauces Activos	Piedemonte y Planicie	Gravas arenosas sueltas a compactas	Suelos de baja a mediana capacidad portante, susceptibles a licuación y problemas de estabilidad de taludes
Depósitos	Suelo de ladera	Depósitos de Ladera	Cerros	Gravas areno arcillosas compactas	Suelos de mediana capacidad portante susceptibles a problemas de estabilidad de taludes

Residual	Suelo residual	Suelo Residual	Cerros	Arcillas gravo arenosas firmes	Suelos de mediana a alta capacidad portante con posibles problemas de estabilidad de taludes en sectores de alta pendiente
Basura	Relleno de basura	Reellenos de Basuras	Piedemonte y Planicie	Basuras	Materiales heterogéneos, que acuerdo con su disposición pueden ser compresibles y susceptibles a problemas de estabilidad en taludes
Relleno	Relleno de excavación	Reellenos de Excavación	Piedemonte y Planicie	Reellenos heterogéneos	Materiales heterogéneos, que acuerdo con su disposición pueden ser compresibles y susceptibles a problemas de estabilidad en taludes
Excavación	Excavación especial	Excavaciones Especiales	Piedemonte	Gravas arenosas sueitas a compactas	Zonas de explotación de agregados en el Río Tunjuco, susceptibles a problemas de estabilidad de taludes

Ilustración N° 8-39: Descripción de las zonas Geotécnicas. Fuente: Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.

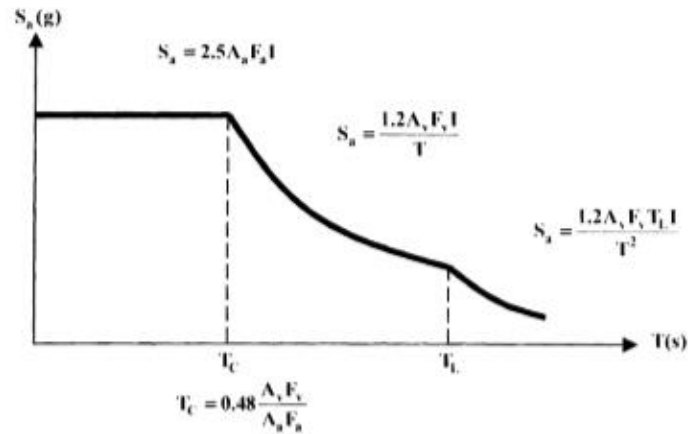
Tabla 3. Coeficientes y curva de diseño.

3.1. Coeficientes de diseño.

Zona	F_n (475)	F_v (475)	T_c (s)	T_l (s)	A_0 (475) (g)
CERROS	1.35	1.30	0.62	3.0	0.18
PIEDEMONT E A	1.65	2.00	0.78	3.0	0.22
PIEDEMONT E B	1.95	1.70	0.56	3.0	0.26
PIEDEMONT E C	1.80	1.70	0.60	3.0	0.24
LACUSTRE-50	1.40	2.90	1.33	4.0	0.21
LACUSTRE-100	1.30	3.20	1.58	4.0	0.20
LACUSTRE-200	1.20	3.50	1.87	4.0	0.18
LACUSTRE-300	1.05	2.90	1.77	5.0	0.16
LACUSTRE-500	0.95	2.70	1.82	5.0	0.14
LACUSTRE ALUVIAL-200	1.10	2.80	1.63	4.0	0.17
LACUSTRE ALUVIAL-300	1.00	2.50	1.60	5.0	0.15
ALUVIAL-50	1.35	1.80	0.85	3.5	0.20
ALUVIAL-100	1.20	2.10	1.12	3.5	0.18
ALUVIAL-200	1.05	2.10	1.28	3.5	0.16
ALUVIAL-300	0.95	2.10	1.41	3.5	0.14
DEPÓSITO LADERA	1.65	1.70	0.66	3.0	0.22

Ilustración N° 8-40: Coeficiente de diseño. Fuente: Tabla 3.1- Coeficientes y curvas de diseño- Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.

3.2. Curva de diseño para un coeficiente de amortiguamiento de 5% del crítico



Parámetros.

- A_a = Aceleración horizontal pico efectiva de diseño. $A_a = 0.15 \text{ g}$
- A_v = Aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva de diseño. $A_v = 0.20 \text{ g}$
- A_0 = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (g)
- F_a = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos
- F_v = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios
- I = Coeficiente de importancia
- S_a = Aceleración espectral (g)
- T = Periodo de vibración (s)
- T_c = Periodo corto (s)
- T_l = Periodo largo (s)

Ilustración N° 8-41: Curvas de diseño para un coeficiente de amortiguamiento de 5% del crítico. Fuente: Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.

También se toma como referencia el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente en el capítulo A.2: Zonas de amenazas sísmicas y movimientos sísmicos de diseño, para evaluación de los parámetros sísmicos de la estructura y del espectro de diseño a utilizar como el A_a y A_v (Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva y coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva):

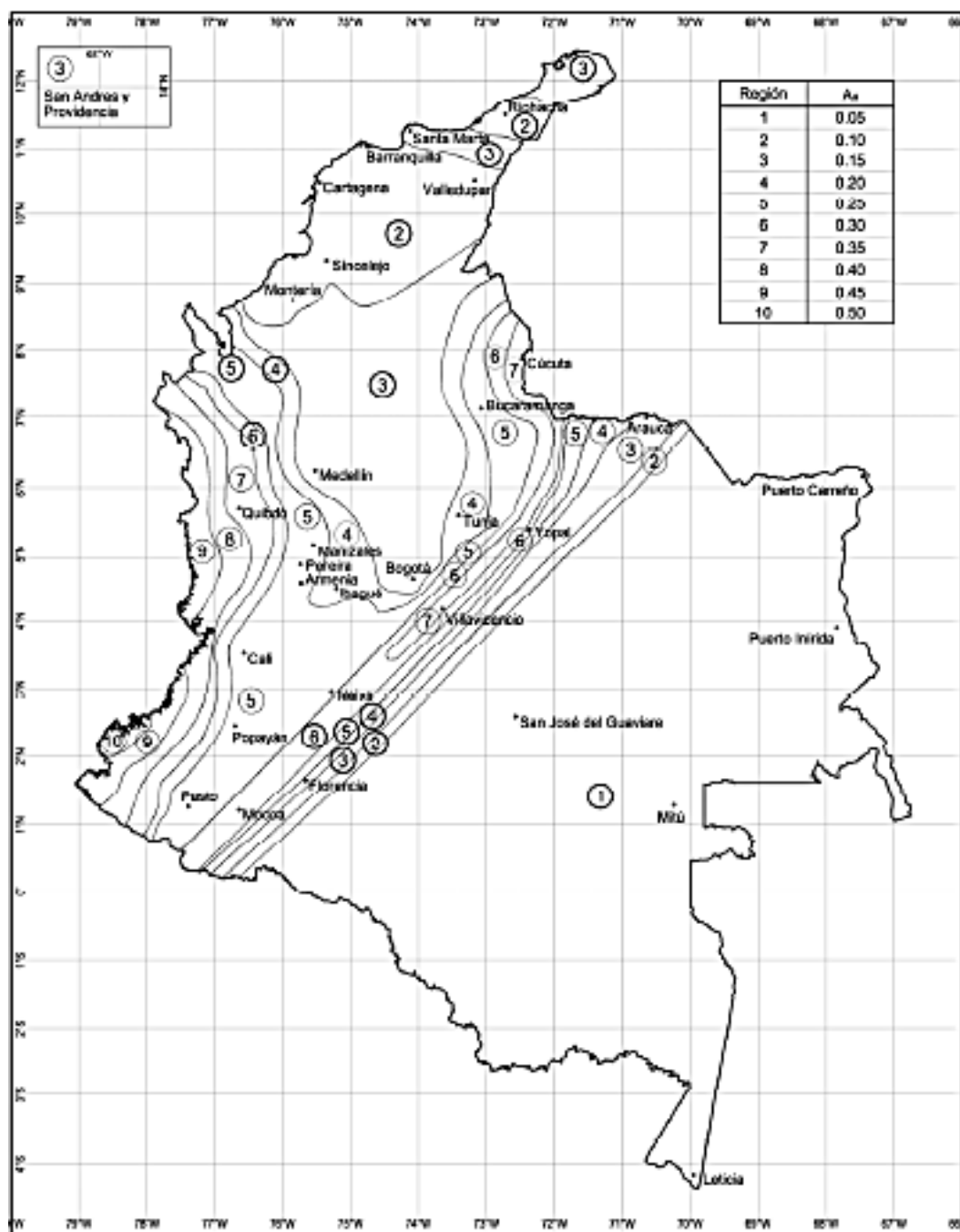


Ilustración N° 8-42: Figura A.2.3-2 Mapa de valores de Aa. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10

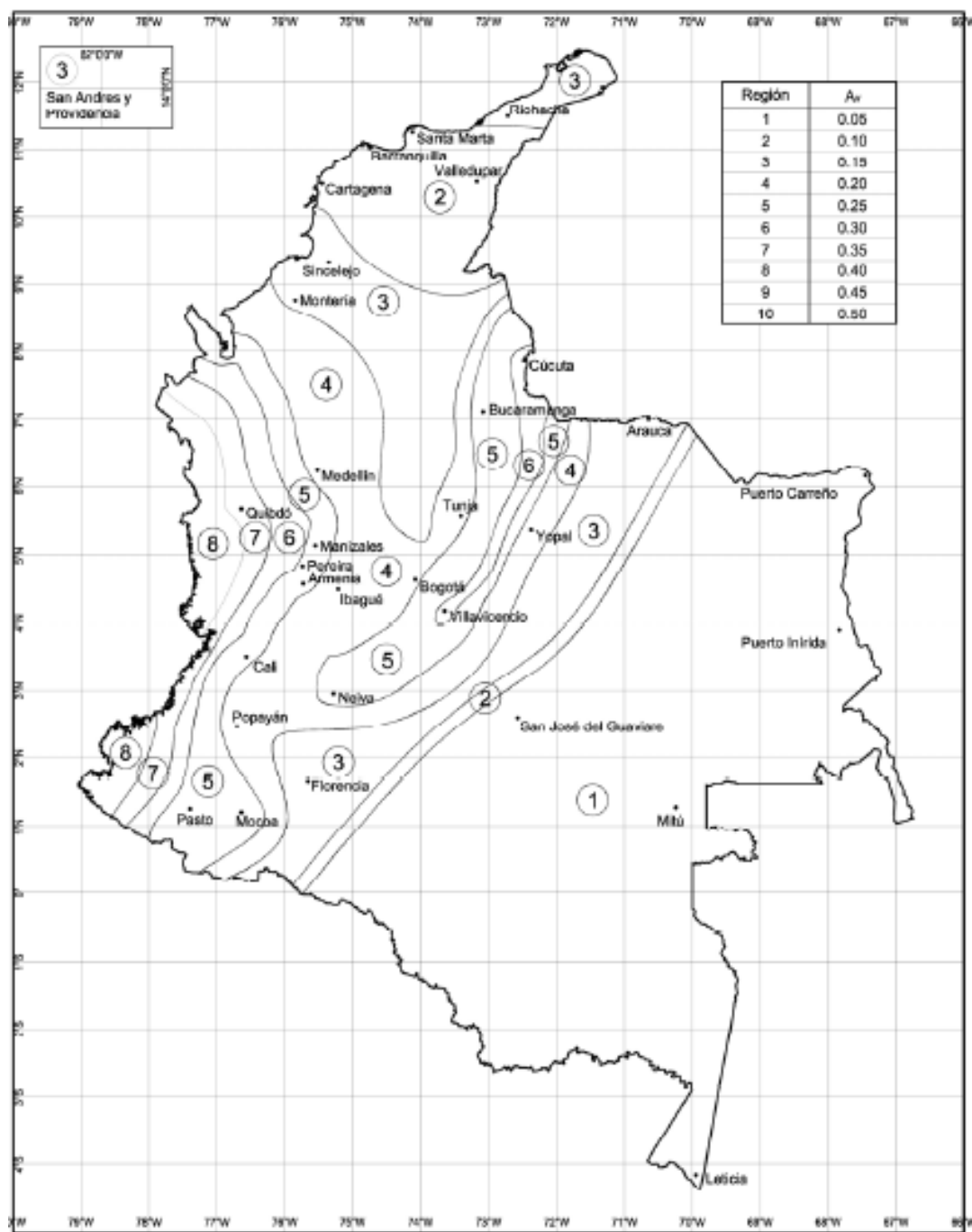


Ilustración N° 8-43: Figura A.2.3-3 Mapa de valores de Av. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10

- PARAMETROS

Según estudio de suelos:

- ✓ Perfil de suelo Tipo E
- ✓ Microzonificación sísmica de Bogotá: Zona Aluvial 100

Aa = 0.15 Figura A.2.3-2

Av = 0.20 Figura A.2.3-3

Tabla 3.1 - DECRETO 523 DE 2010 MICROZONIFICACION DE

Fa = 1.20 BOGOTA

Tabla 3.1 - DECRETO 523 DE 2010 MICROZONIFICACION DE

Fv = 2.10 BOGOTA

GRUPO DE USO IV

I = 1.50 (tabla A.2.5-1 NSR-10)

- Espectro elástico:

Espectro definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5 % del crítico

d=.05

$$T_c = 0.48 \left(\frac{A_v F_v}{A_a F_a} \right) \text{Decreto 523 de 2010 Microzonificación sísmica Bogotá}$$

$$T_c = 1.120 \text{ s}$$

$$T_L = 3.500 \text{ s}$$

$$T_a = 0.19 \text{ s} < C_u T_a$$

$$C_u = 1.75 - 1.2 A_v F_v > 1.2$$

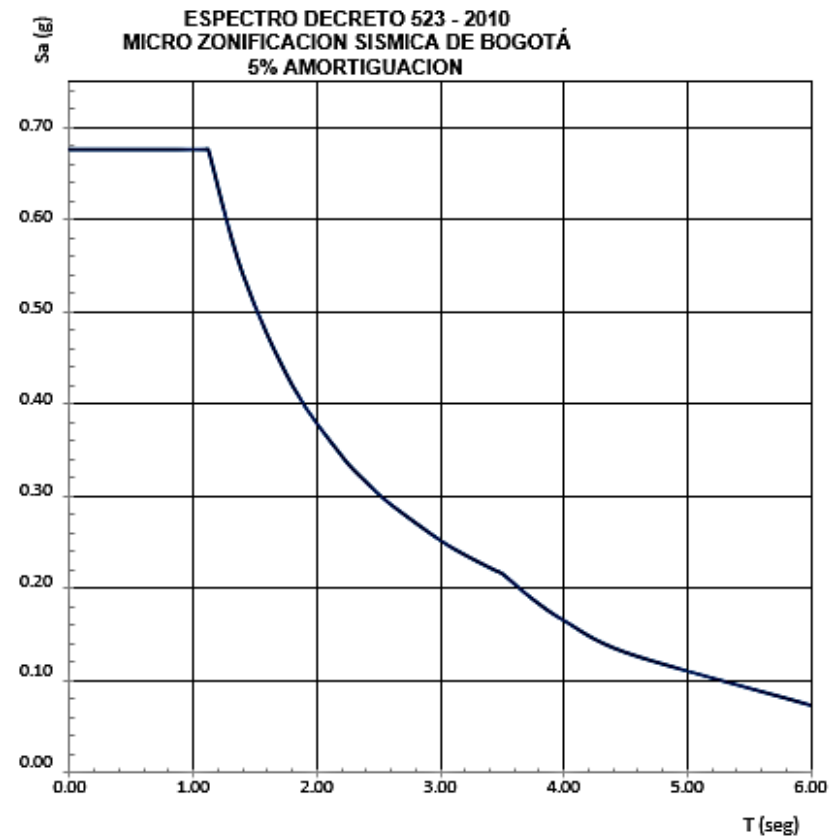
$$C_u = 1.246$$

$$C_u T_a = 0.234 \text{ s}$$

Tabla N° 8-5: Espectro elástico. Fuente: Autor

	T (seg)	Sax	Say
	0.000	0.675	0.675
	0.100	0.675	0.675
Ta=	0.188	0.675	0.675
	1.000	0.675	0.675
	1.100	0.675	0.675
Tc =	1.120	0.675	0.675
	1.400	0.540	0.540
	1.800	0.420	0.420
	2.200	0.344	0.344
	2.400	0.315	0.315
	2.600	0.291	0.291
	3.000	0.252	0.252

TL =	3.200	0.236	0.236
	3.400	0.222	0.222
	3.450	0.219	0.219
	3.500	0.216	0.216
	3.750	0.188	0.188
	4.000	0.165	0.165
	4.500	0.131	0.131
	6.000	0.074	0.074



Grafica N° 8-1: Espectro de diseño elástico. Fuente: Autor

- Espectro umbral de daño:

Espectro de umbral de daño definido para un coeficiente de amortiguamiento del 2 % del critico

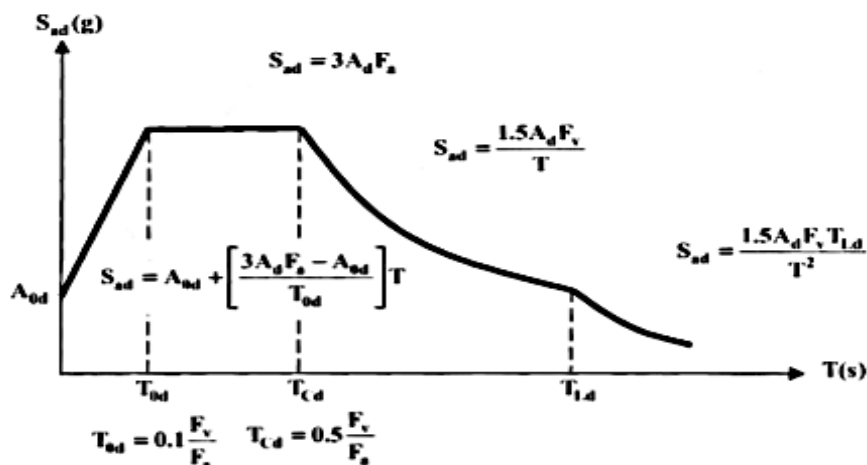
Tabla 5. Coeficientes y curva de umbral de daño.

5.1. Coeficientes de umbral de daño.

Zona	F_a (31)	F_v (31)	T_{0d} (s)	T_{Cd} (s)	T_{Ld} (s)	A_{0d}(31) (g)
CERROS	1.50	1.70	0.11	0.57	3.0	0.08
PIEDEMONTES A	1.90	2.75	0.14	0.72	3.0	0.10
PIEDEMONTES B	2.20	2.25	0.10	0.51	3.0	0.12
PIEDEMONTES C	2.05	2.25	0.11	0.55	3.0	0.11
LACUSTRE-50	1.55	4.00	0.26	1.29	4.0	0.09
LACUSTRE-100	1.45	4.40	0.30	1.52	4.0	0.09
LACUSTRE-200	1.35	4.75	0.35	1.76	4.0	0.08
LACUSTRE-300	1.25	4.00	0.32	1.60	5.0	0.08
LACUSTRE-500	1.10	3.75	0.34	1.70	5.0	0.07
LACUSTRE ALUVIAL-200	1.30	3.85	0.30	1.48	4.0	0.08
LACUSTRE ALUVIAL-300	1.20	3.50	0.29	1.46	5.0	0.07
ALUVIAL-50	1.50	2.50	0.17	0.83	3.5	0.09
ALUVIAL-100	1.40	2.90	0.21	1.04	3.5	0.08
ALUVIAL-200	1.20	2.90	0.24	1.21	3.5	0.07
ALUVIAL-300	1.10	2.90	0.26	1.32	3.5	0.07
DEPÓSITO LADERA	1.90	2.25	0.12	0.59	3.0	0.10

Ilustración N° 8-44: Coeficiente de diseño. Fuente: Tabla 5.1- Coeficientes y curva de umbral de daño- Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.

5.2. Curva de umbral de daño para un coeficiente de amortiguamiento de 2% del crítico.



Parámetros.

- A_d = Aceleración horizontal pico efectiva de umbral de daño. $A_d = 0.06$ g
- A_{0d} = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno para umbral de daño en superficie (g)
- F_a = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos
- F_v = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios
- S_{ad} = Aceleración espectral de umbral de daño (g)
- T = Período de vibración (s)
- T_{0d} = Período inicial de umbral de daño (s)
- T_{cd} = Período corto de umbral de daño (s)
- T_{ld} = Período largo de umbral de daño (s)

Ilustración N° 8-45: Curvas de umbral de daño para un coeficiente de amortiguamiento de 2% del crítico. Fuente: Decreto N°523 de 16 de Diciembre de 2016.

$A_d =$	0.06	Decreto 523 de 2010 Microzonificación sísmica Bogotá
$A_{0d} =$	0.08	Decreto 523 de 2010 Microzonificación sísmica Bogotá
$F_a =$	1.40	Decreto 523 de 2010 Microzonificación sísmica Bogotá
$F_v =$	2.9	Decreto 523 de 2010 Microzonificación sísmica Bogotá

$$T_{od} = 0.1 \frac{Fv}{Fa} \text{ Decreto 523 de 2010 Microzonificacion Sismica Bogota}$$

$$T_{od} = 0.21 \text{ s}$$

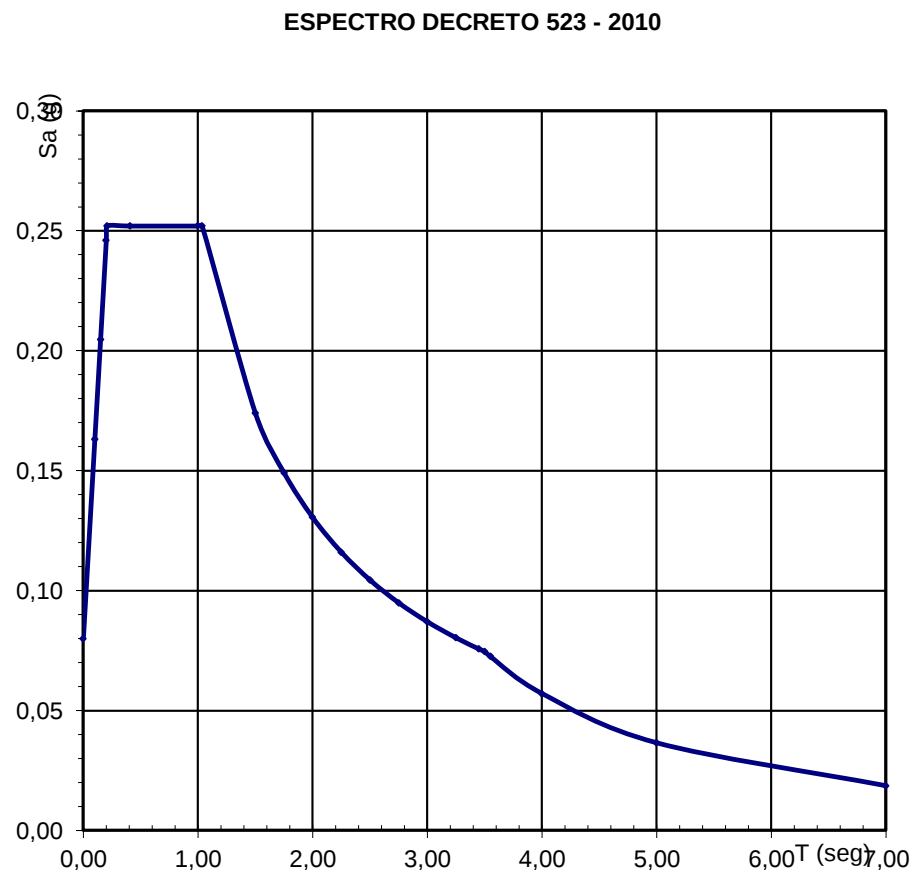
$$T_{cd} = 0.5 \frac{Fv}{Fa} \text{ Decreto 523 de 2010 Microzonificacion Sismica Bogota}$$

$$T_{cd} = 1.05 \text{ s}$$

$$TLd = 3.5 \text{ s} \quad \text{Decreto 523 de 2010 Microzonificacion Sismica Bogota}$$

Tabla N° 8-6: Espectro de umbral de daño. Fuente: Autor

	T (seg)	Sax	Say
	0.000	0.080	0.080
	0.100	0.163	0.163
	0.150	0.205	0.205
	0.200	0.246	0.246
Tod =	0.207	0.252	0.252
	0.410	0.252	0.252
	1.000	0.252	0.252
Tcd =	1.036	0.252	0.252
	1.500	0.174	0.174
	1.750	0.149	0.149
	2.000	0.131	0.131
	2.250	0.116	0.116



Grafica N° 8-2: Espectro de umbral de daño. Fuente: Autor

	2.500	0.104	0.104
	2.750	0.095	0.095
	3.000	0.087	0.087
	3.250	0.080	0.080
	3.450	0.076	0.076
TLd =	3.500	0.075	0.075
	3.550	0.072	0.072
	4.000	0.057	0.057
	5.000	0.037	0.037
	7.000	0.019	0.019

- Capacidad de disipación de energía:

ϕ_a = coeficiente irregularidades en altura

ϕ_p = coeficiente Irregularidades en planta

ϕ_r = Ausencia de redundancia

coeficiente de disipación de energía

R_o = básico 5 Tabla A.3-3

Ω_o = 3 Tabla A.3-3

Las fuerzas sísmicas obtenidas del análisis F_s , se reducen, dividiéndolas por el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R , correspondiente al sistema estructural de resistencia sísmica, para obtener las fuerzas sísmicas reducidas de diseño ($E=F_s/R$) que se emplean en las combinaciones de carga prescritas en el Título B.

- Fuerzas de viento:

A continuación se presenta el cálculo de las fuerzas de viento aplicables a l sistema de principal de resistencia de fuerzas de viento (SPRFV) del edificio, sus componentes y elementos de revestimiento.

Por ser una estructura de dos niveles no se tomó en consideración la carga de viento como un factor importante para el análisis de vulnerabilidad sísmica, como si ocurre con el caso de las cargas por sismo que afectaran más a la estructura.

Se utilizara el Método 1 descrito en el numeral B.6.1.1 NSR-10 - Procedimiento simplificado.

- Chequeo de condiciones para aplicar el Método 1:

Sistema principal de resistencia de fuerzas de viento. (B.6.4.1.1 NSR-10)

a) Edificio de diafragma simple. (B.6.2.)

b) Edificio bajo

$$h = 10.45 < 18.0 \text{ m}$$

$$h = 10.45 < 23.04 \text{ m menor dimensión horizontal del edificio}$$

c) Edificio cerrado.

$$A_o < 0.8 A_g$$

d) Edificio de diafragma simple. Las cargas de viento a barlovento y sotavento se transmiten a través de los diafragmas de piso y cubierta a un mismo SPRFV

e) Edificio de forma regular

f) Sección transversal aproximadamente simétrica.

- Componentes y Revestimientos. (B.6.4.1.2 NSR-10)

a) Edificio bajo

$$h = 10.45 \leq 18.0 \text{ m}$$

a) Edificio cerrado.

b) Edificio de forma regular

c) Cubierta con $\theta < 27^\circ$

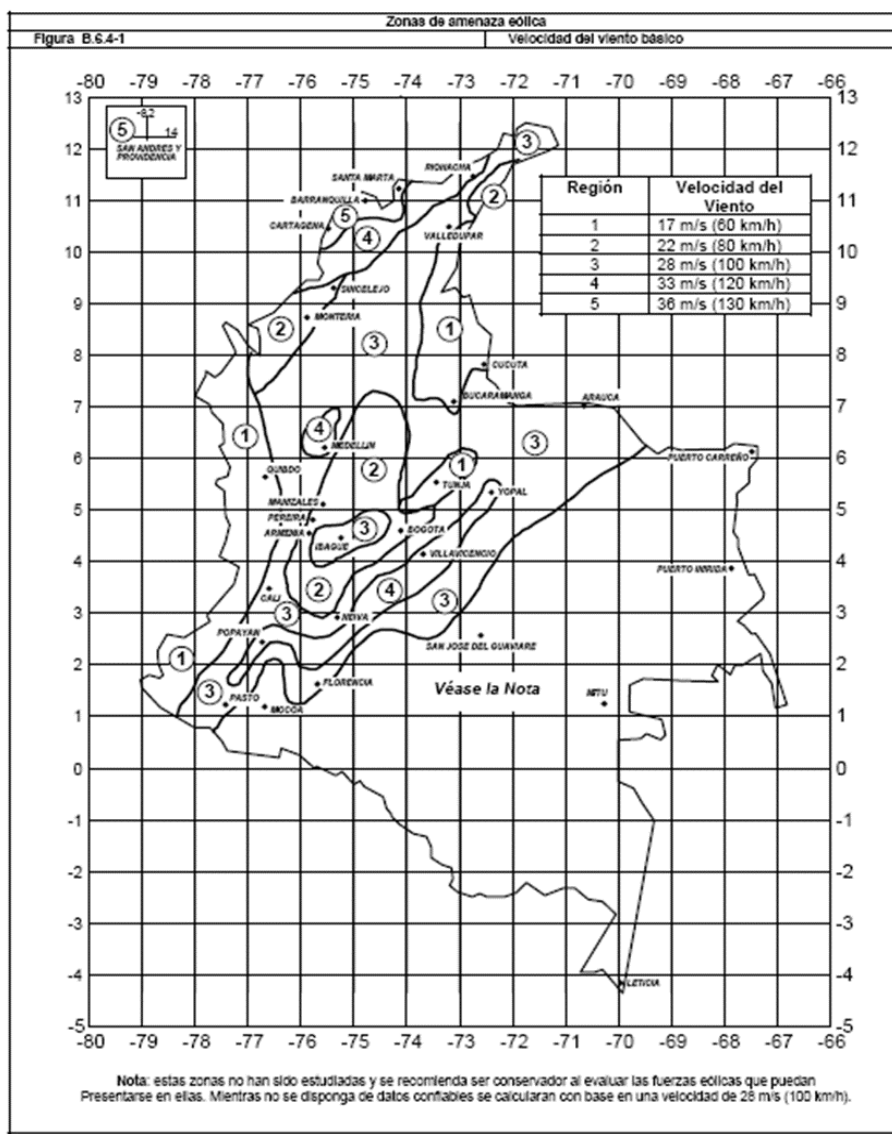


Ilustración N° 8-46: Zona de amenaza eólica. Fuente: Figura B.6.4-1: Zona de amenaza eólica – NSR10.

- Procedimiento de diseño:

Velocidad básica de viento (Fig. B.6.4.1 NSR-10) Se supone que el viento viene de cualquier dirección horizontal.

Velocidad del viento básico para Bogotá, Zona 2:

$$V = 22.0 \quad \text{m/s}$$

$$V = 80.0 \quad \text{km/h}$$

Factor de Importancia (B.6.5.5 NSR-10):

Según tabla B.6.5-1 NSR-10 Grupo de uso IV

$$I = 1.15 \quad \text{Región no propensa a huracanes}$$

- ✓ Coeficiente de ajuste por altura y exposición
- ✓ Rugosidad de terreno B
- ✓ Exposición B
- ✓ Figura B.6.4-2

$$K_z = 0.66$$

- Sistema principal de resistencia de fuerzas de viento (SPRFV):

$$p_s = \lambda K_{zt} I P_{S10}$$

$$K_{zt} = (1 + K_1 K_2 K_3)^2 \text{ Factor topografico Ec. B. 6.5 - 1}$$

$$K_{zt} = 1.00 \text{ B. 5.7.2}$$

$$P_{S10} = 0.21 \text{ Presion de viento de diseño simplificada fig B. 6.4 - 2}$$

$$p_s = 0.16 \text{ kN/m}^2$$

La fuerza de viento total que actúa sobre la superficie del edificio se calcula como la presión de viento calculada por el área de la fachada del edificio:

$$W = p_s * Af$$

$$Af = 77.76 \text{ m}^2$$

$$W = 12.39 \text{ kN} < V_s$$

- Cubierta:

1	Región	2		Figura B.6.4-1
	Velocidad del viento	22	m/2	Esfuerzo de trabajo
		80	km/h	
		28	m/2	Estados limites
		100	km/h	

Determinación del factor de direccionalidad K_d Tabla B.6.5-4:

$$K_d = 0.85$$

2	Factor de importancia I	Tabla B.6.5-4	Tabla B.6.5-1
I=	IV	= 1.15	(V=40-45 m/s)(162 km/hr)

3 Determinación de coeficiente de exposición K_z

Categoría b: áreas urbanas y sub urbanas

Exposición b: rugosidad B prevalece por una distancia de al menos

800 m o 20 veces la altura del edificio, la que sea mayor.

$$K_z = 0.66$$

4 Encontrar factor topográfico K_{zt}

$$K_{zt} = 1$$

5 Factor de ráfaga G o G_f

$$G = 0.85$$

6 Clasificar el cerramiento

Edificio cerrado: no cumplen con las condiciones de edificios abiertos y parcialmente cerrados

7 Coeficiente de presión interna G_{cpi} Figura B.6.5-2

$$\begin{array}{ll} G_{cpi} = 0.18 & \text{Presiones} \\ -0.18 & \text{Succiones} \end{array}$$

8 Coeficiente de presión externa GCpf

Área efectiva para determinar GCp es la longitud de luz multiplicada por un ancho efectivo que no debe ser menor que un tercio de la longitud del tramo.

Determinación carga de viento

sistemas: componentes y/o revestimientos

tipo de cerramiento: edificio cerrado

edificios bajos:

$$P = qh * (GCp - Gcpi) \text{ B.6.5.12.4.1}$$

9 Presión por velocidad qz o qh

qz= presión por ciento evaluada a cualquier altura z del edificio

qh= altura media de la cubierta

$$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \quad q_z = 0.613 K_z$$

$$q_h = 0.613 K_h K_{zt} K_d V^2 I \quad q_h = 0.613 K_h$$

$$qh = 0.613 * 0.66 * 1 * 0.85 * 28^2 * 1.15 = 310.05 \frac{N}{m^2} \text{ Estados limites}$$

$$qh = 0.613 * 0.66 * 1 * 0.85 * 22^2 * 1.15 = 191.41 \frac{N}{m^2} \text{ Esfuerzos de trabajo}$$

Determinación de la carga de viento para teja y correas

Edificios bajos. B.6.5-16

$$p = qh[(GCpf) - (Gcpi)] \quad N/m^2$$

De acuerdo a B.6.1.3.2 los valores no deben ser menores que 400 N/m²

8.1.5.4 Modelo matemático estructura existente edificio en ETABS 2015

Se realiza el modelo matematico con el programa ETABS 2015, este modelo nos permite analizar la suceptibilidad que presenta la estructura ante un sismo de gran magnitud. El pabellon de pediatria Calixto Torres del Hospital San Jose de Bogota no cuenta con la normativa actual vigente de construcciones sismo resistentes, por lo cual de antemano se cosnidera como una estructura vulnerable, sin embargo se realiza el modelo mtematico para determinar algunos parametros que sirvan para el analisis de la intervencion a realizar, se hara principalmente el chequeo de las derivas, de esta manera se determina los desplazamientos horizontales de cada nivel de la estructura, determinando si estos son mayore a los permitidos por la NSR10 y de ser asi proporcionar una solucion para evitar daños considerables en los elementos no estructurales.

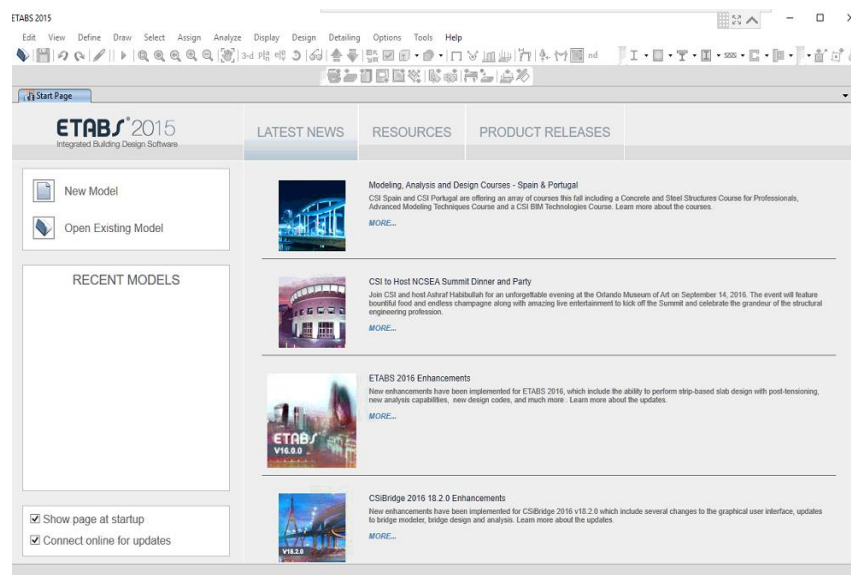


Ilustración N° 8-47: Programa con el que se elaborara el modelo matemático en ETABS 2015. Fuente: Autor

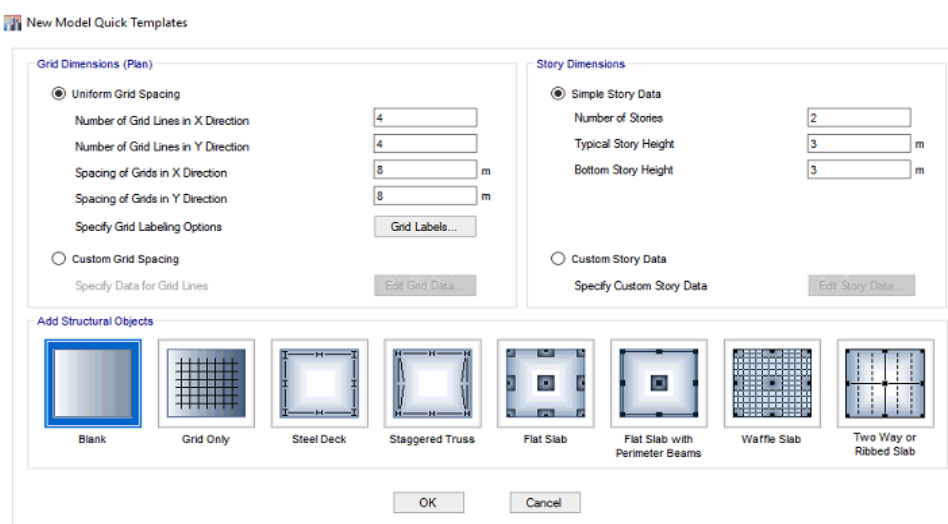


Ilustración N° 8-48: Se escoge el nuevo modelo. Fuente: Autor

Grid System Data

Grid System Name

G1

System Origin

Global X

0

m

Global Y

0

m

Rotation

0

deg

Story Range Option

☒ Default - All Stories

Top Story

Story2

☐ User Specified

Bottom Story

Base

Click to Modify/Show:

Reference Points...

Reference Planes...

Options

Bubble Size

1250

mm

Grid Color

Rectangular Grids

☐ Display Grid Data as Ordinates
 ☒ Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids...

X Grid Data

Grid ID	X Spacing (in)	Visible	Bubble Loc	
A	3.4052	Yes	End	Add Delete
B	1.525	Yes	End	
C	1.05	Yes	End	
D	1.405	Yes	End	
E	1.0438	Yes	End	
F	2.5373	Yes	End	

Y Grid Data

Grid ID	Y Spacing (in)	Visible	Bubble Loc	
5	2.866	Yes	Start	Add Delete
8	1.7999	Yes	Start	
7	2.8242	Yes	Start	
6	0.3251	Yes	Start	
5"	1.425	Yes	Start	
5'	3.8	Yes	Start	

General Grids

Grid ID	X1 (in)	Y1 (in)	X2 (in)	Y2 (in)	Visible	Bubble Loc	
							Add Delete

Sort by ID

Ilustración N° 8-49: Se elabora los ejes. Fuente: Autor

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de unidades de mampostería con el Laboratorio de Concreto Asocreto, para determinar la resistencia del material que actualmente compone la estructura de estudio y así poder realizar un adecuado modelo matemático con los datos encontrados, arrojando un resultado de resistencia promedio de la mampostería y evaluándola con la resistencia normal de fábrica del material, se realiza esto debido a que el número de muestras tomadas no cumple con lo solicitado por el método y normativa NTC 4205, de acuerdo a lo anterior se toma un peso específico de 17.65 kN/m^3 con un módulo de elasticidad de 3190 MPa , como se muestra a continuación:

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE ARCILLA

COMPANIA:	PATOLOGIA E INGENIERIA ESTRUCTURAL S.A.S	PLANTA:	Hospital San José de Bogotá
UBICACION:	Bogotá, Colombia	UBICACION:	Bogotá, Colombia
DIRECCION:	Calle 55 No. 10 - 72 Oficina 401 A	DIRECCION:	---
CONTACTO:	Ing. David Felipe Rivera Pardo	TELEFONO:	---
TELEFONO:	2357431 - 300 5970828		

FECHA DE RECEPCION	2016-11-08	FECHA DE ENSAYO	2016-11-21
ORDEN DE TRABAJO	15145	INFORME N°	958-16

Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla, NTC 4017 : 2005-11-30.

LABORATORIO DE PREFABRICADOS

INFORMACIÓN DE LOS ESPECIMENES					
Especimen Número	Identificación de la Muestra	Datos de los Especímenes			
		Longitud del Especimen (l) (mm)	Ancho del Especimen (b) (mm)	Área Neta Promedio (A _{np}) (mm ²)	Fecha de Elaboración
1	Adequín en Arcilla	131,37	118,19	15526,6203	---
2	Adequín en Arcilla	141,22	127,69	18032,3818	---
3	Adequín en Arcilla	127,23	118,16	15033,4968	---
---	---	---	---	---	---



Según NTC 4205 Mampostería Estructural	Según NTC 4205 Mampostería No Estructural
* 15,0 MPa	* 10,0 MPa
** 20,0 MPa	** 14,0 MPa

RESULTADOS DE LA PRUEBA				
Especimen Número	Edad (Días)	Carga (N)	Resistencia Individual (MPa) *	Resistencia Promedio (MPa) **
1	---	158030	10,2	---
2	---	146210	8,1	
3	---	234250	15,6	
---	---	---	---	---

OBSERVACIONES: Por solicitud del cliente se analizan el número de muestras reportadas en este informe, el cual no cumple con las solicitudes por el método

Sede Principal:
Calle 103 No. 15-80
PBX: (571) 618 0018
PBX: (571) 756 0990

Revisó:



Coordinador de Calidad

Aprobó:

Coordinador de Laboratorio

Laboratorio
del Concreto:
Calle 798 No. 51-45
PBX: (571) 610 0797
PBX: (571) 547 1700

Los resultados emitidos en este informe corresponden a las muestras entregadas al Laboratorio del concreto. El informe no puede ser utilizado en ningún tipo de campaña de información, técnica o comercial. Prohibida su reproducción.








www.asocreto.co

Ilustración N° 8-50: Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de mampostería con el Laboratorio de Concreto Asocreto. Fuente: Autor.

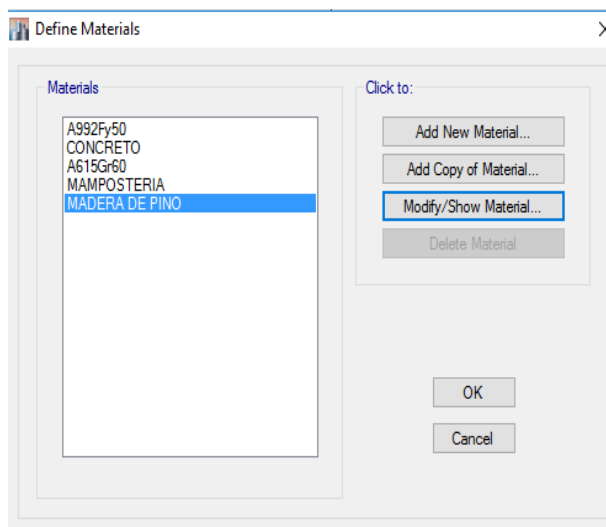


Ilustración N° 8-51: Se definen materiales (mampostería, madera de pino, concreto).

Fuente: Autor.

Ilustración N° 8-52: Se define las características de la mampostería existente. Fuente:

Autor

Material Property Data

General Data

Material Name: MADERA DE PINO

Material Type: Other

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 3.72 kN/m³

Mass per Unit Volume: 379.334 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 107873150 MPa

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 44947145.83 MPa

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración N° 8-53: Se define las características de la madera de pino existente. Fuente:

Autor

Material Property Data

General Data

Material Name: CONCRETO

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 24 kN/m³

Mass per Unit Volume: 2.447 kN-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 24.86 kN/mm²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 10.36 kN/mm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración N° 8-54: Se define las características del material de concreto. Fuente: Autor

Se definen las secciones para el modelo, con espesores de muro desde 15 a 45 cm y una placa de concreto maciza de 10 cm:

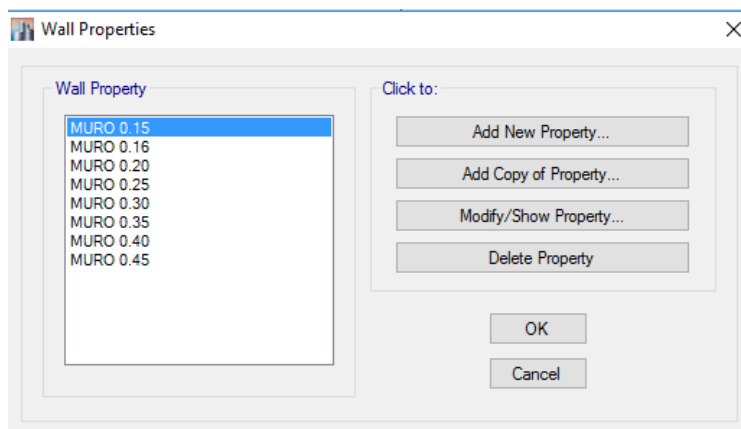


Ilustración N° 8-55: Secciones de los muros existentes. Fuente: Autor.

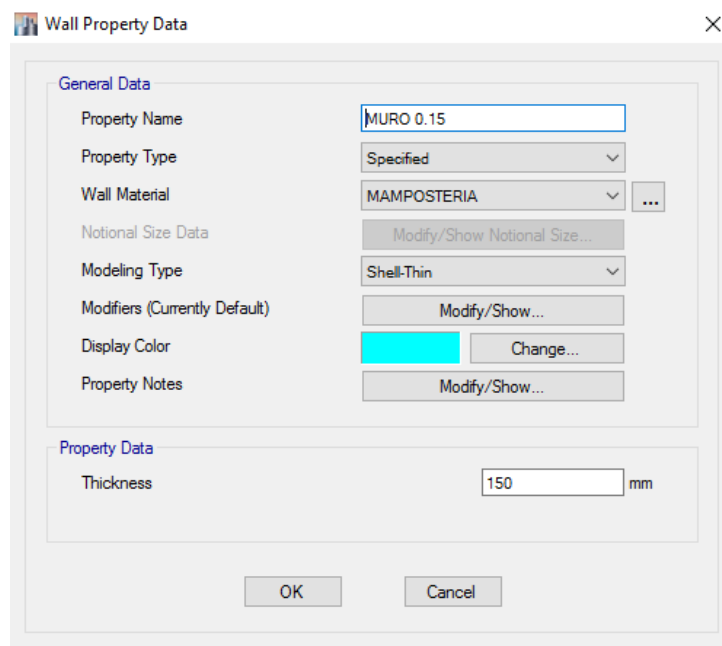


Ilustración N° 8-56: Característica de muros de mampostería existentes. Fuente: Autor.

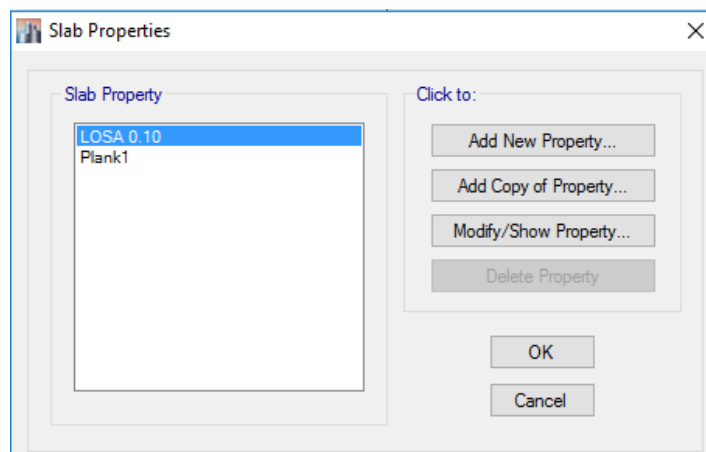


Ilustración N° 8-57: Característica de la losa de concreto de 10 cm existente. Fuente: Autor.

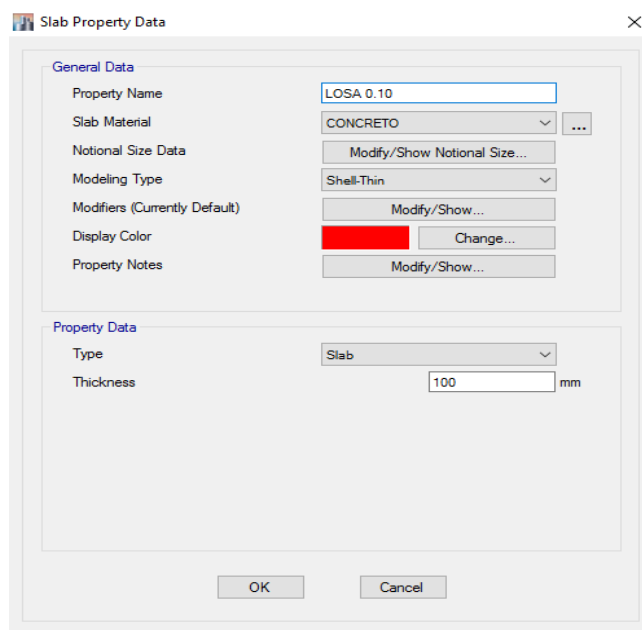


Ilustración N° 8-58: Se define las características de la losa de concreto de 10 cm existente. Fuente: Autor

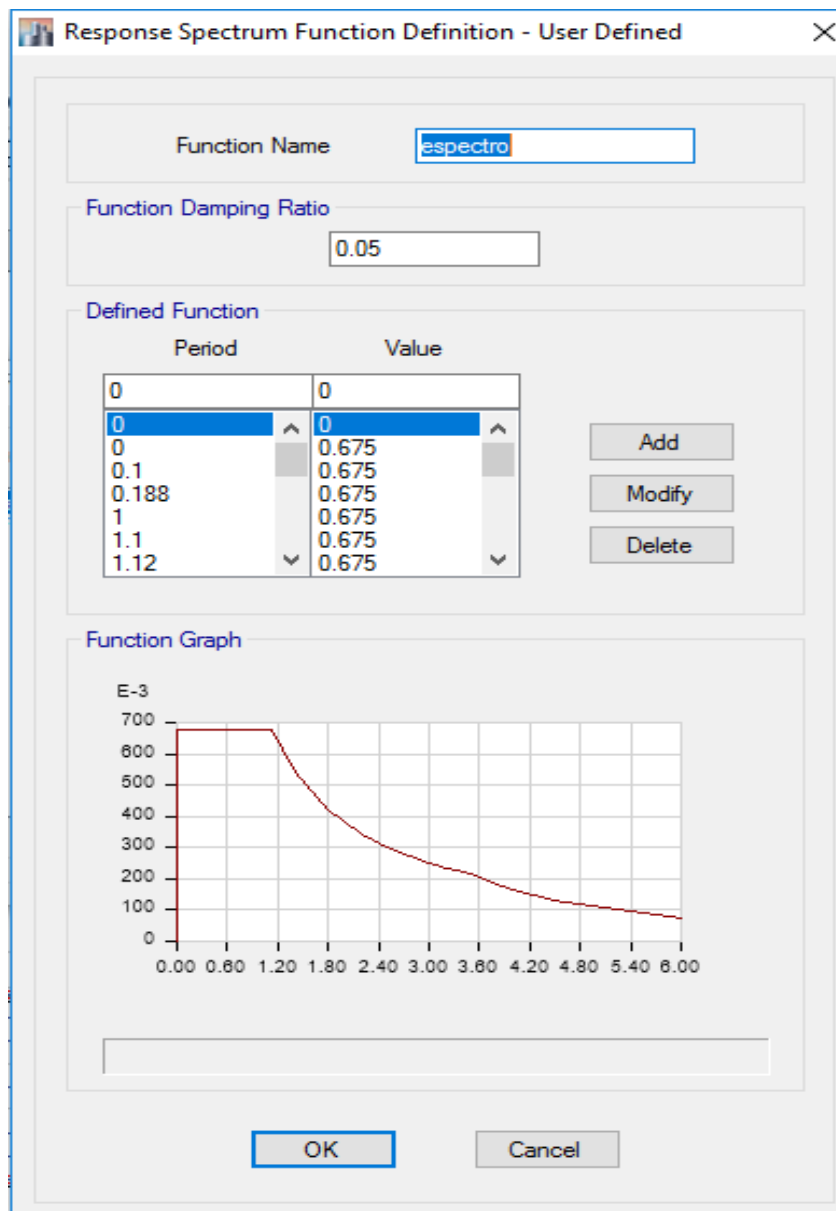


Ilustración N° 8-59: se define el espectro de diseño según Microzonificación sísmica de Bogotá para zona aluvial 100. Fuente: Decreto 523 de 16 de Diciembre de 2010

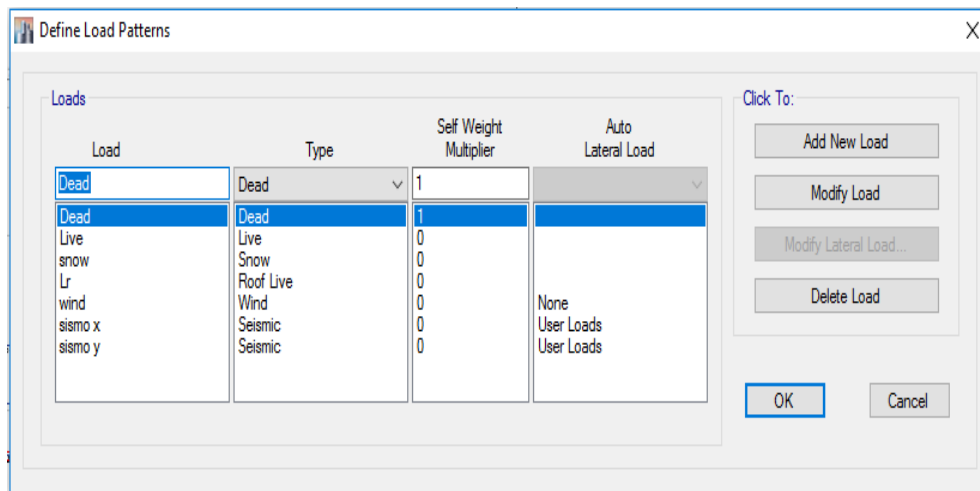


Ilustración N° 8-60: Se definen los patrones de carga. Fuente: Autor.

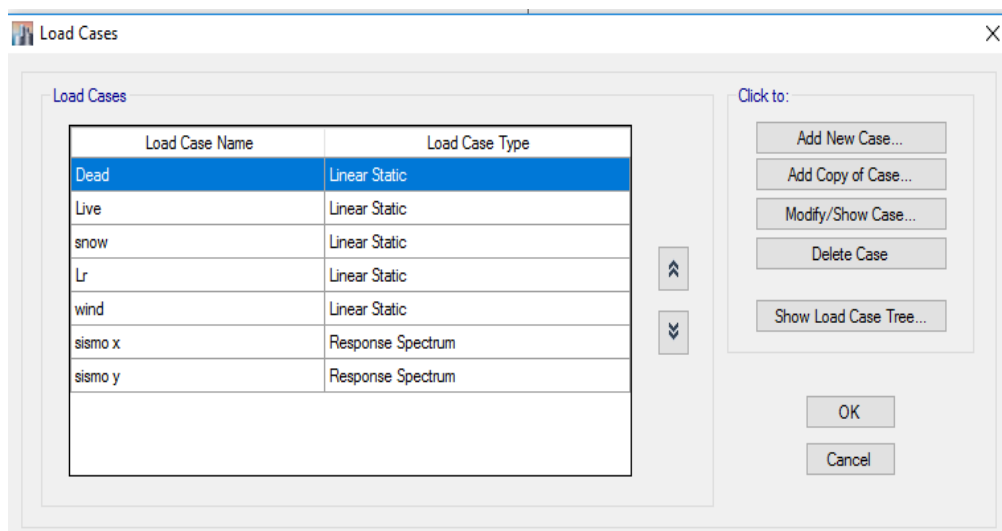


Ilustración N° 8-61: Se definen los casos de carga. Fuente: Autor

Load Case Data
✕

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Default Uniform	9806.65
Acceleration	U2	Default Uniform	2942

ⓘ Add Delete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

OK Cancel

Ilustración N° 8-62: Datos de los caso de carga para sismo en X. Fuente: Autor.

Load Case Data
 ✕

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Default Uniform	2942
Acceleration	U2	Default Uniform	9806.65

i
Add
Delete
☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

OK
Cancel

Ilustración N° 8-63: Datos de los caso de carga para sismo en Y. Fuente: Autor.

$$1.4(D + F) \quad (B.2.4-1)$$

$$1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad (B.2.4-2)$$

$$1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) + (L \text{ ó } 0.8W) \quad (B.2.4-3)$$

$$1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad (B.2.4-4)$$

$$1.2D + 1.0E + 1.0L \quad (B.2.4-5)$$

$$0.9D + 1.6W + 1.6H \quad (B.2.4-6)$$

$$0.9D + 1.0E + 1.6H \quad (B.2.4-7)$$

Ilustración N° 8-64: Combinaciones de carga básicas utilizadas. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones sismo resistentes NSR10- B.2.4.2: Combinaciones básicas

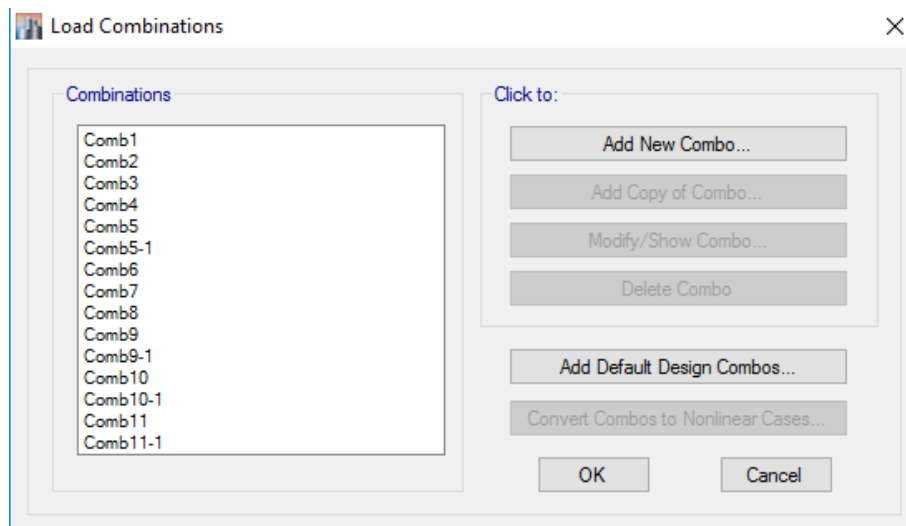


Ilustración N° 8-65: Se definen las combinaciones de carga en ETABS 2015. Fuente: Autor

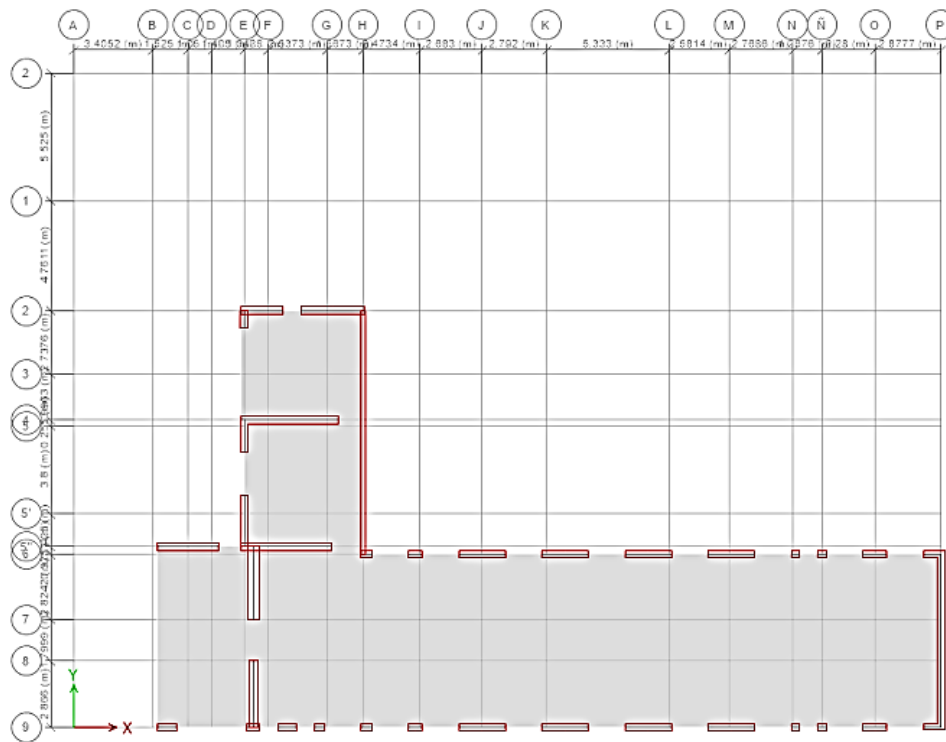


Ilustración N° 8-66: Configuración y disposición de los elementos estructurales en planta. Fuente: Autor

Se asignan los piers en Etabs, estos sirven para agrupar varios elementos tipo shell, esto se realiza con el fin de que dichos muros sin importar su dimensión o dirección (X o Y) se comporten como un solo elemento:

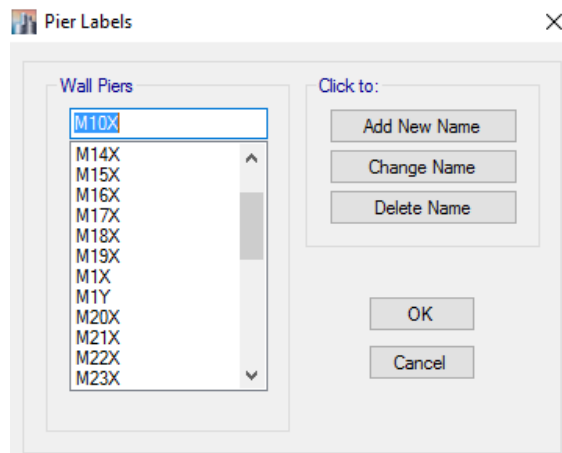


Ilustración N° 8-67: se definen los piers para los muros. Fuente: Autor

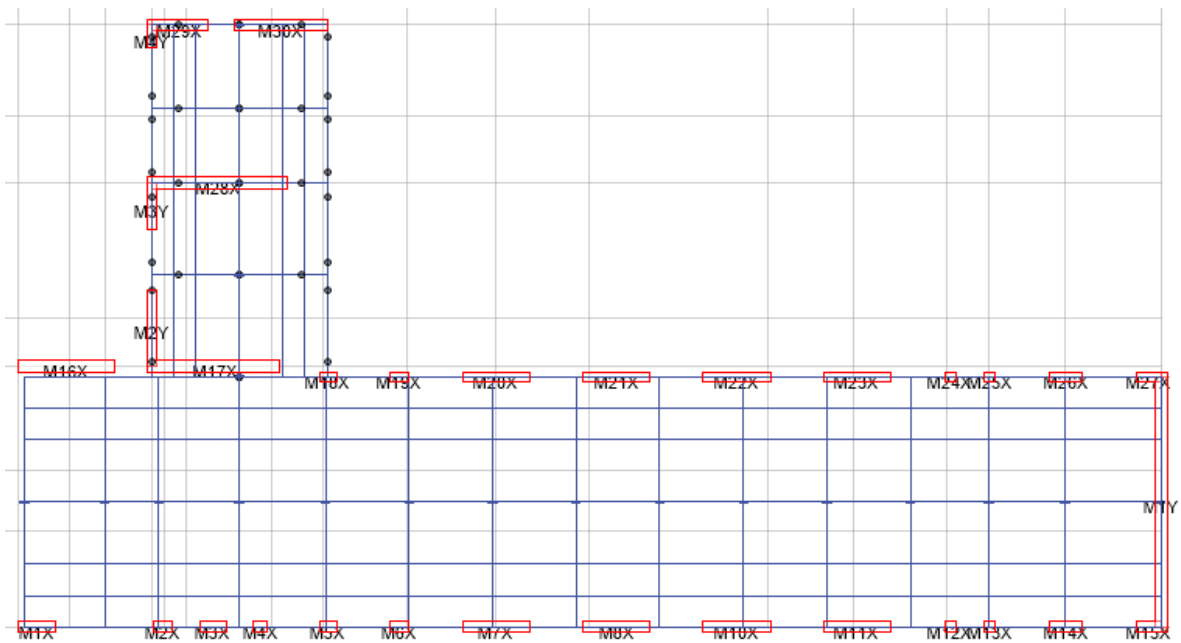


Ilustración N° 8-68: Se asignan los piers creados para los diversos tipos de muros en X y Y. Fuente: Autor.

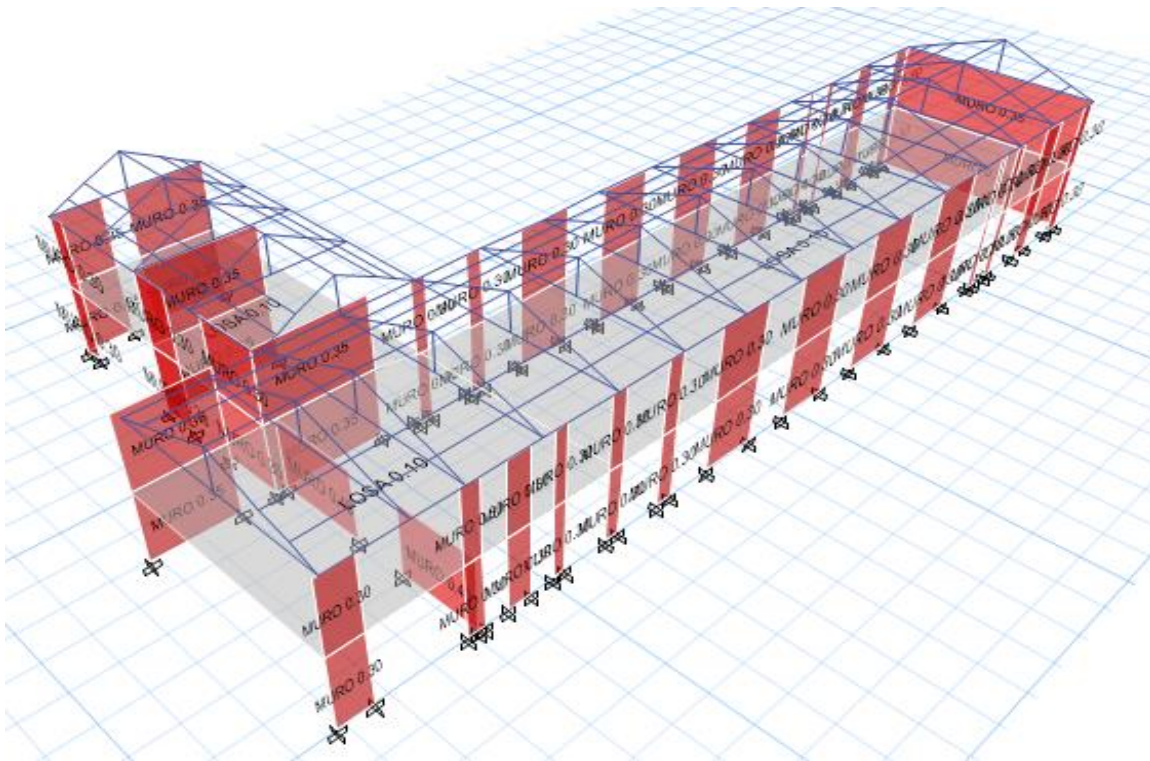


Ilustración N° 8-69: Isométrico de la estructura existente. Fuente: Autor

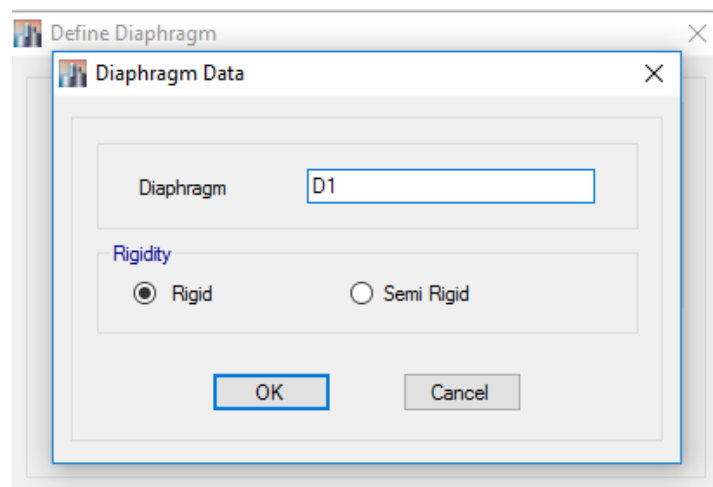


Ilustración N° 8-70: Se define el diafragma de tipo rígido. Fuente: Autor

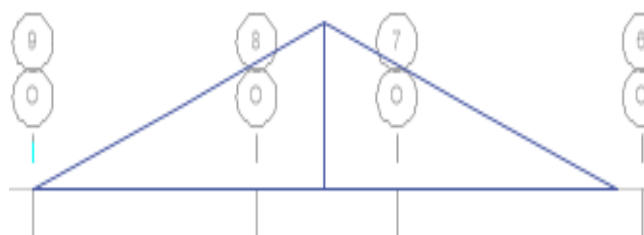


Ilustración N° 8-72: Cercha de tipo pendolón en madera. Fuente: Autor

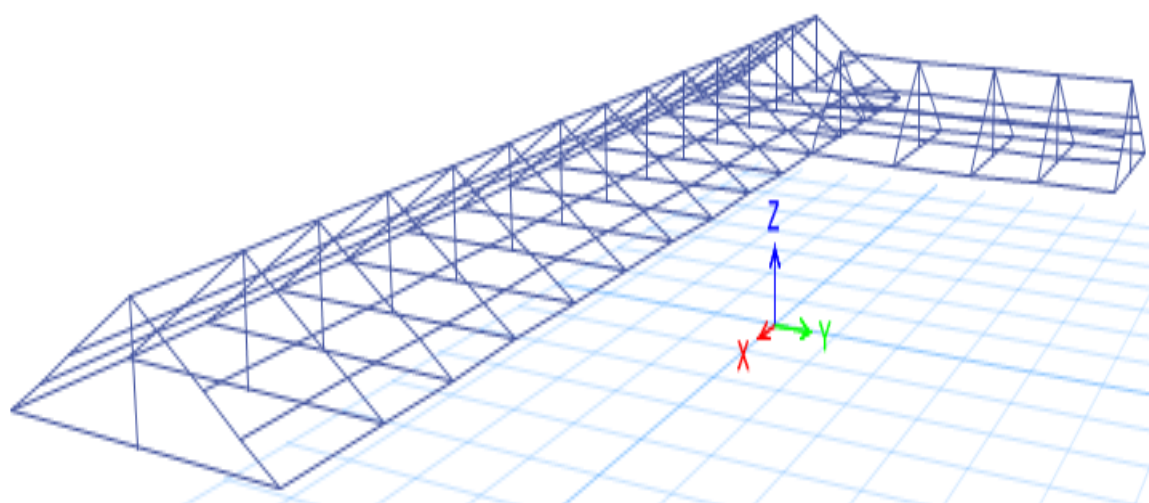


Ilustración N° 8-73: Isométrico de la cubierta en madera de pino existente. Fuente: Autor

Se definen las dimensiones de los elementos de madera:

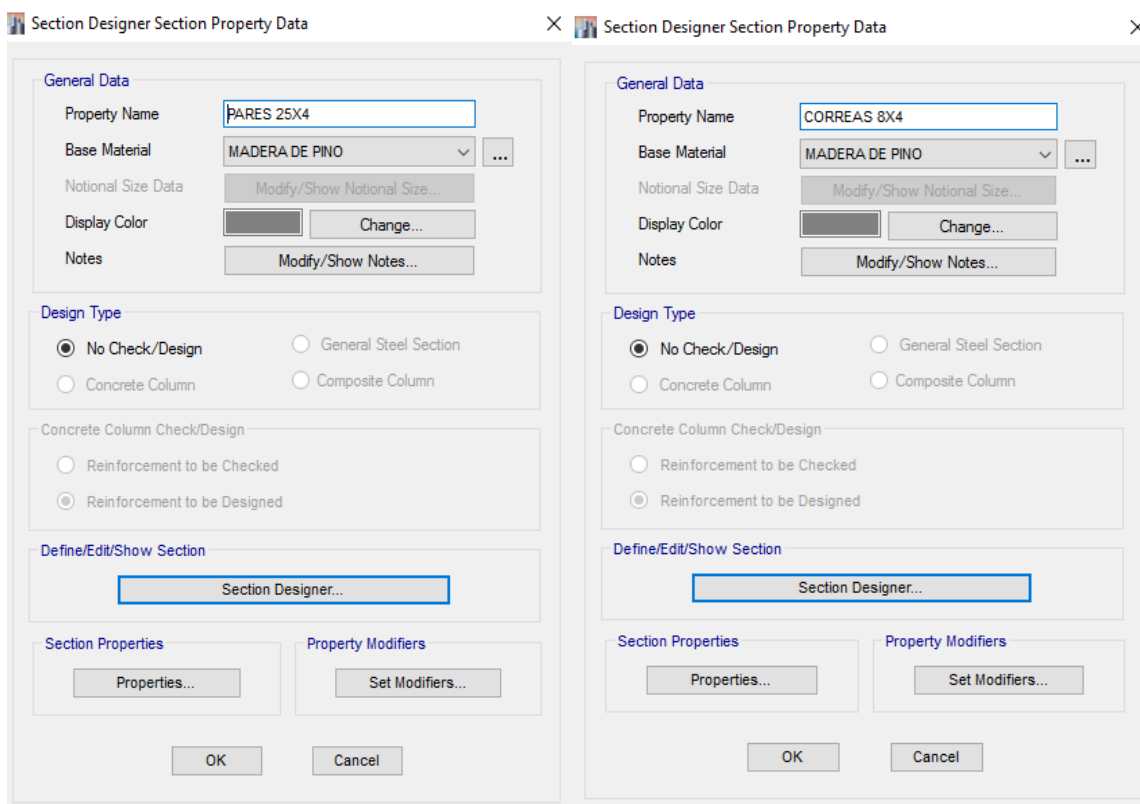


Ilustración N° 8-74: Se define las secciones de pares y correas en madera de pino.

Fuente: Autor

Se asignan las cargas a la estructura según análisis realizado por el reglamento Colombiano de construcciones sismo resistentes NSR10, estas cargas se asignan sobre las correas de la cubierta y sobre la placa de concreto, según las características y parámetros designados por el reglamento, Tabla B.3.4.1-4: Cargas muertas mínimas de elemento no estructurales horizontales-Cubiertas, y Tabla B.4.2.1-2: Cargas vivas mínimas en Cubiertas, y las cargas

de granizo para cubiertas con inclinaciones menores de 15° según numeral B.4.8.3.2 para cargas de granizo:

MUERTA:

KN/m²

W estructura de madera= 0.13

W teja asbesto Cemento = 0.20

D = 0.33 KN/m²

VIVA:

Lr = 5.00 KN/m²

G = 1.00 KN/m²

Se asignan las cargas por áreas aferentes en las correas las cuales transmitirán dichas cargas a los pares y estos a los apoyos hasta los muros:

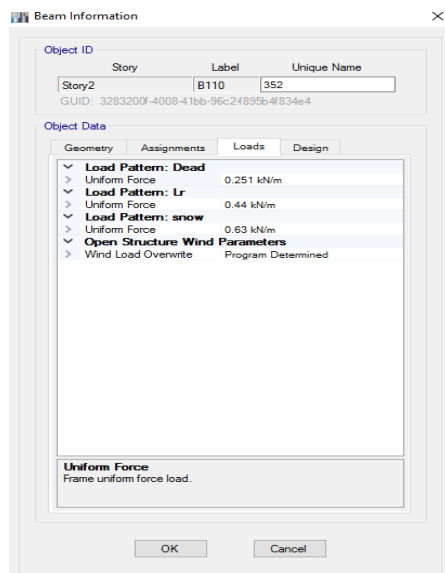


Ilustración N° 8-75: Cargas asignadas a las correas por área aferente. Fuente: Autor.

En el modelo se asignó los *Releases/ partial fixity* (liberación parcial en nudos) en la estructura de cubierta, porque funcionan como cerchas.

Se asigna las cargas a la placa de concreto según Tabla B.3.4.2-4: Cargas muerta mínimas de elementos no estructurales verticales-muros, y Tabla B.3.4.1-3: Cargas muerta mínimas de elementos no estructurales horizontales-pisos (acabados: baldosa) y el peso propio de la estructura, más la carga viva según Tabla B.4.2.1-1: Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas (oficinas):

C.MUERTA

KN/m²

W Placa =		2.40 KN/m ² (peso estructura.)
W muros =	2.50	
W acabados =	1.10	
D =	3.60	KN/m²

C. VIVA:

Consultorios =	2.00	KN/m ²
----------------	------	-------------------

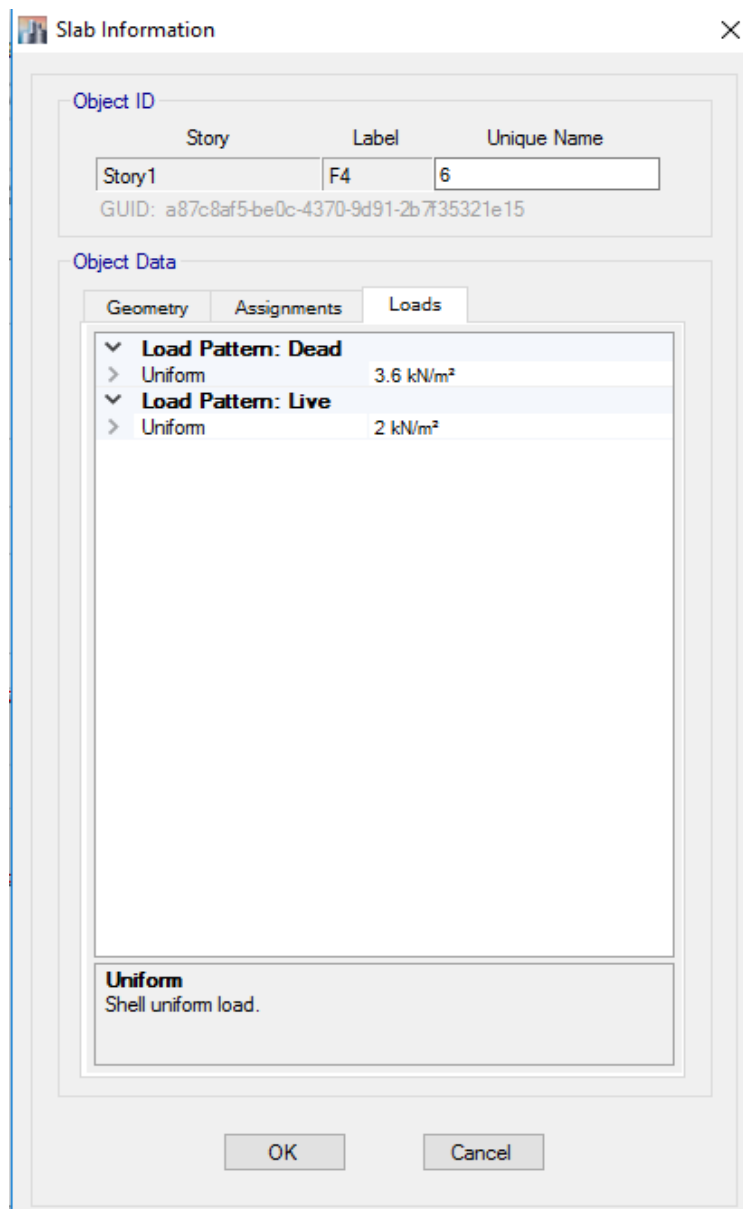


Ilustración N° 8-76: Asignación de Cargas en placa de concreto de 10 cm. Fuente: Autor

La carga muerta del peso propio de la estructura es calculada automáticamente por el software de diseño, por lo tanto no se toma en cuenta en el cómputo de cargas sobre impuestas a la placa de concreto.

Se procede a correr el modelo y verificación de las derivas dentro de los rangos estimados por el reglamento NSR10, donde se estima que deben ser mayor del 1% de la altura del piso:

- Verificación de derivas:

Se realiza verificación de desplazamientos horizontales y cálculo de derivas según

Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, Título A.6:

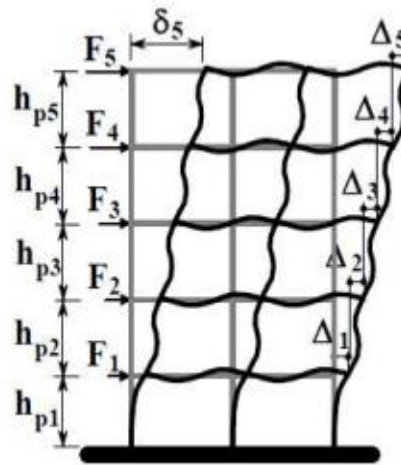


Ilustración N° 8-77: Procedimiento de verificación de derivas. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo resistentes NSR10

Tabla A.6.4-1
Derivas máximas como porcentaje de h_{pi}

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1.0% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.010 h_{pi} \right)$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	0.5% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.005 h_{pi} \right)$

Ilustración N° 8-78: Derivas máximas como porcentaje de la altura de piso. Fuente:

Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10. ¹⁷

Se realiza la verificación de las derivas en los puntos principales de la estructura (segundo nivel en puntos extremos de la estructura) con un valor por debajo de 0.01725 cm según el 0.5% máximo de la altura del piso de 3.45 m (Tabla A.6.4-1 de la NSR10):

¹⁷ (Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes , 1997)

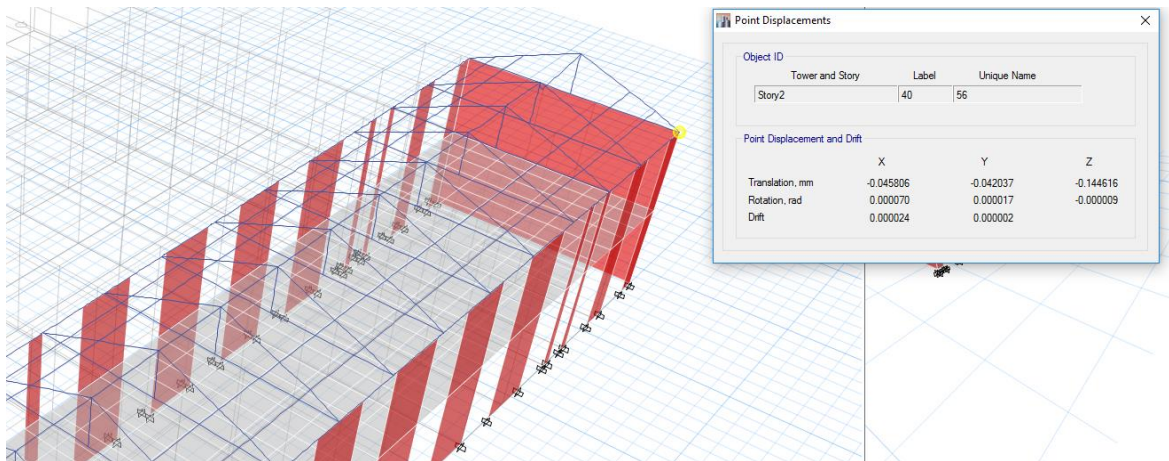


Ilustración N° 8-79: Resultados de derivas en el punto 40 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.

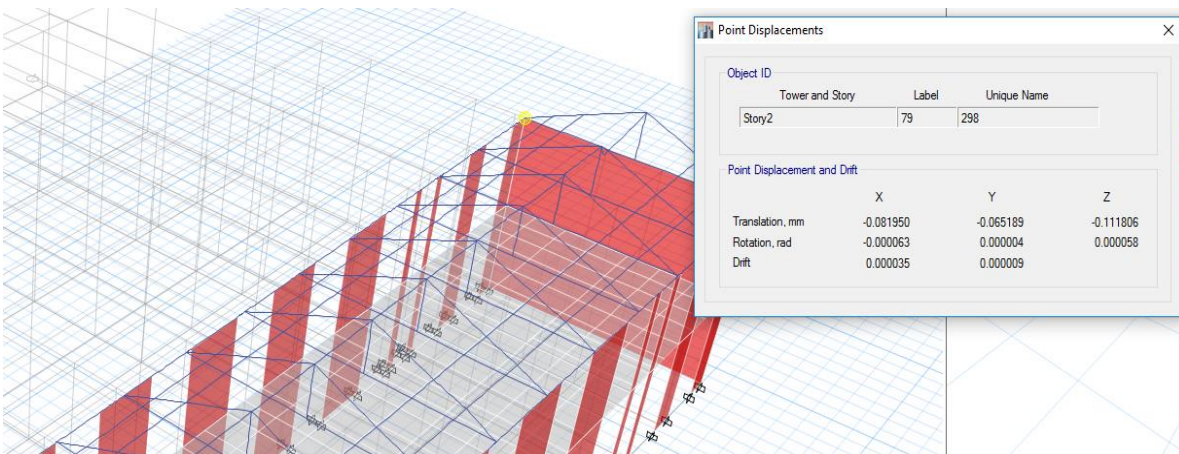


Ilustración N° 8-80: Resultados de derivas en el punto 79 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.

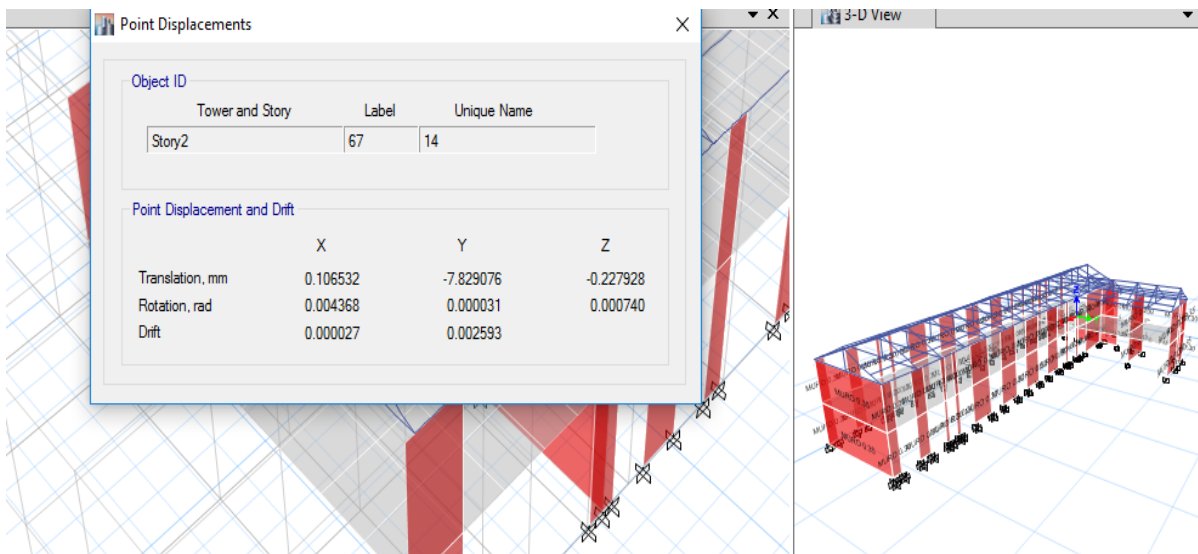


Ilustración N° 8-81: Resultados de derivas en el punto 67 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.

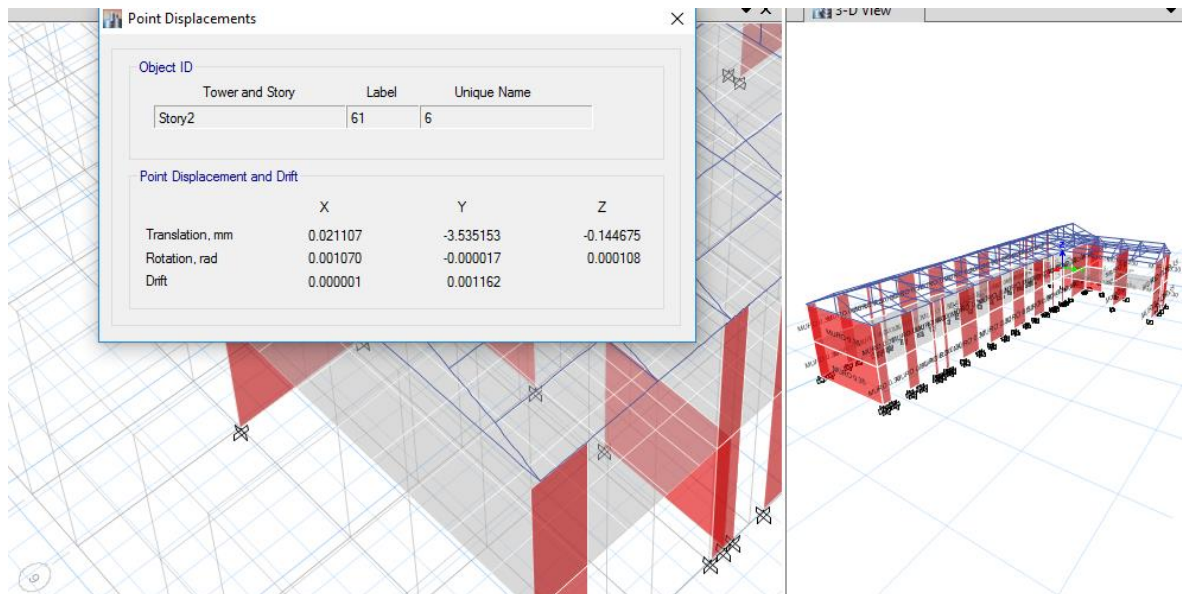


Ilustración N° 8-82: Resultados de derivas en el punto 61 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.

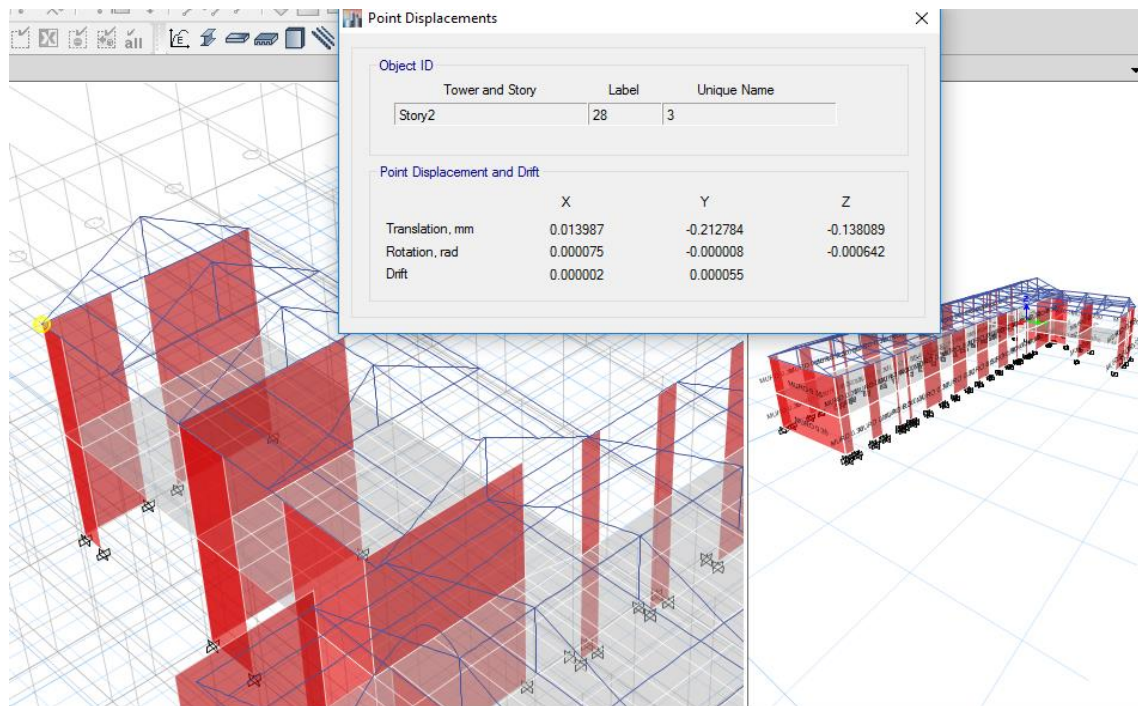


Ilustración N° 8-83: Resultados de derivas en el punto 28 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.

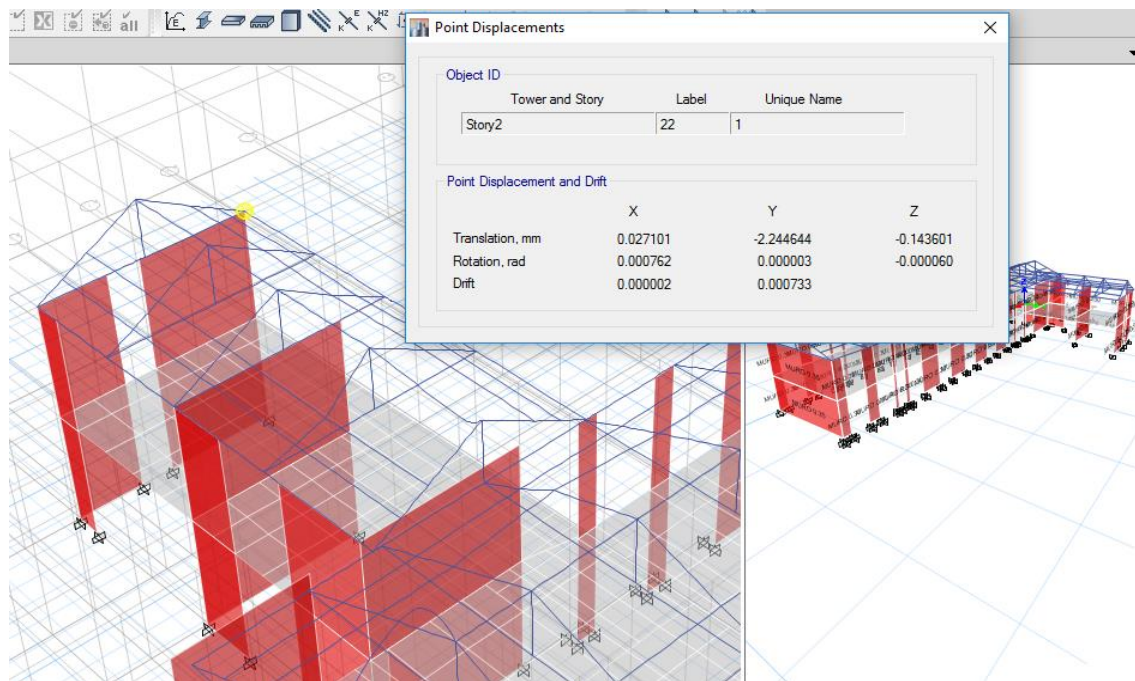


Ilustración N° 8-84: Resultados de derivas en el punto 22 del segundo nivel de la estructura. Fuente: Autor.

Se verificaron los resultados arrojados por el programa ETABS2015, en donde se encontraron que las derivas están por debajo del 0.5% máximo de la altura del piso de 3.45 m, por lo tanto analizando los puntos más críticos de la estructura se establece que la misma cumple en cuanto a desplazamientos horizontales y derivas así que no se debe rigidizar la estructura.

Tabla N° 8-7: Fragmento de la verificación de derivas espectro elástico. Fuente: Autor

TABLE: Joint Drifts									
Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y	Drift X	Drift Y
				mm	mm			%	%
Story2	22	1	Dead	0.027101	-2.244644	0.000002	0.000733	0.000%	0.073%
Story2	22	1	Live	0.004598	-0.17851	0.000001	0.00006	0.000%	0.006%
Story2	22	1	snow	0.022924	-2.1266	0.000001	0.000689	0.000%	0.069%
Story2	22	1	Lr	0.010476	-2.086787	4.68E-08	0.000676	0.000%	0.068%
Story2	22	1	wind	0	0	0	0	0.000%	0.000%
Story2	22	1	sismo x Max	0.030476	0.062898	0.000005	0.00002	0.001%	0.002%
Story2	22	1	sismo y Max	0.011295	0.209115	0.000002	0.000068	0.000%	0.007%
Story2	22	1	Comb1	0.037941	-3.142501	0.000003	0.001026	0.000%	0.103%
Story2	22	1	Comb2	0.051339	-4.042489	0.000004	0.00132	0.000%	0.132%
Story2	22	1	Comb3	0.073796	-6.274643	0.000005	0.002041	0.001%	0.204%
Story2	22	1	Comb4	0.048581	-3.935383	0.000004	0.001284	0.000%	0.128%
Story2	22	1	Comb5 Max	0.067595	-2.809185	0.000008	0.000919	0.001%	0.092%
Story2	22	1	Comb5 Min	0.006643	-2.93498	0.000001	0.00096	0.000%	0.096%
Story2	22	1	Comb5-1 Max	0.067595	-2.809185	0.000008	0.000919	0.001%	0.092%
Story2	22	1	Comb5-1 Min	0.006643	-2.93498	0.000001	0.00096	0.000%	0.096%
Story2	22	1	Comb6	0.045115	-4.022582	0.000004	0.001313	0.000%	0.131%
Story2	22	1	Comb7	0.05388	-6.210942	0.000003	0.002022	0.000%	0.202%
Story2	22	1	Comb8	0.042357	-3.915476	0.000003	0.001278	0.000%	0.128%
Story2	22	1	Comb9 Max	0.048414	-2.662968	0.000005	0.000872	0.001%	0.087%
Story2	22	1	Comb9 Min	0.025824	-3.081197	0.000002	0.001007	0.000%	0.101%
Story2	22	1	Comb9-1 Max	0.048414	-2.662968	0.000005	0.000872	0.001%	0.087%
Story2	22	1	Comb9-1 Min	0.025824	-3.081197	0.000002	0.001007	0.000%	0.101%
Story2	22	1	Comb10 Max	0.054867	-1.957281	0.000007	0.000639	0.001%	0.064%
Story2	22	1	Comb10 Min	-0.006085	-2.083077	0.000003	0.00068	0.000%	0.068%

Comb10-1									
Story2	22	1	Max	0.054867	-1.957281	0.000007	0.000639	0.001%	0.064%
Story2	22	1	Comb10-1 Min	-0.006085	-2.083077	0.000003	0.00068	0.000%	0.068%
Story2	22	1	Comb11 Max	0.035686	-1.811064	0.000004	0.000592	0.000%	0.059%
Story2	22	1	Comb11 Min	0.013096	-2.229294	1.93E-07	0.000727	0.000%	0.073%
Story1	40	208	Comb10-1 Min	0.008693	-0.035353	0.000003	0.000012	0.000%	0.001%
Story1	40	208	Comb11 Max	0.029928	-0.027648	0.00001	0.000009	0.001%	0.001%
Story1	40	208	Comb11 Min	0.018403	-0.038586	0.000006	0.000013	0.001%	0.001%
Comb11-1									
Story1	40	208	Max	0.029928	-0.027648	0.00001	0.000009	0.001%	0.001%
Story1	40	208	Comb11-1 Min	0.018403	-0.038586	0.000006	0.000013	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Dead	0.024167	-0.036797	0.000008	0.000012	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Live	0.000498	-0.003552	1.659E-07	0.000001	0.000%	0.000%
Story1	79	260	snow	0.029382	-0.0367	0.00001	0.000012	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Lr	0.021386	-0.031543	0.000007	0.000011	0.001%	0.001%
Story1	79	260	wind	0	0	0	0	0.000%	0.000%
Story1	79	260	sismo x Max	0.015561	0.002236	0.000005	0.000001	0.001%	0.000%
Story1	79	260	sismo y Max	0.004706	0.005469	0.000002	0.000002	0.000%	0.000%
Story1	79	260	Comb1	0.033834	-0.051515	0.000011	0.000017	0.001%	0.002%
Story1	79	260	Comb2	0.044488	-0.06819	0.000015	0.000023	0.002%	0.002%
Story1	79	260	Comb3	0.076509	-0.106428	0.000026	0.000035	0.003%	0.004%
Story1	79	260	Comb4	0.044189	-0.066058	0.000015	0.000022	0.002%	0.002%
Story1	79	260	Comb5 Max	0.045059	-0.045473	0.000015	0.000015	0.002%	0.002%
Story1	79	260	Comb5 Min	0.013937	-0.049944	0.000005	0.000017	0.001%	0.002%
Story1	79	260	Comb5-1 Max	0.045059	-0.045473	0.000015	0.000015	0.002%	0.002%
Story1	79	260	Comb5-1 Min	0.013937	-0.049944	0.000005	0.000017	0.001%	0.002%
Story1	79	260	Comb6	0.04049	-0.065611	0.000013	0.000022	0.001%	0.002%
Story1	79	260	Comb7	0.063716	-0.098177	0.000021	0.000033	0.002%	0.003%
Story1	79	260	Comb8	0.040191	-0.06348	0.000013	0.000021	0.001%	0.002%
Story1	79	260	Comb9 Max	0.034204	-0.042239	0.000011	0.000014	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Comb9 Min	0.024792	-0.053178	0.000008	0.000018	0.001%	0.002%

Story1	79	260	Comb9-1 Max	0.034204	-0.042239	0.000011	0.000014	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Comb9-1 Min	0.024792	-0.053178	0.000008	0.000018	0.001%	0.002%
Story1	79	260	Comb10 Max	0.037311	-0.030881	0.000012	0.00001	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Comb10 Min	0.006189	-0.035353	0.000002	0.000012	0.000%	0.001%
			Comb10-1						
Story1	79	260	Max	0.037311	-0.030881	0.000012	0.00001	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Comb10-1 Min	0.006189	-0.035353	0.000002	0.000012	0.000%	0.001%
Story1	79	260	Comb11 Max	0.026456	-0.027648	0.000009	0.000009	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Comb11 Min	0.017044	-0.038586	0.000006	0.000013	0.001%	0.001%
			Comb11-1						
Story1	79	260	Max	0.026456	-0.027648	0.000009	0.000009	0.001%	0.001%
Story1	79	260	Comb11-1 Min	0.017044	-0.038586	0.000006	0.000013	0.001%	0.001%

8.1.5.5 *Análisis de resultados del estudio de vulnerabilidad de la estructura existente*

Dentro del análisis de vulnerabilidad sísmica realizado a la estructura existente se puede determinar que esta se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad ante un sismo, ya que no cumple con el reglamento de construcciones sismo resistentes actual NSR10, ni bajo sus antecesores, no se encuentran registros de los planos estructurales, ni tampoco del año de diseño y construcción de la estructura.

La estructura se encuentra dentro del grupo de Uso IV: Estructuras indispensables, por lo tanto dentro del análisis no se encontraron mas que muros de carga sin acero de refuerzo y los no estructurales no se encuentra dentro del grado de desempeño mínimo requerido como se especifica según la NSR-10 A.9.2.1 Tabla A.9.2-1, esto es importante ya que durante el movimiento sísmico, los elementos no estructurales se ven sometidos a

aceleraciones cuya magnitud depende de su ubicación en el edificio y como consecuencia a fuerzas de inercia que son el producto de su masa por tal aceleración, por lo cual estos deben ser reforzados de una manera adecuada para sufrir el mínimo daño posible ante un sismo.

La placa de concreto no se encontró con mayores daños y está actuando como diafragma rígido a la estructura.

Dentro de la verificación de la estructura con el modelo matemático en ETABS2015, este se realizó con el objetivo de determinar si los desplazamientos horizontales y derivas se encuentran dentro de los rangos permitidos por la NSR10, dando como resultado valores satisfactorios que demuestran que la estructura no presenta desplazamientos severos.

9 Diagnóstico del estudio de patología

Según el levantamiento de lesiones realizado (sin incluir ensayos de materiales) se determina lo siguiente:

La cubierta en concreto presenta problemas de pendiente proporcionando un ambiente propenso a empozamientos e infiltraciones que generan las lesiones visibles en cada una de las ilustraciones, dichas lesiones son de tipo químico, biológico y mecánico. La cubierta compuesta por una estructura en madera y tejas en asbesto cemento presenta un alto grado de deterioro que puede llegar a comprometer la salud de los pacientes del pabellón de pediatría, ya que como es bien sabido la aspiración de polvo fino de asbesto puede provocar asbestosis y cáncer del pulmón, el polvo fino puede transportarse a través de las fisuras que se encuentran en la cubierta que conecta al cielo raso del pabellón. En cuanto a la estructura del pabellón Calixto Torres Umaña según lo observado pudo determinarse que esta no cuenta con una viga que amarre la estructura en la parte superior, tampoco se encontraron columnas, excepto las ocho encontradas en los ejes H8, H9, J8, J9, K8, K9, M8, M9 y que deben ser estudiadas al detalle; el sistema estructural es de tipo: muros de carga de mampostería no reforzada y sin vigas de amarre de ninguna clase. La cimentación está compuesta por un cimiento ciclópeo continuo bajo los muros de carga perimetrales, no se encontró viga de amarre de cimentación ni estructuras de concreto como zapatas o losas. Como diagnóstico se concluye que la edificación presenta un alto grado de vulnerabilidad

sísmica y no cumple con ningún requisito sismo resistente exigido por la NSR10 para este tipo de edificaciones GRUPO DE USO IV

A pesar de no contar con los requerimientos mínimos de la NSR10 para este tipo de estructuras, se encuentra en funcionamiento y cumple con los requerimientos de las cargas a la cual se encuentra sometida en la actualidad, no obstante debe realizarse un reforzamiento adecuado y ampliación de algunas zonas para el cumplimiento de la normativas sanitarias que rigen el pabellón de Pediatría Calixto Torres Umaña.

10 Propuesta de intervención según estudio de patología

Se realizará ampliación de algunas zonas del pabellón de urgencias pediátricas para cumplimiento de los requisitos exigidos por la secretaria de salud para habilitación hospitalaria en algunas de las zonas como lo son: sala ERA (Enfermedades Respiratorias Agudas), sala de hidratación, reanimación pediátrica y sala de yesos, junto con la ampliación en el número de consultorios y baños disponibles. Las consideraciones que se tuvieron en cuenta para la modificación de la distribución de espacios fueron:

- Separación de la sala ERA y de la sala de hidratación
- Sala de reanimación Pediátrica de fácil acceso
- Sala ERA con su correspondiente consultorio
- Baño para hombres con orinal e inodoro Anti-vandálico Tipo Push, más lavamanos
- Baño para mujeres y personas con discapacidad, más lavamanos
- Baño para el personal medico
- Aumento en el número de duchas para pacientes
- Zona de lavado de patos, aseo y excretas
- Zonas de trabajo sucio y trabajo limpio
- Deposito transitorio de residuos cerca de las zonas de trabajo sucio, y de fácil acceso y evacuación de los residuos
- Zona para ropa sucia, separado de la zona de ropa limpia

- Zona de ropa limpia
- Zona de medicamentos, separada de las zonas de trabajo sucio y ropa sucia
- Zona de cuidados básicos
- Zona de cuidados menores
- Dieciocho cubículos de observación
- Vestier de enfermería
- Zona de trabajo de residentes
- Ampliación en la zona de sala de espera
- Modificación de la zona de Mezzanine: Sala de descanso, salón de juntas, tres habitaciones, tres baños.
- Recuperación de la fachada patrimonial del Pabellón Guillermo Gómez

Para el reforzamiento del pabellón de Pediatría Calixto Torres Umaña, se propone:

1. Separar la estructura actualmente monolítica en dos zonas: zona A y zona B.
2. La zona A se demolerá en su totalidad, y se re construirá con un sistema aporticado.
Se realizaran los acabados correspondientes
3. La zona B se mantendrán los muros de carga perimetrales y se realizara reforzamiento en los mismos utilizando barras de refuerzo de acero estructural y se confinarán los muros por medio de columnas y vigas de concreto de acuerdo al Literal E.4.3 Columnas de Confinamiento y Literal E.4.4 Vigas de confinamiento del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10.

También se realizará la construcción de vigas de coronación para de esta manera amarrar los muros existentes.

- Literal E.4.3 Columnas de confinamiento:

Se realizara con concreto de 24 Mpa y acero de refuerzo con un límite de fluencia no menor a 240 Mpa

- ✓ Columnas perimetrales estarán sujetas al espesor del muro y a una sección transversal mínima de 200 cm^2 . (45 x 30 cm)
- ✓ Columnas internas de 45 x 30 cm
- ✓ Refuerzo longitudinal barras N°8 (1")
- ✓ Refuerzo transversal: estribos con diámetro N°3 (3/8")

- Literal E.4.4 Vigas de confinamiento:

Ancho de las vigas igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200 cm^2 .

- ✓ Las secciones de las vigas se darán según el modelo matemático realizado y la consideración del cumplimiento de no presentarse columna débil y viga fuerte.
- ✓ Refuerzo longitudinal de barras N°4 (1/2") y N°5 (5/8")
- ✓ Refuerzo transversal: estribos de barra N°3 (3/8")

- Demolición de muros internos

- Acabados

4. Crear juntas de dilatación entre ambas estructuras

5. Construcción de zapatas y vigas de amarre sujetas a la cimentación existente, al igual que zarpas de refuerzo para dicha cimentación.
6. Cambio de estructura de cubierta por cerchas metálicas y tejas tipo Teja Termplas 11.80x0.94x2mm de Manoplas
7. Inyección de fisuras y grietas con Sikadur®Crack Well



Ilustración N° 10-1: Fachada patrimonial a recuperar Pabellón Guillermo Gómez (Lado derecho de la foto). Fuente: Autor.

10.1 Planos arquitectónicos de la propuesta de intervención

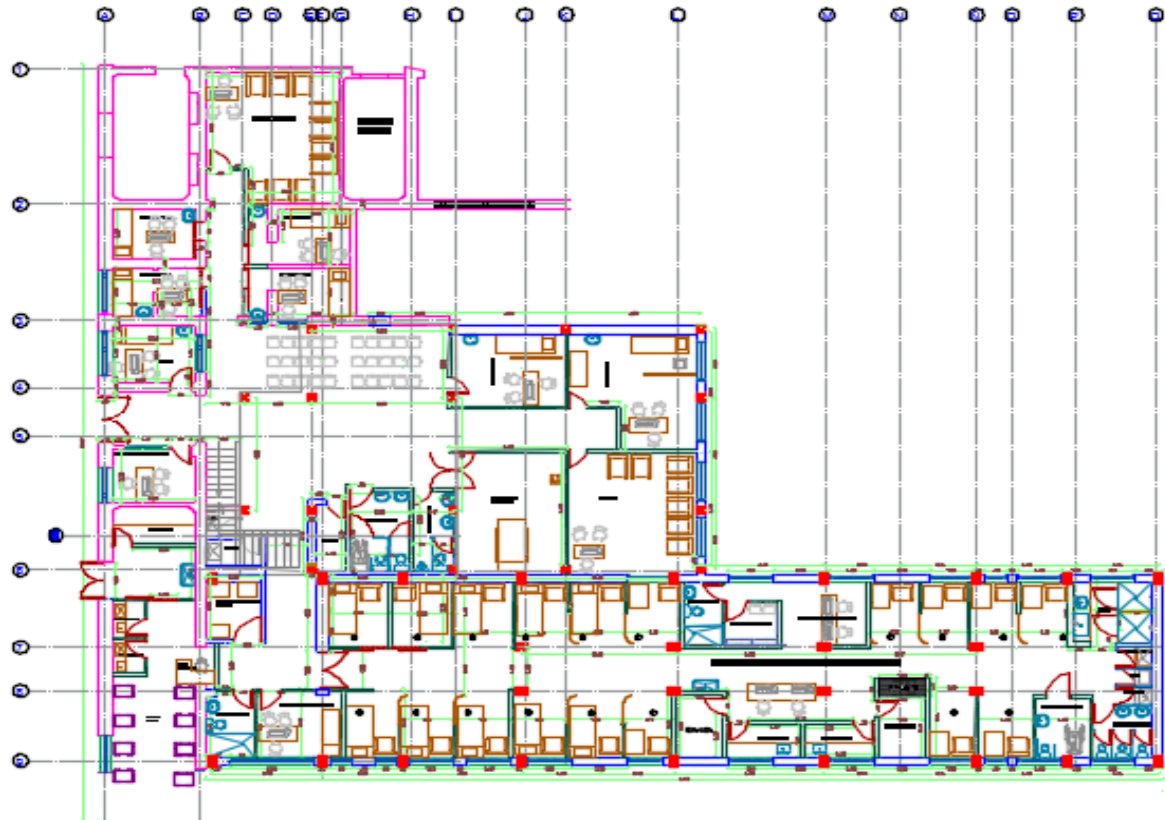


Ilustración N° 10-2: Propuesta arquitectónica del pabellón de pediatría. Fuente: Autor

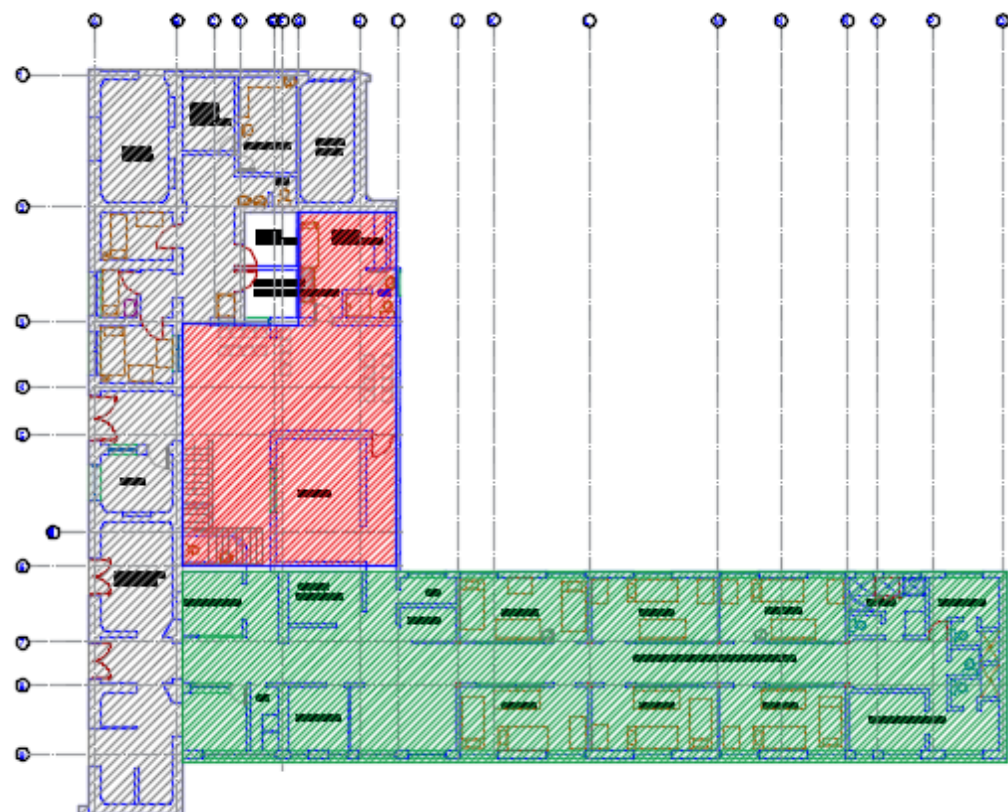


Ilustración N° 10-4: Zona A y Zona B de la estructura (Color rojo y verde correspondientemente). Fuente: Autor

10.1.1 Propuesta intervención zona A

La zona A se demolerá en su totalidad, y se re construirá con un sistema aporticado. Se tiene un total de 19 columnas en concreto, estas se colocaran sin afectar la estructura patrimonial colindante.

10.1.1.1 Diseño estructural de intervención de la Zona A

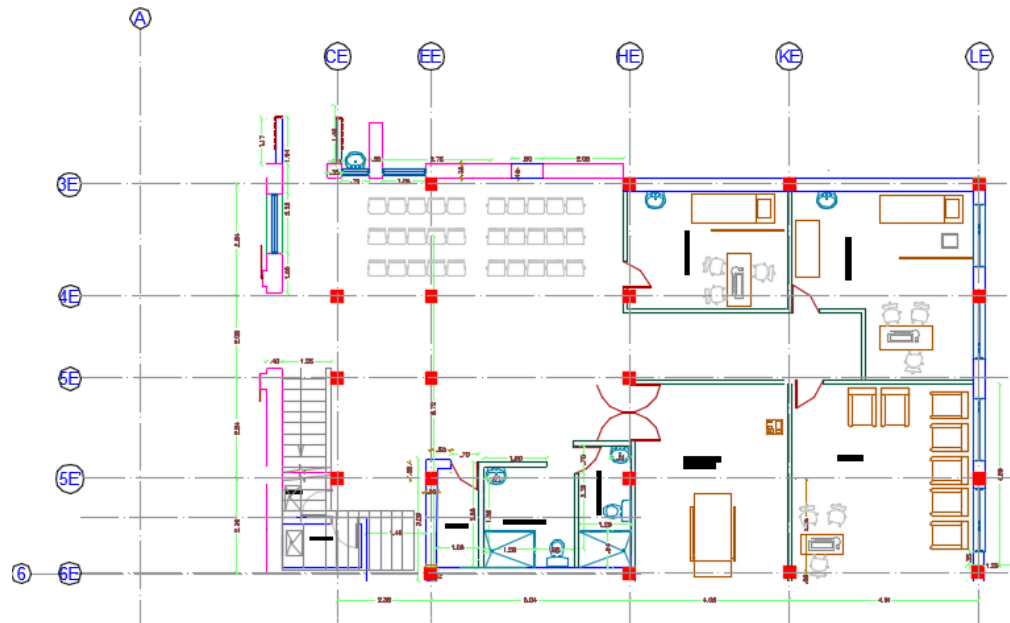


Ilustración N° 10-5: Planta Estructural y arquitectónica de la Zona A, planta primer piso. Fuente: Autor.

10.1.1.2 Planos plantas estructurales zona A

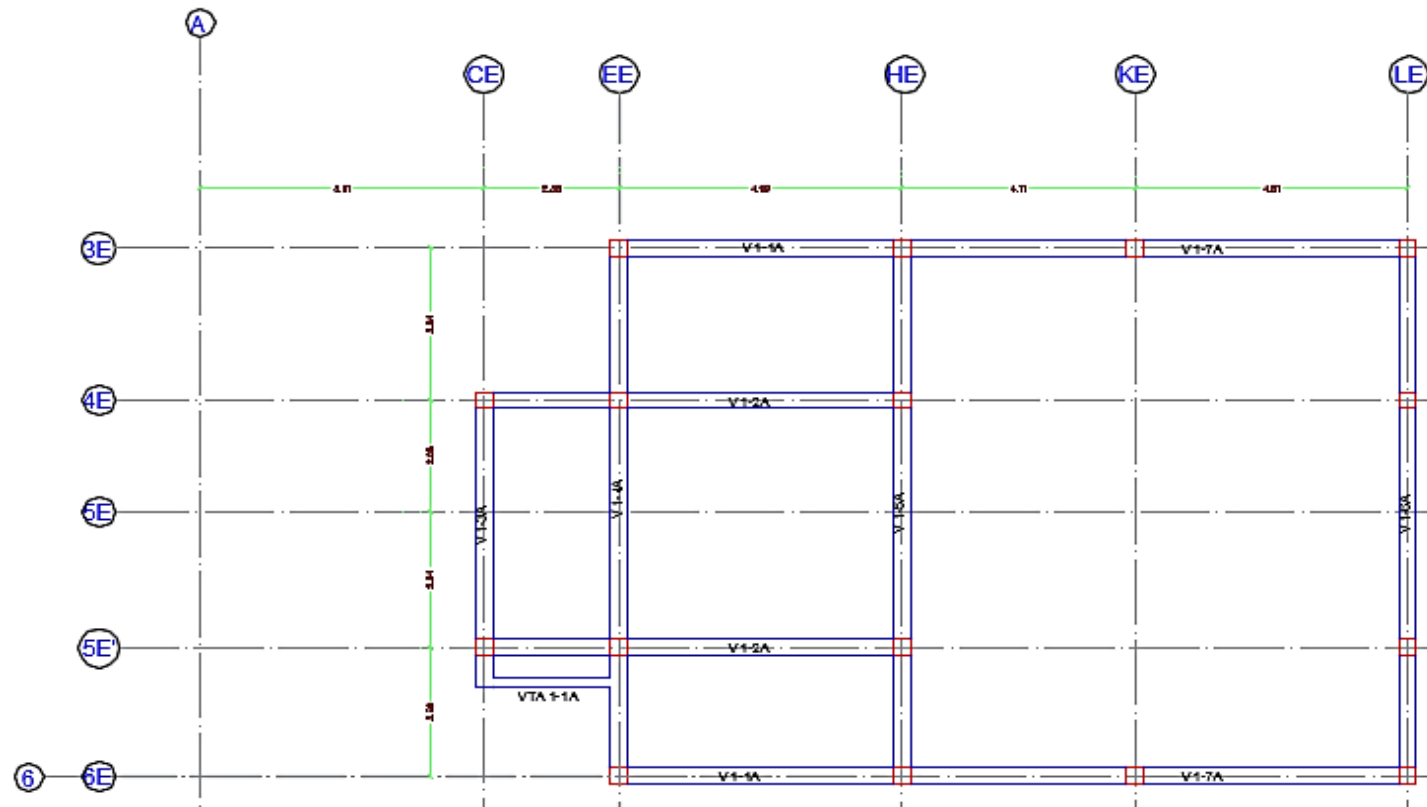


Ilustración N° 10-6: Plano estructural zona A, nivel 3.45 m. Fuente: Autor

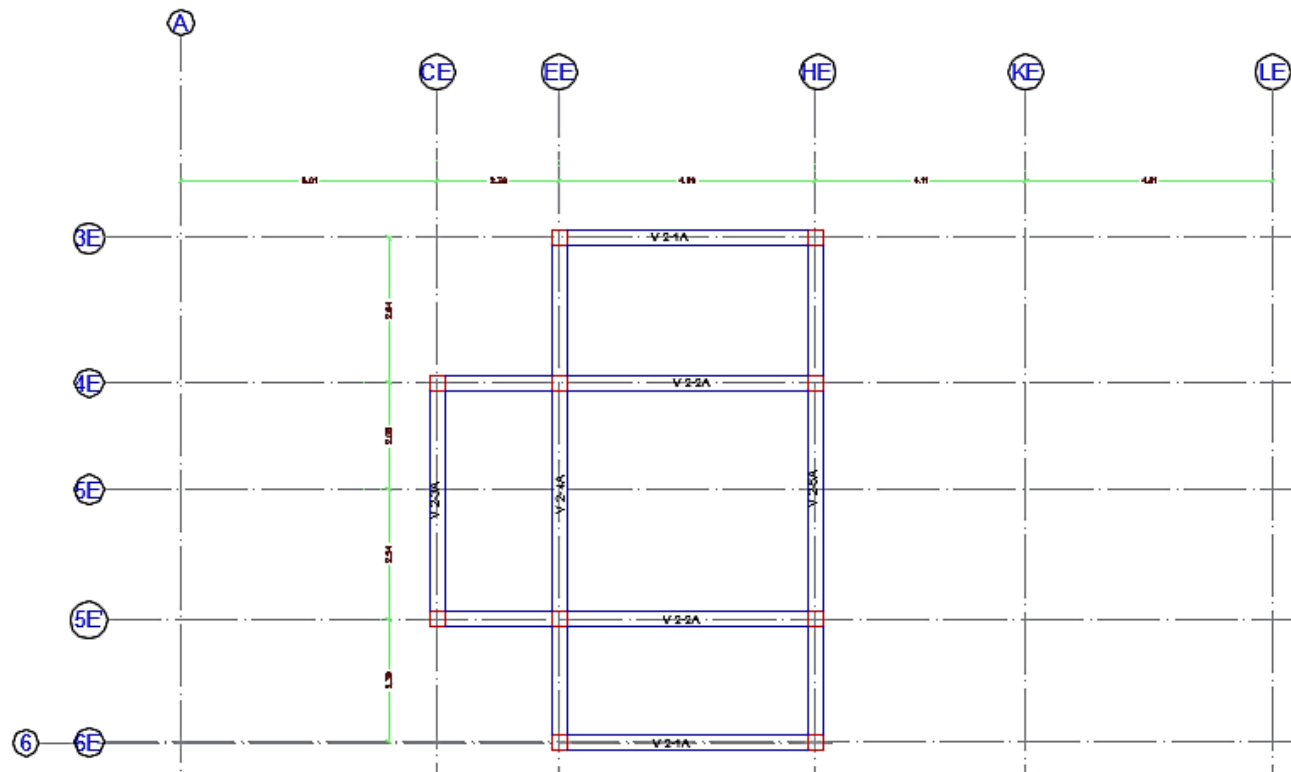


Ilustración N° 10-7: Plano estructural zona A, nivel 6.90 m. Fuente: Autor

En el mezzanine se reconstruirá con una estructura de entrepiso en sistema de metaldeck

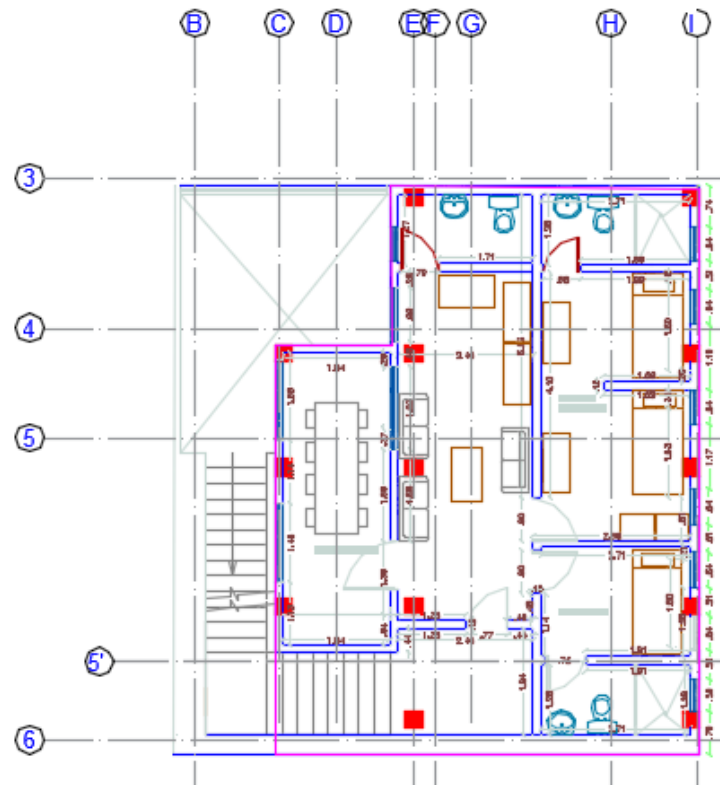


Ilustración N° 10-8: Planta Estructural y arquitectónica, con entrepiso en metaldeck de la Zona A, Mezzanine. Fuente:

Autor

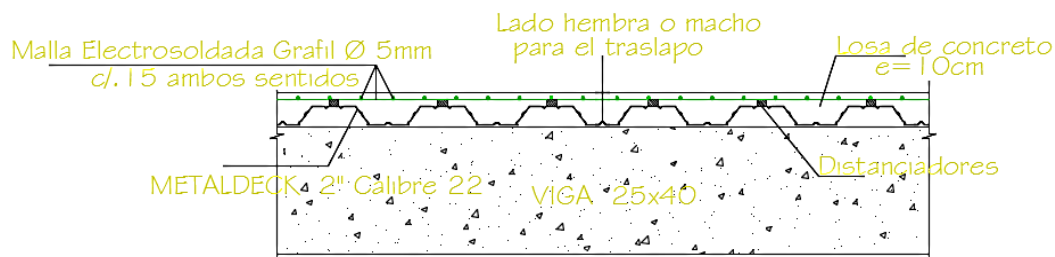


Ilustración N° 10-9: Corte típico de la placa de entepiso Zona A, Mezzanine. Fuente:

Autor

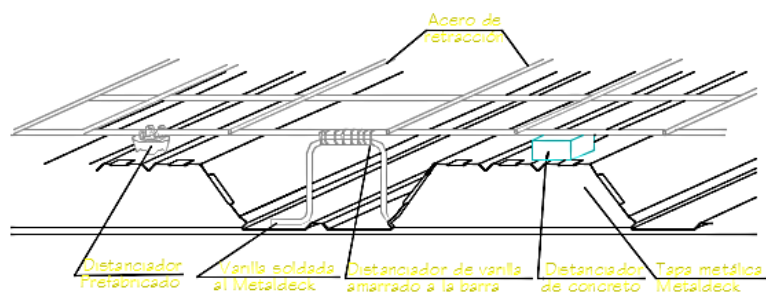


Ilustración N° 10-10: Instalación de la malla electro soldada para el sistema Metaldeck

Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor

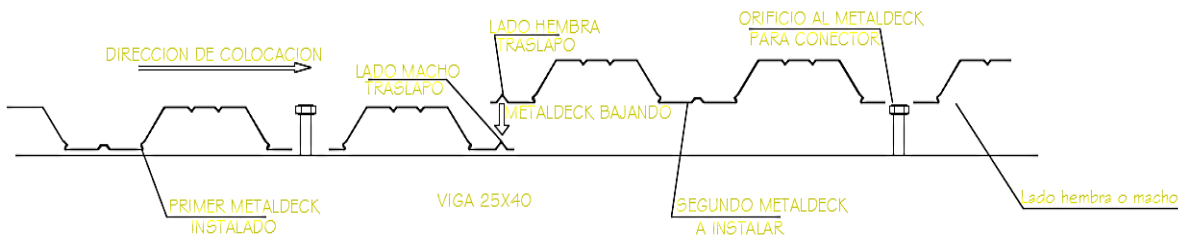


Ilustración N° 10-11: Esquema de colocación de conectores para el sistema Metaldeck,

altura mínima del conector de 900 mm Zona A, Mezzanine. Fuente: Autor

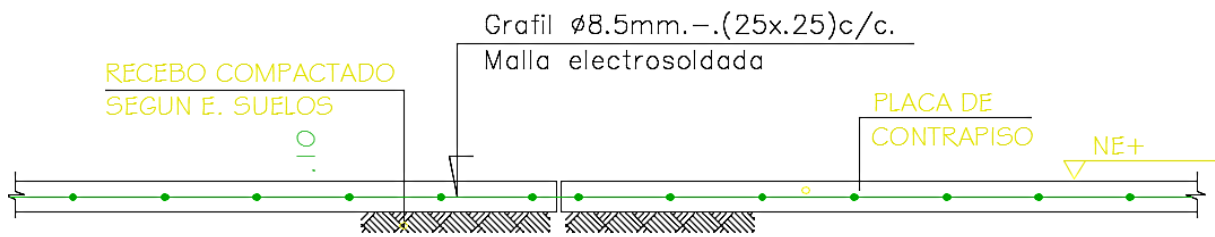


Ilustración N° 10-12: Corte típico de placa de contra piso Zona A, Mezzanine. Fuente:

Autor.

10.1.1.3 Cimentación propuesta Zona A

Construcción de zapatas y vigas de amarre sujetas a la cimentación existente, al igual que zarpas de refuerzo para dicha cimentación. Se utilizarán zapatas cuadradas individuales de 2.00 x 2.00 m y zapatas de lindero de 2.00 x 1.00 m, con concreto de 21 MPa y acero con un esfuerzo de fluencia de 420 MPa

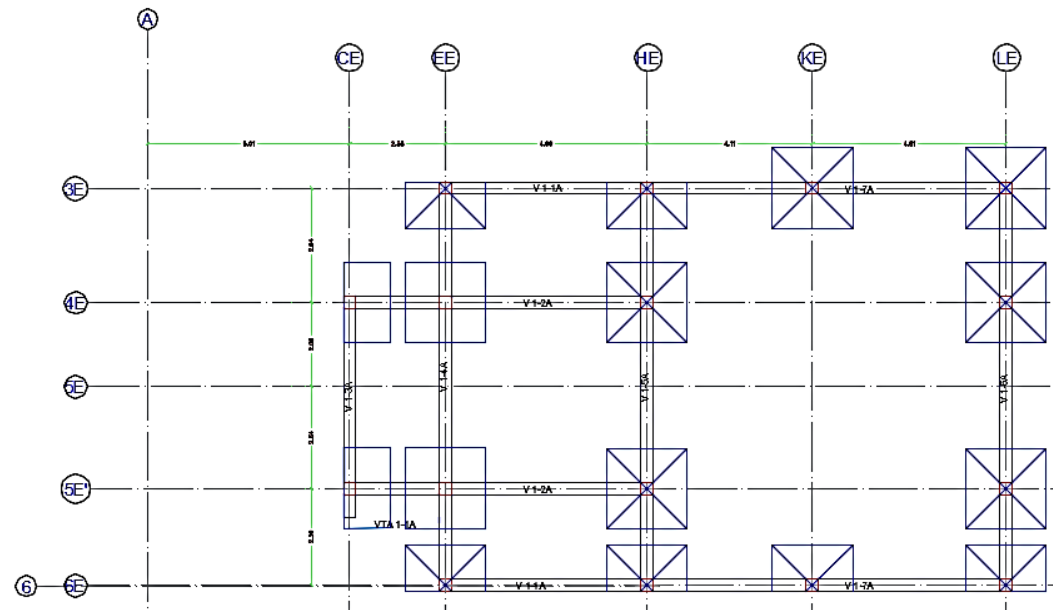


Ilustración N° 10-13: Planta de cimentación zapatas. Fuente: Auto

10.1.1.4 Propuesta de cubierta para la Zona A

Cambio de estructura de cubierta por cerchas metálicas y tejas tipo Teja Termplas 11.80x0.94x2mm de Manoplas

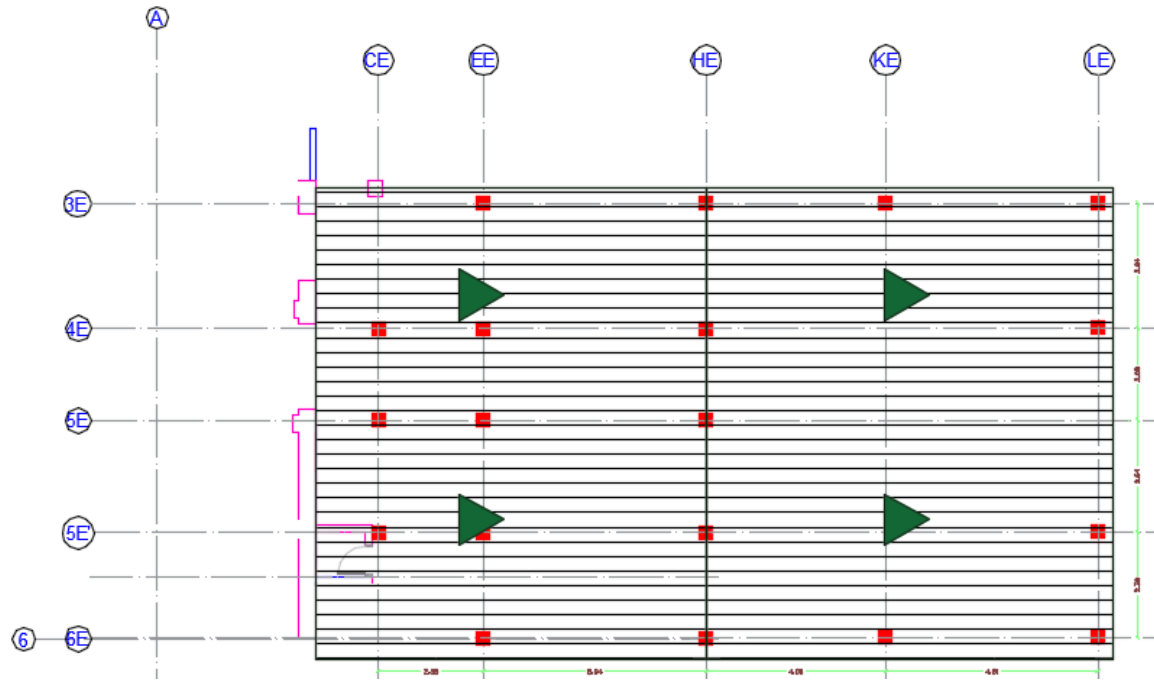


Ilustración N° 10-14: Propuesta de Cubierta a un agua para la Zona A. Fuente: Autor

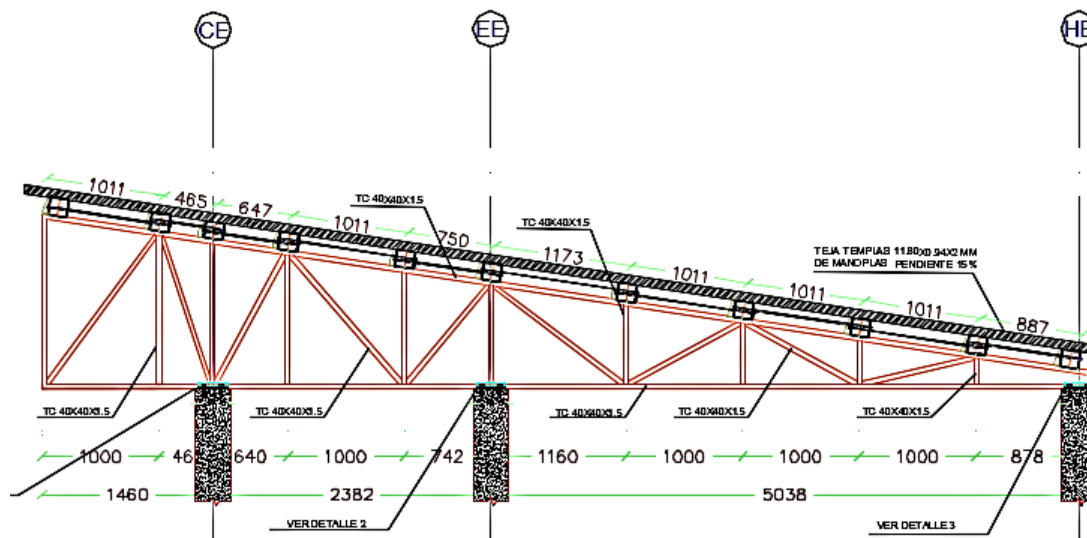


Ilustración N° 10-16: Cercha Tipo 1, Zona A. Fuente: Autor

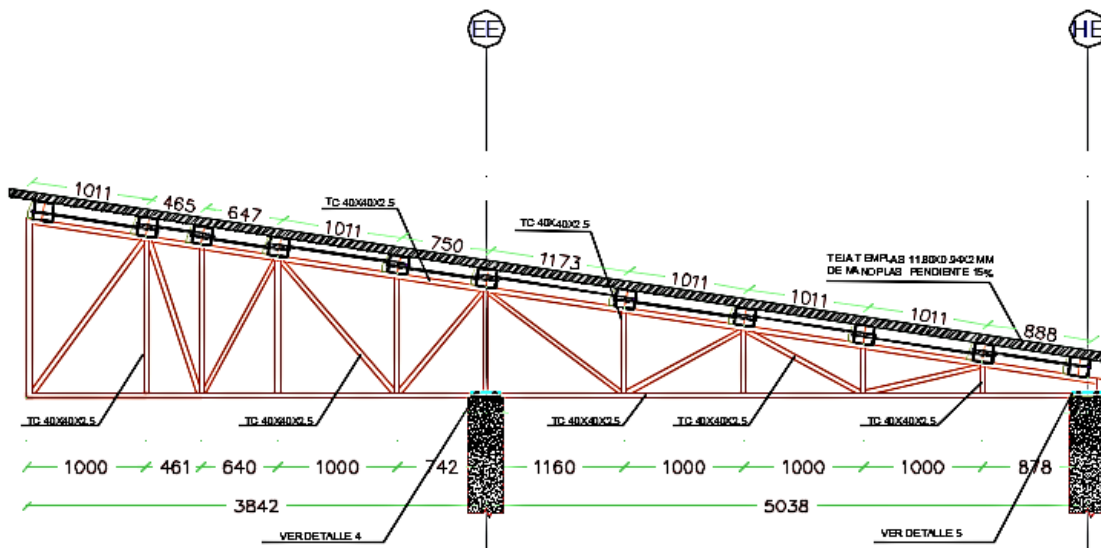


Ilustración N° 10-17: Cercha Tipo 2, Zona A. Fuente: Autor

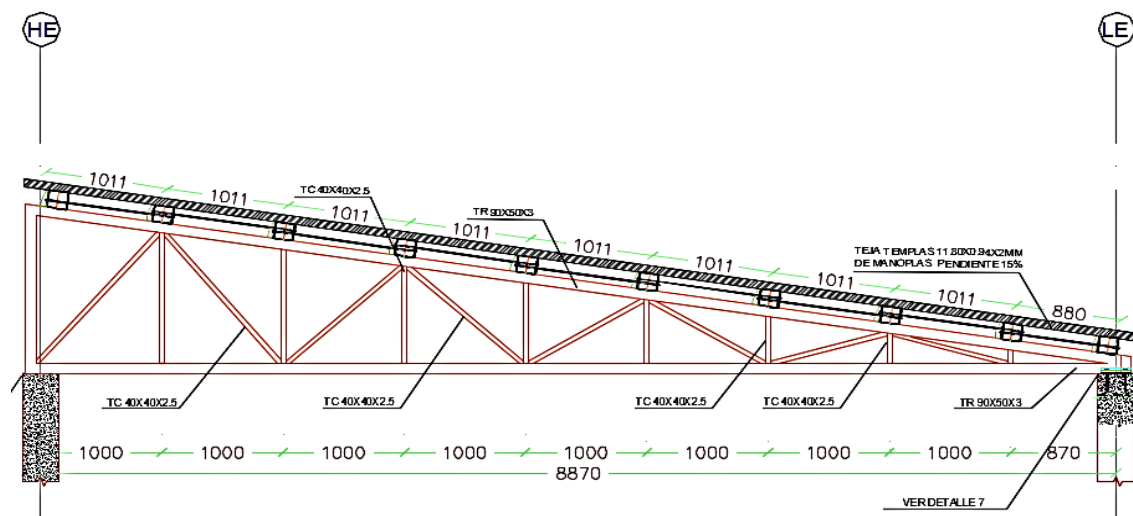


Ilustración N° 10-18: Cercha Tipo 3, Zona A. Fuente: Autor

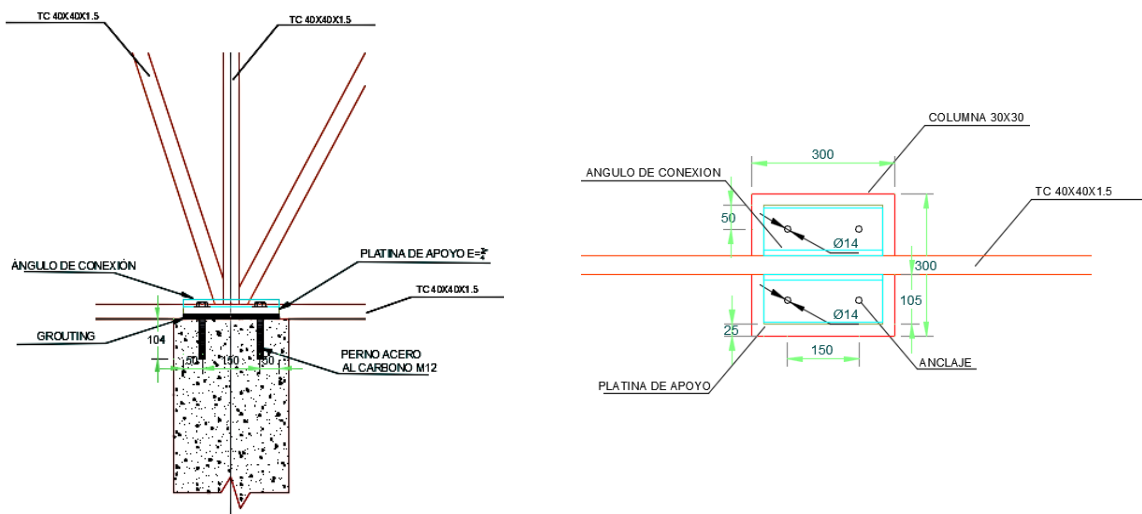


Ilustración N° 10-19: Detalle de la conexión entre la cercha y la columna, Zona A.

Fuente: Autor

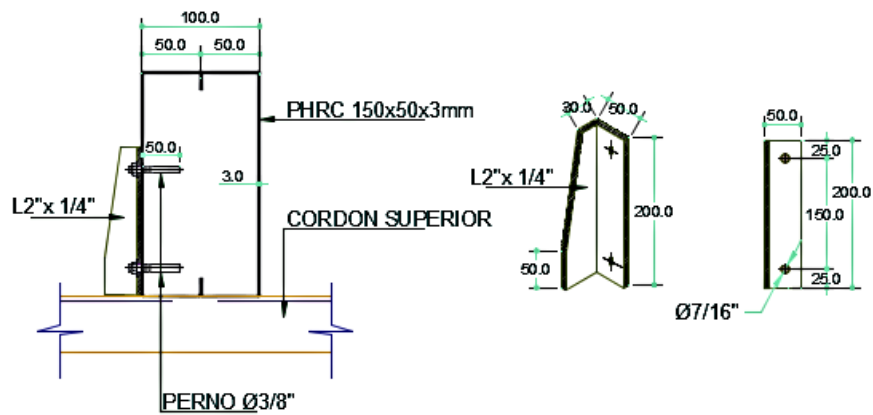
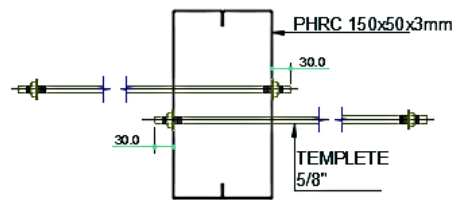


Ilustración N° 10-20: Detalle de correas para cubierta, Zona A. Fuente: Autor



DETALLE CONEXION TEMPLETE

Ilustración N° 10-21: Detalle template para cubierta, Zona A. Fuente: Autor.

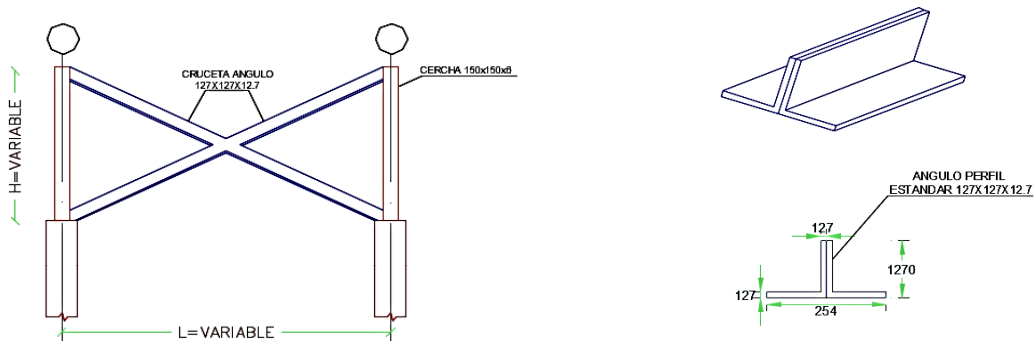


Ilustración N° 10-22: Corte típico de crucetas y detalle típico de cruceta. Fuente: Autor

10.1.1.5 Modelo matemático de la zona A en ETABS 2015

El diseño del modelo matemático se realiza con los datos obtenidos del numeral 8.1.5.1 al 8.1.5.4, y de acuerdo a los planos arquitectónicos de remodelación y ampliación

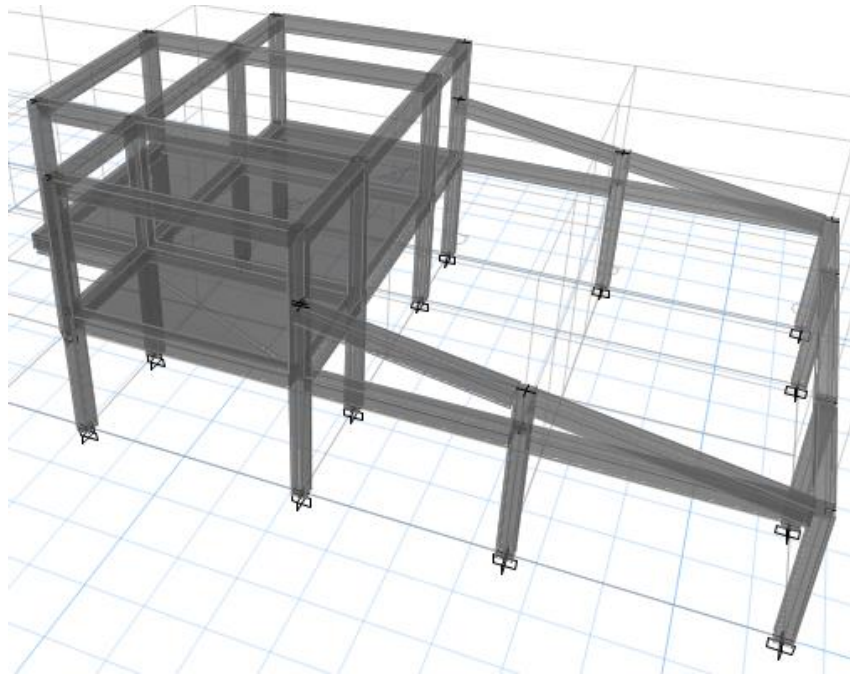
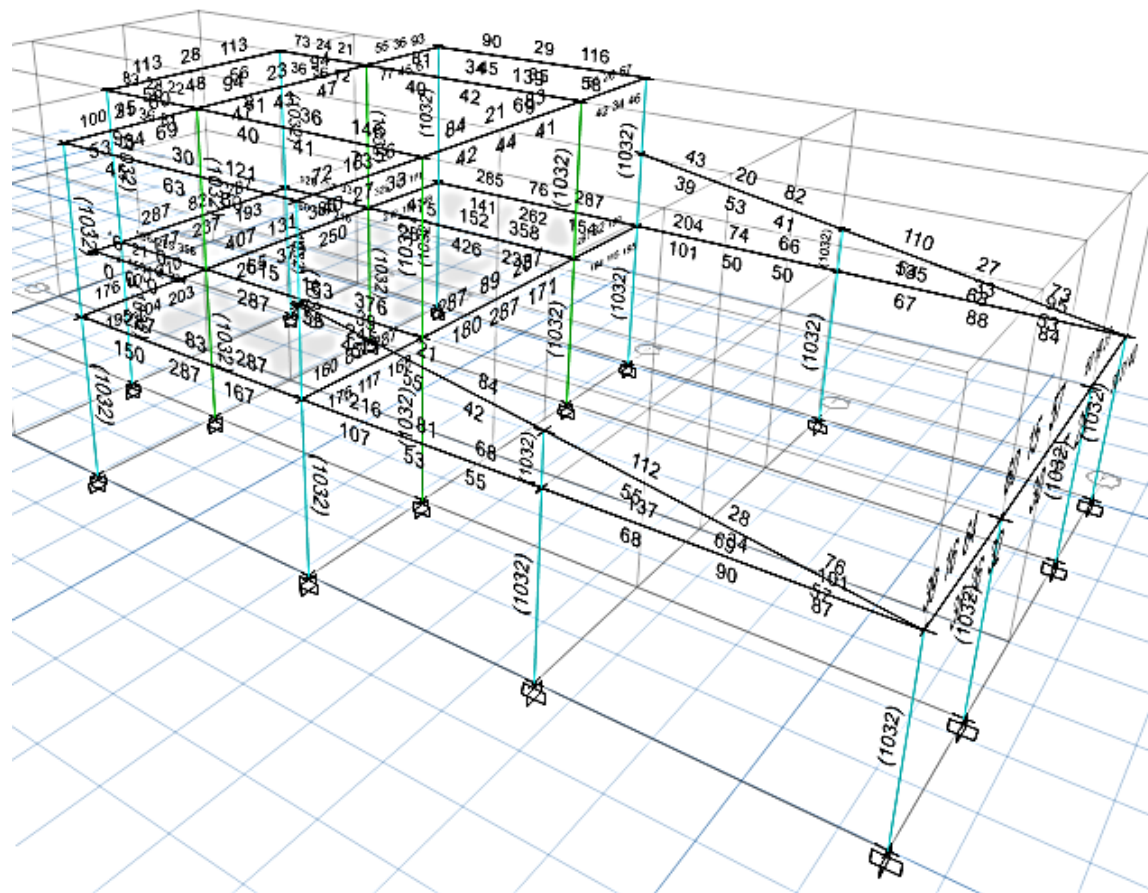


Ilustración N° 10-23: Isométrico de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.



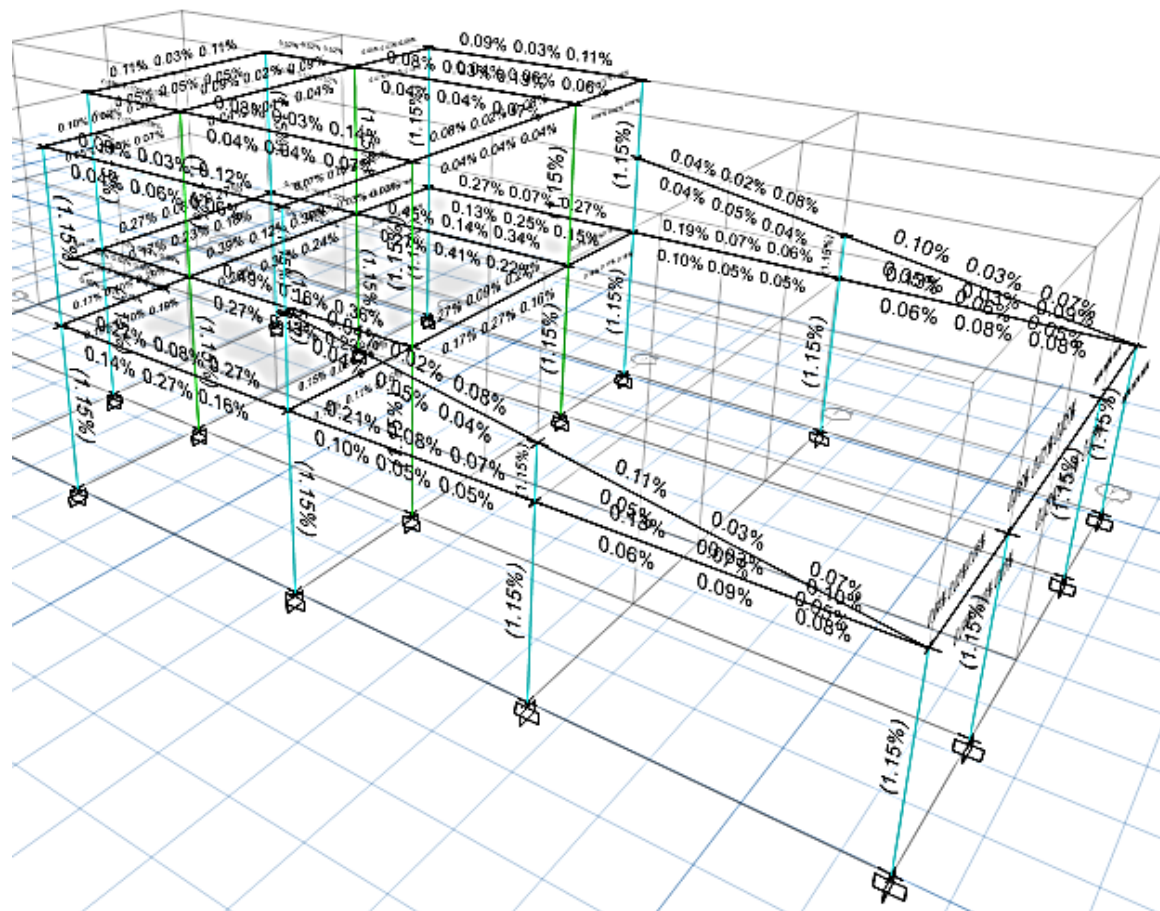


Ilustración N° 10-25: Cuantía del acero de refuerzo longitudinal de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.

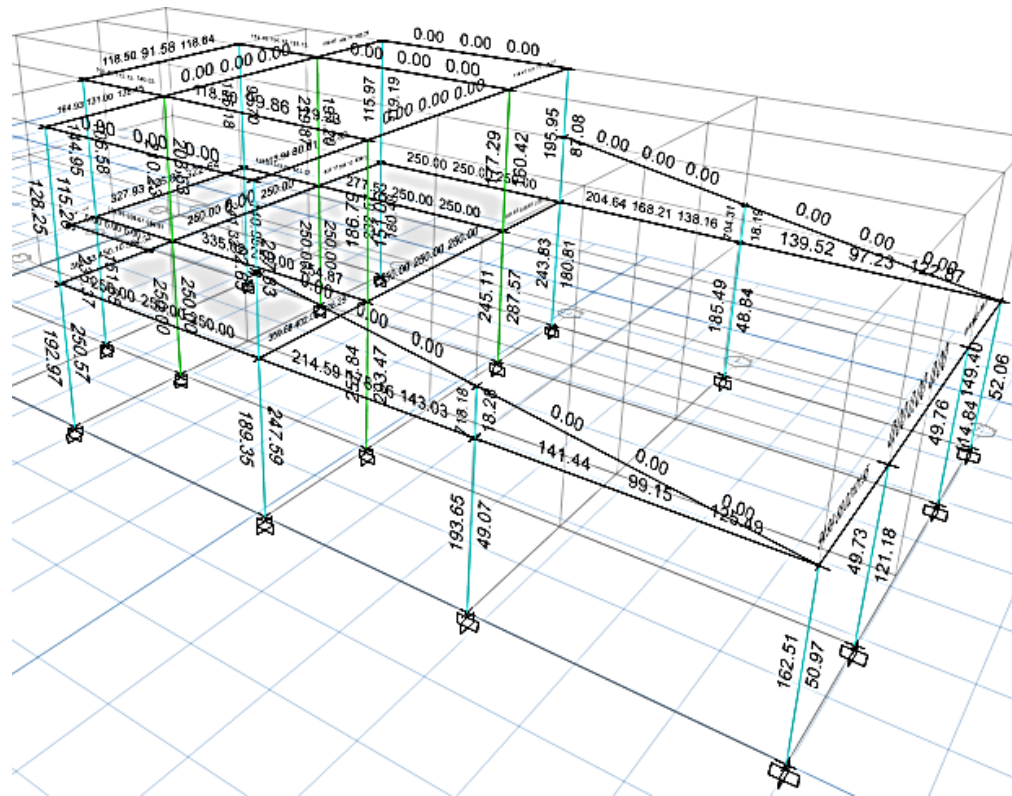


Ilustración N° 10-26: Refuerzo de acero por corte de la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor.

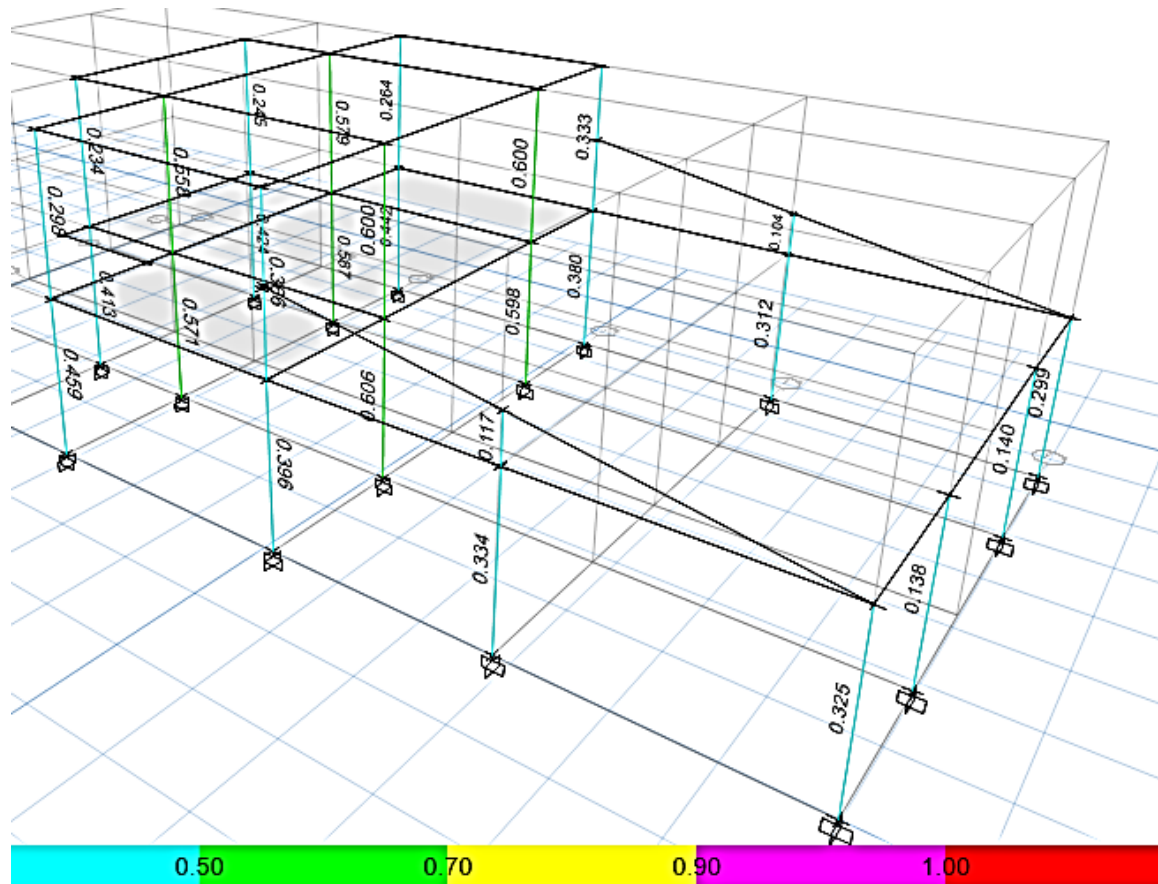


Ilustración N° 10-27: Relación demanda / capacidad a flexo compresión en columnas de la zona A, ETABS 2015. Fuente:

Autor

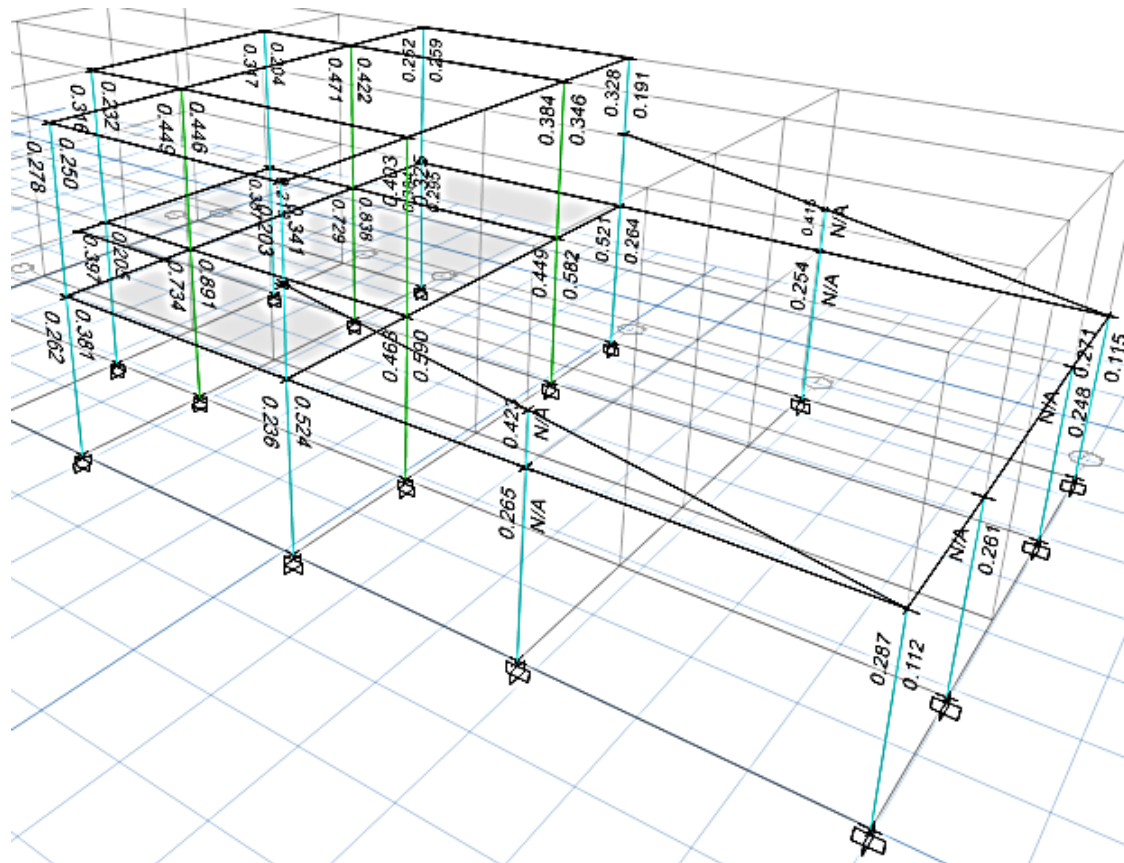


Ilustración N° 10-28: Relación de la capacidad dada por la sumatoria de $(6/5)$. Momentos resistentes en vigas/ Momentos resistentes en columnas, para la zona A, ETABS 2015. Fuente: Autor

10.1.1.6 Modelo de Umbral de daño Zona A en ETABS 2015

Se realiza el modelo de umbral de daño por ser una estructura de uso IV, en donde se brindan servicios de urgencias pediátricas, hospitalización y demás de carácter prioritario, de acuerdo al capítulo A.12: Requisitos especiales para edificaciones indispensables de los grupos de uso II y IV de la NSR10, para que esta estructura pueda operar durante y después de la ocurrencia de un temblor.

Se hace dicho diseño en ETABS con los datos tomados del numeral 8.5.1.3, Tabla N° 10-1: Espectro de umbral de daño, que será el espectro de diseño en el modelo.

Según Numeral A.12.2.1 de la NSR10 los movimientos sísmicos del umbral de daño, se definen para una probabilidad del ochenta por ciento de ser excedido en un lapso de cincuenta años, en función de la aceleración pico efectiva al nivel del umbral de daño.¹⁸

De acuerdo a lo anterior se realiza la verificación de derivas en el modelo.

¹⁸ (Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sísmo resistentes, 1997)

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.12.5.3.1	0.40% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.0040 h_{pi} \right)$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.12.5.3.2	0.20% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.0020 h_{pi} \right)$

Ilustración N° 10-29: Tabla A.12.5-1- Derivas máximas para umbral de daño como porcentaje de la altura de piso. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

No es necesario realizar verificación de esfuerzos en los elementos estructurales y no estructurales generados por el sismo del umbral de daño, según Numeral A.12.6:

Verificación de esfuerzos

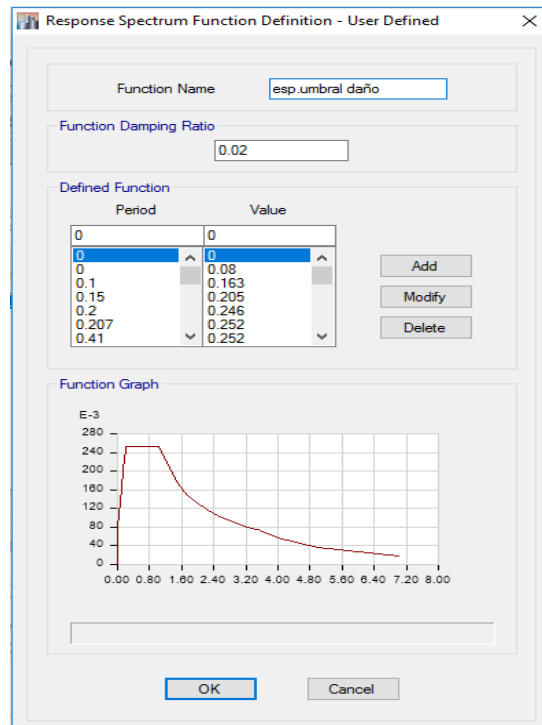


Ilustración N°10-30: Espectro de umbral de daño, zona A. Fuente: Autor.

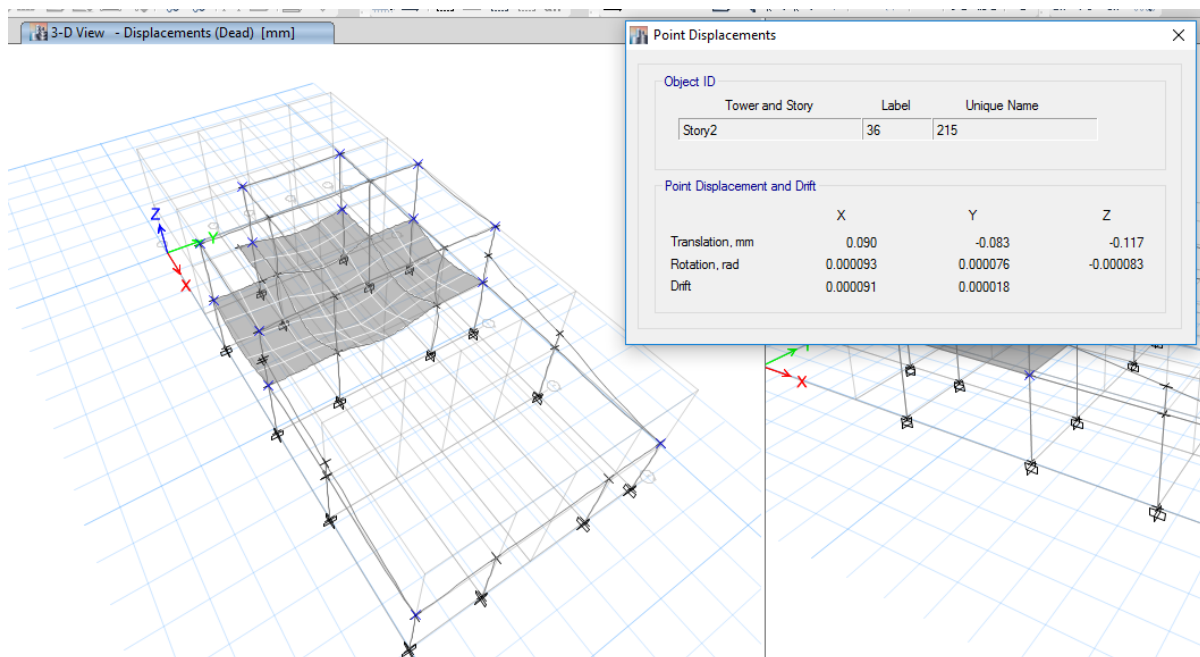


Ilustración N° 10-31: Modelo de umbral de daño de la zona A, verificación de derivas.

Fuente: Autor.

Tabla N° 10-2: Fragmento de la verificación de derivas espectro Umbral de daño, Zona

A. Fuente: Autor

TABLE: Joint

Drifts

Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y	Drift X	Drift Y
				mm	mm			%	%
Story2	22	2	Dead	-0.248	-0.115	0.00003	0.000025	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Live	-0.02	-0.02	4.082E-07	0.000004	0.00%	0.00%
Story2	22	2	snow	0.009	-0.001	0.000002	2.982E-07	0.00%	0.00%

Story2	22	2	Lr	0.006	-0.001	0.000002	0.000000206	0.00%	0.00%
Story2	22	2	wind	0	0	0	0	0.00%	0.00%
Story2	22	2	sismo x Max	23.18	9.339	0.003466	0.001395	0.35%	0.14%
Story2	22	2	sismo y Max	7.054	31.038	0.001073	0.004627	0.11%	0.46%
Story2	22	2	wind s	-0.01	0.001	0.000003	1.365E-07	0.00%	0.00%
Story2	22	2	wind p	0.007	-0.001	0.000002	2.377E-07	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb1	-0.347	-0.161	0.000042	0.000035	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb2	-0.326	-0.171	0.000035	0.000037	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb3	-0.304	-0.16	0.000032	0.000035	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb4	-0.284	-0.14	0.000032	0.00003	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb4-1	-0.277	-0.141	0.00003	0.000031	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb5	-0.314	-0.159	0.000035	0.000035	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb5-1	-0.303	-0.161	0.000032	0.000035	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb6	-0.223	-0.104	0.000027	0.000023	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb6-1	-0.212	-0.105	0.000024	0.000023	0.00%	0.00%
Story2	22	2	Comb7 Max	22.862	9.181	0.00343	0.00136	0.34%	0.14%
			Comb10-1R						
Story2	22	2	Max	1.344	6.793	0.000212	0.001006	0.02%	0.10%
			Comb10-1R						
Story2	22	2	Min	-1.791	-7	0.000265	0.001051	0.03%	0.11%
			Comb10 R						
Story2	22	2	Max	1.344	6.793	0.000212	0.001006	0.02%	0.10%
			Comb10 R						
Story2	22	2	Min	-1.791	-7	0.000265	0.001051	0.03%	0.11%
Story2	22	2	Comb11	-0.318	-0.158	0.000036	0.000034	0.00%	0.00%
Story2	36	215	Dead	0.09	-0.083	0.000091	0.000018	0.01%	0.00%

Story2	36	215	Live	0.07	-0.017	0.000031	0.000004	0.00%	0.00%
Story2	36	215	snow	-0.00008399	-0.002	0.000001	4.088E-07	0.00%	0.00%
Story1	79	27	Comb8R Min	-1.159	-0.634	0.000386	0.000211	0.04%	0.02%
Story1	79	27	Comb9 Max	13.173	0.892	0.004391	0.000297	0.44%	0.03%
Story1	79	27	Comb9 Min	-13.463	-0.874	0.004488	0.000291	0.45%	0.03%
			Comb10						
Story1	79	27	Max	4.093	2.921	0.001364	0.000974	0.14%	0.10%
Story1	79	27	Comb10 Min	-4.383	-2.903	0.001461	0.000968	0.15%	0.10%
			Comb10-1						
Story1	79	27	Max	4.093	2.921	0.001364	0.000974	0.14%	0.10%
			Comb10-1						
Story1	79	27	Min	-4.383	-2.903	0.001461	0.000968	0.15%	0.10%
			Comb10-1R						
Story1	79	27	Max	0.797	0.656	0.000266	0.000219	0.03%	0.02%
			Comb10-1R						
Story1	79	27	Min	-1.087	-0.638	0.000362	0.000213	0.04%	0.02%
			Comb10 R						
Story1	79	27	Max	0.797	0.656	0.000266	0.000219	0.03%	0.02%
			Comb10 R						
Story1	79	27	Min	-1.087	-0.638	0.000362	0.000213	0.04%	0.02%
Story1	79	27	Comb11	-0.217	0.013	0.000072	0.000004	0.01%	0.00%

Se verificaron los resultados arrojados por el programa ETABS2015, en donde se encontraron que las derivas están por debajo del 0.40% máximo para estructuras de concreto de la altura del piso de 3.45 m, por lo tanto analizando los puntos más críticos de

la estructura se establece que la misma cumple en cuanto a desplazamientos horizontales y derivas así que no se debe rigidizar la estructura.

10.1.1.7 Modelo de Cubierta Zona A en SAP2000

Se realiza el modelo matemático de los tres tipos de cerchas para la estructura de cubierta de la zona A.

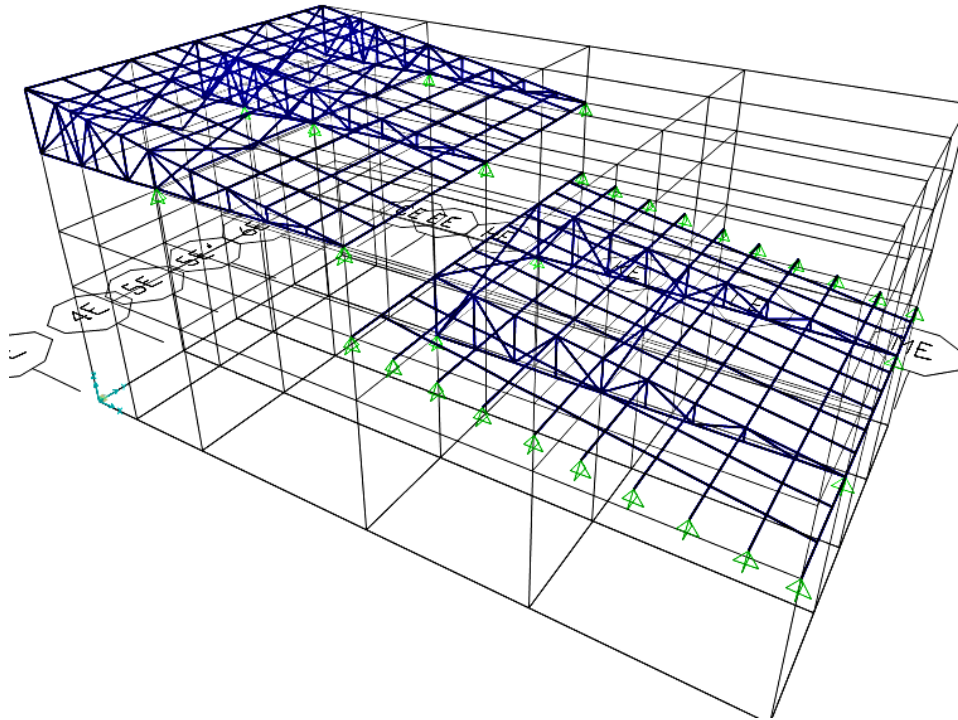


Ilustración N° 10-32: Isométrico de cubierta de la zona A. Fuente: Autor.

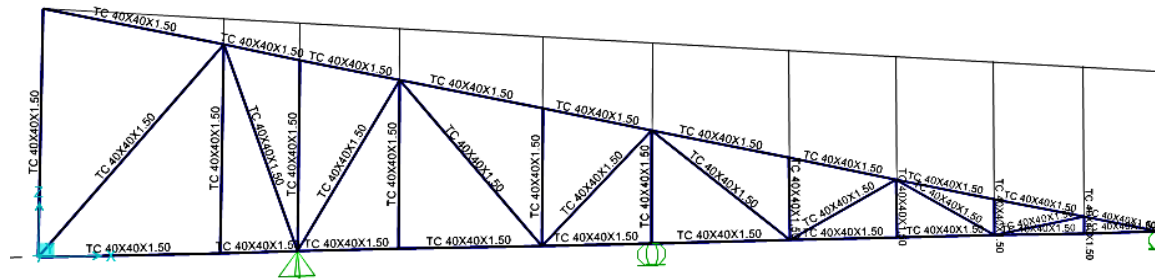


Ilustración N° 10-33: Modelo en SAP2000 de cercha tipo 1 para cubierta de la zona A. Fuente: Autor.

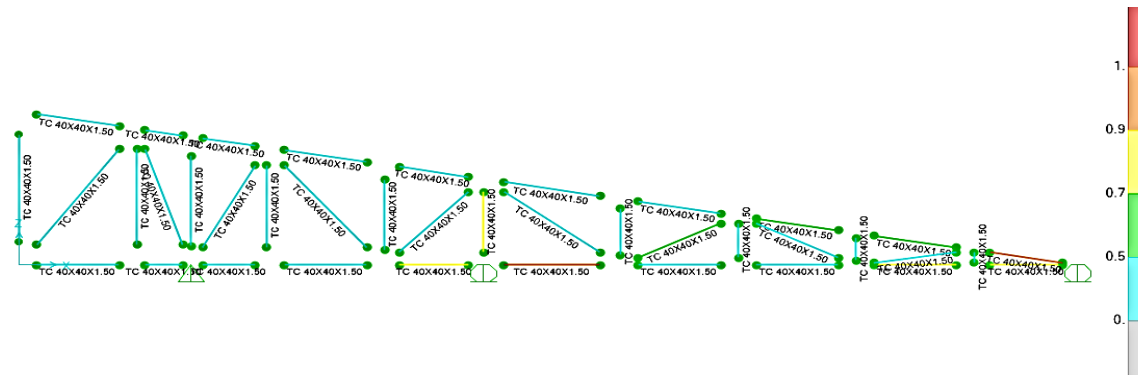


Ilustración N° 10-34: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axil y flexión, con indicación de colores, cercha tipo 1 de la zona A. Fuente: Autor.

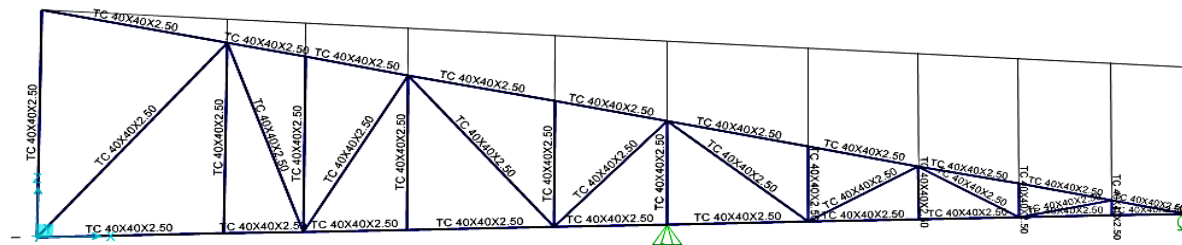


Ilustración N° 10-35: Modelo en SAP2000 de cercha tipo 2 para cubierta de la zona A. Fuente: Autor.

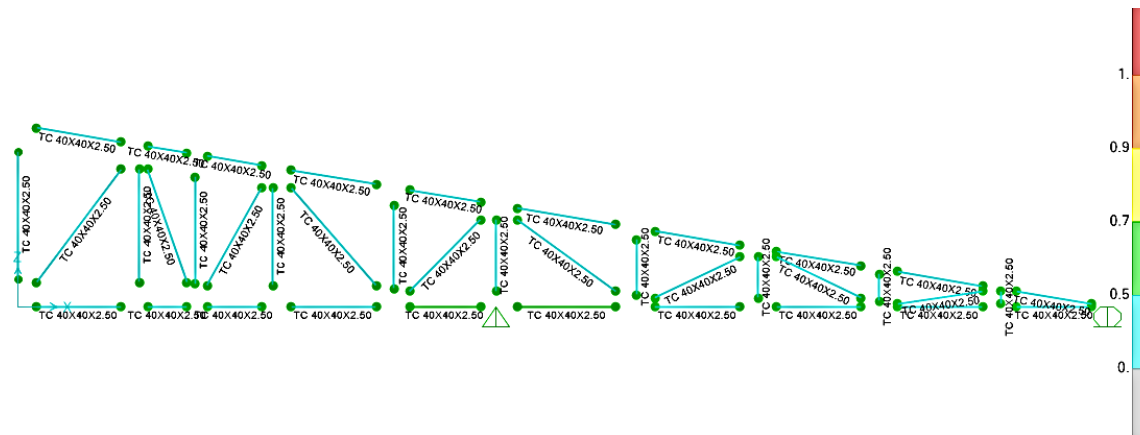


Ilustración N° 10-36: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axil y flexión, con indicación de colores, cercha tipo 2 de la zona A. Fuente: Autor.

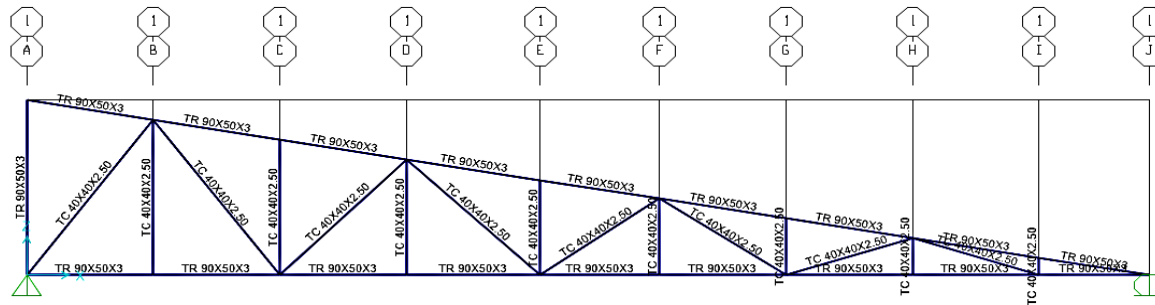


Ilustración N° 10-37: Modelo en SAP2000 de cercha tipo 3 para cubierta de la zona A. Fuente: Autor.

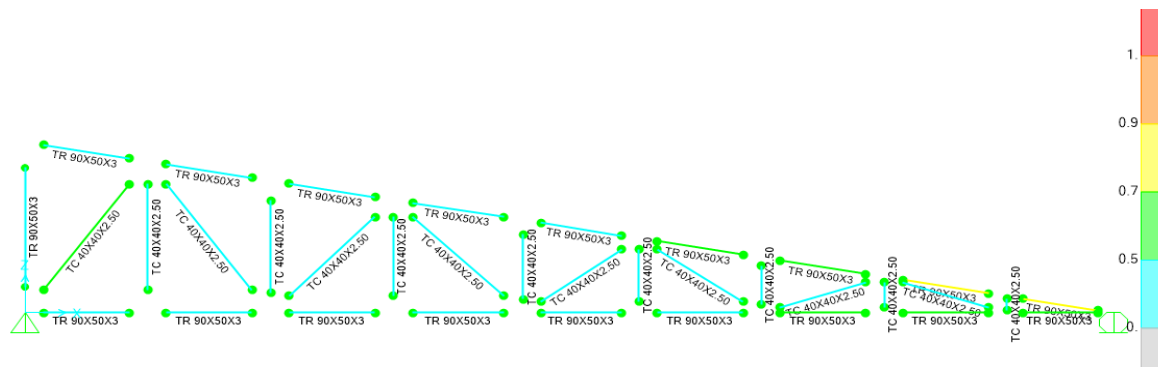


Ilustración N° 10-38: Valores de relación demanda / capacidad a fuerza axial y flexión, con indicación de colores, cercha tipo 3 de la zona A. Fuente: Autor

10.1.2 Propuesta intervención zona B

La zona B se mantendrán los muros de carga perimetrales y se realizara reforzamiento en los mismos utilizando barras de refuerzo de acero estructural y se confinarán los muros por medio de columnas y vigas de concreto de acuerdo al Literal E.4.3 Columnas de Confinamiento y Literal E.4.4 Vigas de confinamiento del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10. También se realizará la construcción de vigas de coronación para de esta manera amarrar los muros existentes.

- Literal E.4.3 Columnas de confinamiento:

Se realizara con concreto de 24 Mpa y acero de refuerzo con un límite de fluencia no menor a 240 Mpa

- ✓ Columnas perimetrales estarán sujetas al espesor del muro y a una sección transversal mínima de 200 cm². (45 x 30 cm)
- ✓ Columnas internas de 45 x 30 cm solo primer nivel
- ✓ Refuerzo longitudinal barras N°8 (1")
- ✓ Refuerzo transversal: estribos con diámetro N°3 (3/8")
- Literal E.4.4 Vigas de confinamiento:
Ancho de las vigas igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 200 cm².

- ✓ Las secciones de las vigas se darán según el modelo matemático realizado y la consideración del cumplimiento de no presentarse columna débil y viga fuerte.
- ✓ Refuerzo longitudinal de barras N°4 (1/2”) y N°5 (5/8”)
- ✓ Refuerzo transversal: estribos de barra N°3 (3/8”)

10.1.2.1 Diseño estructural de intervención de la Zona B

Se realizara construcción de vigas y columnas en concreto de 21 MPa y acero de refuerzo con $F_y = 420$ MPa. Se separara de las dos estructuras colindantes (estructura patrimonial, estructura de la zona A) y se realizara reforzamiento con varilla de acero en los muros, y encamisado de los ocho machones que se encontraban en la zona del corredor para convertirlos en columnas que ayuden a soportar las cargas a la cual esta impuesta la estructura hasta el primer nivel, la cimentación será reforzada por medio de zarpas que amarraran la cimentación existente y la nueva a realizar por medio de zapatas.

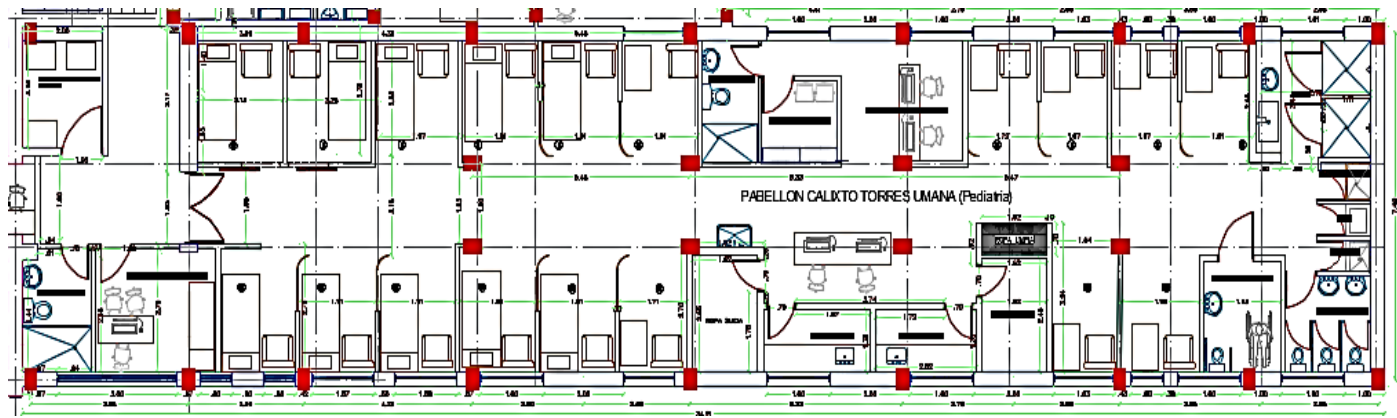


Ilustración N° 10-39: Planta Estructural Zona B, planta primer piso. Fuente: Autor.

10.1.2.2 Planos plantas estructurales zona B

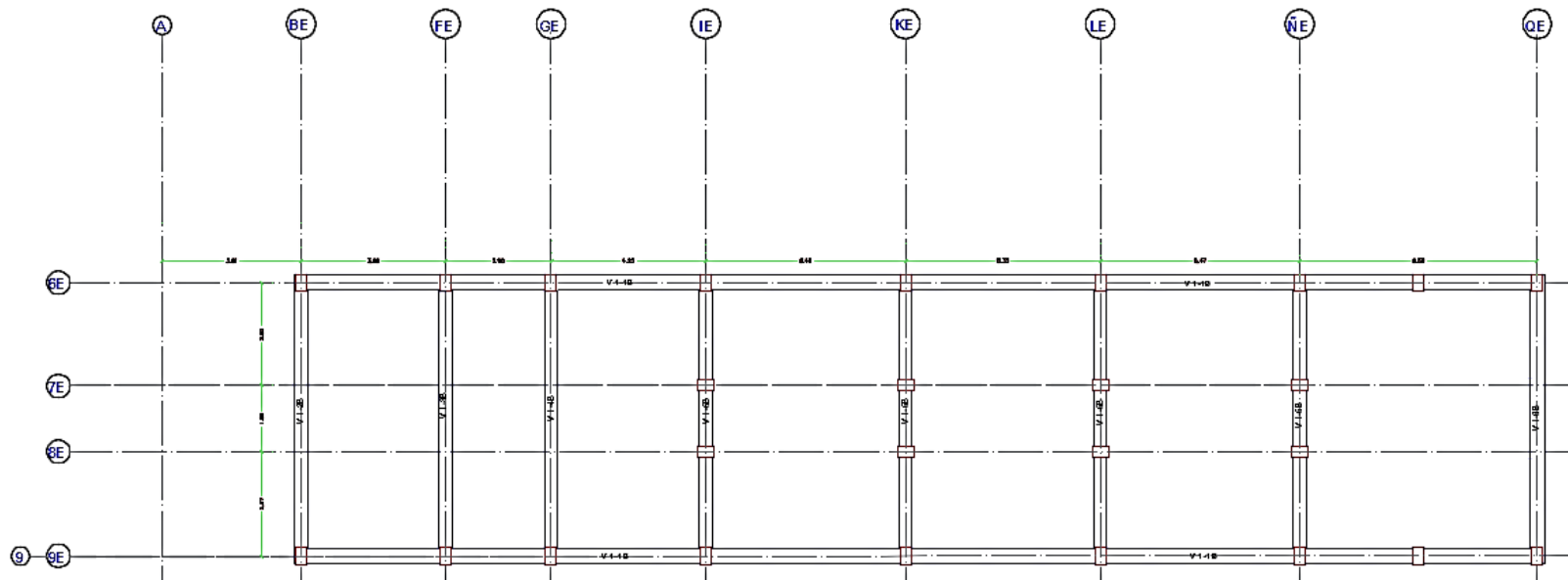


Ilustración N°10-40: Planta estructural zona B, nivel 3.45 m. Fuente: Autor.

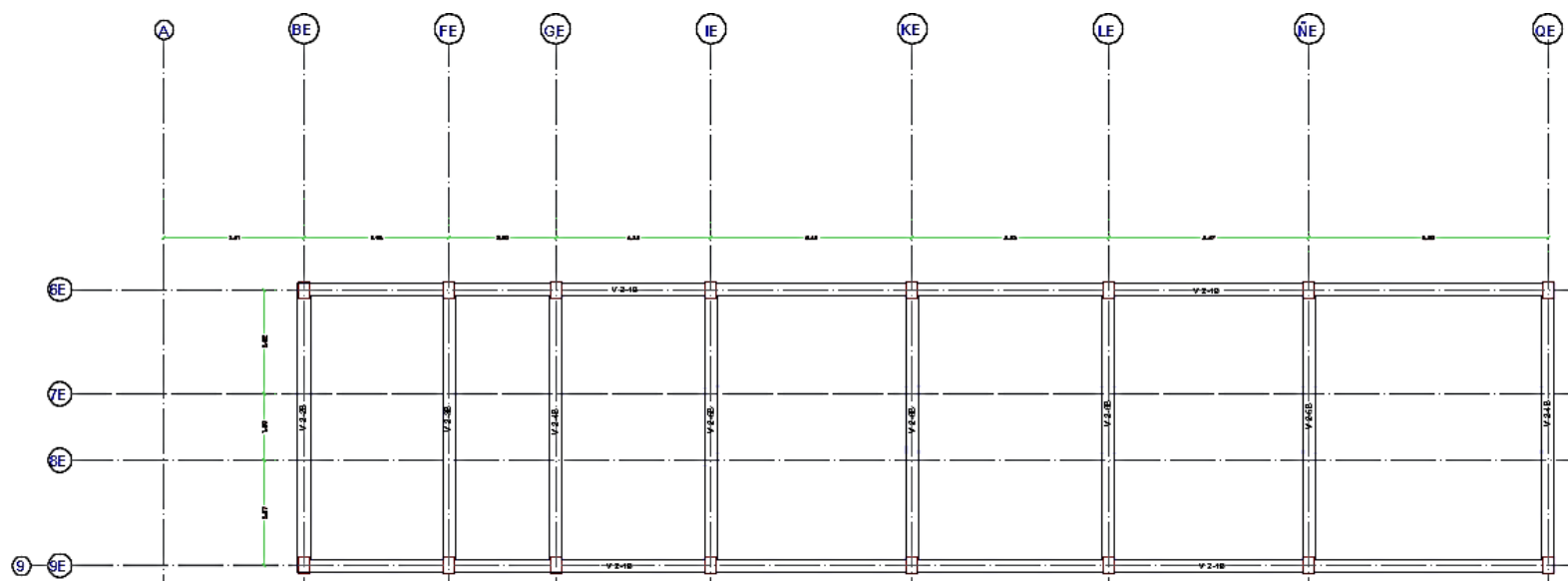


Ilustración N° 10-41: Planta estructural zona B, nivel 6.90 m. Fuente: Autor.

10.1.2.3 Cimentación propuesta Zona B

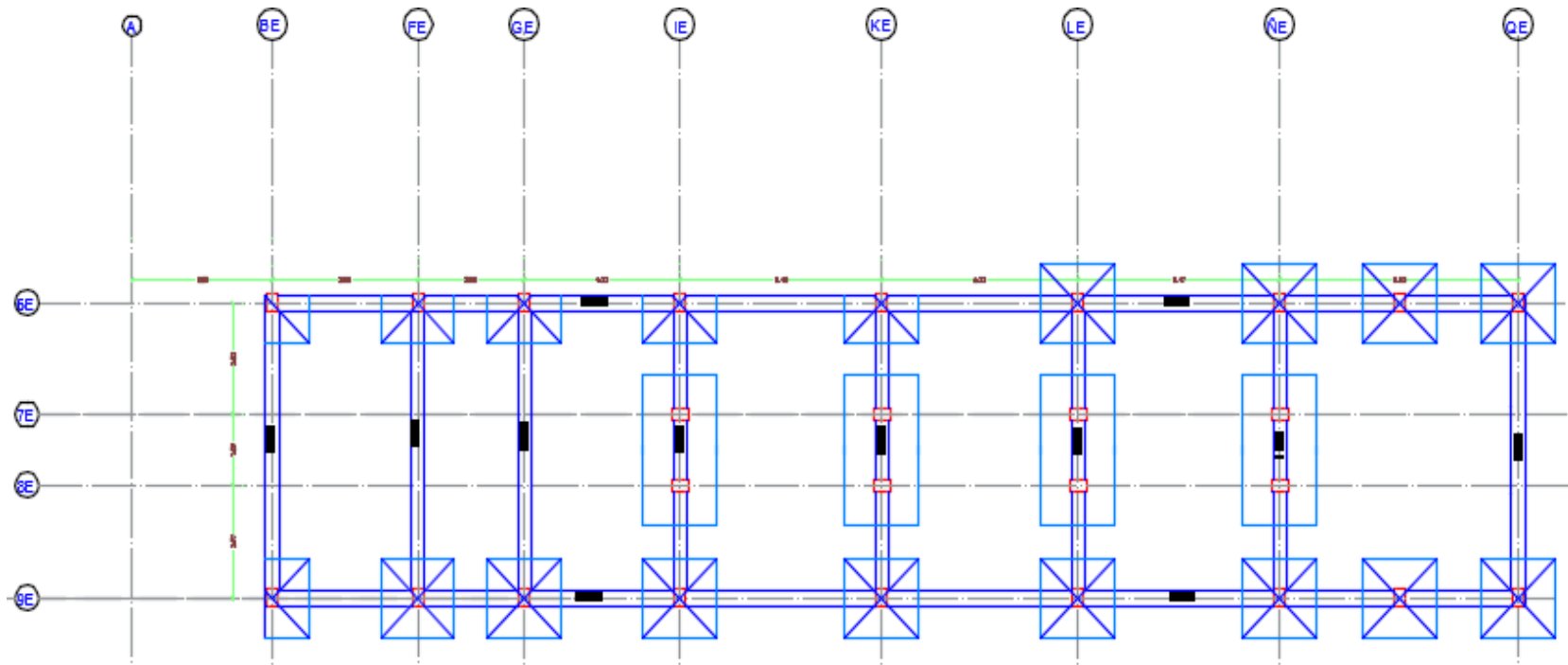


Ilustración N° 10-42: Planta de cimentación zapata, zona B. Fuente: Autor.

10.1.2.4 Propuesta de cubierta para la Zona B

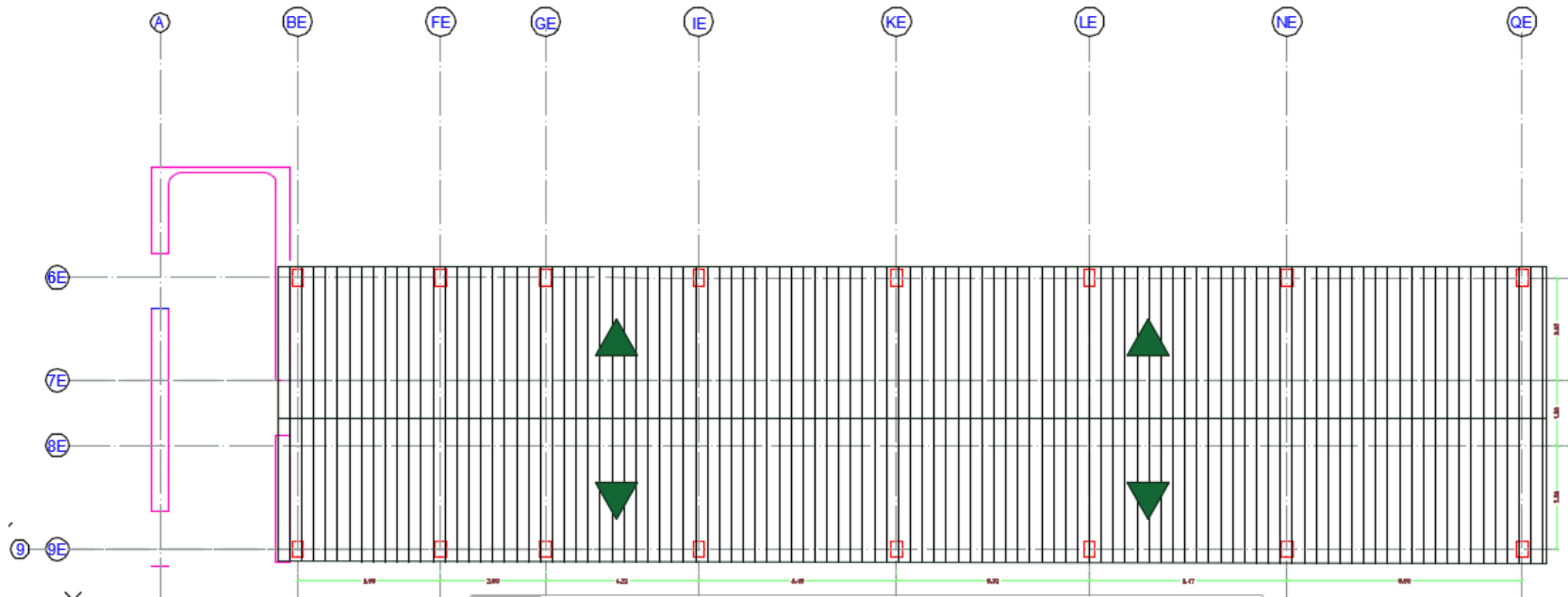


Ilustración N° 10-43: Propuesta de cubierta a dos aguas para la zona B. Fuente: Autor.

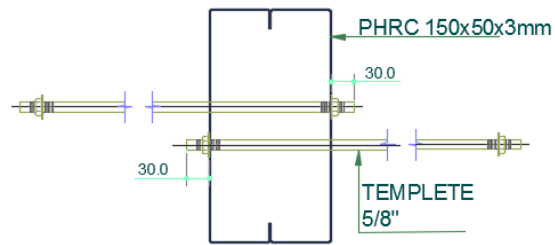


Ilustración N° 10-48: Detalle conexión templete, zona B. Fuente: Autor.

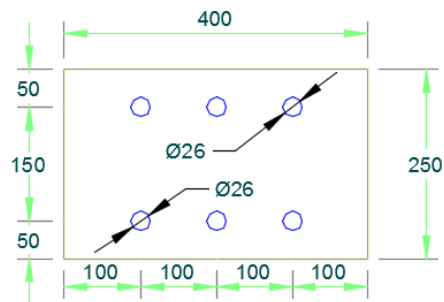


Ilustración N° 10-49: Detalle platina de apoyo $e=3/4"$, zona B. Fuente: Autor.

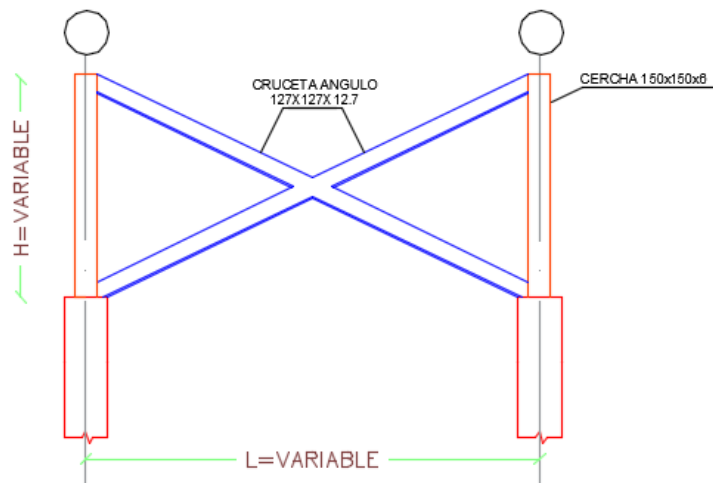
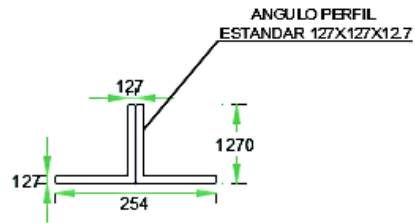
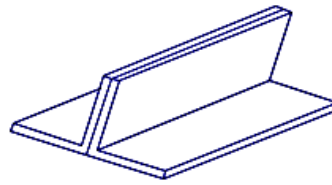


Ilustración N° 10-50: Corte típico de crucetas, zona B. Fuente: Autor.



DETALLE TIPICO CRUCETA

Ilustración N° 10-51: Detalle típico cruceta. Fuente: Autor

10.1.2.5 Modelo matemático de la zona B en ETABS 2015

El diseño del modelo matemático se realiza con los datos obtenidos del numeral 8.1.5.1 al 8.1.5.4, y de acuerdo a los planos arquitectónicos de remodelación y ampliación

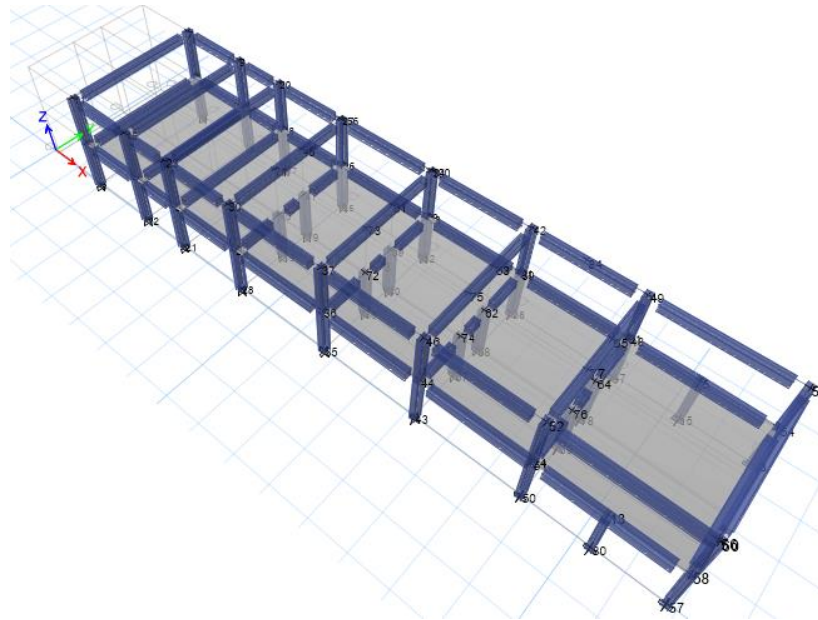


Ilustración N° 10-52: Isométrico de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.

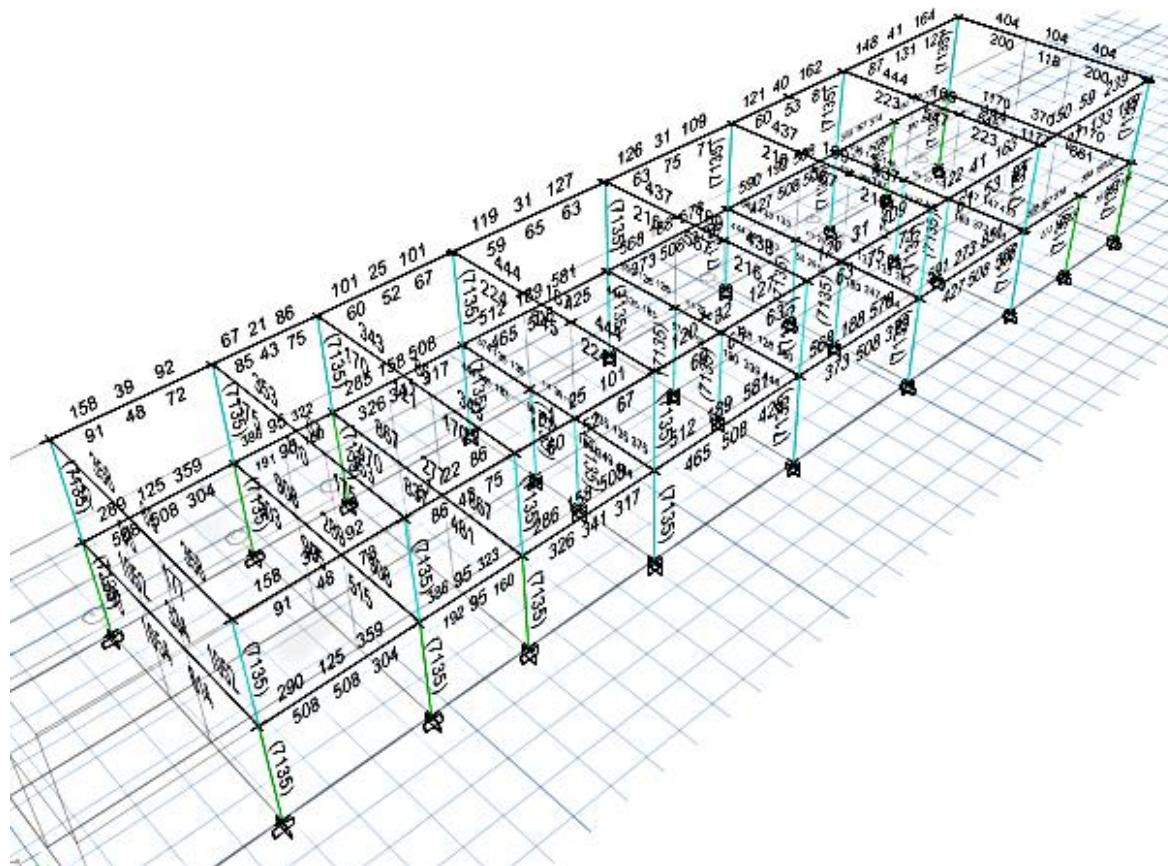


Ilustración N° 10-53: Refuerzo longitudinal de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.

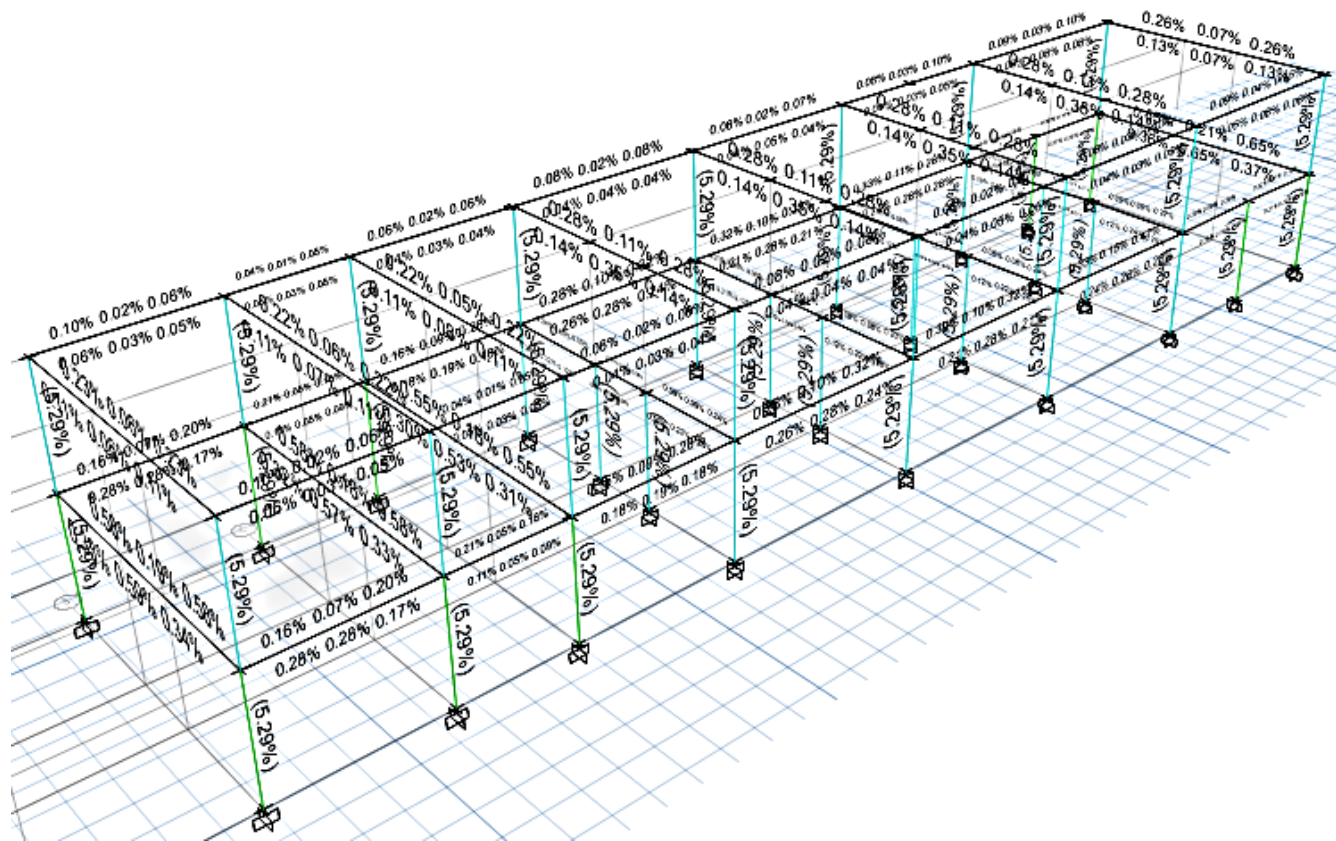


Ilustración N° 10-54: Cuantía del acero de refuerzo longitudinal de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.

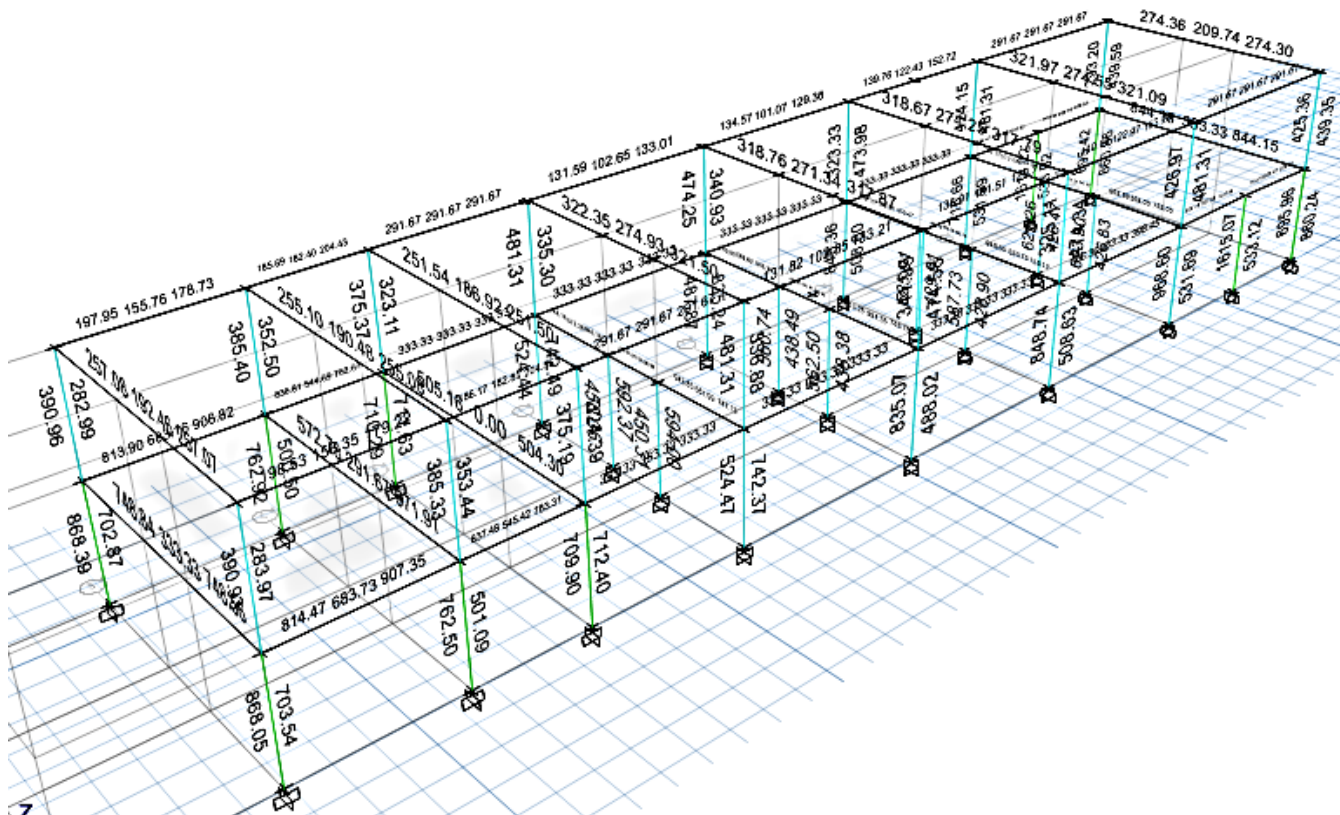


Ilustración N° 10-55: Refuerzo de acero por corte de la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.

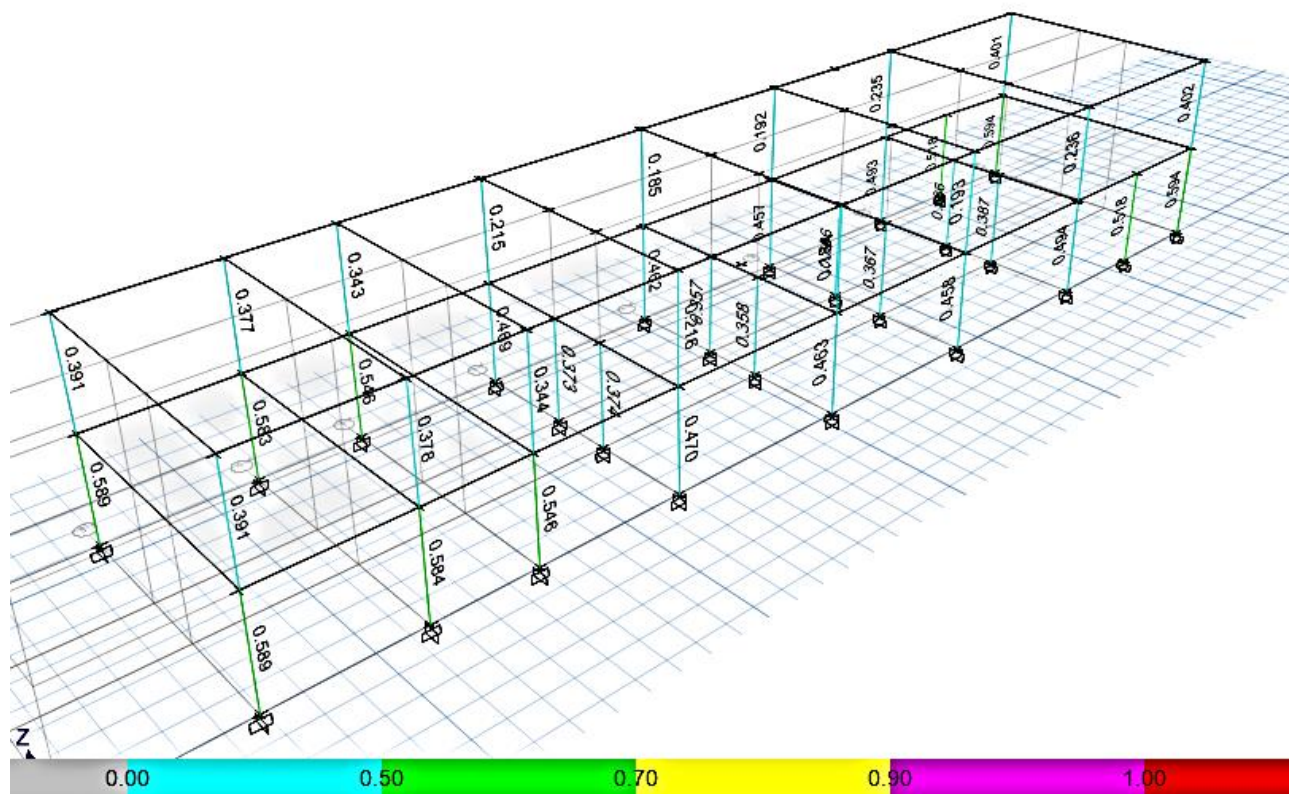


Ilustración N° 10-56: Relación demanda / capacidad a flexo compresión en columnas de la zona B, ETABS 2015. Fuente:

Autor.

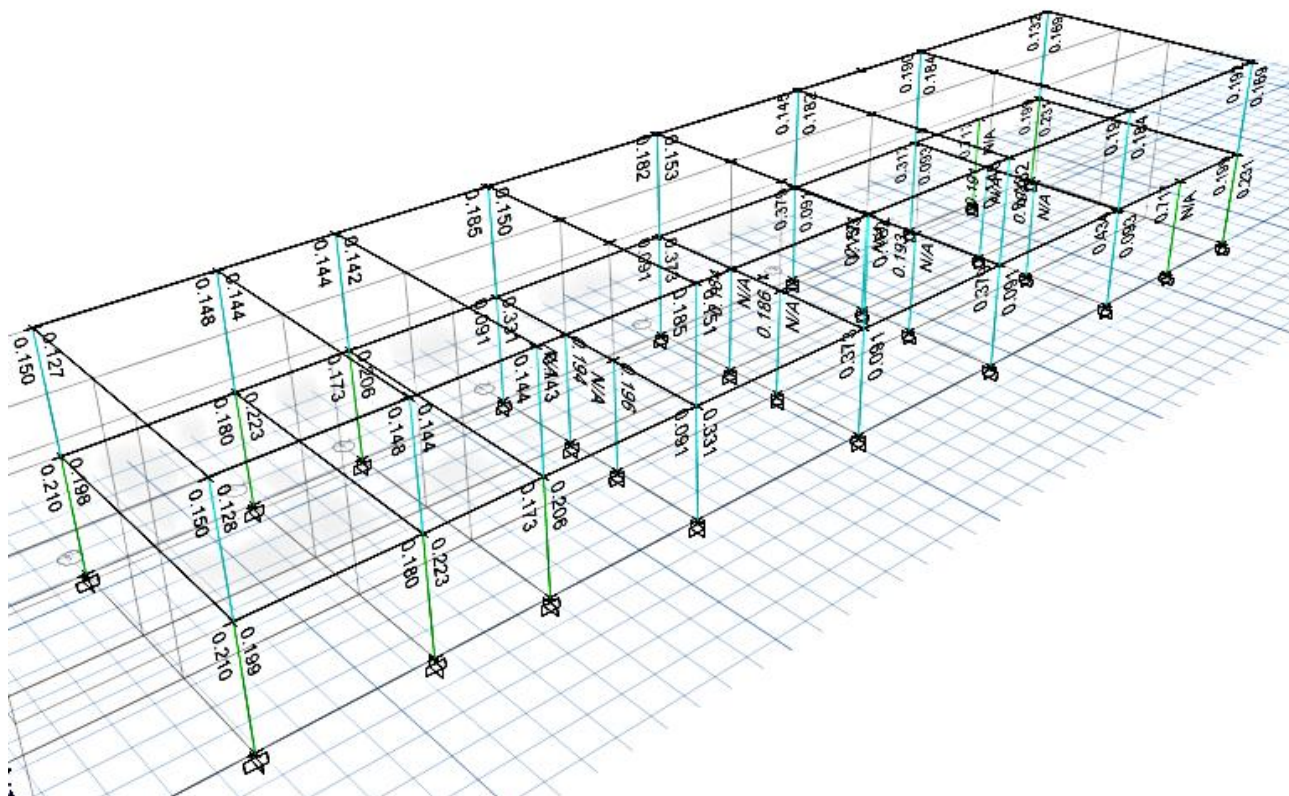


Ilustración N° 10-57: Relación de la capacidad dada por la sumatoria de (6/5). Momentos resistentes en vigas/ Momentos resistentes en columnas, para la zona B, ETABS 2015. Fuente: Autor.

10.1.2.6 Modelo de Umbral de daño Zona B en ETABS 2015

Se realiza el modelo de umbral de daño por ser una estructura de uso IV, en donde se brindan servicios de urgencias pediátricas, hospitalización y demás de carácter prioritario, de acuerdo al capítulo A.12: Requisitos especiales para edificaciones indispensables de los grupos de uso II y IV de la NSR10, para que esta estructura pueda operar durante y después de la ocurrencia de un temblor.

Se hace dicho diseño en ETABS con los datos tomados del numeral 8.5.1.3, Tabla N° 10-3: Espectro de umbral de daño, que será el espectro de diseño en el modelo.

No es necesario realizar verificación de esfuerzos en los elementos estructurales y no estructurales generados por el sismo del umbral de daño, según Numeral A.12.6:

Verificación de esfuerzos

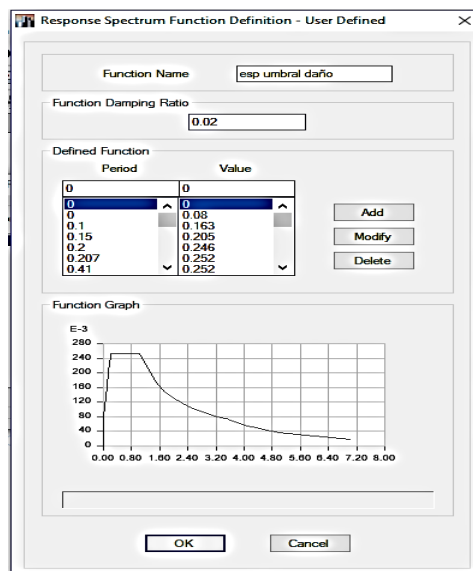


Ilustración N° 10-58: Espectro de umbral de daño, zona A. Fuente: Autor.

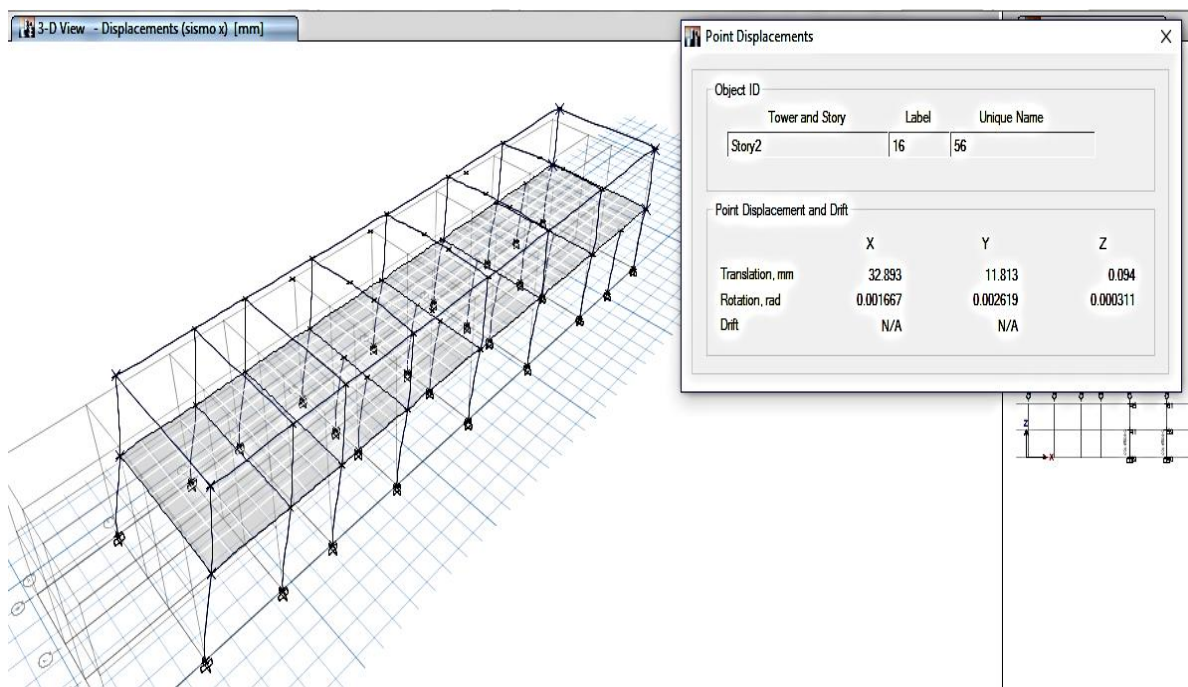


Ilustración N° 10-59: Modelo de umbral de daño de la zona A, verificación de derivas.

Fuente: Autor.

Story	Label	Unique Name	Load Case/Combo	Displacement		Displacement		Drift X	
				X	Y	Drift X	Drift Y	Drift X	Drift Y
				mm	mm			%	%
Story2	15	7	Dead	-0.01	-0.033	1.20E-05	1.20E-05	0.001%	0.001%
Story2	15	7	Live	0.006	-0.003	1.00E-06	1.00E-06	0.000%	0.000%
Story2	15	7	snow	0.001	-0.001	2.84E-07	1.48E-07	0.000%	0.000%
Story2	15	7	Lr	0.000442	-0.001	1.99E-07	1.04E-07	0.000%	0.000%
Story2	15	7	wind	-0.001	0.001	3.13E-07	1.64E-07	0.000%	0.000%
Story2	15	7	sismo x Max	32.596	11.145	0.004427	0.00188	0.443%	0.188%

Story2	15	7	sismo y Max	10.652	37.135	0.001403	0.006265	0.140%	0.627%
Story2	15	7	wind p	0.001	-0.001	2.27E-07	1.19E-07	0.000%	0.000%
Story2	15	7	Comb1	-0.013	-0.046	1.70E-05	1.60E-05	0.002%	0.002%
Story2	15	7	Comb2	-0.002	-0.045	1.60E-05	1.60E-05	0.002%	0.002%
Story2	15	7	Comb3	-0.004	-0.044	1.50E-05	1.50E-05	0.002%	0.002%
Story2	15	7	Comb4	-0.011	-0.04	1.50E-05	1.40E-05	0.002%	0.001%
Story2	15	7	Comb4-1	-0.01	-0.042	1.40E-05	1.40E-05	0.001%	0.001%
Story2	15	7	Comb5	-0.006	-0.042	1.60E-05	1.50E-05	0.002%	0.002%
Story2	15	7	Comb5-1	-0.004	-0.044	1.50E-05	1.50E-05	0.002%	0.002%
Story2	15	7	Comb6	-0.01	-0.028	1.20E-05	1.00E-05	0.001%	0.001%
Story2	15	7	Comb6-1	-0.008	-0.031	1.10E-05	1.10E-05	0.001%	0.001%
Story2	15	7	Comb11	-0.005	-0.043	1.50E-05	1.50E-05	0.002%	0.002%
Story2	61	55	Comb7-1 Max	32.692	11.78	0.004447	0.002155	0.445%	0.216%
Story2	61	55	Comb7-1 Min	-32.97	-11.863	0.004567	0.002186	0.457%	0.219%
Story2	61	55	Comb8 Max	10.585	39.353	0.001368	0.007218	0.137%	0.722%
Story2	61	55	Comb8 Min	-10.863	-39.435	0.001487	0.007249	0.149%	0.725%
Story1	61	54	Comb7-1 Min	-19.477	-5.409	0.006492	0.001803	0.649%	0.180%
Story1	61	54	Comb8 Max	6.554	18.045	0.002185	0.006015	0.219%	0.602%
Story1	61	54	Comb8 Min	-6.472	-18.036	0.002157	0.006012	0.216%	0.601%
Story1	61	54	Comb8-1 Max	6.554	18.045	0.002185	0.006015	0.219%	0.602%
Story1	61	54	Comb8-1 Min	-6.472	-18.036	0.002157	0.006012	0.216%	0.601%

Story1	61	54	Comb9 Max	19.542	5.416	0.006514	0.001805	0.651%	0.181%
Story1	61	54	Comb9 Min	-19.493	-5.411	0.006498	0.001804	0.650%	0.180%
Story1	61	54	Comb9-1 Max	19.542	5.416	0.006514	0.001805	0.651%	0.181%
Story1	61	54	Comb9-1 Min	-19.493	-5.411	0.006498	0.001804	0.650%	0.180%
Story1	61	54	Comb10 Max	6.538	18.043	0.002179	0.006014	0.218%	0.601%
Story1	61	54	Comb10 Min	-6.488	-18.038	0.002163	0.006013	0.216%	0.601%
Story1	61	54	Comb10-1 Max	6.538	18.043	0.002179	0.006014	0.218%	0.601%
Story1	61	54	Comb10-1 Min	-6.488	-18.038	0.002163	0.006013	0.216%	0.601%
Story1	61	54	Comb7 R Max	4.378	1.208	0.001459	0.000403	0.146%	0.040%
Story1	61	54	Comb7 R Min	-4.297	-1.199	0.001432	0.0004	0.143%	0.040%
Story1	61	54	Comb8 R Min	-1.407	-4.005	0.000469	0.001335	0.047%	0.134%
Story1	61	54	Comb8-1 R Max	1.488	4.014	0.000496	0.001338	0.050%	0.134%
Story1	61	54	Comb8-1 R Min	-1.407	-4.005	0.000469	0.001335	0.047%	0.134%
Story1	61	54	Comb9 R Max	4.362	1.206	0.001454	0.000402	0.145%	0.040%
Story1	61	54	Comb9 R Min	-4.313	-1.2	0.001438	0.0004	0.144%	0.040%
Story1	61	54	Comb9-1 R Max	4.362	1.206	0.001454	0.000402	0.145%	0.040%

Story1	61	54	Comb9-1 R Min	-4.313	-1.2	0.001438	0.0004	0.144%	0.040%
Story1	61	54	Comb10 R Max	1.472	4.012	0.000491	0.001337	0.049%	0.134%
Story1	62	58	Comb10 R Min	-1.423	-4.006	0.000474	0.001335	0.047%	0.134%
Story1	62	58	Comb10-1 R Max	1.473	4.012	0.000491	0.001337	0.049%	0.134%
Story1	62	58	Comb10-1 R Min	-1.423	-4.006	0.000474	0.001335	0.047%	0.134%

Se verificaron los resultados arrojados por el programa ETABS2015, en donde se encontraron que las derivas están por debajo del 0.40% máximo para estructuras de concreto de la altura del piso de 3.45 m, por lo tanto analizando los puntos más críticos de la estructura se establece que la misma cumple en cuanto a desplazamientos horizontales y derivas así que no se debe rigidizar la estructura.

10.1.2.7 Modelo de Cubierta Zona B en SAP2000

Se realiza el modelo matemático de la cercha tipo para la estructura de cubierta de la zona B.

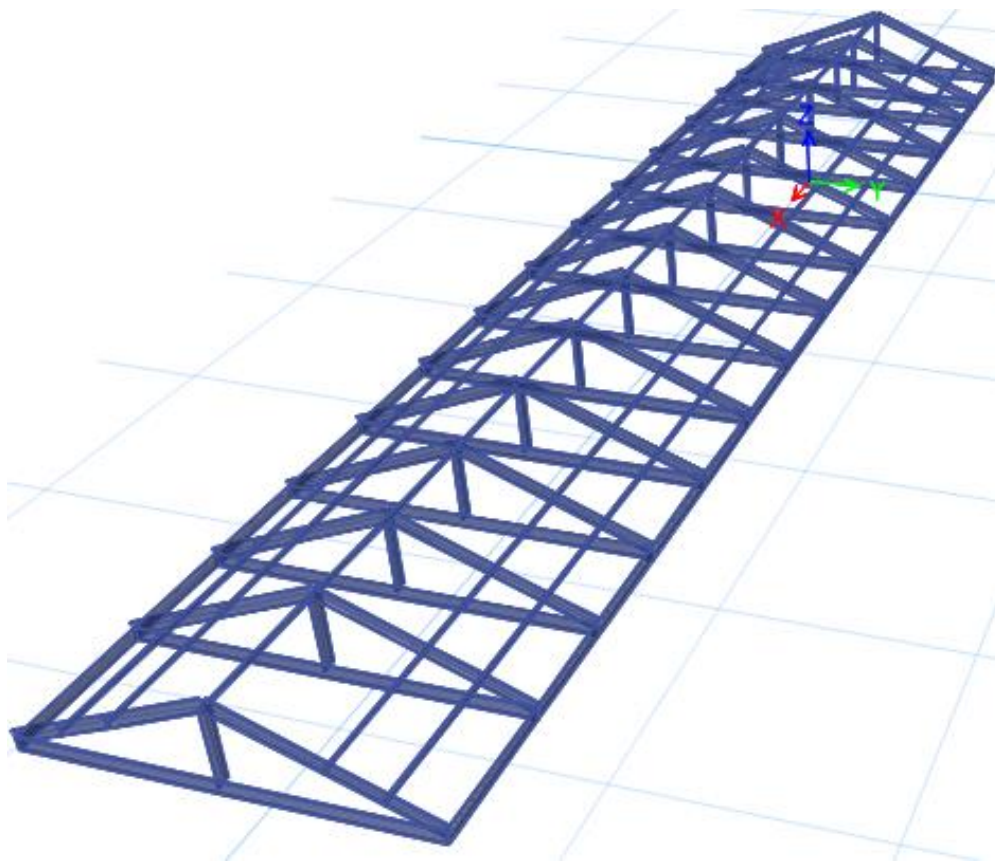
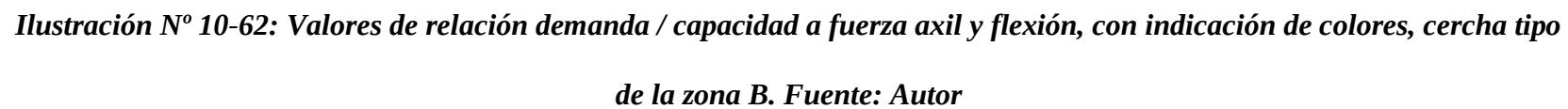


Ilustración N° 10-60: Isométrico estructura de cubierta zona B. Fuente: Autor.



10.1.3 Procedimiento de diseño para la cimentación de la zona A y de la zona B

- Diseño de zapatas cuadradas individuales

A continuación se muestra a modo de ejemplo, el proceso de cálculo realizado para cada una de las zapatas cuadradas individuales de la zona A, estas fueron diseñadas con los resultados de las reacciones arrojados por el modelo realizado en ETABS 2015

Esfuerzo admisible

del suelo $\sigma_a =$ **126** KN/m²

MATERIALES:

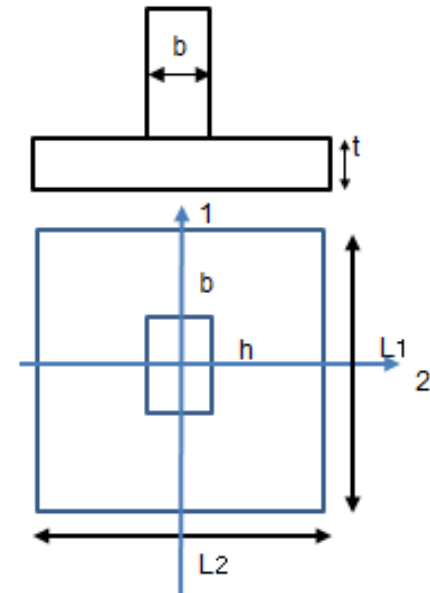
Concreto: $f'_c =$ 21 MPa

$\phi_{vc} =$ 584.28 kPa

Acero : $f_y =$ 420 MPa

$R =$ 4.50

L1(m)= 2.00 m $h =$ 0.55 m



$L_2(m) = 2.00 \text{ m}$ $b = 0.45 \text{ m}$

$t = 0.56 \text{ m}$ $d = 0.49 \text{ m}$

$W_c = 53.76 \text{ KN}$

Tabla 10-4: Cargas, reacciones y momentos sobre el nudo. Fuente:

Autor

NUDO	CARGA	Rz (KN)	Mx (KN)	My (KN)
23	Dead	163.25	-3.58	6.02
	Live	30.58	-0.98	1.57
	Lr	10.85	-0.01	0.01
	snow	15.56	-0.01	0.01
	wind	0.00	0.00	0.00
	sismo x Max	73.66	40.75	108.21
	sismo y Max	72.54	135.72	32.81

Ilustración 10-63: Diseño de zapata cuadrada. Fuente: Autor.

Tabla N° 10-5: Revisión de esfuerzos bajo la zapata. Fuente: Autor

COMBINACION	Rz (KN)	Mx (KN)	My (KN)	σ_1	σ_2
D	163.25	-3.58	6.02	56.08	52.42
D+L	193.83	-4.56	7.60	64.17	59.62
D+Lr	174.10	-3.59	6.03	58.80	55.13
D+G	178.80	-3.59	6.03	59.97	56.31
D+0.75L+0.75Lr	194.32	-4.32	7.21	64.19	59.85
D+0.75L+0.75G	197.85	-4.32	7.21	65.07	60.74
D+0.7Ex	174.71	2.76	22.85	76.32	37.91
D-0.7Ex	151.79	-9.92	-10.81	35.84	66.94
D+0.7Ey	174.53	17.53	11.12	78.56	35.58
D-0.7Ey	151.97	-24.69	0.92	33.60	69.26
D+0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75Lr	202.92	0.43	19.84	79.37	48.97
D-0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75Lr	185.73	-9.08	-5.41	49.00	70.74
D+0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75Lr	202.78	11.51	11.04	81.05	47.22
D-0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75Lr	185.86	-20.16	3.38	47.32	72.49
D+0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75G	206.44	0.43	19.83	80.25	49.85
D-0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75G	189.26	-9.08	-5.42	49.89	71.62
D+0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75G	206.31	11.51	15.67	85.41	44.63
D-0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75G	189.39	-20.16	-1.25	44.73	76.84
0.6D+0.7Ex	109.41	4.19	20.44	59.27	22.32
0.6D-0.7Ex	86.49	-8.49	-13.22	18.78	51.34

0.6D+0.7Ey	109.23	18.96	8.72	61.51	19.99
0.6D-0.7Ey	86.67	-23.26	-1.49	16.54	53.67
ESF					
MAXIMO=	85.41	KN/m ²	<σa=	126	(KN/m ²)<σa OK
ESF					
MINIMO=	16.54	KN/m ²	> 0 OK		
ESF MAX=	85.41	KN/m ²			

FLEXION	σ1 =	85.41	KN.m
	σ2 =	44.63	KN.m
	b =	0.45	m
	σf =	69.61	KN/m²
	Mf =	111.63	(KN.m)
	Mu =	189.77	(KN.m)
	K =	395.19	
	ρ =	0.001059	
	ρmin =	0.002000	
	As =	19.60	(cm²)

REFUERZO AMBAS DIR.: 7.00 Ø3/4"
@ 0.31

CORTANTE 2 DIRECCIONES

Sección critica a d/2 del borde de la columna

$d/2 =$	0.245	m
$\sigma(d/2)$	74.60	KN/m ²
$d+b =$	0.94	
$B(d/2)=$	0.530	m
$V(d/2) =$	53.17	KN
$V_u(d/2) =$	53.17	KN
$v_u(d/2) =$	115.43	KPa < ϕ_{vc} OK

CORTANTE COMO VIGA

Acción como viga para sección crítica a una distancia "d" del borde de la columna:

$B(d)=$	0.285	m
$\sigma(a) =$	79.60	KPa
$V_u(d) =$	15.46	KN
$v(d/2) =$	15.78	KPa < ϕ_{vc} OK

TRANSMISIÓN DE LOS ESFUERZOS DE LA COLUMNA A LA ZAPATA

Presión de contacto producida por la carga mayorada:

$\sigma_b < \phi 0.85 \cdot f'_c =$	11.60	MPa
$\phi =$	0.65	
$\sigma_b =$	1.42	MPa. OK No se requiere pedestal

Longitud de desarrollo del refuerzo de la columna:

$$l_{db} = 0.24 d_b f_y / \sqrt{f'_c}$$

para barras No.: 4

$l_{db} =$ 279 mm OK

PERALTE

$h'(\text{mm}) =$ NO SE REQUIERE PERALTE

- Diseño de zapatas lindero con viga de contrapeso

Para las zonas donde se encuentra en edificio patrimonial y el edificio existente se realizaran zapatas de lindero, procurando no afectar la cimentación de las estructuras colindantes. Los datos de las reacciones fueron tomados del diseño realizado de la estructura de la zona A en ETABS 2015.

EJE C-4

Esfuerzo admisible

suelo:

$$\sigma_a = 126 \text{ KPa}$$

MATERIALES:

$$\text{Concreto: } f'_c = 21.00 \text{ MPa}$$

$$\phi_{vc} = 584.28 \text{ KPa}$$

$$\text{Acero: } f_y = 420.0 \text{ MPa}$$

$$R = 4.05$$

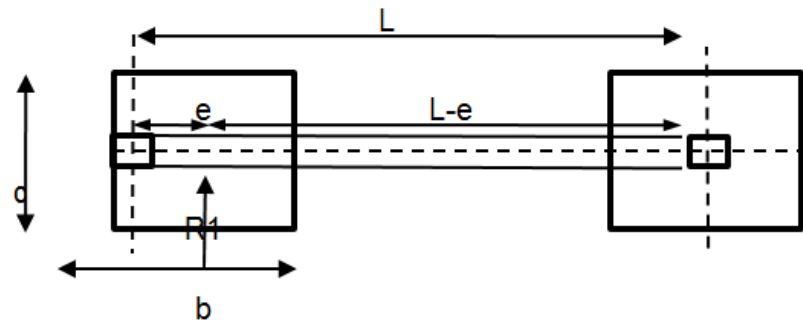


Ilustración 10-64: Diseño de zapata de lindero. Fuente:

Autor

$$\mathbf{c} = 2.00 \text{ m} \qquad \mathbf{hc} = 0.70 \text{ m}$$

$$\mathbf{b} = 1.00 \text{ m} \qquad \mathbf{bc} = 0.55 \text{ m}$$

$$\mathbf{t} = 0.3 \text{ m}$$

$$\mathbf{Wc} = 14.40 \text{ KN}$$

$$\mathbf{e} = 0.23 \text{ m}$$

$$\mathbf{d} = 0.725 \text{ m}$$

Tabla N° 10-6: Cargas, reacciones y momentos sobre el nudo. Fuente: Autor

COLUMNA		R(KN)	M1(KN)	M2(KN)
22	Dead	49.42	-2.81	0.78
	Live	4.44	-0.72	0.10
	Lr	5.62	0.00	0.01
	snow	8.05	0.00	0.02
	wind	0.00	0.00	0.00
	sismo x Max	108.45	37.74	101.75
	sismo y Max	65.36	125.45	30.80

Tabla N° 10-7: Revisión de esfuerzos bajo la zapata de lindero. Fuente: Autor

HIPOTESIS DE CARGA	ZAPATA EXTERIOR (LINDERO)						
	Rz	M1	M2	ΔR	c	$\sigma_1 < \sigma_a$	
	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(m)	(KPa)	
D	49.42	2.81	0.78	3.48	0.53	26.45	< σ_a OK
D+L	53.86	3.53	0.88	3.72	0.57	28.79	< σ_a OK
D+Lr	55.03	2.81	0.79	3.79	0.58	29.41	< σ_a OK
D+G	57.47	2.82		3.92	0.60	30.70	< σ_a OK

D+0.75L+0.75Lr	56.96	3.35	0.86	3.89	0.60	30.43	<σa OK
D+0.75L+0.75G	58.79	3.35	0.87	3.99	0.61	31.39	<σa OK
D+0.7Ex	68.16	3.71	18.36	4.50	0.69	36.33	<σa OK
D-0.7Ex	30.67	9.33	16.81	2.46	0.38	16.57	<σa OK
D+0.7Ey	60.71	18.87	6.10	4.10	0.63	32.41	<σa OK
D-0.7Ey	38.12	24.49	4.55	2.86	0.44	20.49	<σa OK
D+0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75Lr	71.02	1.54	14.05	4.66	0.71	37.84	<σa OK
D-0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75Lr	42.90	8.24	12.33	3.13	0.48	23.01	<σa OK
D+0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75Lr	65.43	12.91	4.86	4.35	0.67	34.89	<σa OK
D-0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75Lr	48.49	19.61	3.13	3.43	0.53	25.96	<σa OK
D+0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75G	72.84	1.54	14.06	4.76	0.73	38.80	<σa OK
D-0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75G	44.73	8.25	12.32	3.23	0.49	23.98	<σa OK

D+0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75G	65.43	12.91	4.86	4.35	0.67	34.89	<σa OK
D-0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75G	44.27	19.61	3.14	3.20	0.49	23.74	<σa OK
0.6D+0.7Ex	48.39	4.84	18.05	3.43	0.53	25.91	<σa OK
0.6D-0.7Ex	10.91	8.21	17.12	1.38	0.21	6.14	<σa OK
0.6D+0.7Ey	40.95	20.00	5.79	3.44	0.47	22.19	<σa OK
0.6D-0.7Ey	18.35	23.37	4.86	1.79	0.27	10.07	<σa OK

Zapata interior

COLUMNA		R(KN)	M1(KN)	M2(KN)	L1 =	1.00	m
22	Dead	49.42	-2.81	0.78	L2 =	1.00	m
	Live	4.44	-0.72	0.10			
	Lr	5.62	0.00	0.01			
	snow	8.05	0.00	0.02			
	wind	0.00	0.00	0.00			
	sismo x Max	108.45	37.74	101.75			
	sismo y Max	65.36	125.45	30.80			

Tabla N° 10-8: Revisión de esfuerzos bajo la zapata interior. Fuente: Autor

HIPOTESIS DE CARGA	Rz (KN)	$\sigma_n < \sigma_a$ (KPa)	
D	49.42	45.94	< σ_a OK
D+L	53.86	50.13	< σ_a OK
D+Lr	55.03	51.25	< σ_a OK
D+G	57.47	53.55	< σ_a OK
D+0.75L+0.75Lr	56.96	53.07	< σ_a OK
D+0.75L+0.75G	58.79	54.80	< σ_a OK
D+0.7Ex	51.11	46.61	< σ_a OK
D-0.7Ex	47.72	45.26	< σ_a OK
D+0.7Ey	50.44	46.34	< σ_a OK
D-0.7Ey	48.39	45.53	< σ_a OK
D+0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75Lr	58.23	53.57	< σ_a OK
D-0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75Lr	55.69	52.56	< σ_a OK
D+0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75Lr	57.73	53.37	< σ_a OK
D-0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75Lr	56.19	52.76	< σ_a OK
D+0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75G	60.06	55.30	< σ_a OK
D-0.75(0.7Ex)+0.75L+0.75G	57.51	54.29	< σ_a OK
D+0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75G	57.73	53.37	< σ_a OK
D-0.75(0.7Ey)+0.75L+0.75G	51.98	48.78	< σ_a OK
0.6D+0.7Ex	31.35	27.92	< σ_a OK
0.6D-0.7Ex	27.95	26.57	< σ_a OK
0.6D+0.7Ey	30.67	27.24	< σ_a OK
0.6D-0.7Ey	28.63	26.84	< σ_a OK

Diseño viga de contrapeso

FLEXION:

$$b = 0.50 \quad \text{m}$$

$$h = 0.65 \quad \text{m}$$

$$d' = 0.07 \quad \text{m}$$

$$d = 0.58 \quad \text{m}$$

$$M_d = 41.75 \quad \text{KN.m}$$

$$M_u = 70.97$$

$$K = 421.92$$

$$\rho = 0.001131$$

$$\rho_{\min} = 0.003333$$

$$A_s = 9.67 \quad \text{cm}^2$$

$$4 \quad \text{Ø3/4"}$$

Cortante:

carga longitudinal bajo la zapata exterior:

$$W_z = 77.60 \quad \text{KN/m}$$

REACCIONES

$$A_i = 21.34 \quad \text{KN}$$

$$Ad = 51.50 \quad \text{KN}$$

cortante al borde de la columna

$$V = 30.16 \quad \text{KN}$$

$$V(d) = (4.76) \quad \text{KN}$$

Punto de anulación de cortante X_o

$$X_o = 0.66 \quad \text{m}$$

$$v_u = 176.82 \quad \text{KPa} < \phi_{vc}$$

$$\phi_{vs} = (407.46) \quad \text{kN/m}^2$$

$$X = (0.90)$$

usando estribos #3:

$$s = (0.25) \quad \text{m}$$

$$s_{max} = 0.15 \quad \text{m}$$

Diseño zapata

Flexión:

Voladizos en el sentido largo, soportados en la viga de contrapeso:

$$M = 10.91 \quad \text{KN.m}$$

$$M_u = 18.55 \quad \text{KN.m}$$

$$K = 350.70$$

$\rho =$	0.000938			
$\rho_{min} =$	0.002000			
$A_s =$	13.00	cm ²		
	7.00	Ø5/8" @	17	cm

CORTANTE:

Revision al borde de la viga:

$V =$	29.10	KN	
$V_u =$	49.47	KN	
$v_u =$	78.53	KPa < ϕ_{vc}	OK

Este es el procedimiento general de cálculo utilizado para el pabellón de pediatría para la propuesta de ampliación y remodelación del mismo, se muestran las consideraciones de diseño según reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR10, titulo H. Conservando y protegiendo la estructura patrimonial colindante sin afectar la cimentación existente por medio de zapatas de lindero.

11 Imprevistos del estudio

Dentro de las dificultades encontradas para realizar el estudio se tuvieron:

- Difícil acceso a algunas zonas del pabellón de Pediatría Calixto Torres Umaña y del segundo nivel que compone la estructura en donde se encuentra ubicados los consultorios de ginecología, por lo cual sus horarios son restringidos y conlleva a demoras en el proceso de auscultación de la estructura.
- Demora en los permisos para la realización de los apiques necesarios para la exploración de la cimentación
- La extracción de los ladrillos macizos para ensayos de laboratorio no pudieron sacarse completos por la complejidad de acceso a la zona, esto conlleva a que los ensayos realizados no cumplieran a cabalidad con el número mínimo de muestras para un resultado más concluyente de la resistencia de la mampostería que compone la estructura.
- La intervención de la alcaldía de Bogotá en el mes de mayo de 2016 conlleva a retrasos en el estudio debido a las manifestaciones y disturbios generados por los habitantes de la calle que intentaron acceder a las diferentes zonas del Hospital San José, llegando incluso a incendiar algunas partes del mismo por lo que fue imposible por seguridad continuar con el estudio en estas fechas.
- Los materiales que componen la estructura se encuentran en algunas zonas en un alto grado de daño por lo cual se hizo necesario una auscultación cuidadosa

evitando que colapsara parte de la cubierta de madera o de la placa de entrepiso como ha sucedido en otras zonas del hospital, eso genero demoras en el levantamiento de lesiones.

- El programa ETABS 2015 presento problemas en cuanto al análisis del diseño de la estructura de mampostería para el análisis de vulnerabilidad, por lo cual no se pudieron obtener índices de sobre esfuerzo, esta tarea llevo más de dos semanas debido a los errores que estaba presentando el modelo en el análisis de estructuras de este tipo. Sin embargo se realizó la comprobación de las derivas en la estructura con dicho modelo arrojando resultados óptimos.
- No se obtuvo respuesta por parte del hospital en más de 5 meses desde el día en que se hizo la entrega de los planos arquitectónicos para aprobación de los mismos y seguir por tanto con el modelo matemático de la propuesta de intervención y los planos estructurales, esto genero un retraso notable en la ejecución del estudio y en la entrega final del mismo, por lo cual se decidió en seguir el proceso con los planos arquitectónicos realizados y entregados y a los cuales hasta la fecha de hoy aún no se tiene respuesta.

12 Conclusiones

Las estructuras denominadas dentro del carácter de bien de interés cultural B.I.C no poseen en el país el valor arquitectónico que deberían poseer para su preservación, por el contrario encontramos que se realizan intervenciones inadecuadas afectando de manera permanente el inmueble sin la probabilidad de recuperar objetos importantes en la historia de la nación, por ellos es vital que al momento de realizar cualquier tipo de estudio o reforzamiento de las mismas se haga bajo las leyes que los protegen, en este caso por ser una estructura patrimonial y al mismo tiempo un centro de salud que brinda servicios de urgencias pediátricas, las normativas que lo rigen son tres y cada una de ellas es contraría entre sí, en primer lugar el Decreto 1080 de 2015 prohíbe la modificación de: fachadas, espacios externos, y circulaciones internas horizontales y verticales, en estructuras catalogadas como de carácter integral como es el caso del Hospital San José; por otro lado las normativas del ministerio de salud y protección social exigen la adecuación de varias zonas como lo son el área de hidratación y reanimación pediátrica ampliando las zonas y mejorando los accesos a los mismo, lo cual conlleva a unas modificaciones internas considerables, por ultimo tenemos el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR10, que en este caso se debe aplicar con mayor rigurosidad al ser una estructura del GRUPO DE USO IV: Edificaciones indispensables, las cuales deben funcionar durante y después de un sismo, en la actualidad la estructura se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad sísmica por lo cual debe realizarse un reforzamiento que implica grandes modificaciones a la estructura,

además de la necesidad de ampliar varias zonas para el cumplimiento de las normativas del ministerio de salud para el proceso de habilitación, ahora la estructura de estudio es de tipo híbrido (solo una parte es de carácter patrimonial) por lo cual se opta por separar las estructuras existentes de la patrimonial, en donde en una se realizara reconstrucción completa (para ampliación de las zonas, además de encontrarse en una alto grado de vulnerabilidad, el costo de reforzamiento seria mayor que el de construcción) y en otra el reforzamiento, esto hará que se disminuyan costos, se disminuyan los tiempos de ejecución de la obra y además que cumpla los requisitos de la normativa. Así con la intervención mencionada al separar estas estructuras que no tienen el carácter de patrimonio, ya no se comportara como una estructura monolítica evitando generar mayores daños a los que ya se han ocasionado en la estructura patrimonial, sin embargo en esta debe hacerse recuperación de algunas zonas donde se han realizado a través del tiempo intervenciones inadecuadas, esto también sucede en la fachada colindante del Pabellón Guillermo Gómez, que se recuperara con la propuesta arquitectónica.

Se realizaron ensayos no destructivos en su mayoría para evitar cualquier tipo de daño en la estructura patrimonial, en la que no se encuentra dentro de esta clasificación se realizó la exploración de la cimentación por medio de apiques y se realizó extracción de algunos ladrillos de mampostería que componen la estructura.

Los ensayos no destructivos de ultrasonido no dieron resultados concluyentes en la placa de entepiso debido a las intervenciones que este ha tenido a través del tiempo en donde se han instalado baldosas sobre baldosas, se retiró parte del material que se encontraba sobre la

placa para determinar si podía realizarse el ensayo, pero este no arrojó resultados óptimos por el afinado de piso

Es importante preservar esta estructura y realizar los trabajos de rehabilitación arquitectónica, recordemos que el Hospital San José, es una de las pocas estructuras a nivel mundial que aun cumple el uso original con que se diseñó y construyó y hace parte de la historia de la evolución de la medicina en Colombia, como la creación de la Sociedad de Cirugía de Bogotá en medio de una guerra denominada de los mil días, en donde diez médicos prestigiados con estudios a nivel mundial, y con ganas de evolucionar la medicina anticuada que se regía bajo los clérigos de ese entonces, y con ayuda de la hermana Martina de la comunidad de la Presentación de Tours, construyeron las primeras fases del Hospital San José, con limosnas y dinero de ellos mismos, para atender a gran cantidad de enfermos en la ciudad, para aliviar además la carga que tenía en este entonces el Hospital San Juan de Dios, siendo este el segundo hospital en la ciudad. Además de esto el valor arquitectónico adicional al ser construido por el arquitecto Pietro Cantini y ser una de las obras más grades y majestuosas que se hubieran planificado en la capital del país.

Además del valor histórico de la estructura, también y aún más importante es su valor dentro de las diferentes catástrofes que han marcado al país ya que este ha sido clave en la atención de heridos en eventos como el Bogotazo el 9 de abril del año de 1948, en la toma del Palacio de Justicia y de los heridos de la avalancha en Armero. Pero en la actualidad a pesar de tener la certificación ISO, su edificación no ha sido cuidada e intervenida de manera adecuada, para preservar su valor histórico, como ha sido el caso de la demolición

de escaleras originales de la edificación, construcción de muros divisorios y de mezzanines que han afectado de gran manera la estructura y que han sido maquillados con el tiempo, poniendo en riesgo no solo el patrimonio, sino aún más importante la vida de los usuarios. Todo esto por el desconocimiento en los procesos de intervención adecuados, y a los pocos estudios que se tienen en el país en este tipo de estructuras.

Dentro de este proyecto descubrí la naturaleza de la ingeniería detectando cuáles son las necesidades reales de las personas que se ven involucradas en cada uno de los proyectos que se desarrollan dentro de la ingeniería civil, con estos se pueden ver beneficiados o gravemente afectados, sobre todo si hablamos de estructuras que brindan un servicio social, en donde se tiene millones de vidas en riesgo si se realizan intervenciones inadecuadas, considero por tanto que es vital saber el papel que desarrollamos como futuros profesionales y como personas, ya que no se puede considerar al profesional sin considerar los valores éticos y morales universales que posee cada ser humano, enfrentándose a las diferentes situaciones que se presentan diariamente de una manera correcta en pro de la sociedad.

Considero que además de lo anterior es importante desarrollar más grupos de investigación en Colombia respecto a las estructuras de carácter patrimonial, ya que está a sido una de las causas por las cuales en nuestro país y más puntualmente en el caso de estudio, se han colocado en riesgo el patrimonio y aún más importante la vida, no tenemos consciencia de los daños que podemos ocasionar y de la diferencia que existe entre la restauración de una estructura antigua y de una estructural más actual, entre su modo de análisis y de

intervención estructural, si no solo con base en intervenciones de tipo arquitectónico, que aunque son vitales, no dan soluciones adecuadas a las lesiones que generan patologías importantes en la estructura haciéndolas aún más vulnerables con el pasar del tiempo.

13 Bibliografía

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed . (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 21). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed . (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 25). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 23). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 31). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 34). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 37). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 39). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVA, X, Corsorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVA, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 20). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVAS, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVAS, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 28). Barcelona, España: Rehabimed.

CASANOVAS, X, Consorcio Rehabimed. (2007). Metodo Rehabimed Arquitectura Tradicional Mediterranea II. En X. C. CASANOVAS, *Rehabilitacion El Edificio* (pág. 19). Barcelona, España: Rehabimed.

Comision asesora permanente para el regimen de construcciones sismo resistentes . (1997). *Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes* . Bogota: Miisterio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial .

Diaz Barreiro, P. (2014). *Guia para un estudio de patologia de la construccion en edificaciones en concreto reforzado de mediana altura*. Bogota: Pontificia Universidad Jveriana .

Inversiones y Construcciones TRIMAR y COMPAÑIA . (2010). *Estudio de suelos para remodelacion de la zona de UCI Neonatal y Pediatrica del Hospital San Jose* .

Bogota: Inversiones y Construcciones TRIMAR y COMPAÑIA .

Inversiones y Construcciones TRIMAR y COMPAÑIA. (2010). *Estudio de suelos para remodelacion de la zona UCI Neonatal y Pediatrica del Hospital San Jose* . Bogota:

Inversiones y Construcciones TRIMAR y COMPAÑIA.

Sociedad de Cirugia de Bogota. (1958). Historia del Hospital de San Jose . En L. Dr.

Muñoz Trujillo, *Historia del Hospital San Jose* (pág. 47). Bogota: Imprenta del

Banco de la Republica .

Sociedad de Cirugia de Bogota. (1958). Historia del Hospital de San Jose . En L. Dr.

Muñoz Trujillo, *Historia del Hospital de San Jose* (pág. 51). Bogota : Imprenta del

Banco de la Republica.