

Estudio patológico institución educativa pio XII Mocoa -Putumayo

Ing. Haderson Rodríguez

Const. Oscar Fernando Correa Camargo

Universidad Santo Tomás

Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia

Especialización en patología de la Construcción

Centro de Atención Universitaria Bogotá

2022-2

Estudio patológico institución educativa pio XII Mocoa -Putumayo

Ing. Haderson Rodríguez

Const. Oscar Fernando Correa Camargo

Universidad Santo Tomas Tomás

Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia

Director:

Arq. M. Sc Walter Mauricio Barreto Castillo

Especialización en Patología de la Construcción

Centro de Atención Universitario Bogotá

2022-2

CONTENIDO

Tabla de imágenes	7
Lista de tablas.....	8
Resumen	11
Abstract.....	12
Palabras clave	13
1. Introducción	14
2. Planteamiento del problema	15
3. Justificación	17
4. Objetivos	18
4.1. General	18
4.2. Específicos.....	18
5. Antecedentes.....	19
6. MARCO REFERENCIAL	21
6.1. Marco Geográfico.	21
6.2. MARCO LEGAL	24
7. MARCO TEORICO	25
7.1. Vulnerabilidad sísmica y patológico de la institución universitaria, tecnológico de Antioquia	25
7.2. Análisis De Vulnerabilidad Sísmica Y Reforzamiento De Las Sedes – Sena Pasto.....	27
7.3. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo iii sector educación ubicados en el municipio de Dosquebradas, Risaralda	29

8.	Alcances y limitaciones.....	34
8.1.	Alcances	34
8.2.	Limitaciones	34
9.	Metodología	35
9.1.	Visitas a campo inspección visual de fallencias estructurales y lesiones presentes	35
9.1.1.	Estructura.....	35
9.1.2.	HUMEDADES	37
9.1.3.	FISURAS	40
9.1.4.	GRIETAS.	40
9.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL E INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	42
9.3.	DETALLES CONSTRUCTIVOS OBSERVADOS.....	43
9.3.1.	Sistema estructural:	43
9.3.2.	Dimensiones y materiales de los elementos estructurales.	43
9.3.3.	Cubierta	43
9.3.4.	Cimentación	44
9.3.5.	Losa	44
9.4.	Lesiones encontradas.....	44
9.4.1.	Grietas	45
9.5.	Fisuras	45
9.6.	Carbonatación	45
9.7.	Humedades.....	45
10.	ESCLEROMETRIAS.....	46

10.1.	PROCEDIMEINTO.	47
10.1.1.	ESCLEROMETRIA COLUMNA A3.....	48
10.1.2.	ESCLEROMETRIA COLUMNA B3.....	49
10.1.3.	ESCLEROMETRIA COLUMNA C3.	50
10.1.4.	ESCLEROMETRIA COLUMNA C1.	51
10.1.5.	ESCLEROMETRIA COLUMNA E1 o E3.	52
10.1.6.	ESCLEROMETRI COLUMNA G4.....	53
10.1.7.	ESCLEROMETRI COLUMNA G1.....	54
10.2.	Análisis de resultados	54
10.3.	ASPECTOS DE DISEÑO OBSERVADOS	55
11.	Investigación.....	56
11.1.	TIPO DE SUELO DEL PROYECTO.	56
11.2.	FALLAS GEOLÓGICAS (MAPAS ESTRATIGRAFÍA, GEOLÓGICO MICROZONIFICACIÓN).	63
11.2.1.	GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL.	64
11.2.2.	GEOLOGIA LOCAL	71
12.	GEOGRAFIA.	73
12.1.	Geografía regional del Putumayo	73
12.1.1.	Hidrografía del Putumayo	73
12.1.2.	Actividades predominantes del putumayo.....	74
12.1.3.	Agricultura.....	74
12.1.4.	Geomorfología regional	74
12.2.	Geomorfología local de Mocoa.....	76

12.3.	MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DEL ÁREA URBANA, PERIURBANA Y DE EXPANSIÓN DEL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO	78
13.	Geología estructural	79
14.	Informe de modelación ETABS	82
14.1.	DATOS DE ENTRADA.	82
14.2.	ANALISIS DE CARGA:	82
14.2.1.	Carga viva:	82
14.2.2.	Carga Muerta:	82
14.2.3.	Carga de sismo aplicando análisis modal espectral.	82
14.3.	MODELO MATEMÁTICO.	84
14.4.	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO DE DERIVAS:	85
14.5.	VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO DE RESISTENCIA DE VIGAS Y COLUMNAS	88
14.5.1.	Para las columnas	88
15.	Estudios de Vulnerabilidad Sísmica	89
15.1.	HISTORIA DE SISMOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	90
15.2.	Análisis de riesgos estructurales	93
16.	Propuesta de intervención 1	105
16.1.	Equipo de trabajo.....	106
16.1.1.	Funciones	106
17.	COSTOS DE LOS ESTUDIOS.....	108
18.	COSTOS DE LA INTERVENCIÓN OPCIÓN 1.....	109
19.	Cronograma Investigación patológica	110

20.	Diagrama de flujo investigación patológica	111
21.	Cronograma intervención opción 1.....	112
22.	Diagrama de flujo intervención opción 2	113
22.1.	PROPUESTA DE INTERVENCION 2	114
23.	COSTOS DE LA INTERVENCIÓN OPCIÓN 2.....	115
24.	Programación intervención opción 2	116
24.1.	Diagrama de Flujo intervención opción 2	117
25.	Conclusiones y recomendaciones	118
26.	Bibliografía	119
27.	Anexos	122

Tabla de imágenes

Ilustración 1	Árbol del problema institución educativa PIO XII	16
Ilustración 2	Proyecto de ampliacion Pio XII	19
Ilustración 3	Contrato EBISU S.A.S	20
Ilustración 4	Localización General Institución educativa Pio XII	21
Ilustración 5	Localización específica institución educativa Pio XII	22
Ilustración 6	Mapa ubicación Municipio de Mocoa	22
Ilustración 7	Equipo Utilizado	46
Ilustración 8	Localización de las esclerometrías de las columnas.	47
Ilustración 9	Grafico de interpretación resultados	48
Ilustración 10	Modelo Geológico vs número de golpes N SPT para vivienda.	57
Ilustración 11	Microzonificación sísmica	58
Ilustración 12	espectro elástico de aceleración de diseño	61

Ilustración 13 Espectro NSR10	62
Ilustración 14 Espectro de diseño	63
Ilustración 15 Geología regional, Mocoa	64
Ilustración 16 ubicación geológica Pio XII	72
Ilustración 17 Geomorfología regional	75
Ilustración 18 Mapa de unidades subgeomorfológicas, escala 1:25,000.....	77
Ilustración 19 Mapa geomorfológico del casco urbano de Mocoa	78
Ilustración 20 . Fallas y lineamientos geológicos que afectan el área de estudio, sobre un modelo de sombras (DEM de 5 m).	80
Ilustración 21 Espectro	83
Ilustración 22 Configuración primera planta	84
Ilustración 23 Modelo dinámico ETABS	85
Ilustración 24 Modelo dinámico estructural	88
Ilustración 25 mapa de historial de sismos en el Putumayo	92
Ilustración 26 Programación investigación patológica	110
Ilustración 27 Diagrama de flujo investigación patológica.....	111
Ilustración 28 Cronograma de intervención opción 1	112
Ilustración 29 Diagrama de flujo intervención opción 1	113
Ilustración 30 Modelo dinámico	114

Lista de tablas

Tabla 1 normativa aplicable	24
Tabla 2 Cimentación edificio	25
Tabla 3 Estructura bloque 9.....	26
Tabla 4 Resultados de laboratorio sondeos	26
Tabla 5 Localización edificaciones SENA Pasto	27
Tabla 6 Alternativas de reforzamiento	28

Tabla 7 Formato de campo	30
Tabla 8 Formato de campo	31
Tabla 9 Formato de campo	32
Tabla 10 Análisis de resultados estructurales	33
Tabla 11 Inspección visual	42
Tabla 12 Tabla de resultados esclerometría en columna A3	48
Tabla 13 Tabla de resultados esclerometría en columna B3	49
Tabla 14 Tabla de resultados en columna esclerometría C3.....	50
Tabla 15 Tabla de resultados esclerometría en columna C1.....	51
Tabla 16 Tabla de resultados Esclerometría en columnaE1 o E3	52
Tabla 17 Tabla de resultados esclerometrías Columna G4.....	53
Tabla 18 Tabla de resultados esclerometría en columna G1.....	54
Tabla 19 Ensayo SPT	56
Tabla 20Tabla A.2.4-2	59
Tabla 21 aceleraciones efectivas	59
Tabla 22 Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro	60
Tabla 23 Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.	60
Tabla 24 Valores de coeficiente de importancia	61
Tabla 25 Carga viva.....	82
Tabla 26 Carga muerta.....	82
Tabla 27 Carga de sismo.....	82
Tabla 28 Verificación de Derivas dirección x.....	86
Tabla 29 Verificación de derivas dirección Y.....	87
Tabla 30 Carga muerta.....	89
Tabla 31 Carga Viva.....	90
Tabla 32 Carga sísmica.....	90

Tabla 33 Historial de sismos	91
Tabla 34 Historia sísmica del Putumayo	92
Tabla 35 Ficha amenaza sísmica	93
Tabla 36 Ficha fachadas	94
Tabla 37 Ficha sistema estructural	95
Tabla 38 Ficha de Cubierta	96
Tabla 39 Lesiones químicas	98
Tabla 40 Ficha Fisuras y grietas	100
Tabla 41 Ficha de vulnerabilidad	101
Tabla 42 Etapas de vulnerabilidad	102
Tabla 43 Clasificación del riesgo	102
Tabla 44 Matriz de riesgos de vulnerabilidad estructural	103
Tabla 45 Matriz de vulnerabilidad	104
Tabla 46 presupuesto estudio patológico	108
Tabla 47 Costos de intervención opción 1	109
Tabla 48 Costos de intervención opción 2	115
Tabla 49 programación intervención opción 2	116
Tabla 50 Diagrama de flujo intervención opción 2	117

Resumen

El paciente de estudio como proyecto de grado es la institución educativa PIO XII en el municipio de Mocoa-Putumayo, Colombia; esta institución es de vital importancia para el desarrollo histórico de Mocoa, fue creada en 1907 como escuela primaria y 50 años después se crea la institución secundaria en 1957.

Es un paciente geriátrico que a pesar de sus mas de 65 años de haberse construido, a simple vista no presenta grandes lesiones en su estructura y arquitectura, mas sin embargo se puede observar que posee problemas estructurales de diseño y construcción, esto se debe a su antigüedad y por esto que no cumple con las normas vigentes para la construcción sismo resistente (NSR-10), lo que pone en riesgo su uso y habitabilidad ante cualquier evento sísmico.

Como primera medida se realizó una investigación profunda del paciente lo que permitió la elaboración de la historia clínica y con esto el planteamiento de ensayos de laboratorio no destructivos (esclerometrías, análisis de suelo de cimentación), con estos resultados más una modelación estructural en el Software Etabs, se sustentó de manera técnica el análisis de vulnerabilidad sísmica, lo que permitió diagnosticar el paciente como una construcción con un alto grado al colapso ante cualquier evento sísmico; se plantean entonces en base al diagnóstico una propuesta de reforzamiento estructural, presupuesto y cronograma para su ejecución; lo que permitirá alargar la vida útil de la institución educativa Pio XII del municipio de Mocoa Putumayo, Colombia.

Abstract

The study patient as a degree project is the PIO XII educational institution in the municipality of Mocoa-Putumayo, Colombia; This institution is of vital importance for the historical development of Mocoa, it was created in 1907 as a primary school and 50 years later the secondary institution was created in 1957.

It is a geriatric patient who, despite having been built for more than 65 years, at first visual inspection does not show major lesions in its structure and architecture, but, we can it be observed that it has structural design and construction problems, this is due to its age and therefore does not comply with current regulations for earthquake resistant construction (NSR-10), which puts its use and habitability at risk in the event of any seismic event.

As a first measure, an in-depth investigation of the patient was carried out, which helped the elaboration of the clinical history and with this the approach of a series of laboratory tests (sclerometry, analysis of the foundation ground,). in the construction of the structure, raceways to identify the reinforcing steel used and ferro scanner to determine the distribution of the reinforcing steel), with these results plus a structural modeling in the Etabs Software, the seismic vulnerability analysis was technically supported , which allowed the patient to be diagnosed as a construction with a high degree of collapse in the event of any seismic event; Then, based on the diagnosis, a proposal for structural reinforcement, budget and schedule for its execution are proposed; which will allow extending the useful life of the Pio XII educational institution in the municipality of Mocoa Putumayo, Colombia.

Palabras clave

Esclerometría, ferro escáner, núcleos, estructura, vulnerabilidad

1. Introducción

Uno de los principales indicadores de desarrollo de la sociedad y estandarte de la universidad Santo Tomas es la capacidad que esta tiene para impartir conocimiento generalizado sin importar credo, raza o religión; en Colombia el estado carece de presencia en las zonas más apartadas del país por múltiples razones que no son objeto del presente estudio.

Este proyecto se plantea como necesidad de evaluar el estado general de la institución educativa Pio XII en el municipio de Mocoa Putumayo, es una edificación clasificada como geriátrica por su antigüedad (mas de 50 años), posee estructura aporticada restringida en una sola dirección con una losa de entre piso nervada, la geometría de la estructura no cumple con los mínimos requeridos por la NSR-10, la cubierta está construida en asbesto cemento lo que ya implica un riesgo a la salud de los usuarios del plantel educativo, se soportada sobre cerchas en acero, la cimentación sobre la que se sustenta la estructura es un sistema de zapatas aisladas, los muros divisorios la construcción presenta falencias en el diseño estructural que pueden llevar al colapso del edificio si se presenta un evento sísmico.

Para emitir el diagnostico fue necesario realizar un levantamiento de la información en campo y un análisis multidisciplinar conjunto a la verificación la norma sismo resistente NSR-10 título A-10 norma vigente.

2. Planteamiento del problema

La institución educativa PIO XII es una edificación importante en el desarrollo histórico del municipio de Mocoa en el departamento del Putumayo, es un paciente geriátrico que cuenta con deficiencias estructurales que puede llegar a presentar colapso ante un evento sísmico, como se trata de una construcción catalogada como institucional y debido a la importancia en la formación de juventudes del departamento; nace la necesidad de realizar un estudio patológico que nos permite una visión técnica estructural del estado actual del edificio.

Este estudio patológico se enfoca en la descripción, origen y solución de las lesiones; así como en las falencias estructurales que este posee, haciendo una clasificación según su grado de severidad, para luego emitir un diagnóstico que de paso al planteamiento de las posibles soluciones para que la institución educativa PIO XII siga con su aporte educativo a departamento del putumayo.

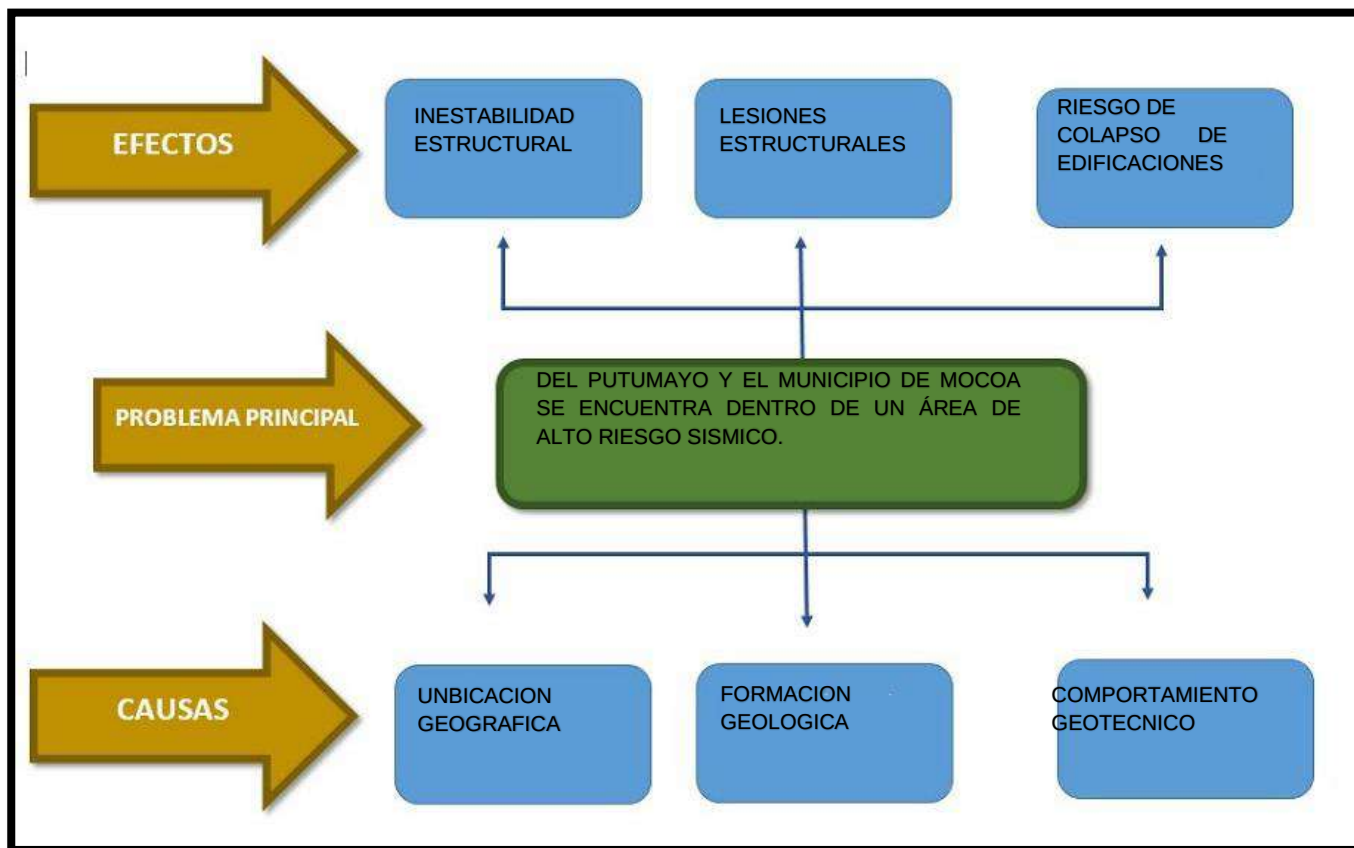


Ilustración 1 Árbol del problema institución educativa PIO XII

Fuente: Investigación propia

3. Justificación

Con el presente estudio patológico de la institución educativa PIO XII, se pretende dar solución a las fallencias estructurales y constructivas que hoy presenta la edificación; problema que preocupa a las directivas de la institución educativa, así como a la secretaria de educación del departamento ya que ante cualquier evento sísmico se pone en riesgo la vida de los estudiantes que allí reciben sus clases.

Con lo anterior se quiere minimizar los riesgos físicos a lo que los diferentes usuarios de la construcción están expuestos, mejorando la seguridad de ésta teniendo como base la normativa sismo resistente vigente NSR-10 título A-10.

4. Objetivos

4.1. General

Realizar el estudio patológico de la institución educativa Pio XII ubicada en el municipio de Mocoa- Putumayo Colombia, a partir de la adquisición de datos cualitativos y cuantitativos del paciente para emitir un diagnóstico patológico que dé solución a los problemas que la edificación presenta.

4.2. Específicos

- A partir de investigación de antecedentes del paciente elaborar la historia clínica del mismo.
- Realizar estudio de la calidad de los materiales y la estructura de la edificación a partir de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio planteados en el prediagnóstico.
- Analizar, comprender, evaluar y clasificar las diferentes lesiones presentes en la construcción.
- Diagnosticar y dar soluciones a partir del grado de vulnerabilidad sísmica del paciente.

5. Antecedentes.

La institución educativa Pio XII nace como necesidad de la construcción de una edificación en donde se puedan albergar las juventudes del Municipio de Mocoa y sus alrededores para ser formados inicialmente en educación básica primaria en 1907, cincuenta años después dadas las demandas de la sociedad se decide ampliar la cobertura al área secundaria, bajo la resolución 19 del 19 de septiembre de 19757.

El colegio posee una capacidad de 780 estudiantes junto con una planta de 80 docentes, 3 baterías baños en el primer nivel, 2 baterías en el segundo nivel, 6 salones de clase en la primera planta y 6 salones de clase en la segunda planta; a sus alrededores; la estructura esta soportada sobre una cimentación compuesta por zapatas aisladas a una profundidad de 1.20 metros; la construcción y los diseños estuvieron a cargo de la comunidad y no cumplen con ninguna normativa sismo resistente.

Desde la época de su construcción a la actualidad la institución educativa no ha presentado ningún tipo de modificación estructural ni espacial de sus instalaciones salvo en el 2017 cuando se abrió convocatoria para la ampliación de su capacidad con la construcción de aulas adicionales, finalmente en el año 2021 la unidad nacional para la gestión de riesgo y desastres UNGRD dispuso de 7.500 millones de pesos para la ampliación de 3 sedes educativas con un total de 24 aulas entre las instituciones E.I Pio XII - E.I Simón Bolívar – Alto Afán; contrato que fue adjudicado a la firma EBISU S.A.S bajo la supervisión técnica de FINDETER, el alcance del proyecto en la institución educativa.



MINISTERIO DE EDUCACIÓN	
8 Proyectos por valor de \$ 41.739 millones	
PROYECTOS FINALIZADOS (8)	
PROYECTO	VALOR (Millones)
1 Becas Programa ser Pilo Paga	\$ 1.805
2 Créditos congelados ICETEX	\$ 26.800
3 Ampliación de 3 sedes educativas en 24 aulas (E.I Pio XII -E.I Simón Bolívar - Alto Afán)	\$ 7.500
4 Intervención 3 aulas IE Bilingüe Inga	\$ 500
5 Intervención 6 aulas C.E. Kamesá	\$ 1.237
6 10.569 muebles para 20 sedes educativas	\$ 1.000
7 Mejoramiento 8 Sedes Educativas	\$ 2.064
8 Reposición de 3 aulas en IE Alto Afán Nueva Esperanza	\$ 833
TOTAL	\$ 41.739

Ilustración 2 Proyecto de ampliación Pio XII
Fuente: (UNGRD, 2021)



Ilustración 3 Contrato EBISU S.A.S
Fuente: Investigación propia

Actualmente el municipio de Mocoa cuenta con 13 colegios en su casco urbano y 9 colegios en la zona rural, para dar cobertura a preescolar, básica primaria y bachillerato.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Marco Geográfico.

El paciente es un bloque irregular de concreto armado de dos niveles, con uso institucional y con un factor de Importancia III puesto que se categoriza como Edificaciones de atención a la comunidad. Como criterio de elección se decidió por la accesibilidad y cercanía del lugar.

Paciente de estudio se encuentra localizado en la dirección Carrera 8 - 12 - 02 Barrio Olímpico en el municipio de Mocoa, departamento del Putumayo.



Ilustración 4 Localización General Institución educativa Pio XII

Fuente: (GOOGLE, 2022)



Ilustración 5 Localización específica institución educativa Pio XII

Fuente: Investigación propia

El municipio de Mocoa se encuentra al norte del departamento del Putumayo, su geomorfología es variada en donde se pueden encontrar laderas, planicies, terrenos ondulados, posee una área total de 1263 kilómetros cuadrados, y su mayor extensión esta en las zonas de montaña, en donde se encuentran las laderas de alta montaña o cordillera dadas sus altas pendientes mayores al 75%; además el municipio se encuentra ubicado en la parte alta de la cuenca del río Cascabel y el río Mocoa; el municipio tiene alturas desde los 400 a los 3200 metros sobre el nivel medio del mar.

El municipio colinda al norte con los departamentos del Cauca y Nariño; al oriente con el departamento del Cauca, al sur con el municipio de Puerto Caicedo y el Río Putumayo y al occidente con el río blanco, río Putumayo y río Tiago.



Ilustración 6 Mapa ubicación Municipio de Mocoa
Fuente: (COLOMBIA SA, 2021)

Extensión: 1263Km²

Extensión urbana: 580 Km²

Altitud cabecera municipal: 2000 y 3000 msnmm.

Temperatura promedio: 24.8°C

Distancia a Bogotá: 618 Km

6.2. MARCO LEGAL

Como marco legal se tomaron las normas y decretos legales aplicables a estudios patológicos, estos contienen las técnicas que se deben seguir para realizar intervenciones según el código sismo resistente y así mismo las especificaciones técnicas del control de calidad de los diferentes materiales.

NORMA	Descripción
Constitución política de Colombia capítulo 2 artículo 52	El deporte y la recreación forman parte de la educación y constituyen gasto público social.
PBOT MOCOA	Acuerdo 6 21 mayo 2020
Decreto 926 19 marzo 2010	Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10.
Decreto 1783 20 diciembre 2021	"Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con el estudio, trámite y expedición de las licencias urbanísticas y se dictan otras disposiciones"
NTC 126	Solidez
NTC 129	Toma de muestras de agregados
NTC 77	Tamizaje agregados finos y gruesos
NTC 3773	Inspección petrográfica agregados para el concreto
NTC 1527	Resistencia a la compresión inconfiada de suelos
NTC 1528	Masa unitaria del terreno
NTC 1495	Contenido de agua (humedad)
NTC 1493	Limite plástico del suelo
NTC 5551	Durabilidad del concreto
NTC 2275	Evaluación de resultados de resistencia a ensayos a concretos
NTC 174	Gradación para agregados para concreto
ASTMC 150	Cemento portland
ASTMC 5995	Caracterización
ASTMC 597	Propagación ultrasonido a través del concreto
ASTMC 876	Potencial de corrosión
ASTMC 881	Uniones con resina epoxi
ASTMC 1567	Determinación de potencial Alkali Silica
ASTMC 1105	Penetración del agua en el concreto

Tabla 1 normativa aplicable
Fuente: Investigación propia

7. MARCO TEORICO

El sustento teórico de la investigación patológica de la institución educativa pio XII se basa en 3 investigaciones similares a instituciones educativas llamadas “VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA, TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA” (Universidad Nacional de Colombia, 2011); “ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO DE LAS SEDES – SENA PASTO” (CONSORCIO AMP Y P&D, 2015) y “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES INDISPENSABLES DEL GRUPO III SECTOR EDUCACIÓN UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS, RISARALDA” (Herrera Mesa, Manyoma Rentería, & Duarte Ruiz).

7.1. Vulnerabilidad sísmica y patológico de la institución universitaria, tecnológico de Antioquia

La institución universitaria tecnológico de Antioquia inicia labores en 1987, tuvo su origen en el Centro Educacional Femenino de Antioquia, en 1982 se inicial clases en educación especial, preescolar y básica.

En el año 2008 se construyen obras de infraestructura para la institución educativa, biblioteca, adecuaciones físicas de las zonas aledañas, refacciones del bloque 10, además de la construcción de otros edificios.

La institución presenta lesiones como fisuras, fracturas en sus muros, lo que denota la necesidad de la elaboración de un estudio patológico; para dicho estudio patológico se tomaron muestras de suelo, se tomaron núcleos de las fisuras, se hizo un auscultamiento de la cimentación y verificación del suelo de soporte.

La cimentación del edificio es tipo zapatas corridas y posee una viga de cimentación como se muestra en la imagen a continuación.

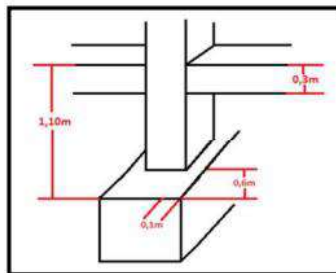


Tabla 2 Cimentación edificio
Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2011)

La estructura del edificio es aporticada con columnas de 30 x 30 y vigas cerradas rectangulares de 25 x 40, como se muestra en la imagen a continuación.



Tabla 3 Estructura bloque 9
Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2011)

De los sondeos se extrajio muestras del material de soporte y se le realizaron los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límite de atterberg
- Compresión
- Expansión simple

Se obtuvieron los siguientes resultados

Muestra	Profundidad (m)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL (%)	IP (%)	Clasificación	Expansión (%)	γ _h (kN/m ³)	E (kPa)	q _u (kPa)
AP1 M1	1,4	0	61,3	38,7	46	18	CL - ML	65			
AP1 M2	2,0	0	30,5	69,5	66	34	CH - MH	60			
AP1 M3	2,0	0	30,3	69,7	63	30	CH - MH	85			
AP2 M1	0,6	0	95,6	4,4			SP				
AP2 M2	1,3	0	89,5	10,5			SW - SC - SM				
AP3 M2	1,9				53	17	MH	45			
AP3 M2	1,9							60			
AP4 M1	1,7				66	37	CH		18,5	261,0	356,0
AP5 M1	2,2	0	42,4	57,6	56	29	CH - MH				
AP6 M1	2,5	65	12,2	22,9	33	10	ML				

Tabla 4 Resultados de laboratorio sondeos
Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2011)

Como resultado el estudio patológico concluye que las edificaciones están presentando lesiones debido a diferentes causas, falencias estructurales, presencia de suelos arcillas expansibles, mala calidad de los materiales de construcción empleados, así como su proceso constructivo, se recomienda realizar estabilización de cimentación y refuerzos estructurales.

7.2. Análisis De Vulnerabilidad Sísmica Y Reforzamiento De Las Sedes – Sena Pasto

La sede pasto del SENA se compone de 47 edificaciones, distribuidas en 46 construcciones de un piso y una construcción de dos pisos, el sistema estructural de algunas de estas está compuesto por pórticos metálicos y celosías, otros de pórticos de concreto reforzado y mampostería simple o confinada; en total el área construida es de 14136.4m².

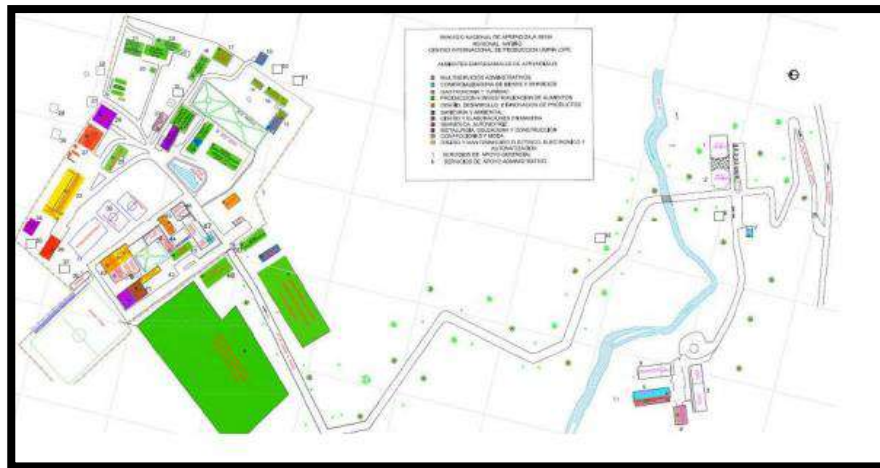


Tabla 5 Localización edificaciones SENA Pasto
Fuente: (CONSORCIO AMP Y P&D, 2015)

El objeto de este análisis fue evaluar la estabilidad sísmica de las edificaciones que componen el SENA sede pasto, a cada una de las edificaciones se les realizó un levantamiento arquitectónico estructural, y se recopiló información de su cimentación, así como el acero de refuerzo empleado en las estructuras de concreto reforzado; esto con el fin de construir modelos digitales de análisis estructural.

El estudio patológico de vulnerabilidad sísmica de la sede SENA pasto dio como resultado que algunas edificaciones presentan alto riesgo de colapso y deben ser reforzadas para aumentar su seguridad; las edificaciones cuyo sistema estructural se basa en mampostería simple, se solicitó que fuera reforzado mediante mampostería confinada; las edificaciones que cuentan con sistema estructural de pórticos en concreto reforzado se solicitó ampliar las secciones de las columnas mediante un recalce; las construcciones que poseen estructura metálica fueron reforzadas con arrostramiento concéntrico; adicional se entregó una tabla en donde se describen otras alternativas de refuerzo que podrán ser consideradas por el cliente; la tabla se relaciona a continuación.

EDIF#	DESCRIPCION ESTRUCTURAL	ISE	IFL	H&S	OPINION CONSORCIO
21	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	1.977	0.783	MODERADO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
24	MET01 - COLUMNAS EN CELOSIA	0.176	0.092	LIGERO	DIAGONALES METALICAS PERIMETRALES *MUROS EN CONCRETO REFORZADO (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
25	CON01 - COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO	1.111	0.304	LIGERO	*MUROS EN CONCRETO REFORZADO (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
26	CON01 - COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO	0.586	0.309	LIGERO	DIAGONALES METALICAS *ENCHAJETAMIENTO DE ELEMENTOS VERTICALES (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
29	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	0.610	0.125	LIGERO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
32	CON01 - COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO	0.151	0.311	LIGERO	*DEMOLER
37	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	63.678	6.304	LIGERO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
40	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	2.097	1.868	MODERADO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
41	CON01 - COLUMNAS DE CONCRETO REFORZADO	1.348	0.656	LIGERO	DIAGONALES METALICAS *ENCHAJETAMIENTO DE ELEMENTOS VERTICALES (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
43	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	2.607	0.257	MODERADO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
44	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	0.604	0.293	LIGERO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)
45	MAM01 - MUROS DE LADRILLO TOLETE DE ARCILLA - SILICAL O CONCRETO	1.606	1.590	MODERADO	PORTICOS EN CONCRETO *MUROS CONFINADOS (SISTEMA ELEGIDO POR MENORES COSTOS)

Tabla 6 Alternativas de reforzamiento
Fuente: (CONSORCIO AMP Y P&D, 2015)

7.3. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo iii sector educación ubicados en el municipio de Dosquebradas, Risaralda

Este estudio se presentó como necesidad de evaluar el índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del grupo III del sector de educación del municipio de Dosquebradas Risaralda, se propuso a partir de conocimientos patológicos metodológicos y modelaciones, realizar el diagnostico de las instituciones educativas principales Juan Manuel González – Juan Pablo Sexto – Empresarial; a través de la identificación de aspectos técnicos constructivos y de diseño de las edificaciones y su evaluación ante los requerimientos establecidos por la (NSR-10) Norma de Sismo Resistencia Colombiana.

En el informe se presentan los siguientes formatos de recolección de información.

FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL			
Febrero-2011			
Fecha: Hora: Duración visita: Clave:			
Nombre del evaluador: ☐ Ingeniero o arquitecto ☐ Estudiante Ing/Arq			
INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE			
Nombre del inmueble:			
Nombre del edificio/cuerpo/palera: (usar un formato por cada edificio/cuerpo/palera)		Coordenadas: (N, O, mar/m)	
Cella y número:			
Colonia/Barrio:		Código postal:	
Localidad (pueblo/ciudad):		Delegación/Municipio:	
Referencias:		Estado:	
Persona contactada/propietario:		Cargo o función:	
Teléfono: + ()		Fax: Correo electrónico:	
USO (Anotar % de área para cada uso, debe sumar 100%)			
1- Habitacional ☐ Vivienda Multifamiliar ☐ Hotel ☐ Dormitorio	2- Educativo ☐ Preescolar ☐ Primaria ☐ Secundaria ☐ Superior ☐ Biblioteca ☐ Museo	3- Recreación ☐ Centro social ☐ Templo religioso ☐ Gimnasio ☐ Salón de baile/juego ☐ Cine/Teatro/Auditorio ☐ Estadio	4- Comunicaciones y transportes ☐ Terminal de pasajeros ☐ Terminal de carga ☐ Estacionamiento ☐ Aeropuerto/Puerto ☐ Correo / Telégrafo / Teléfono ☐ Radio / Televisión ☐ Antena transmisora
Estructura GRUPO: ☐ A ☐ B1 ☐ B2 ☐ C			
2- Oficinas / Comercio ☐ Oficinas ☐ Tienda ☐ Mercado ☐ Restaurante	3- Salud / Social ☐ Hospital ☐ Clínica ☐ Asilo ☐ Estancia infantil	4- Industrial ☐ Fábrica ☐ Taller ☐ Bodega ☐ Generac. eléctrica ☐ De combustibles	5- Otros ☐
Ocupación: ☐ Habitada en uso ☐ Abandonada/descapada ☐ Desalojada por daños			
Número de ocupantes o capacidad de personas:			
TERRENO Y CIMENTACIÓN			
Topografía ☐ Planicie ☐ Ladera de cerro ☐ Rivera riachuelo ☐ Fondo de valle ☐ Depósitos lacustres ☐ Costa	Tipo suelo ☐ Arcilla muy blanda ☐ Limos o arcillas ☐ Granular suelto ☐ Granular compacto ☐ Rocas	SUELO ☐ Blando ☐ Transición ☐ Firme	Cim. Superficial ☐ Zapatas aisladas ☐ Zapatas corridas ☐ Cimiento de piedra ☐ Losa ☐ Cajón
Nivel freático: m		Pendiente del terreno: %	
Distancia a río / lago / mar: m			
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA			
No. de niveles, n = No. de sótanos:		Año de construcción: Año rehabilitación:	
Área del terreno: m ² Recarga acuífera: % Área de la planta tipo: m ²		Dimensiones Generales: X = Frente: m Y = Fondo: m Altura Planta baja: m Altura entrepisos: m No. cajones estacionamiento: No. elevadores: No. escaleras independientes:	
Apéndices en azotea (escaleras / elevador / cuarto azotea) ☐ Mezanina (losa intermedia que no cubre toda la planta) ☐ Piso a media altura (de los entrepisos tipo) ☐ Escalera externa ☐ Semi sótano (primer sótano a medio nivel de calle)		Instalaciones ☐ Elevador ☐ Eléctrica ☐ Agua potable ☐ Alcantarillado ☐ Gas ☐ Otro:	
PLANTA 		ELEVACIÓN 	
<<logotipos de instituciones participantes>>			

Tabla 7 Formato de campo
Fuente: (Bedoya, 2022)

VULNERABILIDAD																																																																																																																																																				
Posición en manzana: ☐ Esquina ☐ Medio ☐ Aislado																																																																																																																																																				
Irregularidad en planta ☐ Asimétrico (efectos de torsión) ☐ Aberturas en planta > 20 % (área o longitud) ☐ Longitud entrantes/salientes > 20 % ☐ En "L" u otra geometría irregular		Irregularidad en elevación ☐ Planta baja flexible ☐ Marcos o muros no llegan a la cimentación ☐ Columnas cortas ☐ Reducción de la planta en pisos superiores ☐ Apoyos a diferente nivel (adidas) ☐ Sistemas de entrepiso inclinados ☐ Grandes masas en pisos superiores ☐ Arreglo irregular de ventanas en fachada																																																																																																																																																		
Otras fuentes de vulnerabilidad ☐ Conexión excéntrica trabe-columna ☐ Pendulo invertido/una sola hilera de columnas ☐ Un elemento resiste más del 35 % del sismo		Edificio vecino crítico No. de pisos: _____ Separación: _____ cm Uso no: _____ ☐ Columna débil-viga fuerte ☐ Marcos ☐ Sin daño ☐ Muros ☐ Daño medio ☐ Otro ☐ Daño severo ☐ Pisos a diferente altura																																																																																																																																																		
SISTEMA ESTRUCTURAL																																																																																																																																																				
Material en muros ☐ Concreto reforzado ☐ Concreto prefabricado ☐ Tablón de concreto (macizo) ☐ Bloque de concreto (20x40 cm) ☐ Ladrillo de barro macizo ☐ Tabique de arcilla hueco ☐ Paneles con capa de mortero ☐ Madera ☐ Piedra ☐ Adobe ☐ Bahareque (ramas/leño) ☐ Material precario (desho) ☐ Alminabentón/desho ☐ Otro: _____		Sección de elementos predominantes Forma Rectangular Circular Tubo circular Secc. H / I Cajón Secc. L Armadura Material Concreto Acero Prefabricado Madera Sección Columnas Traves Principales Traves Secundarias Diagonales Ejemplo: $b \times h$ $\varnothing = D$ $b \times h$ $b \times ht$ $b \times ht$ $2L \times b \times ht$																																																																																																																																																		
Refuerzo en la mampostería ☐ Sin refuerzo ☐ Mampostería confinada ☐ Mampostería mal confinada <i>(sin refuerzo en puertas/ventanas)</i>		☐ Con refuerzo interior ☐ Otro: _____																																																																																																																																																		
ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Planta</th> <th colspan="2">Niveles</th> <th colspan="2">Sótano</th> <th colspan="2">Apéndice</th> <th colspan="2">Cubos</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Baja</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Marcos</td> <td>Acero</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Conc. prefabricado</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Colc. y losa plana</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Contrav.</td> <td>Acero</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Cubre varios pisos</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Cables</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Muros</td> <td>De carga mampostería</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>Diáfragma mampost.</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>De concreto</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>con vigas de acoplamiento:</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> </tbody> </table>			Planta		Niveles		Sótano		Apéndice		Cubos			Baja	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	Marcos	Acero	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concreto	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Conc. prefabricado	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Colc. y losa plana	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Contrav.	Acero	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concreto	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cubre varios pisos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cables	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Muros	De carga mampostería	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Diáfragma mampost.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	De concreto	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	con vigas de acoplamiento:	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	SISTEMA DE PISO / TECHO Sistema de piso ☐ Losa apoyada en traves ☐ Losa plana (sin traves) ☐ Vigas y piso de madera ☐ Vigas y enladrillado <i>(bóveda catenaria)</i> ☐ Vigas, largueros y cubierta ☐ Armaduras y cubierta ☐ Armaduras 3D ☐ Arcos de mampostería Losa de concreto ☐ Maciza ☐ Aligerada (retícula) ☐ Prefabricada de concreto ☐ Viguetas y bovedilla ☐ Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero) Espesor total: _____ cm Capa compresión: _____ cm Distancia a ejes de: Traves secundarias: _____ cm Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm Largueros: _____ cm Armaduras ☐ De acero ☐ De madera ☐ Perfil variable Claro: _____ m. Perfil: _____ m Separación armaduras: _____ m Sección cuerdas: _____ Secc. diagonales: _____ Cubierta de techo ☐ Igual a sistema de piso ☐ Lámina metálica ☐ Lámina de asbesto/plástico ☐ Cantón o desecho ☐ Paneles ☐ Madera ☐ Paja ☐ Teja Tipo de anclaje y separación: _____ Forma de la cubierta ☐ Techo plano horizontal ☐ Inclinado pendiente: _____ % ☐ Bóveda cilíndrica $\varnothing =$ _____ m ☐ Cúpula $\varnothing =$ _____ m	
	Planta		Niveles		Sótano		Apéndice		Cubos																																																																																																																																											
	Baja	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y																																																																																																																																										
Marcos	Acero	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Concreto	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Conc. prefabricado	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Colc. y losa plana	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
Contrav.	Acero	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Concreto	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Cubre varios pisos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Cables	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
Muros	De carga mampostería	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	Diáfragma mampost.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	De concreto	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
	con vigas de acoplamiento:	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐																																																																																																																																										
Planos: ☐ Arquitectónico ☐ Estructural ☐ Memoria de cálculo ☐ Autoconstrucción (sin cálculo) Especificar: _____																																																																																																																																																				
REHABILITACIÓN																																																																																																																																																				
Tipo ☐ Arquitectónicas ☐ Reparación estruct. ☐ Refuerzo ☐ Reestructuración		Técnicas empleadas ☐ Recimentación ☐ Encamisado concreto ☐ Encamisado acero ☐ Muros: malla y mortero ☐ Contraviento ☐ Adición de muros concreto ☐ Adición muros mampostería ☐ Contrafuerzas externos ☐ Fibra carbono / sintéticos ☐ Otro																																																																																																																																																		
Descripción breve: _____																																																																																																																																																				

Tabla 8 Formato de campo
Fuente: (Bedoya, 2022)

EVALUACIÓN DE DAÑOS																																																																				
Problemas geotécnicos ☐ Grietas en el terreno circundante ☐ Hundimientos diferenciales ☐ Deslizamiento de ladera ☐ Socavación o Erosión		☐ Liquefacción de arenas ☐ Hundimiento (-) o emersión (+) general = _____ cm ☐ Inclinación del edificio: _____ %		Estructura ☐ Colapso total		Colapso parcial ☐ Techo ☐ Planta baja ☐ Piso intermedio ☐ Sección del edificio _____ % ☐ Choque con edificio vecino																																																														
Daños máximos observables																																																																				
Anotar la clave de entrepiso (N1, N2, ..., S1...)																																																																				
Tipo de daño y características 1- Colapso / daño generalizado 2- Grietas inclinadas (por cortante) 3- Grietas normales al eje (por flexión) 4- Aplastamiento concr. y barras expuestas 5- Fractura refuerzo longitudinal 6- Fractura refuerzo transversal o estribos 7- Pandeo de barras a compresión 8- Pandeo de placas 9- Pandeo global o inestabilidad 10- Falla de soldadura 11- Falla de conectores (tornillos/remaches) 12- Corrosión del acero Armado del elemento (de concreto) Distancia entre estribos / alfileres _____ cm Sección del elemento Ejemplos de datos que se pueden recabar:	Columnas b x h / Ø	Trabes b x h / d x b1, b2	Muros mampostería t, h x t	de concreto t	Contraviento b x h / d x b1, b2	Conexiones b x h																																																														
Sistema de piso / techo ☐ Colapso ☐ Grietas: alrededor de columnas al centro del claro sobre las trabes en las esquinas del tablero anchura máxima: _____ mm	Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Grave</th> <th style="text-align: center;">Medio</th> <th style="text-align: center;">Clave de entrepiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Columnas</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Trabes</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Muros concreto X</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Muros concreto Y</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Muros mampostería X</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Muros mampostería Y</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Contraventos</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> <tr> <td>Conexiones</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> </tbody> </table>				Grave	Medio	Clave de entrepiso	Columnas	[]	[]	[]	Trabes	[]	[]	[]	Muros concreto X	[]	[]	[]	Muros concreto Y	[]	[]	[]	Muros mampostería X	[]	[]	[]	Muros mampostería Y	[]	[]	[]	Contraventos	[]	[]	[]	Conexiones	[]	[]	[]	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Daño grave</th> <th style="text-align: center;">Medio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Colapso</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grietas por cortante > 2 mm</td> <td style="text-align: center;">> 1 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grietas por flexión > 5 mm</td> <td style="text-align: center;">> 2 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pandeo general</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pandeo de placas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pandeo o fractura del refuerzo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grietas por cortante > 5 mm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">> 2 mm</td> </tr> <tr> <td>G. inclinada en castillo > 1 mm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </tbody> </table>			Daño grave	Medio	Colapso			Grietas por cortante > 2 mm	> 1 mm		Grietas por flexión > 5 mm	> 2 mm		Pandeo general			Pandeo de placas			Pandeo o fractura del refuerzo			Grietas por cortante > 5 mm		> 2 mm	G. inclinada en castillo > 1 mm		---
	Grave	Medio	Clave de entrepiso																																																																	
Columnas	[]	[]	[]																																																																	
Trabes	[]	[]	[]																																																																	
Muros concreto X	[]	[]	[]																																																																	
Muros concreto Y	[]	[]	[]																																																																	
Muros mampostería X	[]	[]	[]																																																																	
Muros mampostería Y	[]	[]	[]																																																																	
Contraventos	[]	[]	[]																																																																	
Conexiones	[]	[]	[]																																																																	
	Daño grave	Medio																																																																		
Colapso																																																																				
Grietas por cortante > 2 mm	> 1 mm																																																																			
Grietas por flexión > 5 mm	> 2 mm																																																																			
Pandeo general																																																																				
Pandeo de placas																																																																				
Pandeo o fractura del refuerzo																																																																				
Grietas por cortante > 5 mm		> 2 mm																																																																		
G. inclinada en castillo > 1 mm		---																																																																		
DAÑOS EN OTROS ELEMENTOS																																																																				
Exteriores ☐ Vidrios ☐ Torres de anuncios ☐ Acabados ☐ Fachadas ☐ Balcones		Interiores ☐ Pretiles ☐ Tanques elevados ☐ Bardas ☐ Otros: _____		☐ Muros divisorios o particiones ☐ Cielos rasos/plafones ☐ Lámparas ☐ Escaleras ☐ Elevadores ☐ Instalaciones (Gas, Eléctrica, etc.) ☐ Detonantes tóxicos																																																																
CROQUIS DEL INMUEBLE																																																																				
(Marcar el Norte)																																																																				

Tabla 9 Formato de campo
Fuente: (Bedoya, 2022)

Institución Educativa	Bloques	Sistema Estructural		Posee Columna		Posee Vigas		Posee Planos		Posee Irregularidad		# de Pisos	
		Pórtico	Muros E.	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	1 Piso	2 piso
Colegio empresarial	4	4	0	4	0	4	0	4	0	0	4	0	4
Pablo Sexto	2	2	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	2
Juan Manuel González	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Total	7	7	0	7	0	7	0	7	0	0	7	0	7

Tabla 10 Análisis de resultados estructurales
Fuente: (Bedoya, 2022)

Luego de realizar las validaciones y recolección de datos en campo se realizaron modelaciones estructurales y se concluyó que:

- La mayoría de las edificaciones estudiadas no cuentan con soportes técnicos de su diseño y construcción lo que impide dar un diagnóstico exacto de cómo o cuando o bajo que norma se basaron para su construcción.
- El 100 % de las edificaciones son estructuras aporticada en concreto reforzado, todas las construcciones.
- Todas las construcciones presentan lesiones en sus fachadas
- Todas las construcciones luego del análisis de modelación en el software ETABS el 100% cumplen con los índices de sobre esfuerzos mínimos requeridos por la NSR-10.

8. Alcances y limitaciones

8.1. Alcances

El alcance del presente estudio patológico estructural es diagnosticar las fallencias estructurales presentes en la institución educativa Pio XII de Mocoa Putumayo, a partir de la recolección e inspección en campo de las diferentes lesiones presentes, de esta manera poder plantear ensayos de laboratorio no destructivos por solicitud expresa del rector de la institución y de la secretaria de educación del departamento, una vez se tengan los resultados y se clasifique la información se elaboran modelos estructurales a través del software ETABS quien nos brindara información consistente para diagnosticar la edificación para así plantear alternativas de reforzamiento y rehabilitación estructural.

Todo irá acompañado de una investigación técnica extraída de los diferentes datos abiertos disponibles por los entes competentes.

8.2. Limitaciones

Tenemos como una de las limitaciones principales la obligación de no realizar ensayos destructivos a los elementos estructurales de la institución, por ende, se debe recurrir a esclerometrías para determinar la resistencia del concreto empleado en la estructura sin afectar la integridad de la misma; si bien este tipo de ensayo puede ser en oportunidades no muy fiable, todo dependerá de la experticia del laboratorista para la adquisición de la información.

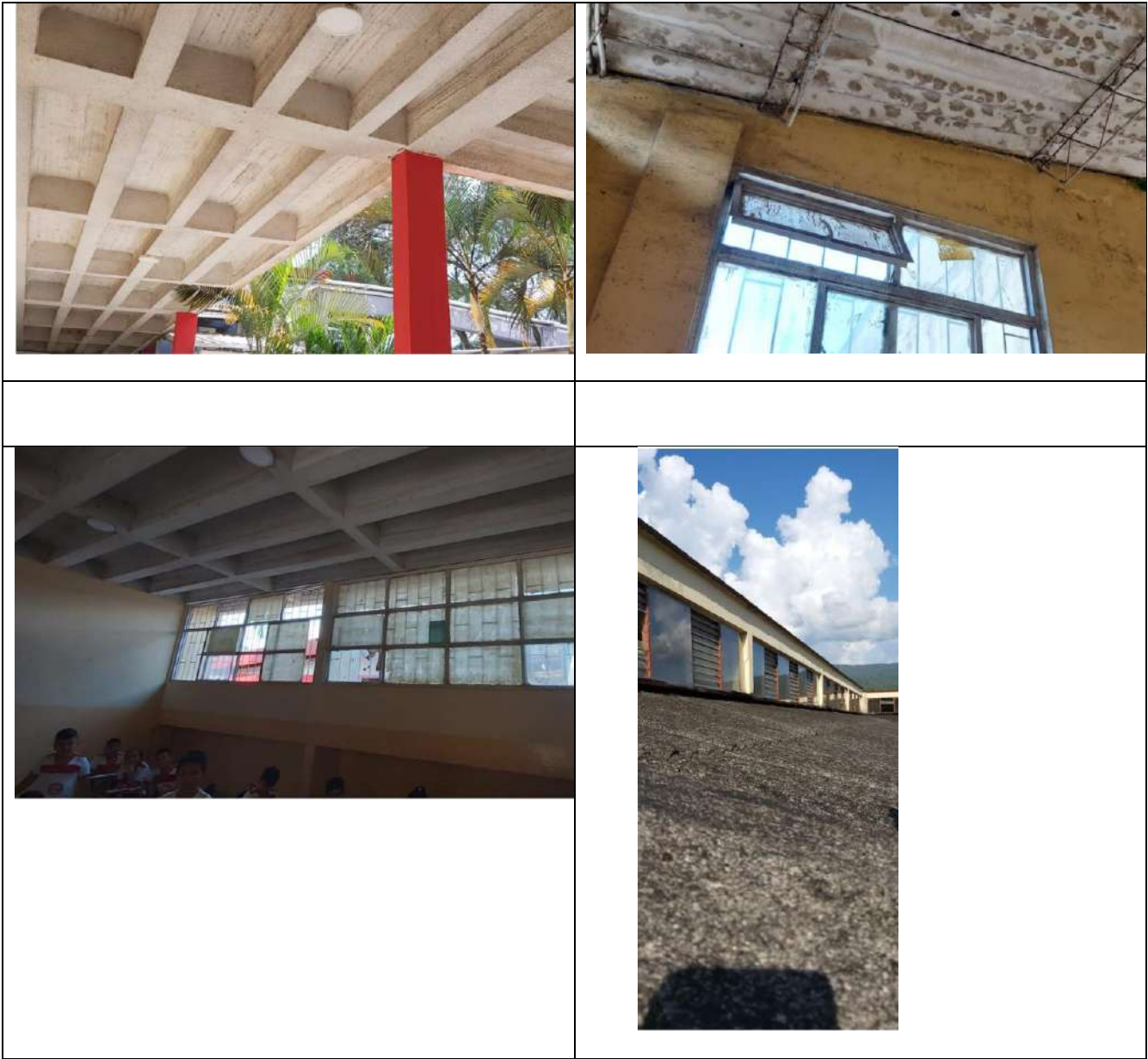
9. Metodología

Para cumplir con los objetivos planteados se requiere de siete etapas; visitas a campo para identificación visual de las lesiones y falencia estructurales, investigación y antecedentes del paciente de estudio, prediagnóstico del paciente y planteamiento de ensayos de laboratorio, toma de muestras de campo, modelación, análisis de resultados, diagnóstico y propuesta de reforzamiento y rehabilitación estructural.

9.1. Visitas a campo inspección visual de falencias estructurales y lesiones presentes

9.1.1. Estructura



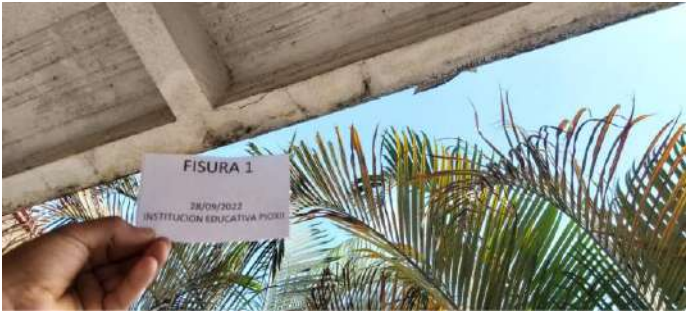
9.1.2. HUMEDADES

	
Humedad 1	Humedad 2
	
Humedad 3	
	

HUMEDAD 4	HUMEDAD 5
	
HUMEDAD 6	HUMEDAD 7
	
HUMEDAD 8	HUMEDAD 9
	
HUMEDAD 10	HUMEDAD 11

	
HUMEDAD 12	HUMEDAD 13
	
HUMEDAD 14	HUMEDAD 15
	
HUMEDAD 16	

9.1.3. FISURAS

	
FISURA 1	FISURA 2

9.1.4. GRIETAS.

	
GRIETA 1. Grieta sobre viga.	GRIETA 2

	
GRIETA 3	GRIETA 4
	
GRIETA 5	GRIETA 6
	
GRIETA 7	GRIETA 8

9.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL E INFORMACIÓN PRELIMINAR.

La estructura para evaluar es una edificación construida en el año 1965 (califica como geriátrico), ha sido de uso institucional y actualmente se dan clases de los grados de secundaria del nivel académico, bachiller. La edificación en cuestión se encuentra localizada en el municipio de Mocoa Putumayo, norte del casco urbano.

	
Sistema de losa nervada en una sola dirección, observar que llegan los nervios directamente sobre el pórtico plano	Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.
	
Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.	Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.

Tabla 11 Inspección visual
Fuente: Investigación propia

9.3. DETALLES CONSTRUCTIVOS OBSERVADOS

9.3.1. Sistema estructural:

- Sistema aporticada en concreto armado en una dirección.
- El sistema de resistencia sísmica solo existe en una dirección, en el otro eje no existen conexiones mediante vigas
- Los pórticos planos son unidos mediante la losa nervada orientada ortogonalmente al plano de los pórticos.

9.3.2. Dimensiones y materiales de los elementos estructurales.

- Vigas: 33x39
- Columnas: 22x30
- Se presume que el refuerzo en acero dada la antigüedad de la construcción ha de ser acero liso.
- Se presume que el concreto que conforma los elementos estructurales es de 21Mpa.
- **Observaciones:** Las columnas no respetan las dimensiones mínimas de acuerdo al capítulo C.21.6 de la NSR-10, denominado “Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)”. En el aparte **C.21.6.1.1** *“La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m²”.*

9.3.3. Cubierta

La cubierta está construida a través de un sistema de cerchas que sirve de correas que soportan el tejado en asbesto cemento, el drenaje de la cubierta es a una sola agua, como elementos colectores se encuentran canales tipo U en acero galvanizado que a su vez descargan a tuberías en PVC. Cabe la pena recordar que el uso de asbesto cemento esta prohibido por los daños que causa a la salud ya que se considera un material cancerígeno.

9.3.4. Cimentación

La construcción se encuentra soportada por un sistema de zapatas aisladas de donde se desprenden las columnas de 22cm x 30 cm que sostienen el edificio.

9.3.5. Losa

La losa de entepiso es una losa nervada en una sola dirección.

- **Observación:** Como se comentaba cuanto a los materiales se presume que la resistencia del concreto sea de 21Mpa y por la antigüedad de la construcción probablemente el acero estructural utilizado, sea acero liso.

9.4. Lesiones encontradas

Debido a la antigüedad de la construcción se cataloga como un paciente geriátrico; este presenta Grietas, Fisuras y humedades; hay algunos procesos de carbonatación del concreto; para mayor entendimiento de las lesiones encontradas en un capítulo posterior se relacionan las fichas del levantamiento respectivo a las lesiones del edificio.

9.4.1. Grietas

Las grietas que se presentan en la edificación obedecen a lesiones mecánicas causadas quizás por asentamientos del edificio a raíz de la descompensación del suelo de soporte ya que no se observa ningún tipo de lesión asociada a una patología diferente tal como, falla de la cimentación o de la estructura, además el edificio fue concebido para uso institucional y el cual no ha cambiado a través de los años, para corroborar dicha hipótesis se requiere realizar apiques que nos confirmen el pre diagnóstico de este tipo de lesión.

9.5. Fisuras

Las fisuras que se presentan en la edificación obedecen al asentamiento de los mampuestos que conforman los muros divisorios debido a la fatiga del material dicha fatiga es causada por la presencia de humedad capilar presente en la base de los mismos.

9.6. Carbonatación

Los procesos de carbonatación que se presentan en la construcción son lesiones químicas causadas por una reacción química del concreto, la humedad del ambiente y el dióxido de carbono presente en el aire, lo cual hace que se pierda considerablemente el PH del concreto de la estructura, más sin embargo en este paciente la carbonatación se presenta de manera mínima y aislada solo en algunas zonas específicas por lo cual no se compromete por ahora la estabilidad de la edificación.

9.7. Humedades

En la edificación se presentan 3 tipos de humedades; humedad capilar, humedad por condensación, y humedad por filtración; en el caso específico de este paciente las humedades presentes no comprometen la estabilidad de la estructura.

10. ESCLEROMETRIAS

Las esclerometrías se tomaron a las columnas A3, B3, C3, C1 Y E1, G4 Y G1. El instrumento utilizado para este fin es el esclerómetro, previamente calibrado por CONTROLS, Modelo 58-c0181/C Serial nr. 18001782.



Ilustración 7 Equipo Utilizado

Fuente: Investigación propia

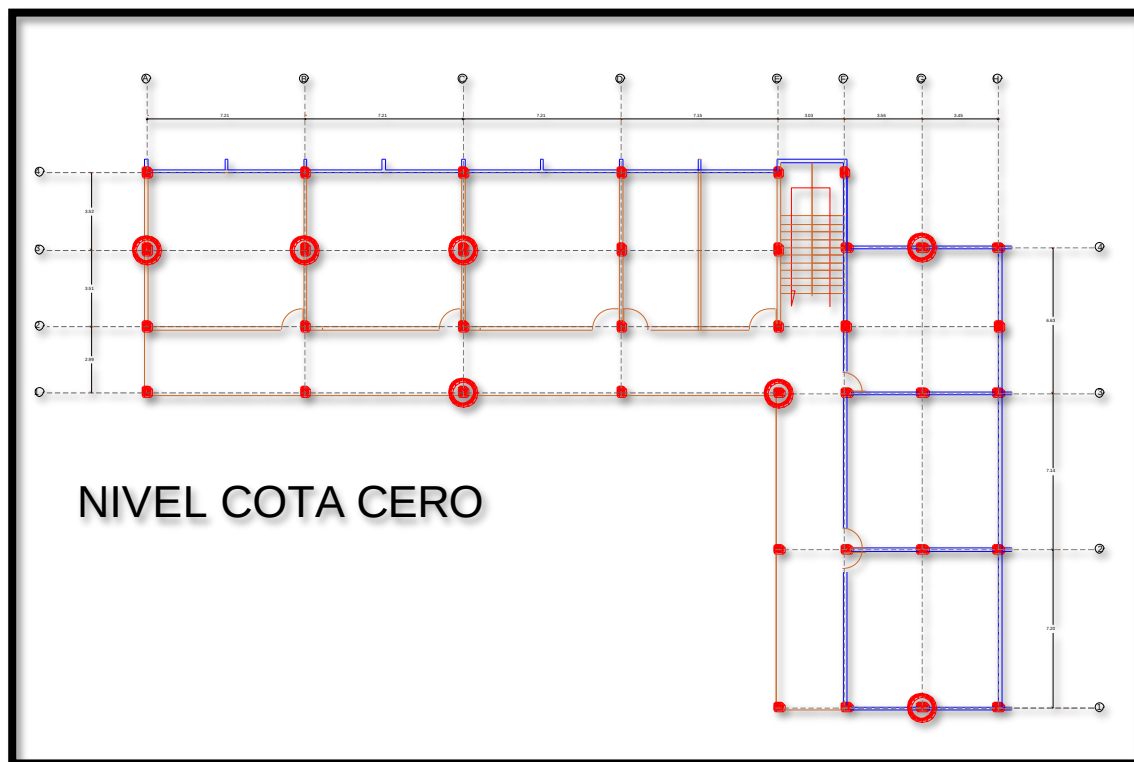


Ilustración 8 Localización de las esclerometrías de las columnas.

Fuente: Investigación propia

10.1. PROCEDIMIENTO.

Antes de iniciar con el ejercicio de la esclerometría, se debe dejar al descubierto el concreto natural de la columna, para lo cual se deberá retirar repellos y capas de pintura de aplicación. Se toman ocho muestras del mismo elemento estructural para efectos de aplicar un análisis estadístico, para cada resultado existe una media de dispersión de más o menos seis y seis punto cinco. La posición utilizada para la ejecución del ensayo fue posición horizontal.

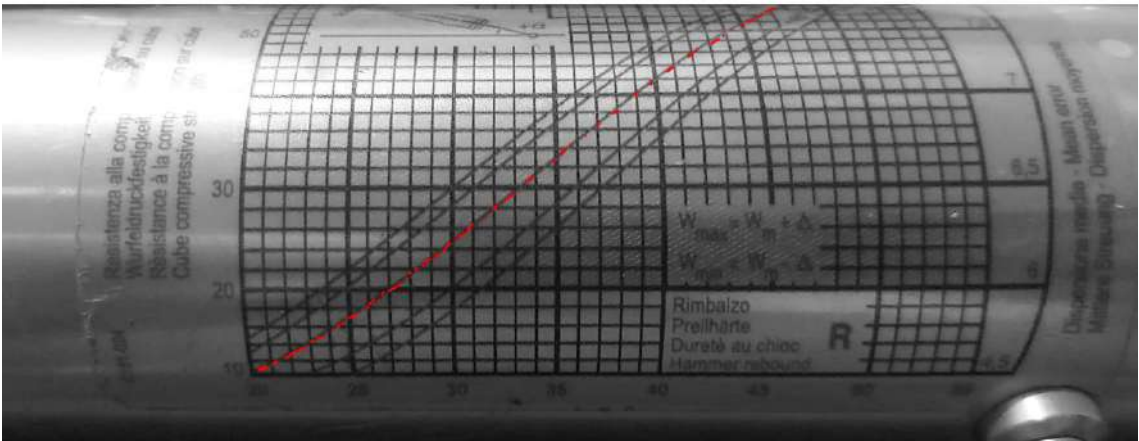


Ilustración 9 Grafico de interpretación resultados
Fuente: Investigación propia

10.1.1. ESCLEROMETRIA COLUMNA A3.

Esclerometría				
Columnas A3	Valor	Dispersión+-	Wmax	Wmin
E1	35			
E2	37			
E3	35			
E4	37			
E5	36			
E6	37			
E7	30			
E8	37			
E9	33			
Valor Promedio	35.2			
fc Mpa (Wm)	32	6.5	38.5	25.5
Lo más probable es que el valor para este elemento es de 25.5Mpa				

Tabla 12 Tabla de resultados esclerometría en columna A3
Fuente: Investigación propia

10.1.2. ESCLEROMETRIA COLUMNA B3.

Esclerometría				
Columnas B3	Valor	Dispersión+-	Wmax (Mpa)	Wmin (Mpa)
E1	37			
E2	39			
E3	38			
E4	37			
E5	38			
E6	39			
E7	39			
E8	36			
E9	36			
Valor Promedio	37.7			
fc Mpa (Wm)	36	6.5	42.5	29.5
Lo más probable es que el valor para este elemento es de 29.5Mpa				



Tabla 13 Tabla de resultados esclerometría en columna B3
Fuente: Investigación propia

10.1.3. ESCLEROMETRIA COLUMNA C3.

Esclerometría				
Columnas C3	Valor	Dispersión+-	Wmax (Mpa)	Wmin (Mpa)
E1	36			
E2	34			
E3	36			
E4	35			
E5	37			
E6	36			
E7	34			
E8	38			
E9	34			
Valor Promedio	35.6			
fc Mpa (Wm)	32	6.5	38.5	25.5
Lo más probable es que el valor para este elemento es de 25.5Mpa				



Tabla 14 Tabla de resultados en columna esclerometría C3

Fuente: Investigación propia

10.1.4. ESCLEROMETRIA COLUMNA C1.

Esclerometría				
Columnas C1	Valor	Dispersión+-	Wmax	Wmin
E1	39			
E2	38			
E3	39			
E4	39			
E5	38			
E6	34			
E7	36			
E8	35			
E9	37			
Valor Promedio	37.2			
fc Mpa (Wm)	35	6.5	41.5	28.5
Lo más probable es que el valor para este elemento es de 28.5Mpa				



Tabla 15 Tabla de resultados esclerometría en columna C1

Fuente: Investigación propia

10.1.5. ESCLEROMETRIA COLUMNA E1 o E3.

Esclerometría				
Columnas E1 O E3	Valor, IR	Dispersión+-	Wmax (Mpa)	Wmax (Mpa)
E1	34			
E2	37			
E3	38			
E4	36			
E5	35			
E6	38			
E7	35			
E8	34			
E9	36			
Valor Promedio	35.9			
fc Mpa (Wm)	32	6.5	38.5	25.5
Lo más probable es que el valor para este elemento es de 25.5Mpa				



Tabla 16 Tabla de resultados Esclerometría en columnaE1 o E3

Fuente: Investigación propia

10.1.6. ESCLEROMETRI COLUMNA G4

Esclerometría				
Columnas G4	Valor	Dispersión+-	Wmax (Mpa)	Wmax (Mpa)
E1	32			
E2	36			
E3	37			
E4	35			
E5	32			
E6	37			
E7	33			
E8	34			
E9	35			
Valor Promedio	34.6			
fc Mpa (Wm)	32	6.5	38.5	25.5
Lo más probable es que el valor para este elemento es de 25.5Mpa				



Tabla 17 Tabla de resultados esclerometrías Columna G4

Fuente: Investigación propia

10.1.7. ESCLEROMETRI COLUMNA G1

Esclerometría				
Columnas G1	Valor	Dispersión+-	Wmax (Mpa)	Wmax (Mpa)
E1	34			
E2	36			
E3	32			
E4	31			
E5	34			
E6	33			
E7	32			
E8	31			
E9	32			
Valor Promedio	32.8			
fc Mpa (Wm)	29	6	35	23
Lo más probable es que el valor para este elemento se de 23Mpa				



Tabla 18 Tabla de resultados esclerometría en columna G1

Fuente: Investigación propia

10.2. Análisis de resultados

- De acuerdo a estos ensayos, la resistencia del concreto a la compresión supera los 21Mpa, se tomara el valor más conservador 21Mpa teniendo en cuenta la variación de error del fabricante.
- El promedio en este caso de la resistencia del concreto es de 26.14Mpa.

- Se acepta que para confirmar este valor se debe realizar extracción de núcleo y posteriormente fallar el concreto. Sin embargo, el edificio debe tener trato especial, dado que tiene más de 60 años y por la descripción de la configuración estructural, se evita realizar ensayos destructivos o invasivos.

10.3. ASPECTOS DE DISEÑO OBSERVADOS

A continuación, se exponen hallazgos acerca de las fallas en el diseño estructural en base a los requerimientos técnicos de la norma sismo resistente colombiana NSR-10.

- Las dimensiones de las columnas no son responsables por lo que no se estaría cumpliendo lo especificación en el capítulo C.21.6.2 de la NSR-10 — “Resistencia mínima a flexión de columnas”.
- Tal como está enfocado el sistema estructural, no se estarían cumplimiento derivas.
- El sistema estructural no se encuentra seccionado y es muy irregular en planta, por lo que estaría sufriendo de efectos torsionales.
- Puede que los elementos estructurales actuales, como las columnas de la edificación, estén sobre esforzadas.

Lo anterior hace del paciente una edificación muy vulnerable ante cargas sísmicas de diseño a la luz de la NSR-

10. El objeto del presente documento es determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del mismo.

11. Investigación

11.1. TIPO DE SUELO DEL PROYECTO.

En cuanto al tipo de suelo del proyecto se trae a colación la información consignada en el estudio de suelos realizado en el sector por la empresa ELOHIM GROUPS INGENIERIA S.A.S ZOMAC identificada con NIT: 901347139-3 la cual se es una entidad que tiene como función principal el diseño y construcción de Obras Civiles; se hace entonces una comparación con la información extraída del documento final del estudio de microzonificación sísmica realizada y publicada en el MIIG del instituto geológica colombiano, denominado. EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO SÍSMICO DE MOCOCHA (PUTUMAYO) FASE 1: MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA.

Tipo de Ensayo: SPT ALVARO GONZALES																							
Clasificación Suelo	Muestra Numero/tipo	Profundidad (m)		SPT		MEDIA	MEDIA R	γ (kN/m ³)	σ (kN/m ³)	ū (kN/m ³)	σ _v (kPa)	Cn Seed-Idriss			Gonzales	N45 ~Cn X N	φ equivalent Kishida	T _{eq} (kPa)	φ min	φ (°) Regresion	C (°)KPa Regresion		
		Desde	Hasta	Golpes/15 CM	N SPT							RS	K	CN	CN								
LIMOS MH	M1	0.2	1	1	1	0	1	0.7	0.85	21	17.85	0	17.85	0.18	1.41	2.06	1.75	2	19.7	6.99	19.58	28.40	8
	M2	1	1.5	2	2	0	2	1.2	1.85	21	28.95	0	28.95	0.28	1.41	1.78	1.55	8	21.2	11.01			
	M3	1.5	2	5	4	5	9	1.7	1.85	21	38.85	0	38.85	0.38	1.41	1.59	1.42	13	27.6	20.83			
	M4	2	2.5	7	4	9	13	2.2	2.35	21	49.35	0	49.35	0.49	1.41	1.44	1.31	17	29.6	28.04			
	M5	2.5	3	7	9	7	16	2.7	2.85	21	59.85	0	59.85	0.59	1.41	1.32	1.23	20	30.7	35.50			
LIMO ARENOSO/CON GLOMERADO	M6	3	3.5	8	9	10	19	3.2	3.35	20	67	0	67	0.66	1.41	1.25	1.18	22	31.7	41.44	31.74	31.91	8
	M7	3.5	4	10	15	15	30	3.7	3.85	20	77	0	77	0.76	1.41	1.17	1.12	34	35.5	54.90			
	M8	4	5.5	10	15	15	30	5.2	5.35	20	107	0	107	1.06	0.92	0.98	0.98	29	34.1	72.54			

Tabla 19 Ensayo SPT

Fuente: Ing Álvaro González 2022

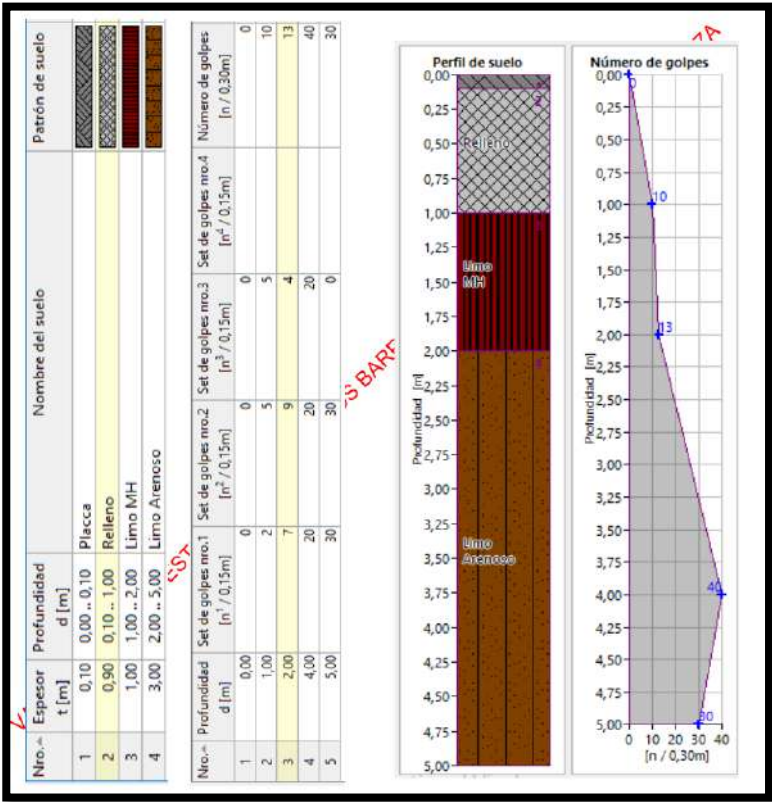


Ilustración 10 Modelo Geológico vs número de golpes N SPT para vivienda.

Fuente: (ELOHIM, 2019)

De acuerdo con la microzonificación sisma realizada por el servicio geológico colombiano se tiene lo siguiente.

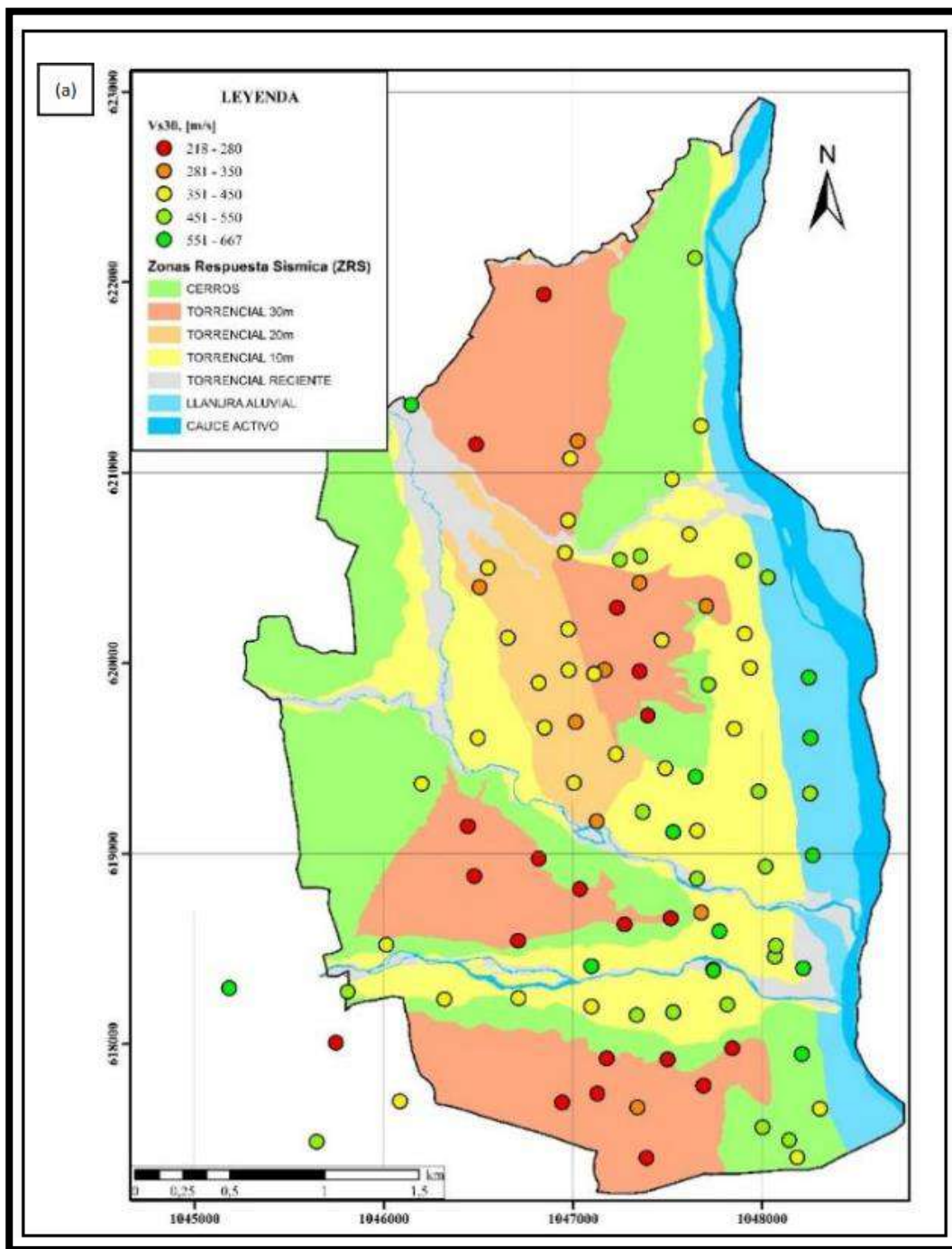


Ilustración 11 Microzonificación sísmica

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

Una vez conocidos los valores de VS en el sitio de estudio ver **ilustración 4**, se procede a calcular el tipo de suelo en la zona del proyecto, de acuerdo a la anterior se obtiene un Vs de 351 m/s, clasificando **perfil de suelo como tipo D**, el cual presenta valores ENTRE 180 Y 360 m/s como se ilustra en la siguiente tabla A.2.4-2 (ver **tabla x**):

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm ²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

Tabla 20Tabla A.2.4-2

Fuente: (Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A, 2010)

Los valores de aceleración pico efectiva y de velocidad pico efectiva para el municipio de Mocoa Putumayo, corresponde respectivamente $A_a=0.30$ y $A_v=0.25$. Correspondiente a una zona de amenaza sísmica **ALTA**.

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Mocoa	86001	0.30	0.25	Alta	0.20	0.10
Colón	86219	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Orito	86320	0.30	0.25	Alta	0.08	0.05
Puerto Asís	86568	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Caicedo	86569	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Guzmán	86571	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Leguizamó	86573	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
San Francisco	86755	0.30	0.25	Alta	0.16	0.10
San Miguel	86757	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02
Santiago	86760	0.30	0.25	Alta	0.17	0.10
Sibundoy	86749	0.25	0.25	Alta	0.14	0.08
Valle del Guamuez	86865	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02
Villagarzón	86885	0.30	0.25	Alta	0.08	0.05

Tabla 21 aceleraciones efectivas

Fuente: (Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A, 2010)

Como se calculó el perfil, f_a , f_v ,

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 22 Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Fuente: (Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A, 2010)

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 23 Valores del coeficiente F_v , para la zona de períodos intermedios del espectro.

Fuente: (Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A, 2010)

Los valores de los efectos locales corresponden a $F_a=1.2$ y $F_v=1.9$, en cuanto al coeficiente de IMPORTANCIA acuerdo al capítulo **A.2.5.2 del título A de la NSR-10. Se permite concluir que el valor del grupo de uso es III, siendo el coeficiente de 1.25.**

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla 24 Valores de coeficiente de importancia

Fuente: (Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A, 2010)

Con los valores A_a , A_v , F_a , F_v y el factor de importancia I, podemos elaborar el espectro de diseño de acuerdo al **capítulo A.2.6**, del título A de la NSR-10.

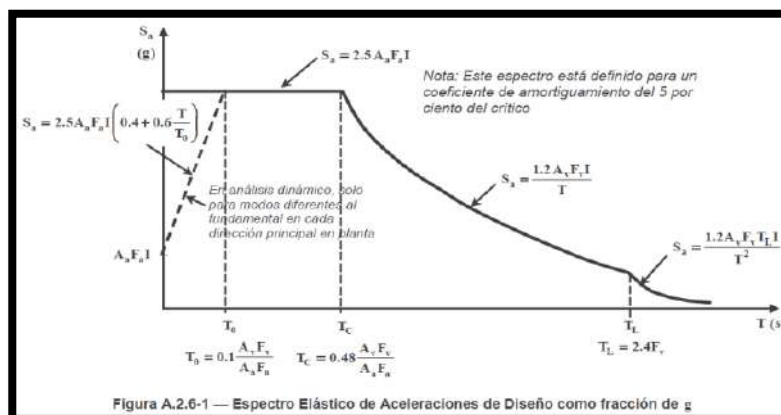


Ilustración 12 espectro elástico de aceleración de diseño

Fuente: (Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A, 2010)

Espectro de la NSR-10		
	T (s)	Sa (g)
Origen	0.000	0.450
To	0.132	1.125
Tc	0.633	1.125
	0.742	0.960
	0.851	0.837
	0.961	0.742
	1.070	0.666
	1.179	0.604
	1.288	0.553
	1.397	0.510
	1.506	0.473
	1.615	0.441
	1.724	0.413
	1.833	0.389
	1.942	0.367
TI	4.560	0.156
	4.660	0.150
	4.760	0.143
	4.860	0.138
	4.960	0.132
	5.060	0.127
	5.160	0.122
	5.260	0.117
	5.360	0.113
	5.460	0.109
	5.560	0.105
	5.660	0.101
	5.760	0.098
	5.860	0.095
	5.960	0.091
	6.060	0.088

Ilustración 13 Espectro NSR10

Fuente: Elaboración propia

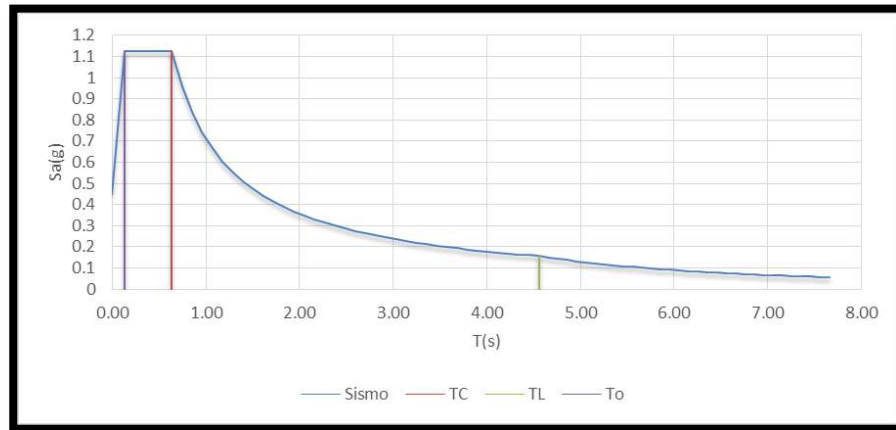


Ilustración 14 Espectro de diseño

Fuente: Elaboración propia

11.2. FALLAS GEOLÓGICAS (MAPAS ESTRATIGRAFÍA, GEOLÓGICO MICROZONIFICACIÓN).

11.2.1. GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL.

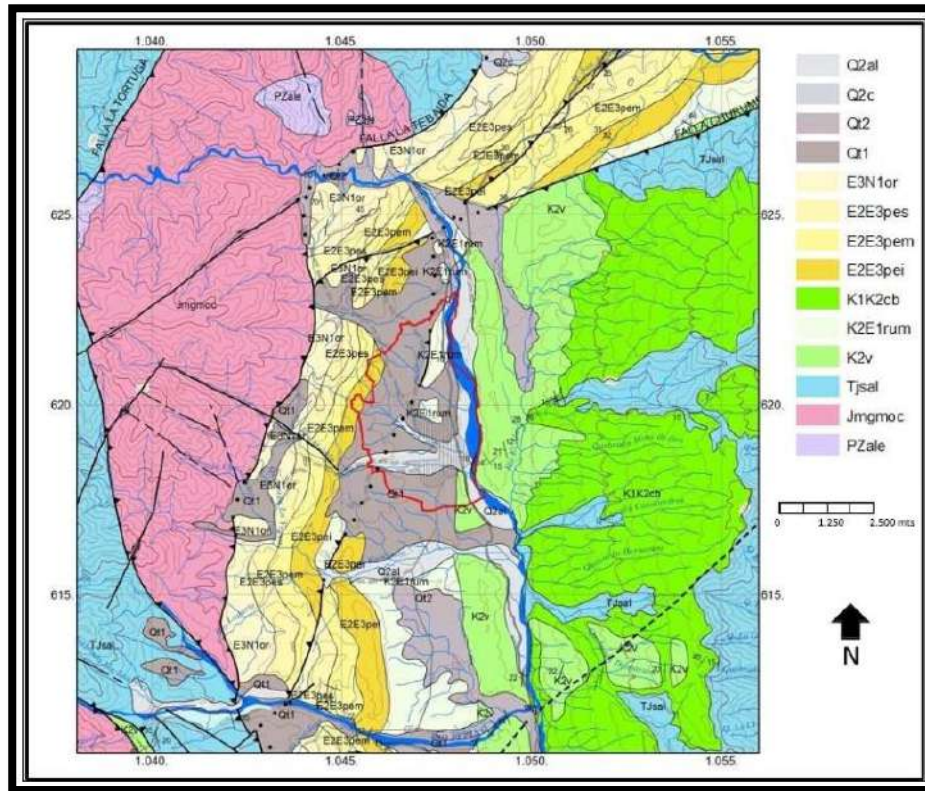


Ilustración 15 Geología regional, Mocoa.

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

El área de estudio se enmarca en la geología del borde amazónico, específicamente el piedemonte de la estribación oriental de la Cordillera Oriental. Para el análisis geológico regional se tomó como base la plancha geológica 430-Mocoa a escala 1:100.000 (Ingeominas, 2002), dado que en ella se unifica la nomenclatura utilizada en trabajos anteriores realizados en esta área (figura 6). De igual manera se tuvo en cuenta la geología realizada como insumo para la zonificación de la amenaza 1:25000 para la zona aledaña al casco urbano de Mocoa (SGC, 2017).

Regionalmente, en la zona afloran rocas ígneas ácidas de corteza continental del Triásico-Jurásico, así como rocas volcano-clásticas continentales del Triásico-Jurásico, rocas sedimentarias depositadas en ambientes marinos durante el Cretácico y continentales en el Paleógeno.

El área de estudio se localiza en la parte centro oriental de la plancha 430, aproximadamente entre las siguientes coordenadas, N1 = 617000 E1 = 1045200, N2 = 623000 E2 = 1049000, sobre rocas sedimentarias Cretácicas de las formaciones Villeta (K2v) y Rumiayaco (K2E1rum), y rocas Terciarias de la Formación Pepino (E2E3pe).

Estas rocas se encuentran cubiertas en forma discordante por depósitos de abanico aluvial, transportados por los ríos Mulato, Sangoyaco, Mocoa y las quebradas Taruca, Taruquita, San Antonio y El Carmen. De igual forma se presentan depósitos aluviales recientes (Q2al), asociados con el cauce del río Mocoa. A continuación, se hace una breve descripción de estas formaciones, de la más antigua a la más nueva, así como de los depósitos recientes, tal como se describen en Ingeominas (2002) y SGC (2017a).

a. Formación Villeta (K2V):

La primera referencia, en el área, a secuencias comparables con la Formación Villeta se debe a Grosse (1935a). La introducción del término Formación Villeta, en la Cuenca del Putumayo, se debe a Miley & McGirk (1948) y McGirk (1949). Es necesario resaltar que no es recomendable utilizar el término de Formación Villeta en la Cuenca del Putumayo, debido a que no se tienen criterios suficientes para extenderlo desde el Valle Superior del Magdalena; no obstante, se usó en este informe debido a que es un nombre muy arraigado en la nomenclatura estratigráfica de la cuenca y su uso es muy común. En la Plancha 430-Mocoa aflora al occidente del cerro El Churumbelo, hacia la vertiente oriental del valle de Sibundoy y en los ríos Titango y Ticuanayoy. Una pequeña escama, limitada por fallas dentro de la Formación Saldaña, aflora en el kilómetro 128 de la carretera Mocoa - San Francisco (Ingeominas, 2002).

Al E y S del casco urbano de Mocoa, afloran paquetes de arcillolitas y liditas de esta formación, como una franja con dirección SW/NE, más específicamente en la salida hacia Villa Garzón, en la ribera izquierda aguas abajo del río Mocoa y en la ladera oriental del cerro La Reserva, ribera izquierda aguas abajo de la Q. El Carmen y en la Q. San Antonio. Las rocas de la Formación Villeta, en el área cartografiada, se encuentran normalmente deformadas, producto de la actividad de fallas de cabalgamiento y transcurrentes presentes en este sector (Ingeominas, 2002 y SGC, 2017a).

En general, está conformada principalmente por lodolitas de color gris muy oscuro a negro, finamente estratificadas, con laminación plana paralela a ondulada paralela y presencia de bivalvos; las lodolitas se intercalan con estratos medios a muy gruesos tabulares de “intraesparitas a pelmicritas” de bioclastos, de color gris muy oscuro a negro, bioperturbadas. Hacia la parte basal se intercalan estratos medios, gruesos y muy gruesos, tabulares de cuarzoarenitas macizas y maduras de textura variable. En la parte superior también se presentan estratos gruesos a muy gruesos tabulares, intercalados en los niveles de lodolitas, constituidos por cuarzoarenitas de grano muy fino a fino, maduras, bioperturbadas. Los afloramientos normalmente se encuentran muy plegados, la deformación tiene geometría *kink* y los pliegues son disarmónicos; las rocas exhiben efectos cataclásticos debido al tectonismo que afectó el área.

El límite de esta secuencia con la Formación Caballos, que la infrayace, es concordante gradual. El límite superior, con la Formación Rumiyaco, es neto disconforme a paraconforme. Debido a que esta unidad se constituye en superficie de despegue de la gran mayoría de fallas que afectan esta parte de las cordilleras Central y Oriental, es la unidad más afectada tectónicamente de la región, presentando, en algunos sectores, límites tectónicos con el Grupo Orito y con las formaciones Rumiyaco y Pepino. El espesor, medido y calculado a partir de la cartografía geológica, según el estudio de Ingeominas (2002), en diferentes sectores del área oscila entre 320 y 380 m.

b. Formación Rumiyaco (K2E1rum)

La primera referencia del nombre Formación Rumiyaco corresponde a Saville (1943, en Miley & McGirk, 1948); posteriormente, McGirk (1949) vuelve a emplear este nombre para estudios de empresas petroleras en la zona. Según Julivert (1968), la primera referencia publicada sobre este término se debe a Olsson (en Jenks, 1956, en Ingeominas, 2002), quien indica que equivale a la Formación Tena del Ecuador y le asigna una edad del Maastrichtiano - Daniano. No se da descripción alguna ni se indica el autor. Cucalón & Camacho (1966), en la compilación geológica de la frontera entre Colombia y Ecuador, vuelven a utilizar esta denominación para la unidad. Estudios posteriores mantienen este nombre en la Cuenca del Putumayo.

En la Plancha 430-Mocoa, en donde ocupa una depresión entre los cerros desarrollados por el nivel superior de la Formación Villeta y el Miembro Inferior de la Formación Pepino; también aflora en la parte noroccidental de la Plancha 430-Mocoa hacia los ríos Ticuanayoy y Titango en la llanura amazónica.

En el área de estudio, la Formación Rumiyaco ocupa gran parte del casco urbano, aflorando en los cerros y zonas elevadas, aunque gran parte ha sido cubierta por depósitos fluviotorrenciales de diferente edad, al igual que por suelos residuales de la misma formación.

De acuerdo con Ingeominas (2002), la Formación Rumiyaco está conformada por una sucesión monótona, predominantemente arcillolítica de color rojo y gris, con diversas tonalidades, en la cual se intercalan capas delgadas de conglomerados finos, areniscas cuarzosas, líticas y sublíticas. En general, las capas de arcillolitas se presentan en estratos gruesos tabulares, con moderada a alta bioperturbación. La gran mayoría de las veces las estructuras internas de las capas se han perdido por la bioperturbación, y se observa madrigueras verticales; frecuentemente contienen óxidos de hierro. Las arenitas cuarzosas son de grano fino a medio, color rojo y matriz arcillosa. Las litoarenitas y sublitoarenitas son de color gris con tonalidades verdosas, tienen grano fino a medio, submaduras a inmaduras, localmente con laminación plana paralela continua e inclinada difusa y de bajo ángulo; se presentan en capas delgadas y en estratos medios, gruesos y muy gruesos tabulares.

Cuando no es tectónico el contacto inferior de la Formación Rumiayaco con la Formación Villeta, es concordante. En el área de Mocoa, aunque no se pudo definir bien por falta de buenos afloramientos, aparentemente corresponde a una discordancia angular muy suave y progresiva hacia el sur; hacia el norte se va atenuando hasta pasar posiblemente a una para conformidad, como se observa en las exposiciones localizadas cerca de Yunguillo. El contacto con el Miembro Inferior de la Formación Pepino se reporta como discordante, irregular y para conforme. En el camino hacia La Punta, en la Plancha 430Mocoa, el contacto superior con la Formación Pepino es también transicional, aunque tanto en la dirección de buzamiento como en la bioestratigrafía no es posible detectar la magnitud del hiato, éste es sugerido por la interrupción de las facies entre la Formación Rumiayaco y el Miembro Inferior de la Formación Pepino que la suprayace (Ingeominas, 2002).

c. Formación Pepino (E2E3 pe)

De acuerdo con De Porta (1974), la primera referencia publicada que se tiene del término Formación Pepino se debe a Olsson (en Jenks, 1956) quien la sitúa en la Cuenca del Amazonas, sin que se hubiera identificado ni el autor ni la descripción original.

Aparentemente la unidad fue definida por Saville (1943, en Miley & McGirk, 1948) al sur de Mocoa, cerca de la población de San José de Pepino; Miley & McGirk (1948) describen mejores secciones estratigráficas en las quebradas Sardina y Tobonyaco, que están localizadas pocos kilómetros al sur del caserío mencionado. Este nombre es de uso común en la Cuenca del Putumayo. Esta formación se divide en tres miembros: inferior, medio y superior.

c.1. Miembro Inferior (E2 E3pei)

En las planchas 430-Mocoa y 449-Orito, el Miembro Inferior está conformado por un potente conglomerado clasto soportado, cuyos gránulos, compuestos por chert y cuarzo están en proporción de 3:1. Los guijos, por lo general son redondeados y no superan los

6 cm de diámetro máximo, aunque ocasionalmente alcanzan 25 cm. Los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, lenticulares, que gradan a litoarenitas de grano medio. En ciertos sectores de estas planchas la unidad contiene menor proporción de materiales gruesos y los paquetes de conglomerados se ven limitados a unos pocos metros de espesor, y se presentan capas gruesas de lodolitas. Es común encontrar paleocanales y estratificación inclinada de alto ángulo en los conglomerados y laminación inclinada fuerte, en las litoarenitas (Ingeominas, 2002).

c.2. Miembro Medio (E2 E3pem)

El Miembro Medio de la Formación Pepino aflora con gran continuidad lateral de sus facies; en términos generales es un nivel en el cual las capas de conglomerados dejan de ser predominantes, y los niveles de lodolitas y arcillolitas son más representativos. Son comunes capas delgadas a medias de arenitas, con delgados lentes conglomeráticos y capas finas, medias y gruesas en las lodolitas que son abigarradas. Las arenitas tienen moteado gris a verde, laminación plano paralela difusa e intensa bioperturbación. En cuanto a la textura y a la composición de las rocas, se tiene que son muy similares a la composición del Miembro Inferior, pero su granulometría es más fina. La coloración de las sedimentitas es roja y gris. Como estructuras comunes se observó laminación ondulosa, laminación inclinada a pequeña escala, laminación plano paralela y contactos ondulados entre capas subtabulares; en algunos niveles la alta bioperturbación induce un aspecto moteado a las rocas. Hacia la parte superior de este miembro, en la Plancha 430-Mocoa, se presentan arenitas de grano medio con glauconita (Ingeominas, 2002).

c.3. Miembro Superior (E2 E3 pes)

De los tres miembros de la Formación Pepino, el superior es el que desarrolla los cerros más prominentes y las pendientes estructurales más continuas, y se puede afirmar que esta parte de la Formación Pepino es la más uniforme, tanto en su geomorfología escarpada, como en sus características faciales. Al igual que en el Miembro

Inferior, aquí también predominan los conglomerados sobre las lodolitas, pero las proporciones de chert disminuyen y su relación con el cuarzo lechoso es de 1:2. Los granos y los guijos que los componen, cuyo tamaño generalmente no supera los 2 cm de diámetro máximo, son redondeados a bien redondeados y presentan un buen calibrado. En general, el

Miembro Superior de la Formación Pepino tiene color amarillo quemado. Las capas de conglomerado son medias y las de litoarenitas de grano medio a grueso son muy gruesas y con gran continuidad lateral. Los paquetes son granodecrecientes y gradan desde conglomerados medios, hasta arcillolitas gris oscuras en capas finas, con abundante contenido de material carbonoso. Localmente se presenta bioperturbación y hacia el tope se pueden apreciar canales pequeños. Por lo regular, los estratos son gruesos y muy gruesos tabulares, constituidos por conglomerados polimícticos, granosoportados en litoarenitas de textura gruesa submaduras, con clastos de chert negro, cuarzo lechoso y liditas, cemento ferruginoso; intercalados con arenitas de textura fina a muy fina, localmente lodosas, en estratos medios a gruesos ondulados. Igualmente, se reconocen intercalaciones de estratos gruesos de limolitas y lodolitas grises, pardas y abigarradas, con óxidos de hierro, localmente con relictos de materia orgánica. Es posible identificar varios ciclos granodecrecientes en los estratos que conforman este segmento de la

Formación Pepino (Ingeominas, 2002).

d. Terrazas (Qt)

Las terrazas se encuentran asociadas a los cauces actuales de los principales ríos que drenan la zona. Su diferenciación se efectuó, fundamentalmente, teniendo en cuenta la desigualdad de altura con respecto al nivel de base o nivel medio del caudal de las corrientes de agua. En términos generales son depósitos de orígenes, generación y aporte diferentes, que se clasificaron como terrazas altas (Qt1), terrazas medias (Qt2) y terrazas bajas (Qt3), de acuerdo con su altura y antigüedad; en el mapa geológico integrado (escala 1:200.000), las terrazas bajas (Qt3) fueron agrupadas con los aluviones. Se postula para las terrazas altas una edad pleistocénica, sin que se tengan datos o criterios fuertes que apoyen esta edad.

Dentro de estos depósitos se incluyen los depósitos fluvioaluviales (flujo de detritos) identificados en SGC (2017a) y en el presente trabajo.

e. Depósitos coluviales (Qc)

Corresponden a depósitos generados por movimientos en masa, cuyos materiales se acumulan en las laderas o en los cambios de pendiente de éstas. Su depósito está constituido por fragmentos embebidos en una matriz generalmente arcillosa a areno limo arcillosa.

f. Depósitos aluviales (Q2al)

Depósitos asociados a los cauces actuales y activos de los diferentes ríos que drenan la zona y descargan su caudal a la llanura amazónica. Los depósitos aluviales se originan por procesos de erosión, transporte y acumulación o sedimentación de materiales por las corrientes hídricas, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de corrientes perennes.

11.2.2. GEOLOGIA LOCAL

De acuerdo al mapa geológico colombiano, escala 1/1000.000 del 2015, para la geología local, el suelo se describe como Q-al, depósitos aluviales y de llanuras aluviales, de edad del cuaternario.

El área del paciente se desarrolla sobre las siguientes características: depósitos heterogéneos transportados y depositados durante eventos fluvioaluviales (flujo de detritos) de gran magnitud en diferentes periodos de tiempo, como se puede apreciar en la plancha 430IVB1A y 430IVB1C del municipio de Mocoa Putumayo, publicada por el servicio geológico colombiano. En la siguiente figura se presenta la geología local del proyecto.

-

Unidad Geológica del área del paciente: suelo transportado fluviotorrencial, matriz soportado arcilloso (stftar): Depósitos antiguos producto de eventos fluviotorrenciales de los ríos Mulato, Sangoyaco y la quebrada Taruca, matriz soportado arcilloso constituidos por cantos, bloques y líticos de cuarzo – monzonitas granodioritas, granitos arenisca y chert, los cuales se encuentran con procesos de meteorización grado III y IV en el perfil de dearman (1974 – 1991); la matriz se compone de arcilla de color amarillo, naranja y algunos sectores roja, desarrollando suelos residuales arcillosos de color rojizo a naranja de espesor variable entre 1 y 5 metros. Los cantos y bloques están altamente meteorizados; en algunos casos se conserva el núcleo de los mismos. Su espesor puede alcanzar más de 35m y son productos de varios eventos fluviotorrenciales. Estos depósitos son susceptibles a generar movimientos en masa superficiales en zonas de alta pendiente.

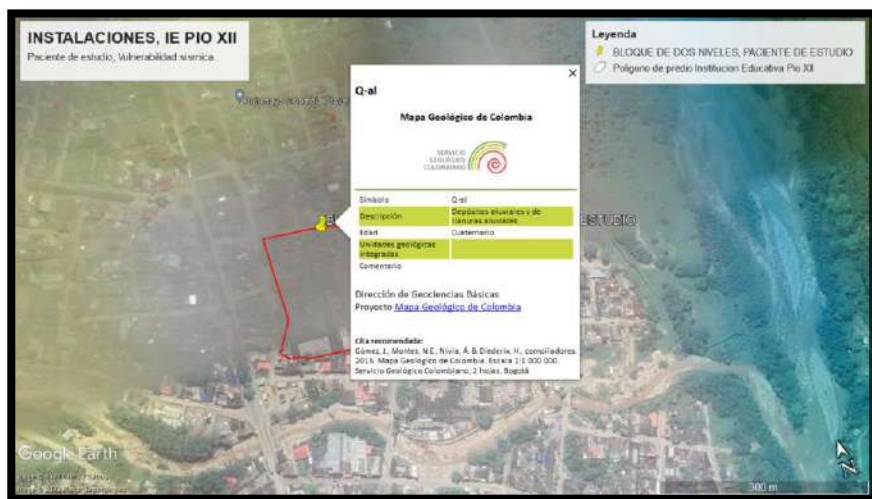


Ilustración 16 ubicación geológica Pio XII

Fuente: (Servicio Geologico Colombiano, 2022)

12. GEOGRAFIA.

12.1. Geografía regional del Putumayo

El departamento del putumayo se encuentra ubicado entre alturas desde los 160 msnmm el asentamiento mas cercano a este punto se denomina Nasaya y queda en el extremo sur oriental del departamento, hasta los 3560msnmm en el cerro que se conoce como Patascoy en donde se limita con el departamento de Nariño, la temperatura oscila en un promedio anual de los 25.5°C y los 15.4 °C, las precipitaciones anuales están alrededor de 3007 mm/año y 4616 mm/año.

12.1.1. Hidrografía del Putumayo

Los principales afluentes del departamento son:

- El rio Caqueta
- Le rio Putumayo
- El rio San Miguel
- El rio Mecaya
- El rio Sencella
- El rio Caiman
- El rio Cauayá
- El rio Guamues
- El rio Orito
- El rio San juan
- El rio el Conejo

- El río Piñuña blanco
- El río Nasaya

12.1.2. Actividades predominantes del putumayo

Una de las actividades principales de la región es la actividad petrolera, actualmente cuenta con alrededor de 120 pozos activos que a su vez generan 12361 barriles diarios de petróleo; además existen actividades mineras que se relacionan a la explotación de oro por aluvión a una pequeña escala sobre el río Caquetá; explotación de calizas y el aprovechamiento de material de arrastre sobre los diferentes ríos.

12.1.3. Agricultura

La agricultura se desarrolla básicamente para suplir las necesidades internas de la región, cultivos de yuca, plátano, maíz y arroz; cultivos frutales como el araza, cjontadiro, cacao, café, frijo, piña y caña panelera.

12.1.4. Geomorfología regional

Los procesos que dieron origen a la superficie de sur de la Amazonia Colombiana se pueden destacar los siguientes.

- Procesos de meteorización exógenos.
- Paisajes de lomas y colinas conformadas por arcillas y arenas arcillosas del Terciario, esta se define como la planicie de la Amazonia.
- Secuencia sedimentaria horizontal de la formación Aracuara definida como Sierras y mesas del Paleozoico.
- Montañas cordilleras del centro-oriental y oriental.

- Rocas del estudio Guayanes aflorando por inmediaciones de Puerto Santander y La Pedrera a las que se le definen como Macizo y Planicie Guayanesa.
- En estas áreas se depositan unidades estructurales y deposicionales.

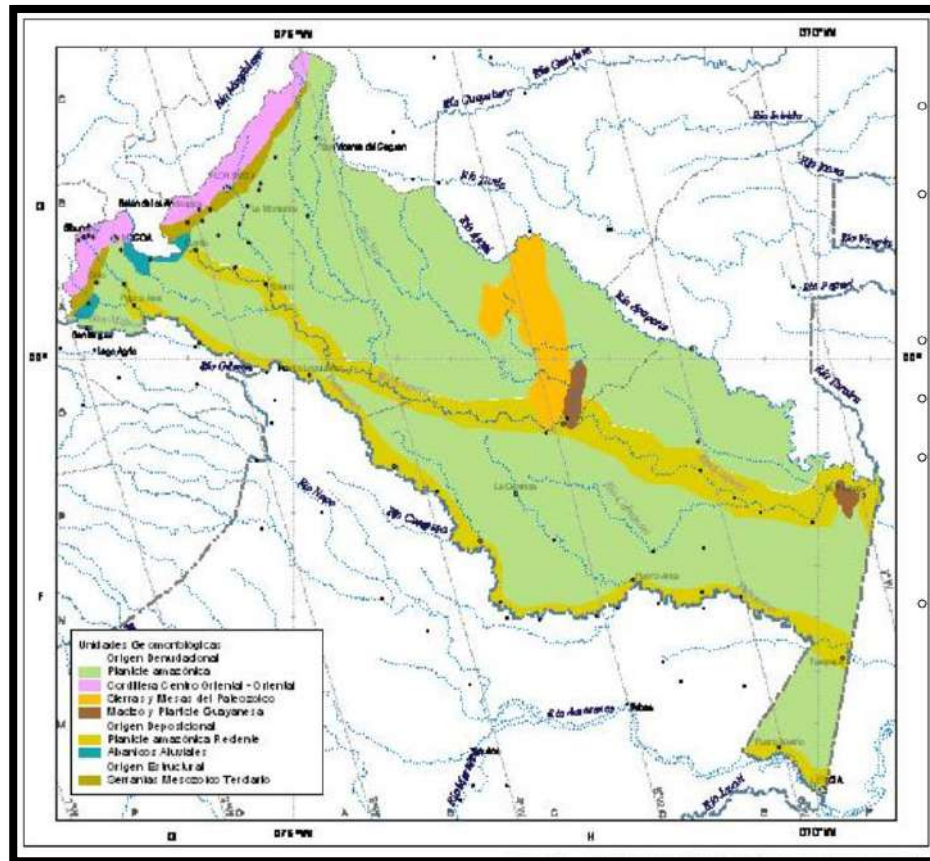


Ilustración 17 Geomorfología regional

Fuente: (Corpo amazonia, 2022)

12.2. Geomorfología local de Mocoa

El municipio de Mocoa se ubica en la parte norte del departamento del putumayo, comprende grandes extensiones de laderas, cordilleras, planicies y ondulaciones; tiene un área total de 1263km² en donde se pueden encontrar mayormente zonas de montaña y cordilleras; terrenos escarpados con pendientes mayores all 75%, valles y suelos superficiales.

Esta ubicado en la parte alta del municipio el rio Mocoa y el rio cascabel, el cerro Juanoy en sus estribaciones; la altura de Mocoa oscila entre los 3200msnmm y los 400 msnmm; las laderas bajas de la cordillera que corresponden a las zonas de transición entre la alta montaña y el pie de monte están a altiuras entre los 1200 y los 2000 msnmm; allí nacen los ríos, Pepino, San Antonio, Monclart; en la parte media ríos Rumiyaco, Eslabon, Mocoa y en sus estribaciones la serrania de Churumbelo; por ultimo la clasificación de planicies ligeras y medianamente onduladas que caracterizan las geoformas de Puerto Limon, el Picudo y las colinas bajas del Piedemonte cordillerano, estas pendientes van desde el 0% hasta el 10% y su altura varia entre los 400 y 600 msnmm.

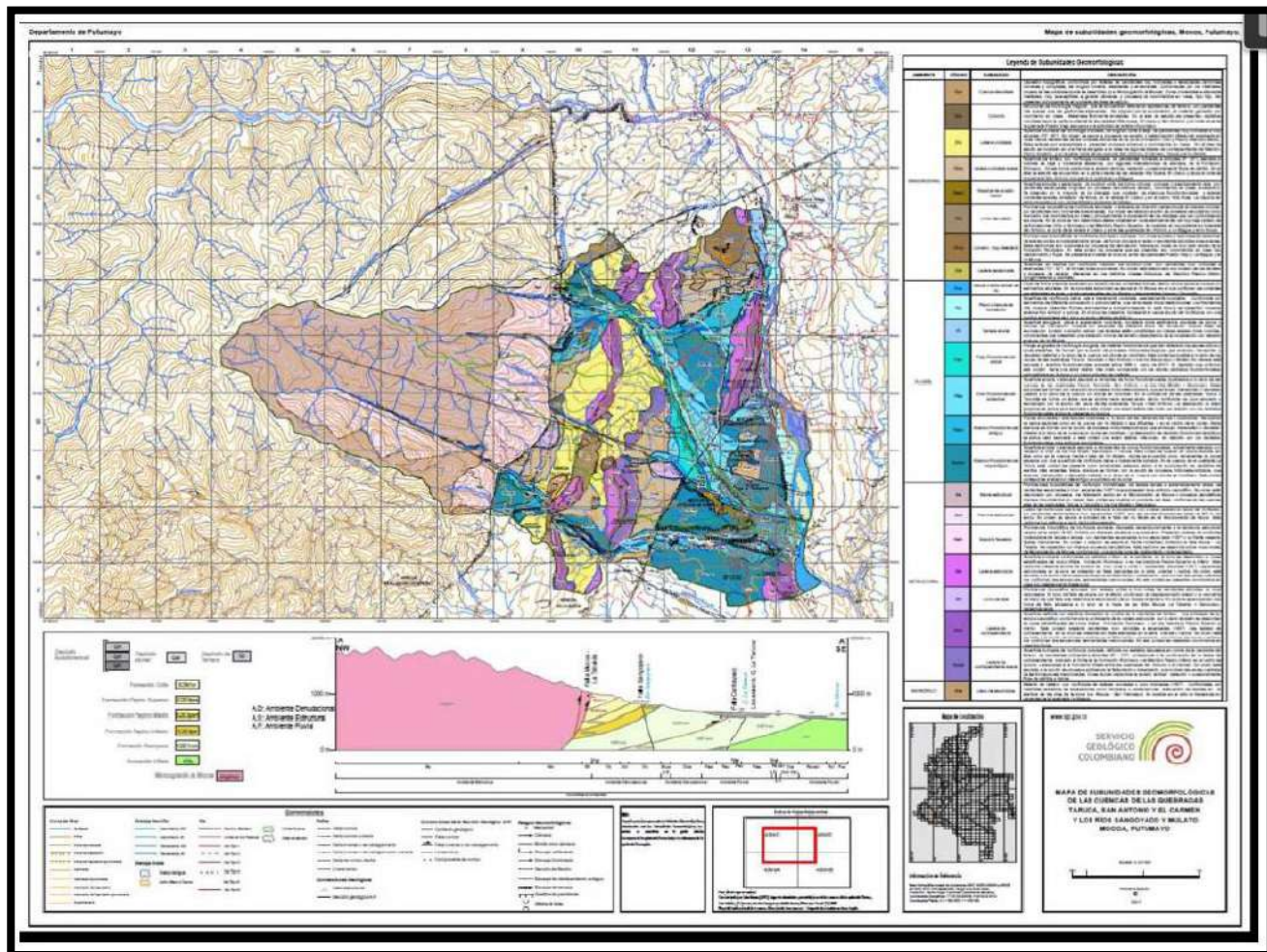


Ilustración 18 Mapa de unidades subgeomorfológicas, escala 1:25,000.

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

12.3. MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DEL ÁREA URBANA, PERIURBANA Y DE EXPANSIÓN DEL MUNICIPIO DE MOCOA, PUTUMAYO

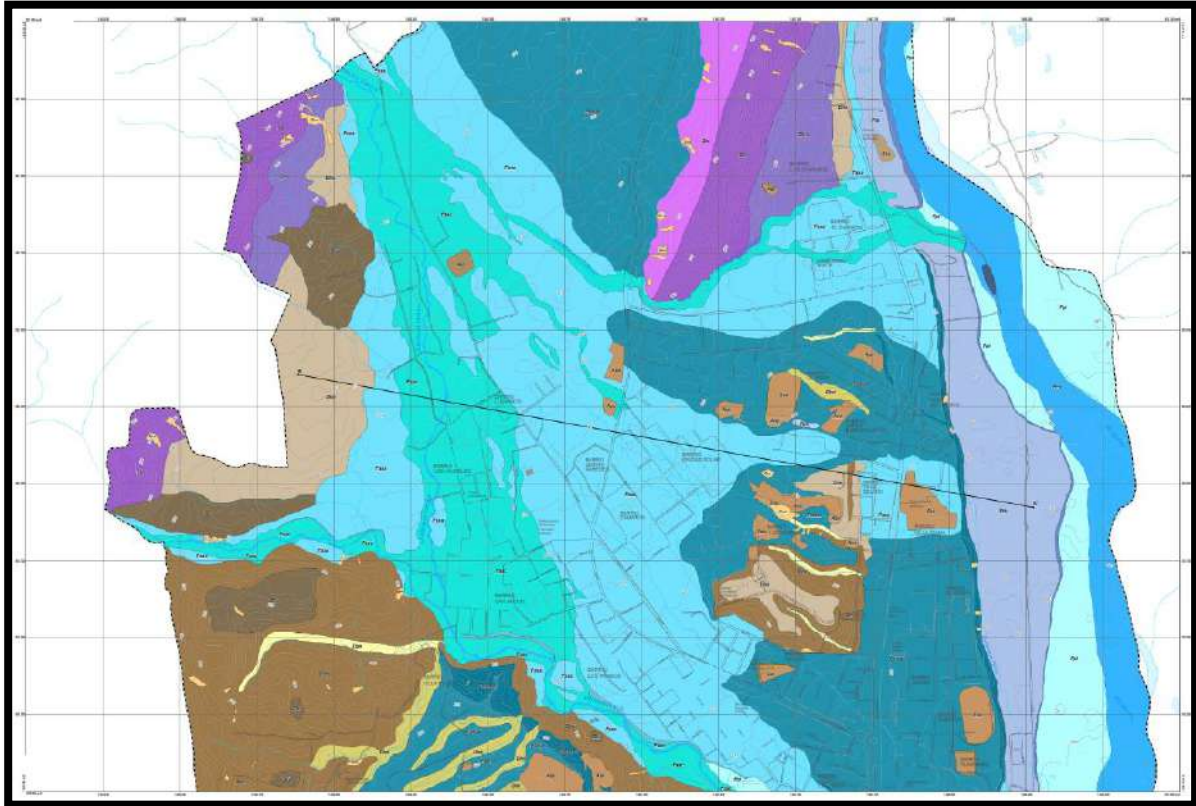


Ilustración 19 Mapa geomorfológico del casco urbano de Mocoa

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

En el casco urbano, de acuerdo al SGC tenemos en el lugar de estudio, una geoforma de origen fluvial, teniendo como característica de acuerdo al SGC (2017) EN EL MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLOGICOS DE MOCOA PUTUAYO. “Geoformas desarrolladas a partir de material erosionado de las laderas aledañas y depositados en la zona de influencia de los cauces de ríos y quebradas y en el fondo de los mismos; cuando estos pierden su capacidad de arrastre, desarrollando diferentes niveles de terraza, planos o llanuras de

inundación, entre otros.” El nombre del elemento de acuerdo al mapa, describe a un Abanico fluviotorrencial muy antiguo y la descripción de esta geoforma refiere a una “Superficie amplia y alargada asociada a remanentes de abanicos fluviotorrenciales muy antiguos, ampliamente extendidos en el área de estudio, se caracterizan por conformar laderas suavemente inclinadas a inclinadas. Teniendo en cuenta el alto grado de alteración de los materiales y la baja pendiente, esta geoforma es muy susceptible a presentar procesos de erosión laminar y caídas de tierra en zonas donde se hagan cortes sin el adecuado manejo de taludes”.

13. Geología estructural

De acuerdo con Ingeominas (2002), el área de estudio se encuentra inmersa dentro de la dinámica del Sistema de Fallas del Borde Amazónico, específicamente el Sistema de Fallas Conejo que posiblemente continúa, hacia el norte, por la falla La Tebaida para dar lugar al basculamiento de un bloque levantado hacia el NE y para favorecer, quizás, la formación del valle de Mocoa, hacia el sureste de la Plancha 430-Mocoa. Al ENE del valle de Mocoa se configura otro bloque levantado por el cabalgamiento de la falla Urcusique, con retrocabalgamientos asociados (fallas Churumbelo y Los Guzmanes). Este bloque también estaría basculado, con su parte baja hacia el valle de Mocoa, donde no se observan fallas. El transporte tectónico es hacia el SE y su movimiento progresivo está representado en el Sistema de Fallas del Borde Amazónico.

El Sistema de Fallas del Borde Amazónico limita, en forma general, los afloramientos de la Formación Pepino hacia el oriente; al igual que la falla Urcusique, que se describirá adelante, tiene dirección principal N70°E y vergencia SE. El efecto sobre las unidades antiguas es escaso, y tiene mayor incidencia sobre las unidades cenozoicas (Formación Pepino y Grupo Orito).

A nivel local, las fallas y lineamientos que afectan el área de estudio son las fallas Mocoa- La Tebaida, Churumbelo, Cantayaco, Mulato, y los lineamientos de la quebrada La Taruca y del río Sangoyaco (SGC, 2017a). En general las fallas en la región presentan dos direcciones preferenciales NNE-SSW y NE-SW. Además, existen un grupo de fallas transversales con dirección NW-SE, que cortan las anteriores. Estas fallas levantan el sistema tectónico de la Cordillera Oriental, cabalgándolo sobre la cobertera sedimentaria de la Cuenca del Putumayo. Se

trata de fallas de cabalgamiento con ángulo bajo y vergencia al suroriente, con un sistema asociado de pliegues amplios con flancos fallados.

En el área de estudio las fallas y lineamientos que la atraviesan son la fallas Mocoa – La Tebaida, Churumbelo, Cantayaco, Mulato y los lineamientos de la quebrada La Taruca y del río Sangoyaco. Las cuales se describen a continuación de acuerdo con SGC (2017a) (ilustración 9).

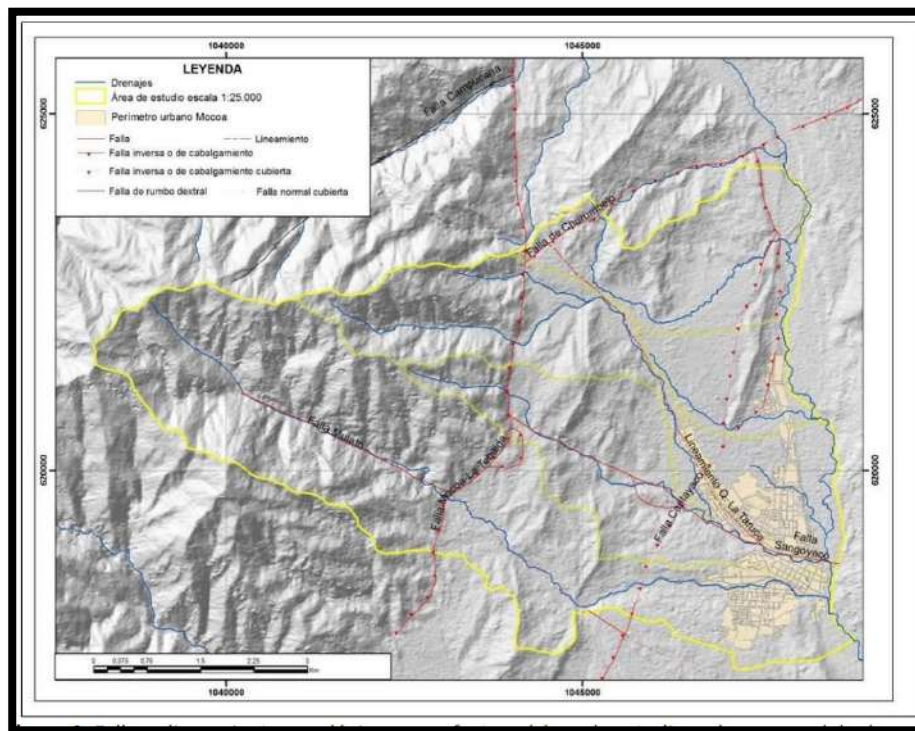


Ilustración 20 . Fallas y lineamientos geológicos que afectan el área de estudio, sobre un modelo de sombras (DEM de 5 m).

Fuente: SGC, 2017^a

De acuerdo con el mapa de fallas y lineamientos del SGC, 2017, ilustración 9. El paciente de estudio se encuentra próximo al lineamiento de la quebrada la taruca y la falla Sangoyaco, como también de la falla Cantayaco. Por otro lado, se encuentra a pocos kilómetros de la falla Mocoa-La tebaida, como también de la falla Mulato y falla Churumbelo.

Falla Cantayaco: Pertenece al Sistema de Fallas del Borde Amazónico, y es la continuación al sur de la falla de Acevedo. Tiene orientación NE-SW y se considera de cabalgamiento (Ingeominas, 2002), aunque en datos encontrados en campo presenta componente dextral, con un salto de falla que expulsa el cerro La Reserva (SGC, 2017a). Esta falla se encuentra cubierta por depósitos fluvio-torrenciales.

Falla Sangoyaco: Esta falla controla gran parte del curso del río Sangoyaco, su trazo se trunca al oriente con el lineamiento de la quebrada Taruca, y al occidente se trunca contra el trazo de la falla Mocoa - La Tebaida. Presenta una expresión fotogeológica clara con un lomo de falla asociado a su trazo en el sector de Villa Rosa. El dato estructural de la falla (buzamiento y sentido de buzamiento), es $87^{\circ}/6^{\circ}$ (SGC, 2017a).

Falla Mulato: La falla Mulato es transversal a la falla Mocoa - La Tebaida, y es truncada por la misma hacia el oriente. Presenta un alineamiento bastante recto del río del mismo nombre, en el sector de la vereda el Líbano. Afecta el Monzogranito de Mocoa y las rocas sedimentarias del Paleógeno de la Formación Pepino y Neógenas de la Formación Orito.

Esta falla es la continuación al suroriente a lo largo de la quebrada de Dantayaco, cuya principal manifestación es la caída de agua o sistema de cascadas del Fin del Mundo.

Esta falla se desvía con dirección SW y su trazo no controla el curso del río Mulato en la zona de estudio.

Lineamiento quebrada La Taruca: Se identifica en la imagen satélite y las fotografías aéreas un lineamiento fotogeológico, en la quebrada La Taruca, que se manifiesta con el cambio en la dirección de la misma de casi 90° . Además, las rocas de la Formación Pepino Superior cambian de dirección por acción de este lineamiento. Está cubierta por los depósitos fluvio-torrenciales de Mocoa y termina hacia el occidente en la falla Churumbelo (SGC, 2017a).

14. Informe de modelación ETABS

Se realiza una modelacion matematica del bloque de dos niveles, teniendo en cuenta el levantamiento mediante cinta metrica de la estructura y elaboracion de planos. A parte, se tiene en cuenta la resistencia del concreto.

14.1. DATOS DE ENTRADA.

- Resistencia del concreto: 26Mpa
- Resistencia del acero de refuerzo: 420Mpa

14.2. ANALISIS DE CARGA:

14.2.1. Carga viva:

Educativos	Salones de clase	2.0	200
	Corredores y escaleras	5.0	500
	Bibliotecas		
	Salones de lectura	2.0	200
	Estanterías	7.0	700

Tabla 25 Carga viva

Fuente: NSR 10

14.2.2. Carga Muerta:

Ocupación		Fachada y particiones (kN/m²) m² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kN/m²) m² de área en planta	Fachada y particiones (kgf/m²) m² de área en planta	Afinado de piso y cubierta (kgf/m²) m² de área en planta
Reunión	Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1.0	1.8	100	180
Oficinas	Particiones móviles de altura total	1.0	1.8	100	180
	Particiones fijas de mampostería	2.0	1.8	200	180
Educativos	Salones de clase	2.0	1.5	200	150

Tabla 26 Carga muerta

Fuente: NSR 10

14.2.3. Carga de sismo aplicando análisis modal espectral.

Perfil del suelo: D	Nivel de Importancia: III	Aa=0.3	Av=0.25
Ae=0.2	Ad=0.1	Fa=1.2	Fv=1.9

Tabla 27 Carga de sismo

Fuente: investigación propia

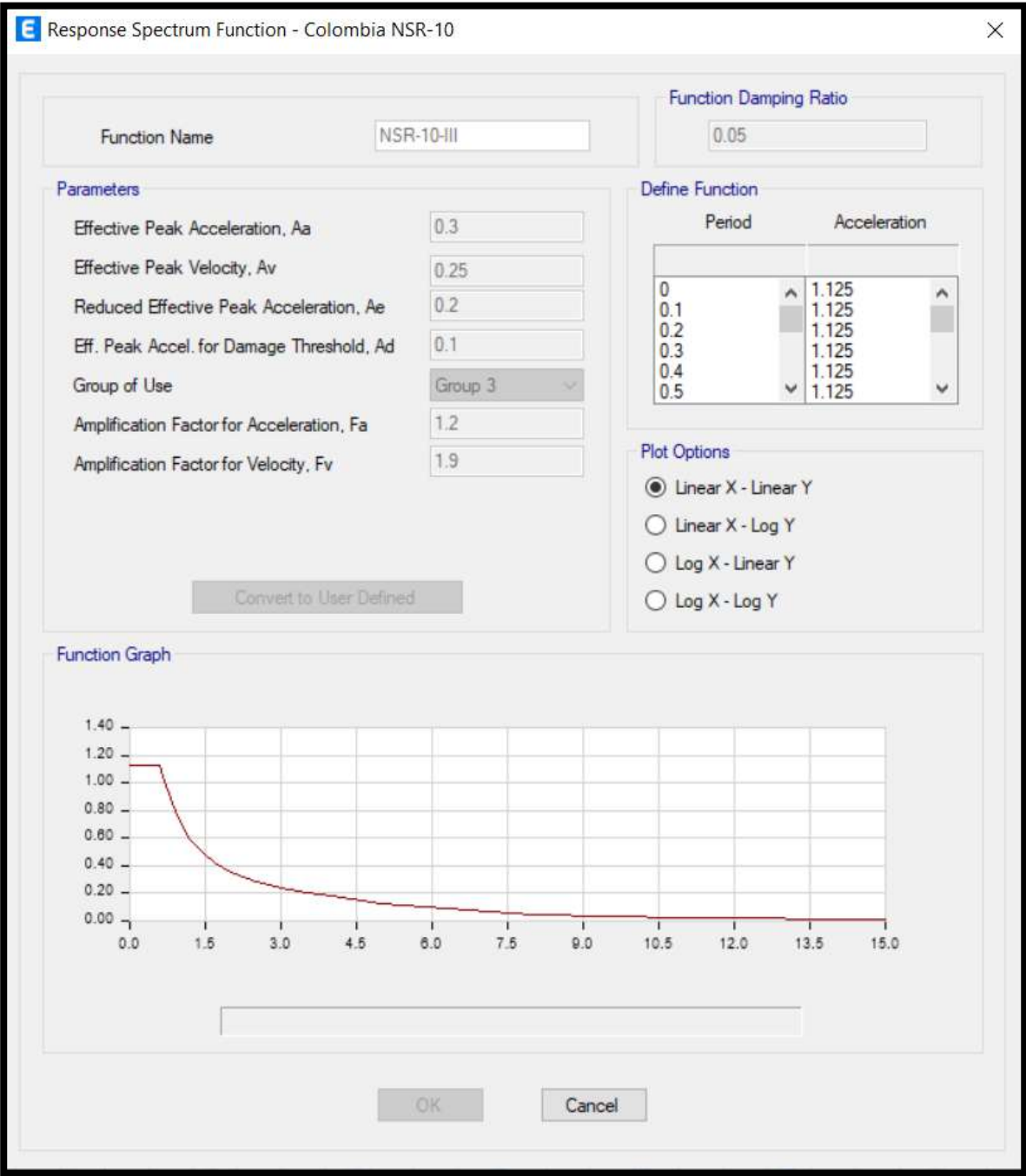


Ilustración 21 Espectro
Fuente: NSR 10

14.3. MODELO MATEMÁTICO.

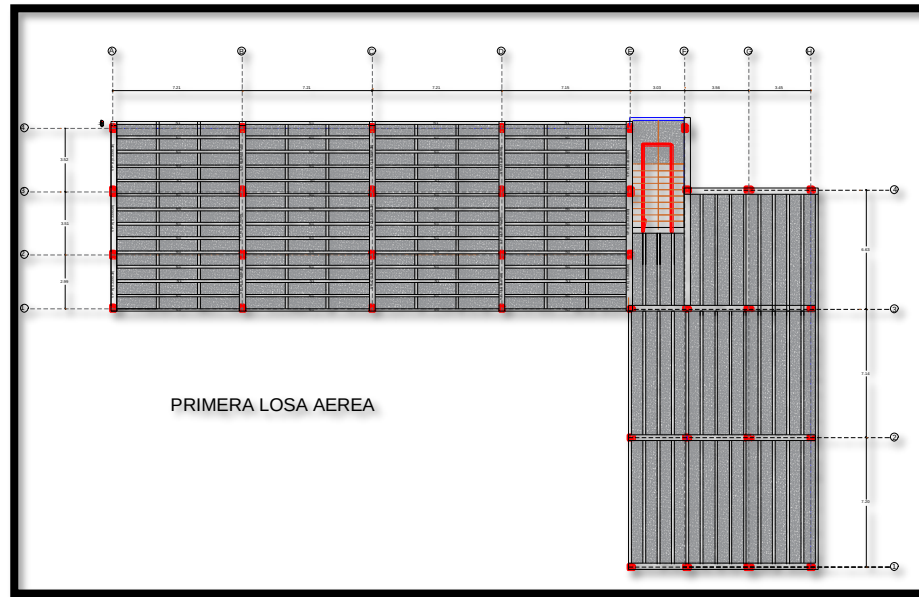


Ilustración 22 Configuración primera planta

Fuente: Investigación propia

Para la realización de la modelación se tuvo en cuenta, las dimensiones de columnas y vigas:

Columnas: Tipo1 de 22cmx30cm, tipo 2 de 22cmx40cm

Vigas y viguetas: Tipo1 -33cmx39cm, Tipo 2 -35cmx35cm, Tipo 3- 15cmx30cm

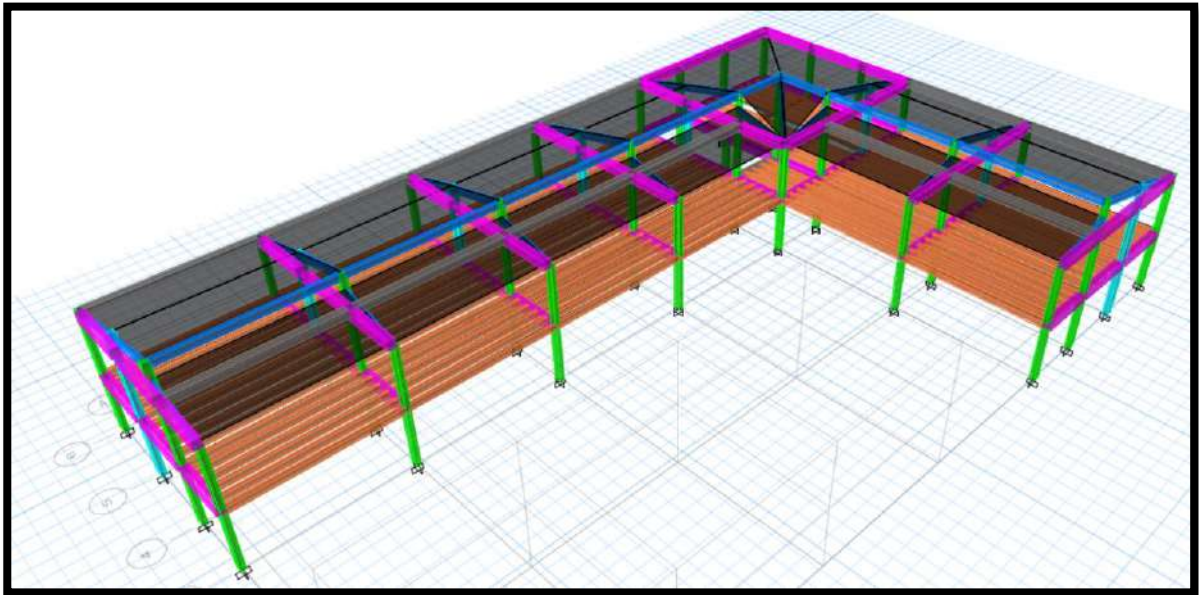


Ilustración 23 Modelo dinámico ETABS

Fuente: Investigación propia

14.4. VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO DE DERIVAS:

En cumplimiento del capítulo A.6.4 — LÍMITES DE LA DERIVA para concreto reforzado 1.0%

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% $\left(\Delta_{\max}^i \leq 0.005 h_{pi} \right)$

ESTUDIO PATOLÓGICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA PIO XII MOCOA -PUTUMAYO

VERIFICACIÓN DE DERIVAS CON I=1.00 EN DIRECCIÓN X									
DERIVAS BLOQUE C, IE PIO XII									
		DriftX	DriftY	DERIVA					
LÍMITE DERIVA				0.0100					
DERIVA MÁXIMA		0.0268	0.0167	0.0314					
				NO CUMPLE					
									MAX 3.141
Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY	DERIVA MAX	DERIVA ADM	ÍNDICE
Story2	1 DX		119.767	33.488	0.014149	0.002091	0.0143	0.0100	1.4303
Story2	2 DX		119.66	24.343	0.014086	0.001802	0.0142	0.0100	1.4201
Story2	3 DX		119.468	19.053	0.013883	0.001425	0.0140	0.0100	1.3956
Story2	4 DX		119.182	23.742	0.013652	0.001682	0.0138	0.0100	1.3755
Story2	5 DX		118.8	38.212	0.013133	0.003443	0.0136	0.0100	1.3577
Story2	6 DX		118.643	52.023	0.012883	0.005949	0.0142	0.0100	1.4190
Story2	7 DX		118.532	70.436	0.012758	0.009483	0.0159	0.0100	1.5896
Story2	8 DX		118.502	72.57	0.012748	0.007884	0.0150	0.0100	1.4989
Story2	9 DX		122.481	33.485	0.019227	0.002083	0.0193	0.0100	1.9340
Story2	10 DX		119.217	33.484	0.016956	0.002077	0.0171	0.0100	1.7083
Story2	11 DX		118.241	24.332	0.017782	0.001801	0.0179	0.0100	1.7873
Story2	12 DX		119.119	24.334	0.016935	0.0018	0.0170	0.0100	1.7030
Story2	13 DX		117.613	19.043	0.01781	0.001428	0.0179	0.0100	1.7867
Story2	14 DX		118.946	19.045	0.016971	0.001421	0.0170	0.0100	1.7030
Story2	15 DX		120.568	23.732	0.018953	0.001683	0.0190	0.0100	1.9028
Story2	16 DX		118.698	23.734	0.017028	0.001681	0.0171	0.0100	1.7111
Story2	17 DX		88.165	38.229	0.008718	0.003416	0.0094	0.0100	0.9363
Story2	18 DX		118.36	38.209	0.017053	0.00342	0.0174	0.0100	1.7393
Story2	19 DX		43.458	56.429	0.002764	0.009474	0.0099	0.0100	0.9869
Story2	20 DX		58.678	55.523	0.003846	0.009148	0.0099	0.0100	0.9924
Story2	21 DX		43.458	61.401	0.002759	0.009099	0.0095	0.0100	0.9508
Story2	22 DX		58.679	61.316	0.00382	0.009055	0.0098	0.0100	0.9828
Story2	23 DX		43.478	72.982	0.002776	0.007746	0.0082	0.0100	0.8228
Story2	24 DX		58.704	72.892	0.003826	0.007711	0.0086	0.0100	0.8608
Story2	25 DX		87.98	72.718	0.008874	0.007796	0.0118	0.0100	1.1812
Story2	26 DX		106.842	72.635	0.013194	0.007826	0.0153	0.0100	1.5340
Story2	27 DX		122.174	72.58	0.016121	0.007864	0.0179	0.0100	1.7937
Story2	28 DX		43.46	69.603	0.002765	0.009178	0.0096	0.0100	0.9585
Story2	29 DX		58.676	67.928	0.003813	0.008614	0.0094	0.0100	0.9420
Story2	30 DX		122.399	33.484	0.016531	0.002084	0.0167	0.0100	1.6662
Story2	31 DX		120.845	24.332	0.016	0.001799	0.0161	0.0100	1.6101
Story2	32 DX		121.084	19.044	0.016069	0.001419	0.0161	0.0100	1.6132
Story2	33 DX		119.679	23.733	0.015553	0.00168	0.0156	0.0100	1.5643
Story2	34 DX		88.044	61.139	0.008793	0.008979	0.0126	0.0100	1.2567
Story2	35 DX		103.782	54.254	0.012235	0.006728	0.0140	0.0100	1.3963
Story2	37 DX		87.917	70.226	0.008827	0.009469	0.0129	0.0100	1.2945
Story2	39 DX		125.927	38.196	0.017689	0.003435	0.0180	0.0100	1.8019
Story1	1 DX		77.592	27.467	0.025864	0.009156	0.0274	0.0100	2.7437
Story1	2 DX		77.676	19.021	0.025892	0.00634	0.0267	0.0100	2.6657
Story1	3 DX		78.085	14.84	0.026028	0.004947	0.0265	0.0100	2.6494
Story1	4 DX		78.487	18.889	0.026162	0.006296	0.0269	0.0100	2.6909
Story1	5 DX		79.629	28.785	0.026543	0.009595	0.0282	0.0100	2.8224
Story1	6 DX		80.207	35.096	0.026736	0.011699	0.0292	0.0100	2.9184
Story1	7 DX		80.464	42.051	0.026821	0.014017	0.0303	0.0100	3.0263
Story1	8 DX		80.461	49.052	0.02682	0.016351	0.0314	0.0100	3.1411
Story1	9 DX		65.704	27.491	0.021901	0.009164	0.0237	0.0100	2.3741
Story1	10 DX		69.137	27.51	0.023046	0.00917	0.0248	0.0100	2.4803
Story1	11 DX		65.789	19.015	0.02193	0.006338	0.0228	0.0100	2.2828
Story1	12 DX		69.11	19.021	0.023037	0.00634	0.0239	0.0100	2.3893
Story1	13 DX		65.072	14.82	0.021691	0.00494	0.0222	0.0100	2.2246
Story1	14 DX		68.829	14.848	0.022943	0.004949	0.0235	0.0100	2.3471
Story1	15 DX		64.681	18.867	0.02156	0.006289	0.0225	0.0100	2.2459
Story1	16 DX		68.413	18.875	0.022804	0.006292	0.0237	0.0100	2.3656
Story1	17 DX		62.266	28.931	0.020755	0.009644	0.0229	0.0100	2.2886
Story1	18 DX		67.994	28.882	0.022665	0.009627	0.0246	0.0100	2.4625
Story1	19 DX		35.306	28.962	0.011769	0.009654	0.0152	0.0100	1.5222
Story1	20 DX		47.255	28.944	0.015752	0.009648	0.0185	0.0100	1.8472
Story1	21 DX		35.318	34.838	0.011773	0.011613	0.0165	0.0100	1.6537
Story1	22 DX		47.341	34.87	0.01578	0.011623	0.0196	0.0100	1.9599
Story1	23 DX		35.286	49.957	0.011762	0.016652	0.0204	0.0100	2.0387
Story1	24 DX		47.346	49.964	0.015782	0.016655	0.0229	0.0100	2.2945
Story1	25 DX		61.61	49.485	0.020537	0.016495	0.0263	0.0100	2.6341
Story1	26 DX		67.406	49.303	0.022469	0.016434	0.0278	0.0100	2.7838
Story1	27 DX		73.925	49.124	0.024642	0.016375	0.0296	0.0100	2.9587
Story1	28 DX		35.302	42.33	0.011767	0.014111	0.0184	0.0100	1.8373
Story1	29 DX		47.356	42.311	0.015785	0.014104	0.0212	0.0100	2.1168
Story1	30 DX		73.291	27.485	0.02443	0.009162	0.0261	0.0100	2.6092
Story1	31 DX		73.334	19.021	0.024445	0.00634	0.0253	0.0100	2.5254
Story1	32 DX		73.371	14.854	0.024457	0.004951	0.0250	0.0100	2.4953
Story1	33 DX		73.47	18.884	0.02449	0.006295	0.0253	0.0100	2.5286
Story1	34 DX		61.92	34.88	0.02064	0.011627	0.0237	0.0100	2.3690
Story1	35 DX		67.767	34.942	0.022589	0.011647	0.0254	0.0100	2.5415
Story1	36 DX		73.998	35.087	0.024666	0.011696	0.0273	0.0100	2.7298
Story1	37 DX		61.687	42.212	0.020562	0.014071	0.0249	0.0100	2.4916
Story1	39 DX		73.491	28.78	0.024497	0.009593	0.0263	0.0100	2.6308

Tabla 28 Verificación de Derivas dirección x

Fuente: Investigación propia

ESTUDIO PATOLÓGICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA PIO XII MOCOA -PUTUMAYO

VERIFICACIÓN DE DERIVAS CON I=1.00 EN DIRECCIÓN Y									
DERIVAS BLOQUE C, IE PIO XII									
		DriftX	DriftY	DERIVA					
LÍMITE DERIVA				0.0100					
DERIVA MÁXIMA		0.0132	0.0216	0.0251					
				NO CUMPLE					MAX 2.51
Story	Point	Load	DispX	DispY	DriftX	DriftY	DERIVA MAX	DERIVA ADM	ÍNDICE
Story2	1 DY		32.8	51.886	0.003987	0.003931	0.0056	0.0100	0.5599
Story2	2 DY		32.771	48.223	0.003965	0.003955	0.0056	0.0100	0.5600
Story2	3 DY		32.721	48.52	0.003895	0.003771	0.0054	0.0100	0.5421
Story2	4 DY		32.644	54.803	0.003823	0.004032	0.0056	0.0100	0.5556
Story2	5 DY		32.54	72.36	0.003658	0.007133	0.0080	0.0100	0.8016
Story2	6 DY		32.499	88.06	0.003582	0.01119	0.0117	0.0100	1.1749
Story2	7 DY		32.471	100.98	0.003543	0.013827	0.0143	0.0100	1.4274
Story2	8 DY		32.464	96.712	0.003539	0.01075	0.0113	0.0100	1.1318
Story2	9 DY		42.739	51.867	0.006236	0.003923	0.0074	0.0100	0.7367
Story2	10 DY		35.99	51.871	0.00484	0.003917	0.0062	0.0100	0.6226
Story2	11 DY		40.807	48.202	0.005578	0.003948	0.0068	0.0100	0.6834
Story2	12 DY		35.953	48.208	0.00483	0.003948	0.0062	0.0100	0.6238
Story2	13 DY		40.728	48.498	0.005615	0.003766	0.0068	0.0100	0.6761
Story2	14 DY		35.892	48.504	0.004835	0.003762	0.0061	0.0100	0.6126
Story2	15 DY		42.299	54.784	0.006127	0.004032	0.0073	0.0100	0.7335
Story2	16 DY		35.808	54.79	0.00485	0.004026	0.0063	0.0100	0.6303
Story2	17 DY		36.374	72.529	0.004428	0.007095	0.0084	0.0100	0.8363
Story2	18 DY		35.7	72.433	0.004857	0.007097	0.0086	0.0100	0.8600
Story2	19 DY		49.255	92.014	0.003231	0.013456	0.0138	0.0100	1.3838
Story2	20 DY		39.244	91.847	0.00301	0.01341	0.0137	0.0100	1.3744
Story2	21 DY		49.252	89.602	0.003224	0.011516	0.0120	0.0100	1.1959
Story2	22 DY		39.246	89.459	0.002997	0.011493	0.0119	0.0100	1.1877
Story2	23 DY		49.269	97.169	0.003242	0.011136	0.0116	0.0100	1.1598
Story2	24 DY		39.259	97.054	0.003003	0.011056	0.0115	0.0100	1.1457
Story2	25 DY		36.224	96.838	0.004465	0.010867	0.0117	0.0100	1.1749
Story2	26 DY		36.194	96.749	0.005075	0.0108	0.0119	0.0100	1.1933
Story2	27 DY		34.106	96.703	0.004529	0.010753	0.0117	0.0100	1.1668
Story2	28 DY		49.251	96.43	0.003231	0.012345	0.0128	0.0100	1.2761
Story2	29 DY		39.234	94.207	0.002993	0.011588	0.0120	0.0100	1.1968
Story2	30 DY		33.907	51.865	0.004531	0.003922	0.0060	0.0100	0.5993
Story2	31 DY		33.545	48.197	0.004406	0.003947	0.0059	0.0100	0.5915
Story2	32 DY		33.608	48.496	0.004425	0.00376	0.0058	0.0100	0.5807
Story2	33 DY		33.132	54.78	0.004255	0.004026	0.0059	0.0100	0.5858
Story2	34 DY		36.287	89.181	0.004446	0.01148	0.0123	0.0100	1.2311
Story2	35 DY		31.028	77.119	0.003371	0.007485	0.0082	0.0100	0.8209
Story2	37 DY		36.196	98.418	0.004444	0.013009	0.0137	0.0100	1.3747
Story2	39 DY		35.363	72.355	0.005024	0.007115	0.0087	0.0100	0.8710
Story1	1 DY		21.031	40.163	0.00701	0.013388	0.0151	0.0100	1.5112
Story1	2 DY		21.074	36.469	0.007025	0.012156	0.0140	0.0100	1.4040
Story1	3 DY		21.228	37.388	0.007076	0.012463	0.0143	0.0100	1.4332
Story1	4 DY		21.37	42.834	0.007123	0.014278	0.0160	0.0100	1.5956
Story1	5 DY		21.705	51.11	0.007235	0.017037	0.0185	0.0100	1.8510
Story1	6 DY		21.871	54.68	0.00729	0.018227	0.0196	0.0100	1.9631
Story1	7 DY		21.95	59.653	0.007317	0.019884	0.0212	0.0100	2.1188
Story1	8 DY		21.953	64.665	0.007318	0.021555	0.0228	0.0100	2.2763
Story1	9 DY		24.516	40.168	0.008172	0.013389	0.0157	0.0100	1.5686
Story1	10 DY		21.907	40.189	0.007302	0.013396	0.0153	0.0100	1.5257
Story1	11 DY		24.589	36.467	0.008196	0.012156	0.0147	0.0100	1.4661
Story1	12 DY		21.903	36.474	0.007301	0.012158	0.0142	0.0100	1.4182
Story1	13 DY		24.384	37.376	0.008128	0.012459	0.0149	0.0100	1.4876
Story1	14 DY		21.818	37.398	0.007273	0.012466	0.0144	0.0100	1.4433
Story1	15 DY		24.36	42.812	0.00812	0.014271	0.0164	0.0100	1.6419
Story1	16 DY		21.67	42.836	0.007223	0.014279	0.0160	0.0100	1.6002
Story1	17 DY		23.46	51.395	0.00782	0.017132	0.0188	0.0100	1.8832
Story1	18 DY		21.533	51.293	0.007178	0.017098	0.0185	0.0100	1.8544
Story1	19 DY		39.715	52.063	0.013238	0.017354	0.0218	0.0100	2.1827
Story1	20 DY		30.259	52.084	0.010086	0.017361	0.0201	0.0100	2.0078
Story1	21 DY		39.735	55.415	0.013245	0.018472	0.0227	0.0100	2.2730
Story1	22 DY		30.302	55.34	0.010101	0.018447	0.0210	0.0100	2.1031
Story1	23 DY		39.695	63.977	0.013232	0.021326	0.0251	0.0100	2.5097
Story1	24 DY		30.298	64.103	0.010099	0.021368	0.0236	0.0100	2.3634
Story1	25 DY		23.19	64.444	0.00773	0.021481	0.0228	0.0100	2.2830
Story1	26 DY		21.376	64.553	0.007125	0.021518	0.0227	0.0100	2.2667
Story1	27 DY		20.703	64.649	0.006901	0.02155	0.0226	0.0100	2.2628
Story1	28 DY		39.71	59.651	0.013237	0.019884	0.0239	0.0100	2.3887
Story1	29 DY		30.302	59.678	0.010101	0.019893	0.0223	0.0100	2.2311
Story1	30 DY		20.427	40.168	0.006809	0.013389	0.0150	0.0100	1.5021
Story1	31 DY		20.438	36.465	0.006813	0.012155	0.0139	0.0100	1.3934
Story1	32 DY		20.449	37.394	0.006816	0.012465	0.0142	0.0100	1.4207
Story1	33 DY		20.478	42.828	0.006826	0.014276	0.0158	0.0100	1.5824
Story1	34 DY		23.315	55.094	0.007772	0.018365	0.0199	0.0100	1.9942
Story1	35 DY		21.492	54.969	0.007164	0.018323	0.0197	0.0100	1.9674
Story1	36 DY		20.728	54.76	0.006909	0.018253	0.0195	0.0100	1.9517
Story1	37 DY		23.225	59.689	0.007742	0.019896	0.0213	0.0100	2.1349
Story1	39 DY		20.489	51.157	0.00683	0.017052	0.0184	0.0100	1.8369

Tabla 29 Verificación de derivas dirección Y

Fuente: Investigación propia

- El modelo matemático y el análisis estructural dentro del programa ETABS, dan como resultado que las derivas no cumplen, considerando el sismo en los dos sentidos con efecto de ortogonalidad.

14.5. VERIFICACION DE CUMPLIMIENTO DE RESISTENCIA DE VIGAS Y COLUMNAS

En cuanto al cumplimiento de resistencia de columnas y vigas de acuerdo con el ACI18-14. Se aprecia que los elementos estructurales más comprometidos son las columnas y en menor proporción, algunas vigas aéreas. El análisis interno revisa, refuerzo a cortante, a flexión, flexo-compresión, torsión, diseño de nudos, verificación de columna fuerte viga débil.

14.5.1. Para las columnas

Se aprecia que falta acero para carga axial y momentos biaxial. No se cumple la verificación de columna fuerte viga débil. El acero requerido excede el máximo permitido, por lo que nos da a entender que le hace falta sección a las columnas.

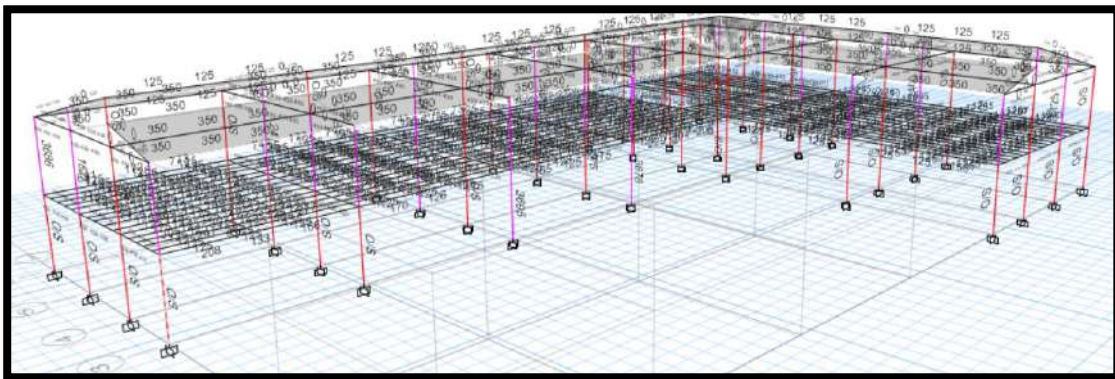


Ilustración 24 Modelo dinámico estructural

Fuente: Investigación propia

15. Estudios de Vulnerabilidad Sísmica

Realizado por el ingeniero Haderson Rodriguez, quien realiza levantamiento arquitectónico y estructural del paciente y estudio de suelos actualizado de la zona; no se extraen núcleos para no afectar la estabilidad estructural del edificio dada la fragilidad de la edificación por su edad, toando como base las esclerometrías realizadas se toma como referencia un concreto de 21Mpa.

La evaluación de vulnerabilidad estructural del paciente se realizó bajo la metodología que propone la NSR-10 capítulo A-10, a continuación, se presentan los avalúos de carga basándose en las tablas B.3.4.3-1 de la NSR-10 Título B y en la investigación propia realizada a partir de la información encontrada.

CARGA MUERTA	OCUPACION O USO		FACHADAS Y PARTICIONES CARGA (KN/m ²)	AFINADOS DE PISOS CARGA (KN/m ²)
	EDUCATIVOS	SALONES DE CLASE	2	1.5

Tabla 30 Carga muerta

Fuente: Elaboración propia

USOS Y OCUPACION			CARGA UNIFORME (KN/m2) m2 de área en planta
CARGA VIVA	EDUCATIVOS	Salones de clase	2
		corredores y escaleras	5

Tabla 31 Carga Viva

Fuente: Elaboración propia

Carga sísmica	Coeficiente aceleración pico	Aa	0.3
	Coeficiente velocidad pico	Av	0.25
	Coeficiente de importancia	I	1.25
	Factores de amplificación del suelo	Fa	1.2
	Según microzonificación	Fv	1.9

Tabla 32 Carga sísmica

Fuente: Elaboración propia

15.1. HISTORIA DE SISMOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

En los registros del servicio geológico de Colombia, la capital del putumayo tiene un registro de evento telúrico, con fecha del 14 de julio de 1947 a una profundidad de 10km con epicentro a la capital de San Juan de Pasto Nariño.

SERVICIO
GEOLOGICO
COLOMBIANO



Historia sísmica del municipio Mocoa, Putumayo

No.	Fecha del sismo	Hora local	Latitud	Longitud	Autor epicentro	Magnitud	Tipo magnitud	Autor magnitud	Profundidad (km)	Autor profundidad	Centro poblado	Int. Sitio (EMS-98)	Intensidad Máxima EMS-98	Int. Sitio (MM)	Intensidad Máxima MM	Área epicentral
1	1947/07/14	02:01	1.3	-77.23	Servicio Geológico Colombiano (Beauval et al. 2010)	6	MW	Servicio Geológico Colombiano (Beauval et al. 2010)	10	Servicio Geológico Colombiano (Beauval et al. 2010)	Mocoa	5	8	5	9	San Juan De Pasto, Nariño

Historia sísmica del municipio Mocoa, Putumayo

Tabla 33 Historial de sismos

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

Por otro lado, de acuerdo con la investigación publicada en SGC, con título, ESTUDIO DE SISMOS HISTÓRICOS EN MOCOA (PUTUMAYO), Bogotá, octubre de 2017. Se tienen registros reportados en textos de los primeros colonos monjes capuchinos, que menciona dos fechas en el que vivieron movimientos telúricos, siendo dos eventos, uno en el 1827 y otro en el 1834.

En lo que respecta a centros poblados cercanos al municipio de Mocoa. Encontramos que el SGC tiene 10 registros de eventos telúricos, encontramos que en el que se han presentados más sismos es en el municipio de Santiago, municipio localizado en el alto putumayo.

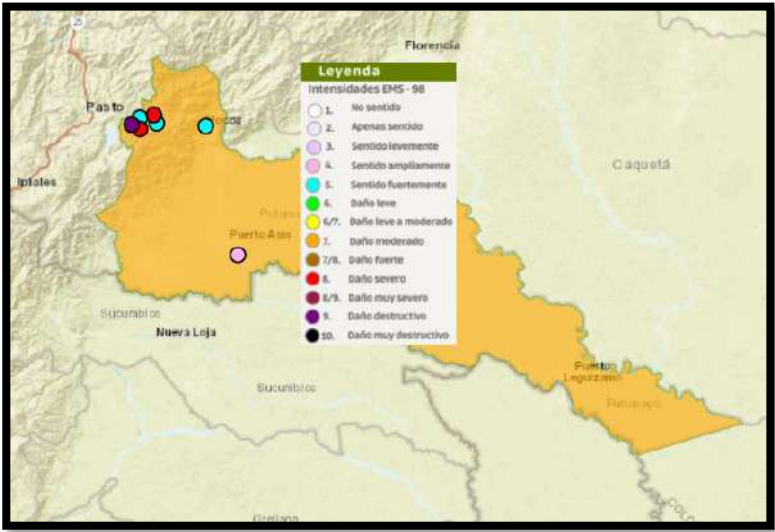


Ilustración 25 mapa de historial de sismos en el Putumayo

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

Historia sísmica del Departamento de PUTUMAYO										
No.	Fecha	Hora local	Latitud epicentro	Longitud epicentro	Magnitud	Tipo magnitud	Profundidad (km)	Centro poblado	Intensidad sitio (EMS-98)	Intensidad máxima (EMS-98)
1	1947/07/14	02:01	1.3	-77.23	6	MW	10	Colón, Putumayo	5	8
2	1947/07/14	02:01	1.3	-77.23	6	MW	10	Mocoa, Putumayo	5	8
3	1947/07/14	02:01	1.3	-77.23	6	MW	10	Puerto Asís, Putumayo	4	8
4	1834/01/20	07:00	1.1	-76.93	6.7	MW	15	San Andrés Bello, Putumayo	8	9
5	1947/07/14	02:01	1.3	-77.23	6	MW	10	San Francisco, Putumayo	5	8
6	1834/01/20	07:00	1.1	-76.93	6.7	MW	15	Santiago, Putumayo	9	9
7	1947/07/14	02:01	1.3	-77.23	6	MW	10	Santiago, Putumayo	5	8
8	1834/01/20	07:00	1.1	-76.93	6.7	MW	15	Sibundoy, Putumayo	8	9
9	1935/10/26	20:15	1.07	-77.51	5.9	MW	10	Sibundoy, Putumayo	4	8
10	2013/02/09	09:16	1.11	-77.56	7	MW	162	Sibundoy, Putumayo	4	7

Tabla 34 Historia sísmica del Putumayo

Fuente: (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, 2019)

15.2. Análisis de riesgos estructurales

Para el análisis de riesgos estructurales se elaboraron fichas de levantamiento para una mejor comprensión de la información recolectada, se presentan a continuación.

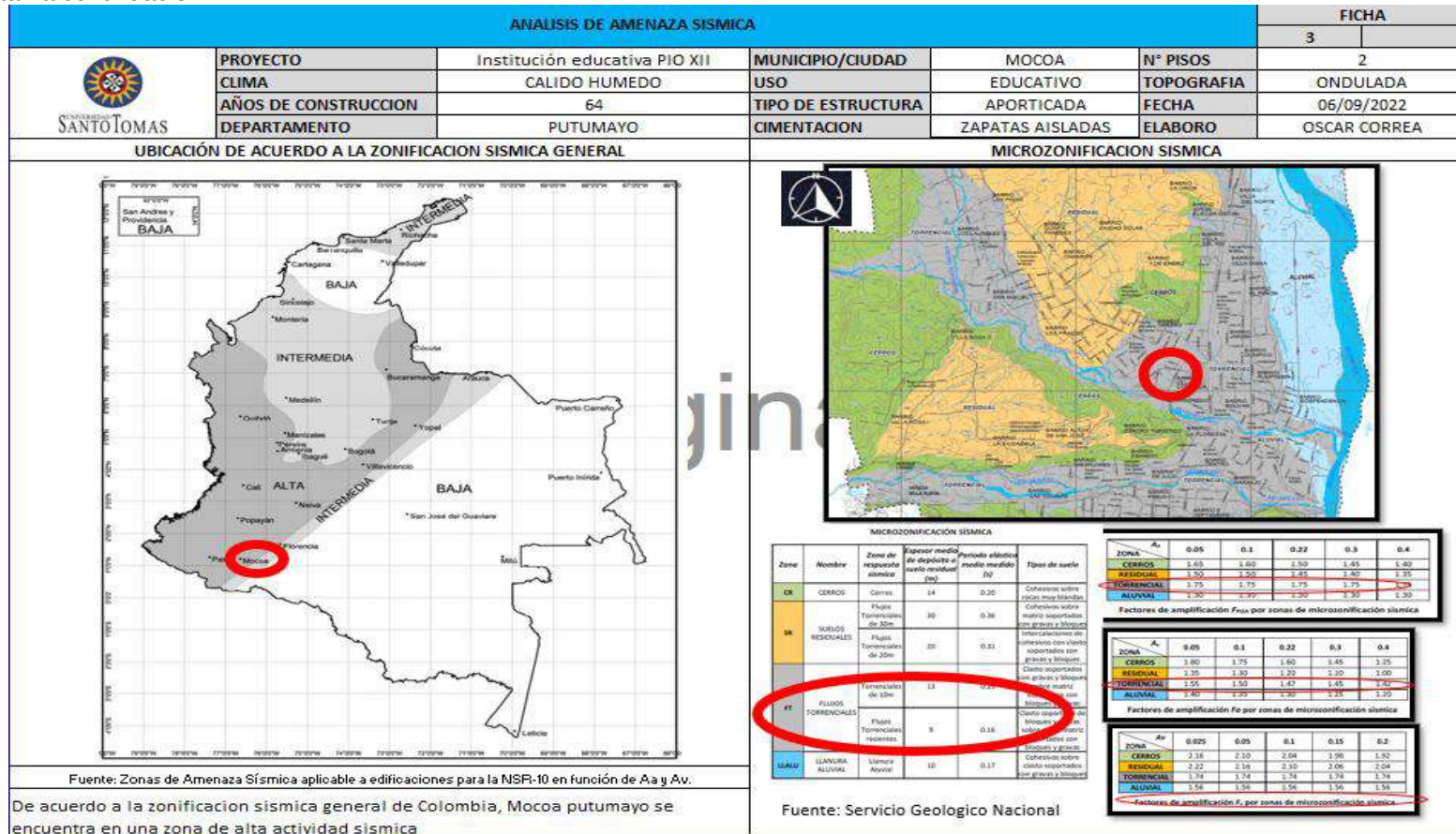


Tabla 35 Ficha amenaza sísmica
Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO PATOLÓGICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA PIO XII MOCOA -PUTUMAYO

FACHADAS						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	4	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
LEV ARQUITECTONICO Y ESTRUCTURAL PRIMER PISO			FACHADA NORTE				
 PRIMER NIVEL Fuente: Investigación propia			 Fuente: Investigación propia				
FACHADA OCCIDENTAL			FACHADA SUR				
 Fuente: Investigación propia			 Fuente: Investigación propia Las fachadas estan conformadas por muros adoquinados pañetados y pintados; la pintura se encuentra deteriorada por la falta de llozaderos en la parte superior.				

Tabla 36 Ficha fachadas
Fuente: Elaboración propia

SISTEMA ESTRUCTURAL						FICHA	
 MUNICIPIO SANTO TOMÁS	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	5	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
	Losa de entrepiso C9			COLUMNA C-3			
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
Sistema de losa nervada en una sola dirección, observar que llegan los nervios directamente sobre el pórtico plano			Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.				
COLUMNA E-1			OBSERVACIONES				
			* Sistema aporticado en una dirección. * El sistema de resistencia sísmica solo existe en una dirección, en el otro eje no existe sistema. * Los pórticos planos son unidos mediante la losa nervada orientada ortogonalmente al plano de los pórticos. * Vigas: 33x39 * Columnas: 22x30				
Fuente: Investigación propia			NOTA: Las columnas no respetan las dimensiones mínimas de acuerdo al capítulo C.21.6 de la NSR-10, denominado "Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)". En el aparte C.21.6.1.1 "La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m²".				
Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.							

Tabla 37 Ficha sistema estructural

Fuente: Elaboración propia

CUBIERTA						FICHA	
						6	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	2	
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
Cubierta			Cubierta pasillo				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
Tejas deterioradas, oxido en cerchas							
Tejado en Asbesto cemento			OBSERVACIONES				
			* Láminas de asbesto cemento sobre cerchas que sirven de correas. * Las láminas de asbesto cemento se ha prohibido el uso para edificaciones por el daño que ocasiona a los pulmones, material cancerígeno.				
			*Cerchas presentan oxidación y deterioro por falta de mantenimiento.				
Fuente: Investigación propia							
Tejado en asbesto cemento							

Tabla 38 Ficha de Cubierta

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO PATOLÓGICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA PIO XII MOCOA -PUTUMAYO

PATOLOGIAS						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	7	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
	HUMEDAD 1 FILTRACION			HUMEDAD 2 FILTRACION			
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
HUMEDAD 3 CONDENSACION			HUMEDAD 4 CAPILARIDAD				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
HUMEDAD 5 CONDENSACION			HUMEDAD 6 CAPILARIDAD				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
HUMEDAD 7 CAPILARIDAD			HUMEDAD 8 CONDENSACION				

 Fuente: Investigación propia	
HUMEDAD 9 CAPILARIDAD	OBSERVACIONES
 Fuente: Investigación propia	Humedades por capilaridad y por condensacion ; las humedades por capilaridad se presentan por absorcion de elementos estructurales y no estructurales de la humedad del suelo; la humedad por condensacion en este caso es por la acumulacion en la fachada de la humedad natural del ambiente, es un tipo de lesion quimica que no afecta la estabilidad de la estructura.

Tabla 39 Lesiones químicas
Fuente: Elaboración Propia

ESTUDIO PATOLÓGICO INSTITUCIÓN EDUCATIVA PIO XII MOCOA -PUTUMAYO

PATOLOGIAS						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	8	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
FIGURA 1			FIGURA 2				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
GRIETA 1			GRIETA 2				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
GRIETA 3			GRIETA 4				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				

GRIETA 5  Fuente: Investigación propia	GRIETA 6 
GRIETA 7  Fuente: Investigación propia	GRIETA 8  OBSERVACIONES Se presentan fisuras y grietas por asentamientos de la estructura, no afectan la estabilidad de la edificación.

Tabla 40 Ficha Fisuras y grietas

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE VULNERABILIDAD					
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII		MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA
	CLIMA	CALIDO HUMEDO		USO	EDUCATIVO
	AÑOS DE CONSTR	57		TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO		CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS
ESTRUCTURA					
	FACHADA	PLACA	COLUMNAS	VIGAS	
FOTOGRAFIA					
DESCRIPCION	Las fachadas estan conformadas por muros adoquinados pañetados y pintados; la pintura se encuentra deteriorada por la falta de lloraderos en la parte superior.	Sistema de losa nervada en una sola dirección, observar que llegan los nervios directamente sobre el pórtico plano	Columnas 22 x 30	Vigas 33 x 39	Muros en adobe espesor
	MATERIALES	SISMO	FISURAS Y GRIETAS	ORGANISMOS	
FOTOGRAFIA				VEGETALES	ANIMALES
DESCRIPCION	Concreto reforzado de 21Mpa acero liso	* Mocoa se encuentra en una zona de sismicidad alta, ha presentado registro de un sismo el 14 de julio de 1947 a una profundidad de 10km y 10 registros de eventos telúricos, encontramos que en el que se han presentados más sismos es en el municipio de Santiago, municipio localizado en el alto putumayo.	Se evidencias fisuras y grietas prinsepalemtne en los muros divisorios de la edificación.	No hay registro de vegetacion que pueda influir en la estabilidad estructural del edificio, en cuanto a animales, es predominante en la zona la presencia de coleopteros.	Humedades por capilaridad, estructurales y humedad por en la fachada lesion química

Tabla 41 Ficha de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia

Para calificar el riesgo de vulnerabilidad de la edificación se construyó una matriz de riesgos de vulnerabilidad estructural a partir del cuadro de calificación del riesgo y una vez analizada toda la información recolectada sobre el paciente y se obtuvo que:



ETAPAS DE VULNERABILIDAD		
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	DEFINICION	CATEGORIA
FRECUENTE	SIGNIFICATIVA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	A
MODERADA	MEDIANA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	B
REMOTA	BAJA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	C
EXTREMADAMENTE REMOTA	DIFICIL QUE OCURRE	D

Tabla 42 Etapas de vulnerabilidad

Fuente: (Bedoya, 2022)

CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
CATEGORIA	RIESGO	COLOR
1	Muy alto	
2	Alto	
3	Medio	
4	Bajo	

Tabla 43 Clasificación del riesgo

Fuente: Elaboración propia (Bedoya, 2022)



MATRIZ DE RIESGOS ESTRUCTURALES		
ITEM	RIESGO	COLOR
PLACAS DE ENTREPISO	ALTO	
MUROS DIVISORIOS	MEDIO	
FACHADA	BAJO	
COLUMNAS	ALTO	
VIGAS	ALTO	
CUBIERTA	ALTO	

Tabla 44 Matriz de riesgos de vulnerabilidad estructural

Fuente: Elaboración propia (Bedoya, 2022)

Se concluye entonces que debido a la deficiencia estructural y a la composición del suelo en el que se encuentra el paciente este tiene una alta probabilidad de colapso ante un evento sísmico; por ende, la calificación que se le da es de. **B2 Riesgos que necesitan MITIGACION: Planes de actuación correctivos.**

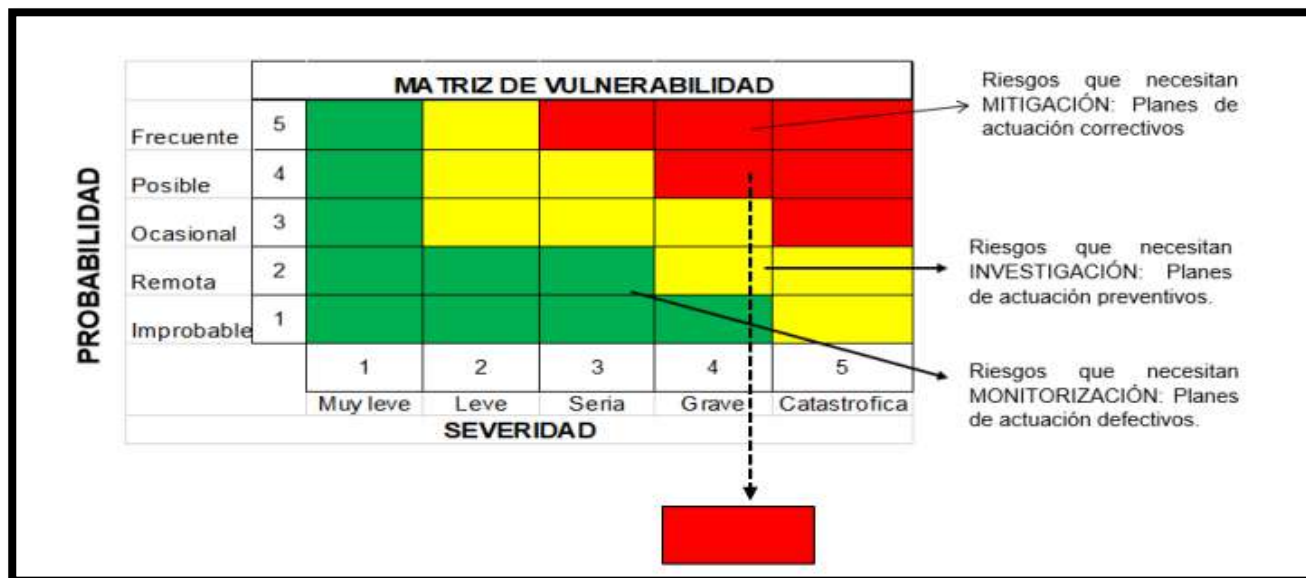


Tabla 45 Matriz de vulnerabilidad

Fuente: (Bedoya, 2022)

Para la calificación se tuvo en cuenta la matriz de vulnerabilidad que se muestra en la tabla 22.



16. Propuesta de intervención 1

El estudio patológico de la institución educativa Pio XII arrojó como resultado que el paciente presenta lesiones de gravedad baja que no representan un riesgo en el colapso de la estructura; más sin embargo luego del análisis de vulnerabilidad sísmica de la estructura se concluyó:

- El paciente presenta un grado alto de vulnerabilidad sísmica debido a sus fallencias estructurales de diseño, ya que este solo se encuentra restringido en una dirección además de presentar un incorrecto dimensionamiento de las columnas y las vigas, a la luz del capítulo C.21.5 elementos sometidos a flexión en pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía DES y el C.21.6 Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad de disipación DE ENERGIA (DES) de la NSR-10
- El paciente se encuentra construido sobre un suelo inestable que se compone de depósitos aluviales lo que lo hace aún más vulnerable ante cualquier evento sísmico.
- Se debe realizar un reforzamiento estructural del paciente para corregir los errores de diseño.

Para dar continuidad al resultado del estudio patológico, se presenta la siguiente propuesta de intervención:

Para la intervención del paciente se propone con base en el estudio patológico realizado un reforzamiento estructural a través de una estructura metálica, un arriostramiento excéntrico; para ello se requiere un levantamiento topográfico y arquitectónico detallado, para así poder modelar la estructura y revisar de una manera mas concreta el funcionamiento dinámico de la estructura, dimensiones y materiales a utilizar en el arriostramiento.



Se plantea este tipo de reforzamiento ya que la fundación no representa un riesgo para la construcción y el comportamiento del suelo es óptimo, esto se evidencia al no percibir lesiones por asentamientos diferenciales, además del sustento técnico del estudio de suelos que se cito para el diagnóstico de la edificación.

16.1. Equipo de trabajo

Para los estudios patológicos pertinentes a evaluar el grado de afectación y vulnerabilidad sísmica del paciente se requiere el siguiente equipo de trabajo.

- Topógrafo
- Auxiliar de laboratorio
- Ingeniero Civil especialista en estructuras
- Ingeniero Civil especialista en Geotecnia
- Laboratorista

16.1.1. Funciones

Topógrafo:

Se encargará de realizar un levantamiento topográfico arquitectónico del paciente partiendo de las bases dispuestas por el IGAC para los fines pertinentes además de tomar medidas de manera directa e indirecta de los elementos constructivos arquitectónicos y estructurales.; todos los elementos de medición deben contar con su respectivo certificado de calibración vigente y el profesional debe tener matricula profesional vigente avalada por el CPNT.



Auxiliar de laboratorio: Sera el encargado de tomar las muestras que se planteen en campo para que estas puedan ser analizadas en el laboratorio; el auxiliar debe contar con idoneidad la cual se validara a través de su experiencia profesional.

Ingeniero Civil especialista en estructuras: Sera el encargado de realizar una modelación estructural en el Software ETABS o similar, para ver el comportamiento estructural del paciente a partir datos recolectados en campo y los resultados de las muestras obtenidas por los ensayos de laboratorio.

Ingeniero Civil especialista en Geotecnia: Tendrá como función principal el estudio del suelo de soporte y la cimentación del paciente.

Laboratorista: Tendrá como función principal el procesamiento de las muestras y ensayos realizados en campo.

Especialista en Patología: Sera el responsable de investigar al paciente elaborando la historia clínica además de direccionar, analizar y concluir el estudio patológico del paciente a partir de los resultados de los datos cuantitativos y cualitativos.



17. COSTOS DE LOS ESTUDIOS

El estudio patológico de la institución educativa Pio XII tiene el siguiente costo que se desglosa bajo la modalidad gravable AIU.

COSTOS ESTUDIO PATOLOGICO INSTITUCION EDUCATIVA PIO XII					
1	HISTORIA CLINICA	VALOR UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
1.1	Levantamiento topográfico	\$ 3 600 000	GLOBAL	1	\$ 3 600 000
1.2	Elaboración de planos	\$ 720 000	GLOBAL	1	\$ 720 000
1.3	Investigación del paciente	\$ 360 000	GLOBAL	1	\$ 360 000
2	2 DIAGNOSTICO				
2.1	PRUEBAS DIAGNOSTICAS				
2.1.1	Esclerometrías	\$ 94 176	UN	3	\$ 282 528
3	ANALISIS DIAGNOSTICO				
3.1	Modelación ETABS	\$ 10 000	m2	1080	\$ 10 800 000
3.2	Diagnostico patológico	\$ 7 200 000	GLOBAL	1	\$ 7 200 000
3.3	Elaboración del informe	\$ 480 000	UN	3	\$ 1 440 000
SUBTOTAL					\$ 24 402 528
BASE AIU 20%					\$ 4 880 506
ADMINISTRACION 5%					\$ 1 220 126
IMPREVISTOS 5%					\$ 1 220 126
UTILIDAD 10%					\$ 2 440 253
IVA 19%					\$ 244 025
TOTAL					\$ 29 527 059

Tabla 46 presupuesto estudio patológico



18. COSTOS DE LA INTERVENCIÓN OPCIÓN 1

La intervención de la institución educativa Pio XII tiene el siguiente costo que se desglosa bajo la modalidad gravable AIU.

COSTOS INTERVENCION INSTITUCION EDUCATIVA PIO XII					
1	CONSULTORIA	VALOR UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
1.1	Levantamiento topográfico arquitectónico	\$ 3 600 000	GLOBAL	1	\$ 3 600 000
1.2	lev estructural	\$ 8 000	m2	1080	\$ 8 640 000
1.3	Modelación ETABS	\$ 10 000	m2	1080	\$ 10 800 000
1.4	memorias de cálculo y planos	\$ 10 000	m2	1080	\$ 10 800 000
2	REPARACION DE LESIONES LEVES				
2.2	REPARACION FISURAS	\$ 3 500 000	GLOBAL	1	\$ 3 500 000
2.3	REPARACION HUMEDADES	\$ 6 000 000	GLOBAL	1	\$ 6 000 000
2.4	LAVADO DE FACHADA	\$ 13 000	m2	1280	\$ 16 640 000
2.5	CAMBIO DE CUBIERTA	\$ 234 239	m2	540	\$ 126 489 060
2.6	PINTURA DE FACHADA	\$ 16 000	m2	1280	\$ 20 480 000
3	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL				
3.1	ADECUACIONES				
3.2	CAMPAMENTO	\$ 400 000	m2	80	\$ 32 000 000
3.3	BAÑOS	\$ 600 000	UNIDAD	4	\$ 2 400 000
3.4	REDES	\$ 80 000	UNIDAD	9	\$ 720 000
3.5	PMT	\$ 250 000	GLOBAL	1	\$ 250 000
3.6	CERRAMIENTO	\$ 55 000	m	128	\$ 7 040 000
3.7	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL METALICO	\$ 73 000	m2	1080	\$ 78 840 000
4	LIMPIEZA				\$ 0
4.1	RETIRO DE ESCOMBROS	\$ 10 000	m3	100	\$ 1 000 000
SUBTOTAL					\$ 329 199 060
BASE AIU 20%					\$ 65 839 812
					\$ 16 459 953
IMPREVISTOS 5%					\$ 16 459 953
UTILIDAD 10%					\$ 32 919 906
IVA 19%					\$ 3 291 991
TOTAL					\$ 398 330 863

Tabla 47 Costos de intervención opción 1

19. Cronograma Investigación patológica

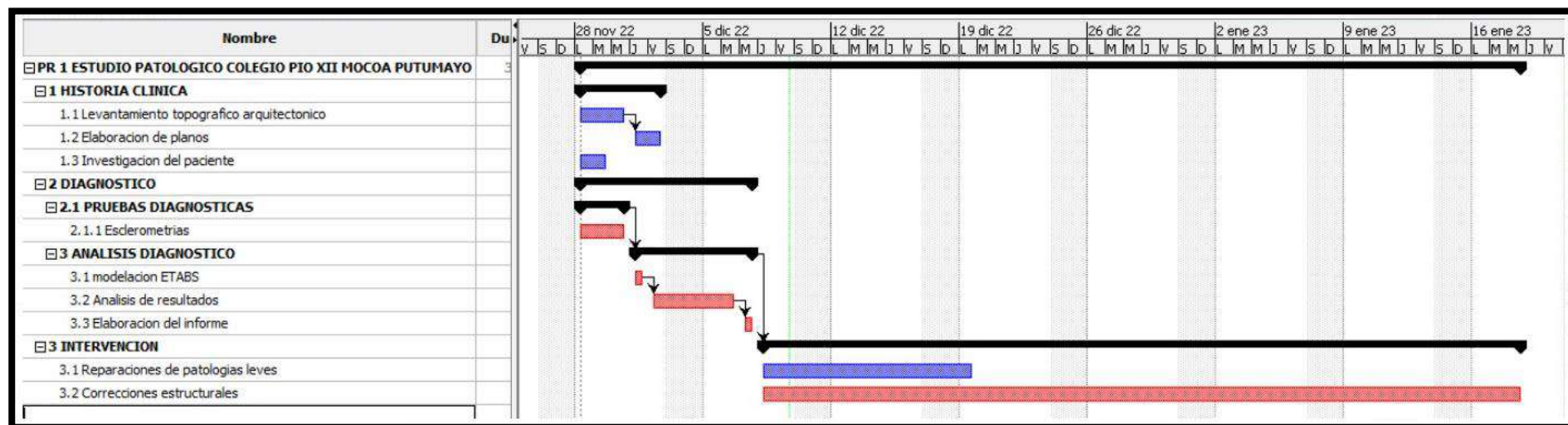


Ilustración 26 Programación investigación patológica



20. Diagrama de flujo investigación patológica

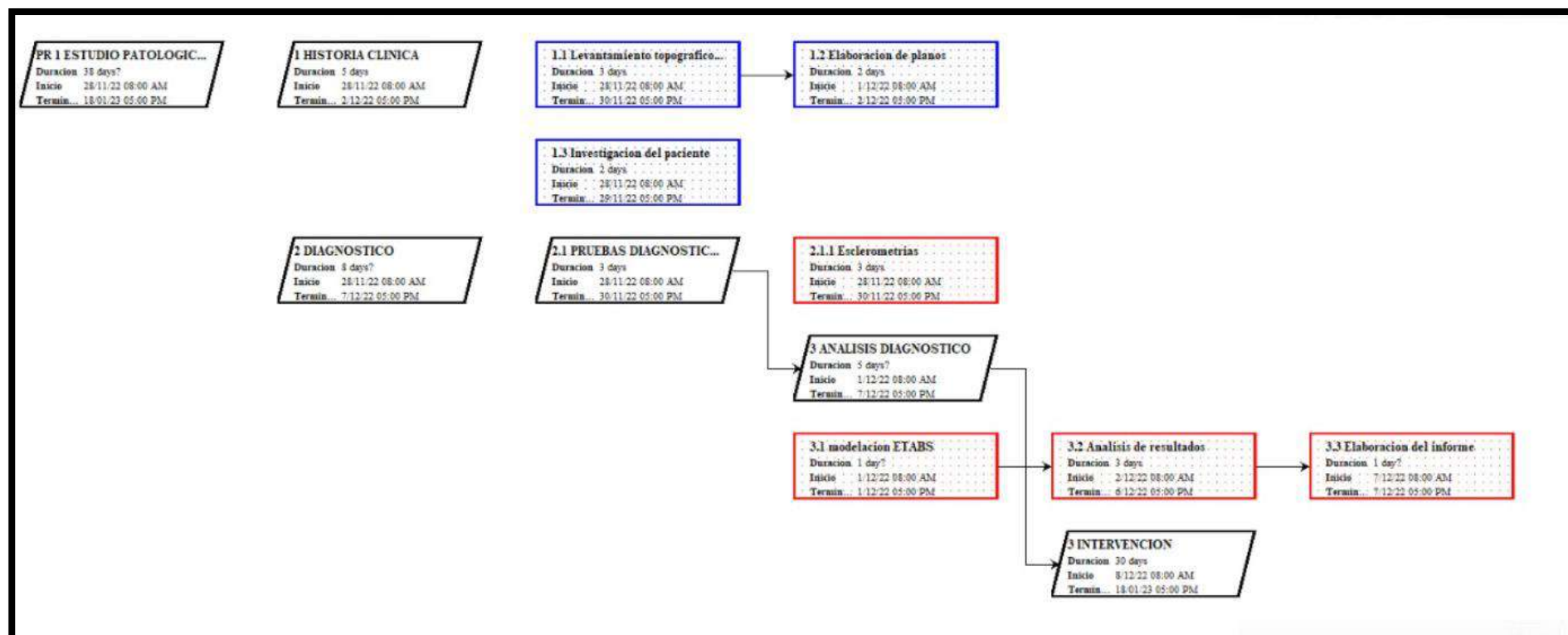


Ilustración 27 Diagrama de flujo investigación patológica



21. Cronograma intervención opción 1

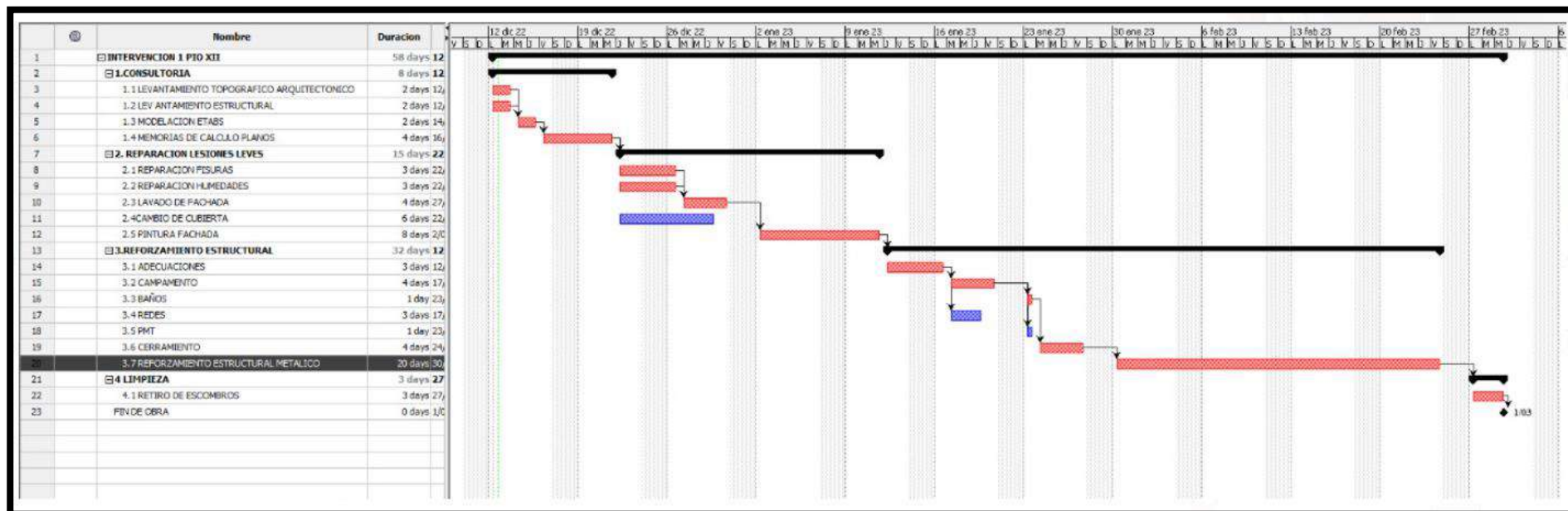


Ilustración 28 Cronograma de intervención opción 1

22. Diagrama de flujo intervención opción 2

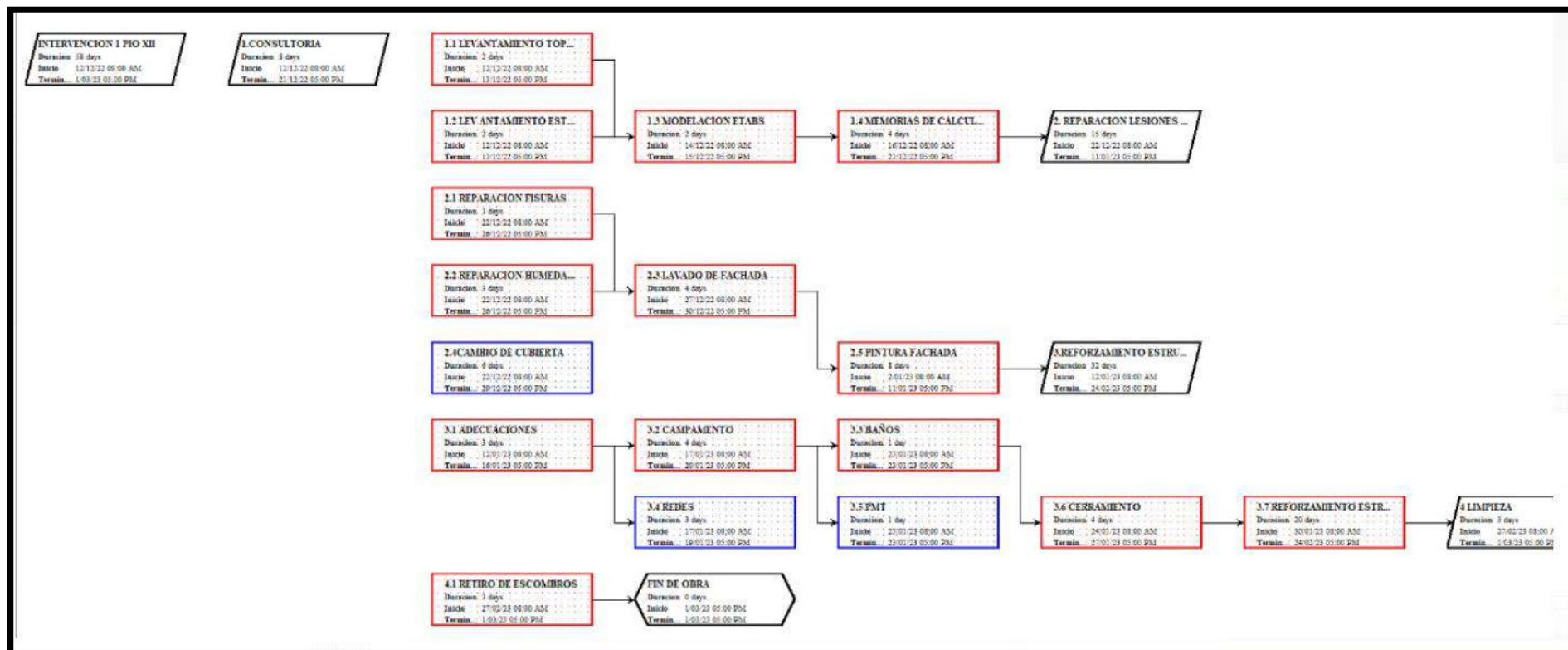


Ilustración 29 Diagrama de flujo intervención opción 1



22.1. PROPUESTA DE INTERVENCION 2

La necesidad de más acero y que este supere el permitido, obedece a que existe más carga, como resultados de las combinaciones, de la que puede soportar. Por lo tanto, se propone aumentar la sección de columnas a 35cmx35cm y verificar nuevamente derivas y resistencia de los elementos. Se realiza la propuesta en la modelación y se aprecia que las cuantías de acero en las columnas disminuyeron dentro de lo permisible y que al igual, las derivas cumplen.

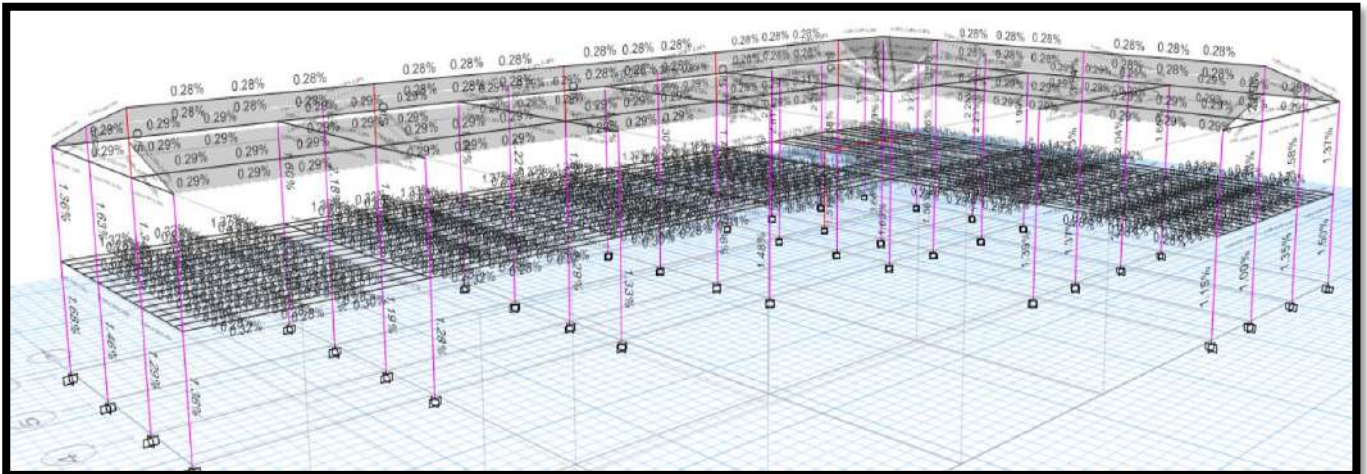


Ilustración 30 Modelo dinámico

Fuente: Investigación propia



23. COSTOS DE LA INTERVENCIÓN OPCIÓN 2

La intervención de la institución educativa Pio XII tiene el siguiente costo que se desglosa bajo la modalidad gravable AIU.

COSTOS INTERVENCIÓN OPCION 2 INSTITUCION EDUCATIVA PIO XII					
1	CONSULTORIA	VALOR UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
1.1	Levantamiento topográfico arquitectónico	\$ 3 600 000	GLOBAL	1	\$ 3 600 000
1.2	lev estructural	\$ 8 000	m2	1080	\$ 8 640 000
1.3	Modelación ETABS	\$ 10 000	m2	1080	\$ 10 800 000
1.4	memorias de cálculo y planos	\$ 10 000	m2	1080	\$ 10 800 000
2	REPARACION DE LESIONES LEVES				
2.2	REPARACION FISURAS	\$ 3 500 000	GLOBAL	1	\$ 3 500 000
2.3	REPARACION HUMEDADES	\$ 6 000 000	GLOBAL	1	\$ 6 000 000
2.4	LAVADO DE FACHADA	\$ 13 000	m2	1280	\$ 16 640 000
2.5	CAMBIO DE CUBIERTA	\$ 234 239	m2	540	\$ 126 489 060
2.6	PINTURA DE FACHADA	\$ 16 000	m2	1280	\$ 20 480 000
3	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL				
3.1	ADECUACIONES				
3.2	CAMPAMENTO	\$ 400 000	m2	80	\$ 32 000 000
3.3	BAÑOS	\$ 600 000	UNIDAD	4	\$ 2 400 000
3.4	REDES	\$ 80 000	UNIDAD	9	\$ 720 000
3.5	PMT	\$ 250 000	GLOBAL	1	\$ 250 000
3.6	CERRAMIENTO	\$ 55 000	m	128	\$ 7 040 000
3.7	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL METALICO	\$ 185 939	m2	1080	\$ 200 814 120
4	LIMPIEZA				\$ 0
4.1	RETIRO DE ESCOMBROS	\$ 10 000	m3	100	\$ 1 000 000
SUBTOTAL					\$ 451 173 180
BASE AIU 20%					\$ 90 234 636
ADMINISTRACION 5%					\$ 22 558 659
IMPREVISTOS 5%					\$ 22 558 659
UTILIDAD 10%					\$ 45 117 318
IVA 19%					\$ 4 511 732
TOTAL					\$ 545 919 548

Tabla 48 Costos de intervención opción 2



24. Programación intervención opción 2

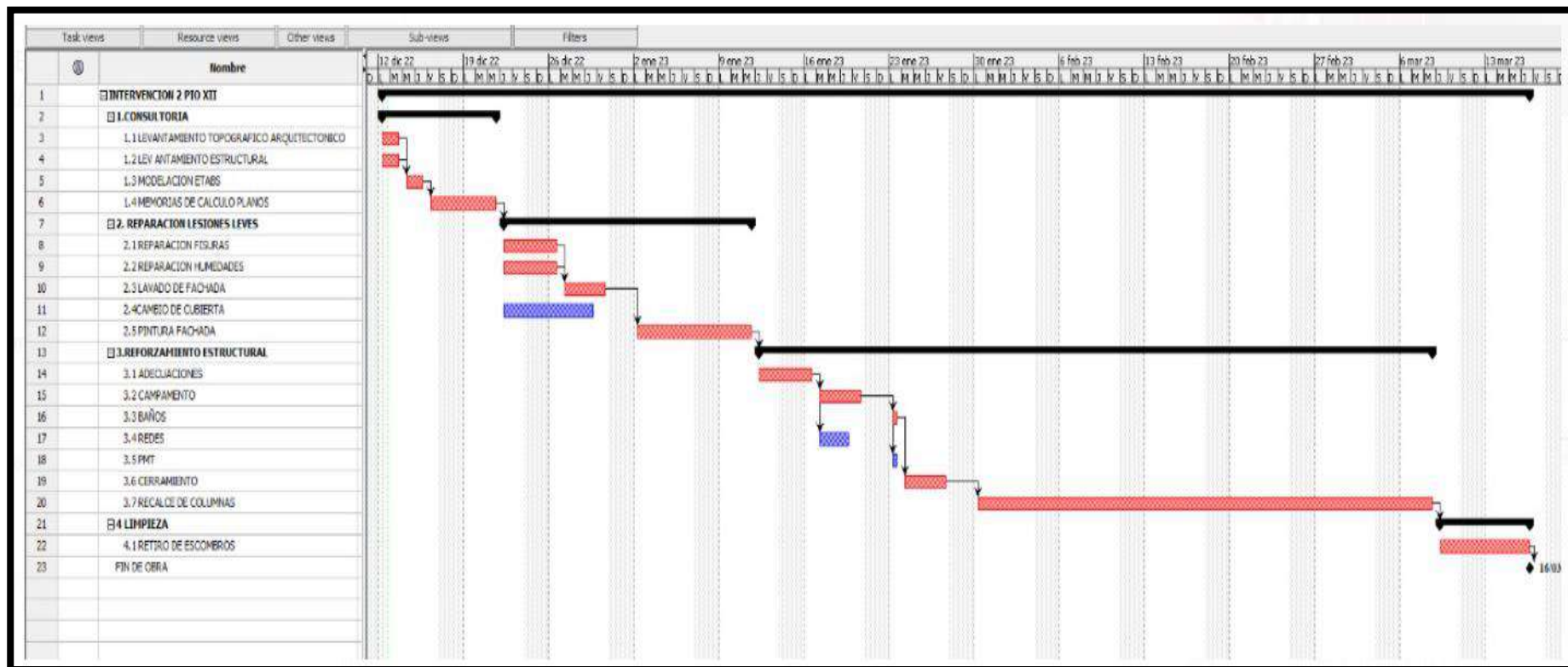


Tabla 49 programación intervención opción 2

24.1. Diagrama de Flujo intervención opción 2

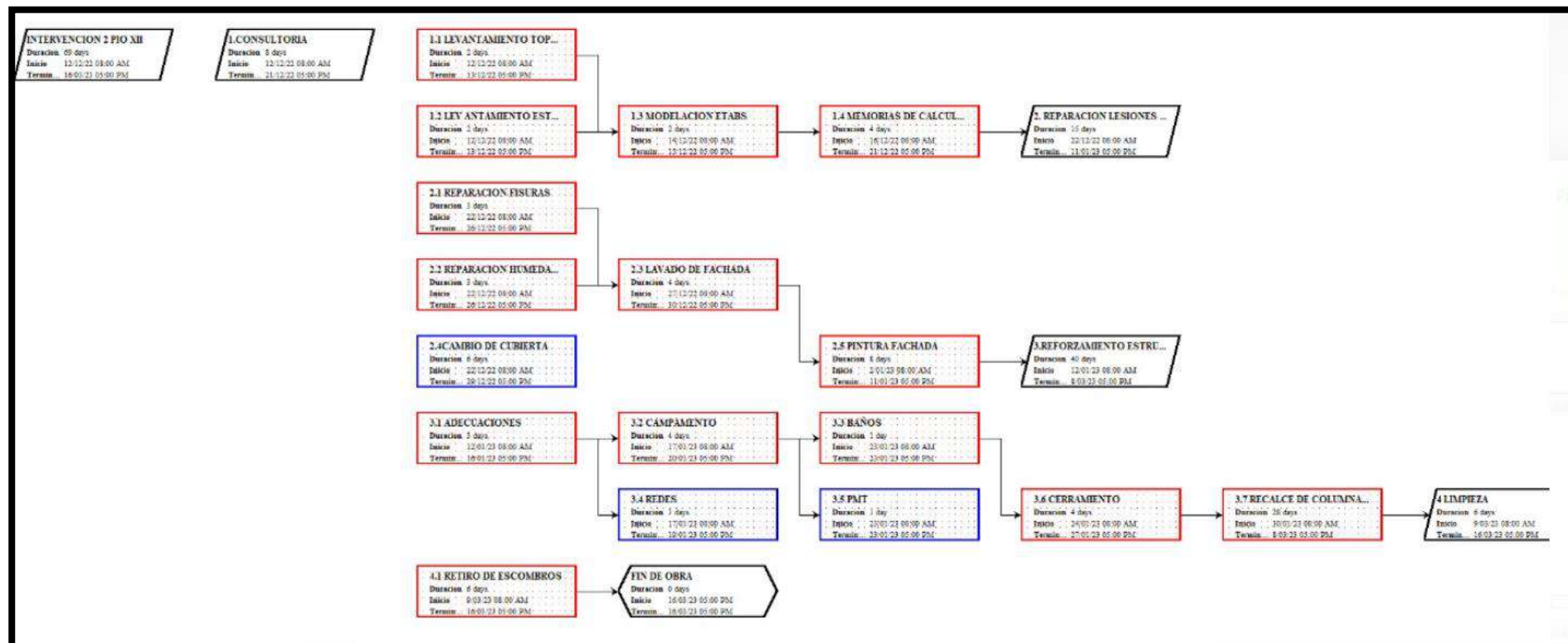


Tabla 50 Diagrama de flujo intervención opción 2



25. Conclusiones y recomendaciones

- El paciente presenta un grado alto de vulnerabilidad sísmica debido a sus falencias estructurales de diseño, ya que este solo se encuentra restringido en una dirección además de presentar un incorrecto dimensionamiento de las columnas y las vigas, a la luz del capítulo C.21.5 elementos sometidos a flexión en pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía DES y el C.21.6 Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad de disipación DE ENERGIA (DES) de la NSR-10
- El paciente se encuentra construido sobre un suelo inestable que se compone de depósitos aluviales lo que lo hace aún más vulnerable ante cualquier evento sísmico.
- Se debe realizar un reforzamiento estructural del paciente para corregir los errores de diseño.
- Las dimensiones de las columnas no son responsables por lo que no se estaría cumpliendo lo especificación en el capítulo C.21.6.2 de la NSR-10 — “Resistencia mínima a flexión de columnas”.
- Tal como está enfocado el sistema estructural, no se estarían cumplimiento derivas.
- El sistema estructural no se encuentra seccionado y es muy irregular en planta, por lo que estaría sufriendo de efectos torsionales.
- Puede que los elementos estructurales actuales, como las columnas de la edificación, estén sobre esforzadas.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en la modelación de las soluciones planteadas el colegio Pío XII cumpliría bajo cualquiera de los dos métodos de reforzamiento estructural en derivas.



26. Bibliografía

- Bedoya, L. M. (2022). *Estudio Patológico Centro Comercial Cuba, ubicado en Pereira (Risaralda)*. Bogotá: Universidad Santo Tomas.
- COLOMBIA SA. (25 de 12 de 2021). <https://www.colombia-sa.com>. Obtenido de <https://www.colombia-sa.com/departamentos/putumayo/putumayo.html>
- CONSORCIO AMP Y P&D. (2015). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO DE LAS SEDES – SENA PASTO*. SAN JUAN DE PASTO: P & D.
- Corpo amazonia. (10 de Octubre de 2022). <https://www.corpoamazonia.gov.co>. Obtenido de https://www.corpoamazonia.gov.co/region/Jur_geomorfologia.htm#:~:text=Se%20caracteriza%20por%20la%20presencia,por%20las%20monta%C3%B1as%20de%20las
- ELOHIM. (2019). *Evaluación de amenaza y riesgo sísmico de Mocoa, Putumayo*. Bogotá.
- GOOGLE. (10 de Octubre de 2022). <https://www.google.com/intl/es/earth/>. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- Herrera Mesa, S., Manyoma Rentería, C. A., & Duarte Ruiz, C. M. (s.f.). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES INDISPENSABLES DEL GRUPO III SECTOR EDUCACIÓN UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS, RISARALDA*.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Reglamento sismo resistente NSR-10 Titulo A*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- MINISTERIO DE VIVIEENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. (2010). *NSR10*. BOGOTÁ DC : AIS.
- SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO. (2019). *EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO SÍSMICO DE MOCOA (PUTUMAYO) FASE 1*. Bogotá .
- Servicio Geologico Colombiano. (10 de Octubre de 2022). <https://www.sgc.gov.co/>. Obtenido de <https://www.sgc.gov.co/>
- UNGRD. (2021). *Pae para la reconstrucción de Mocoa*. Bogotá : Presidencia de laRepublica.

Universidad Nacional de Colombia. (2011). *"VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PATOLOGICO DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA, TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA"*. MEDELLÍN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

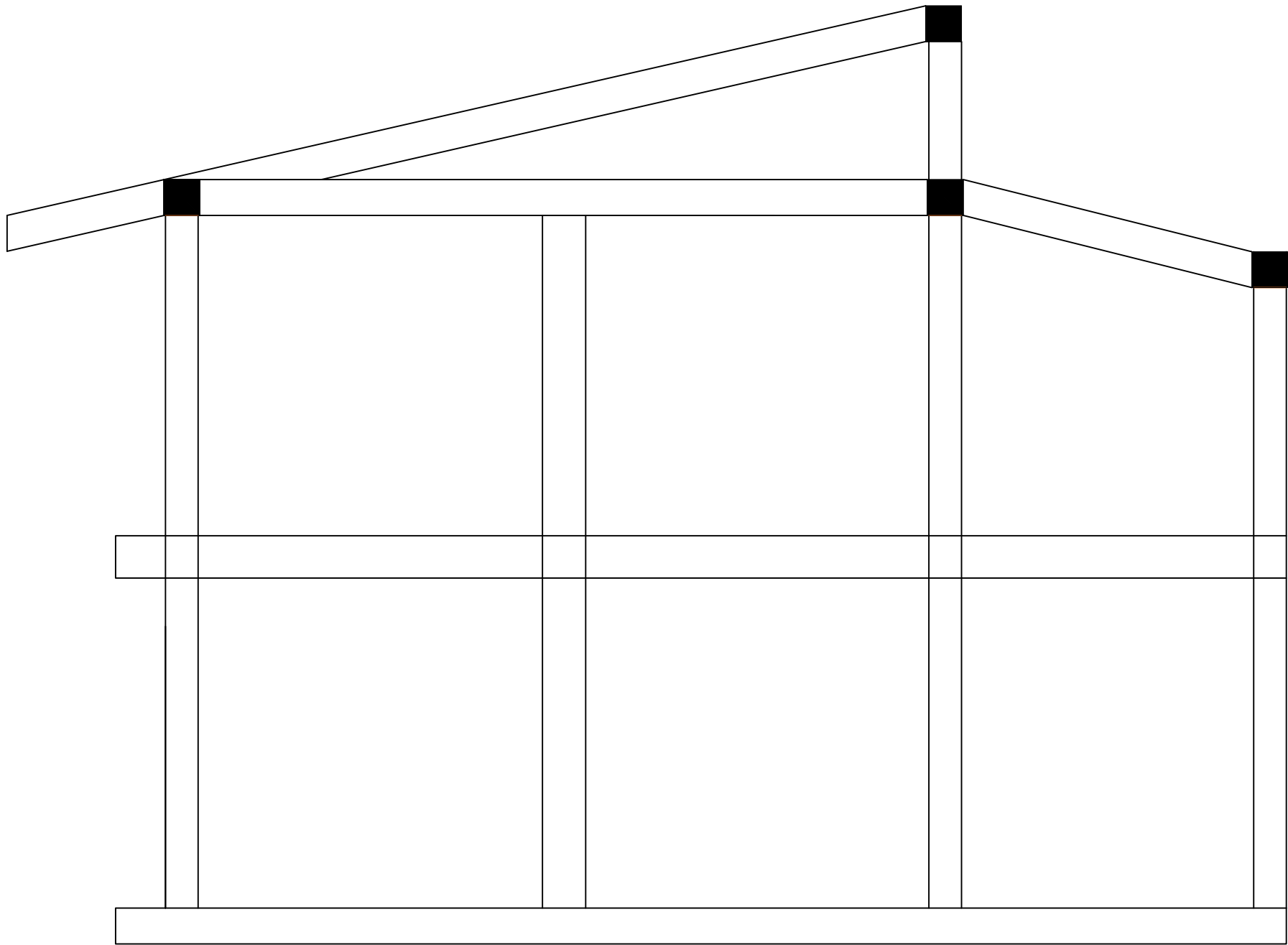


UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

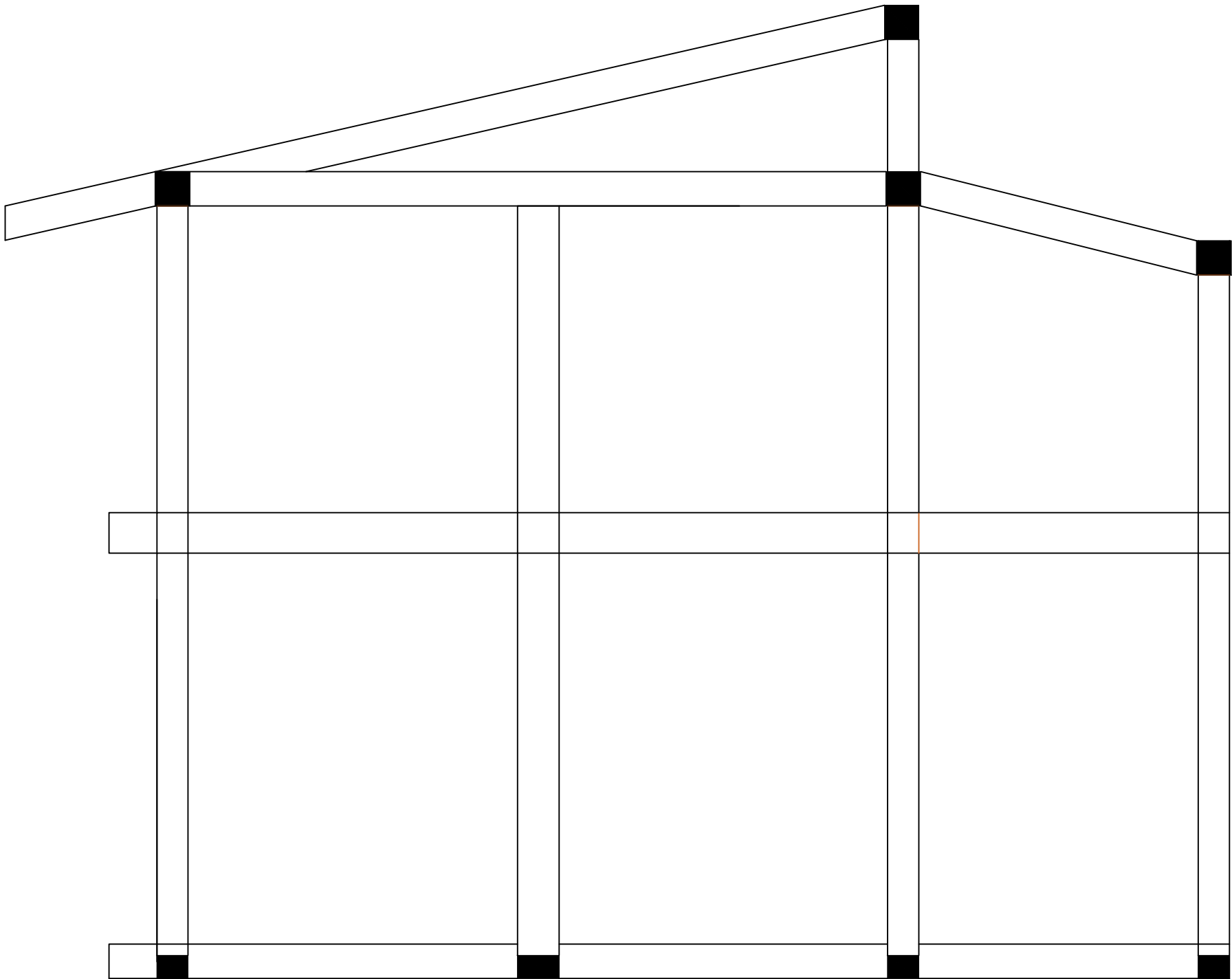


UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

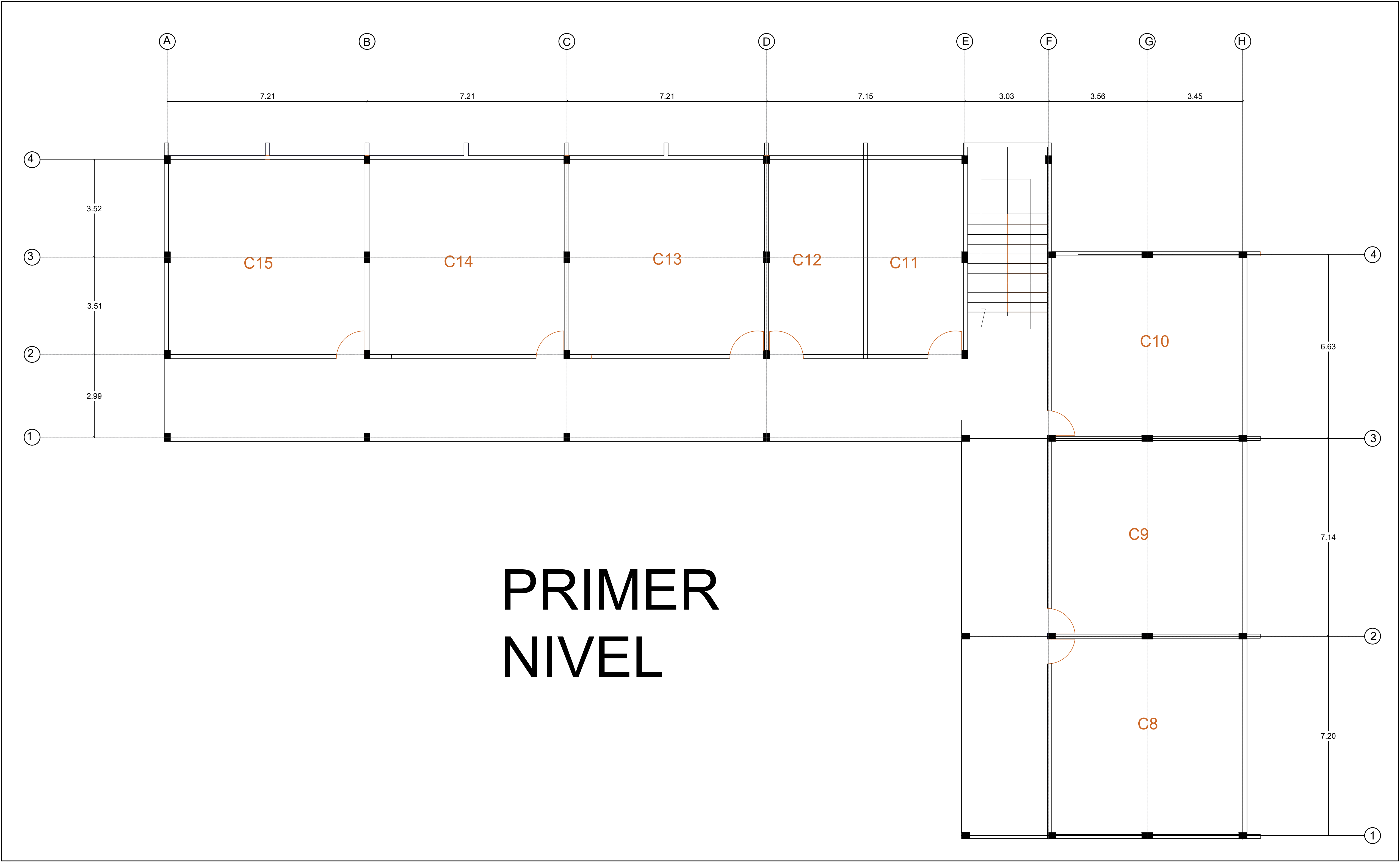
27. Anexos



EJE A,B,C



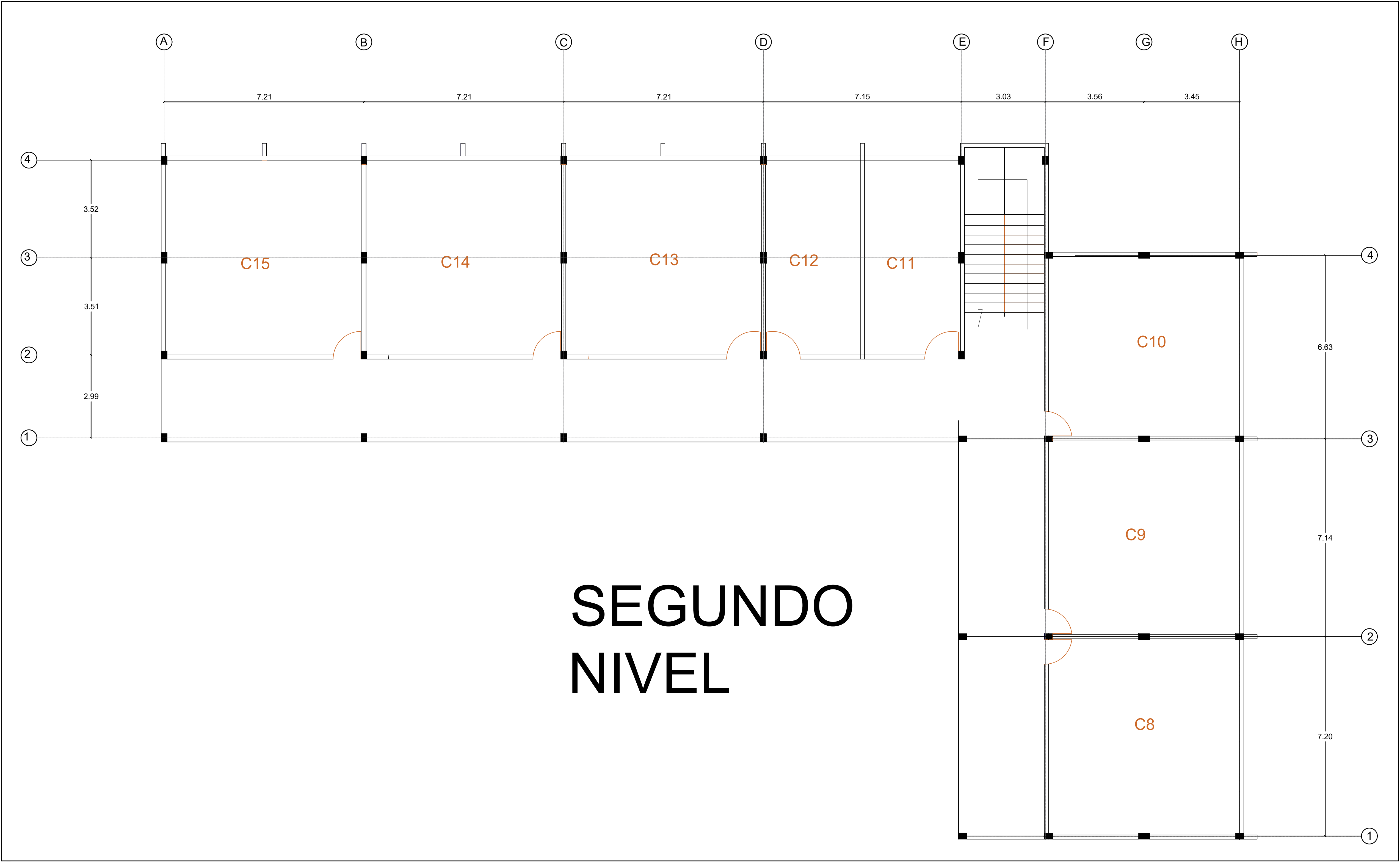
EJE D-H 1-4



LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL-ARQUITECTONICO
INSTITUCION EDUCATIVA PIO XII

Fecha: 04-07-2022	PROGRAMA: ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN	Escala: 1:75
Contenidos: PRIMERA PLANTA		Nº de Lámina: 01/03
DIBUJO OSCAR CORREA C.P.N.T : 01-15425		

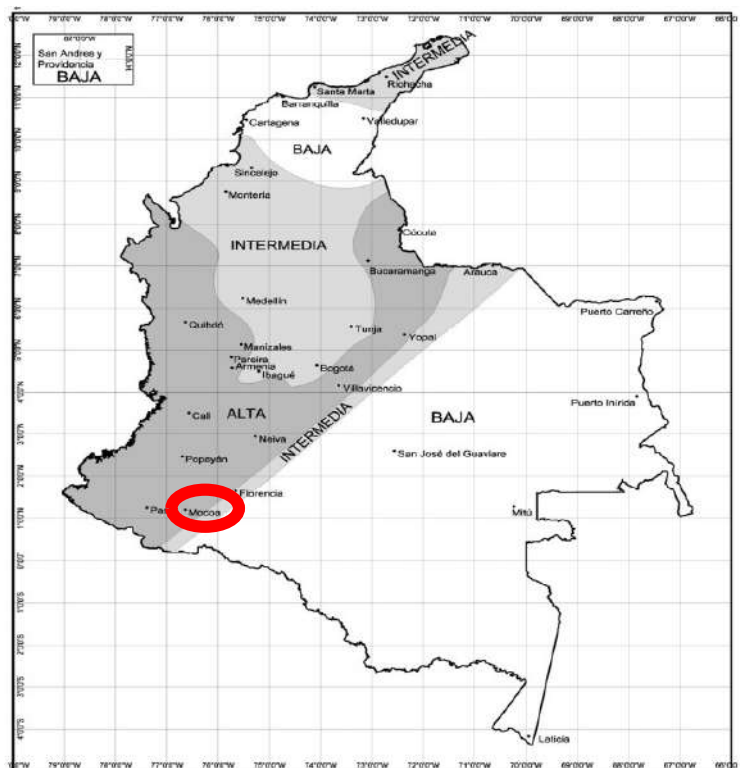




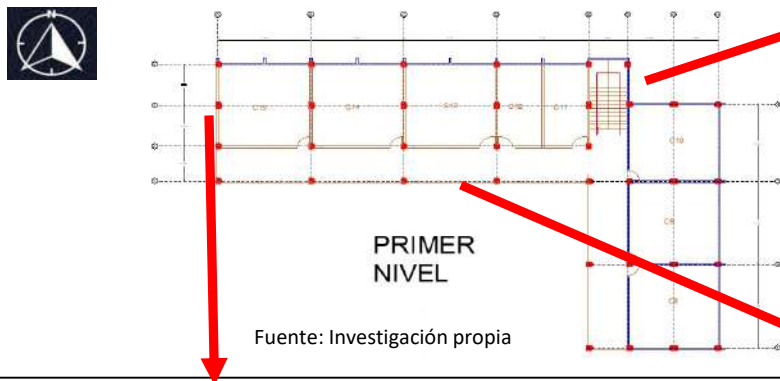
LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL-ARQUITECTONICO
INSTITUCION EDUCATIVA PIO XII

Fecha: 04-07-2022	PROGRAMA: ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN	Escala: 1:75
Contenidos: SEGUNDA PLANTA		Nº de Lámina: 02/03
DIBUJO OSCAR CORREA C.P.N.T : 01-15425		

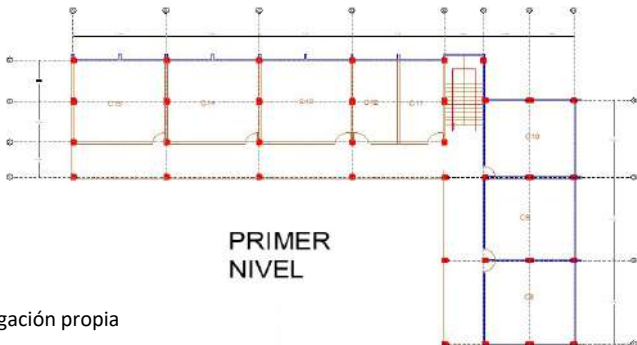
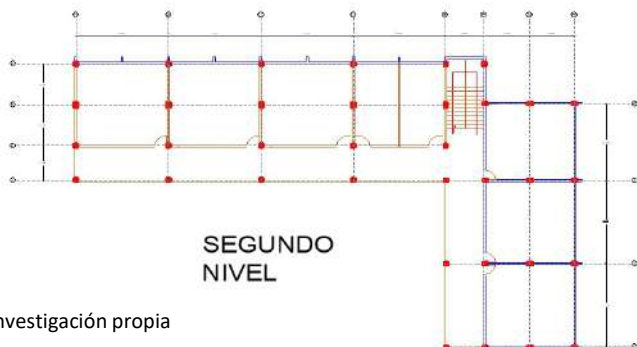
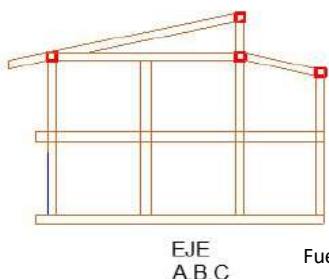
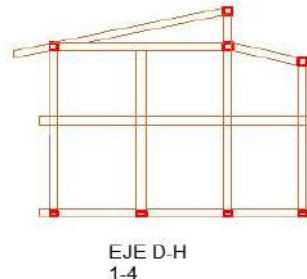


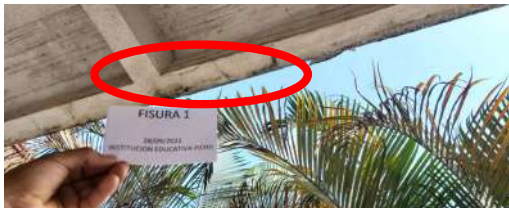
ANÁLISIS DE AMENAZA SÍSMICA						FICHA																																											
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	2																																											
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA																																											
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022																																											
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA																																											
UBICACIÓN DE ACUERDO A LA ZONIFICACION SISMICA GENERAL			MICROZONIFICACION SISMICA																																														
																																																	
Fuente: Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av. De acuerdo a la zonificación sísmica general de Colombia, Mocoa putumayo se encuentra en una zona de alta actividad sísmica			<table border="1"> <caption>MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA</caption> <thead> <tr> <th>Zona</th> <th>Nombre</th> <th>Zona de respuesta sísmica</th> <th>Esesor media de depósito o suelo residual (m)</th> <th>Periodo elástico media medida (s)</th> <th>Tipos de suelo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CR</td> <td>CERROS</td> <td>Cerros</td> <td>14</td> <td>0.20</td> <td>Cohesivos sobre soco muy blandos</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SUELOS RESIDUALES</td> <td>Flujos Torrenciales de 30m</td> <td>30</td> <td>0.36</td> <td>Cohesivos sobre matriz soportados con gravas y bloques</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Flujos Torrenciales de 20m</td> <td>20</td> <td>0.31</td> <td>Intercalaciones de cohesivos con clasto soportados con gravas y bloques</td> </tr> <tr> <td>FT</td> <td>FLUJOS TORRENCIALES</td> <td>Torrenciales de 30m</td> <td>33</td> <td>0.25</td> <td>Clasto soportados con matriz de bloques y gravas</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Flujos Torrenciales recientes</td> <td>9</td> <td>0.18</td> <td>Clasto soportados con bloques y gravas</td> </tr> <tr> <td>LLAU</td> <td>LLANURA ALUVIAL</td> <td>Llanura Aluvial</td> <td>10</td> <td>0.17</td> <td>Cohesivos sobre clasto soportados con gravas y bloques</td> </tr> </tbody> </table> Fuente: Servicio Geológico Nacional					Zona	Nombre	Zona de respuesta sísmica	Esesor media de depósito o suelo residual (m)	Periodo elástico media medida (s)	Tipos de suelo	CR	CERROS	Cerros	14	0.20	Cohesivos sobre soco muy blandos	SR	SUELOS RESIDUALES	Flujos Torrenciales de 30m	30	0.36	Cohesivos sobre matriz soportados con gravas y bloques			Flujos Torrenciales de 20m	20	0.31	Intercalaciones de cohesivos con clasto soportados con gravas y bloques	FT	FLUJOS TORRENCIALES	Torrenciales de 30m	33	0.25	Clasto soportados con matriz de bloques y gravas			Flujos Torrenciales recientes	9	0.18	Clasto soportados con bloques y gravas	LLAU	LLANURA ALUVIAL	Llanura Aluvial	10	0.17	Cohesivos sobre clasto soportados con gravas y bloques
Zona	Nombre	Zona de respuesta sísmica	Esesor media de depósito o suelo residual (m)	Periodo elástico media medida (s)	Tipos de suelo																																												
CR	CERROS	Cerros	14	0.20	Cohesivos sobre soco muy blandos																																												
SR	SUELOS RESIDUALES	Flujos Torrenciales de 30m	30	0.36	Cohesivos sobre matriz soportados con gravas y bloques																																												
		Flujos Torrenciales de 20m	20	0.31	Intercalaciones de cohesivos con clasto soportados con gravas y bloques																																												
FT	FLUJOS TORRENCIALES	Torrenciales de 30m	33	0.25	Clasto soportados con matriz de bloques y gravas																																												
		Flujos Torrenciales recientes	9	0.18	Clasto soportados con bloques y gravas																																												
LLAU	LLANURA ALUVIAL	Llanura Aluvial	10	0.17	Cohesivos sobre clasto soportados con gravas y bloques																																												

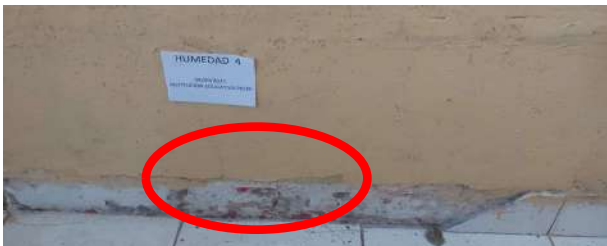
CUBIERTA						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	6	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA		ONDULADA
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA		06/09/2022
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO		OSCAR CORREA
	Cubierta			Cubierta pasillo			
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
Tejas deterioradas, oxido en cerchas							
Tejado en Asbesto cemento			OBSERVACIONES				
			* Láminas de asbesto cemento sobre cerchas que sirven de correas.				
			* Las láminas de asbesto cemento se ha prohibido el uso para edificaciones por el daño que ocasiona a los pulmones, material cancerigeno.				
			*Cerchas presentan oxidación y deterioro por falta de mantenimiento.				
Fuente: Investigación propia							
Tejado en asbesto cemento							

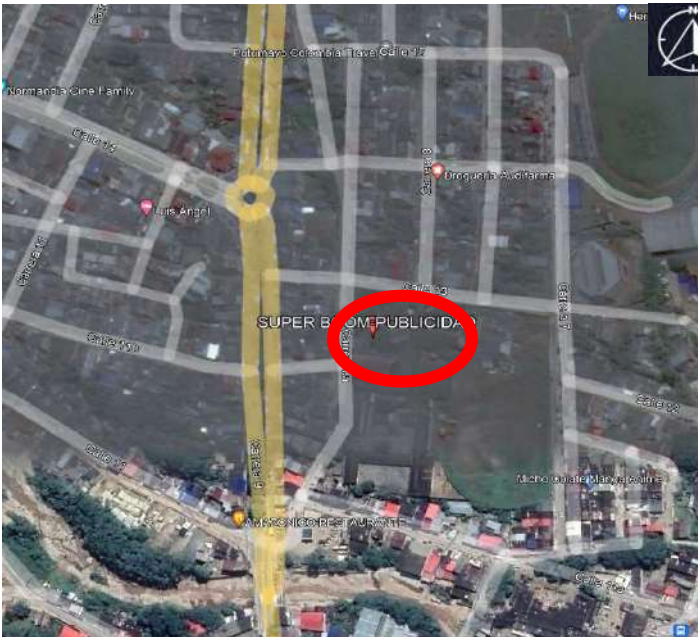
FACHADAS						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	4	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
	LEV ARQUITECTONICO Y ESTRUCTURAL PRIMER PISO			FACHADA NORTE			
 PRIMER NIVEL Fuente: Investigación propia			 Fuente: Investigación propia				
FACHADA OCCIDENTAL			FACHADA SUR				
 Fuente: Investigación propia			 Fuente: Investigación propia Las fachadas estan conformadas por muros adoquinados pañetados y pintados; la pintura se encuentra deteriorada por la falta de lloraderos en la parte superior.				

FICHA DE VULNERABILIDAD						FICHA	
						8	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	2	
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRU	57	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
ESTRUCTURA							
	FACHADA	PLACA	COLUMNAS	VIGAS	MUROS		
FOTOGRAFIA							
DESCRIPCION	Las fachadas estan conformadas por muros adoquinados pañetados y pintados; la pintura se encuentra deteriorada por la falta de lloraderos en la parte superior.	Sistema de losa nervada en una sola dirección, observar que llegan los nervios directamente sobre el pórtico plano	Columnas 22 x 30	Vigas 33 x 39	Muros en adoquin con mortero de pega de 2 cm de espesor		
	MATERIALES	SISMO	FISURAS Y GRIETAS	ORGANISMOS		HUMEDADES	
FOTOGRAFIA				VEGETALES	ANIMALES		
DESCRIPCION	Concreto reforzado de 21Mpa acero liso	* Mocoa se encuentra en una zona de sismicidad alta, ha presentado registro de un sismo el 14 de julio de 1947 a una profundidad de 10km y 10 registros de eventos telúricos, encontramos que en el que se han presentados más sismos es en el municipio de Santiago, municipio localizado en el alto putumayo.	Se evidencias fisuras y grietas prinsipalemtne en los muros divisorios de la edificación.	No hay registro de vegetacion que pueda influir en la estabilidad estructural del edificio, en cuanto a animales, es predominante en la zona la presencia de coleopteros.		Humedades por capilaridad y por condensacion ; las humedades por capilaridad se presentan por absorcion de elementos estructurales y no estructurales de la humedad del suelo; la humedad por condensacion en este caso es por la acumulacion en la fachada de la humedad natural del ambiente, es un tipo de lesion química que no afecta la estabilidad de la estructura.	

GENERALIDADES						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	2	
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	57	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
PLANO PRIMERA PLANTA			PLANO SEGUNDA PLANTA				
 PRIMER NIVEL Fuente: Investigación propia			 SEGUNDO NIVEL Fuente: Investigación propia				
CORTE 1			CORTE 2				
 EJE A,B,C Fuente: Investigación propia			 EJE D-H 1-4 Fuente: Investigación propia				
Se encuentra al sur del país en Mocoa-Putumayo			Se encuentra ubicado en al norte de la cabecera municipal de Mocoa				

PATOLOGIAS						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	8	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
FISURA 1			FISURA 2				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
GRIETA 1			GRIETA 2				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
GRIETA 3			GRIETA 4				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
GRIETA 5			GRIETA 6				
							
Fuente: Investigación propia							
GRIETA 7			GRIETA 8				
							
Fuente: Investigación propia			OBSERVACIONES Se presentan fisuras y grietas por asentamientos de la estructura, no afectan la estabilidad de la edificación.				

PATOLOGIAS						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	7	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
HUMEDAD 1 FILTRACION			HUMEDAD 2 FILTRACION				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
HUMEDAD 3 CONDENSACION			HUMEDAD 4 CAPILARIDAD				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
HUMEDAD 5 CONDENSACION			HUMEDAD 6 CAPILARIDAD				
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
HUMEDAD 7 CAPILARIDAD			HUMEDAD 8 CONDENSACION				
							
Fuente: Investigación propia							
HUMEDAD 9 CAPILARIDAD			OBSERVACIONES				
			Humedades por capilaridad y por condensacion ; las humedades por capilaridad se presentan por absorcion de elementos estructurales y no estructurales de la humedad del suelo; la humedad por condensacion en este caso es por la acumulacion en la fachada de la humedad natural del ambiente, es un tipo de lesion quimica que no afecta la estabilidad de la estructura.				
Fuente: Investigación propia							

LOCALIZACION						FICHA
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	1
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	2
	AÑOS DE CONSTRUCCION	57	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	ONDULADA
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	06/09/2022
	LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO			LOCALIZACION ESPECIFICA		
						
Fuente : https://www.lonelyplanet.es/america-del-sur/colombia/mapa			Fuente : google earth			
Se encuentra al sur del país en Mocoa-Putumayo			Se encuentra ubicado en al norte de la cabecera municipal de Mocoa			

SISTEMA ESTRUCTURAL						FICHA	
	PROYECTO	Institución educativa PIO XII	MUNICIPIO/CIUDAD	MOCOA	N° PISOS	5	2
	CLIMA	CALIDO HUMEDO	USO	EDUCATIVO	TOPOGRAFIA	ONDULADA	
	AÑOS DE CONSTRUCCION	64	TIPO DE ESTRUCTURA	APORTICADA	FECHA	06/09/2022	
	DEPARTAMENTO	PUTUMAYO	CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS	ELABORO	OSCAR CORREA	
	Losa de entrepiso C9			COLUMNA C-3			
							
Fuente: Investigación propia			Fuente: Investigación propia				
Sistema de losa nervada en una sola dirección, observar que llegan los nervios directamente sobre el pórtico plano			Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.				
COLUMNA E-1			OBSERVACIONES				
			* Sistema aporticado en una dirección.				
			* El sistema de resistencia sísmica solo existe en una dirección, en el otro eje no existe sistema.				
			* Los pórticos planos son unidos mediante la losa nervada orientada ortogonalmente al plano de los pórticos.				
			* Vigas: 33x39				
			* Columnas: 22x30				
Fuente: Investigación propia			NOTA:				
			Las columnas no respetan las dimensiones mínimas de acuerdo al capítulo C.21.6 de la NSR-10, denominado “Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES)”. En el aparte C.21.6.1.1 “La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m²”.				
Observar las dimensiones de la viga superior a las dimensiones de la columna.							